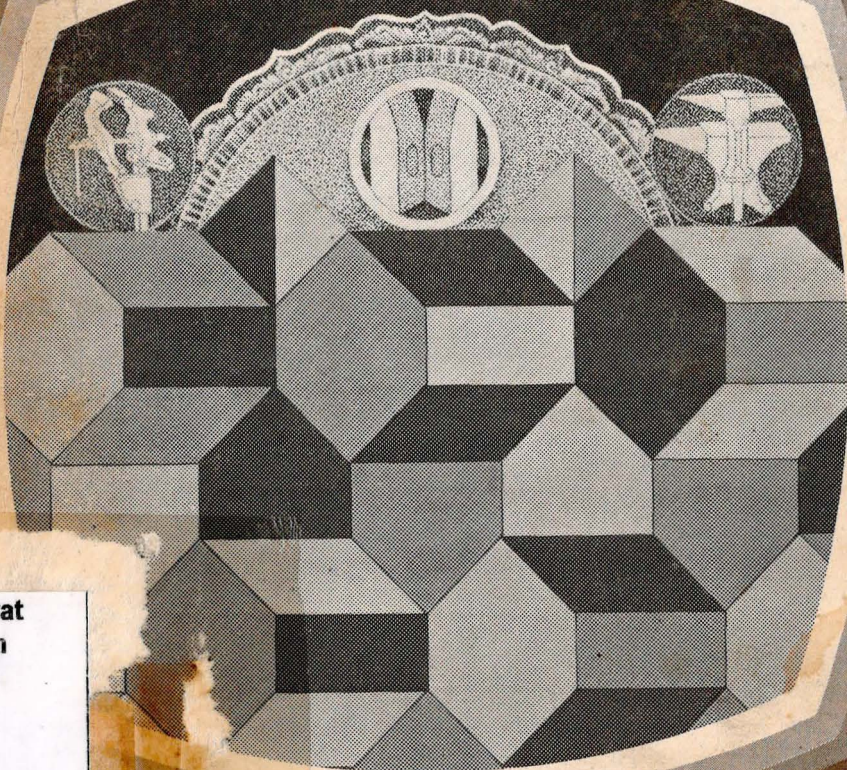




Proyek Pengadaan Buku Pendidikan Teknologi Kerumahtangaan  
dan Kejuruan Kemasyarakatan Jakarta.

# Pengetahuan Teknologi KERAJINAN LOGAM 1



Direktorat  
Kebudayaan

Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan  
DEPARTEMEN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN 1979

V  
E

739  
H40  
P

**PENGETAHUAN TEKNOLOGI  
KERAJINAN LOGAM 1**

PERPUSTAKAAN.  
Direktorat Perlindungan dan Pembinaan  
Peninggalan Sejarah dan Purbakala

NO INDUK 2882

TGL. 16 - 3 - 1987



Proyek Pengadaan Buku Pendidikan Teknologi Kerumahtanggaan  
dan Kejuruan Kemasyarakatan Jakarta.

Perpustakaan  
Direktorat Pendidikan dan  
Pembinaan Peninggalan  
Sejarah dan Purbakala

# Pengetahuan Teknologi KERAJINAN LOGAM 1

UNTUK SMIK

PENULIS :

**S Hudi Sunaryo, BA.**  
**A Sri Bandono, B Sc.**

PENILAI :

**Kresnowo**  
**Suparyanto**  
**Drs. Sans S Hutabarat**

Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan  
DEPARTEMEN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN 1979

EDISI PERTAMA  
1979

MILIK DEPARTEMEN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

ILUSTRATOR :  
**S. Hudi Sunaryo, BA**  
**A Sri Bandono, BSc.**

STAF PROYEK PENGADAAN BUKU PENDIDIKAN TEKNOLOGI  
KERUMAHTANGGAAN DAN KEJURUAN KEMASYARAKATAN  
JAKARTA

PEMIMPIN PROYEK  
**Soearti**

PENANGGUNG JAWAB :

PERNASKAHAN  
**Kusmiasri Wardoyo**

PERWAJAHAN/ILUSTRATOR  
**Idham Palada**

EDITOR :  
**Kresnowo**

## KATA SAMBUTAN

Dalam rangka peningkatan mutu dan relevansi pendidikan menengah kejuruan dengan dunia industri dan usaha, telah diadakan berbagai macam kegiatan di antaranya penyediaan buku-buku pelajaran untuk murid yang isinya sejauh mungkin disesuaikan dengan kurikulum yang telah dibakukan, yaitu kurikulum 1976 dan 1977.

Selama Pelita II direncanakan dapat diterbitkan 1,2 juta eksemplar buku pelajaran untuk SMTK, SMKK, SMIK dan SMPS. Buku-buku tersebut akan dibagi-bagikan dengan cuma-cuma kepada seluruh murid. Direncanakan agar untuk tiap mata pelajaran yang ditentukan dalam kurikulum akan disediakan buku murid dan buku pedoman bagi guru. Program pengadaan buku tersebut dipercayakan pengelolaannya kepada proyek pengadaan Buku Pendidikan Teknologi Kerumahtanggaan dan Kejuruan Masyarakat. Hal ini dimaksudkan agar isi buku relevan dengan tujuan-tujuan yang dirumuskan dalam kurikulum sekolah yang bersangkutan.

Di samping itu telah diusahakan agar materi buku sesuai dengan perkembangan ilmu dan teknologi, dengan penyajian yang memenuhi syarat didaktis dan penggunaan bahasanya sesuai dengan struktur bahasa Indonesia yang disempurnakan. Oleh karena itu sangat diperhatikan susunan anggota team penulis dan penilai, agar ketentuan tersebut sejauh mungkin dapat dipenuhi.

Mengingat bahwa penulisan buku menuntut persyaratan yang tinggi dari pihak penulis dan jelas bukanlah pekerjaan yang mudah, maka ada kemungkinan terdapat kekurangan dalam buku ini. Namun demikian, usaha penyediaan buku ini sudah sangat membantu kelancaran proses belajar mengajar.

Diharapkan agar team penulis tetap berusaha untuk menyempurnakan buku sehingga pada penerbitan berikutnya buku dapat disajikan dalam bentuk yang lebih baik. Akhirnya dalam kesempatan ini, kami sampaikan penghargaan dan terima kasih kepada team penulis, team penilai, staf proyek serta pihak-pihak lain yang turut serta dalam kegiatan penerbitan dan distribusi buku ini.

Semoga buku ini bermanfaat bagi murid dan masyarakat pada umumnya.

Jakarta, 29 September 1979

Direktur Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah  
Departemen Pendidikan dan Kebudayaan

  
-Prof Dardj Darmodihardjo-S.H.-



## **KATA PENGANTAR**

Dalam program peningkatan mutu lulusan Pendidikan Menengah Teknologi Kerumahtanggaan dan Kejuruan Kemasyarakatan, usaha pengadaan buku-buku pelajaran untuk murid telah mulai dirintis sejak awal Pelita II, melalui Proyek Pengadaan Buku Teknologi Kerumahtanggaan dan Kejuruan Kemasyarakatan.

Buku ini ditulis dan dinilai oleh tenaga-tenaga yang mempunyai latar belakang pengetahuan dan pengalaman dalam profesinya diantara kalangan guru dan dosen yang relevan, kalangan industri serta kalangan ahli bahasa dan ahli pendidikan.

Sejauh mungkin, materi buku ini disusun dari uraian sub pokok bahasan dikaitkan dengan tujuan instruksional khusus yang ingin dicapai dalam kurikulum 1976 dan 1977.

Pada kesempatan ini, pimpinan proyek beserta staf mengucapkan terima kasih serta menyatakan penghargaan setinggi-tingginya kepada team penulis, team penilai serta pihak lain yang telah ikut menangani sampai buku ini terwujud dengan baik.

Semoga buku ini memberikan arti positif dalam meningkatkan mutu lulusan Pendidikan Menengah Teknologi Kerumahtanggaan dan Kejuruan Kemasyarakatan.

Jakarta, September 1979

Proyek Pengadaan Buku Teknologi  
Kerumahtanggaan dan Kejuruan  
Kemasyarakatan Jakarta.



Departemen Pendidikan dan Kebudayaan  
Perpustakaan Nasional dan Arsip Nasional

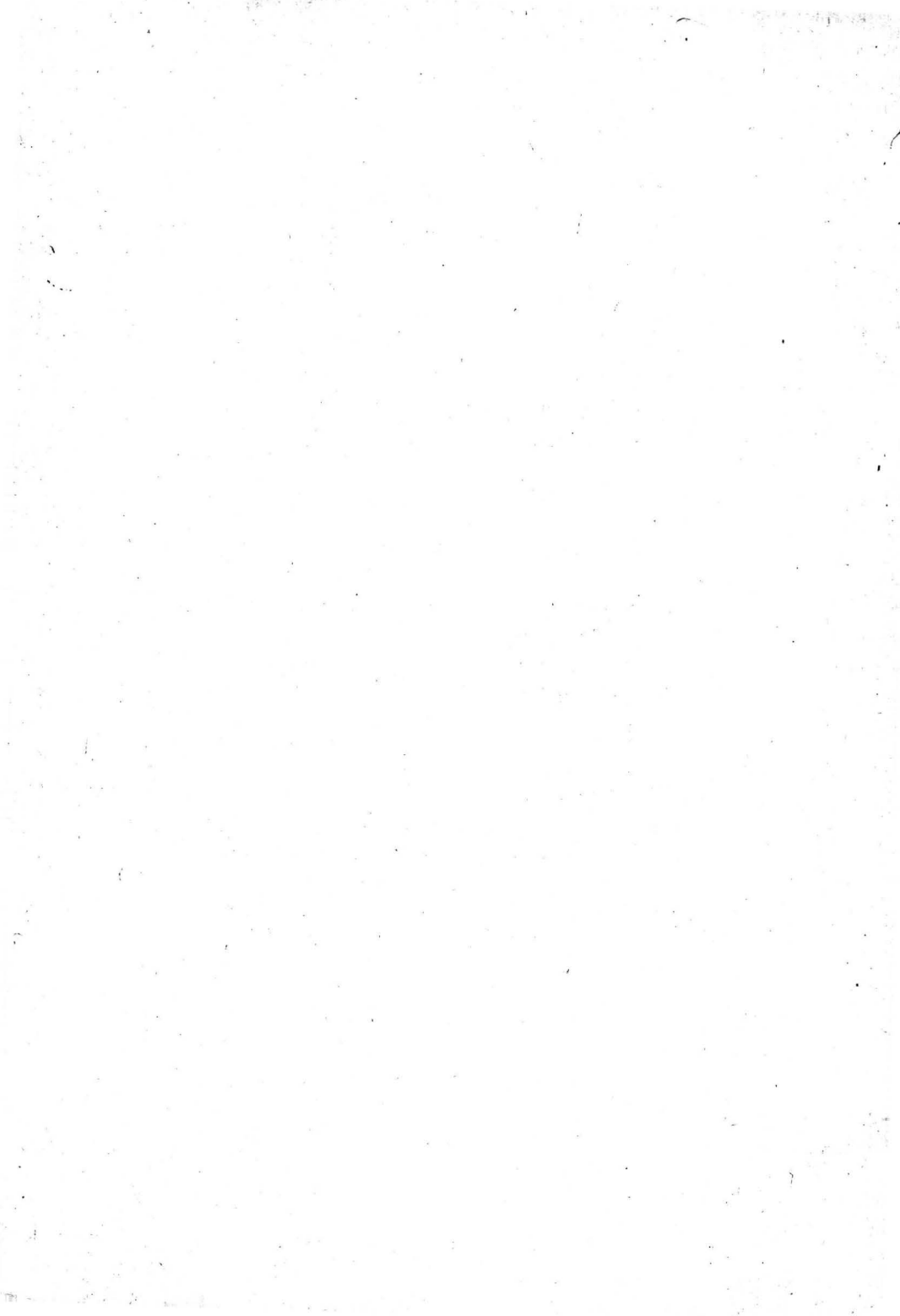
NO INDUK 2882

TGL. 16 Maret 1982

## DAFTAR ISI

Perpustakaan  
Direktorat Perlindungan dan  
Pembinaan Peninggalan  
Sejarah dan Purbakala

Kata Sambutan.....	i
Pengantar.....	ii
<b>UNIT SATU TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM DAN LATAR BELAKANGNYA.....</b>	<b>1</b>
BAB I Teknologi Kerajinan Logam.....	3
BAB II Macam-macam Hasil Kerajinan Logam.....	17
<b>UNIT DUA LOGAM DAN PENGOLAHANNYA.....</b>	<b>29</b>
BAB III Logam Murni.....	31
BAB IV Logam Paduan.....	59
BAB V Logam Rongsok.....	79
<b>UNIT TIGA TEKNOLOGI DASAR PEMBUATAN BARANG KERAJINAN LOGAM.....</b>	<b>91</b>
BAB VI Penempaan.....	93
BAB VII Teknik Sambungan Lipatan dan Kelingan.....	115
BAB VIII Teknik Patri.....	127
BAB IX Teknik Las.....	139
BAB X Teknik Dasar Pengukiran Logam.....	171
BAB XI Teknik Pematangan, Pengikisan dan Pengeboran.....	189



# **UNIT SATU**

## **TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM DAN LATAR BELAKANGNYA**

### **Pendahuluan**

Hasil kerajinan logam telah ada sejak zaman prasejarah, terbukti dengan adanya penemuan-penemuan kembali hasil kerajinan logam di berbagai daerah. Penemuan itu menunjukkan juga telah adanya teknologi kerajinan logam, baik secara penunangan, penempatan, penyusunan, pengukiran, dan sebagainya. Teknologinya mengalami perkembangan menurut tingkat budaya manusia sesuai dengan daerah dan waktu.

Logam menjadi peranan penting bagi kehidupan manusia sejak mereka menemukan teknologi yang kuno itu hingga zaman sintetis sekarang. Bahkan tidak mungkin akan kehilangan peranan walau sampai kapan pun juga.

Macam-macam benda logam yang dihasilkan orang sejak mula, pada dasarnya semata-mata hanya untuk memenuhi kebutuhan hidup yang menyangkut kebutuhan jasmani dan rohani. Kalau dijabarkan, sesungguhnya kebutuhan jasmani dan rohani itu amatlah banyak, termasuk di dalamnya, peralatan pertahanan hidup dan kepuasan baik individu maupun kolektif.



# BAB I

## TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM

### 1. Pendahuluan

Belajar kerajinan logam erat sekali hubungannya dengan teknologinya. Untuk mengetahui pengertian teknologi kerajinan logam, bab ini menguraikan arti teknologi kerajinan logam dan perkembangannya termasuk di dalamnya sejarah kerajinan logam di Indonesia dan perkembangan teknologi kerajinan logam di Indonesia. Sehingga pemahaman teknologi kerajinan logam dan latar belakangnya dapat diketahui dengan jelas dan tidak tertutup akan kemungkinan adanya teknologi baru.

### 2. Arti Teknologi Kerajinan Logam

Secara etimologi, teknologi berasal dari bahasa Belanda *teknologie* artinya "ilmu teknik", "ilmu perusahaan". Dalam bahasa Inggris *technology* artinya "ilmu pemakaian bahan-bahan mentah bagi kerajinan". Dalam Ensiklopedia Indonesia istilah *teknologi* berarti "ilmu yang menyelidiki cara kerja dalam teknik". Kata teknik dalam bahasa Inggris *technique* artinya "kemahiran".

Kerajinan yang dimaksud di sini lengkapnya kerajinan tangan, yaitu kesenian yang menghasilkan pelbagai barang perabotan, barang-barang hiasan atau barang-barang anggun yang masing-masing bermutu seni. Barang-barang tersebut dibuat dari kayu, logam, porselin, bambu, gading, kain, rotan, tenunan, dan sebagainya. Proses pengerjaannya ditentukan oleh tangan, kendatipun mungkin beberapa elemen dikerjakan dengan mesin, tetapi t<sup>o</sup>h tangan yang menentukan penyelesaiannya. Sebuah pendapat mengatakan bahwa *Logam* adalah barang galian seperti emas, perak, besi, perunggu, kuningan, aluminium, timah, nikel, platina, seng, baja dan sebagainya.

Pendapat lain mengatakan bahwa *logam* adalah nama bagian segolongan unsur-unsur yang menurut perbandingan berdaya pengantar besar bagi listrik dan kalor. Logam adalah pembentuk basa, berlawanan dengan metaloid (bukan logam), karena metaloid adalah pembentuk asam.

Jadi dapat disimpulkan bahwa arti teknologi kerajinan logam adalah suatu ilmu yang mempelajari cara-cara kerja pembuatan barang kerajinan logam.

## PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM

Cara kerja ini mempunyai langkah-langkah, meliputi gagasan, perencanaan, persiapan, peralatan, bahan-bahan (termasuk bahan pembantu pengerjaan), pengolahan, pengujian, dan *finishing* (penyelesaian). Pekerjaan ini dari awal sampai akhir merupakan pengetahuan, pengertian, dan kepañdaian. Semua itu adalah ilmu yang mempeleajari tentang kemahiran, ketrampilan dan teknik. Bagaimana liku-liku dan seluk-beluk tentang pembuatan benda kerajinan dari awal sampai akhir, dipelajarinya. Dalam proses pembuatan barang kerajinan diperlukan teknologi agar penentuan cara-cara kerja tidak kehilangan langkah. Maka efektifitas, efisiensi dan ekonomis dapat tercapai, kerugian yang akan menimpa dapat dihindarkan.

### 3. Perkembangan Teknologi Kerajinan Logam

Untuk mengetahui kapan logam itu ditemukan pertama kali, merupakan pertanyaan yang sukar dijawab. Meskipun dapat dijawab, hanya kira-kira saja jawabnya, apalagi untuk menyebut siapa penemunya. Yang jelas, logam emas dan perak mulai digunakan kira-kira sebelum tahun 4000 SM. Pengolahannya masih sangat sederhana sekali. Dengan akalunya manusia menemukan teknik, dipukul-pukul atau ditempa, jadilah bijih-bijih emas dan perak itu menjadi barang perhiasan.

Kira-kira tahun 4000 SM ditemukan tembaga, pengerjaannya pun ditempa. Karena logam-logam tersebut dalam keadaan murni, dengan mudah dapat ditempa. Teknik pengecoran yang pertamakalai ditemukan berkat inspirasi dari penemuan tembaga yang sedang mencair, maka direka bagaimana cara membuat cetakan. Mula pertama cetakan sederhana terbuat dari pasir, kemudian dibuat dari batu. Untuk mendapatkan hasil yang lebih rumit lagi dibuatlah cetakan dari pasir dicampur dengan batu kapur dan ditambah tanah liat sebagai perekat.

Teknik cor seperti di atas, pertama kali ditemukan di Mesopotamia kira-kira tahun 3000 SM. Untuk memperoleh rongga di dalam benda cor, dibuatlah lebih dulu model dari tanah liat dicampur dengan tepung arang batu. Juga ketika itu dikembangkan pola lilin. Maksudnya, model dibuat dari kayu atau tanah liat ditutup dengan lilin.

Kira-kira tahun 800–700 SM di Cina ditemukan cara pengolahan besi kasar, yaitu bijih besi yang masih bercampur dengan berbagai zat lainnya langsung dicetak menjadi barang jadi tanpa melalui pembersihan dengan barang kimia yang lain. Untuk mencairkan besi kasar, mereka menggunakan tanur datar yaitu dapur api yang alasnya datar. Cara pembuatan cetakan masih menggunakan teknik lama seperti sistem *bivalve* atau *a sire perdue*, yang sesungguhnya kalau kita perhatikan, sekarang pun masih digunakan.

Teknologi pengolahan logam sudah barang tentu tidak berhenti begitu saja, tetapi semakin berkembang dan menyebar di berbagai negara. Bentuk hasilnya pun bervariasi, mulai dari yang sederhana sampai yang rumit-rumit.

Perkembangan teknologi selanjutnya, pada abad ke-14 di Jerman dan Itali diadakan peningkatan cara mencairkan besi yaitu dengan menggunakan tanur tiup

yang berbentuk silinder. cara pencairan besi dengan jalan menyalakan api di dalam tanur tiup kemudian memasukkan bijih besi berganti-ganti dengan arang batu.

Di Inggris dan Perancis pada abad ke-18 ditemukan *kokas* untuk meningkatkan teknologi pencairan logam. Bahkan di Inggris ketika itu dibuat tanur seperti yang ada sekarang. Lambat-laun usaha penyempurnaan teknologi kerajinan logam disempurnakan. Pada akhir abad ke-19, telah diusahakan untuk membuat baja dari besi kasar dan coran baja oleh H. Bessemer dan W. Siemens. Jasa beliau amat besar terhadap ilmu perlogaman, sehingga alat-alat (perkakas) dari baja segera menyebar di seluruh dunia.

Pada akhir abad ke-19 teknik cor dan paduan aluminium baru dimulai setelah cara pemurnian dengan elektrolisa ditemukan.

Tampaknya sekarang telah sempurna dalam mengerjakan logam, namun usaha terus dilakukan demi terciptanya efektifitas, efisiensi dan ekonomis.

Begitulah garis besar uraian perkembangan teknologi kerajinan logam, dari mulai ditemukannya emas sebelum tahun 4000 SM hingga aluminium akhir abad ke-19. Untuk melihat lebih dekat teknologi kerajinan logam di Indonesia, dapat dibaca pada sub bab 2:

### 1) Sejarah Kerajinan Logam

Tentu saja sub bab ini tidak akan menguraikan sejarah kerajinan logam secara lengkap tetapi sekedar pendahuluan dalam belajar pengetahuan teknologi kerajinan logam. Maka tinjauan ini kepadanya cukup garis besarnya saja.

Awal penggunaan logam kira-kira sebelum tahun 4000 SM. Logam yang pertama ditemukan adalah emas dan perak. Dari logam tersebut dibuat barang-barang perhiasan meliputi subang, gelang, kalung, cincin, dan lain-lainya. Sudah tentu bentuknya sangat sederhana mengingat peralatan yang digunakan masih amat sederhana atau primitif. Teknik pengerjaannya, yaitu dengan jalan ditempa. Karena logam yang ditemukan barulah emas dan perak, mestinya palu dan landasan tempa ini digunakan batu.

Setelah ditemukan tembaga dan timah serta teknik pengecoran kira-kira tahun 4000 SM, hasil kerajinan ini meningkat jumlah dan bentuknya, di samping melanjutkan bentuk yang telah ada. Tambahan ini meliputi mata bajak, pedang, dan alat senjata yang lain.

Setelah kira-kira tahun 3000 SM hasil kerajinan mencapai kenaikan, baik Kualitas maupun Kuantitas, yaitu dengan ditemukannya pengecoran perunggu yang pertama di Mesopotamia. Patung-patung perunggu bermunculan beserta alat-alat upacara lainnya. Kira-kira tahun 2000 SM teknik cor menyebar ke Cina. Teknik pengerjaan ini telah halus. Penyebaran kepandaian mengolah logam di Cina inilah yang nantinya akan menyebar sampai di Indonesia.

Dari Mesopotamia menyebar pula ke Swiss, Perancis, Spanyol, Inggris, Jerman, dan sebagainya, yang muncul di sana aneka hasil kerajinan seperti: tombak, pedang, mata bajak, perhiasan, hiasan makam, patung-patung, topeng, mata uang, dan lain-lainnya. Hal ini terjadi kira-kira tahun 1500-1400 SM.

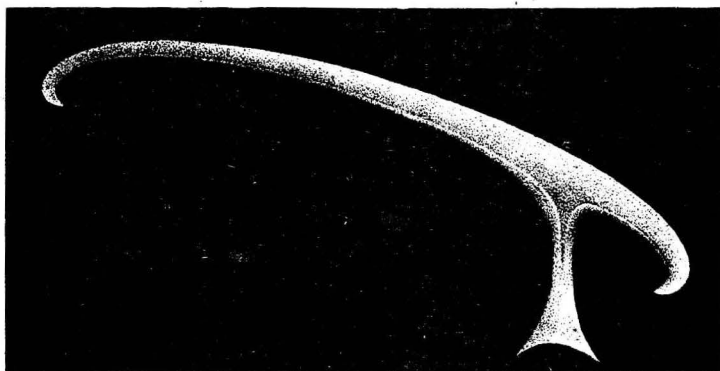


## **PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM**

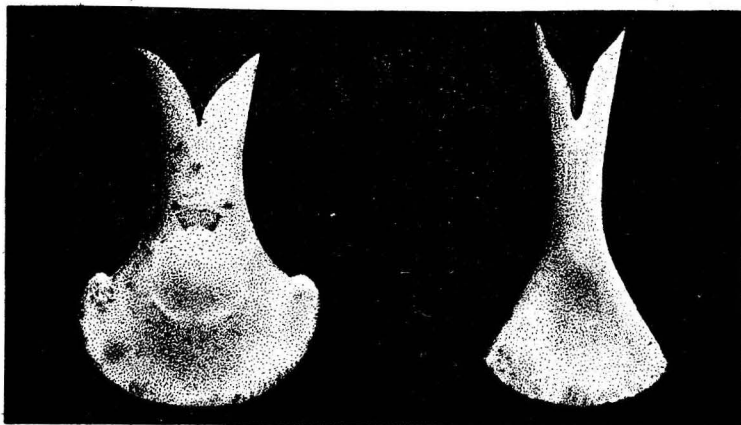
Penyebarannya di Cina diteruskan ke Jepang dan Asia Tenggara, sehingga di sana banyak arca-arca Budha dibuat dari perunggu, kira-kira tahun 800–600 SM.

Antara tahun 2800–2700 SM Asiria dan Mesir telah mempergunakan alat perkakas dari besi. Tekniknya sama dengan mula pertama dipakainya emas, perak dan tembaga yaitu ditempa. Baru kira-kira tahun 800–700 SM ditemukan teknik cor yang pertama di Cina.

Kerajinan logam di Indonesia mulai ada sejak tahun 500 SM. Saat itulah dimulainya zaman logam di Indonesia. Sungguhpun hasilnya tanpa ornamen, bentuknya indah-indah. Lihat Gb. 1–1 dan Gb. 1–2. Apalagi yang menggunakan ornamen, motifnya sering mengandung falsafah yang dihubungkan dengan kehidupan di dunia fana maupun akhirat.

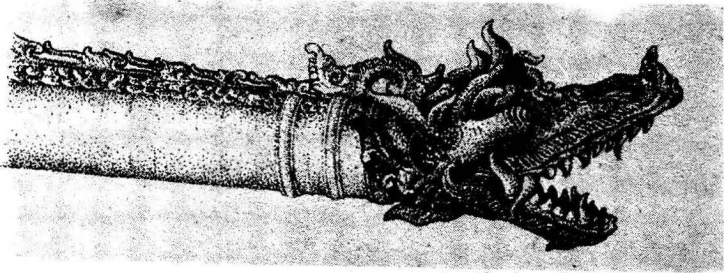


*Gb. 1–1 sebuah candrasa tanpa ornamen*



*Gb. 1–2 dua buah kapak corong tanpa ornamen*

Bentuk benda yang dihasilkan banyak macamnya, meliputi peralatan rumah tangga sebagai sarana pertahanan hidup, seperti pacul, kapak, golok, meriam, tombak, perisai, keris, ujung panah, pisau, bokor, kendi, cepuk, kacip, ketam, dan lain-lainnya. Lihat Gb. 1-3 dan 1-4.



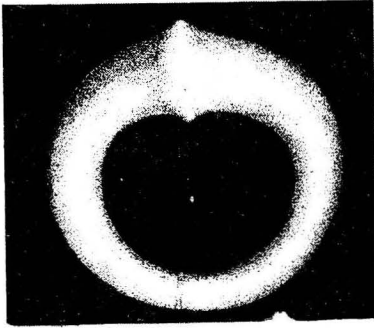
*Gb. 1-3 mulut meriam berasal dari Jawa Timur,  
dibuat dari perunggu*



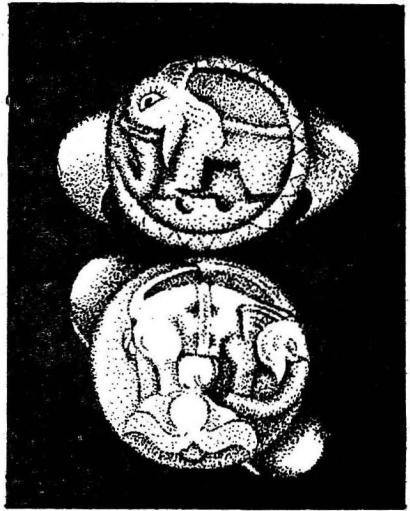
*Gb. 1-4 Kacip pinang untuk sirih berasal dari lombok,  
matanya dibuat dari besi*

**PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM**

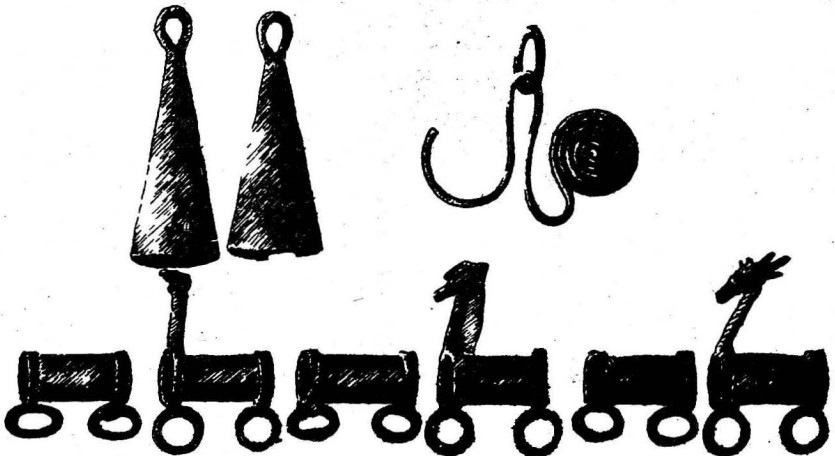
Yang meliputi perhiasan adalah anting-anting, kalung, liontin, (bandul kalung), gelang tangan, gelang kaki (binggel); cincin, subang, tutup kemaluan, dan lain-lainnya. Lihat Gb. 1-5, Gb. 1-6, Gb. 1-7 dan 1-8.



*Gb. 1-5 gelang perunggu*



*Gb. 1-6 cincin emas zaman Hindu Jawa*



*Gb. 1-7 anting-anting dan kalung perunggu*



*Gb. 1-8 penutup kemaluan dari emas didapat di dekat Madiun, dari zaman Hindu*

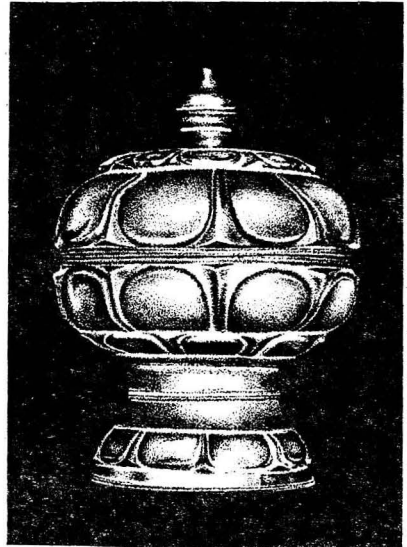
Yang meliputi alat upacara adalah patung, keris, bokor, cakera, moko, cerana, dan lain-lainnya. Lihat Gb. 1-9, Gb. 1-10, dan Gb. 1-11.



*Gb. 1-9 patung orang laki-laki dari perunggu*



Gb. 1-10 sebuah keris dari Cirebon bermotif ular



Gb. 1-11 sebuah cerana (pasu) dari Pelambang, dibuat dari bahan kuningan

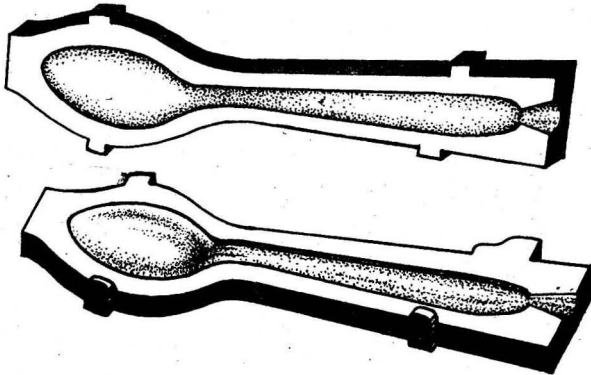
## 2) Perkembangan Teknologi Kerajinan Logam di Indonesia

Di depan telah disebut bahwa mulai ada kerajinan logam di Indonesia ketika itu telah maju, sebab pengetahuan teknologi perlogaman dari Asia itu mudah diterimanya. Bukan saja tentang tempa, tetapi pengecoran yang memerlukan pengetahuan tinggi dapat diterima di Indonesia.

Datangnya pengetahuan teknologi kerajinan logam, sementara ahli mengatakan dari Asia tepatnya dari Dongson di Vietnam, berkat penyebarannya bangsa Austronesia. Mereka membawa kepandaian teknologi kerajinan logam, lalu disebar luaskan pengetahuan itu sehingga nenek moyang kita trampil membuat benda-benda kerajinan logam.

Awal penggunaan teknologi logam adalah dari penggalian bijih tembaga dan timah yang kemudian dilebur untuk dituang menjadi barang yang dikehendaki.

Teknik pembuatan cetakan menggunakan bahan tanah liat. Sudah barang tentu untuk barang-barang yang sederhana digunakan cetakan sistem *drag*, yaitu cetakan pada bagian bawah saja yang dibuat. Cetakan ini untuk membuat barang-barang yang sederhana, seperti pacul, pedang, golok, gamelan dan sebagainya. Selanjutnya untuk menyempurnakan penuangan ini dibuatkan lagi jodoh yang disebut *kup* atau cetakan atas. Dengan drag dan kup tersebut telah dapat untuk menuang benda-benda yang membulat, seperti: cincin, gelang, binggel, patung-patung sederhana dan sebagainya. Cetakan yang mempunyai dua bagian atau lebih itu disebut *bivalve*. Lihat Gb. 1-12.



Gb. 1-12 cetakan sistem bivalve (atas sebagai kup, bawah sebagai drag)

Sistem bivalve ini dikembangkan hingga dapat untuk menuang benda-benda yang rumit, seperti: patung, sendok, kapak, talam, gelang, mata uang dan sebagainya. Cara pembuatan cetakan sistem bivalve mula-mula dibuat model dari tanah liat. Bila model itu telah kering diolesi lemak, lalu ditembok dengan adonan tanah liat dan bubuk arang batu. Tentu saja adonan ini pekat dan liat agar dapat melekat dan menutup model. Adonan penutup model itulah yang nanti menjadi cetakan seperti Gb. 1-12. Ketika masih basah dibagi menjadi dua atau lebih sesuai dengan keruwetan dari model itu. Saat melepas cetakan harus menunggu bila sudah kering. Apabila akan digunakan untuk pengecoran, cetakan itu dipasang kembali tanpa model hingga bagian dalam sekarang berongga yang nantinya akan terisi logam cair.

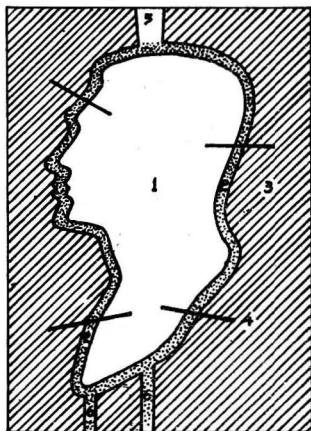
Sistem bivalve dapat digunakan berkali-kali, asal bahan cetakan tadi dibuat dan diramu baik-baik. Lagi pula cara pembongkarannya berhati-hati jangan sampai ada bagian yang rusak atau pecah.

Cetakan sistem ini banyak memakan bahan dan hasilnya berat, karena benda coran itu pejal. Kemudian direka lagi untuk menghemat bahan dan hasil benda coran lebih ringan lagi.

## PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM

Pemikiran sejauh itu menimbulkan cara baru untuk memecahkan pemborosan agar dapat menghemat bahan coran sehingga terwujud sistem *a sire perdue*, seperti tampak pada Gb. 1—133.

Bagaimana cara membuat cetakan sistem *a sire perdue*? Model dari tanah liat kita tutup dengan lilin. Permukaan lilin dibentuk lagi hingga detail sesuai dengan bentuk barang yang dikehendaki. Tidak lupa memberi logam penopang agar tidak berubah posisi ketika lilin keluar maupun sewaktu dituang. Kemudian ditutup dengan adonan tanah liat campur pasir dan batu kapur. Adonan ini sekarang biasa menggunakan bahan gips. Bagian atas diberi lubang penuang dan bagian bawah diberi lubang untuk mengalirkan lilin.



1. model
2. lapisan lilin
3. cetakan
4. penopang
5. lubang penuang
6. lubang aliran lilin.

Gb. 1—13 cetakan sistem *a sire perdue*

Setelah dipanaskan lilin akan meleleh dan keluar seluruhnya, maka beronggalah antara model dan cetakan. Rongga tersebut diisi dengan cairan logam. Setelah dingin, cetakan dipecah, model dihancurkan lalu dikeluarkan. Hasil benda coran sekarang permukaannya halus tanpa garis-garis bekas sambungan.

Kedua sistem tadi sering dipakai secara kombinasi. Umumnya dipakai untuk mengecor barang-barang yang luar dan dalamnya diperlukan seperti nekara, bejana, pundi-pundi, kual, mangkuk, cerana dan sebagainya. dengan penyempurnaan bahan dan peralatan yang sesuai dengan penemuan baru; sistem pengecoran kombinasi terus digunakan hingga kini.

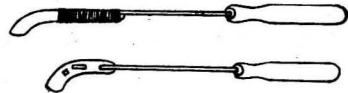
*Sistem tempa*, pada hakekatnya membentuk benda logam dengan dipukul-pukul. Pada umumnya digunakan pemukul dan landasan dari batu. Setelah dapat membuat palu dan landasan tempa atau paron dari baja, digunakan sistem tempa dengan bahan alat baja. Bahkan bentuknya pun disesuaikan dengan keperluan agar dapat dicapai cara yang praktis dan menghasilkan barang yang efektif. Untuk

mendapatkan pengertian yang jelas, dapat dibaca pada bab VI.

Dengan pengetahuan teknik cor, maka diketahui bahwa logam campuran titik cairnya lebih rendah. Maka untuk menyambung atau menggandeng dua atau lebih dari bagian benda-benda yang sulit untuk dibentuk sekaligus menjadi satu, ditemukan sistem las dan patri.

Mulanya dua benda atau lebih digandeng, tepat pada bagian yang bersinggungan itu diberi logam yang bersenyawa dan titik cairnya lebih rendah, lalu dipanaskan di atas tanur datar atau tungku. Kemudian ditemukan kompor. Teknik itu disebut *las tempa* atau *las kompor*. Las tempa tersebut digunakan untuk benda-benda yang relatif memerlukan panas agak besar. Untuk menyambung benda-benda yang kecil-kecil ditemukan *solder bout* atau kempuh solder. Alat semacam itu bagi tuang las atau pengrajin kecil sampai dengan karang masih digunakan. Lihat Gb. 1-14.

Gb. 1-14 bentuk solder baut sederhana



Penyambungan atau penggandengan dengan sistem las tempat yang menggunakan dapur tempa sederhana memberi inspirasi pematrian kerajinan perhiasan, seperti: cincin, bros, subang, kalung, peniti (alat pengancing baju), dan sebagainya. Maka timbullah pematrian dengan cara meniup api *oncor* dengan menggunakan alat *penyemprot* yang berbentuk pipa, seperti terlihat pada Gb. 1-15.



Gb. 1-15 mematri perhiasan dengan sistem tiup



## PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM

Karena dirasa teknik tersebut terlalu banyak mengeluarkan tenaga yang kurang menjamin kesehatan, maka penyempornan diganti dengan pipa karet atau plastik yang pada ujungnya dipasang semacam *brander*. Peniupan diganti dengan *gembesan* atau pompa injak. Bahkan ada yang ditambah uap bensin. Mungkin inilah yang menjadi inspirasi timbulnya *las otogen* atau *las karbid* yang sekarang.

Setelah ditemukan listrik dan dimulainya mekanisasi, untuk memanasi solder bout digunakan listrik.

Untuk memperbaiki sistem las tempa, dibuatlah las listrik dan las otogen yang lebih praktis, di mana waktu lebih efisien, hasilnya rapi dan kuat.

Karena las listrik dan las otogen panas yang dibuatnya lebih mudah diatur, hingga patri dan barang yang disambung dapat bersenyawa dan padu benar. Agar lebih jelas lagi, bab VIII diuraikan tentang teknik patri dan bab IX tentang teknik las.

Tentang teknik ukir logam di Indonesia, perkembangannya juga dimulai dari zaman prasejarah yaitu kira-kira tahun 500 SM. Pada mulanya bukan benda itu yang diukir tetapi model dari benda yang akan di cor. Barangkali kepadatan beberapa kesalahan dalam pengecoran, maka benda coran harus diperbaiki. Untuk memperbaiki benda coran secara efisien, timbul usaha pemahatan dan pengikisan.

Pemahatan ini berkembang pada zaman Indonesia Purba di mana raja-raja banyak membutuhkan aneka perhiasan. Tekniknya hampir sama memahat batu pada candi-candi. Logam yang akan diukir di cor dulu, baru ditempa untuk dibuat plat atau bagan benda yang akan di ukir. Membuat bagan ini harus ditempa lebih dulu. Setelah logam menjadi bagan, baru di ukir. Logam yang biasanya di ukir ialah: emas, perak, tembaga dan kuningan. Karena logam itu mahal harganya, maka kebanyakan hanya dimiliki kaum bangsawan.

Landasan untuk mengukir hanya dengan tanah saja. Pada zaman Majapahit mulai ditemukan "jabung" yaitu suatu zat perekat yang merupakan adonan daripada *damar sela* atau getah damar yang telah mengeras (membatu) dicampur dengan *pati* atau tepung halus, batu merah dan minyak kelapa. Pelat logam yang telah ditempel pada jabung ini akan lengket sekali hingga bila dipahat tak akan lepas. Bahan pembantu semacam itu bagi tukang ukir logam masih digunakan terus sampai sekarang.

Teknik ukir sekarang dapat dilihat ada yang menggunakan "drek" yaitu alat semacam cetakan, penggunaannya dipukulkan atau di drekkan. Hanya penyelesaiannya kadang-kadang digunakan pahat. Alat ini bagi pengrajin biasanya dipakai untuk memperbanyak produksi ukiran yang bentuknya sama. Pembicaraan tentang teknik dasar pengukiran logam, pada bab X dapat difahami lebih lanjut.

Dapat dimengerti juga bahwa alat-alat perkakas logam terbuat dari baja yang mulai ditemukan pada abad ke-19 oleh H. Bessemer dan W. Siemens. Alat seperti: kikir, patar, bor, gergaji dan sebagainya dikenal di Indonesia setelah ditemukannya baja. Cara menggunakan alat tersebut semula dengan tangan.

### 3. RANGKUMAN

Untuk mendapatkan gambaran pokok-pokok apa yang telah diuraikan di muka, dapatlah kiranya ditinjau garis besar latar belakang pengertian teknologi kerajinan logam yang menyangkut arti dan perkembangannya, dalam rangkuman sebagai berikut:

- sejak ditemukannya hingga kapanpun juga, benda logam tak dapat dipisahkan dengan kehidupan manusia;
- sejak adanya logam, ia selalu dipelajari, baik sebagai ilmu pengetahuan itu sendiri maupun sebagai usaha peningkatan kehidupan manusia;
- benda logam merupakan salah satu jenis sarana kebahagiaan hidup manusia lahir maupun batin;
- berkat usaha akal manusia untuk mencapai proses pembentukan benda logam yang praktis, efisien, dan ekonomis, maka teknologi perlogaman selalu berkembang;
- asal mula pengetahuan perlogaman di Indonesia berkat penyebaran bangsa Austronesia dari Asia;
- hasil-hasil kerajinan logam dapat digolongkan menjadi: peralatan rumah tangga, sarana pemujaan, persenjataan dan perhiasan.

### 4. Evaluasi

- Lingkarilah huruf B bila pernyataan di bawah ini benar dan lingkari huruf S bila salah.
  - (B—S) Logam mempunyai peranan penting bagi kehidupan manusia, bahkan tak mungkin akan kehilangan peranan walau kapan pun juga.
  - (B—S) Agar penemuan cara-cara kerja tidak kehilangan langkah maka dibutuhkan teknologi.
  - (B—S) Logam yang pertama kali ditemukan adalah perunggu.
  - (B—S) Pengecoran logam yang pertama kali dilakukan di Cina.
  - (B—S) Las tempa sering disebut sistem las otogen.
- Isilah titik-titik pada kalimat di bawah ini:
  - Teknik pengolahan logam yang pertama adalah. . . . .
  - Jenis benda kerajinan logam yang pertama kali ialah. . . . .
  - Zat perekat yang merupakan adonan daripada damar, tepung batu merah, dan minyak kelapa disebut. . . . .
  - Kerajinan logam di Indonesia dimulai sejak. . . . .
  - Pengecoran perunggu yang pertama di. . . . .
- Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan seksama:
  - Terangkan cara penuangan logam dengan sistem *a sire perdue*!
  - Sebutkan enam macam logam yang telah ditemukan sejak penemuan pertama hingga penemuan akhir abad ke-19.

## **PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM**

- 3) Sebutkan bangsa yang menyebarkan pengetahuan logam ke Indonesia.
- 4) Sebutkan dua nama orang yang menemukan teknologi pengolahan baja yang pertama.
- 5) Apakah arti teknologi kerajinan logam itu?

### **5. Daftar Kata Inti**

- a sire perdue** : *cetakan benda cor yang berongga,*  
**bivalve** : *cetakan benda cor yang pejal,*  
**besi kasar** : *besi yang masih bercampur dengan zat lain,*  
**cor** : *tuang,*  
**disain** : *perencanaan*  
**drag** : *tarik, meneret, cetakan yang hanya sebelah, biasanya hanya bagian bawah,*  
**elektrolisa** : *memisah dengan listrik,*  
**finishing** : *penyelesaian akhir,*  
**jabung** : *perekat untuk landasan pengukiran logam,*  
**logam** : *barang galian seperti emas, perak, tembaga, besi dan sebagainya yang besar daya pengantarnya bagi listrik dan kalor, serta ia pembentuk basa,*  
**ornamen** : *hiasan,*  
**tanur** : *dapur tinggi,*  
**teknologi** : *ilmu yang menyelidiki seluk beluk kemahiran cara kerja.*
-

## BAB II

# MACAM-MACAM HASIL KERAJINAN LOGAM

### 1. Pendahuluan

Kerajinan logam hasilnya amat banyak, sulit disebut namanya satu persatu. Kita hanya dapat menyebut kelompok menurut segi pandangan terhadapnya.

Bab ini menguraikan macam-macam hasil kerajinan logam yang dikelompokkan menurut jenisnya. Jenis-jenis kerajinan logam yang ada itu ditinjau dari fungsi, bahan, cara pembuatan, dan bagaimana pemakaiannya. Maksud pembagian cara itu adalah agar dapat melihat benda kerajinan bukan sebagai benda mati yang tidak berarti bagi calon pengrajin, melainkan melihat benda kerajinan sebagai ilmu. Maka langkah di dalam menyerap kerajinan sebagai ilmu, dapat digunakan baik dalam pembuatan disain maupun pengerjaannya, hingga memberi manfaat bagi masyarakat.

### 2. Jenis Hasil Kerajinan Logam

Segala aktivitas manusia mengakibatkan adanya kebutuhan jasmani maupun rohani di dalam rumah tangga maupun di dalam masyarakat, individu ataupun kolektif. Macam-macam jenis kerajinan logam memberi manfaat bagi aktivitas kehidupan manusia baik secara rutin maupun insidental.

#### *a. Kerajinan logam ditinjau dari fungsinya*

Ditinjau dari fungsinya, benda kerajinan logam pada umumnya berfungsi sebagai perhiasan, peralatan upacara, persenjataan, peralatan rumah tangga, peralatan kesenian, alat pengangkut (sebagian), mainan anak-anak, hiasan, pelengkap barang industri yang lain dan sebagainya.

1) *Untuk perhiasan.* Yang dimaksud perhiasan di sini ialah hasil kerajinan logam yang fungsinya sebagai pelengkap tata busana. Benda-benda kerajinan logam yang tergolong sebagai perhiasan, yaitu: tusuk konde, bros, kalung, ikat pinggang, gelang, cincin, anting-anting, subang, peniti, jepit dasi, kancing baju dan lain-lainnya. Lihat Gb. II-1

Benda kerajinan logam yang tergolong dalam perhiasan, jumlahnya amat banyak. Lebih-lebih perkembangan disain masa kini selalu menciptakan bentuk-

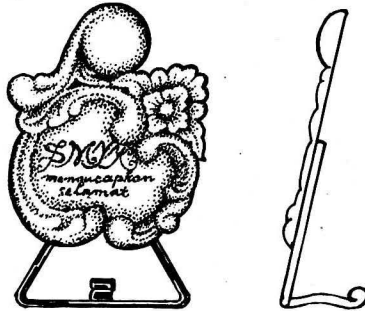
bentuk baru. Dapatkah kiranya menghitung jumlah bentuk perhiasan?



Gb. 11-1 macam-macam perhiasan

2) Untuk peralatan upacara. Benda kerajinan logam sebagai peralatan upacara kini tidak lagi berkembang. Menyembah dan memohon kepada Tuhan sekarang tidak lagi menggunakan peralatan seperti keris, tombak, pedang, trisula, moko dan lain-lainnya, tetapi secara langsung berdialog denganNya. Perkembangan ilmu tauhid telah dapat diterima oleh akal sesuai dengan alam manusia modern.

Alat upacara sekarang tidak lagi mengikat dan menunjuk suatu benda sebagai keharusan yang tak dapat ditukar dengan barang lain. Yang dipakai sebagai peralatan upacara adalah sekedar sebagai pelengkap belaka, yaitu: cincin kawin, piala, medali, plaket, aneka lambang dan lain-lainnya. Lihat Gb. II-2.



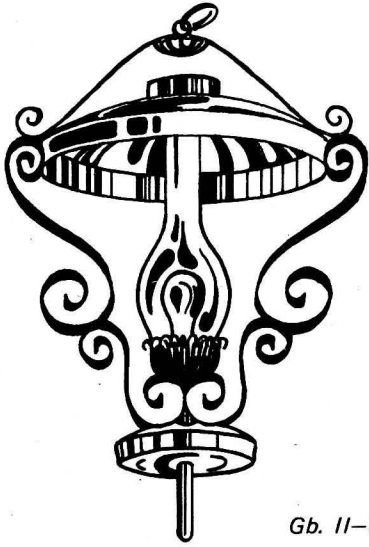
Gb. II-2 salah satu bentuk plaket

3) Untuk alat persenjataan. Dahulu keris, tombak, tameng, panah, kapak, pedang, trisula dan cakera sebagai alat persenjataan. Kini tidak lagi dipakai sebagai alat yang semestinya. Kalau benda itu masih, kiranya hanya dipajang sebagai koleksi atau hiasan. Begitu pula kalau benda itu masih dibuat, hanyalah sebagai *souvenir* atau pelengkap peralatan kesenian.

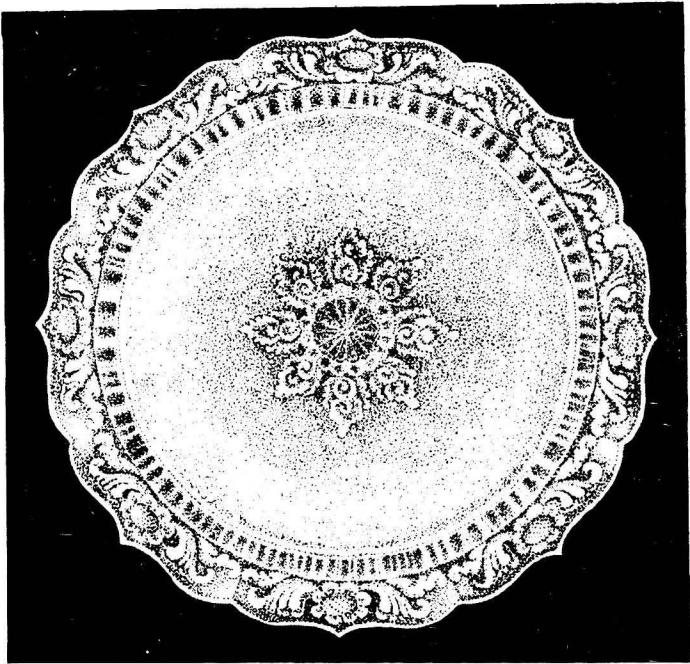
Benda kerajinan logam yang kini masih dipakai sebagai alat persenjataan, adalah: pisau, cundrik, badik, belati, golok, pedang, rencong, senapan dan lain-lainnya.

4) Untuk peralatan rumah tangga. Benda-benda kerajinan logam sebagai peralatan rumah tangga termasuk perkantoran, adalah:

- a) Sebagai pelengkap bangunan, seperti: pagar halaman, terali jendela, sekat ruang (seketsel), kubah (mustaka), lonceng, talang air, penangkal petir, tempat surat dan lain-lainnya;
- b) Sebagai isi bangunan, seperti: kap lampu, kaki lampu, tempat tidur, meja, kursi, kaki jambangan bunga, tempat majalah dan lain-lainnya. Salah satu jenis lampu dapat dilihat pada Gb. II-3.
- c) Sebagai perkakas dapur, seperti: kompor, dandang, kencing, ceret, wajan, kendi, tempat buah, nampan, pisau, panci, sendok, talam dan lain-lainnya. Salah satu jenis talam dapat dilihat pada Gb. II-4.;
- d) Sebagai alat pertanian, seperti: sabit, cangkul, golok, mata bajak, gembor dan lain-lainnya. Mata bajak dan gembor dapat dilihat pada Gb. II-5.



Gb. 11-3 lampu



Gb. 11-4 sebuah talam



Gb. 11-5 sebuah mata bajak dan sebuah gembor

5) Untuk peralatan kesenian. Benda-benda kerajinan logam sebagai peralatan kesenian, adalah: terompet, blencong, kalung, gelang tangan, gelang kaki, keris, ikat pinggang, tombak, tameng dan lain-lainnya.

6) Untuk alat pengangkut. Benda-benda kerajinan logam sebagai alat pengangkut, kendatipun tidak seluruhnya terbuat dari logam, sebagian ada yang terbuat dari logam sebagai elemen, yaitu: becak, gerobak, kereta kuda dan lain-lainnya. Benda-benda tersebut kini hampir tak terbuat lagi karena kurang efektif setelah meluapnya alat pengangkut tenaga mesin yang praktis, efektif dan efisien.

7) Untuk mainan anak-anak. Kerajinan logam sebagai mainan anak-anak jumlahnya amat banyak dan selalu bertambah karena kreatifnya *disainer*. Jenisnya antara lain: kapal-kapalan, pistol mainan, bedil mainan, robot mainan, pedang mainan dan lain-lainnya.

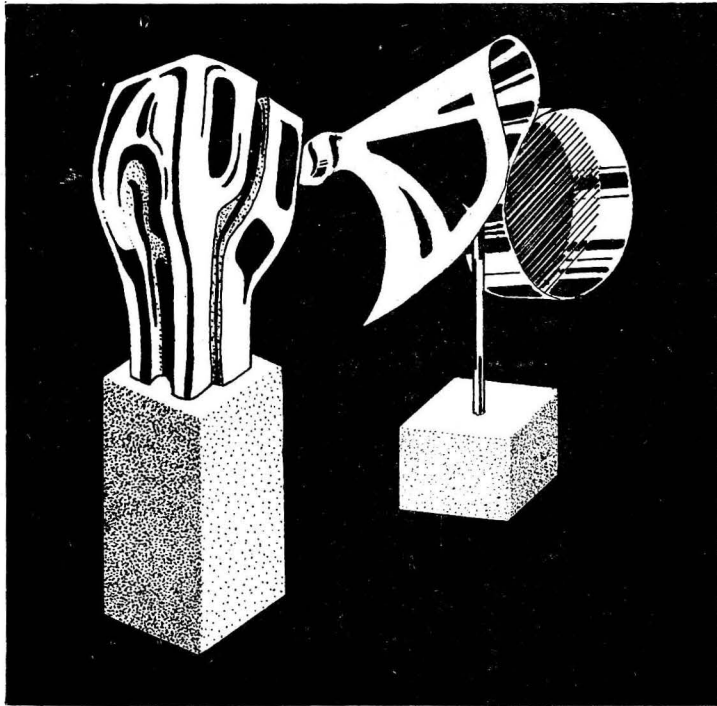
8) Untuk hiasan. Benda kerajinan logam sebagai hiasan, meliputi: patung, lambang-lambang, vas bunga, tempat foto, hiasan gantung, hiasan dinding dan sebagainya. Lihat Gb. 11-6 dan perhatikan kedua patung itu. Juga miniatur dari andong, dokar, gerobak, becak, sepeda, kapal, perahu, seni bangun, alat musik dan lain-lainnya.

9) Untuk perlengkapan barang industri. Banyak cabang-cabang industri lain yang membutuhkan barang kerajinan logam. Baik yang bersifat penghias belaka (hiasan pasif) maupun hiasan aktif (hiasan konstruktif).

a) Hiasan pasif maksudnya hiasan logam yang indah itu sekedar ditempelkan pada bagian benda yang dihias, umpamanya: pintu almari, meja, bed, tiang,



tas, kopor, baju, kendaraan dan lain-lainnya.



*Gb. 11-6 dua buah patung dari logam*

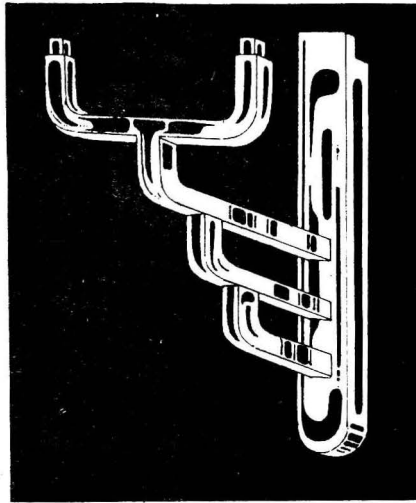
b) Hiasan aktif atau hiasan konstruktif maksudnya, kecuali sebagai penghias juga aktif dalam membantu konstruksi, umpamanya: tarikan pintu, tarikan laci, gerendel, kaki lampu, kerbil dan sebagainya. Lihat Gb. 11-7, sebuah kerbil sebagai hiasan aktif.

10) Untuk fungsi yang lain. Kecuali fungsi yang telah tercakup di dalam nomor 1) sampai dengan 9), masih banyak kegunaan kerajinan logam yang lain, umpamanya: sebagai alat perkakas pertukangan, bungkus atau pengalengan, tutup dan lain-lainnya.

**b. Kerajinan Logam ditinjau dari Bahannya**

Kecuali logam sebagai bahan baku kerajinan logam, tidak sedikit kaitannya bahan lain sebagai kombinasi bahan kerajinan logam, atau sebaliknya. Maksudnya, kecuali logam itu sendiri sebagai bahan baku, juga kayu, batu, plastik atau bahan

sintetis yang lain dan lain-lainnya sering dikombinasikan dengan logam menjadi barang kerajinan.



Gb. 11-7 sebuah kerbil

Maksud pengkombinasian atau penggabungan bahan lain dalam bentuk kerajinan logam antara lain sebagai penghias atau pelengkap atau pun logam itu sendiri yang sebagai penghias atau pelengkap. Umpamanya: batu-batuan yang dikombinasikan dengan logam sebagai perhiasan. Mana penghias dan mana pelengkapnyanya?

Sama halnya kehadiran kayu dalam kerajinan logam. Ia dapat dianggap sebagai penghias atau pelengkap. Juga sebaliknya tanpa logam hasil kerajinan kayu menjadi tidak sempurna. Umpamanya: tangkai cangkul, plaket, tangkai pisau, almari, pintu dan lain-lainnya. Mana penghias dan mana pelengkapnyanya?

Dalam peralatan rumah tangga, khususnya perabotan banyak yang menggunakan bahan sintetis atau bahan yang lain. Hal ini tidak berbeda dengan kehadiran batu dan kayu. Kursi spon, tempat tidur, etalase, lampu dan sebagainya merupakan kombinasi bahan logam dengan bahan yang lain. Mana yang penghias dan mana pelengkapnyanya?

Pendek kata kecuali logam itu sendiri sebagai bahan baku, bahan lain pun penting artinya bagi kerajinan logam. Karena majunya teknologi, maka hampir semua logam dapat dijadikan bahan benda kerajinan. Emas, perak, tembaga, perunggu, aluminium dan sebagainya, sering juga dijadikan peralatan upacara. Tembaga, kuningan, perunggu, aluminium, seng, timah, besi, baja dan lain-lainnya tidak asing lagi sebagai bahan peralatan rumah tangga, kesenian an mainan anak-anak.

## PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM

Hampir semua logam dapat dijadikan hiasan, termasuk hiasan ruang maupun hiasan pelengkap barang industri yang lain.

Kecuali itu semua, logam dapat dijadikan barang kerajinan apa saja, sepanjang jangkauan teknologi kita dapat mencapai. Kiranya tidak ada salahnya kalau kita mencoba dan mencipta barang kerajinan logam, baik sebagai penyelamat dari kepunahan budaya nenek moyang maupun menambah warisan kepada generasi yang akan datang. Dan yang tidak kalah pentingnya sebagai kebahagiaan kita sekarang ini.

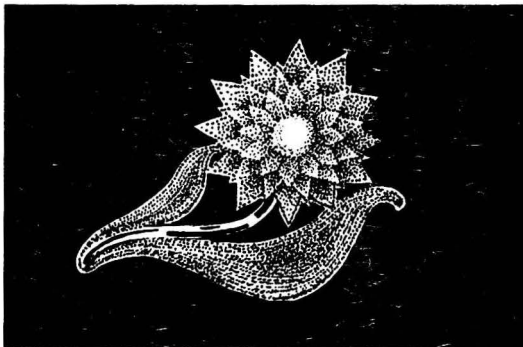
### *c. Kerajinan Logam ditinjau dari Pembuatannya*

Hasil kerajinan logam yang benar-benar baik dan selesai, tidak cukup sekedar dibuat dengan salah satu teknik pengerjaan. Betapa pun sederhana barang itu mesti berturut-turut sejumlah teknik harus dipakai. Umpamanya sebuah cincin kawin yang sederhana, teknik-teknik pengerjaannya yang dilalui mestinya ada memotong, menyambung, memolis dan sebagainya. Atau mengecor, mengikir, memolis, melapis dan sebagainya.

Teknik apa saja yang dapat kita lihat dalam pengerjaan kerajinan logam itu? Dari sejumlah hasil kerajinan logam yang ada itu dapat kita lihat beberapa teknik pengerjaannya, yaitu: menuang, menempa, mencanai, menyusun, mengukir, memotong, mengikis, mengebor, membubut, memolis, melapis, menyepuh dan sebagainya.

Tentu saja teknik-teknik tersebut tidak seluruhnya dipakai pada semua pembuatan barang, melainkan tiap-tiap barang kadang-kadang hanya melalui beberapa teknik pengerjaan saja. Namun juga ada yang hampir seluruh teknik harus dilalui. Lebih-lebih kalau bahan yang mula-mula didapati berupa acir atau perak murni, sedangkan kita akan memadukan logam yang satu dengan yang lain perlu sekali melebur.

Salah satu contoh sebuah bros dari perak seperti tampak pada Gb. 11-8,



*Gb. 11-8 sebuah bros dari perak*

cara membuatnya adalah:

Mula-mula melebur perak murni kadar 1000 karat dengan mencampur tembaga atau logam lain kira-kira dua persen dari jumlah berat perak, lalu dituang di dalam drag dari batu (*singen*). Setelah perak menjadi beku, kemudian ditempa. Untuk memperoleh bentuk kawat atau plat tipis, perak perlu dicanai. Hasilnya sebagian kita potong-potong atau dibentuk pola. Pelat yang tipis digunting dan diukir menjadi bentuk daun. Pola-pola tadi perlu diberi isian. Penyusunan bagian yang satu dengan yang lain perlu dipatri. Permukaan yang tidak rata dan kurang halus perlu di kikir dan di polis. Untuk mendapatkan warna yang lebih baik dan sekaligus sebagai pelindung bahan perak; perlu dilapis dengan bahan pelapis istimewa. Banyak teknik yang dilalui, bukan?

### 3. Pemakaian Hasil Kerajinan Logam

Hasil kerajinan logam dipakai orang semata-mata sebagai alat untuk memenuhi sebagian kebutuhan aktifitas hidupnya. Baik kebutuhan jasmani atau pun kebutuhan rohani.

Setelah diketahui golongan fungsi-fungsi kerajinan yang sifatnya masih umum maka uraian berikutnya merupakan suatu pandangan, bagaimana orang memakai hasil kerajinan logam. Maksudnya, agar tidak penasaran dalam membuat atau mencipta barang kerajinan logam. Diharapkan semua benda kerajinan dapat dipakai seauai kebutuhan aktifitas manusia.

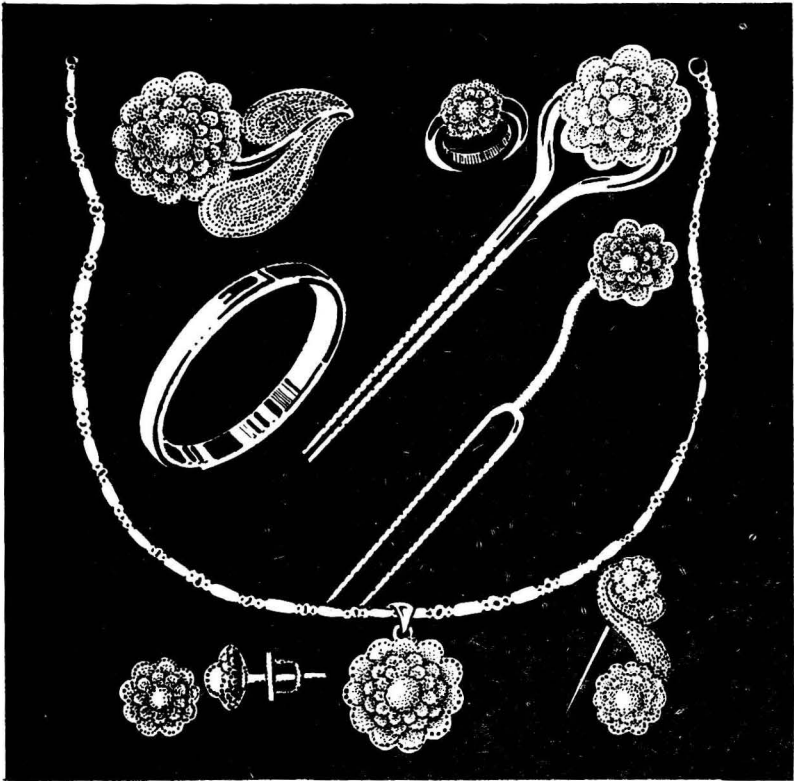
Seorang wanita akan malu datang di suatu pertemuan resepsi, arisan, atau pertemuan yang lain tanpa perhiasan. Bahkan boleh jadi hal itu dijadikan alasan untuk tidak hadir. Kalau cara memasang perhiasan tidak serasi atau pun modelnya telah usang akan dijadikan bahan pembicaraan. Nah, erat sekali dengan ata busana, bukan?

Keserasian dan mode akan menjadi peranan dalam pemakaian perhiasan. Bukan saja keserasian dalam bentuk, tetapi kapan perhiasan itu dipakai. Pagi hari, siang hari, sore hari, petang hari, atau malam hari? Saat-saat itu turut menentukan. Sinar-sinar matahari atau lampu akan mempengaruhi warna serta cahaya yang dipantulkan.

Tidak sedikit pengaruh *bentuk* terhadap pandangan si penglihat. Orang tampak menjadi riang atau lincah kalau memakai perhiasan yang bentuknya melingkar atau bundar-bundar maupun bersegi-segi. Pendek kata bentuk perhiasan dapat membantu kesan pandangan terhadap si pemakai menjadi lincah, riang, gemuk, pendek, langsing, pucat, dan sebagainya. Lihat Gb. 11-9 yang menunjukkan satu stel perhiasaan.

Agar pemakai perhiasan dapat terpenuhi kebutuhannya, hendaknya dapat menyiapkan barang-barang itu sesuai dengan kebutuhan dan kemampuan lapisan masyarakat sebagai calon pemakai.

Upacara akan kurang hikmat kalau peralatan yang digunakan tidak anggun. Upacara merupakan aktivitas manusia yang sifatnya religus. Alat upacara dipakai orang dengan harapan dapat membantu mengangkat kehormatan sesuatu, maka benda kerajinan yang biasa digunakan itu dipilhkan corak yang anggun.



Gb. 11-9 satu stel perhiasan

Alat persenjataan merupakan alat yang sifatnya pertahanan fisik. Kecuali dipilih benda yang kuat, diharapkan mempunyai fungsi yang efektif.

Peralatan rumah tangga biasanya dipilih orang, kecuali bentuk yang indah, kepraktisan pun diutamakan. Juga mutu kekuatan tidak diabaikan dan fungsinya harus efektif. Sebagai contoh: sebuah terali jendela. Kecuali motifnya harus indah, tiap-tiap sambungan harus kuat. Bila jendela mempunyai daun jendela, diusahakan agar cara mengunci tidak sulit.

Contoh lain: Sebuah kursi. Orang tidak akan tahan lama duduk di kursi kalau konstruksi tidak sesuai dengan orang duduk. Bentuknya tidak enak dipandang kalau tidak indah. Letaknya akan mengganggu kedudukan barang lain atau kursi tidak akan dapat dipasang kalau bentuknya tidak praktis. Kursi tidak tahan lama kalau tiap-tiap sambungan tidak kuat.

Pendek kata kerajinan logam dipilih dan dipakai orang sebagai peralatan rumah tangga harus mempunyai ketentuan-ketentuan yang sesuai dengan aktivitas kehidupannya, baik jasmaniah maupun rohaniah.

## MACAM-MACAM HASIL KERAJINAN LOGAM

Peralatan kesenian yang menggunakan benda kerajinan logam pada umumnya seni-seni pentas, sebagai alat bunyi-bunyian (instrumen) dan sebagai busana (*kostum*).

Sebagai alat bunyi-bunyian kecuali bentuk yang indah ia diusahakan suaranya. Contohnya *Gamelan*: Masing-masing mempunyai keindahan sendiri-sendiri, suaranya pun diusahakan nyaring agar paduan suara gamelan itu selaras dengan irama lagu. Sebagai busana kecuali keindahan busana itu sendiri diusahakan agar ia dapat membantu *mimik*. Contohnya: *seni tari*. Agar tarian dapat menjiwai apa yang ditarikan, maka busana termasuk perhiasan sangat membantu mendekatkan diri penonton kepada tokoh yang ditarikan.

Alat pengangkut membutuhkan kekuatan, ketahanan, kepraktisan dan keindahan. Orang memiliki alat pengangkut menghendaki barang yang awet dan dapat menampung beban semaksimal mungkin. Agar dapat terpenuhi itu, konstruksi perlu dibuat sepraktis mungkin dari bahan yang kuat. Bentuknya pun diharapkan indah. Perhatikan andong, dokar, becak dan lain-lainnya.

Anak-anak tidak akan tertarik kalau mainannya tidak menarik. Karena mereka mempunyai sifat ingin tahu, maka hampir semua mainannya rusak karenanya. Karena pertumbuhan anak-anak lebih cepat dari pada orang dewasa, maka kebosanan cepat juga dialami. Maka tidak salah bila pengrajin mainan anak-anak selalu mencipta bentuk yang lebih baru lagi.

Suatu ruangan akan tampak sepi apabila tanpa hiasan suatu apa pun. Suasana hati seseorang akan merasa sunyi apabila ia tinggal di suatu ruangan tanpa hiasan. Kerajinan logam biasa dipakai sebagai hiasan, baik menempel pada dinding, di atas bufet, di sudut ruang, di atas pintu, digantung, di lantai, di meja dan lain-lainnya. Erat sekali dengan tata ruang, bukan?

Bahkan barang-barang yang sedianya bukan untuk hiasan, dalam tata ruang dapat dipakai sebagai hiasan. Misalnya: mainan anak-anak, teko, piala, barang antik dan lain-lainnya biasa dipakai sebagai hiasan.

Bukan saja tata ruang, tata kebun atau taman pun tidak luput jadi sasaran sebagai tempat hiasan benda kerajinan logam.

Tuntutan *hiasan* kepada kerajinan logam tidak banyak ikatan, asal benda itu dapat memperindah, boleh jadi hiasan. Begitu pula yang sifatnya konstruktif. Sebagai contoh: sekat ruang (*seketsetel*). Selambar seng yang dipukul-pukul atau dibuat berlubang-lubang ataupun ditambah-tambah logam lain, dapat digantung atau diberi tiang sebagai seketsetel.

## 4. RANGKUMAN

*Sebagai pokok-pokok yang telah diuraikan tadi dapatlah kiranya kita mendapatkan gambaran inti daripada uraian macam-macam hasil kerajinan logam, sebagai berikut:*

- a. semua hasil kerajinan logam memberi manfaat kepada sebagian aktivitas kehidupan manusia;
- b. fungsi hasil kerajinan logam adalah sebagai perhiasan, peralatan upacara,

## **PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM**

*persenjataan, peralatan rumah tangga, peralatan kesenian, sebagai alat pengangkut, mainan anak-anak, hiasan, pelengkap barang industri yang lain, perkakas pertukangan dan sebagainya;*

- c. kecuali logam itu sendiri sebagai bahan kerajinan logam, batu, kayu dan bahan lain berfungsi pula bagi kerajinan logam;*
- d. hasil kerajinan logam yang benar-benar baik dan selesai tidak cukup menggunakan salah satu teknik pengerjaan;*
- e. teknik, pengerjaan kerajinan logam adalah: menuang, menempa, mencanai, menyusun, mengukir, memotong, mengikis, mengebor, membubut, memolis, melapis dan menyepuh;*
- f. pemakaian bentuk kerajinan logam dapat mempengaruhi suasana dan mimik.*

### **5. Evaluasi**

- a. Pilihlah dan lingkari huruf a, b, c atau d pada jawaban yang paling tepat yang ada di dalam kurung pada soal di bawah ini!*
  - 1) Keris, tombak, tameng, kapak dan cakera adalah alat persenjataan yang kini (a. telah punah; b. tidak berfungsi; c. sangat tajam; d. banyak manfaatnya).
  - 2) Kubah termasuk hasil kerajinan logam yang tergolong sebagai (a. alat perkakas; b. perhiasan; c. pelengkap bangunan; d. benda pujaan).
  - 3) Plaket tergolong pelengkap (a. bangunan; b. upacara; c. persenjataan; d. rumah tangga).
  - 4) Gamelan termasuk alat (a. upacara; b. kesenian; c. hiasan; d. pemujaan).
  - 5) Pelengkap barang industri dapat bersifat (a. konstruktif; b. disain; c. insidental; d. individual).
- b. Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah dengan seksama!*
  - 1) Termasuk golongan jenis apa anting-anting itu?
  - 2) Termasuk sebagai apa cangkul itu?
  - 3) Alat pengangkut apa yang sudah jarang terbuat karena kurang efektif? Sebutkan tiga macam!
  - 4) Bahan apa saja yang sering dikombinasikan dengan logam sebagai barang kerajinan logam? Sebutkan tiga macam!
  - 5) Sebutkan sepuluh macam nama-nama logam yang lazim dipakai sebagai benda kerajinan!

### **6. Daftar Kata Inti**

- acir** : perak murni,  
**blencong** : lampu minyak di atas dalang,  
**canai** : merubah bentuk logam menjadi pipih atau kecil dengan alat khusus, misalnya menarik melalui lubang-lubang kecil pada baja,  
**gamelan** : alat musik Jawa,  
**melebur** : mencair,  
**singen** : drag dari batu kapur.

# UNIT DUA

## LOGAM DAN PENGOLAHANNYA

### Pendahuluan

Di dalam bab II, telah diuraikan tentang berbagai jenis kerajinan logam, yang ternyata sangat luas sekali.

Untuk lebih jelasnya, di dalam unit dua ini akan diuraikan tentang macam-macam logam yang banyak digunakan untuk pembuatan benda-benda kerajinan. Di samping itu, akan disampaikan pula tentang proses pengolahannya.

### Apakah logam itu?

Logam, atau di dalam bahasa asing disebut *metal*, adalah segolongan unsur-unsur yang berasal dari hasil galian (tambang), yang mempunyai kemampuan sebagai penghantar listrik dan panas yang baik. Pada suhu udara normal hampir semua logam dalam keadaan padat, kecuali logam air rasa.

Semua logam dapat mencair apabila dipanaskan sampai dengan suhu tertentu. Suhu yang harus dicapai untuk mencairnya logam ini disebut suhu cair. Tiap-tiap logam mempunyai suhu cair yang berbeda-beda. Ada yang bersuhu cair  $330^{\circ}\text{C}$ , tetapi ada juga yang bersuhu cair  $3660^{\circ}\text{C}$ . Demikian pula berat jenis logam juga berbeda-beda, ada yang berat jenisnya 2,6; tetapi ada yang berat jenisnya 19,1.

Logam ditambang dari dalam tanah, berujud logam asal. Logam asal disebut juga *bijih logam*. Bijih logam selalu bercampur dengan unsur-unsur lain yang bersenyawa dengannya. Bijih logam ditemukan dalam bentuk batu-batuan atau pasir.

Untuk mendapatkan logam yang diinginkan, bijih logam tersebut diolah lebih dulu untuk memisahkannya dari unsur-unsur yang tercampur. Dari pemisahan ini akan dihasilkan suatu jenis logam murni, sehingga tujuan pengolahan yaitu memurnikan bijih logam.

Logam murni sifat-sifatnya seringkali kurang sesuai dengan syarat-syarat penggunaannya, untuk itu dicampurlah dua jenis logam atau lebih agar syarat-syarat yang diperlukan dapat tercapai. Pengolahan logam dengan cara mencampur logam-logam murni tersebut dinamakan memadukan logam dan hasilnya disebut logam paduan.



### **Jenis-jenis Logam**

Untuk memudahkan cara mempelajari jenis-jenis logam, di bawah ini akan dibedakan macam-macam logam menurut keadaannya, yaitu:

- a. logam murni;
- b. logam paduan;
- c. logam rongsok.

Untuk lebih jelasnya pelajarilah bab III, bab IV dan bab V.

# BAB III

## LOGAM MURNI

### 1. Pendahuluan

Logam murni adalah suatu jenis logam yang tidak bercampur dengan logam-logam yang lain. Logam murni diperoleh dari hasil proses pembersihan bijih logam. Ada beberapa cara pembersihan atau pemisahan logam yang diinginkan. Cara-cara ini disesuaikan dengan tujuannya, yaitu untuk memisahkan unsur tertentu dari suatu bijih logam tertentu pula. Pada pembicaraan lebih lanjut akan diuraikan cara-cara pemisahan atau pembersihan berbagai jenis bijih logam.

### 2. Jenis-jenis Logam Murni

Logam murni yang dipakai khususnya untuk kerajinan logam; ada beberapa jenis dan macamnya. Demikian juga mengenai cara memperoleh, sifat-sifat dan penggunaannya.

Dari kesekian jenis ini, dapat dibedakan menjadi dua kelompok yang sesuai dengan keadaan serta sifat-sifat dasarnya, yaitu: logam besi dan logam bukan besi.

### 3. Logam besi atau logam ferro

Yang dimaksud besi adalah, logam yang dalam bahasa Latin *ferrum*, dengan lambang di dalam Ilmu Kimia *Fe*. Besi murni secara kimia, yaitu seratus persen Fe, mempunyai warna putih. Berat jenisnya 7,876. Logam ini dapat mencair pada suhu  $\pm 1500^{\circ}\text{C}$ .

Di dalam udara kering, besi cukup tahan, tetapi di alam udara basah besi mudah mengadakan persenyawaan dengan oksigen ( $\text{O}_2$ ), yang disebut peristiwa oksidasi. Karena oksidasi, permukaannya berubah warnanya menjadi merah coklat. Oksidasi pada besi juga disebut berkarat. Peristiwa ini akan berjalan terus menerus ke dalam, sehingga besi-besi yang berukuran kecil atau tipis, akan habis menjadi karat.

Besi dapat bersenyawa dengan semua asam, tetapi tidak termakan oleh basa atau alkali.

Besi dalam keadaan murni seratus persen hampir tidak pernah dibuat atau digunakan, karena besi hasil pengolahan selalu bersenyawa dengan zat arang atau

## PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM

karbon (lambang kimianya C) Dengan adanya karbon di dalam besi, sifat-sifat besi menjadi berbeda terhadap besi murni seratus persen.

Berdasarkan kadar karbon di dalam besi, dapat dibedakan macam-macam besi, yaitu: besi mentah (besi kasar), baja, besi tuang dan besi lunak.

### 1) Asal besi

Besi dalam keadaan murni hampir tidak pernah ditemukan. Besi biasanya dibuat dari logam asalnya, yaitu bijih besi atau *cebakan*. Dengan mengolah bijih besi ini, akan diperoleh besi murni, atau besi yang dapat digunakan.

a) *Bijih besi*. Bijih besi yang banyak ditemukan ada dua macam, yaitu: oksida-oksida besi dan karbonat besi.

Oksida adalah persenyawaan antara besi dengan oksigen, terdiri dari dua jenis, yaitu:  $Fe_3O_4$ , yang disebut *magnetit*; dan  $Fe_2O_3$ , yang disebut *hematit*.

Karbonat besi adalah persenyawaan antara besi, karbon, dan oksigen. Persamaan kimianya adalah  $FeCO_3$  yang disebut *siderit* atau *batu besi spat*.

Di samping oksida besi dan karbonat besi, ditemukan juga bijih besi yang merupakan persenyawaan antara besi berlerang, yaitu  $FeS_2$ , yang disebut *pyrit*.

b) *Pengolahan bijih besi*. Seperti telah dijelaskan bahwa bijih-bijih besi masih merupakan persenyawaan antara besi dengan unsur lain. Usaha memisahkan besi dari unsur-unsur senyawanya dengan cara mengerjakan bijih besi secara berturut-turut: dipecah, dipisah-pisahkan, direduksikan. Di bawah ini akan dibicarakan cara mengerjakannya.

(1) *Pemecahan bijih*. Bijih besi diperoleh dalam bentuk bongkah-bongkah batu. Agar pengerjaan selanjutnya lebih mudah, bongkah-bongkah bijih besi dipecah-pecah menjadi pecahan-pecahan berukuran sekitar 50–60 mm. Pemecahan bijih besi dilakukan dengan menggunakan mesin pemecah bijih.

(2) *Pemisahan*. Bijih besi biasanya bercampur dengan batu-batuan, tanah, atau kotoran yang lain. Campuran yang tidak berguna ini harus dipisahkan dahulu dari bijih besi.

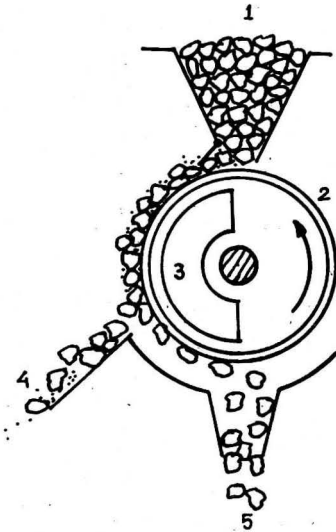
Pecahan-pecahan bijih besi yang dihasilkan oleh mesin pemecah segera dibawa ke pesawat teromol magnet, yang akan memisahkan bijih-bijih besi dari batu-batu dan kotoran lain.

Pesawat teromol magnet terdiri dari teromol-teromol berbentuk silinder, yang bersifat magnet. Teromol itu diputar oleh mesin pembangkit tenaga. Secara skematis, pesawat teromol magnet ditunjukkan pada Gb. III-1

Cara kerjanya: teromol berputar sesuai arah anak panah.

Pecahan-pecahan bijih yang masih tercampur, dimasukkan lewat corong. Dengan suatu alat pengatur, pecahan-pecahan tadi secara teratur turun, menyinggung teromol yang berputar. Daya tarik magnet teromol dibuat sedemikian rupa, sehingga di bagian atas sangat kuat, dan makin ke bawah makin berkurang. Pada titik bawah daya magnet teromol tersebut hilang sama sekali. Oleh karena itu

pecahan bijih besi yang mengandung besi akan melekat pada dinding teromol, terbawa ke bawah, akhirnya terjatuh di corong bijih besi. Batu-batu yang tidak mengandung besi serta kotoran lainnya, tidak tertarik oleh magnet, maka tidak terbawa oleh teromol. Hal ini menyebabkan batu-batu dan kotoran itu terpisah dari besi, yaitu jatuh di depan teromol magnet, untuk selanjutnya dibuang.



Gb. III-1 pesawat teromol magnet

1. corong pemasukan;
2. teromol;
3. magnet;
4. batu-batu kotoran;
5. corong bijih besi bersih.

Bijih besi yang telah dipisahkan dari kotorannya oleh teromol magnet, dibawa ke instalasi penyaring, seterusnya ke instalasi pencucian. Di dalam instalasi penyaring, bijih besi yang berukuran halus sampai dengan  $\pm 18$  mm, dipisahkan, selanjutnya dibuat kongkol-kongkol sebesar yang diijinkan. Cara membuat kongkol, yaitu dengan mencairkannya secara cepat, kemudian membekukannya, selanjutnya dipecah-pecah. Pembuatan kongkol ini dimaksudkan agar debu-debu bijih tidak menyumbat dapur tinggi pada proses reduksi.

Instalasi pencuci diperlukan untuk mencuci bijih, agar kotoran-kotoran tanah, debu, dan sebagainya yang belum terpisahkan oleh pesawat teromol magnet, dapat terpisah.

(3) *Mereduksikan bijih besi.* Bijih besi yang telah dipecah, disaring, dan dicuci, belum merupakan besi murni, karena di dalamnya masih mengandung unsur-unsur oksigen, karbon dan seringkali air serta yang lain misalnya fosfor dan belerang.

Khusus untuk mengeluarkan oksigen dari oksida besi, serta karbon dan oksigen dari karbonat besi, bijih-bijih besi harus direduksi. Proses reduksi dilakukan di dalam dapur tinggi, dengan menggunakan bahan pereduksi *kokas*, dan bahan tambah.

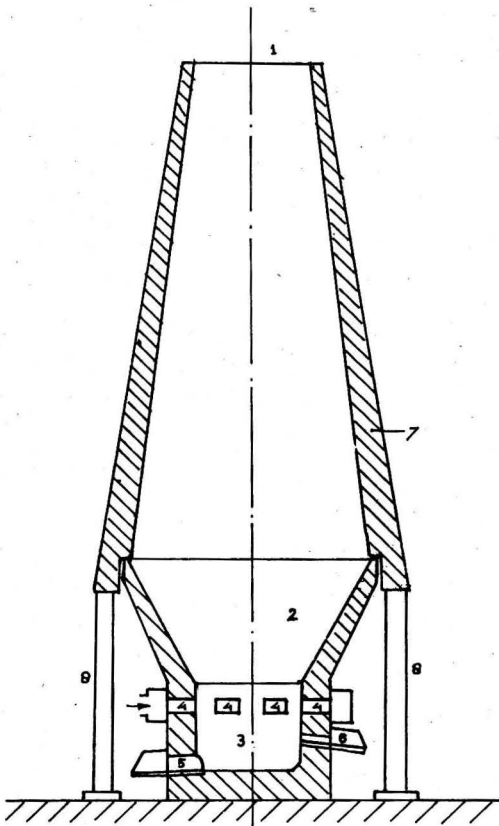
**4. Dapur tinggi**

Seperti yang digambarkan pada Gb. III-2, dapur tinggi adalah suatu dapur pencairan, dengan dinding yang dibuat dari batu tahan api. Bagian-bagian pokok dapur tinggi] yaitu: tungku, hentian, corong.

Tungku: adalah bagian terbawah dari suatu dapur tinggi, yang berbentuk rongga silinder tegak, dengan garis tengah dalam sebesar 3-4m dan tingginya 4 m. Di dalam tungku ini tertampunglah cairan besi dan cairan kotor hasil proses reduksi. Pada dinding tungku terdapat beberapa lubang, yaitu:

- satu lubang penceratan besi cair, terletak di bagian paling bawah;
- satu lubang penceratan terak, terletak di bagian atasnya lubang cerat besi, dengan kedudukan berseberangan.
- beberapa lubang penghembusan udara, berada di atas lubang-lubang tadi.

Hentian: adalah bagian dapur tinggi di atas tungku, berbentuk kerucut dengan bagian yang lebih besar berada di atas.



*Gb. III-2 dapur tinggi*

1. corong;
2. hentian;
3. tungku;
4. lubang penghembus udara bakar;
5. lubang cerat besi;
6. lubang cerat terak;
7. batu tahan api;
8. kerangka baja.

Bagian yang paling besar bergaris tengah  $\pm 7$  m, tingginya  $\pm 8$  m. Hentian adalah tempat berpijar dan melelehnya bijih besi dan di tempat inilah proses reduksi berlangsung dengan sempurna.

**Corong:** adalah suatu bagian yang paling atas dari susunan dapur tinggi. Corong berbentuk kerucut mengecil ke atas. Biasanya corong berukuran: garis tengah bawah  $\pm 7$  m, garis tengah atas  $\pm 4,5$  m, tingginya  $\pm 18$  m. Bagiari yang terkecil ini juga disebut muncung dapur, yaitu tempat memasukkan bahan-bahan ke dalam dapur tinggi. Pada umumnya muncung dapur dilengkapi dengan sungkup-sungkup penutup dua tingkat dan pipa saluran gas. Corong adalah tempat penimbunan bahan-bahan yang akan diproses dan sekaligus di tempat ini terjadi pereduksian pula.

Bagian-bagian dapur tinggi tersebut di atas, semuanya diberi dinding batu tahan api setebal  $\pm 1$  m, dan pada tempat-tempat tertentu diberi saluran air pendingin yang terbuat dari pipa tembaga. Bagian paling luar seringkali dilapisi pelat-pelat baja, atau ditopang dengan kerangka bangunan baja.

Pada dapur tinggi model lama, antara hentian dan corong dibuat terpisah untuk memudahkan pembuatan dan penggantian batu tahan api. Untuk dapur tinggi modern biasanya keseluruhannya dibuat menjadi satu bangunan.

## 5. Kokas

Kokas adalah bahan bakar dan bahan pereduksi di dalam proses dapur tinggi. Kokas dibuat dari batu bara yang telah dipijarkan tanpa penambahan udara, atau disebut destilasi kering. Dengan destilasi kering ini, bagian-bagian batu bara yang berujud gas, ter dan air dapat dikeluarkan, sehingga tinggi zat arang (karbon) dan abu saja. Bagian-bagian yang dikeluarkan tadi, biasanya dimanfaatkan untuk keperluan lain.

Kokas sangat baik digunakan di dalam dapur tinggi, karena mempunyai nilai kalori yang sangat tinggi, cukup keras, sehingga tahan terhadap beban yang berat.

Batu bara biasanya tidak dapat langsung digunakan di dalam dapur tinggi, karena tidak kuat menahan beban, membakar menjadi satu dan menyumbat tungku.

Ada beberapa perusahaan dapur tinggi yang menggunakan arang kayu sebagai bahan bakar dan bahan pereduksi, yang dapat memberikan kemurnian lebih baik pada hasilnya, tetapi bahan ini tidak mampu menahan beban yang berat dan nilai kalorinya rendah.

Perlu diketahui, bahwa penggunaan kokas atau arang kayu dalam proses dapur tinggi yaitu  $\pm 50\%$  digunakan untuk pemanasan, dan  $\pm 42\%$  digunakan untuk mereduksikan bijih besi.

## 6. Bahan tambahan

Yaitu bahan yang digunakan sebagai bahan pembantu yang bertugas mengikat kotoran-kotoran abu dan kotoran lainnya, sehingga dapat memisahkan

diri dari cairan besi.

Bahan tambahan yang biasa digunakan yaitu batu kapur murni ( $\text{Ca CO}_3$ ), dapat juga menggunakan *dolomit*, yaitu campuran antara  $\text{Ca CO}_3$  dengan  $\text{Mg CO}_3$ , atau *Fluorit Kalsium* yaitu ( $\text{Ca FO}_2$ ).

### 7. Udara penghembus

Untuk membakar kokas di alam dapur tinggi, diperlukan udara yang jumlahnya cukup banyak. Untuk tiap kilogram bahan bakar, diperlukan kira-kira 11 meter kubik udara.

Agar proses reduksi tidak dirugikan, udara yang dihembuskan dalam keadaan panas. Untuk memanaskan udara biasanya digunakan pesawat pemanas *cowper*, yang dapat memberi suhu udara sampai dengan  $90^\circ\text{C}$ .

Untuk memasukkan udara panas ke dalam dapur tinggi, dipakai kompresor yang bertekanan besar. Kompresor ini mengisap udara biasa dan memasukkannya ke dalam pesawat *cowper*.

### 8. Proses di dalam dapur tinggi

Seperti telah dikatakan di atas, pengerjaan bijih besi di dalam dapur tinggi adalah untuk mereduksikan oksida besi maupun karbonat besi. Secara garis besar jalannya proses adalah sebagai berikut:

Pertama-tama lubang terak dan lubang cerat besi disumbat dengan tanah liat. Selanjutnya dapur diisi dengan kokas dan bahantambah kira-kira sepertiga bagian, kemudian api dihidupkan. Setelah dapur panas dan gas panas yang ke luar digunakan untuk memanaskan udara penghembus, mulailah kompresor dihidupkan. Dengan demikian udara panas mulai masuk, sehingga api lebih hebat. Pada saat ini dimulailah pengisian bijih besi, berganti-ganti dengan pengisian bahan tambah dan kokas. Pengisian dilakukan sampai dapur tinggi penuh.

Dengan terbakarnya kokas, timbullah gas dioksida karbon ( $\text{CO}_2$ ) dan panas. Panas yang timbul akan mencairkan bijih besi, sedangkan gas  $\text{CO}_2$  naik ke atas melalui lapisan-lapisan kokas. Oleh lapisan kokas ini, gas  $\text{CO}_2$  direduksikan menjadi gas  $\text{CO}$ . Gas  $\text{CO}$  akan mereduksikan bijih besi secara tidak langsung, yaitu terjadi pada suhu paling rendah  $200^\circ\text{C}$ .

Pada saat kokas terbakar, karbonnya dapat mereduksikan secara tidak langsung terhadap bijih besi, dilakukan pada suhu  $400^\circ\text{C}$ , dan mencapai puncaknya pada saat besi memijar putih.

Setelah proses reduksi selesai, cairan besi yang telah melepaskan diri dari senyawanya mulai turun ke dasar tungku. Abu kokas dan kotoran yang lain diikat oleh bahan tambah menjadi cairan kental, disebut terak. Terak ini mengapung di atas cairan besi karena berat jenisnya lebih kecil.

Biasanya, pada proses dapur tinggi menghasilkan cairan besi dan terak yang sama beratnya, tetapi karena berat jenis terak lebih kecil (kira-kira sepertiga berat jenis besi), maka jumlah teraknya lebih banyak. Proses yang baik akan menghasilkan terak yang berwarna hijau atau biru bening. Sedangkan proses yang kurang sempurna teraknya berwarna hitam kotor.

Kira-kira setiap empat jam sekali, besi dicerat melalui lubang cerat, dengan menghancurkan sumbatnya lebih dulu. Teraknya dicerat tiga kali setiap empat jam. Apabila telah selesai, lubang-lubang tadi ditutup kembali.

Oleh karena cairan besi dan terak dikeluarkan, maka dapur harus diisi terus-menerus secara berlapis-lapis. Proses ini dilakukan terus sampai batu tahan apinya menjadi rusak.

### **9. Hasil proses reduksi**

Hasil proses di dalam dapur tinggi yaitu: besi mentah atau disebut besi kasar, terak dan gas.

Besi cair yang dicerat dari dapur tinggi, langsung dikirim ke pabrik-pabrik baja, atau di cetak dalam bentuk balok. Besi ini dinamakan besi mentah atau besi kasar, belum digunakan untuk pembuatan barang-barang karena masih terlalu banyak karbonnya. Kadar karbon pada besi mentah lebih dari 3,5%. (Baca pada besi mentah).

Terak adalah hasil sampingan dari dapur tinggi. Terak dapat digunakan untuk batu pengeras jalan, bahan isolasi, pupuk buatan dan lain-lainnya. Oleh karena hasil terak ini sangat banyak, seringkali hanya dibuang saja.

Gas dapur tinggi adalah suatu gas yang ke luar dari muncung dapur, disalurkan melalui pipa. Gas ini mengandung 24–30% oksida arang (CO), 8–12% dioksida arang (CO<sub>2</sub>), 55–60% zat arang gas, serta debu-debu serbuk bijih besi dan kokas. Debu-debu ini kira-kira lima sampai dengan duapuluh gram tiap-tiap satu meter kubik gas.

Gas dapur tinggi yang bersuhu antara 200°–300°C, dapat digunakan untuk memanaskan udara penghembus, bahan bakar ketel uap, penerangan dan sebagainya. Oleh karena gas ini masih kotor, sebelum digunakan harus dibersihkan dahulu di dalam instalasi pembersih gas.

### **10. Dapur tinggi yang lain**

Sesuai dengan kemajuan jaman dan teknologi, maka mereduksikan bijih besi dapat dilakukan di dalam dapur tinggi listrik. Dapur tinggi ini terutama didirikan di daerah-daerah tambang besi, yang miskin batu bara yang baik, tetapi di daerah ini dapat diperoleh tenaga listrik yang cukup besar.

Dapur tinggi listrik hanya membutuhkan kokas sedikit saja, digunakan khusus untuk mereduksikan bijih besi. Kokas yang digunakan tidak perlu yang bermutu baik.

### **11. Besi dan kadarnya,**

Seperti telah dijelaskan bahwa besi murni yang tidak dipadukan dengan logam lain, selalu bersenyawa dengan karbon. Persentase karbon di dalam besi ini mempengaruhi sifat-sifatnya. Oleh karena itu, di dalam pelaksanaan pembuatan besi, dibeda-bedakan menjadi:

a) besi mentah;



- b) besi tuang;
- c) baja dan besi lunak.

Di bawah ini akan dijelaskan macam-macam besi tersebut.

## **12. Besi mentah**

Yang dimaksud besi mentah atau besi kasar yaitu besi yang mengandung karbon lebih dari 3,5%. Besi ini merupakan hasil utama dapur tinggi.

Pada umumnya besi mentah juga mengandung unsur-unsur pospor, belerang, silisium dan seringkali mangan. Unsur-unsur tadi berpengaruh terhadap sifat besi.

Besi mentah dapat dikerjakan dengan cara dituang, tetapi karena masih terlalu tinggi kadar karbonnya, tidak langsung dibentuk menjadi barang-barang jadi. Besi mentah terutama digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan besi tuang dan baja.

Ada dua jenis besi mentah yaitu: besi mentah kelabu, dan besi mentah putih. Besi mentah kelabu berwarna kelabu muda, kelabu tua atau kehitam-hitaman. Besi jenis ini sifatnya liat, dengan berat jenis 7,0–7,2, titik cairnya pada suhu  $\pm 1300^{\circ}$  C.

Besi mentah putih berwarna putih perak, mempunyai berat jenis 7,58–7,73, dengan suhu cair  $\pm 1100^{\circ}$  C. Besi mentah putih sifatnya keras dan getas.

## **13. Besi tuang**

### **(1) Pengertian dan sifatnya**

Yang dimaksudkan besi tuang adalah besi yang mengandung karbon antara 2,2% sampai dengan 2,5%. Besi tuang tidak dapat ditempa, karena apabila besi itu dipanaskan, tidak akan melewati tingkatan melunak, melainkan langsung mencair. Besi tuang tidak tahan terhadap regangan, sehingga mudah dipatahkan atau dipecah.

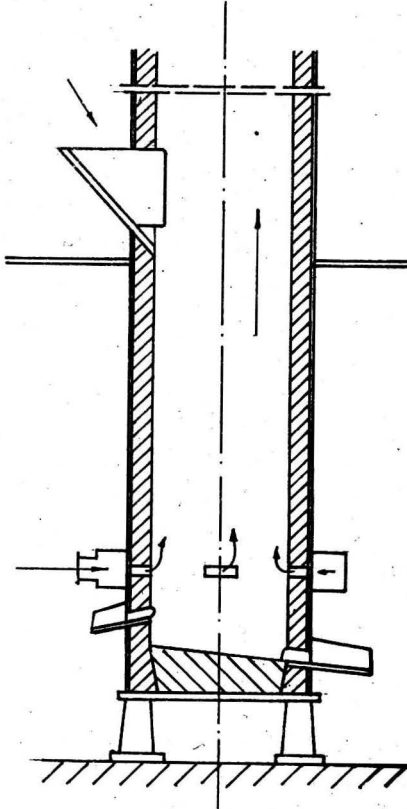
### **(2) Pembuatan besi tuang**

Besi tuang dibuat dari besi mentah, baik besi mentah kelabu maupun besi mentah putih. Yang dibuat dari besi mentah kelabu disebut besi tuang kelabu, sedangkan yang dibuat dari besi mentah putih disebut besi tuang putih.

Cara pembuatan besi tuang dilaksanakan dengan cara mencairkan besi mentah di dalam dapur-dapur peleburan. Dapur-dapur yang sering digunakan antara lain: dapur kubah, dapur nyala api, dapur listrik. Perusahaan-perusahaan pengecoran besi di Indonesia kebanyakan menggunakan dapur kubah, karena konstruksinya yang sederhana, praktis dan murah. Pada Gb. III-3 ditunjukkan secara bagan sebuah dapur kubah dengan konstruksi yang disederhanakan. Dapur ini mempunyai ukuran-ukuran yang berbeda-beda, tergantung dari kapasitasnya.

Bentuk dasar dapur kubah hampir sama dengan dapur tinggi, tetapi lebih sederhana, dengan garis tengah bagian dalam yang sama di semua bagian, sejak bagian dasar hingga bagian atas. Garis tengah bagian dalamnya berkisar antara 40 cm sampai dengan 150 cm, tinggi dapur seluruhnya antara 2 m hingga 7,5 m.

Seperti halnya pada dapur tinggi, dinding dapur kubah juga terbuat dari batu tahan api, dan bagian luarnya diberi selubung pelat baja. Pada bagian tungku, terdapat juga lubang-lubang cerat besi, cerat terak dan lubang penghembus udara bakar. Pada dapur yang kecil, lubang penghembus hanya sebuah, tetapi pada dapur yang besar dapat mencapai delapan atau sepuluh buah. Dapur kubah yang besar biasanya dilengkapi dengan tungku muka seperti pada Gb. III-4, yang berguna untuk menampung cairan besi dan terak, sehingga memudahkan penceratan besi tanpa bercampurnya terak.



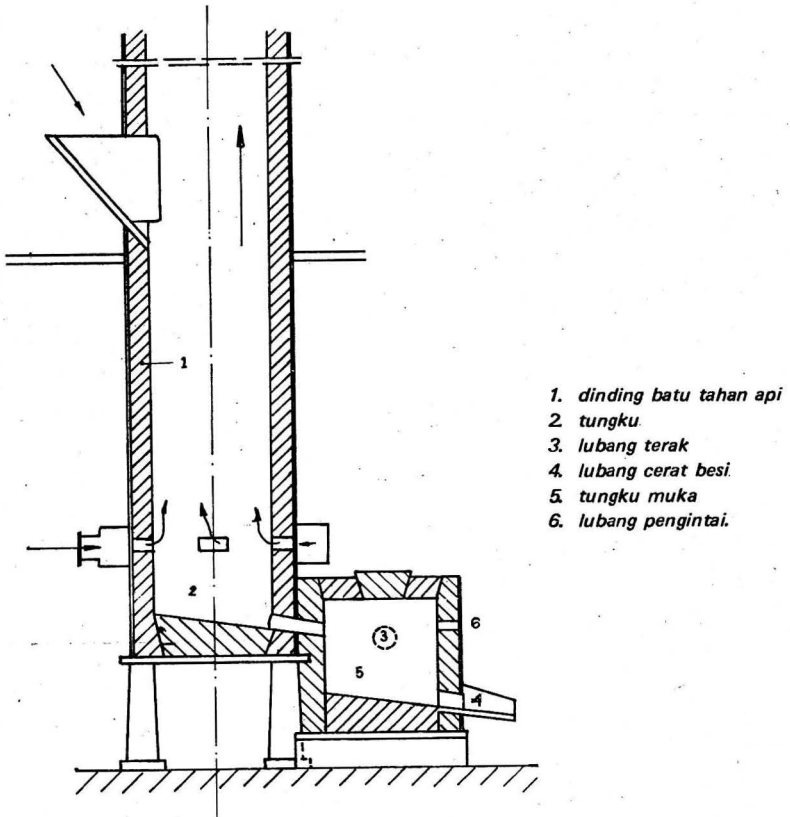
Gb. III-3 dapur kubah

*Cara kerjanya:* Penyalaan dan pengisian dapur kubah sama dengan penyalaan dan pengisian dapur tinggi. Perbedaannya yaitu bahan yang digunakannya. Bahan pokok yang dilebur adalah besi mentah, ditambah besi rongsook. Bahan bakar

## PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM

yang digunakan yaitu kokas yang kualitasnya tidak perlu baik. Bahan tambah juga diperlukan, yaitu sedikit batu kapur murni.

Pelayanan dapur cukup dilakukan dengan tangan saja. Udara penghembus dimasukkan ke dalam dapur dengan kompressor, ada yang dipanaskan lebih dahulu, ada yang langsung dimasukkan ke dalam tungku. Hasil dapur kubah berujud besi tuang cair, langsung dituang pada cetakan-cetakan. Sedangkan teraknya yang tidak banyak hanya dibuang.



Gb. III-4 dapur kubah dengan tungku muka

### (3) Penggunaan

Besi tuang digunakan untuk pembuatan benda-benda tuangan, misalnya: rumah-rumah mesin, alat-alat dapur, alat rumah tangga dan sebagainya.

## 14. Baja dan besi lunak

### (1) Pengertian dan sifatnya

Baja adalah besi yang mengandung karbon paling banyak 1,7%. Karena kadar C-nya lebih rendah daripada besi tuang, maka suhu cair baja lebih tinggi. Sifat baja adalah keras, dapat ditempa, sukar dituang, tahan terhadap pukulan dan regangan. Baja dengan kadar C antara 0,25%—1,7% dapat ditempat dan disepuh. Baja dengan kadar C sebesar 0,25% ke bawah, dapat ditempat tetapi tidak dapat disepuh, sehingga jenis ini dinamakan besi lunak.

### (2) Pembuatan baja

Baja juga dibuat dari besi mentah kelabu atau besi mentah putih, dengan cara menghilangkan sebagian besar unsur karbonnya. Untuk menghilangkan karbon ini, dilakukan di dalam dapur-dapur nyala api atau di dalam *konvertor*. Secara sederhana cara pembuatan baja dapat dijelaskan, yaitu: pada cairan besi mentah dihembuskan udara biasa, sehingga karbon teroksidasikan menjadi gas CO, yang selanjutnya akan terbakar. Dengan teroksidasiannya karbon tersebut, maka kadar karbon di dalam besi berkurang.

Besi mentah cair yang diproses, diperoleh langsung dari dapur tinggi, atau dari besi mentah padat yang telah dicairkan lebih dahulu dengan nyala api pembakaran gas, atau dengan aliran listrik.

Ada beberapa sistem pembuatan baja, antara lain sistem Bessemer, Thomas, Siemens—Martin, adukan, listrik dan sebagainya, Hasil masing-masing sistem tadi diberi nama baja dengan sistem yang digunakan, contohnya: baja Bessemer, baja Siemens—Martin dan sebagainya.

Di dalam proses pembuatan baja, sering digunakan baja rongsook, sebagai bahan pengoksidasi. Di samping itu, pada proses pembuatan baja, tidak menghasilkan terak. Mengapa?

### (3) Penggunaan baja

Baja digunakan untuk pembuatan bagian-bagian pokok mesin-mesin, kerangka bangunan, alat pertukangan dan lain-lainnya.

## 15. Besi dalam pasaran

Seperti telah dijelaskan, macam-macam besi yang dihasilkan ada tiga macam, yaitu: besi mentah, besi tuang, baja dan besi lunak. Hasil-hasil tersebut dapat diperoleh dengan mudah dipasaran, dengan bentuk-bentuk tertentu, yaitu:

### a) Besi mentah.

Diperdagangkan dalam bentuk balok-balok, untuk bahan pembuatan besi tuang dan baja. Seringkali besi tuang cair langsung dikirim ke pabrik pembuatan baja, apabila letak pabriknya berdekatan.

### b) Besi tuang

Besi ini biasanya dibuat secara langsung oleh pabrik pengecoran besi. Oleh

## PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM

karena itu, biasanya diperdagangkan dalam bentuk barang-barang tuangan (coran).

### c) Baja dan besi lunak.

Diperdagangkan dalam bentuk-bentuk tertentu, sebagai bahan pembangun barang jadi. Bentuk-bentuk baja dalam perdagangan yaitu:

(1) *Lembaran*. Untuk jenis lembaran, ada dua macam yang dibuat, yaitu:

- (a) lembaran-lembaran baja tanpa lapisan dalam berbagai ukuran;
- (b) lembaran-lembaran besi dilapis seng, dalam berbagai ukuran.

(2) *Profil-profil*. Selain bentuk lembaran, baja dibuat berbentuk profil, yang disebut baja profil. Bentuk-bentuk yang dibuat diantaranya:

- (a) profil bulat, terdapat dalam berbagai ukuran;
- (b) profil siku-siku dan profil L;
- (c) profil H;
- (d) profil T;
- (e) profil I;
- (f) profil U;
- (g) rel-rel.

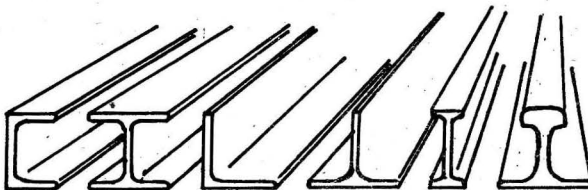
Profil-profil baja tersebut di atas, terdapat dalam berbagai ukuran.

(3) *Pipa-pipa baja*. Baja juga dibuat berbentuk pipa, terdapat dalam berbagai ukuran, di antaranya yaitu:

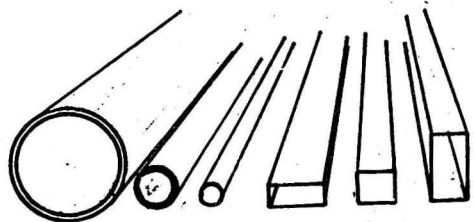
- (a) pipa bulat;
- (b) pipa segi empat.

Untuk pipa segi empat, terdapat berbentuk segi empat sama sisi dan segi empat panjang.

(4) *Bentuk-bentuk lain*, misalnya baut, paku keling, mur dan sebagainya.



Gb. III-5 baja profil



Gb. III-6 pipa-pipa baja

## 16. Pengujian

Telah dijelaskan bahwa besi terbagi menjadi bermacam-macam golongan, yaitu: besi mentah, besi tuang, baja dan besi lunak.

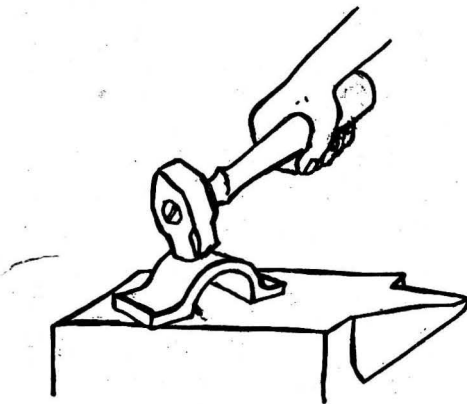
Untuk membeda-bedakan besi-besi tersebut, dapat dilakukan berbagai penelitian dengan jalan percobaan-percobaan. Percobaan-percobaan tersebut dimaksudkan untuk mengetahui sampai dimanakah daya tahan besi atau baja terhadap bermacam-macam perlakuan misalnya: di pukul, di tarik, di asah, dilengkungkan dan lain-lainnya. Dengan cara-cara tertentu, misalnya: sistem *Brinell*, sistem *Rockwell*, dan lain-lainnya, dapatlah diketahui keadaan besi tersebut, selanjutnya dapat diketahui pula jenisnya.

Penyelidikan besi secara teliti seperti tersebut di atas, memerlukan alat-alat khusus, yang biasanya jarang dimiliki oleh perusahaan-perusahaan kecil. Oleh karena itu, sistem penyelidikan seperti tersebut di atas tidak dipelajari di buku ini.

Walaupun penyelidikan secara teliti tidak dapat dilakukan secara mudah, namun ada cara-cara lain yang dapat dilakukan untuk mengetahui keadaan besi atau baja, di antaranya yaitu:

### a) Dipukul

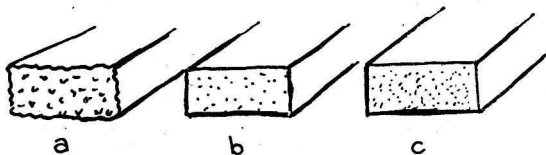
Dengan memukul potongan besi yang akan diselidiki, dapat diketahui jenisnya. Apabila logam itu pecah, menunjukkan bahwa logam tersebut besi mentah atau besi tuang. Kalau pecahannya berkristal kasar, biasanya menunjukkan besi mentah, sedangkan kristal yang halus menunjukkan besi tuang. Warna pecahan kelabu atau hitam menunjukkan besi itu jenis kelabu, demikian pula halnya pada besi putih. Gb. III-7 menunjukkan cara pemukulan, dan Gb. III-8 menunjukkan perbedaan pecahan.



Gb. III-7 percobaan dengan cara pemukulan terhadap besi

## PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM

Apabila logam tadi di pukul sangat keras tetap tidak pecah, menunjukkan bahwa logam itu termasuk baja atau besi lunak. Besi lunak atau baja tidak sepuhan dapat berubah bentuk (peyot) kalau di pukul secara keras.



Gb. III-8 perbedaan pecahan

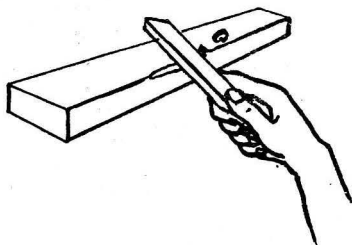
Percobaan dengan sistim pukulan yang disebutkan di atas tidak mutlak benarnya, karena seringkali baja dengan sepuhan keras juga mudah patah, tetapi pecahan baja kerystalnya sangat halus.

### b) Disepuh

Untuk membedakan antara baja dengan besi lunak, dapat dilakukan penyelidikan dengan cara di sepuh. Besi lunak tidak pernah dapat di sepuh dengan cara biasa, kecuali dengan sepuh racun.

### c) Diiris

Untuk menentukan kekerasan baja atau besi, dapat dilakukan penyelidikan dengan cara mengiris permukaan logam itu dengan pisau baja, misalnya bekas kikir yang telah di asah. Apabila besi tadi tidak termakan oleh pisau, berarti logam itu adalah baja yang cukup keras. Tetapi apabila logam tersebut dapat teriris, berarti baja yang tidak di sepuh atau besi lunak. Percobaan dengan cara pengirisan dapat dilihat pada Gb. III-9.

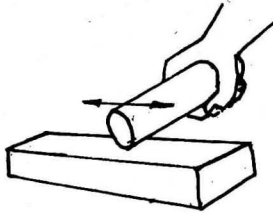


Gb. III-9 percobaan dengan cara pengirisan

### d) Diasah

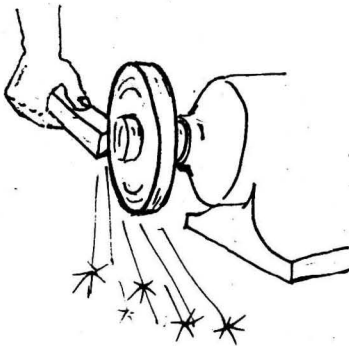
Dengan cara mengasah besi atau baja, dapat diketahui pula kekerasan dan kekenyalannya. Apabila di asah dengan batu asah sangat lunak, berarti baja tadi

cukup lunak atau justru hanya besi lunak. Sebaliknya apabila di asah cukup keras, menunjukkan bahwa logam itu adalah baja. Gb. III-10 menunjukkan percobaan dengan cara pengasahan pada batu asah.



Gb. III-10 pengasahan pada batu asah biasa

Pengasahan dapat dilakukan juga dengan menggunakan batu gerinda putar. Baja yang di asah pada batu gerinda putar, akan menimbulkan bunga api, sedangkan besi lunak tidak menimbulkan bunga api. Untuk itu lihat Gv. III-11.



Gb. III-11 pengasahan pada batu gerinda putar

### 17. Logam bukan besi atau logam non ferro

Yang dimaksud logam bukan besi atau logam *non ferro* yaitu semua jenis logam selain besi atau tidak mengandung besi. Logam non ferro sangat banyak jumlahnya, tetapi ditinjau dari jenis, keadaan dan sifatnya, dapat dibedakan:

- 1) logam ringan;
- 2) logam berat;
- 3) logam mulia.

Tidak semua logam non ferro dapat secara langsung digunakan dalam pembuatan kerajinan logam, hal ini disebabkan karena sifat dan keadaannya. Oleh karena itu, yang akan dibicarakan pada buku ini hanyalah sebagian saja.



### **18. Logam ringan**

Yang dimaksud logam ringan yaitu logam yang berat jenisnya sangat kecil, yaitu jauh di bawah berat jenis besi. Logam ringan untuk bahan kerajinan logam yang penting adalah aluminium.

#### *Aluminium*

a) *Pengertian dan sifatnya.* Aluminium di dalam bahasa latinnya *Alumium*, dan di alam Ilmu Kimia diberi lambang *Al*. Aluminium adalah logam yang warnanya putih kebiru-biruán, sangat ringan bila dibandingkan dengan logam-logam lainnya. Berat jenis Aluminium yaitu 2, 6–2, 7. Titik cairnya terletak pada suhu 650°C. Logam ini mudah dikerjakan dengan alat-alat pertukangan logam, karena lunaknya. Dibandingkan dengan seng, logam ini lebih lunak, tetapi lebih keras dari timah.

Aluminium dapat di tempa atau di giling dengan mudah dalam keadaan dingin atau panas. Demikian juga, logam ini dapat di tarik atau di tuang dengan baik. Untuk menyambung aluminium, dapat dilakukan dengan cara di las atau di patri.

Aluminium tahan terhadap udara biasa, karena selalu terlindungi oleh lapisan oksida aluminium ( $Al_2O_3$ ), yang selalu timbul di permukaannya. Aluminium tahan pula terhadap alkali-alkali dan asam-asam, kecuali asam sendawa dan asam organik encer.

b) *Pembuatan Aluminium murni.* Aluminium tidak pernah diperoleh dalam keadaan murni. Logam ini terutama didapatkan dari logam asalnya yaitu *Bauksit* dan *Kryolit*. Bauksit adalah senyawa antara aluminium dengan hidrogen, sedangkan kryolit adalah persenyawaan dari aluminium, flurium dan natrium.

Bauksit ditemukan antara lain di Indonesia (di mana?), Amerika Serikat, Italia, Rusia dan di Perancis. Kryolit ditemukan di sebelah selatan Greenland.

Untuk mendapatkan aluminium murni, bauksit atau kryolit dikerjakan dalam sebuah dapur, dengan proses elektrolisa.

c) *Penggunaan.* Aluminium murni sangat luas penggunaannya di segala bidang, antara lain: untuk alat perkakas rumah tangga, perkakas dapur, piala, jambangan bunga, bahan pembungkus, perhiasan dan lain-lainnya.

### **19. Logam Berat**

Yang dimaksud logam berat yaitu jenis-jenis logam bukan besi yang berat jenisnya cukup besar, justru melebihi berat jenis besi.

Jenis-jenis logam berat yang digunakan untuk kerajinan logam di antaranya yaitu:

#### *1) Tembaga*

(1) *Pengertian dan sifatnya.* Di dalam Ilmu Kimia, tembaga diberi lambang *Cu*, merupakan singkatan *cuprum* (bahasa Latin). Tembaga adalah suatu jenis

logam berat yang berwarna merah. Pada bekas petahannya logam tersebut berwarna lebih tua. Berat jenis tembaga berkisar antara 8,79 sampai dengan 8,93, hal ini tergantung dari cara pengolahannya. Tembaga murni bersifat sebagai penghantar listrik dan panas yang sangat baik. Suhu cair tembaga terletak pada  $1093^{\circ}\text{C}$ . Dalam keadaan cair, tembaga sangat kental dan mudah menerima gas-gas dari udara, terutama oksigen. Keadaan ini akan mengakibatkan tembaga tersebut kerosok bila sudah membeku. Tembaga murni mudah dikerjakan dengan cara ditempa, di giling, di regang, dalam keadaan dingin maupun pijar. Setelah beberapa kali logam ini dikerjakan dalam keadaan dingin, akan berubah menjadi keras dan getas. Untuk melunakkannya kembali, tembaga tadi dibakar sampai dengan suhu  $\pm 300^{\circ}\text{C}$ , kemudian didinginkan di dalam udara atau di dalam air. Disamping itu, tembaga murni sukar dikerjakan dengan perkakas potong dan sukar pula di tuang atau di cor.

Tembaga di dalam udara kering cukup tahan; tetapi di dalam udara basah permukaannya akan mendapat lapisan zat yang berwarna hijau, sebagai akibat terjadinya oksidasi. Lapisan ini justru berguna sebagai pelindung terhadap kerusakan yang lebih ke dalam lagi.

Terhadap zat-zat kimia, tembaga tahan misalnya terhadap asam sulfat dan asam klorida encer, tetapi tembaga akan termakan oleh asam hidrat encer dan pekat, serta asam sulfat pekat.

(2) *Pembuatan tembaga murni.* Tembaga ditemukan dalam keadaan murni dan dalam keadaan bersenyawa dengan unsur lain. Tembaga murni pernah ditemukan dalam bentuk potongan seberat 1250 kg, atau lebih besar lagi di Amerika Utara. Tembaga dalam bentuk butir-butir atau pasir ditemukan di Chili, Rusia dan Australia. Untuk jenis ini, tembaga tinggal mencairkan saja.

Persenyawaan-persenyawaan yang mengandung tembaga, disebut bijih tembaga, ada beberapa macamnya yaitu:

(a) Yang mengandung zat asam

- bijih tembaga, atau tembaga merah yaitu  $\text{Cu}_2\text{O}$ , mengandung tembaga 88%;
- malasit, yaitu bijih tembaga yang berwarna hijau, secara kimia dituliskan  $\text{Cu CO}_3 \cdot \text{Cu (OH)}_2$ , mengandung 57% tembaga;
- lazurit, suatu bijih tembaga yang berwarna biru, yaitu  $2\text{Cu CO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$ , mengandung 55% tembaga.

(b) Yang mengandung belerang

- bijih tembaga pelangi, sesuai dengan namanya bijih ini berwarna-warni seperti pelangi;
- glans tembaga, atau kilap tembaga, yaitu  $\text{Cu}_2\text{S}$ , mengandung 79% tembaga;
- kis tembaga, atau bijih tembaga kuning, yaitu  $\text{Cu Fe S}_2$ , mengandung 34% belerang dan juga mengandung besi. Walaupun kadar tembaganya sedikit, bijih jenis inilah yang paling banyak diolah menjadi tembaga.

## **PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM**

Untuk mendapatkan tembaga murni, bijih tembaga dikerjakan dengan cara-cara tersendiri, tergantung dari susunan ikatannya. Bijih yang mengandung belerang, dipanggang di bawah titik cairnya. Selanjutnya bijih tersebut dicairkan dengan menggunakan kokas dan bahan tambah. Cara ini dikerjakan berulang-ulang sampai diperoleh tembaga murni.

Bijih-bijih tembaga yang mengandung zat asam, dicairkan dahulu di dalam dapur pereduksi dengan menggunakan kokas dan hembusan udara.

(3) *Penggunaan.* Tembaga murni terutama digunakan untuk keperluan-keperluan teknik listrik, yaitu hampir 85% hasil tembaga murni di dunia digunakan untuk keperluan ini, Di samping untuk keperluan teknik listrik, tembaga murni dapat digunakan untuk perkakas dapur, baut pematri, perhiasan imitasi, kerajinan ukir dan sebagainya.

### **2) Timah**

(1) *Pengertian dan sifatnya.* Timah yang lazimnya disebut timah putih, dalam ilmu kimia diberi lambang *Sn*, sebagai singkatan dari bahasa Latin *stannum*. Logam ini warnanya sangat putih, tetapi di dalam udara menjadi agak suram karena oksidasi. Timah mempunyai berat jenis 7,3, sedangkan suhu cairnya 232°C. Timah sangat lunak, sehingga tidak dapat dikikir dengan baik, tetapi dapat ditempa, digiling, dipotong, dibubut, serta dituang. Timah juga dapat larut di dalam asam garam.

(2) *Pembuatan timah murni.* Timah murni jarang ditemukan, karena biasanya terdapat sebagai bijih timah. Bijih timah adalah persenyawaan antara timah dengan oksigen, yaitu  $\text{Sn O}_2$ .

Bijih timah banyak diperoleh di pulau Bangka dan Biliton, di dasar laut atau di dasar sungai bercampur dengan pasir. Timah jenis ini dinamakan timah endapan. Di Australia, Kongo, Inggris, Bolivia, Indocina dan lain-lain negara, ditemukan dalam bentuk lapisan-lapisan di pegunungan-pegunungan. Timah jenis ini dinamakan timah lapisan.

Untuk mendapatkan timah murni, bijih timah dicuci dengan air lebih dulu, untuk membersihkan pasir dan kotoran-kotoran yang lain. Selanjutnya bijih dipanggang, agar belerang dan arsenikumnya ke luar. Pekerjaan ini dilanjutkan dengan cara mereduksikannya di dalam dapur pencairan. Akhirnya timah murni yang terjadi di cetak sehingga berbentuk balok-balok seberat 25 kg.

(3) *Penggunaan.* Timah putih biasanya dipakai untuk melapis bagian dalam pipa-pipa air minum dan banyak digunakan juga oleh pabrik-pabrik pembuatan kaleng. Timah dalam bentuk lembaran tipis digunakan untuk pembungkus makanan, rokok, sabun, tapal gigi dan sebagainya. Di samping itu timah dipakai untuk bahan pembuat patri lunak.

### **3) Timbel**

(1) *Pengertian dan sifatnya.* Timbel seringkali disebut timah hitam, di

dalam ilmu kimia diberi lambang *Pb* sebagai singkatan *plumbum* (bahasa latin).

Logam ini sangat lunak, dapat dipotong dengan pisau biasa. Pengerjaan timbel dilakukan dengan cara ditempa, digiling dan dituang. Timbel tidak dapat dikikir atau dibubut karena terlalu lunak dan lembek.

Berat jenis timbel 11,4 sampai dengan 11,5 dan suhu cairnya  $274^{\circ}\text{C}$ . Sifat timbel yang harus diperhatikan yaitu logam ini beracun, sehingga membahayakan tubuh manusia. Oleh karena itu pengerjaannya harus berhati-hati. Timbel tahan terhadap asam garam dan asam belerang, tetapi tidak tahan terhadap asam sendawa. Timbel tidak dapat ditembus oleh sinar-X. Pada suhu biasa, permukaan timbel timbul suatu lapisan yang berasal dari oksidasi. Lapisan yang terjadi ini dapat melindungi timbel terhadap kerusakan yang lebih ke dalam. Di dalam air, timbel dapat larut sedikit.

(2) *Pembuatan timbel murni.* Timbel murni jarang sekali ditemukan. Biasanya logam ini diperoleh dalam bentuk persenyawaan dengan belerang, perak, tembaga, kwarsa, karbon, oksigen dan lain-lainnya.

Bijih-bijih timbel yang penting ialah:

- (a) glans timbel atau kilap timbel, merupakan sulfit timbel yang bercampur dengan unsur lain, bijih ini mengandung 86,5% timbel;
- (b) bijih timbel merah;
- (c) bijih timbel putih, terdiri dari *karbonat timbel* ( $\text{Pb CO}_3$ ), bijih ini mengandung 77% timbel;
- (d) anilesit, mengandung kira-kira 66% timbel.

Untuk mendapatkan timbel murni, bijih-bijih timbel diolah sesuai dengan unsur-unsur yang dikandungnya. Untuk mengeluarkan belerang, bijih timbel dipanggang pada suhu di bawah titik cair; untuk memisahkan oksigen, bijih direduksikan di dalam dapur pereduksi; dan untuk memisahkannya dari logam-logam lainnya, timbel hasil proses reduksi tadi dicairkan lagi sehingga timbelnya mengendap (karena berat jenisnya sangat besar).

(3) *Penggunaan.* Timbel banyak digunakan untuk pembalut kabel-kabel bawah laut, pipa-pipa air, segel, bahan cat, bahan pembantu pada industri gelas atau keramik, lempeng-lempeng dari aki dan sebagainya. Selain itu, timbel merupakan bahan penting untuk pembuatan patri lunak.

#### 4) Seng

(1) *Pengertian dan sifatnya.* Seng atau *zinkum* (bahasa Latin), adalah suatu logam yang berwarna kelabu muda. Di dalam ilmu kimia dilambangkan dengan *Zn*. Butir-butir seng dapat dilihat dengan jelas pada patahannya.

Seng mempunyai berat jenis 7,1 sampai dengan 7,3. Suhu cairnya terletak pada  $419^{\circ}\text{C}$ . Pada suhu  $906^{\circ}\text{C}$ , seng akan menguap. Logam ini pada suhu biasa (suhu udara normal) sangat getas; tetapi pada suhu antara  $130^{\circ}$  sampai dengan  $150^{\circ}\text{C}$ , seng menjadi lunak dan kenyal, sehingga dapat dikerjakan dengan cara

## PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM

dipukul, digiling dan lain-lainnya dengan mudah. Pada suhu  $200^{\circ}\text{C}$ , seng menjadi sangat rapuh sehingga dapat ditumbuk menjadi bubuk halus.

Di dalam udara biasa, seng dapat tahan karena adanya lapisan oksida seng yang melindunginya. Seng dapat larut di alam asam encer. Seng dapat dikerjakan dengan cara dituang, karena seng sangat encer sekali kalau dicairkan, sehingga untuk bentuk-bentuk benda yang sangat rumit dapat dikerjakan dengan mudah.

(2) *Pembuatan seng murni.* Logam ini biasanya terdapat dalam bentuk persenyawaan dengan unsur-unsur lain. Bijih-bijih seng yang terpenting ialah *blende seng*, yaitu persenyawaan seng dengan belerang ( $\text{Zn S}$ ), serta *galmei seng*, yang merupakan persenyawaan seng dengan gas  $\text{CO}_2$ .

Untuk memperoleh seng murni, dilakukan dengan cara memanggang bijih pada suhu yang tinggi. Pada suhu ini gas asam arang dari bijih galmei seng, atau gas asam belerang dari blende seng akan terurai dan menguap. Oksida seng ( $\text{Zn O}$ ) akan tertinggal. Zat asam ini dapat dikeluarkan dengan mereduksikannya di dalam dapur pereduksi, atau dengan proses elektrolisa. Seng hasil proses elektrolisa berkadar 99,75%.

(3) *Penggunaan seng murni.* Seng murni biasanya dihasilkan dalam bentuk lembaran-lembaran yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan. Seng banyak digunakan untuk melapisi besi atau baja, dengan maksud agar tidak termakan oleh udara. Di samping itu seng juga dapat dipakai sebagai bahan cat, yang disebut putih seng atau *zink white*.

Untuk memadu beberapa jenis logam agar lebih baik sifatnya misalnya tembaga, seng murni sangat dibutuhkan.

### 5) Nikel

(1) *Pengertian dan sifatnya.* Nikel dalam bahasa Latinnya adalah *Niccolum*, dan di dalam ilmu kimia diberi lambang *Ni*.

Logam nikel warnanya putih keabu-abuan dan mengkilap. Berat jenis nikel sekitar 8,85 sampai dengan 8,9. Titik cairnya terletak pada suhu  $1455^{\circ}\text{C}$ . Selain mengkilap, nikel sangat padat dan keras. Sifat yang sangat baik dari nikel adalah, logam ini tidak terpengaruh oleh udara, atau tidak dapat berkarat.

Nikel dapat dikerjakan dengan cara ditempa atau dituang. Nikel yang dipoles, menghasilkan permukaan yang sangat halus dan mengkilap.

(2) *Pembuatan nikel murni.* Nikel dapat ditemukan dalam keadaan murni. Tetapi yang paling banyak, nikel ditemukan dalam keadaan bersenyawa dengan unsur lain, yang disebut bijih nikel. Bijih nikel banyak ditemukan di Caledonia, Amerika, Kanada, Finlandia, Norwegia dan Rusia. Di Indonesia nikel ditemukan di pegunungan Verbeek, pegunungan Meratus dan di Pulau Sumba Barat.

Bijih nikel yang terpenting di antaranya yaitu:

- (a) *garniris*, yaitu suatu senyawa *silikat magnesium nikel*, mengandung 48% nikel;

- (b) *kis nikel merah*, yaitu suatu persenyawaan antara nikel dengan *arsenikum*;  
 (c) *kis nikel putih*.

Untuk mendapatkan nikel murni, bijih nikel diproses seperti pada pembuatan tembaga, yaitu dipanggang, kemudian dicairkan, yang dilakukan berulang-ulang. Sesudah proses pemanggangan dan pencairan selesai, dilanjutkan dengan proses elektrolisa, sehingga didapatkan nikel murni.

(3) *Penggunaan*. Nikel murni terutama digunakan untuk melapisi baja, tembaga, loyang dan logam-logam lainnya, agar logam-logam tadi tidak rusak oleh udara. Baja yang dilapisi nikel dapat tahan karat dan tahan aus. Di samping sebagai bahan pelapis, nikel juga digunakan untuk memadamkan beberapa jenis logam agar sifatnya lebih baik.

## 6) Chrom

(1) *Pengertian dan sifatnya*. Di dalam ilmu Kimia, logam ini diberi lambang *Cr*, singkatan dari *chromium*, yang berasal dari bahasa Latin. Logam ini warnanya putih keabu-abuan, sifatnya keras dan rapuh, tahan terhadap udara sehingga tidak berkarat. Berat jenis chrom yaitu 6,5, dapat mencair pada suhu 1578°C.

(2) *Pembuatan chrom murni*. Chrom biasanya didapatkan dalam bentuk persenyawaannya dengan unsur lain, merupakan bijih chrom. Bijih chrom yang terpenting untuk dikerjakan adalah *chromit* atau *batu besi chrom*. Bijih ini banyak didapatkan di Eropa. Untuk memperoleh chrom murni, bijih-bijih tadi dikerjakan dalam dua tahap. Tahap pertama membuat bijih tadi menjadi oksida chrom, dengan cara mencampurnya dengan soda, kapur dan asam belerang. Selanjutnya oksida chrom ini direduksikan di dalam dapur pereduksi dengan menggunakan arang, sehingga *Cr* murni tertinggal. Cara pengerjaan bijih chrom yang lain dengan sistem elektrolisa.

(3) *Penggunaan chrom murni*. Chrom murni terutama digunakan untuk melapisi logam-logam lain seperti halnya pada nikel, terutama untuk melapisi baja. Lapisan chrom lebih baik daripada lapisan nikel, karena chrom lebih keras dan tahan aus. Seperti pada lapisan nikel, lapisan chrom pada baja, akan memberikan sifat tahan karat dan tahan aus. Selain itu, chrom murni juga digunakan sebagai bahan paduan untuk logam lain, terutama baja.

## 7) Kobalt

(1) *Pengertian dan sifatnya*. Kobalt di dalam bahasa Latin *cobaltum*, dengan lambang kimia *Co*, adalah suatu logam yang berwarna putih kemerah-merahan. Berat jenis kobalt 8,42, sedangkan titik cairnya terletak pada suhu 1490°C. Sifat-sifat kobalt hampir menyerupai sifat-sifat nikel. Logam kobalt juga sedikit bersifat magnetis. Pengerjaan logam ini dapat dilakukan dengan cara ditempa, digiling, atau diregang.

(2) *Pembuatan kobalt murni*. Kobalt tidak pernah ditemukan dalam bentuk murni, sehingga harus dibuat dari bijih-bijih yang mengandung kobalt. Bijih-bijih

## PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM

yang penting dari kobalt adalah persenyawaannya dengan belerang dan arsenikum yang disebut *kobalt kis* dan *kobalt glans*.

Untuk mendapatkan kobalt murni, bijih-bijih kobalt direduksikan dengan zat arang, pada suhu  $\pm 1700^{\circ}\text{C}$ .

(3) *Penggunaan kobalt murni*. Kobalt dapat digunakan untuk menggantikan nikel sebagai bahan pelapis. Mutu lapisan kobalt hampir sama juga dengan lapisan nikel atau chrom. Selain itu kobalt juga digunakan sebagai bahan paduan baja untuk alat pertukangan dan baja magnet.

### 8) Logam-logam yang lain

Selain dari logam-logam yang telah dibicarakan di depan, masih banyak sekali jenis-jenis bahan yang terdapat dan diolah untuk bermacam-macam kebutuhan. Logam-logam itu antara lain *mangan (Mn)*, *vanadium (Va)*, *wolfram (Wo)*, *molibden (Mo)*.

Logam-logam tersebut jarang sekali digunakan dalam keadaan murni. Logam-logam itu digunakan untuk memperbaiki sifat-sifat baja, dengan cara memadukannya. Oleh karena kurang ada hubungannya secara langsung dengan kerajinan logam, maka logam-logam tersebut tidak dibicarakan secara mendetail.

## 20. Logam mulia

Logam mulia sebetulnya termasuk logam bukan besi dalam kelompok logam berat. Logam mulia mempunyai sifat istimewa yang tidak dipunyai oleh logam-logam yang lain. Logam mulia tidak dapat rusak oleh oksigen dan asan-asam tertentu. Logam ini dalam keadaan cair juga tahan terhadap oksidasi.

Jenis-jenis logam mulia sukar diperoleh, akibatnya harga logam ini sangat mahal bila dibandingkan dengan logam-logam lainnya. Logam-logam mulia yang penting di antaranya adalah:

### 1) Platina

(1) *Pengertian dan sifatnya*. Dalam ilmu kimia, logam ini diberi lambang *Pt*, merupakan singkatan *platinum* (bahasa Latin) dan kata itu sendiri berasal dari bahasa Spanyol *plata* yang berarti perak. Hal ini disebabkan karena warna logam ini sangat putih seperti perak.

Platina tidak dapat mengoksidasi di dalam udara, walaupun pada suhu yang sangat tinggi sampai pijar. Platina tidak dapat rusak oleh asam maupun basa yang kuat, tetapi dapat larut di dalam larutan asam garam dengan asam sendawa yang disebut *air raja*. Berat jenis platina cukup besar, yaitu 20,04, suhu cairnya terletak pada  $1770^{\circ}\text{C}$ . Untuk mengerjakannya, platina dapat ditempa, digiling dan diregang dengan mudah.

(2) *Pembuatan platina murni*. Platina ditemukan dalam keadaan murni, berbentuk butir-butir yang bulat atau bersegi-segi. Selain itu, platina juga diperoleh dari persenyawaannya dengan logam emas atau logam lainnya. Bijih

platina ditemukan di Pegunungan Ural, Columbia, Brasilia, dan Indonesia di Kalimantan.

Untuk mendapatkan platina murni, bijih-bijih platina dicuci lebih dahulu agar terpisah dari batu-batu dan pasir. Bijih-bijih yang telah bersih dikerjakan dengan bermacam-macam sistem, salah satu cara misalnya: bijih yang mengandung emas dicampur dengan air rasa. Endapan platina dipisahkan, dan larutan emas di dalam air rasa di uapkan. Karena air rasa menguap, maka emasnya akan tertinggal. Platina hasil proses tersebut biasanya masih dikerjakan lagi secara kimia, agar diperoleh platina murni.

(3) *Penggunaan platina murni.* Platina sangat sukar diperoleh, sehingga harganya sangat mahal. Hal ini menyebabkan penggunaannya sangat terbatas untuk membuat benda-benda yang penting dan khusus saja di dalam teknik logam. Misalnya pada industri kimia, untuk bagian-bagian alat listrik, dan sebagainya. Saat ini banyak sekali perhiasan-perhiasan yang dibuat dari platina, dengan harga yang mahal. Perhiasan dari platina lebih baik sifatnya daripada perhiasan dari perak walaupun warnanya sama putihnya. Platina murni juga digunakan untuk melapisi logam-logam lain.

## 2) Emas

(1) *Pengertian dan sifatnya.* Emas di dalam bahasa Latinnya *aurum*, dalam ilmu Kimia diberi lambang *Au*.

Emas adalah suatu logam berwarna kuning mengkilat, dapat dipoles menjadi halus sekali. Logam yang berwarna kuning ini dalam keadaan murni sangat lunak, dapat dikerjakan dengan cara ditempa, digiling, dicanai dan lainnya dengan mudah, dan dapat dibentuk menjadi benang yang sangat halus.

Seperti halnya platina, emas tidak akan mengoksidasi di dalam udara, walaupun suhunya sangat tinggi atau dalam keadaan mencair. Emas dapat larut di dalam air rasa dan air raja. Di dalam asam-asam tertentu, emas cukup tahan. Emas di dalam air rasa dapat membentuk *amalgama*, karena emas larut di dalamnya. Amalgama adalah larutan suatu logam di dalam air rasa.

(2) *Pembuatan emas murni.* Emas dapat ditemukan dalam keadaan murni, berbentuk butiran-butiran atau gumpalan-gumpalan. Emas yang berbentuk butiran atau gumpalan ini, dapat ditemukan di gunung, atau bercampur dengan pasir di sungai-sungai. Emas biasanya berpadu dengan logam lain, terutama perak.

Untuk memisahkan emas dari batu atau pasir, emas ini dikerjakan dengan cara melarutkannya di dalam air rasa. Emas akan larut, dan batu-batunya tertinggal. Selanjutnya larutan emas di dalam air rasa dipanaskan, sehingga air rasanya ke luar dalam bentuk gas, dan emasnya tertinggal. Dengan demikian diperoleh emas yang murni. Uap air rasa yang terjadi tadi, tidak dibuang begitu saja, melainkan diembunkan, sehingga dapat digunakan lagi.

Apabila emas ditemukan berpadu dengan logam lain, maka pengerjaannya dilakukan dengan cara proses kimia.



## **PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM**

(3) *Penggunaan emas murni.* Seperti halnya platina, logam emas cukup mahal, sehingga hanya digunakan untuk pembuatan bagian-bagian tertentu saja dalam teknik logam, misalnya keping-keping elektroskop. Selain itu emas murni banyak digunakan untuk melapisi logam-logam lain, yang disebut lapis emas atau sepuh emas. Yang paling banyak kita kenal, logam emas terutama digunakan untuk pembuatan benda-benda perhiasan, setelah dipadu dengan logam lain.

### **3) Perak**

(1) *Pengertian dan sifatnya.* Perak atau *argentum* (bahasa Latin), diberi lambang *Ag* dalam ilmu Kimia.

Dalam keadaan murni perak cukup lunak. Logam ini berwarna putih dan apat dipolis menjadi halus. Perak dapat dikerjakan dengan cara dituang, ditempa, digiling, diregang, dengan mudah, dan dapat dibuat menjadi lembaran-lembaran sangat tipis atau menjadi benang yang sangat halus. Perak merupakan penghantar listrik yang sangat baik, melebihi tembaga. Di dalam udara, perak sukar beroksidasi; demikian juga pada suhu yang tinggi, sifat ini tetap bertahan. Terhadap asam-asam tertentu, perak cukup tahan, dan perak juga tidak termakan oleh basa (alkali).

(2) *Pembuatan perak murni.* Perak dapat ditemukan dalam keadaan murni, dalam bentuk persenyawaannya dengan belerang dan dengan logam lain. Untuk mengeluarkan belerang, bijih-bijih perak dipanggang berulang kali seperti halnya mengerjakan logam lain yang mengandung belerang. Untuk memisahkan perak dari logam-logam lain, pengerjaan dilakukan dengan cara elektrolisa.

(3) *Penggunaan perak murni.* Perak banyak digunakan di dalam teknik listrik dan juga digunakan untuk melapisi logam yang lain. Selain itu perak juga banyak digunakan untuk perhiasan, perlengkapan rumah tangga dan sebagainya. Untuk pembuatan solder (patri) keras, biasanya logam patri dicampur dengan perak agar mudah mencair dan cairnya sempurna untuk pematrian.

### **4) Logam mulia yang lain**

Jenis-jenis logam ini jarang sekali didapatkan, sehingga jarang digunakan secara murni, melainkan sebagai bahan paduan untuk logam mulia. Macam-macam logam ini antara lain: *Iridium, ruthenium, palladium* dan lain-lainnya.

## **3. RANGKUMAN**

*Pembahasan pada bab III ini meliputi beberapa pokok pengertian penting untuk pengetahuan pembuatan barang-barang kerajinan yang terbuat dari logam, di antaranya yaitu:*

- a. *Logam murni yang maksudnya belum bercampur dengan unsur (terutama logam) lain, dibedakan menjadi beberapa jenis di antaranya logam ringan, logam berat dan logam mulia.*

- b. Dalam bidang kerajinan logam, tidak semua jenis logam yang ada di dunia ini digunakan, melainkan hanya sebagian saja. Logam-logam yang digunakan diantaranya: aluminium, besi, tembaga, seng, timbel, timah, nikel, chrom, kobalt dan sebagainya. Logam-logam tersebut, mempunyai sifat-sifat yang berbeda satu.sama lainnya, sehingga pengolahannya memerlukan cara yang berbeda-beda pula.
- c. Diharapkan dengan mengetahui macam-macam logam murni dan sifat-sifatnya, pembaca dapat menentukan logam apakah yang akan digunakan untuk pembuatan barang-barang kerajinan.

#### 4. Daftar Kata Inti

Aluminium	: termasuk logam ringan
Amalgama	: larutan logam di dalam air rasa
Anijesite	: bijih timbel dengan 66% timbel
Argentum	: perak, termasuk logam mulia
Aurum	: emas, termasuk logam mulia
Baja	: besi dengan kadar 0,25%—1,7% karbon
Batu tahan api	: sejenis batu bata yang dibuat secara khusus sehingga tahan terhadap suhu yang tinggi
Bauksit	: bijih aluminium, senyawa dari Al, oksigen dan hidrogen
Blende seng	: bijih seng, persenyawaan seng dengan belerang
Cebakan	: bijih besi
Chromic	: bijih chrom
Chromium	: chrom
Cowper	: pesawat cowper adalah suatu pesawat pemanas udara pembakar pada dapur tinggi
Cuprum	: tembaga
Dapur kubah	: dapur peleburan untuk membuat-besi tuang
Dapur tinggi	: dapur peleburan untuk mengerjakan bijih besi
Dolomit	: bahan tambah untuk proses dapur tinggi, terdiri atas campuran $\text{Ca CO}_3$ dan $\text{Mg CO}_3$
Elektrolisa	: pemisahan unsur serta penggabungan unsur-unsur dengan menggunakan arus listrik
Ferro	: ferrum, besi (Fe)
Garnirit	: bijih nikel, persenyawaannya dengan silikat magnesium
Glans tembaga	: bijih tembaga dengan 79% tembaga ( $\text{Cu}_2\text{S}$ )
Glans timbel	: bijih timbel dengan 86,5% timbel
Hematit	: bijih besi dengan persamaan kimia $\text{Fe}_2\text{O}_3$
Kis tembaga	: bijih tembaga berwarna kuning, mengandung tembaga 34%
Kobaltum	: kobalt
Kokas	: batu bara yang telah didestilasi kering
Kompresor	: alat yang digunakan untuk menarik udara luar, dan memasukkannya ke dalam dapur peleburan

## PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM

Konvertor	: bejana peleburan untuk membuat baja
Kryolit	: bijih aluminium, persenyawaan aluminium dengan fluorium dan natrium
Lazurit	: bijih tembaga yang berwarna biru, dengan 55% tembaga
Malasit	: bijih tembaga berwarna hijau dengan 57% tembaga
Metal	: logam
Niccolum	: nikel
Oksidasi	: peristiwa persenyawaan dengan oksigen
Plata	: perak (bahasa Spanyol)
Platinum	: platina
Plumbum	: timah hitam, timbel
Pyrit	: bijih besi ( $Fe S_2$ )
Reduksi	: peristiwa pemisahan, penguraian, pengurangan oksigen dari senyawanya
Sepuh	: menyepuh, mengeraskan baja, dengan cara memanaskan sampai suhu tertentu, kemudian mendinginkannya secara tiba-tiba sepuh juga berarti lapisan logam lain, misalnya sepuh emas berarti logam tersebut berlapis emas permukaannya
Siderit	: bijih besi ( $Fe CO_3$ ), disebut batu besi sepat
Stannum	: timah, timah putih
Terak	: kotoran yang berasal dari peleburan bijih besi pada dapur tinggi, terdiri atas: abu dan kotoran lain, yang diikat oleh bahan tambah
Zincum	: seng (Latin)
Zink white	: siwit, bubuk seng sebagai bahan cat.

### 5. Evaluasi

a. Pilih kata-kata di dalam kurung yang paling tepat dengan kalimat pernyataan di depannya.

- 1) Logam murni adalah logam yang (bersih dari kotoran, tidak tercampur dengan logam lain, berwarna jernih, sangat lunak).
- 2) Besi dengan 1,7% karbon disebut (besi mentah, besi lunak, baja, besi tuang).
- 3) Sifat utama dari besi tuang adalah (mudah dicairkan, lunak, mudah ditempa, keras).
- 4) Aluminium termasuk jenis (logam ringan, logam berat, logam mulia, logam paduan).
- 5) Tembaga bahasa Latinnya (*plumbum, argentum, aurum, cuprum*).
- 6) Suhu cair timah yaitu ( $2744^{\circ}C$ ,  $232^{\circ}C$ ,  $330^{\circ}C$ ,  $650^{\circ}C$ ).
- 7) Berat jenis timbel yaitu (7,3; 11,5; 20,4; 15,1)
- 8) Warna seng adalah (putih, putih kebiru-biruan, kelabu muda, putih kemerah-merahan).

- 9) Chrom dan nikel digunakan untuk melapisi logam lain agar (tahan panas, lebih indah, tahan karat, berwarna putih).
- 10) Keistimewaan logam mulia terletak pada (tidak teroksidasikan dalam suhu tinggi, tidak dapat dipadu, tidak dapat larut pada cairan apapun, tidak mudah menguap).

b. *Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini.*

- 1) Jelaskan perbedaan antara besi mentah dengan besi tuang.
  - 2) Bagaimanakah cara membedakan baja dengan besi lunak?
  - 3) Apa yang anda ketahui tentang malasit.
  - 4) Pada waktu kita mengerjakan timbel harus sangat hati-hati.  
Mengapa?
  - 5) Apakah yang dimaksudkan air rasa itu? Logam apa saja yang dapat larut di dalamnya?
-

## BAB IV

# LOGAM PADUAN

### 1. Pendahuluan

Di dalam bab III telah dijelaskan tentang bermacam-macam logam dengan segala sifat-sifatnya. Logam-logam yang dibahas pada bab III tersebut semuanya dalam keadaan murni. Logam murni biasanya sifat-sifatnya sangat terbatas sekali, misalnya: ada yang hanya dapat ditempa, ada yang hanya dapat dituang, ada yang tidak dapat dikikir, dan sebagainya. Keterbatasan sifat-sifat ini, mengakibatkan penggunaan yang terbatas pula. Untuk memperbaiki kekurangan-kekurangan ini, sebagian besar dari logam-logam murni, dipadukan dengan logam-logam murni lainnya. Hasil pemaduan logam-logam ini, dinamakan logam paduan.

*Apakah logam paduan itu?* Seperti yang telah dibahas, logam paduan adalah suatu hasil proses persenyawaan antara dua macam logam murni atau lebih, dan logam baru yang terjadi mempunyai sifat-sifat yang berlainan dengan logam-logam murninya. Biasanya sifat logam paduan, merupakan paduan sifat-sifat logam-logam yang dipadukan.

Pembentukan logam paduan dilaksanakan dengan cara mencairkan logam-logam murninya secara bersama-sama, kemudian mendinginkan logam-logam murninya secara bersama-sama, kemudian mendinginkannya kembali sehingga menjadi beku. Pada saat memadukan logam-logam tadi, harus diusahakan agar semuanya dalam keadaan cair betul. dan harus diusahakan pula agar dapat bercampur secara merata. Apabila perlu pada waktu logam-logam tadi mencair, cairan-cairannya diaduk-aduk atau bejananya digoyang-goyangkan.

Perlu diketahui tidak semua jenis logam dapat dipadukan satu sama lainnya. Hal ini disebabkan karena tidak semua cairan logam murni dapat larut menjadi satu, seperti halnya cairan minyak tanah tidak dapat larut di dalam air. Logam-logam yang tidak dapat dipadu dengan baik di antaranya yaitu besi dengan timbel.

Tujuan pemaduan beberapa logam murni menjadi satu yaitu:

- a. Memperbaiki sifat-sifat dasar logam murni, agar dapat digunakan untuk pembuatan barang-barang yang sesuai dengan sifat-sifat yang diinginkan.
- b. Menjadikan logam-logam tertentu lebih murah.

## **2. Macam-macam Logam Paduan**

Di dalam teknik logam pada umumnya, banyak sekali jenis-jenis logam paduan yang dibuat dan digunakan. Di dalam kerajinan logam, logam paduan juga sering digunakan, bahkan sebagian besar bahan-bahan kerajinan ini dibuat dari logam paduan tersebut.

## **3. Paduan besi atau baja**

Besi atau baja, mempunyai sifat yang keras. Khusus baja dapat dikeraskan lagi dengan cara disepuh. Meskipun besi dan baja sudah cukup keras dan tahan terhadap pukulan atau tarikan, pada penggunaan tertentu sifat-sifat tadi belum memenuhi syarat.

Di dalam pemakaian, seringkali dibutuhkan suatu baja yang sifatnya: tetap keras, tidak mudah pecah dan tahan terhadap suhu yang tinggi. Syarat seperti itu tidak dapat dipenuhi oleh baja biasa, karena pada suhu yang tinggi baja akan menjadi lunak.

Dengan memadukan baja biasa dengan logam-logam lainnya, akan diperoleh perbaikan-perbaikan tertentu. Logam-logam yang sering digunakan untuk memadu baja, di antaranya yaitu: mangan, nikel, chrom, vanadium, wolfram, molibden. Logam-logam ini sering dipadukan lebih dari satu jenis bersama-sama.

Paduan-paduan baja yang sering dibuat yaitu:

### **1) Paduan baja nikel**

Yang dimaksud paduan baja nikel adalah suatu paduan antara baja sebagai unsur utama, dengan logam nikel sebagai unsur pepadunya. Nikel yang mempunyai sifat-sifat: tahan terhadap oksidasi, keras dan tidak magnetis, akan memberikan sifat-sifatnya ini kepada baja. Dengan demikian, paduan baja nikel akan mempunyai sifat-sifat: keras, liat, tahan terhadap regangan, tidak magnetis, dan tahan terhadap oksidasi (tidak berkarat).

Pada waktu membuat paduan baja nikel, perbandingan campurannya dibuat berbeda-beda tergantung pada penggunaannya.

Sebagai contoh:

- a) paduan baja dengan 2% nikel, dibuat untuk pelat-pelat yang bermuatan berat, misalnya: pelat dinding ketel uap;
- b) paduan dengan 5% nikel, digunakan untuk bagian-bagian yang harus tahan terhadap tarikan dan puntiran berat, misalnya: untuk pembuatan poros-poros, roda gigi, dan sebagainya;
- c) paduan baja dengan 25% nikel atau lebih, digunakan untuk pembuatan bagian-bagian yang harus tahan karat, tidak magnetis, dan berkekuatan besar.

### **2) Paduan baja chrom**

Baja dapat juga dipadukan dengan chrom. Paduan ini mempunyai sifat yang lebih kuat dan keras dibandingkan dengan baja biasa.

Oleh karena sifat-sifat chrom, paduan baja chrom juga mempunyai sifat

tahan karat serta tahan aus. Pisau-pisau yang tahan karat, biasanya dibuat dari paduan baja chrom. Biasanya paduan baja chrom dibuat dengan mencampurkan 12 sampai dengan 20% chrom ke dalam baja.

### 3) Paduan baja chrom nikel

Logam-logam chrom dan nikel, seringkali dipadukan pada baja secara bersama-sama. Dengan demikian, sifat-sifat baja akan diperbaiki sekaligus oleh chrom dan nikel. Baja chrom nikel sifat-sifatnya antara lain: keras, liat, kuat dan tahan terhadap oksidasi. Beberapa jenis paduan baja chrom nikel, di antaranya yaitu:

- a) *VA-KRUPP*, adalah paduan yang terdiri dari: baja dengan 0,15% karbon, 18% chrom, dan 8% nikel. Paduan ini sifat-sifatnya kuat, keras, liat, tidak magnetis, dan tahan terhadap pengaruh-pengaruh kimia. Oleh karena itu paduan *VA-KRUPP* banyak digunakan untuk pembuatan alat-alat laboratorium kimia dan industri-industri kimia.
- b) *VT-KRUPP*, adalah paduan baja dengan 13%–17% chrom, dan 1% nikel.
- c) *VM-KRUPP*, adalah paduan baja dengan 0,2%–0,4% karbon, 12%–17% chrom, dan 0,5%–2% nikel. Logam paduan ini sifatnya lebih baik bila dibandingkan dengan paduan baja chrom lainnya, karena dapat disepuh.
- d) *VA-KRUPP + Molibden dan tembaga*, logam ini adalah logam *VA-KRUPP* yang ditambah dengan 2,5% molibden dan sedikit tembaga. Logam paduan ini sifatnya: tahan terhadap asam-asam, *chlorid-chlorid*, serta pengaruh bahan kimia lainnya. Baja paduan ini biasanya digunakan untuk pembuatan alat-alat bedah, hiasan-hiasan dinding dan sebagainya.

### 4) Paduan baja chrom molibden

Paduan ini terdiri dari baja zat arang, chrom, dan molibden. Persentase paduan yang sering dibuat adalah 5% chrom dan 0,5% molibden, selebihnya adalah baja biasa. Berlainan dengan paduan baja chrom nikel, paduan chrom molibden mempunyai kelebihan yang lain, yaitu logam ini tetap keras dan kuat pada suhu yang tinggi. Oleh karena itu, paduan ini digunakan untuk peralatan-peralatan yang selalu mendapat suhu yang tinggi. Contoh penggunaan paduan baja chrom molibden di antaranya yaitu untuk pembuatan pipa-pipa pemanas, atau yang dipanaskan.

### 5) Paduan baja dengan wolfram

Wolfram adalah suatu logam yang suhu cairnya sangat tinggi, yaitu 3660°C. Dengan demikian, apabila wolfram ini dipadukan pada baja, akan memberikan sifat yang tahan panas. Wolfram biasanya ditambahkan pada paduan baja chrom nikel, sehingga paduan yang terakhir akan bersifat: kuat, liat, keras, tahan terhadap suhu yang tinggi dan tahan terhadap pengaruh kimia.

**6) Paduan baja dengan vanadium**

Vanadium adalah logam yang berwarna putih dan agak keras. Logam ini digunakan juga untuk memadamkan baja. Paduan baja vanadium sifatnya keras, liat dan sangat kuat. Keadaan ini dipertahankan sampai dengan suhu sekitar  $400^{\circ}$ – $500^{\circ}$ C. Oleh karena sifat ketiutannya, baja paduan ini banyak digunakan untuk pembuatan dinding-dinding ketel uap.

**4. Paduan tembaga dan timah**

Seperti telah dijelaskan di dalam pembahasan logam murni, tembaga mempunyai sifat: liat dan agak lunak. Di samping itu, tembaga sukar dituang karena cairannya kental sehingga benda-benda yang bentuknya rumit tidak dapat dibuat.

Untuk memperbaiki sifat-sifat tembaga tadi, biasanya logam ini dipadukan dengan logam-logam lain. Salah satu logam yang dapat dipadukan dengan tembaga yaitu timah putih. Paduan tembaga dengan timah putih disebut *perunggu* atau *brons*, dengan pengertian: setiap paduan tembaga yang tidak mengandung besi, dengan sekurang-kurangnya 4% timah putih dan di samping itu dapat mengandung logam-logam lain, misalnya: seng dan timbel.

Perunggu sifatnya berbeda dengan tembaga, yaitu mudah dituang, suhu cairnya lebih rendah dan dapat ditempa.

Selain paduan tembaga dengan timah, ada paduan lain yang sering disebut perunggu secara tidak sah, di antaranya yaitu: paduan tembaga aluminium dan paduan tembaga mangan. Paduan-paduan ini selanjutnya disebut *perunggu aluminium* dan *perunggu mangan*.

Menurut sifat pengerjaannya, perunggu dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu: *perunggu tuang* dan *perunggu kepal*. Perunggu tuang dikerjakan dengan cara dituang, dan perunggu kepal dikerjakan dengan cara ditempa. Untuk lebih jelasnya, macam-macam perunggu tersebut akan dibahas satu persatu.

**1) Perunggu tuang**

Perunggu tuang sangat mudah dikerjakan dengan cara dituang. Persentase timah yang cukup banyak, atau penambahan logam lain, misalnya: seng dan timbel, akan memberikan sifat mudah cair dan cairannya encer kepada paduan tersebut. Selain itu, oleh seng dan timbel ini pula, sifat-sifat yang kurang baik pada tembaga dapat dihilangkan, di antaranya yaitu: sifat-sifat rapuh, kurang kuat terhadap regangan, dan sukar ditempa dalam keadaan dingin.

Perunggu tuang dibedakan menjadi:

a) *Perunggu bebas seng*. Perunggu terutama mengandung tembaga 80%–90%, dan timah sebesar 20%–10%. Seandainya paduan ini mengandung seng, hanya diijinkan maksimum 0,3% dan fosfor maksimum 0,5%. Makin banyak timbelnya, perunggu makin keras, tetapi regangannya makin berkurang. Logam ini cukup besar daya tahannya terhadap korosi; lebih besar daripada perunggu yang mengandung seng.



Perunggu bebas seng dibedakan menjadi tiga macam, yaitu:

- (1) perunggu tuang 20, mengandung 20% timah putih, bersifat sangat keras, tidak tahan terhadap pukulan atau tempaan, tahan aus. Logam ini banyak digunakan untuk pembuatan bagian-bagian yang selalu bergesekan di dalam mesin-mesin;
- (2) perunggu tuang 14, mengandung 14% timah putih, bersifat keras, tahan terhadap tekanan dan tahan aus. Logam ini banyak digunakan untuk bantalan-bantalan poros;
- (3) perunggu tuang 10, mengandung 10% timah putih, bersifat tahan terhadap korosi dan pukulan.

*b) Perunggu seng.* Perunggu seng terdiri dari paduan tembaga, timah dan seng. Penambahan seng pada perunggu menjadikan perunggu tersebut tahan terhadap regangan. Paduan ini lebih lunak daripada perunggu bebas seng, sehingga mudah dikerjakan. Oleh karena seng baik dituang, maka perunggu seng sangat baik dituang pula, dengan bentuk-bentuk yang lebih rumit dan hasil tuangannya (hasil coran) lebih padat serta rapat.

Ada tiga macam perunggu seng yang biasa dibuat, yaitu:

- (1) perunggu tuang 13-2, terdiri atas tembaga yang dipadu dengan 13% timah dan 2% seng. Paduan ini keras dan licin permukaannya;
- (2) perunggu tuang 10-2, terdiri atas tembaga yang dipadukan dengan 10% timah dan 2% seng. Paduan ini cukup liat;
- (3) perunggu tuang 9-6, terdiri dari tembaga yang dipadukan dengan 9% timah dan 6% seng.

Dapat ditambahkan, selain mengandung seng, perunggu seng tersebut seringkali mengandung timbel sebanyak 1%-2%.

*c) Perunggu timbel seng.* Paduan ini terdiri dari tembaga, timah, timbel, dan seng. Dengan menambahkan timbel pada perunggu seng, akari diperoleh logam perunggu yang mudah dikerjakan, tahan terhadap gesekan dan lebih padat hasil corannya.

Ada dua jenis perunggu timbel seng yang sering dibuat, yaitu:

- (1) perunggu tuang 8-7-5, merupakan logam paduan antara tembaga dengan 8% timah, 7% seng dan 5% timbel;
- (2) perunggu tuang 5-7-3, merupakan paduan antara tembaga dengan 5% timah, 7% seng, dan 3% timbel. Logam paduan ini lunak, sehingga mudah sekali dikerjakan.

*d) Perunggu timbel.* Yang dimaksud perunggu timbel yaitu logam paduan antara tembaga, timah dan timbel. Apabila mengandung seng, hanya diijinkan paling banyak 1%. Timbel di dalam paduan ini tidak dapat bercampur dengan sempurna, sehingga seolah-olah terjadi butiran-butiran timbel yang bebas. Keadaan ini dimanfaatkan untuk pembuatan bantalan-bantalan poros.

## PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM

Ada beberapa macam perunggu timbel yang sering dibuat, di antaranya yaitu:

- (1) perunggu tuang 10–4, dengan kadar timah sebanyak 10% dan timbel sebanyak 4%;
- (2) perunggu tuang 10–10, dengan kadar timah sebanyak 10% dan timbel 10%, ditambah minimum 0,5% nikel;
- (3) perunggu tuang 10–20, dengan kadar timah sebanyak 10%, timbel 20% dan nikel minimum 0,5%;
- (4) perunggu tuang 8–15, dengan kadar timah sebanyak 8%, timbel 15% dan nikel minimum 0,5%;
- (5) perunggu tuang 5–25, dengan kadar timah sebanyak 5%, timbel 25% dan nikel minimum 0,5%.

e) *Perunggu phospor*. Jenis paduan ini mengandung phospor, dengan tujuan agar sifat cairnya lebih baik, karena sangat encer.

Dari bermacam-macam jenis perunggu tuang yang telah disebutkan, ada dua jenis perunggu yang sangat baik untuk pembuatan patung-patung, yaitu: perunggu seng dan perunggu timbel seng.

### 2) *Perunggu Kepala*

Yang dimaksud perunggu kepala adalah logam paduan antara tembaga dengan timah, dengan perbandingan: 94% tembaga, dan 6% timah. Perunggu jenis ini sifatnya kenyal, sehingga dapat dikerjakan dengan cara ditempa, digiling, ditarik dan lain-lainnya. Logam ini dapat dibentuk menjadi lempengan-lempengan, batang-batang, atau dibuat kawat.

Untuk pembuatan benda-benda kerajinan perunggu yang harus dikerjakan dengan cara ditempa, misalnya *gamelan*, relief dan sebagainya, logam paduan ini sangat baik digunakan.

## 5. Paduan tembaga seng

Telah dijelaskan pada pembahasan terdahulu, tembaga dapat dipadukan dengan timah, dan sedikit seng. Paduan tersebut dinamakan perunggu. Apabila tembaga murni dipadukan dengan seng, akan terjadilah suatu jenis logam paduan yang lain, yang dinamakan *loyang*. Warna loyang adalah kuning, hampir menyerupai emas, oleh karena itu logam ini sering disebut *kuningan*. Makin banyak campuran sengnya, warna paduannya makin keputih-putihan; makin sedikit sengnya warna paduannya makin kemerah-merahan. Suatu paduan tembaga seng dinamakan loyang apabila kadar seng yang terkandung di dalamnya paling sedikit 10%.

Loyang lebih keras dari tembaga, tetapi lebih lunak dari perunggu. Berbeda dengan logam perunggu, logam loyang lebih tahan terhadap regangan serta pukulan, sehingga dapat dikerjakan dengan mudah dalam keadaan dingin. Loyang biasanya diperdagangkan dalam bentuk lempengan-lempengan atau kawat dalam

berbagai ukuran dan seringkali ditemukan juga dalam bentuk profil-profil tertentu.

Menurut sifat-sifatnya, loyang dibedakan menjadi tiga golongan, yaitu: loyang kepal, loyang tuang dan loyang patri. Untuk lebih jelasnya, jenis-jenis loyang tersebut akan diuraikan lebih lanjut.

### 1) *Loyang tuang*

Yang dimaksud loyang tuang adalah paduan antara tembaga dengan seng, yang sifatnya mudah dituang. Biasanya logam ini setelah dibentuk dengan cara dituang, tidak dikerjakan lagi dengan cara lain misalnya ditempa.

Ada beberapa jenis loyang tuang yang dibuat menurut perbandingan campurannya, di antaranya yaitu:

- a) *Loyang tuang 60*. Logam ini terdiri atas paduan antara 60% tembaga dengan 40% seng.
- b) *Loyang tuang 67*. Logam ini terdiri atas paduan antara 67% tembaga dengan 33% seng.
- c) *Loyang tuang 82*. Logam ini terdiri atas paduan antara 82% tembaga dengan 18% seng.

Jenis-jenis loyang tuang tersebut diperdagangkan dalam bentuk barang jadi, misalnya alat-alat listrik. Dalam bidang kerajinan, loyang banyak digunakan untuk pembuatan barang-barang seperti: patung, alat seterika, piala, lonceng, genta dan sebagainya.

### 2) *Loyang kepal*

Loyang kepal adalah loyang yang dibuat untuk benda-benda tempaan. Logam ini dapat dikerjakan pula dengan cara digiling, diukir, dilipat, dan sebagainya. Sifat paduan ini agak berbeda dengan loyang tuang; karena lebih kenyal sehingga tidak mudah retak atau pecah pada waktu ditempa dalam keadaan dingin.

Dalam perdagangan, loyang kepal dapat diperoleh dalam bentuk: batangan, profil, lempengan, kawat, pipa dan lain-lainnya.

Menurut keadaan paduannya, loyang kepal dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, di antaranya yaitu:

a) *Loyang otomat*. Logam ini terdiri dari: 58% tembaga, 40% seng dan 2% timbel. Jenis loyang ini kualitasnya dibedakan dalam tiga macam, yaitu: keras, sedang, dan lunak. Loyang otomat diperdagangkan dalam bentuk-bentuk: batangan, bilahan dan profil.

b) *Loyang lempengan*. Logam ini merupakan paduan antara tembaga dengan seng, dengan perbandingan yang bermacam-macam. Biasanya persentase tembaga di dalam paduan ini, dicantumkan di belakang namanya. Macam-macam loyang lempengan yang dibuat, di antaranya yaitu:

- (1) Loyang kepal 60, mengandung 60% tembaga;

## PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM

- (2) loyang kepal 63, mengandung 63% tembaga;
- (3) loyang kepal 67, mengandung 67% tembaga;
- (4) loyang kepal 72, mengandung 72% tembaga;
- (5) loyang kepal 85, mengandung 85% tembaga.

Loyang lempengan diperdagangkan dalam bentuk-bentuk: lembaran, pita, dan bilahan. Logam ini dapat dikerjakan dengan cara: digunting, dilipat, diukir dan sebagainya. Dalam bidang kerajinan, logam paduan ini digunakan untuk pembuatan benda-benda: ukiran, *kentengan*, lipatan dan sebagainya. Contoh-contoh hasil kerajinan yang menggunakan loyang lempengan yaitu: hiasan dinding, piring, lampu, sendok dan lain-lainnya.

c) *Loyang kawat*. Logam ini biasanya dibuat dalam tiga macam perbandingan paduan, yang hanya terdiri dari tembaga dan seng, tanpa campuran logam-logam lainnya. Macam-macam loyang kawat yang dibuat di antaranya yaitu:

- (1) loyang kepal 63;
- (2) loyang kepal 60;
- (3) loyang kepal 85.

Dalam perdagangan loyang ini diperoleh dalam bentuk kawat yang bermacam-macam ukurannya.

d) *Loyang pipa*. Loyang pipa merupakan paduan antara tembaga, seng dan unsur lain di antaranya yaitu timah dan aluminium. Sesuai dengan namanya, logam ini diperdagangkan dalam bentuk pipa, dengan ukuran yang bermacam-macam.

Menurut perbandingan paduannya, loyang pipa dibedakan:

- (1) Loyang kepal 60;
- (2) Loyang kepal 70;
- (3) Loyang kepal 70-1, yang terdiri dari paduan 70% tembaga, 29% seng dan 1% timah;
- (4) Loyang kepal 76, yang terdiri dari 76% tembaga, 22% seng dan 2% aluminium.

### 3) *Loyang patri*

Paduan ini juga terdiri dari tembaga dan seng, dibuat untuk pekerjaan pematrian (*penyolderan*). Patri loyang lebih keras bila dibandingkan dengan patri timah, oleh karena itu patri loyang juga dinamakan patri keras. Logam-logam yang dipatri dengan patri loyang, hasil patriannya sangat keras. Untuk lebih jelasnya pelajari tentang pematrian. Loyang patri dibedakan menjadi beberapa macam, yaitu:

a) *Loyang patri 60*. Logam ini merupakan paduan antara 60% tembaga dengan 40% seng. Suhu cairnya agak tinggi dan cairannya agak kental, hasil patriannya kuat dan liat.

b) *Loyang patri 54*. Logam ini merupakan paduan antara 54% tembaga dengan 46% seng. Karena kadar sengnya cukup banyak, paduan ini lebih mudah cair, dan cairannya lebih encer bila dibandingkan dengan loyang patri 60. Hasil pematريان dengan loyang patri 54 cukup keras, tetapi agak getas.

Jenis-jenis loyang patri yang telah disebutkan tadi, biasanya diperdagangkan dalam bentuk kawat, pita dan butiran. Oleh tukang patri, loyang patri sering dicampur dengan timah atau perak, dengan maksud agar lebih mudah cair dan lebih mudah melekat pada benda yang dipatri.

## 6. Paduan aluminium

Pada bab III yang membahas tentang logam murni, telah dijelaskan bahwa aluminium berat jenisnya sangat kecil, kekuatannya pun tidak begitu besar. Aluminium sangat mudah dikerjakan dengan berbagai cara.

Untuk memperbaiki sifat-sifatnya, aluminium sering dipadukan dengan beberapa jenis logam lain, di antaranya yaitu: tembaga, nikel, silisium, magnesium, mangan. Logam paduan yang terjadi disebut paduan aluminium, dengan bermacam-macam nama yang diberikan pada paduan-paduan tersebut. Terjadinya nama-nama paduan aluminium yang bermacam-macam itu disebabkan karena masing-masing pabrik yang membuatnya memberi nama sendiri-sendiri. Selain itu perbedaan nama-nama paduan itu juga disebabkan karena unsur-unsur paduannya memang berbeda.

Beberapa jenis paduan aluminium yang banyak ditemukan dalam perdagangan adalah:

### 1) Duralumin

Duralumin merupakan paduan antara logam-logam: aluminium, tembaga, magnesium dan mangan. Perbandingan paduannya yaitu: 95% aluminium, 4% tembaga, 0,5% mangan dan 0,5% magnesium.

Duralumin berat jenisnya 2,8 dan suhu cairnya  $\pm 800^{\circ}\text{C}$ . Sifat-sifat kekuatannya hampir sama dengan kekuatan baja lunak, demikian logam-logam ini sangat cocok untuk dibuat barang-barang yang memerlukan kekuatan besar, tetapi harus ringan.

Logam ini dapat dikerjakan dengan cara: dituang, ditempa, digiling, dilipat dan sebagainya. Duralumin dapat ditempa dalam keadaan dingin maupun panas ( $380^{\circ}$ — $425^{\circ}\text{C}$ ).

Duralumin banyak digunakan untuk pembuatan bak-bak mesin, tromol-tromol rem, bagian-bagian kapal terbang dan sebagainya. Selain itu, logam ini dibuat pelat-pelat rata dan berombak untuk keperluan bangunan-bangunan.

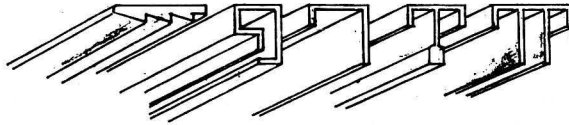
### 2) Bondur

Yang dimaksud *bondur* adalah logam paduan antara aluminium, tembaga dan magnesium. Karena unsurnya hampir sama, maka bondur mempunyai sifat-sifat yang hampir sama dengan duralumin.

Bondur biasanya digunakan dalam bentuk: kawat, pelat-pelat rata maupun

## **PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM**

bergelombang, pipa, paku keling, profil dan sebagainya. Pada Gb. IV 1 ditunjukkan contoh gambar profil bondur.



Di samping diperdagangkan dalam bentuk-bentuk yang telah disebutkan di atas, bondur juga banyak digunakan untuk pembuatan blok-blok mesin, karoseri mobil, kapal terbang, dan sebagainya.

### **3) Hydronalium**

Logam ini masih menggunakan magnesium sebagai bahan pemadu aluminium, di samping logam-logam lainnya yaitu: mangan, silisium serta besi. Perbandingan bahannya yaitu: 2,5%–12% magnesium, 1,5% mangan, sedikit silisium dan besi, sedangkan sisanya adalah aluminium.

Hydronalium sangat tahan terhadap korosi, terutama terhadap air laut, sehingga sangat baik digunakan untuk bagian-bagian kapal yang selalu berhubungan dengan air laut. Logam ini dapat dikerjakan dengan cara: dituang dan ditempa.

### **4) Paduan Y**

Yang dimaksud logam paduan Y adalah suatu paduan antara: 92,5% aluminium, 4% tembaga, 2% nikel dan 1,5% magnesium.

### **5) Paduan Aldrey**

Logam ini adalah paduan antara: 98,5%–99% aluminium, 0,4%–0,5% magnesium, 0,4%–0,6% silisium, 0,2%–0,4% besi.

Paduan aldrey sangat tahan terhadap korosi, tahan terhadap tarikan dan pemadatan. Berat jenis logam ini 0,27. Biasanya logam aldrey diperdagangkan dalam bentuk kawat-kawat untuk hantaran listrik yang dipasang antara tiang.

### **6) Loutal**

Loutal adalah logam paduan antara: aluminium dengan 4,5%–6% tembaga, sedikit mangan.

### **7) Silumin**

Logam ini adalah suatu paduan antara: 85% aluminium, 0,5% mangan dan 14,5% silisium. Berat jenis silumin 2,65. Logam ini tahan terhadap korosi dan lebih kuat dari aluminium murni. Silumin dapat dikerjakan dengan cara ditempa dan dipotong dengan mudah.

### 8) Aluman

Aluman adalah paduan antara aluminium dengan 1%–2% mangan. Logam ini tahan terhadap korosi.

### 9) Paduan Deutsche

Paduan deutsche merupakan paduan antara 2%–5% tembaga, 8%–12% seng dan sisanya aluminium. Makin tinggi kadar sengnya, paduan ini makin mudah dituang dengan hasil baik.

Paduan ini suhu cairnya  $530^{\circ}\text{C}$ , makin tinggi suhunya, daya tahan terhadap tarikannya makin berkurang. Dengan demikian, logam ini kurang baik digunakan untuk alat-alat yang bekerja pada suhu tinggi.

### 10) Elektron

Paduan ini mengandung aluminium, magnesium, mangan, silisium dan seng. Berat jenis elektron 1,8–1,83, tergantung pada pengerjaannya. Logam ini dapat mencair pada suhu  $625^{\circ}\text{C}$ .

Dalam perdagangan, logam ini dikenal dalam bentuk: pipa, lempegan, batangan dan benda tuangan. Elektron banyak digunakan untuk pembuatan: alat-alat mobil, alat-alat optik dan sebagainya.

## 7. Paduan nikel

Yang dimaksud paduan nikel adalah semua jenis paduan yang menggunakan nikel sebagai unsur pokok.

Beberapa paduan nikel yang penting yaitu:

### 1) Konstantan

Logam ini merupakan paduan antara 60% tembaga dengan 40% nikel. Berat jenis konstantan 8,9. Keistimewaan logam paduan ini adalah tahanan listriknya selalu tetap (*konstan*), meskipun suhunya dinaikkan. Oleh karena itu logam paduan ini disebut konstantan. Di samping itu, dalam keadaan pijar logam ini tetap kaku.

Konstantan terutama digunakan untuk alat-alat tahanan listrik, alat pengukur listrik dan sebagainya.

### 2) Nikel chrom

Logam ini merupakan paduan antara nikel dengan chrom. Dalam perdagangan, logam ini seringkali dinamakan *nichrom*, *chronika* dan lain-lainnya. Perbandingan unsur-unsur paduannya bermacam-macam, disesuaikan dengan kebutuhannya. Suatu paduan dengan: 80% nikel dan 20% chrom, dapat tahan sampai dengan suhu  $1100^{\circ}\text{C}$ . Sedangkan paduan dengan 70% nikel dan 30% chrom, dinamakan *Kruppin* karena dibuat oleh pabrik Krupp di Jerman.

### 3) Manganin

Manganin adalah logam hasil paduan antara: nikel, tembaga, dan mangan.

## **PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM**

Perbandingan paduannya yaitu: 84% tembaga, 12% mangan dan 4% nikel. Logam ini sifat dan penggunaannya hampir sama dengan konstantan.

### **4) Logam monel**

Logam monel adalah hasil paduan antara nikel, tembaga dan logam-logam lainnya di antaranya: kobalt, silisium dan besi. Perbandingan paduannya yaitu: 67%–70% nikel, 28%–30% tembaga, 0,28%–5% logam-logam lainnya.

Logam monel warnanya putih keperak-perakan, dengan berat jenis 8,87 dan suhu cairnya 1360°C. Logam ini sangat liat dan keras dan pada suhu tinggi sifat-sifat ini tidak berubah. Logam monel di udara maupun di air (termasuk air laut), sangat tahan; tetapi pada suhu tinggi rusak oleh oksigen dan karbon. Oleh karena itu, logam-logam monel tidak digunakan untuk alat-alat yang tidak tersentuh panas api secara langsung, terutama api dari arang.

Logam monel dapat dikerjakan dengan cara: dituang, ditempa dan dengan alat-alat potong. Penempaan dapat dilakukan dalam keadaan dingin dan panas. Apabila ditempa dalam keadaan dingin, logam ini cepat mengeras, tetapi dapat dilunakkan kembali dengan cara dipanaskan sampai suhu tertentu, selanjutnya didinginkan dengan air atau dengan udara. Untuk merangkaikan dan menyambung logam monel, dapat dilakukan dengan cara dipatri keras dan lunak serta dapat di las listrik dan karbid.

Logam monel banyak digunakan untuk baling-baling kapal, turbin-turbin uap dan sebagainya. Dalam bidang kerajinan, logam ini dapat digunakan untuk perhiasan-perhiasan.

### **5) Perunggu nikel**

Logam ini adalah paduan antara perunggu dengan nikel, atau merupakan paduan unsur-unsur: tembaga, timah dan nikel. Perunggu nikel warnanya putih keperak-perakan dan logam ini sangat padat serta tahan terhadap suhu yang tinggi.

Perbandingan paduannya bermacam-macam, tergantung penggunaannya. Sebagai contoh:

a) *Nibro I*. Logam ini terdiri dari: 32% tembaga, 5% timah, 50% nikel. Logam ini sering dinamakan *peruni I*.

b) *Nibro II*. Logam ini merupakan paduan antara: 62% tembaga, 5% timah, dan 30% nikel. Logam ini sering dinamakan *peruni II*.

c) *Nibro III*. Logam ini merupakan paduan antara: 60% tembaga, 5% timah, dan 32% nikel. Logam ini sering dinamakan *peruni III*.

### **6) Perak baru**

Perak baru adalah paduan dari kuningan dengan nikel, atau merupakan paduan antara: tembaga, seng dan nikel. Perbandingan unsur pada paduan ini yaitu: 56%–60% tembaga, 20%–26% nikel dan 18%–20% seng.

Dalam perdagangan, logam ini dapat diperoleh dengan nama-nama yang



bermacam-macam, di antaranya: *packfong*, *perak cina*, *alfenide*, *alpacca*, *perak christofle* dan lain-lainnya. Perak baru warnanya putih menyerupai perak, tahan terhadap korosi dan sangat kenyal. Logam ini dapat dikerjakan dengan cara: ditempa, digiling, ditarik dan sebagainya.

Perak baru digunakan pada: alat-alat listrik, alat-alat rumah tangga dan sebagainya. Alat-alat rumah tangga misalnya sendok dan garpu, banyak yang dibuat dari alfenide dan perak chistofle, dengan lapisan perak murni di permukaannya.

### 7) Nikelin

Nikelin adalah hasil paduan dari: tembaga, nikel dan seng. Perbandingan paduannya yaitu: 54%–61% tembaga, 18%–26% nikel, 19%–20% seng. Oleh karena unsur-unsurnya hampir sama dengan perak baru, maka sifat-sifatnya pun hampir sama pula. Kadang-kadang nikelin tidak mengandung seng, yaitu hanya terdiri dari: 80% tembaga dan 20% nikel.

Nikelin biasanya digunakan untuk pembuatan-pembuatan kawat-kawat tahanan pada pesawat-pesawat pemanas (listrik) misalnya: seterika listrik, kompor listrik, baut pematri listrik, tungku listrik dan sebagainya.

## 8. Paduan-paduan logam mulia

Logam-logam mulia murni biasanya jarang sekali digunakan untuk pembuatan barang-barang yang diperdagangkan, karena logam-logam ini terlalu lunak. Di samping itu, logam-logam mulia terlalu mahal. Oleh karena itu, biasanya logam-logam mulia dipadukan dengan logam-logam lainnya yang bukan logam mulia. Logam-logam paduan yang diperoleh biasanya lebih keras dari logam mulia murni.

Macam-macam paduan logam mulia yang sering dibuat yaitu:

### 1) Paduan platina

Platina adalah salah satu logam mulia yang termahal dan tertinggi titik cairnya. Platina biasanya dipadukan dengan logam-logam mulia lainnya, misalnya: iridium, rhodium, emas, perak dan lain-lainnya. Penggunaan paduan-paduan ini misalnya:

a) *Paduan dengan iridium.* Logam ini merupakan paduan antara platina dengan iridium, dengan perbandingan: sebagian besar platina dan sisanya iridium. Sifat paduan ini di antaranya: lebih keras dari platina murni dan keduanya hampir menyerupai platina murni.

b) *Paduan dengan rhodium.* Seperti halnya iridium merupakan salah satu jenis logam mulia yang sukar ditemukan. Rhodium sering digunakan untuk memadu platina, agar logam yang terjadi lebih keras dan lebih tahan terhadap suhu yang tinggi.

Logam paduan ini sering digunakan untuk ujung kontak pada elektromagnet.

## PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM

c) *Paduan dengan emas.* Paduan platina dengan emas banyak dibuat, karena logam ini lebih keras dari logam-logam murninya. Paduan platina dengan emas banyak ditemukan secara alam, di tambang-tambang platina. Paduan platina dengan emas warnanya putih-kekuning-kuningan, terutama jika unsur emasnya lebih banyak. Paduan ini banyak digunakan untuk perhiasan-perhiasan.

d) *Paduan dengan perak.* Untuk mendapatkan paduan platina yang lebih murah, platina dapat dipadukan dengan perak. Logam paduan yang terjadi warnanya tetap putih, tetapi mutunya lebih rendah dari platina murni. Seperti halnya paduan platina dengan emas, paduan platina perak digunakan untuk perhiasan-perhiasan.

### 2) *Paduan emas*

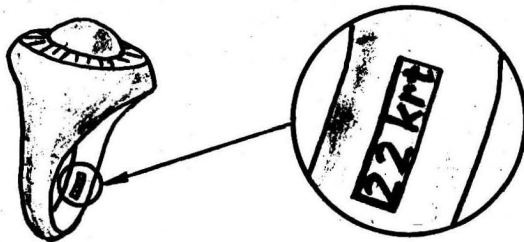
Emas murni yang biasanya dinyatakan kadarnya 24 karat, terlalu lunak apabila digunakan untuk pembuatan barang-barang, misalnya perhiasan. Untuk memperbaiki sifat emas tersebut, biasanya emas dipadukan dengan logam-logam lain, di antaranya yaitu:

a) *Paduan dengan perak.* Emas dan perak adalah logam-logam mulia yang berbeda warnanya maupun mutunya. Apabila emas dipadukan dengan perak, akan diperoleh suatu logam paduan yang warnanya kuning keputih-putihan dan lebih keras dari emas. Makin banyak unsur peraknya, logam paduan yang terjadi makin putih warnanya.

Perbandingan paduan emas biasanya dinyatakan dengan karat, misalnya: emas 22 karat berarti terdiri dari  $\frac{22}{24} \times 100\%$  emas murni dan  $\frac{2}{24} \times 100\%$  logam lainnya, dalam hal ini yaitu perak. Paduan emas perak dapat dikerjakan dengan cara: ditempa, digiling, diukir dan sebagainya, dalam keadaan dingin. Emas yang menjadi keras dan getas karena dikerjakan, dapat dilunakkan kembali dengan cara dibakar atau dipanaskan sampai suhu tertentu, selanjutnya didinginkan dengan air atau udara.

Paduan emas perak biasanya digunakan untuk perhiasan-perhiasan dan mata uang.

b) *Paduan dengan tembaga.* Emas sering dipadukan dengan tembaga, dengan hasil suatu logam yang warnanya kuning kemerah-merahan. Makin banyak



Gb. IV-2 tanda karat pada paduan emas.

tembaganya, paduan ini makin merah warnanya. Paduan emas tembaga lebih keras dari emas murni, tetapi dapat dipengaruhi oleh udara terutama apabila tembaganya terlalu banyak. Logam ini dapat dikerjakan dengan cara: dituang, ditempa, digiling, diukir dan sebagainya, dalam keadaan dingin. Seperti halnya paduan emas perak, paduan ini dinyatakan dengan karat. Gb. IV—2 menunjukkan contoh tanda karat pada paduan emas.

c) *Paduan dengan perak, tembaga dan seng.* Logam ini merupakan paduan antara: emas dengan patri perak, dengan perbandingan yang tidak tetap. Biasanya paduan ini dibuat oleh pengrajin emas yang membuat barang-barang perhiasan. Logam paduan ini digunakan untuk mematri emas, sehingga disebut patri emas. Logam patri emas suhu cairnya lebih rendah dari suhu cair paduan emas lainnya yang dipatri, sehingga pematrian dapat dilakukan dengan mudah.

### 3) *Paduan perak.*

Perak sering dipadukan dengan logam lainnya, agar diperoleh suatu logam baru yang lebih baik terutama agar lebih keras. Logam-logam lain yang biasa dipadukan dengan perak di antaranya yaitu: tembaga dan seng. Paduan perak yang sering dibuat yaitu:

a) *Paduan dengan seng.* Pemaduan perak dengan tembaga akan menghasilkan logam yang lebih keras dari perak murni. Sifat-sifat logam paduan ini ditentukan oleh banyaknya unsur tembaga di dalamnya, yaitu makin banyak tembaganya hasil paduannya makin keras dan kaku serta mudah rusak dalam udara.

Paduan perak tembaga dibuat dalam berbagai perbandingan, yang dinyatakan dengan tanda angka. Apabila perak dinyatakan berkadar 1000, berarti perak murni. Paduan perak kadar 600, berarti mengandung perak murni sebanyak 60%. Biasanya paduan perak tembaga dibuat dalam kadar 600 sampai dengan 950.

Paduan perak tembaga dapat dikerjakan dengan cara: dituang, ditempa, digiling, diukir dan sebagainya. Biasanya logam ini dikerjakan dalam keadaan dingin, kecuali penuangan.

Logam ini biasanya digunakan untuk: perhiasan, alat-alat rumah tangga, alat-alat upacara, benda-benda hiasan dan sebagainya.

b) *Paduan perak tembaga dan seng.* Logam ini merupakan paduan antara perak dengan loyang. Loyang yang digunakan untuk paduan ini terdiri dari: 40%—60% tembaga dengan 40%—60% seng.

Paduan perak loyang cukup keras, dapat dicairkan dengan mudah dan dituang dengan mudah. Paduan ini biasanya digunakan untuk pembuatan mata uang, kerajinan perak tuangan dan untuk patri keras.

## 9. Paduan-paduan logam lainnya

Di samping jenis-jenis logam paduan yang telah dibahas di depan, masih banyak lagi jenis-jenis logam paduan yang digunakan untuk pembuatan benda-

## **PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM**

benda teknik, khususnya benda-benda kerajinan. Paduan-paduan ini meliputi beberapa macam, yang menggunakan bahan dasar: timah, aluminium dan tembaga. Jenis-jenis paduan yang dimaksud yaitu:

### **1) Paduan tembaga aluminium**

Selain dipadukan dengan timah dan seng, tembaga dapat dipadukan pula dengan aluminium. Paduan ini disebut perunggu aluminium. Perbandingan unsur paduannya yaitu: 7%–10% aluminium dan sisanya tembaga.

Logam paduan ini warnanya kuning keemasan, sehingga sering dinamakan *perunggu emas*. Logam ini dapat dituang dengan baik serta ditempa dalam keadaan dingin maupun pijar. Perunggu emas cukup keras dan kenyal, tahan terhadap pengaruh-pengaruh kimia. Apalagi kadar aluminium lebih dari 10%, paduan logam paduannya menjadi getas.

Perunggu emas banyak dibuat di daerah-daerah yang tidak mempunyai timah, digunakan sebagai pengganti perunggu biasa.

### **2) Paduan timah**

Timah putih yang suhu cairnya rendah, banyak digunakan untuk berbagai bahan dasar paduan. Timah putih dapat dipadukan dengan logam-logam: tembaga, timbel, bismuth, antimon dan cadmium. Logam-logam pepadu tersebut rata-rata suhu cairnya juga rendah, dengan demikian paduannya juga bersuhu rendah.

Macam-macam paduan timah yang sering dibuat di antaranya yaitu:

*a) Logam-logam putih.* Paduan-paduan ini disebut logam putih, karena disesuaikan dengan warnanya yang putih. Logam putih terutama digunakan untuk pembuatan bantalan-bantalan poros. Sifat logam ini di antaranya: lunak, suhu cairnya rendah, mudah dituang dan berkrystal licin pada permukaannya.

Logam putih biasanya dicor langsung pada lubang bantalan, dan seringkali dicetak pada cetakan-cetakan yang terbuat dari besi tuang. Logam ini dapat dipotong dengan alat-alat pemotong logam, atau hanya dengan pisau biasa

Macam-macam logam putih yang sering dibuat yaitu:

(1) *Babits.* Babits yang asli dibuat Inggris dan mengandung: 82% timah, 4% tembaga dan 14% antimon.

(2) *Logam Britania.* Logam ini juga terdiri dari paduan timah, tembaga dan antimon. Perbandingan paduannya yaitu: 90% timah, 2% tembaga dan 8% antimon. Paduan ini sangat baik dituang dan pada saat membeku dia akan memuai. Hal ini sangat menguntungkan apabila logam ini dituang langsung pada lobang bantalan.

(3) *Logam Fenton.* Logam fenton adalah paduan antara 80% timbel, 6% tembaga dan 14% timah. Apabila logam ini timbelnya cukup banyak, akan mengakibatkan sangat tahan terhadap air laut. Oleh karena itu, logam paduan ini banyak digunakan untuk bantalan poros pada kapal-kapal laut.

(4) *Logam Magnolia*. Logam ini merupakan paduan dari: 78% timbel, 6% timah dan 16% antimon. Logam ini suhu cairnya sangat rendah dan tidak tahan terhadap tekanan yang tinggi. Apabila digunakan untuk bantalan-bantalan poros, logam ini dapat mencair dengan sendirinya pada waktu bantalan tersebut naik suhunya karena kekurangan pelumas. Dengan demikian kerusakan poros dapat dihindarkan.

(5) *Logam Parson*. Paduan ini terdiri dari 58% timah, 40% seng dan 2% antimon. Logam ini agak tahan terhadap suhu yang tinggi, maka banyak digunakan untuk bantalan-bantalan turbin uap.

b) *Logam patri*. Paduan timah dengan timbel, dapat digunakan sebagai logam patri, yang disebut *patri lunak*. Logam patri dibuat dalam berbagai jenis patri lunak; yang sering dibuat yaitu:

(1) *Patri bismuth*. Paduan ini terdiri dari dua perbandingan campuran, yaitu:

- (a) Paduan dengan 25% timbel, 20% timah dan 55% bismuth. Logam ini suhu cairnya  $100^{\circ}\text{C}$ .
- (b) Paduan dengan 33% timbel, 33% timah dan 34% bismuth. Logam ini suhu cairnya  $125^{\circ}\text{C}$ .

Logam paduan patri bismuth biasanya digunakan untuk pematrian logam-logam yang mudah cair.

(2) *Patri timah*. Paduan ini terdiri dari logam-logam timah dan timbel, dengan persentase timah yang lebih besar. Paduan patri timah suhu cairnya lebih tinggi dari patri bismuth, maka dapat digunakan untuk mematri: kaleng, timbel, timah dan seng.

Macam-macam perbandingan unsur-unsur paduannya, menentukan tingginya suhu cair, yaitu:

- (a) Paduan dengan 64% timah, 36% timbel, suhu cairnya  $182^{\circ}\text{C}$ ;
- (b) Paduan dengan 70% timah dan 30% timbel, suhu cairnya  $190^{\circ}\text{C}$ ;
- (c) Paduan dengan 50% timah dan 50% timbel, suhu cairnya  $212^{\circ}\text{C}$ .

(3) *Logam sumbat pengaman*. Yang dimaksud logam sumbat pengaman yaitu suatu logam yang digunakan untuk alat keamanan pada pesawat-pesawat tertentu, khususnya pada ketel uap. Logam ini merupakan paduan antara: timbel, timah, bismuth dan cadmium. Logam-logam sumbat pengaman suhu cairnya sangat rendah, yaitu antara  $60^{\circ}-95^{\circ}\text{C}$ .

### 3. RANGKUMAN

Setelah logam-logam paduan ini dibahas, dapatlah dirangkumkan beberapa pokok pengertian, yaitu:

Karena logam-logam murni biasanya terbatas kemampuannya, maka logam-logam murni tersebut biasanya dipadukan menjadi satu, dengan maksud agar

## **PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM**

terjadi logam jenis baru yang lebih sesuai dengan penggunaannya.

Untuk membentuk logam paduan, logam-logam murni yang akan dipadukan harus dicairkan bersama-sama menjadi satu, sesudah bercampur benar logam paduan tersebut segera didinginkan. Logam yang terjadi biasanya mempunyai perpaduan sifat-sifat yang dimiliki oleh logam-logam murninya. Oleh karena itu, biasanya dibuat logam-logam paduan yang berbeda-beda, sesuai dengan penggunaannya.

Untuk mempermudah pengenalan terhadap logam paduan, biasanya logam-logam tersebut diberi nama yang sesuai dengan unsur yang dikandungnya.

Akhirnya dengan bekal pengertian tentang logam paduan ini, diharapkan dapat memberi inspirasi pada para pengrajin, agar dapat menyesuaikan bahan-bahan yang diperlukan serta dapat menciptakan jenis-jenis logam paduan yang baru.

### **4. Daftar Kata Inti**

- Aldrey** : paduan antara Al, Mg, Si dan Fe.  
**Alfenide** : salah satu jenis perak baru.  
**Alpacca** : salah satu jenis perak baru.  
**Aluman** : paduan Al dengan Mn.  
**Antimon** : logam yang titik cairnya  $640^{\circ}\text{C}$ ; sebagai bahan paduan logam putih.  
**Babits** : logam putih, paduan dari 82% Sn, 4% Cu dan 14% antimon.  
**Bismuth** : logam yang titik cairnya rendah, digunakan untuk bahan patri dan sumbat penganan.  
**Bondur** : paduan antara: Al, Cu dan Mg.  
**Brittania** : logam brittania yaitu paduan dari 90% Sn, 8% antimon.  
**Cadmium** : logam yang titik cairnya rendah, bahan paduan logam putih.  
**Chronika** : paduan chrom dengan nikel.  
**Christofle** : perak christofle yaitu suatu jenis perak baru.  
**Deutsche** : paduan deutsche yaitu paduan dari Al, Cu dan Zn.  
**Duralumin** : paduan antara Al, Mn, Cu dan Mg.  
**Elektron** : paduan antara Al, Mg, Mn, Si dan Zn.  
**Fenton** : logam fenton termasuk logam putih, merupakan paduan antara 90% Sn, 2% Cu dan 8% antimon.  
**Hydronalium** : paduan dari Al, Mn, Si dan Fe.  
**Iridium** : salah satu jenis logam mulia.  
**Karat** : kode untuk kadar emas, dengan ketentuan 24 karat = emas murni.  
**Konstantan** : paduan Cu dengan Ni, digunakan untuk kawat-kawat tahanan listrik.  
**Kruppin** : paduan Ni dengan Cr, dibuat oleh pabrik Krupp.  
**Loutal** : paduan Al dengan Cu dan Mn.  
**Loyang** : = kuningan, merupakan paduan dari Cu dan Zn.

<b>Magnolia</b>	: logam magnolia termasuk logam putih, merupakan paduan antara 78% Pb, 6% Sn dan 16% antimon.
<b>Manganin</b>	: paduan Ni, Cu dan Mn.
<b>Monel</b>	: logam monel yaitu paduan dari Ni, Cu dan logam lainnya.
<b>Nibro</b>	: = nikel brons = peruni, merupakan paduan dari Ni dengan perunggu.
<b>Nichrom</b>	: paduan nikel dengan chrom.
<b>Nikelin</b>	: paduan antara Cu, Ni dan Zn, logam ini digunakan untuk tahanan listrik.
<b>Pacfong</b>	: termasuk salah satu jenis perak baru.
<b>Parson</b>	: logam parson termasuk logam putih, merupakan paduan dari 58% Sn, 40% Zn dan 2% antimon.
<b>Perak baru</b>	: paduan dari Cu, Zn dan Ni.
<b>Perunggu</b>	: = brons, merupakan paduan dari Cu dengan Sn.
<b>Peruni</b>	: perunggu nikel, (lihat nibro).
<b>Rhodium</b>	: salah satu logam mulia.
<b>Rose</b>	: logam rose yaitu salah satu logam sumbat, suhu cairnya 95°C.
<b>Silumin</b>	: paduan antara Al, Si dan Mn.
<b>Solder</b>	: = patri.
<b>VA-Krupp</b>	: paduan baja yang terdiri dari 0,15% C, 18% Cr dan 8% Ni.
<b>VF-Krupp</b>	: paduan baja yang terdiri dari 13%–17% Cr dan 1% Ni.
<b>VM-Krupp</b>	: paduan baja yang terdiri dari 0,2%–0,4% C, 12%–17% Cr dan 0,5%–2% Ni.

## 5. Evaluasi

a. Pilihlah salah satu kata atau anak kalimat di dalam kurung, yang paling tepat untuk dirangkaikan dengan kalimat di depannya.

- 1) Untuk mendapatkan logam paduan, logam-logam murni yang dipadukan harus (dicairkan bersama-sama, dilarutkan bersama-sama, ditempa menjadi satu, dicampur dalam bentuk padat).
- 2) Paduan baja dengan 18% Cr, 8% Ni, disebut (M–KRUPP, VF–KRUPP, VA–KRUPP).
- 3) Paduan yang terutama terdiri dari tembaga dan timah disebut (loyang, perunggu, kuningan, babits).
- 4) Warna loyang yaitu (merah, merah kehitam-hitaman, kuning, putih).
- 5) Berat jenis duralumin (2,8; 2,07; 2,65; 2,7)..
- 6) Paduan nikel yang sering digunakan untuk perhiasan yaitu (nikelin, logam monel, perak baru, fenton).
- 7) Logam putih terutama digunakan untuk (bahan patri, bahan sumbat, bantalan poros, perhiasan).
- 8) Logam rose suhu cairnya (95°C, 100°C, 190°C, 182°C).
- 9) Emas 12 karat, mengandung emas munir sebanyak (12%, 50%, 48%, 25%).
- 10) Untuk bahan patri, perak biasanya dipadukan dengan (kuningan, perunggu, aluminium, nikelin).

**PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM**

**b. Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan singkat dan jelas.**

- 1) Apakah yang dimaksud logam perunggu itu? Bagaimanakah sifatnya? Dalam kerajinan logam ini digunakan untuk apa?
  - 2) Apakah perbedaan loyang tuang dengan loyang kepal?
  - 3) Apakah yang dimaksud brons?
  - 4) Dengan apa saja emas dapat dipadukan? Bagaimana sifat masing-masing paduan tersebut? Logam apakah yang biasa digunakan untuk mematri emas?
  - 5) Apakah yang anda ketahui tentang perunggu aluminium? Bagaimana warna paduan ini?
-



# BAB V

## LOGAM RONGSOK

### 1. Pendahuluan

Di dalam bab III dan IV telah dibahas tentang bermacam-macam logam yang sering digunakan untuk barang-barang kerajinan. Logam-logam yang telah disebutkan pada bab tersebut merupakan hasil dari pabrik-pabrik pengolahan logam, diperdagangkan dalam bentuk-bentuk tertentu sesuai dengan normalisasi yang telah disetujui. Logam-logam itu sifat-sifatnya dapat dipertanggung jawabkan, karena merupakan barang yang masih baru.

Selain logam-logam yang telah disebutkan, masih ada jenis logam lain yang dapat digunakan untuk pembuatan barang-barang kerajinan, yaitu *logam rongsok*. Logam *rongsok* yaitu semua jenis logam yang diperoleh dari para pedagang rongsokan atau *rombengan*, yang biasanya berjual beli barang-barang yang tidak baru. Para pedagang rongsokan tersebut biasanya memisahkan barang-barang yang sejenis bahannya, kemudian memperdagangkan jenis-jenis barang tersebut sesuai dengan kelompoknya. Di antara barang-barang rongsokan tersebut terdapat banyak sekali barang yang bahannya logam, yang biasanya diperdagangkan dengan diukur beratnya. Logam-logam rongsokan ini ternyata dapat digunakan untuk pembuatan barang-barang kerajinan dengan mutu yang tidak banyak bedanya dengan logam-logam aseli dari pabrik logam, justru harganya lebih murah. Oleh karena itu para pengrajin logam banyak yang menggunakan logam-logam rongsok untuk benda-benda produksinya.

Oleh karena logam rongsok diperoleh dari tempat-tempat pembuangan yang tidak selalu mendapat perawatan yang baik, maka untuk mengerjakan logam jenis ini harus lebih teliti; bila dibandingkan dengan logam-logam aseli, misalnya harus dibersihkan lebih dahulu. Selain itu, logam rongsok harus diteliti jenis-jenisnya, agar tidak terjadi kekeliruan bahan yang digunakan untuk pembuatan benda kerajinan, dalam rangka menjaga kualitas produksinya.

### 2. Macam-macam logam rongsok

Telah dibahas bahwa logam rongsok diperoleh dalam bentuk barang rombengan, hal ini mengakibatkan logam-logam itu bercampur satu sama lainnya

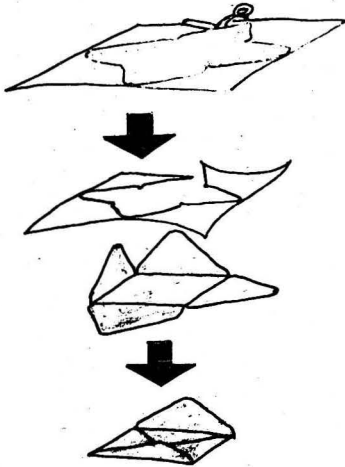
## PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM

dengan bentuk, jenis bahan, ukuran, yang berbeda-beda. Untuk lebih mudahnya, logam rongsok dibedakan menurut asal, bentuk, dan bahannya.

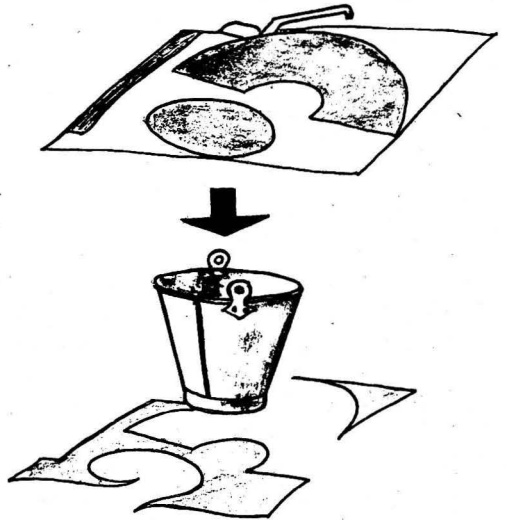
### 3. Logam sisa

Apabila akan dibuat sebuah sampul surat dari selembar kertas segi empat (lihat Gb. V-1), lebih dahulu kertas tersebut harus dipotong dengan bentuk tertentu, kemudian hasil potongan itu direkatkan sedemikian rupa sehingga terbentuk sampul yang diinginkan. Kertas bahan segi empat tadi tidak seluruhnya digunakan, melainkan ada sebagian yang tidak terpakai. Bagian yang tidak terpakai ini dinamakan *sisa*.

Demikian pula apabila akan dibuat suatu benda dari sepotong logam, tidaklah seluruhnya bahan tersebut digunakan, sehingga selalu akan menghasilkan sisa. Bagian logam yang tidak terpakai itu disebut *logam sisa*. Sebagai contoh pada Gb. V-2 ditunjukkan cara pemotongan pelat logam untuk pembuatan sebuah ember.



Gb. V-1 pembuatan sampul surat



Gb. V-2 pemotongan pelat logam untuk ember

Biasanya logam sisa masih sama sifat-sifatnya dengan logam utuhnya, hal ini disebabkan karena pengerjaan dengan cara pemotongan dan sebangsanya tidak mengubah sifat-sifat pokoknya. Logam sisa diperoleh dari pabrik-pabrik industri yang menggunakan bahan logam, atau di pasar loak. Logam ini bentuknya tidak menentu, sesuai dengan jenis-jenis penggunaan pada pabrik yang menghasilkannya. Di antara bentuk-bentuk yang sering ditemukan yaitu: potongan-potongan, sayatan, butiran dan sebagainya.

Menurut benda asalnya, logam sisa dibedakan: dari logam lempengan, dari profil-profil dan logam-logam beram.

### 1. Logam sisa dari lempengan atau lembaran

Logam ini terdiri dari sisa-sisa logam yang berbentuk potongan-potongan lembaran: baja, tembaga, loyang, perunggu, aluminium, seng, paduan-paduan aluminium, timah dan sebagainya. Potongan-potongan ini merupakan sisa dari pembuatan barang atau benda tertentu, yang dibuat dari lembaran-lembaran logam.

Logam-logam sisa dari lembaran dapat digunakan untuk berbagai macam benda kerajinan, di antaranya yaitu:

- a) Untuk benda-benda mainan anak-anak dapat digunakan logam-logam: baja, seng, aluminium, kuningan, paduan aluminium;
- b) Untuk benda-benda hiasan menggunakan logam-logam: loyang, aluminium, paduan aluminium, seng, tembaga;
- c) untuk bahan patri menggunakan logam-logam: loyang, timah;
- d) untuk alat-alat pertukangan dan pertanian menggunakan logam-logam: baja, tembaga, timah, aluminium.

Logam sisa dari lembaran-lembaran biasanya dikerjakan dengan cara: dilipat, dipatri, diukir, ditempa, dicor dan sebagainya, sesuai dengan maksud pengerjaannya. Pada Gb. V-3 ditunjukkan sebuah lampu dari sisa lembaran seng yang dikerjakan dengan cara dilipat dan dipatri.



Gb. V-3 lampu penerangan kebun

**2. Logam sisa dari profil**

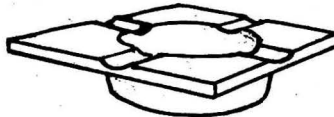
Logam-logam yang sering digunakan untuk pembuatan kerangka-kerangka suatu bangunan biasanya berbentuk profil, misalnya; profil baja, profil paduan aluminium dan sebagainya. Pembuatan kerangka-kerangka bangunan dengan bahan profil selalu menghasilkan sisa yang berbentuk potongan-potongan dengan ukuran yang tidak menentu. Potongan-potongan sisa profil dapat digunakan untuk berbagai jenis benda kerajinan, di antaranya:

a) *Dari profil baja.* Logam ini merupakan potongan-potongan sisa profil baja yang meliputi bentuk-bentuk: I, L, H, U, rel, dan sebagainya. Logam ini sisa ini dapat dimanfaatkan untuk alat-alat pertanian, alat-alat pertukangan, senjata, pisau dan benda-benda kerajinan tempaan lainnya. Sebagai contoh Gb. V-4 ditunjukkan potongan profil baja dan setelah dikerjakan menjadi sebuah alat pertanian (cangkul).



Gb. V-4 potongan profil baja dan penggunaannya.

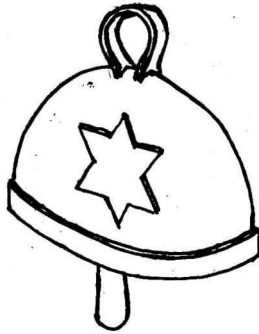
b) *Dari profil-profil aluminium dan paduannya.* Profil-profil aluminium dan paduannya saat ini banyak digunakan untuk bermacam-macam bangunan: gedung, meubel, karoseri mobil dan sebagainya. Sisa-sisa pembuatan bangunan-bangunan tersebut dapat dimanfaatkan untuk dibuat benda-benda kerajinan, terutama dengan cara: dicor, ditempa, diukir, dipotong. Benda-benda kerajinan yang dihasilkan dari logam sisa ini misalnya hiasan-hiasan dan sebagainya. Gb. V-5 menunjukkan sebuah tempat abu rokok dari aluminium dengan sistem cor.



Gb. V-5 tempat abu rokok

c) *Dari profil tembaga dan paduannya.* Tembaga dan paduan-paduan tembaga yang biasanya berbentuk: batangan, silinder, pipa, pita dan bentuk lainnya, banyak ditemukan di pasaran sebagai potongan-potongan sisa. Logam ini meliputi: tembaga, loyang, perunggu dan paduan tembaga lainnya. Dengan menggunakan teknik: cor, tempa, ukir dan sebagainya, logam sisa profil tembaga dan paduannya dapat digunakan untuk benda-benda kerajinan. Di antara hasil

kerajinan cor yang menggunakan bahan sisa-sisa profil tembaga dan paduannya yaitu: alat seterika, genta, lonceng, gamelan dan sebagainya, seperti terlihat pada Gb. V-6.

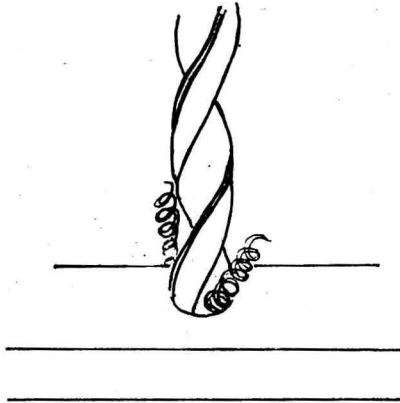


Gb. V-6 sebuah genta dari loyang

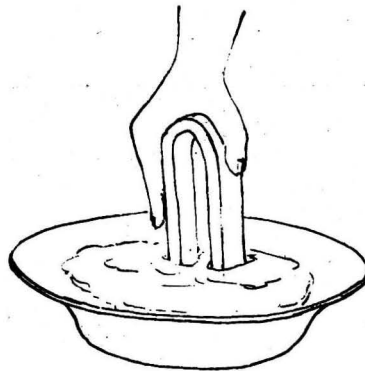
### 3) Beram-beram

Yang dimaksud *beram* yaitu logam sisa yang berbentuk sayatan atau serbuk yang terjadi pada waktu mengerjakan logam dengan menggunakan alat atau mesin tertentu, di antaranya pengeboran, pembubutan, pengetaman, pengefraisan, penggerendaan, pengikiran, penggosokan dengan ambril dan sebagainya.

Logam-logam sayatan terutama terdiri dari: baja, tembaga, paduan tembaga, aluminium, paduan aluminium, timah, seng dan sebagainya. Logam-logam sisa yang berbentuk serbuk berasal dari: baja, tembaga, paduan tembaga, aluminium, paduan aluminium, logam-logam mulia dan sebagainya. Logam-logam sayatan dapat digunakan untuk benda-benda kerajinan cor (tuangan), dengan cara meleburkan bersama-sama dengan potongan-potongan profil atau logam bekas. Selain itu logam sisa yang berbentuk sayatan ini sering digunakan untuk logam patri dan logam las, misalnya: sayatan baja, sayatan loyang, sayatan tembaga, sayatan timah, sayatan aluminium, sayatan logam mulia dan sebagainya. Logam sisa yang berbentuk serbuk dapat dimanfaatkan untuk pembuatan benda-benda kerajinan dengan teknik cor, atau dapat digunakan pula untuk membuat logam paduan. Perlu diketahui bahwa serbuk-serbuk logam non ferro sering bercampur dengan serbuk-serbuk baja, terutama apabila serbuk ini hasil pengikiran. Hal ini dapat menimbulkan kesulitan pada pengerjaannya. Oleh karena itu serbuk logam non ferro tersebut harus dibersihkan lebih dulu sebelum dicairkan, dengan menggunakan sebatang magnet yang diaduk-adukkan pada serbuk yang masih bercampur. Serbuk-serbuk baja dapat melekat pada magnet; sedangkan serbuk logam non ferro sulit melekat, sehingga serbuk-serbuk logam yang berbeda itu dapat dipisahkan dengan mudah.



Gb. V-7 sayatan yang terjadi pada pengeboran



Gb. V-8 memisahkan serbuk baja dari serbuk logam non ferro

#### 4. Logam bekas pakai

Apabila kita membeli sekaleng susu dan susu tersebut telah kita habiskan, maka tinggalah sebuah kaleng kosong yang tidak berguna lagi. Biasanya kaleng itu dibuang begitu saja atau dijual ke tukang loak. Kaleng kosong itu dinamakan *barang bekas* atau *logam bekas* karena bahannya terbuat dari logam. Mengapa dinamakan logam bekas? Tiada lain karena benda logam itu sudah pernah digunakan untuk sesuatu penggunaan. Khususnya kaleng susu tersebut dinamakan logam bekas, karena kaleng pernah digunakan untuk menampung serta menyimpan susu agar dapat diperdagangkan dengan aman dan apabila susunya telah diambil berarti penggunaannya telah selesai.

Apabila seorang ibu mempunyai panci yang digunakan untuk memasak, pada suatu waktu akhirnya panci itu akan rusak dengan sendirinya, misalnya bocor. Dalam keadaan demikian apabila kerusakan itu tidak dapat diperbaiki lagi, panci itu harus dibuang. Panci yang sudah bocor itu juga dinamakan logam bekas, karena sudah pernah digunakan untuk sesuatu penggunaan. Berbeda dengan kaleng susu pada contoh pertama; panci bekas dihentikan penggunaannya dengan terpaksa karena rusak.

Dari contoh-contoh di atas, ternyata terdapat bermacam-macam jenis logam bekas, meliputi: barang-barang yang sudah rusak, sudah tidak berfungsi lagi, atau barang itu sudah tidak sesuai lagi dengan mode atau perkembangan jaman dan sebagainya.

Beberapa macam logam bekas yang dapat diperoleh yaitu:

#### 1) *Dari besi dan baja*

Logam ini banyak ditemukan dalam berbagai bentuk barang bekas, yang terdiri dari baja dan besi tuang. Barang-barang bekas dari besi dan baja dapat dimanfaatkan dalam industri kerajinan maupun industri-industri berat. Sebagai contoh, industrialis-industrialis Jepang mengimport besi bekas kapal, bekas mobil dan sebagainya. Agar lebih jelas logam bekas dari besi dan bekas kita bedakan:

a) *Dari baja.* Profil-profil baja banyak digunakan untuk pembuatan kerangka-kerangka bangunan gedung, jembatan, kendaraan dan sebagainya. Lembaran-lembaran baja banyak digunakan untuk pembuatan dinding-dinding ketel uap, tanki minyak dan sebagainya. Apabila bangunan-bangunan itu sudah rusak atau telah dibongkar, akan diperoleh baja bekas. Baja bekas itu biasanya telah berlapiskan karat, cat, minyak pelumas, debu, serta kotoran-kotoran lainnya.

Baja bekas yang meliputi: profil, lembaran, pipa, bagian-bagian mesin dapat digunakan untuk pembuatan barang-barang kerajinan dengan cara ditempa atau dipotong. Contoh-contoh hasil kerajinan yang dibuat dari baja bekas yaitu: alat pertukangan, alat pertanian, pisau, senjata, hiasan dan sebagainya. Untuk lebih jelasnya baca tentang penempaan.

b) *Dari besi tuangan.* Besi tuang biasanya digunakan dan dipakai untuk pembuatan kerangka mesin, roda-roda gigi, alat dapur dan lain-lainnya. Logam bekas besi tuang dapat digunakan lagi untuk pembuatan barang-barang kerajinan tertentu, terutama yang menggunakan teknik tuangan.

Seperti halnya pada baja bekas, besi tuang bekas biasanya juga berlapiskan karat, minyak, cat dan kotoran-kotoran lainnya. Lapisan-lapisan itu dapat hilang dengan sendirinya pada waktu logam dicairkan. Untuk lebih jelasnya, baca lebih lanjut tentang pengecoran.

c) *Dari kaleng.* Kaleng yang biasanya berbentuk kotak segi empat atau silinder, banyak digunakan sebagai bahan pembungkus. Sebenarnya logam yang digunakan untuk bahan pembuat kaleng adalah pelat besi yang telah dicelupkan pada cairan seng murni, seperti yang telah diuraikan pada bab logam murni. Oleh karena pelat ini biasanya digunakan untuk pembuat kaleng, maka dapat disebut

## **PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM**

logam kaleng. Logam kaleng bekas yang berbentuk silinder maupun berbentuk segi empat dapat digunakan untuk berbagai jenis benda ketajinan, misalnya: jambangan bunga, permainan kanak-kanak dan sebagainya. Pada Gb. V-9 digambarkan sebuah jambangan bunga yang dibuat dari kaleng bekas susu.



*Gb. V-9 jambangan bunga dari kaleng*

### **2) Dari aluminium dan paduan-paduannya**

Aluminium dan paduan-paduan aluminium bekas ditemukan dalam bentuk: bekas-bekas bagian mesin, bekas kapal terbang, kerangka bangunan, alat-alat rumah tangga dan sebagainya. Logam bekas ini dapat dimanfaatkan untuk pembuatan barang-barang kerajinan tuangan, tempaan, rangkaian dan dengan teknik pengerjaan lainnya.

Aluminium dan paduan aluminium selalu berlapis dengan oksida aluminium, dengan cat serta kotoran lainnya. Lapisan-lapisan itu dapat dihilangkan dengan cara dibersihkan atau direduksikan pada waktu mencairkannya.

### **3) Dari tembaga dan paduan-paduannya**

Tembaga, perunggu, loyang dan paduan-paduan tembaga lainnya banyak ditemukan dalam bentuk benda-benda bekas. Di antara logam-logam itu ialah: pelat-pelat tembaga bekas ketel uap, bantalan poros dan roda-roda dari perunggu, selongsong peluru dari loyang dan sebagainya. Logam-logam bekas jenis ini selalu berlapis dengan oksida tembaga atau kotoran-kotoran lain.

Seperti logam-logam aslinya, logam-logam bekas dari tembaga serta paduan-paduannya dapat digunakan untuk pembuatan barang-barang kerajinan tuangan, berukir, tempaan dan sebagainya. Untuk lebih jelasnya baca tentang logam murni dan teknik-teknik pengerjaan. Pada gb. V-10 diperlihatkan gambar selongsong peluru dari loyang.

### **4) Dari seng**

Seng bekas ditemukan dalam bentuk lebaran atau benda-benda tuangan. Logam ini seringkali masih dapat ditemukan pula pada bekas batu battery kering,



walaupun sudah tidak utuh lagi. Seng bekas masih dapat dipakai dengan baik untuk pembuatan barang-barang kerajinan secara murni. Selain itu logam ini juga sering digunakan untuk membuat berbagai jenis logam paduan dengan seng. Sifat-sifat seng bekas dan cara pengerjaannya sama dengan seng murni yang langsung dihasilkan oleh pabrik.



Gb. V-10 selongsong peluru dari layang

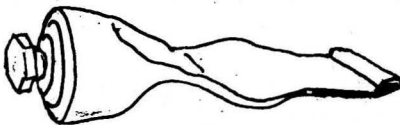
#### 5) Dari timah

Timah putih bekas banyak ditemukan dalam bentuk lembaran-lembaran bekas pelapis bungkus makanan, rokok dan sebagainya. Logam ini sesudah dibersihkan dari kotoran yang melekat pada permukaannya dapat digunakan untuk bahan pembuatan patri lunak, perunggu dan barang kerajinan lainnya.

#### 6) Timbel

Timbel bekas ditemukan dalam bentuk pipa, tube, lembaran-lembaran dan bentuk lainnya. Timbel bekas selalu berlapis oksida timbel dan seringkali terdapat pula kotoran-kotoran lainnya. Sesudah logam ini dipisahkan dari kotorannya, dapat digunakan untuk bahan pembuatan patri lunak, landasan pelubang, landasan pengukir dan sebagainya.

Pada gb. V-11 ditunjukkan gambar sebuah tube bekas pembungkus tinta stensil.



Gb. V-11 tube tinta stensil dari timbel

#### 7) Nikel dan paduan-paduannya

Nikel dan terutama paduan-paduannya dapat ditemukan dalam bentuk tertentu, di antaranya yaitu: mata uang, kawat pada alat-alat pemanas listrik dan sebagainya.

Logam bekas yang berasal dari nikel murni dapat digunakan untuk melapis barang-barang kerajinan dari logam yang tidak tahan karat, sedangkan benda-

## **PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM**

benda bekas dari paduan nikel dapat digunakan untuk bahan pembuatan perhiasan-perhiasan.

### **8) Logam-logam mulia dan paduan-paduannya**

Platina, emas, perak dan paduan-paduannya banyak ditemukan dalam bentuk perhiasan serta barang-barang kerajinan lainnya. Benda-benda bekas dari logam mulia yang bentuknya masih baik dapat dipakai lagi sebagai benda aslinya dengan cara membersihkan dan menghaluskannya lebih dahulu.

Logam bekas dari mata uang yang terbuat dari logam mulia atau paduan-paduannya dapat digunakan sebagai bahan pembuatan barang-barang kerajinan. Mata uang dari paduan perak dapat langsung dipakai untuk bahan patri keras.

## **3. RANGKUMAN**

*Logam-logam rongsok yang terdiri dari logam sisa dan logam bekas sangat mudah diperoleh dalam perdagangan, justru harganya jauh lebih murah daripada logam-logam yang langsung dikeluarkan oleh pabrik-pabrik logam. Hal ini mengakibatkan banyak sekali para pengrajin dan industriawan yang memanfaatkannya sebagai bahan pembuat barang hasil produksinya.*

*Logam-logam bekas biasanya sudah dikotori oleh lapisan-lapisan kotoran, oleh karena itu harus dibersihkan lebih dahulu sebelum logam-logam tersebut akan dikerjakan. Suatu kesulitan lainnya apabila logam bekas digunakan sebagai bahan pembuatan benda-benda kerajinan yaitu kadar dan mutunya tidak dapat ditentukan dengan mudah.*

*Walaupun demikian, penggunaan logam bekas dan logam sisa tetap penting dalam dunia kerajinan logam, karena dengan bahan-bahan itu harga barang-barang kerajinan yang dibuat dapat lebih murah harganya, sehingga membantu pemasarannya.*

## **4. Daftar Kata Inti**

<b>Bantalan poros</b>	: tempat kedudukan poros berputar,
<b>beram</b>	: sisa berupa sayatan atau serbuk pada pengerjaan logam,
<b>bor</b>	: alat pembuat lubang,
<b>bubut</b>	: alat untuk mengerjakan logam agar bulat,
<b>frais</b>	: girik, mesin pengerjaan logam,
<b>ketel uap</b>	: mesin pembuat uap air,
<b>selongsong</b>	: tabung tempat obat pada peluru senapan,
<b>tube</b>	: tabung pembungkus sesuatu pasta.

## **5. Evaluasi**

*Tuliskan di dalam kurung yang disediakan, huruf B kalau betul, dan S kalau salah, pernyataan-pernyataan di bawah ini.*

1) ( ) Logam rongsok diperoleh di pasar loak.

- 2) ( ) Logam kaleng susu termasuk logam sisa.
- 3) ( ) Logam sisa tidak semurni logam aslinya.
- 4) ( ) Panci yang sudah rusak disebut logam bekas.
- 5) ( ) Baja-baja bekas tidak dapat ditempa.
- 6) ( ) Besi tuang bekas dapat dituang lagi.
- 7) ( ) Sayatan-sayatan besi dan logam lainnya yang dihasilkan pada waktu mengerjakan logam disebut beram.
- 8) ( ) Bekas tube tinta dapat digunakan untuk bahan patri lunak.
- 9) ( ) Bekas-bekas perhiasan dari logam mulia harus dilebur lagi.
- 10) ( ) Bekas mata uang perak dapat digunakan langsung untuk patri keras.

*Jawablah pertanyaan-pertanyaan ini.*

- 1) Apa yang dimaksud logam rongsok? Jelaskan.
  - 2) Lapisan apakah yang biasanya terdapat pada permukaan logam rongsok?
  - 3) Apakah gunanya nikel bekas?
  - 4) Sebutkan macam-macam logam mulia bekas.
-

# **UNIT TIGA**

## **TEKNOLOGI DASAR PEMBUATAN BARANG KERAJINAN LOGAM**

Unit tiga ini menguraikan teknik-teknik dasar pembentukan barang kerajinan logam yang akan mengantarkan kepada cara-cara pembuatan benda kerajinan logam. Pada tiap-tiap bab akan membicarakan cabang-cabang teknik pengerjaan logam yang termasuk juga alat-alat serta bahan pembantu. Hal ini dimaksudkan agar pengertian teknik dasar pembentukan barang kerajinan logam dapat dimengerti dan dipahami.

Perpustakaan  
Direktorat Pendidikan dan  
Pembinaan Kebudayaan  
Jalan ...

# BAB VI

## PENEMPAAN

### 1. Pendahuluan

Di dalam rumah tangga dijumpai: bendo, lading, parang, kendil, dandang, kenceng, cangkul, sabit, mata bajak dan sebagainya. Mana yang belum pernah dilihat? Apa yang sudah dimiliki? Di dalam rumah tangga sehari-hari alat-alat tersebut gunanya amat penting, bukan? Kapan alat-alat tersebut tidak lagi dibutuhkan manusia? Bagaimana alat itu dibuat? Sangat lazim ia dibuat dengan teknik tempa. Maksudnya bahan logam di pukul-pukul hingga menjadi bentuk benda yang dikehendaki. Dengan kata lain bahwa menempa ialah merubah bentuk logam dengan teknik di pukul.

Pada bab VI ini dapat di baca tentang penempaan agar dalam pembuatan barang kerajinan logam yang melalui proses tempa tidak banyak menjumpai kesulitan.

### 2. Alat-alat Tempa

Pernahkah kita masuk ke bengkel tempa disuatu perusahaan?

Dalam suatu bengkel tempa akan dijumpai tempat pembakaran, besi landasan, kotak arang, palu tempa dan sebagainya. Pernahkah melihat alat semacam itu?

### 3. Dapur tempa

Tempat pembakaran besi pada bengkel tempa disebut dapur tempa. Ada juga orang menyebutnya *perapen* (asal k kata dari *perapian*). Dapur tempa ada yang dapat dipindah-pindah dan ada yang tetap tak dapat dipindah ke tempat lain. Dapur tempa yang dapat dipindah-pindah disebut dapur tempa lapangan. Lihat Gb. VI-1.

Karena dapat dipindah-pindah mesti saja kecil bentuknya dan ringan. Maka daya tampung pemanasan tidak besar. Karena itu hanya dapat dibuat api kecil.

Dapur ini sangat sederhana, dibuat dari baja siku dan baja pelat yang dilengkapi dengan kipas angin untuk mengatur temperatur atau panas yang dibutuhkan.

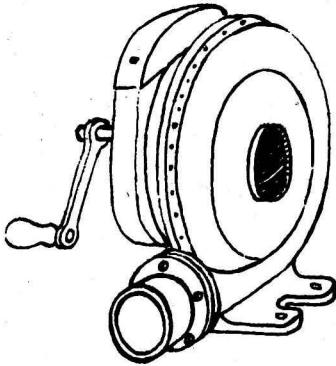
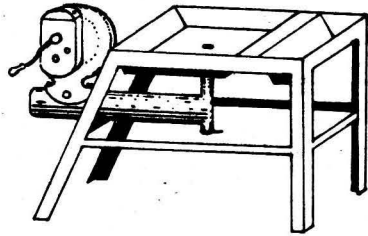
Bengkel tempa permanen akan memiliki dapur tempa yang tetap, tak dapat dipindah-pindah. Seluruhnya sering dibuat dari baja tuang atau baja siku dan baja

## PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM

pelat. Sistem lama biasa menggunakan pasangan batu merah.

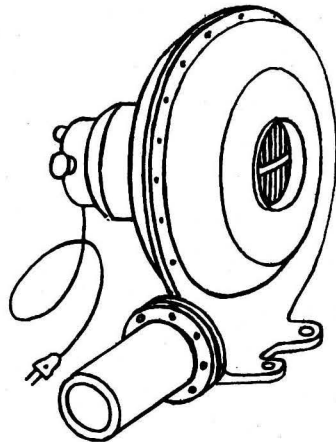
Dapur tempa ini dilengkapi dengan kipas angin, tempat air (pendingin) dan cerobong asap. Berputarnya roda baling-baling pada kipas angin ada yang digerakkan dengan pedal dan ada juga yang digerakkan dengan motor listrik seperti tampak pada Gb. VI-2 dan Gb. VI-3. Angin yang dihasilkan akan menghembus api melalui pipa. Pipa ini akan bersambung dengan besi mata. Letak besi mata ada yang di bawah dan ada yang di samping tempat api. Yang di bawah disebut *puput bawah* dan yang di samping disebut *puput-samping*.

Gb. VI-1 dapur tempa lapangan

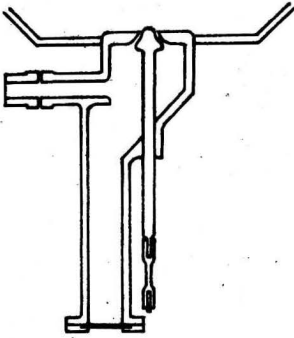


Gb. VI-2 kipas angin tempa dengan pedal

Gb. VI-3 kipas angin tempa dengan motor

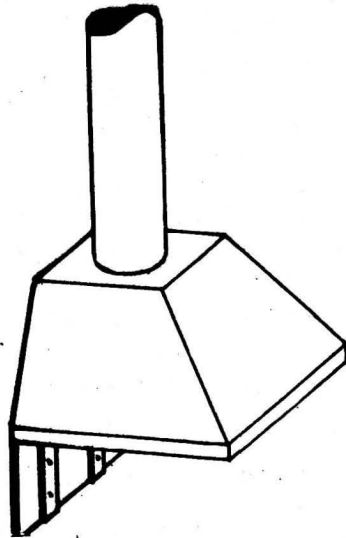


Udara yang ada di dalam besi mata diteruskan menghembus api yang diatur oleh *lidah-perunjung*. Pada besi mata terdapat pula *keran baut* atau sorongan. Abu yang telah jatuh dan berkumpul pada besi mata akan dapat dikeluarkan dengan membuka keran-baut atau membuka sorongan. Lihat Gb. VI-4.



Gb. VI-4 penampang besi mata

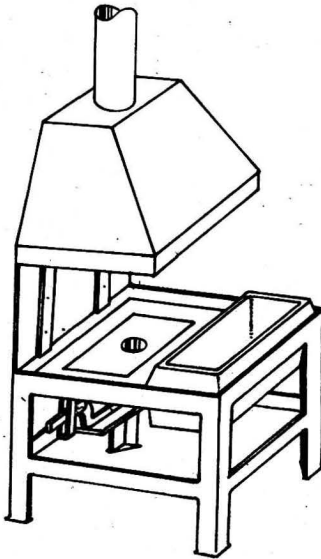
Tempat air akan berfungsi untuk menaruh air. Air akan digunakan untuk membasahi arang yang ditaruh di sekeliling api agar tidak terbakar atau mencegah terbakarnya zat arang yang sebenarnya belum diperlukan. Maka kadang-kadang digunakan pula alat semprot untuk menyemprot arang di sekitar api. Jika zat arang telah terbakar, maka panasnya tak akan berguna dan percuma saja.



Gb. VI-5 tutup asap dan cerobong asap

Asap pembakaran pada dapur tempa harus segera dikeluarkan. Maka dapur tempa dilengkapi dengan tutup asap dan cerobong asap untuk mengeluarkan asap, seperti tampak pada Gb. VI-5.

Bengkel tempa yang besar dan modern banyak menggunakan mesin isap untuk mengeluarkan asap. Tutup asap dibuat sedemikian rupa dan cerobong asap diganti dengan pipa isap yang disalurkan lewat bawah tanah. Asap diisap oleh pipa-pipa isap yang dihubungkan dengan mesin isap. Lihat Gb. VI-6.



Gb. VI-6 dapur tempa dengan tutup asap

### 3. Besi landasan (paron)

Kelengkapan bengkel tempa yang kedua ialah besi landasan yang disebut juga *paron*. Bagaimana menggunakan alat tersebut? Paron adalah besi landasan tempat tumpuan yang kuat dari pada logam yang dikerjakan dengan pukulan-pukulan palu. Beratnya 50 sampai 350 kg dan dibuat dari baja tuang. Ada juga yang dibuat dari baja yang tak dapat disepuh, kecuali bagian muka landasan atau bagian atas.

Besi-besi landasan harus dilengkapi dengan alas yang tinggi. Alas yang baik adalah kayu, lebih-lebih bagian tonggak. Juga dapat ditaruh di atas tumpuan beton yang ditutup dengan lempeng baja.

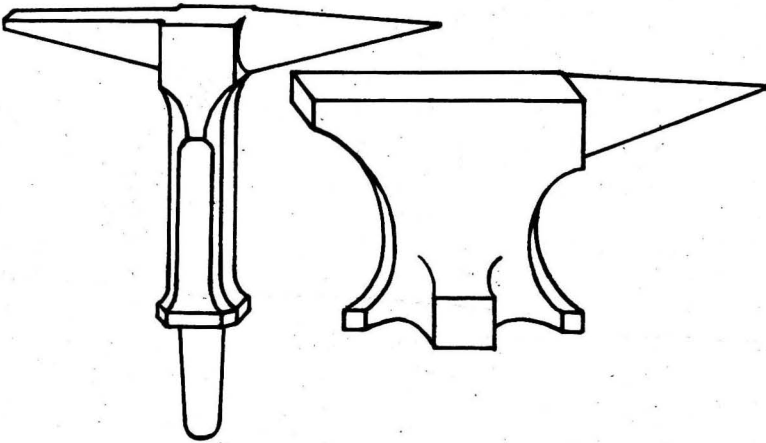
Besi landasan ada yang bertanduk satu dengan penampang bundar dan ada yang bertanduk dua dengan penampang persegi dan bundar. Lihat Gb. VI-7. Biasanya landasan yang bertanduk dua bentuknya kecil dan cukup didirikan pada



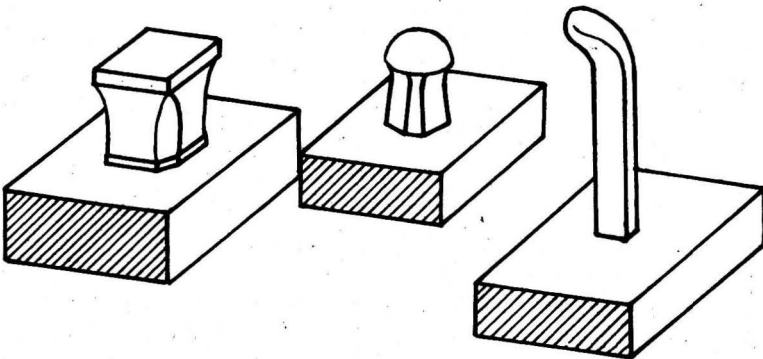
alas kayu. Tanduk bundar itu gunanya untuk meregang dan membuat gelang-gelang.

Pernahkah kita melihat studio tukang perak?

Di sana dapat dilihat bentuk paron lebih kecil lagi dari pada yang diterangkan tadi. Bentuknya ada yang persegi dan ada yang bundar, alasnya dari kayu. Lihat Gb. VI-8. Mukanya halus dan mengkilat. Paron tersebut biasa digunakan untuk landasan menempa perak atau tembaga menjadi bentuk cekung. Karena di toko-toko bentuk paron sekecil itu beratnya 1 kg sampai 10 kg jarang didapat maka dapat dibuat sendiri dengan memasang palu baja pada landasan kayu.



Gb. VI-7 macam-macam besi landasan

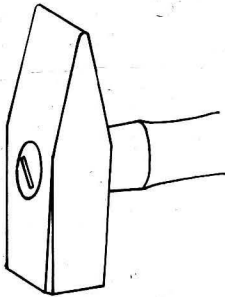


Gb. VI-8 macam-macam paron kecil

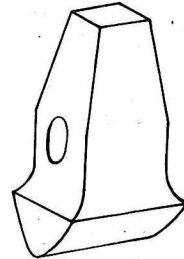
**4. Palu tempa**

Tidak kalah pentingnya bahwa bengkel tempa harus lengkap dengan palu tempa. Seperti apa bentuknya? Palu tempa dibuat dari baja perkakas, beratnya dari 0,5–2 kg. Panjang tangkai 30–40 cm. Lihat Gb. VI–9. Tangkai ini yang baik dipilih kayu yang seratnya padat dan ulet seperti kayu asam, jeruk, pinus dan sebagainya. Mata palu mempunyai bagian-bagian yang disebut *punca* atau *pengungsil* atau juga disebut *pengembang atas* yaitu ujung palu yang pipih. Gunanya untuk mengembangkan dengan arah tertentu. Umpamanya: memanjangkan, membengkokkan dan sebagainya. Palu pengembang atas sering juga dibuat tersendiri secara khusus. Lihat Gb. VI–10. Ujung palu yang permukaannya luas itu disebut *muka palu* atau *gepakan* yang disebut juga *pengembang*. Gunanya untuk memipihkan atau membentuk bagian benda yang ditempa. Kadang-kadang juga dibuat tersendiri palu pengembang. Lihat Gb. VI–11 .

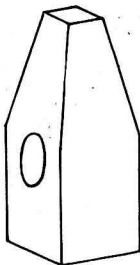
Palu-palu tempa yang mempunyai pengembang (gepakan) atau pengembang atas (pengungsil) disebut palu tempa biasa. Ada lagi jenis palu tempa biasa yang beratnya 2–10 kg dan panjang tangkainya 75–125 cm. Ia disebut palu tempa besar, namun jarang dipakai. Semua palu tempa pada tiap-tiap muka dan punca disepuh agar lebih keras.



*Gb. VI–9 palu tempa*

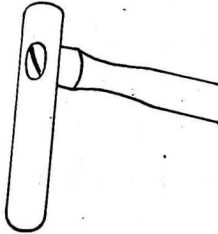


*Gb. VI–10 palu pengembang atas*



*Gb. VI–11 gepakan atau palu pengembang*

Untuk menempa benda pekerjaan yang berbentuk cekung seperti dandang, kendil, bokor dan sebagainya digunakan palu ondel, dibuat dari baja perkakas yang disepuh. Lihat Gb. VI-12.



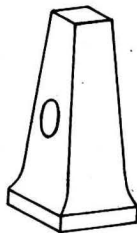
Gb. VI-12 palu ondel

#### 5. Palu perata dan pelana

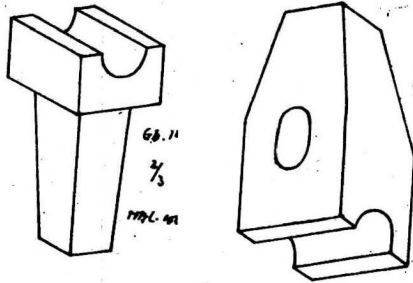
Pukulan-pukulan terakhir pada pekerjaan menempa adalah menghilangkan permukaan yang tidak rata karena pukulan palu tempa biasa dengan kekuatan tertentu. Pekerjaan meratakan ini menggunakan palu perata seperti tampak pada Gb. VI-13. Mukanya hanya rata yaitu disebut muka perata yang diasah sampai halus dan disepuh.

Jika hendak meratakan dan menghaluskan benda tempaan, maka dipakai alat pelana-atas dan pelana bawah. Lihat Gb. VI-14. Bentuknya bermacam-macam dari yang besar sampai kecil. Kecuali itu ada juga landasan pelana serba guna, seperti tampak pada Gb. VI-13.

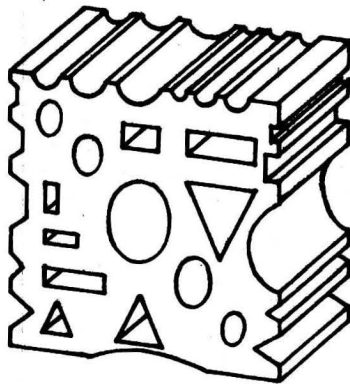
Kaki pelana bawah dimasukkan ke dalam lubang besi landasan, benda tempaan diletakkan pada paritnya dan pelana atas ditumpangkan di atasnya kemudian punggung pelana atas yang di pukul-pukul. Seorang mengatur benda tempaan dan seorang lagi memukulnya pelan-pelan.



Gb. VI-13. palu perata



**Gb. VI-14. pelana atas dan pelana bawah**



**Gb. VI-15. landasan pelana serbaguna**

**6. Tanduk cincin dan jembatan**

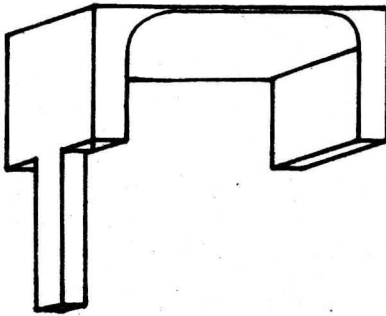
Mata rantai, gelang-gelang kecil dan sebangsanya dari hasil tempaan dibuat dengan landasan tempa yang bulat. Karena tanduk tempa yang bulat itu



**Gb. VI-16. tanduk cincin**

dimungkinkan terlalu besar, maka untuk membuat gelang yang kecil atau mata rantai, cincin dan sebagainya harus ada tanduk yang kecil. Benda itu disebut *tanduk cincin*, seperti tampak pada Gb. VI-16. Ia dibuat dari baja perkakas yang disepuh dan mempunyai kaki segi empat. Bila ia dipergunakan, kakinya dimasukkan ke dalam lobang besi landasan.

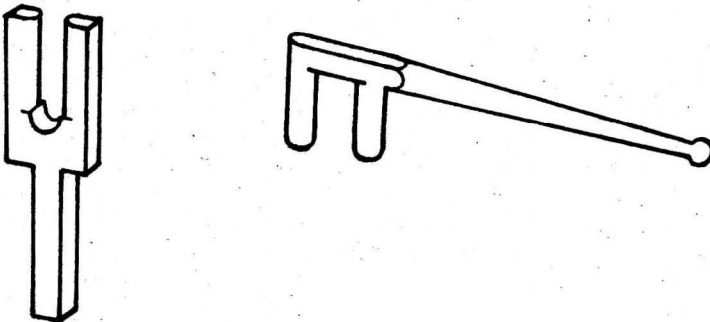
Benda pekerjaan yang bercabang atau terbelah, hendaknya ditempa dengan menggunakan landasan berbentuk jembatan. Lihat Gb. VI-17. Ia dapat berdiri di atas besi landasan. Salah satu sisinya lebih tipis, maka ia dapat untuk menempa pekerjaan yang terbelah sempit. Ia juga terbuat dari baja perkakas dan disepuh.



Gb. VI-17. landasan berbentuk jembatan

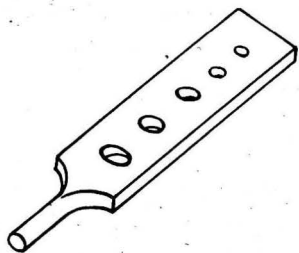
#### 7. Kokot pelengkung dan kait pelengkung serta besi pembentuk kepala

Kokot dan kait pelengkung digunakan tukang tempa adalah untuk melengkungkan benda sesuai dengan kesukaan. Alat tersebut tampak pada Gb. VI-18.



Gb. VI-18. Kokot pelengkung dan kait pelengkung

Pantak-pantak yang berkepala itu dibuat dengan menggunakan besi pembentuk kepala. Lihat Gb. VI-19. Besi beton misalnya, dipotong-potong untuk pantak (pasak). Maka untuk membuat kepala ini didirikan di atas besi landasan kemudian di pukul dari atas sehingga bagian bawah mengembang. Akhirnya dimasukkan lobang besi pembentuk kepala dengan terbalik, gembung yang di atas itu di pukul hingga berbentuk kepala. Alat-alat tersebut dibuat dari baja perkakas dan disepuh.

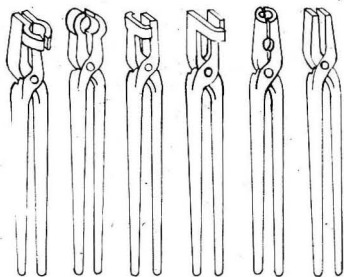


Gb. VI-19. besi pembentuk kepala

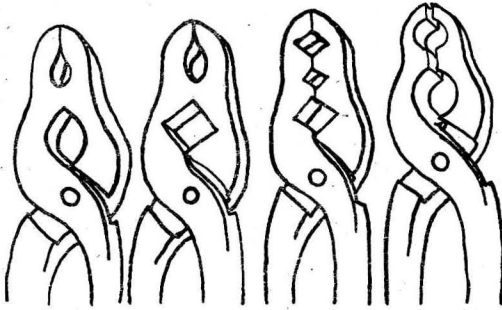
### 8. Penjepit tempaan

Pandai besi memegang besi pijar dengan alat semacam tang bentuknya bermacam-macam, besar dan panjang. Lihat Gb. VI-20. Maksudnya agar sewaktu memegang besi yang memijar tidak terasa panas. Mulutnya berbeda-beda disesuaikan dengan bermacam-macam bentuk benda pekerjaan yang sering dibuat. Alat itu disebut *penjepit tempaan* atau sering disebut *smit tang* atau pun *supit tempa*.

Yang mulutnya seperti moncong serigala dinamakan *penjepit moncong serigala*, seperti tampak pada Gb. VI-21. Karena mulutnya yang dibuat sedemikian rupa, sekalipun untuk memegang benda pekerjaan yang bermacam-macam bentuknya alat ini akan menahan benda pekerjaan dengan erat. Untuk menjaga daya ketahanan, alat ini jangan sekali-kali ikut dibakar karena mulutnya yang telah disepuh itu dapat menjadi muda.



Gb. VI-20. macam-macam penjepit tempaan



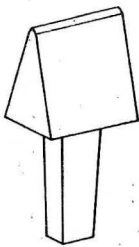
Gb. VI-21. macam-macam penjepit moncong serigala

### 9. Pahat tempa

Memotong benda tempaan digunakan tukang tempa dengan pahat tempa. Ia dibuat dari baja perkakas yang matanya disepuh, panjangnya 10 – 16 cm dan lebarnya 19–32 mm dan tebalnya 13–16 mm. Yang umum kita jumpai adalah 19 x 13 x 100 mm.

Untuk memotong benda pekerjaan tempa dingin digunakan pahat tempa picak (pahat tongkat dingin) dan pahat bundar (pahat toreh).

Memotong benda pekerjaan tempa panas digunakan pahat potong panas dan pahat tongkat. Lihat Gb. VI-22 dan Gb. VI-23. Cara menggunakan pahat potong panas ialah didirikan di atas besi landasan dengan memasukkan kakinya yang segi empat itu ke dalam lubang besi landasan. Benda pekerjaan yang memijar diletakkan di atas mata tajamnya lalu di pukul-pukul bolak-balik hingga patah.



Gb. VI-22. pahat potong panas untuk landasan tempa

Penggunaan pahat tongkat ialah, logam yang pijar itu diletakkan di atas besi landasan, mata pahat tongkat diletakkan pada bagian yang akan dipotong lalu punggung pahat tongkat dipukul dengan palu lain hingga benda pekerjaan putus. Tentu saja melalui penakikan tepat pada keliling batang yang akan dipahat. Maka harus di bolak-balik hingga dua sampai keempat sisinya menakik, baru pukulan terakhir sampai putus.



*Gb. VI-23. pahat tongkat (pahat panas)*

## **10. Bahan Bakar**

Bahan bakar ada tiga macam, ialah: bahan bakar padat, bahan bakar cair dan bahan bakar gas.

Yang lazim dipakai untuk pembakaran benda tempaan adalah bahan bakar padat. Sedangkan bahan bakar cair untuk pembakaran pada motor-motor dan bahan-bahan gas untuk bahan pembakaran pada pesawat kalor. Bahan bakar merupakan suatu bahan untuk mendapatkan suhu dalam pembakaran yang terdapat dalam proses pembakaran.

Bahan bakar padat bermacam-macam jenisnya, adalah: kayu, arang kayu, arang kokas, batu bara dan sebagainya. Yang paling baik dalam proses pembakaran benda tempaan adalah arang kayu karena di dalamnya tak terdapat zat-zat yang merusak logam. Arang kayu yang baik dipilih dari kayu yang keras. Arang kokas dalam pembakaran memerlukan banyak udara, maka kurang baik untuk pembakaran. Batu bara banyak mengandung zat belerang dan fosfor, kurang baik untuk pemijaran.

## **11. Pembakaran**

Menempa logam agar mudah mendapatkan bentuk yang tepat haruslah ia dibakar dahulu hingga memijar. Proses pemijaran ini sangat menentukan bagi logam-logam yang ditempa. Lebih-lebih logam keras, seperti besi dan baja. Sedangkan penempaan logam lembekpun suksesnya ditentukan oleh pemijaran (khususnya logam paduan).

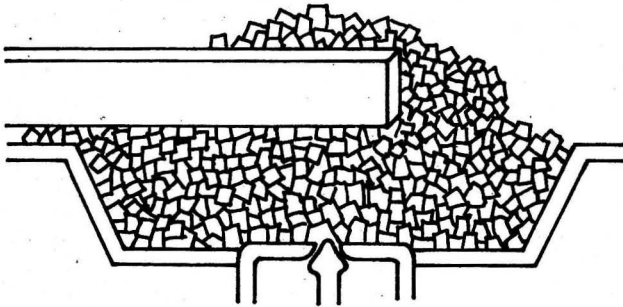
Sewaktu memanaskan benda pekerjaan hendaknya selalu diamati agar tidak terjadi pemanasan yang salah. Hal ini akan merusak logam. Kecuali mungkin menjadi cair yang tak diketahui, pembakaran tak akan sempurna. Terlebih-lebih jika yang dibakar itu baja, ia akan rusak. Membakar logam baja hendaknya jangan terlalu lama, sebab zat arang dapat hilang karenanya. Setelah api menyala besar, baru baja dimasukkan ke dalam api. Baja tidak baik jika banyak angin hembusan karena zat-zat akan hilang. Jika dibakar dengan arang batu hendaknya dimasukkan setelah arang batu terbakar seluruhnya. Kokas memerlukan banyak udara. Sedangkan udara akan merusak logam. Karena udara, logam akan leras berkarat. Pemanasan logam yang akan ditempa hendaknya sampai mencapai merah



keputihan di bawah titik cair. Arang yang baik untuk pembakaran adalah arang kayu. Lebih-lebih arang kayu yang keras, seperti: kayu jati, petai cina, jeruk dan sebagainya.

Sewaktu arang sedang menyala harus selalu diperhatikan daerah sekitar api. Api tidak boleh memakan arang yang belum waktunya terbakar, walaupun ia telah disiapkan di sekeliling api. Jika arang itu terbakar maka akan percuma karena panas itu belum diperlukan. Bahkan zat arang akan hilang sehingga nyala arang kurang panas. Jika perlu arang disekitar itu selalu dibasahi agar tidak terbakar sebelum diperlukan. Maka dapur tempa selalu dilengkapi dengan bak air.

Menaruh logam dalam api tidak sembarangan. Ia diatur tidak terlalu mengambang dan tidak terlalu menungging ke dalam api dengan maksud agar mendapatkan panas yang cukup. Lihat Gb. VI-24.



Gb. VI-24 menaruh batang logam dalam nyala api

## 12. Cara menempa

Barangkali kita pernah bermain-main dengan memukul-mukul paku menjadi pisau-pisauan. Nah, pekerjaan itu adalah menempa. Karena memukul paku dalam keadaan dingin, maka pekerjaan itu disebut tempa dingin. Pandai besi biasanya memukul besi dalam keadaan merah padam atau memijar. Karena memukul besi dalam keadaan memijar maka pekerjaan itu disebut tempa panas. Jadi pekerjaan menempa ada dua macam, yaitu, tempa dingin dan tempa panas.

Perbedaan yang sesungguhnya adalah didasarkan pada adanya sifat logam. Logam dapat digolongkan menjadi dua, yaitu: golongan logam lunak dan logam keras. Logam lunak karena ditentukan oleh susunan molekul-molekul yang renggang, tidak padat. Dan susunan molekul logam keras adalah padat sehingga logam itu keras.

### a. Tempa dingin

Tukang emas (*kemasan*), tukang perak, tukang membuat periuk belanga dari tembaga (*sayangan*), yang membutuhkan benda pekerjaan dengan memukul benda itu dalam keadaan tidak pijar alias dingin. Pekerjaan seperti itulah yang

disebut teknik tempa dingin. Sayangnya mereka umumnya bekerja dengan cara dan alat yang tradisional. Kesehatan kurang diperhatikan.

Untuk mendapatkan tenaga yang cukup dan sesuai dengan kalor pada tiap-tiap pekerjaan tempa secara terus-menerus pada tiap-tiap harinya, antara lain sikap tubuh sewaktu bekerja hendaknya disesuaikan dengan kelancaran peredaran darah, susunan persendian, penglihatan dan sebagainya. Menempa yang baik adalah sambil berdiri. Jika sambil duduk hendaknya persyaratan kesehatan harap diperhatikan dan tidak duduk atau jongkok di atas tanah. Jika sambil duduk, hanya berlaku khusus untuk tempa dingin.

Logam yang dapat ditempa dalam keadaan dingin adalah logam-logam lembek (lunak). Kecuali logam murni, ia masih butuh dipanasi sebelum ditempa. Umpamanya 1% seng berpadu dengan 99% tembaga, tetap termasuk logam paduan. Kita harus tahu benar, mana logam murni dan mana logam paduan. Jangan gegabah menunjuk dan menentukan bahwa itu logam murni. Jika benar itu logam murni. Jika benar itu logam murni, dapat langsung membentuknya dengan memukul atau menempa. Tetapi kalau logam paduan hendaknya melalui pembakaran terlebih dahulu walaupun sewaktu menempa dalam keadaan dingin. Cara pendinginan dapat secara cepat dicelup ke dalam air, atau secara lambat dibiarkan agar dingin sendiri. Hal ini untuk menjaga agar logam itu tidak rapuh sewaktu ditempa. Lebih-lebih jika satu tempat membutuhkan pukulan-pukulan lebih dari empat kali. Logam paduan jika satu tempat telah dipukul sampai empat kali hendaknya dipanasi kembali yang istilahnya dimudakan (*diluroni Jawa*) agar susunan molekul merenggang kembali hingga jika dipukul lagi tidak rapuh dan rasanya menjadi lunak. Begitu pula seterusnya hingga menjadi bentuk yang dikehendaki.

Benda-benda yang dibuat dengan bahan logam lembek umumnya kecil-kecil maka untuk mengambil benda tersebut yang memijar dipakai supit tempa atau smit-tang kecil atau pendek. Tangan kiri memegang benda pekerjaan, kanan memegang palu. Hal ini cukup bekerja sendiri tanpa bantuan orang lain.

### *b. Tempa Panas*

Pandai besi membuat cangkul, sabit, mata bajak dan sebagainya, dengan memukul besi atau baja dalam keadaan pijar. Bahan yang akan ditempa dibakar hingga memijar di bawah titik cair. Kemudian seorang mengambil dengan smit-tang diletakkan di atas besi landasan, teman yang lain menempanya dengan palu tempat dengan maksud membentuk cangkul atau sabit atau bentuk lain. Tiap-tiap tempat pada benda pekerjaan dipukul-pukul hingga pemijaran itu mereda. Maka kembali dibakar sampai memijar untuk ditempa lagi. Begitulah seterusnya pandai besi bekerja. Sebelum benda pekerjaan selesai, pandai besi berulang-ulang membakar dan menempa hingga terbentuk benda yang diinginkan. Pekerjaan seperti itulah disebut tempa panas, yaitu membentuk benda logam melalui proses memukul (menempa) logam dalam keadaan memijar.

Sebelum ditempa logam harus dibakar di dapur tempa hingga memijar dan warnanya merah keputihan. Dalam pembakaran ini logam harus dijaga jangan sampai cair. Maka pemijaran cukup di bawah titik cair.

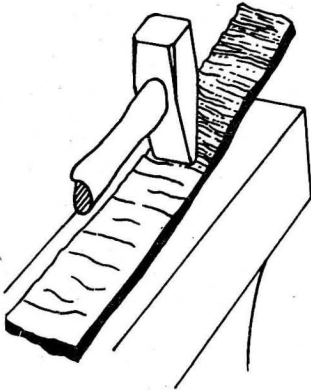
Pengambilan logam pijar hendaknya menggunakan supit tempa atau smit-tang yang cocok lalu diletakkan di atas landasan dengan posisi sesuai dengan bagian yang akan ditempa dan arah si penempa. Salah satu memegang dan yang lain memukulnya. Mengapa? Agar benda pekerjaan dapat dipegang erat-erat dan si pemukul dapat leluasa hingga dalam keadaan kerja tak terdapat kekakuan dan selalu tertolong oleh teman yang lain. Menempa hendaknya urut dari tempat yang satu ke tempat yang lain.

Maka bekas palu akan berturutan dan saling berhimpitan. Hal ini untuk menjaga agar benda pekerjaan berhasil baik dan rapi. Setelah tiap-tiap tempat terpukul empat kali atau bila pemijaran telah mereda harus dibakar kembali sehingga pekerjaan akan terulang seperti tadi. Memang akan terjadi beberapa kali pengulangan hingga pekerjaan selesai.

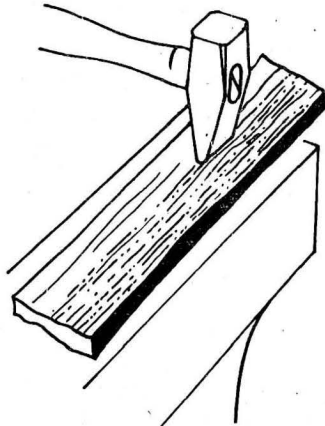
### 13. Membentuk dengan teknik tempa

Memipihkan benda pekerjaan dengan arah yang bebas mengembang ke muka, ke belakang, ke kanan, ke kiri dengan ke mana saja dipakai palu mengembang. Memukulnya bebas saja dan dapat diputar-putar sesuai dengan bentuk benda yang dikehendaki.

Memanjangkan atau melebarkan benda pekerjaan dipakai *punca-palu* atau *mengungsil*. Karena pengungsil bentuknya pipih maka sanggup memanjangkan atau melebarkan benda pekerjaan asal cara memukul ada keajegan dan turut serta rapat. Letak pukulan mata pengungsil harus melintang, artinya siku-siku dengan memanjang atau melebarnya benda pekerjaan. Bandingkan Gb. VI-25 dan Gb. VI-26.



Gb. VI-25 Memanjangkan

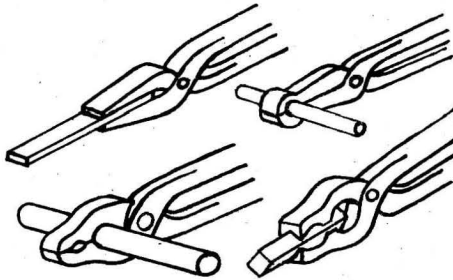


Gb. VI-26 Melebarkan

## PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM

Jika arah pengungsil itu miring, benda pekerjaan akan mengembangkan, tetapi arahnya akan membengkok. Sewaktu menempa hendaknya diperhatikan tepi-tepi benda pekerjaan. Ia jangan dibiarkan begitu saja, namun di pukul juga agar kepadatan molekul dapat merata, logam tidak akan menjadi rapuh atau menyerpih. Pukulan minimal dua sampai empat sisi bolak-balik, jika perlu sampai ke enam sisinya.

Apabila teknik tempa dingin dapat dipegang dengan tangan namun jika teknik tempa panas tentu saja menggunakan supit tempa atau smit-tang yang mulutnya sesuai dengan bentuk benda pekerjaan. Lihat Gb. VI-27.



Gb. VI-27 Memegang benda pekerjaan dengan supit (smit-tang)

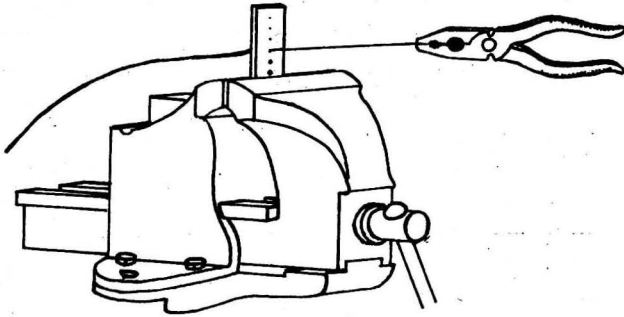
Jika menadapatkan benda logam yang bentuknya sembarang akan dibentuk bulat maka bahan itu dijadikan balok-balok logam ukuran tertentu dengan dipukul-pukul dari ke empat sisinya hingga ke empat sisi itu sama tebal. Ke empat sudut sisi itu ditempa hingga membulat. Untuk menghaluskan permukaan hingga licin digunakan palu pelana dan landasan pelana yang besarnya sesuai. Benda pekerjaan ditaruh pada parit pelana dan di tekan oleh palana atas kemudian pelana atas di pukul pelan-pelan sambil memutar dan menggeser benda pekerjaan hingga batang benda pekerjaan licin seluruhnya.

Tetapi kalau emas, perak, tembaga, kuningan dan sebagainya yang akan dijadikan kawat-kawat kecil hendaknya ditempa dulu menjadi balok-balok pipih setebal kawat yang dikehendaki. Mungkin bentuknya menjadi semacam pelat. Pelat dijadikan balok-balok kecil yang panjang dan keempat sisinya sama tebal. Membelah pelat tersebut dapat digunakan pahat picak atau lebih mudah dengan gunting. Balok-balok kecil yang panjang itu lalu dicanai atau ditarik melalui lubang pengurut hingga menjadi kawat. Lihat Gb. VI-28.

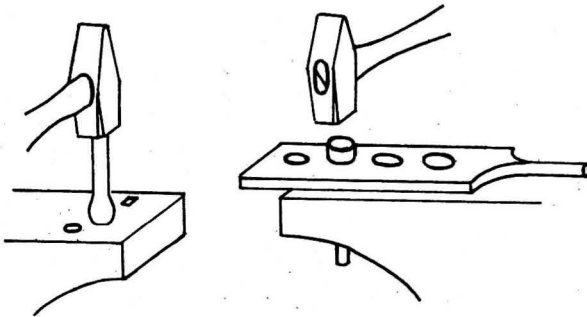
Apabila benda pekerjaan yang bulat tadi dibengkokkan dengan landasan tanduk cincin maka ia akan membengkok menjadi cincin atau gelang.

Jika hendak membuat bentuk tempaan semacam paku pantak maka bulatan yang lurus dan licin dipotong-potong sepanjang kira-kira 10-20 cm. Salah satu ujungnya di pukul, maka ujung yang lain akan mengembang. Ujung yang utuh

ramping dimasukkan lobang besi pembentuk kepala lalu gembung tersebut dipukul. Jadilah kepala yang tebal hingga merupakan paku pantak. Jika menghendaki bentuk benda pekerjaan yang berkepala, maka begitulah caranya. Lihat Gb. VI-29.



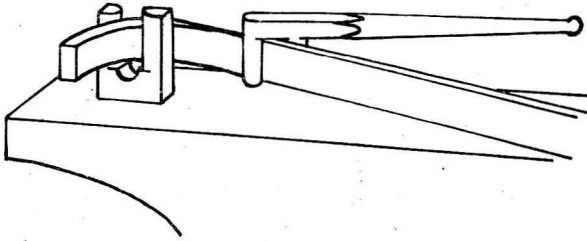
Gb. VI-28 membuat kawat dengan menarik melalui lobang pengurrut



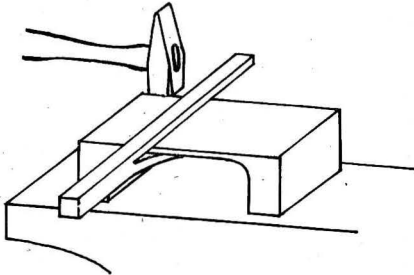
Gb. VI-29 Membentuk kepala pantak

Cara membengkokkan benda pekerjaan agar hasilnya lebih rapi dan halus hendaknya menggunakan kokot pelengkung dan kait pelengkung, seperti tampak pada Gb. VI-30. Bagian benda pekerjaan yang akan dibengkokkan dipanasi dulu baru dimasukkan celah kokot pelengkung lalu dibengkokkan dengan kait pelengkung.

Benda pekerjaan yang bercabang dua atau lebih dapat kita buat dengan teknik tempa. Balok-balok tempaan itu di belah dengan pahat tongkat atau dapat dengan gergaji besi lalu cabang-cabang itu ditempa dengan menggunakan landasan tempa yang berbentuk seperti jembatan. Lihat Gb. VI-31.



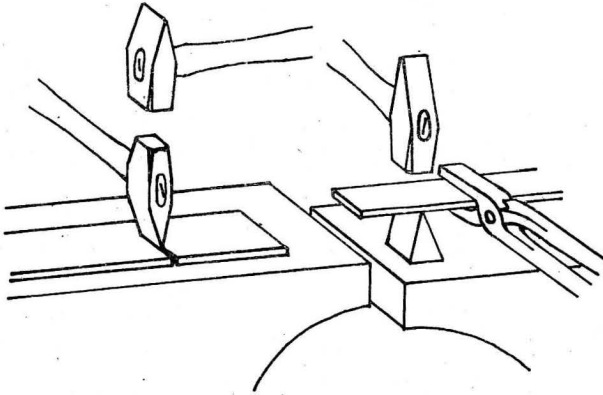
Gb. VI-30 Cara membengkokkan dengan kokot pelengkung dan kait pelengkung



Gb. VI-31 Cara menempa benda pekerjaan yang bercabang

Bentuk-bentuk benda pekerjaan yang cekung seperti mangkuk, panci, dandang, kendil dan sebagainya ditempa dengan menggunakan palu yang matanya sedikit bulat atau setengah bola yang disebut palu bola atau *palu ondel*. Benda pekerjaan ditempa menjadi bentuk persegi atau bulat melingkar namun tebal. Dari tengah ditempa berjalan melingkar sambil memutar pekerjaan itu sehingga bentuknya cekung sesuai dengan yang dikehendaki. Pekerjaan ini disebut *mengondel*. Jika mata palu panjangnya telah tak terjangkau lagi maka harus melalui tahap-tahap hingga mengalami teknik menyambung dengan mematri benda pekerjaan itu seperti kendil, dandang, bokor dan sebagainya.

Memotong benda tempaan digunakan pahat tongkat (pahat panas) seperti tampak pada Gb. VI-32, atau landasan pahat potong. Bagian yang akan di potong dipanasi dulu lalu diletakkan di atas landasan pahat potong kemudian di pukul dari atas. Atau benda pekerjaan diletakkan di atas besi landasan lalu dipotong dengan pahat tongkat. Atau dapat juga digunakan gergaji besi dengan menjepitkan pada mulut ragum. Jika benda pekerjaan itu tipis dapat digunakan gunting.



Gb. VI-32 Memotong dengan pahat tongkat (pahat panas)

Proses pembentukan benda tempaan ini tentu saja selalu mengingat cara-cara umum yang berlaku bagi logam lembek dan logam keras. Tentu saja cara-cara tadi tidak akan mengikat tata cara kerja. Sudah barang tentu jumlah dan jenis alat seperti terurai di muka hanya sebagian dari alat penempaan yang penting dan peralatan yang lain akan diuraikan pada bab-bab selanjutnya. Pasti peralatan yang lain penggunaannya akan berkaitan dengan alat penempaan. Begitu pula sebaliknya.

#### 14. Penyepuhan (pengerasan)

Benda tempaan yang berbentuk alat perkakas pandai besi biasa menyepuh (mengeraskan) dengan proses pemijaran dan pendinginan secara cepat. Pendinginan tersebut dicelup dalam air bersih  $\pm 20^{\circ}\text{C}$ . Proses tersebut disebut menyepuh atau mengeraskan. Bahan tempaan yang dapat disepuh dengan cara demikian adalah baja.

Benda tempaan yang telah selesai, dipijarkan lagi hingga timbul warna merah jambu. Kemudian ditaruh di bawah abu atau pasir yang kering agar dingin. Pendinginan secara itu disebut proses pendinginan lambat. Setelah dingin benda pekerjaan itu diperiksa. Bila bentuknya terdapat tidak sempurna hendaknya disempurnakan kembali. Benda pekerjaan yang bentuknya telah sempurna lalu diasah agar rata, licin atau tajam sesuai dengan keperluan. Jika bentuk ini telah sempurna, rata, licin atau tajam, dipijarkan kembali. Pemijaran ini terutama bagian yang penting, misalnya pada bagian mata sabit, mata cangkul, mata golok, mata pisau, mata pahat, muka palu dan sebagainya.

Bahan bakar untuk pemijaran dipilih arang yang baik agar panas api meyakinkan. Waktu dalam pembakaran sangat menentukan. Jika terlalu lama baja itu berpijar, hasil penyepuhan kurang baik karena zat arang baja itu menjadi berkurang. Akhirnya tidak akan mengeras sesuai dengan keinginan.

## **PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM**

Bagian yang memijar dan penting itu dicelup dalam air dengan arah tegak lurus dan digerakkan sedikit turun naik. Gerakkan turun naik itu untuk menghilangkan batas yang kontras antara bagian yang panas dan dingin, karena bagian yang tak tercelup air tetap masih panas. Sementara itu benda pekerjaan diangkat dan akan timbul warna berganti-ganti pada bagian yang tadi memijar. Jika tampak kurang jelas karena kotor, bagian itu dibersihkan hingga warna-warna penghantar tampak jelas. Mula-mula kuning, jingga, merah, coklat, ungu dan terakhir biru muda. Warna itu sebagai tanda kekerasan baja yang dikehendaki. Tentu saja warna yang pertama lebih keras. Tetapi sisa panas yang tak tercelup tadi akan mengalir sampai ujung hingga bagian yang keras itu akan menjadi muda kembali. Jika dipilih kekerasan yang sedang, dipilih bila warna telah merah kecoklatan, terus dicelup kembali seluruhnya dan diangkat ke luar hingga baja itu dingin.

Jika bahan baja itu telah rusak atau baja campuran yang kekerasannya kurang baik untuk alat perkakas tertentu, maka dapat dibantu dengan menambah bahan peneras baja dengan garam dapur yang dicampur pada air tadi.

Atau air dapat diganti dengan oli (bahan pelumas). Juga dapat dengan sepuh racun yang dapat dibeli di apotik.

### **15. RANGKUMAN**

*Dalam Bab V ini kita telah mengenal penempaan, sehingga kita dapat mengetahui bahan dan alat penempaan. Cara-cara penempaan dan pembentukan benda tempaan dapat kita mengerti, hingga penyepuhan dapat kita pahami.*

### **16. Daftar Kata Inti**

<b>gepakan</b>	: muka palu yang fungsinya untuk melebarkan,
<b>kait pelengkung</b>	: alat untuk membengkok logam batangan,
<b>menyepuh</b>	: mengeraskan logam, khususnya baja,
<b>paron</b>	: besi landasan,
<b>pengungsil</b>	: muka palu yang bentuknya pipih,
<b>punca</b>	: muka palu yang bentuknya pipih,
<b>sorongan</b>	: <i>grendel pada dapur tempa yang gunanya untuk mengeluarkan abu.</i>

### **17. Evaluasi**

*a. Lingkari huruf B bila pernyataan kalimat di bawah ini benar dan lingkari huruf S bila salah!*

- 1) (B – S) Dapur tempa yang dapat dipindah adalah dapur tempa yang hanya mempunyai daya tampung pemanasan api kecil.
- 2) (B – S) Besi mata yang ada pada dapur tanpa berfungsi untuk menampung semua abu sisa pembakaran.



- 3) (B – S) Palu perata berfungsi untuk meratakan benda pekerjaan tanpa dengan memakai pelana atas dan pelana bawah.
- 4) (B – S) Bahan bakar arang kayu adalah terbaik untuk pekerjaan tempa, karena ia tak mengandung zat belerang dan fosfor.
- 5) (B – S) Teknik tempa dingin untuk logam lembek harus mengalami proses pembakaran, walaupun pemukulannya dalam keadaan dingin.

b. Pilih jawaban yang paling tepat pada lajur jawaban di sebelah kanan dan isikan pada titik-titik dalam soal di bawah ini!

- 1) Besi landasan yang beratnya 1–10 kg bentuknya kecil. Ia disebut . . . . . , biasanya untuk menempa . . . . .
- 2) Mata palu tempa yang pipih disebut . . . . . dan gunanya untuk . . . . . dengan arah tertentu.
- 3) Pembakaran baja yang terlalu lama akan kehilangan . . . . . , maka untuk mengeraskan kembali harus di . . . . .
- 4) Hasil tempaan yang baik hendaknya sewaktu memukul harus . . . . . saling berhimpitan.
- 5) Cara . . . . . benda pekerjaan agar hasilnya rapi dan halus kita menggunakan kokot.

berturutan  
zat arang  
perak  
mengembang-  
kan  
sepuh  
membengkok  
kan  
punca  
paron

c Jawablah pertanyaan ini dengan seksama !

- 1) Ada berapa macam cara membengkokkan benda tempaan? Terangkan masing-masing!
- 2) Bagaimana cara memotong benda tempaan dengan menggunakan pahat tempa?
- 3) Membakar baja tak boleh terlalu lama. Apa sebabnya?
- 4) Ada berapa macam teknik tempa? Terangkan masing-masing dengan singkat dan jelas!
- 5) Apa sebabnya proses menempa baja berkali-kali dipanaskan?

# BAB VII

## TEKNIK SAMBUNGAN LIPATAN DAN KELINGAN

### 1. Pendahuluan

Kalau kita menengok ke dapur, di sana akan kedapatan kompor, ember, panci, ceret dan sebagainya. Perhatikan tiap-tiap sambungan benda itu! Ada yang menggunakan sistem sambungan lipatan dan ada yang menggunakan sistem sambungan kelingan, bukan?, Khususnya benda perkakas rumah tangga yang terbuat dari bahan logam pelat baik pelat baja maupun pelat seng atau jenis pelat yang lain bila kedapatan sambungan, umumnya menggunakan sistem sambungan lipatan atau kelingan. Hal ini disebabkan bahan tersebut memang lemas dan tipis. Banyak benda perkakas rumah tangga serta bagian bangunan rumah yang masih memerlukan sambungan sistem lipatan. Kendaraan, mainan anak-anak, hiasan, peralatan rumah tangga dan sebagainya jika ia terbuat dari logam pelat, konstruksi sambungannya sangat umum memakai teknik sambungan lipatan atau kelingan. Dapatkah kiranya menentukan kapan ia dapat meninggalkan sistem sambungan lipatan dan kelingan?

Oleh karena itu kita pelajari dengan maksud apabila sewaktu-waktu menjumpai pekerjaan logam pelat, tidak lagi kehilangan akal, terutama pekerjaan sambungan lipatan dan kelingan.

### 2. Alat-alat menyambung lipat

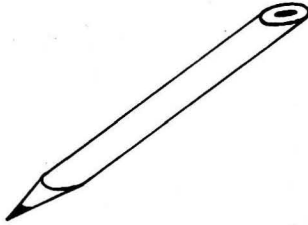
a. Tukang kayu *melukis* atau menggores benda pekerjaannya dalam ukuran-ukuran tertentu menggunakan *pensil* berwarna merah dan bentuknya pipih, maksudnya agar pensil yang digunakan itu tidak mudah hilang. Warna merah adalah mudah terlihat di antara beberapa potong benda pekerjaan. Bentuk yang pipih tidak mudah meluncur berpindah tempat. Lihat Gb. VII-1.

Begitu pula tukang pelat atau tukang kaleng dan pengrajin logam pada umumnya, menggaris benda pekerjaannya menggunakan pensil yang serupa. Kecuali mudah tampak dan tidak mudah meluncur hingga terselip di tempat yang sulit dicari, goresan pensil tak akan merusak permukaan logam yang dikerjakan, juga dapat menggunakan alat yang runcing dari logam lain.

Alat ini biasanya terbuat dari kuningan, besi atau baja, ujungnya dibuat runcing memakai tangkai kayu. Lihat Gb. VII-2. Alat tersebut dapat dipakai untuk

## PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM

memberi tanda tempat yang akan di bor atau dilubang. Alat itu juga disebut juga *penitik*.

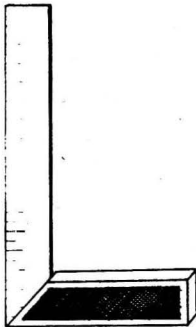


Gb. VII-1. Pensil

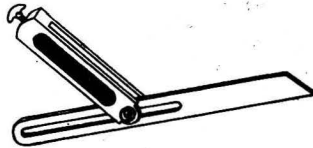


Gb. VII-2. Penitik

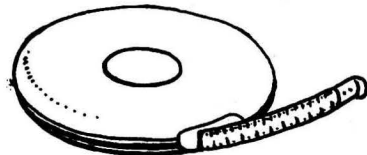
b. Pekerjaan *menyambung lipat* umumnya untuk bahan logam pelat. Hal ini sangat lazim menggunakan alat *siku-meter*. Alat ini bentuknya macam-macam. Ada siku-siku permanen yang bentuknya mempunyai sudut  $90^{\circ}$ . Salah satu sisinya lebih tebal daripada sisi yang lain. Lihat Gb. VII-3. Gunanya untuk mengukur sudut siku-siku. *Siku-putar* seperti tampak pada Gb. VII-4 untuk mengukur dan membuat sudut-sudut yang sama, kecuali sudut  $90^{\circ}$  ia dapat diputar sesuai dengan sudut yang dikehendaki.



Gb. VII-3. Siku-meter



Gb. VII-4. Siku-putar

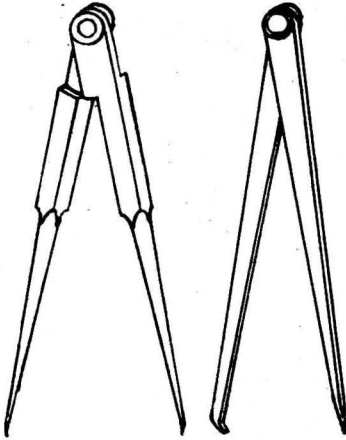


Gb. VII-5. Meterangan lipat (rol-meter)

c. Untuk *mengukur* ukuran panjang, lebar, keliling atau luas, digunakan *meteran*. Bentuknya bermacam-macam tetapi yang praktis lazim dipakai meteran lipat, (rol-meter). Lihat Gb. VII-5. Ia dibuat dari baja pelat, panjangnya 200 cm yang dapat dilipat melingkar masuk pada rumahnya.

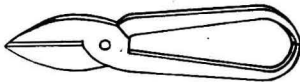
## TEKNIK SAMBUNGAN LIPATAN DAN KELINGAN

d. Jika hendak *membentuk* benda yang melingkar maka digunakan jangka besi dengan kedua ujungnya meruncing. Lihat Gb. VII-6.

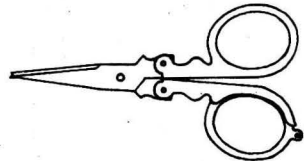


Gb. VII-6. Jangka besi

e. Tukang pelat *menggunting* logam pelat dengan menggunakan gunting seng biasa. Tukang kompor menggunting baja pelat juga dengan gunting seng biasa. Gunting ini dapat dipakai untuk memotong lurus dan melingkar dalam keadaan pelat itu terlentang. Gunting ini dibuat dari baja perkakas atau baja cor yang mata tajamnya diasah dan disepuh. Gunting ini mampu memotong pelat setebal 1 mm. Bentuknya lihat Gb. VII-7. Untuk memotong pelat yang tebalnya kurang dari 0,5 mm dapat digunakan gunting ukuran kecil. Ia dapat dilipat sehingga bagian tajamnya terlindung oleh tangkainya. Pengrajin logam yang bentuk produksinya kecil-kecil, biasanya menggunakan gunting ini. Lihat Gb. VII-8.



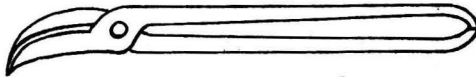
Gb. VII-7. Gunting seng (gunting pelaat)



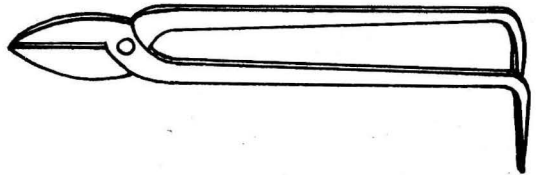
Gb. VII-8. Gunting kecil

**PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM**

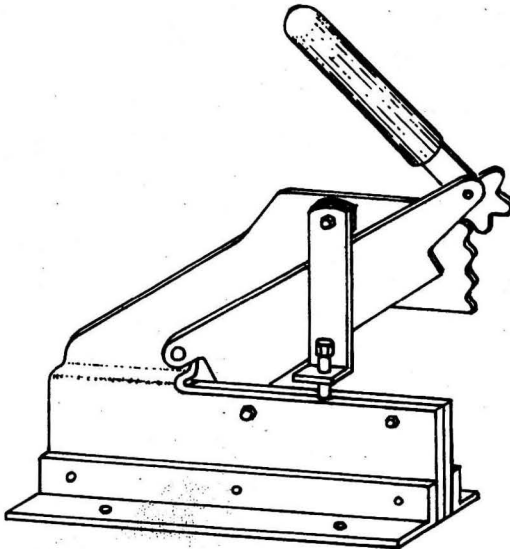
Jika sisi silinder dari bahan pelat akan diberi lubang melintang, membujur atau melingkar, dipakai *gunting-pembulat* seperti tampak pada Gb. VII-9. Pelat yang tebalnya 1-1,5 mm karena kerasnya maka untuk memotong dipakainya *gunting-tongkat* seperti tampak pada Gb. VII-10. Kaki yang membengkok di jepit pada ragum dan tangkai yang panjang itu digerakkan agar mata gunting bergerak untuk memotong. Gunting ini sekarang jarang dijumpai. *Gunting-tuas* seperti tampak pada Gb. VII-11, mampu memotong pelat baja setebal 5 mm. Dalam pasaran jumlah gunting ini tidak begitu banyak. Umumnya dimiliki oleh bengkel pengerjaan logam yang besar.



*Gb. VII-9. Gunting pembulat*

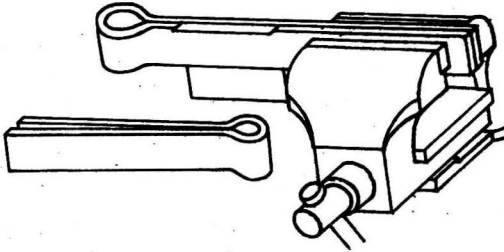


*Gb. VII-10. Gunting tongkat*



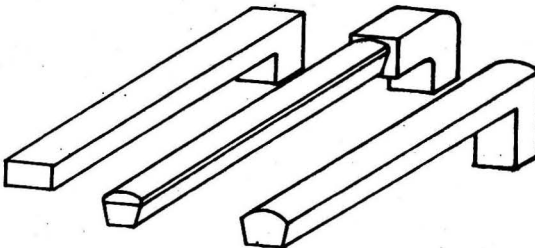
*Gb. VII-11 Gunting tuas*

f. *Jepitan pelat* digunakan untuk memegang benda pekerjaan yang berupa pelat. Jika hendak membengkokkan pelat, dipakai jepitan pelat agar daya lentur pada garis yang telah ditentukan pada benda pekerjaan itu dapat tepat dan rapi. Ia dibuat dari sepotong baja yang dilipat sedemikian rupa sehingga memiliki daya pegas. Lihat Gb. VII-12. Benda pekerjaan disisipkan pada mulut jepitan ini lalu dijepit lagi oleh ragum sehingga benda pekerjaan sewaktu dikerjakan tidak lagi bergerak.



Gb. VII-12 Jepitan pelat

g. *Besi landasan* di muka telah diterangkan, tetapi macamnya masih kurang lengkap jika untuk pekerjaan menyambung lipat. Untuk menyambungkan agar kedua ujung yang telah dibengkokkan dapat berkaitan erat sesamanya, diperlukan besi landasan yang mukanya sesuai dengan bentuk benda pekerjaan. Ia disebut *landasan-batang* atau *pancang-pipa*. Bentuknya ada yang persegi dan ada yang setengah bulat seperti tampak pada Gb. VII-13.

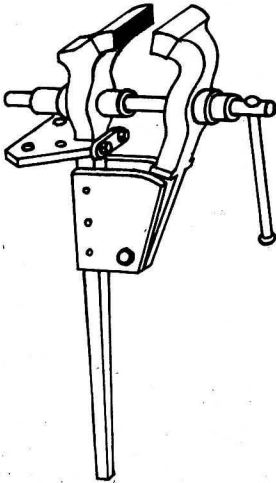


Gb. VII-13. Landasan-batang (pancang pipa)

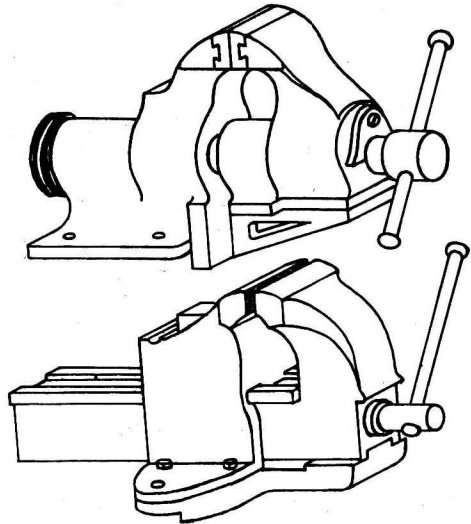
h. Ragum adalah *alat penjepit* benda pekerjaan yang dapat diatur sedemikian rupa hingga dapat menjepit sangat erat. Baik benda pekerjaan yang berat maupun yang ringan jika pengerjaannya memerlukan penjepit maka dengan

## PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM

ragumlah ia dijepit. Pada prinsipnya bentuk ragum ada dua macam yaitu ragum-ekor dan ragum jajar seperti tampak pada Gb. VII-14 dan Gb. VII-15. Ragum ekor yang memiliki titik-putar itu jika mulutnya dibuka, bibir penjepitnya tidak sejajar. Maka kurang baik untuk peralatan menyambung lipat. Ia akan sering berfungsi untuk pekerjaan menempa.

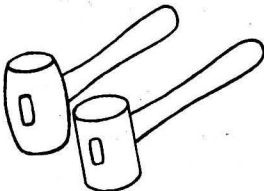


Gb. VII-14. Ragum-ekor



Gb. VII-15. Ragum-jajar

i. Untuk membengkokkan atau melipat bagian pelat yang akan disambung, di pukul dengan palu kayu atau palu karet. Sekarang jarang dijumpai palu karet maka umumnya tukang pelat menggunakan palu kayu. Lihat Gb. VII-16. Bahan yang baik adalah kayu jati atau kayu sawo. Kecuali untuk membengkokkan bagian yang akan disambung, bila pelat itu kedapatan bagian yang tidak rata (bergelombang-gelombang), dapat diratakan dengan palu kayu. Jika diratakan dengan palu besi ia akan rusak. Begitu pula jika melipat bagian yang akan disambung menggunakan palu besi hasilnya tidak baik.



Gb. VII-16. Palu kayu

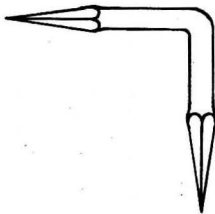
3. Alat-alat mengeling

a. Untuk *memasang paku keling* agar tepat pada bagian tertentu maka kedua pelat yang akan disambung itu harus dilubangi terlebih dahulu. Agar lubang tersebut dapat tepat menemui sasaran maka perlu diberi titik sebagai tanda ketepatan sebagai pasangan antara kedua pelat yang akan disambung. Alat untuk menitik ini disebut *penitik* seperti tampak pada Gb. VII-2.

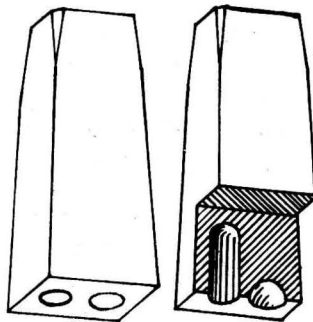
b. *Penembus* adalah alat untuk melubangi pelat yang telah diberi titik. Ia dibuat dari baja perkakas yang ujungnya disepuh. Jika pelat yang dilubangi terlalu tebal sehingga diperkirakan penembus tersebut tidak mampu melubangi pelat, maka dapat dilakukan dengan bor.

b. *Penembus* adalah alat untuk melubangi pelat yang telah diberi titik. Ia dibuat dari baja perkakas yang ujungnya disepuh. Jika pelat yang dilubangi terlalu tebal sehingga diperkirakan penembus tersebut tidak mampu melubangi pelat, maka dapat dilakukan dengan bor.

c. Apabila *penembus kurang* mampu melobangi seluas garis tengah paku keling, sehingga paku keling sulit untuk masuk pada lubang-lubangnya maka perlu lobang tadi diperluas dengan alat yang disebut *penggerek* seperti tampak pada Gb. VII-17.



Gb. VII-17. Penggerek



Gb. VII-18. Perapat

d. *Balok timah* adalah alat sebagai landasan sewaktu melobangi pelat dengan menggunakan penembus. Ia adalah balok yang terbuat dari timah. Timah yang baik adalah timah hitam.

e. *Perapat* adalah suatu alat yang gunanya untuk merapatkan kedua belah pelat setelah paku-paku keling dimasukkan dalam tiap-tiap lubang. Sebelum paku keling dimatikan, kedua pelat perlu dirapatkan agar sambungan dapat benar-benar rapat. Perapat ini dapat dibuat sedemikian rupa sehingga ia dapat berfungsi sebagai pembundar mata keling. Lihat Gb. VII-18.

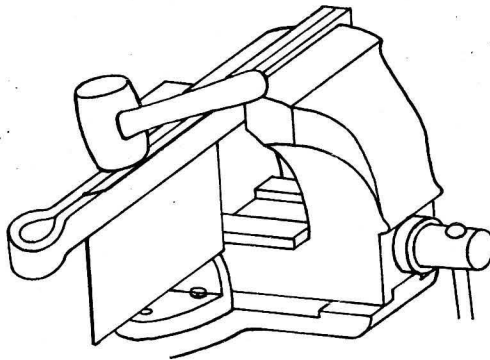


4. Cara menyambung lipat

Setelah pelat di ukur-ukur, digaris-garis dan di potong sesuai dengan rencana barang yang akan dibuat, pada bagian sisi-sisi yang akan disambungkan jangan lupa diberi sisa untuk lipatan pada sambungan. Lebarnya disesuaikan dengan tebal pelat. Jika pelat itu tebalnya kurang dari 0,5 mm, lebar lipatan tidak boleh lebih dari 4 mm. Semakin tipis pelat itu semakin sempit lipatannya.

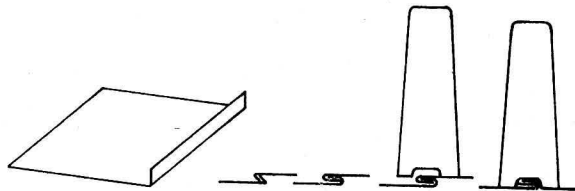
Pelat yang tebal sekarang siap dijepit dengan jepitan pelat lalu jepitan pelat dijepitkan pada ragum. Dengan perlahan-lahan sambil menekan pelat, tangan kiri menarik jepitan pelat ke depan atau ke belakang dan tangan kanan memutar tangkai ragum hingga kedudukan pelat dan jepitan pelat sama-sama erat serta letaknya benar.

Kini tinggal membengkokkan ujung pelat sebagai lipatan yang nanti akan dikaitkan. Perhatikan Gb. VII-19, yang menunjukkan cara menjepit pelat dan cara membengkokkan sisi pelat.



Gb. VII-19. Menjepit dan membengkokkan sisi pelat yang akan disambung

Hasil pembengkokkan dengan cara itu, pelat baru mencapai bengkok siku-siku. Maka kini perlu ditekuk lagi. Tinggalah kini mengaitkan kedua pelat pada tekukan-tekukan yang telah disiapkan itu, akhirnya sepanjang kaitan kita tekan dan dirapatkan dengan besi penekuk hingga sambungan tak dapat lepas lagi. Urutan cara pengaitan kedua pelat dapat diamati pada Gb. VII-20.



Gb. VII-20. Urutan cara mengaitkan sambungan pelat

## TEKNIK SAMBUNGAN LIPATAN DAN KELINGAN

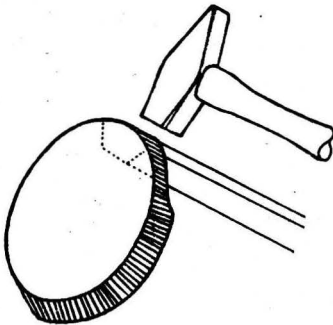
Menyambungkan kedua pelat yang salah satu sebagai alas atau tutup sebagaimana silinder yang beralas, maka bahan silinder pada sisi ujungnya kita *regang* dengan di pukul-pukul memakai palu bagian puncak atau mengungsil di atas besi landasan atau paron, maka ia akan melebar. Perhatikan Gb. VII-21. Irama pukulan harus tetap agar mendapatkan regangan yang rapi.

Untuk membuat alasnya harus telah diperhitungkan dengan menambahkan dua kali lebar regangan sisi ujung badan silinder hingga panjang garis tengah tutup lingkaran yang disiapkan sekarang lebih panjang daripada garis tengah badan silinder. Lingkaran alas atau tutup itu pada sisinya kita *bentul* agar mendapatkan sisi yang tegak lurus. Lebar bentulan harus sama dengan lebar regangan yaitu 4 mm untuk pelat-pelat yang tebalnya kurang dari 0,5 mm. Perhatikan Gb. VII-22 yang menunjukkan cara membentul.

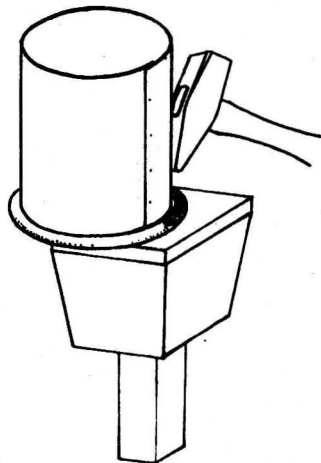
Kini tinggal menyambungkan silinder dan alasnya yang telah siap itu dengan mengaitkan sisi-sisi yang telah diregang dan dibentul. Perhatikan Gb. VII-23.



Gb. VII-21. Meregang sisi ujung silinder



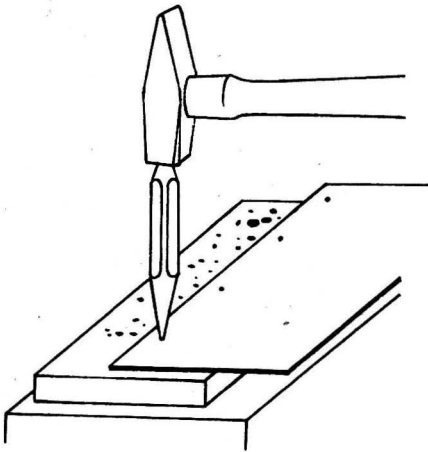
Gb. VII-22. Membentul



Gb. VII-23. Mengalasi silinder

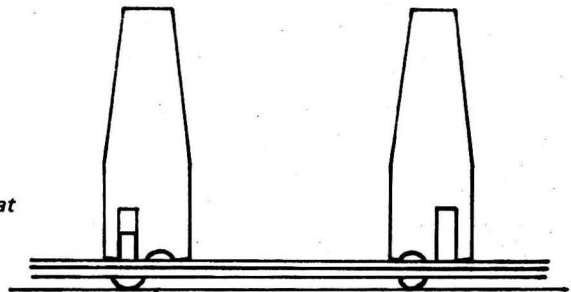
5. Cara mengeling

Mengeling pada sambungan pelat diawali dengan mengukur pelat-pelat yang akan disambungkan, kemudian dipotong lalu diberi tanda titik pada tempat-tempat yang akan diberi paku keling. Benda pekerjaan diletakkan di atas landasan timah, titik-titik yang direncanakan untuk paku keling itu dilubangi dengan penembus. Agar mendapatkan lubang yang baik, hendaknya memukul penembus itu dalam keadaan berdiri tegak lurus. Lihat Gb. VII-24. Jika hasilnya kurang cukup untuk masuknya paku keling maka diperluas lubang itu dengan memasukkan ujung penggerek dan memutarkannya searah jarum jam hingga lebar lubang cukup untuk paku keling. Atau pekerjaan melubangi ini dapat menggunakan bor.



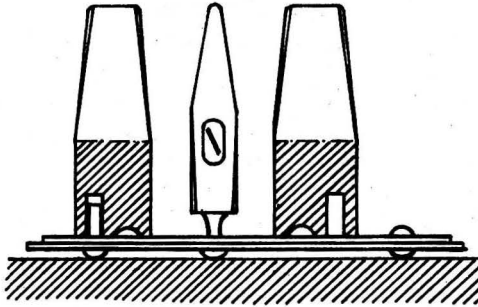
Gb. VII-24. Cara melubang pelat dengan penembus

Setelah pekerjaan melubangi selesai seluruhnya, kini tinggal memasukkan paku-paku keling ke dalam lubang-lubang itu satu-persatu sekaligus menggandeng ke dua pelat hingga tersambung. Jika sambungan itu belum rapat, dengan perapatlah di sekitar paku keling dapat dirapatkan. Cara merapatkan lihat Gb. VII-25.



Gb. VII-25. Merapatkan dengan perapat

Memukul perapat hendaknya berhati-hati, ia harus tegak lurus, ujung paku keling masuk lubang perapat. Jika kedua pelat telah menempel rapat, ujung paku keling dipukul tegak lurus dari atas agar ia tidak membengkok. Perhatikan Gb. VII-26.



Gb. VII-26. Cara memukul paku keling

Apabila dikehendaki ujung paku keling menjadi bulat seperti kepalanya maka ia dapat dibulatkan dengan memukul ujung yang telah memendek memakai perapat tepat pada bagian lubang yang dangkal dan membulat. Perhatikan kembali Gb. VII-26.

## 6. RANGKUMAN

Pada akhir uraian Bab VII tentang teknik sambungan lipatan dan kelingan dapatlah ditarik rangkuman, sebagai berikut:

- teknik sambungan lipatan dan kelingan adalah tepat untuk bahan logam berupa pelat;
- teknik sambungan lipatan adalah berprinsip pada pengaitan kedua pelat yang dirapatkan sesamanya;
- teknik mengeling adalah berprinsip pada menyambungkan kedua pelat dengan paku pengunci yang disebut paku keling.

## 7. Daftar Kata Inti

bentul	: menekuk sisi lingkaran pelat,
galvani	: lapisan, melapis dengan sistem elektrolisa,
pancang pipa	: besi landasan yang panjang,
penggerak	: alat untuk melebarkan lubang,
perapat	: alat untuk merapatkan sambungan pelat,
ragum	: catok, penjepit dengan ulir.

**8. Evaluasi**

a. *Lingkari huruf B bila pernyataan di bawah ini benar dan lingkari huruf S bila salah!*

- 1) (B—S) Siku-meter adalah sudutnya dapat diatur untuk mendapatkan sudut yang dikehendaki.
- 2) (B—S) Jangka besi kedua ujungnya meruncing. Salah satu diantaranya adalah pensil.
- 3) (B—S) Pancang-pipa adalah sejenis paron, tetapi bentuknya memanjang dan penggunaannya melalui pembantu jepitan ragum.
- 4) (B—S) Mengalasi silinder dari pelat tak perlu meregang salah satu ujung sisi silinder itu.
- 5) (B—S) Memasang paku keling tak perlu dengan melubang pelat yang di keling.

b. *Pilih jawaban yang paling tepat pada jalur jawaban di sebelah kanan dan isikan pada titik-titik dalam soal di bawah ini!*

- |   |             |
|---|-------------|
| 1) Meregang sisi ujung silinder harus menggunakan palu. . . . .   | bentul      |
| 2) Pelat bundar sebagai alas silinder pada sisinya harus di . . . . .                                       | regang      |
| 3) Memukul penembus yang baik dan benar agar mendapatkan lubang yang baik, ia harus dalam keadaan . . . . . | penggerak   |
| 4) Agar mendapatkan lubang yang baik ia harus dilubang di atas. . . . .                                     | berdiri     |
| 5) Ujung paku keling dipukul tegak lurus dari atas agar ia tidak. . . . .                                   | pengungsil  |
|   | membengkok  |
|   | condong     |
|   | balok timah |

c. *Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan saksama!*

- 1) Apa sebabnya orang mengeling menggunakan penggerak?
- 2) Di mana merapatkan sambungan lipat?
- 3) Kapan menggunakan paron dan apa sebabnya?
- 4) Ada berapa jenis ragum dalam mengerjakan sambungan lipat?
- 5) Terangkan cara mengaitkan kedua pelat yang akan disambung!

# BAB VIII

## TEKNIK PATRI

### 1. Pendahuluan

Pada Bab VII telah dijelaskan tentang teknik penyambungan logam, terutama yang berbentuk pelat. Teknik penyambungan yang digunakan adalah teknik lipatan dan teknik kelingan. Kedua sistem sambungan tersebut memerlukan pengerjaan yang cukup lama, dan hasilnya seringkali tidak memuaskan. Hal ini terjadi kalau orang yang mengerjakannya belum berpengalaman atau belum berpendidikan. Untuk sambungan lipatan ada hal yang sulit dikerjakan, yaitu kalau mengerjakan pelat-pelat yang tebal. Pada teknik kelingan, pembuatan lubang-lubang paku keling memerlukan ketelitian tersendiri. Selain itu, dipandang dari segi kerapian dan keindahan, seringkali bentuk-bentuk tonjolan pada kelingan, serta alur-alur tebal pada teknik lipatan kurang disenangi. Untuk mengerjakan logam-logam yang berbentuk kawat, teknik lipatan dan kelingan sulit dikerjakan.

Suatu cara penyambungan bagian-bagian logam sejain kedua teknik tersebut di atas, akan diperkenalkan lagi suatu teknik yang lain, yaitu: *teknik patri* atau dinamakan *teknik solder*.

Yang dimaksud dengan teknik patri yaitu menyambungkan bagian-bagian logam dengan menambahkan cairan logam lain yang suhu cairnya lebih rendah daripada logam yang dikerjakan. Hal tersebut dapat dikerjakan dengan sempurna apabila pada waktu melekatkan bagian-bagian logam tersebut dalam keadaan bersih, dan suhunya paling rendah sama dengan suhu logam penambah yang disebut logam patri.

### 2. Macam-macam Teknik Patri

Hampir semua jenis logam untuk bahan kerajinan, dapat disambung dengan menggunakan teknik patri. Karena logam-logam tersebut sifat-sifatnya berlainan, dan suhu cairnya juga berlainan maka pelaksanaan penyambungan dengan teknik patri harus dilakukan dengan cara-cara yang berlainan pula.

Secara garis besar, teknik patri dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu: patri lunak dari bahan tambah.

### 3. Patri lunak

Yang dimaksud patri lunak yaitu suatu penyambungan bagian-bagian logam dengan cara menambahkan cairan logam lunak pada sambungan tersebut. Patri lunak hasilnya tidak begitu kuat, sehingga hanya cocok untuk pekerjaan-pekerjaan yang sederhana, yang tidak memerlukan kekuatan yang besar. Meskipun demikian hasil sambungan dengan patri lunak lebih baik dan lebih rapi kalau dibandingkan dengan sambungan kelingan. Sambungan dengan patri menghasilkan suatu sambungan yang sangat rapat sehingga seringkali digunakan untuk membuat bejana-bejana tempat air atau cairan. Selain itu, kawat-kawat hantaran listrik lebih baik disambung dengan patri lunak daripada disambung dengan puntiran, jepitan, atau kaitan.

Patri lunak digunakan untuk pembuatan benda-benda alat kebutuhan sehari-hari, misalnya: tempat air minum, lampu, talang-air, benda-benda hiasan dan sebagainya. Teknik patri ini juga sangat penting untuk teknik listrik, misalnya untuk perangkaian pesawat radio, televisi, tape recorder dan sebagainya.

Keuntungan-keuntungan teknik patri lunak yaitu: cepat melaksanakannya, tidak memerlukan peralatan-peralatan yang mahal, dan yang melaksanakan pematrian tidak perlu berpengetahuan tinggi tentang hal ini. Kekurangan teknik patri lunak antara lain: hanya dapat dilaksanakan untuk benda-benda yang tipis dan kecil-kecil saja, yang kekuatannya tidak sebesar kekuatan patri keras.

#### 1) Bahan patri lunak dan alat-alat yang digunakan

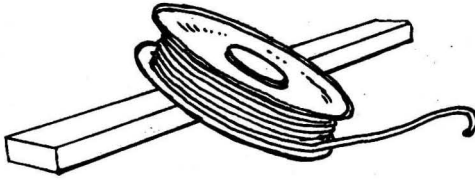
Untuk melaksanakan patri lunak, dibutuhkan bahan-bahan dan alat-alat tertentu, di antaranya yang harus ada yaitu:

a) *Bahan patri lunak.* Sesuai dengan namanya, bahan patri lunak adalah logam-logam yang cukup lunak, biasanya logam ini mempunyai suhu cair yang rendah. Menurut pengetahuan bahan yang dijelaskan pada Bab VI, bahan patri lunak yang banyak digunakan yaitu logam paduan antara timah dengan timbel, dan seringkali ditambah dengan bismuth. Suhu cair logam-logam patri lunak paling tinggi adalah 300°C. Dengan suhu yang sangat rendah ini, patri lunak sangat mudah dicairkan dengan alat-alat pemanas yang sederhana.

Bahan patri lunak dapat diperoleh dalam perdagangan dengan bentuk batangan atau bulatan dengan berat sekitar 100 gram sampai dengan 300 gram. Jenis bahan yang berbentuk batangan digunakan untuk pematrian benda-benda yang agar besar. Bahan ini belum dicampur dengan bahan tambahan.

Untuk mematri kawat-kawat penghantar listrik pada alat-alat listrik, digunakan bahan patri yang sudah diberi bahan tambahan. Bahan patri jenis ini diperdagangkan dalam bentuk kawat, di tengahnya terdapat bahan tambahan. Patri ini sering disebut *patri tinol*. Pada gambar VIII-1 digambarkan batangan patri lunak dan patri tinol.

Keistimewaan patri tinol yaitu sangat mudah dicairkan dan tidak perlu diberi bahan tambahan.



Gb. VII-1. Patri batangan dan patri tinol

b) *Bahan tambahan.* Sifat-sifat logam terutama yang bukan logam mulia mudah sekali mengikat zat asam, dalam keadaan panas dan cair. Hal ini menyebabkan kesulitan melekatnya logam-logam patri pada benda kerja. Oleh karena itu untuk melaksanakan pematrian diperlukan bahan tambahan.

Bahan tambahan gunanya untuk melindungi permukaan cairan logam patri pada waktu mematri. Dengan demikian cairan patri dapat langsung menyentuh dan menempel pada benda kerja. Bahan tambahan untuk menghalangi *oksidasi*, karena oksidasi akan menghalangi, pelekatan cairan logam ke logam lainnya.

Secara sederhana kerja dari bahan tambahan yaitu: apabila logam patri yang dicampur dengan bahan tambahan kemudian dipanaskan sampai mencair, maka cairan bahan tambahan yang mempunyai berat jenis lebih kecil dari pada patri akan berada di luar.

Bahan tambahan yang berada di luar cairan patri seolah-olah menyelimuti logam tersebut sehingga udara tidak dapat menembusnya. Dengan demikian tidak terjadi persenyawaan antara logam dengan udara.

Untuk patri lunak, bahan tambahan yang biasa digunakan antara lain: getah pinus atau *gondorukem*, *parafin* dan bahan-bahan lain yang sifatnya sejenis.

Selain bahan tambahan yang telah disebutkan, seringkali dipakai bahan tambahan jenis lain yang sifatnya dapat membersihkan permukaan logam pekerjaan. Salah satu jenis bahan pembersih yang mudah didapatkan yaitu asam klorida ( $\text{HCl}$ ), yang sifatnya dapat mengikis permukaan logam.  $\text{HCl}$  yang dioleskan pada permukaan benda kerja akan mengikis permukaan, sekaligus menghilangkan kotoran-kotoran yang ada dipermukaan logam tersebut. Dengan permukaan yang bersih, pematrian dapat dilakukan dengan mudah dan baik.

c). *Alat pemanas.* Untuk mencairkan logam patri diperlukan panas. Panas ini diperoleh dari suatu alat pemanas yang bermacam-macam jenisnya. Alat pemanas yang sering digunakan yaitu:

(1) *Baut pematri* dengan pemanas tidak langsung. Alat ini berbentuk baji yang terbuat dari tembaga dengan ukuran-ukuran yang bermacam-macam. Baut pematri ini diberi tangkai dari besi, dan pegangan dari kayu. Logam tembaga dipilih untuk pembuatan baut pematri. Baut pematri dipanaskan dengan menggunakan api arang atau dengan api kompor, lampu minyak. Panas api disimpan oleh baut tersebut, dan pada proses pematrian panas yang tersimpan ini

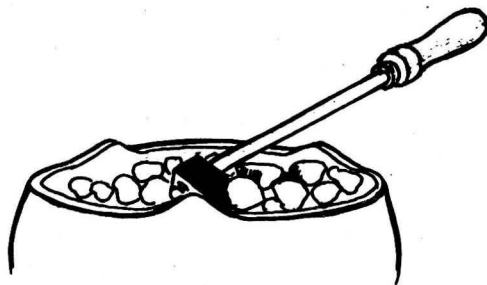


## PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM

diserahkan kepada benda kerja dan logam patri. Pada Gb. VIII-2 dan Gb. VIII-3, ditunjukkan gambar baut pematri dan cara-cara pemanasannya.



Gb. VIII-2. Baut pematri



Gb. VIII-3. Cara pemanasan baut pematri

Baut pematri diperdagangkan dalam satuan gram, misalnya 100 gr, 150 gr, 200 gr dan seterusnya.

(2) Baut pematri yang telah dibicarakan memerlukan waktu pemanasan yang cukup lama. Hal ini akan mempersulit pelaksanaan pematrian yang terus menerus dan banyak jumlahnya. Untuk itu harus disediakan baut pematri yang jumlahnya banyak, sehingga penggunaannya dapat berganti-ganti, misalnya yang satu dipanaskan, satunya digunakan.

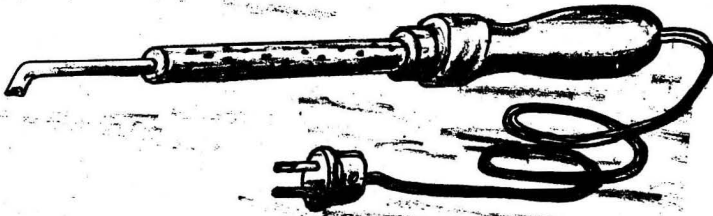
Cara lain untuk dapat mematri terus-menerus dengan satu baut pematri yaitu dengan memasang alat pemanas pada baut, sehingga pemanasan terus berlangsung walaupun baut digunakan untuk mematri. Baut pematri jenis ini misalnya:

(a) *Baut pematri listrik.* Baut pematri listrik sangat banyak digunakan oleh ukang-tukang listrik untuk mematri kawat-kawat penghantar.

Baut pematri jenis ini banyak terdapat dalam perdagangan dengan tenaga listrik

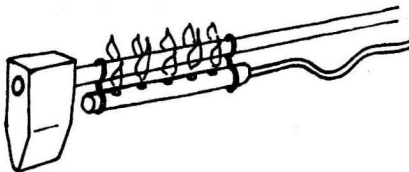
yang dibutuhkan berbeda-beda, sesuai dengan besar kecilnya baut. Macam-macam yang diperdagangkan misalnya yang berkekuatan 100 Watt, 150 Watt, 250 Watt, dan seterusnya.

Baut pematri listrik terdiri dari baut tembaga yang dilengkapi dengan lilitan kawat bertahanan besar. Lilitan yang bertahanan besar tadi mengakibatkan panas apabila dilewati aliran listrik. Panas yang terjadi akan memanaskan baut tembaga, jadi akan memanaskan baut tembaga, sehingga menjadi panas juga. Makin besar tenaga listrik yang digunakan makin besar pula panas yang diperoleh. Pada Gb. VIII-4 ditunjukkan sebuah baut pematri listrik.



Gb. VIII-4. Baut pematri listrik.

(b) *Baut pematri dengan pemanas minyak.* Untuk daerah-daerah yang tidak terdapat aliran listrik, baut pematri listrik tidak dapat digunakan. Oleh karena itu dibuatlah baut pematri dengan pemanas minyak, dengan konstruksi yang hampir sama dengan baut pematri listrik seperti yang digambarkan pada gambar VIII-5. Pada gambar tersebut baut pematri dipanaskan oleh api pembakaran minyak pada tempat minyak. Minyak diisikan pada tempat tersebut pada waktu tertentu atau dialirkan terus-menerus melalui pipa saluran kecil dari tempat persediaan.

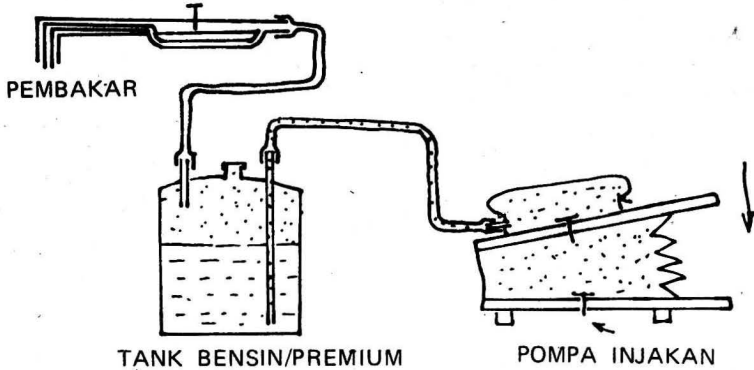


Gb. VIII-5. Baut pematri dengan pemanas dari minyak

Minyak yang digunakan sebaiknya spiritus, karena minyak ini tidak mengeluarkan asap tebal dan menghasilkan panas yang cukup tinggi.

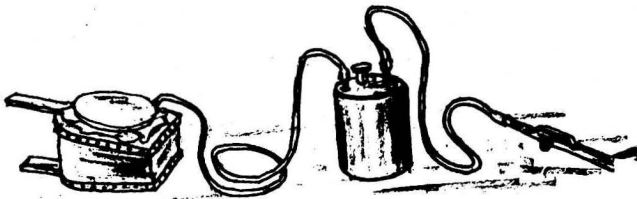
(3) *Pembakar dengan gas bensin.* Alat pemanas jenis ini menghasilkan nyala api yang langsung memanaskan patri dan benda kerja, sehingga tidak memerlukan baut pematri. Api yang dihasilkan cukup panas dan merupakan semburan,

sehingga alat ini dapat digunakan untuk mematri lunak dan patri keras. Pada Gb. VIII-6 digambarkan secara bagan sebuah pembakar dengan gas bensin dan pada Gb. VIII-7 ditunjukkan gambar alat yang sesungguhnya.



*Gb. VIII-6. Gambar bagan pembakar dengan gas bensin*

Pada gambar tersebut udara dipompakan ke dalam bensin yang disimpan di dalam botol tertutup. Botol tersebut dilengkapi dengan dua buah saluran, satu dihubungkan ke pompa dan satu lagi dihubungkan ke pembakar. Posisi pemasangan saluran seperti pada gambar. Udara yang dihembuskan ke bensin akan menimbulkan gelembung-gelembung udara yang membawa uap bensin. Karena pada botol tersebut terdapat saluran lain ke luar, uap bensin yang bercampur dengan udara akan mengalir melalui saluran tersebut ke pembakar. Ujung pembakar yang dilengkapi dengan lubang-lubang tertentu jumlahnya dapat dinyalakan setelah uap bensin dan udara ke luar. Api yang ke luar dari pembakar ini berwarna biru, dan mempunyai suhu bakar yang cukup tinggi. Perlu diketahui, pompa yang digunakan untuk pembakar jenis ini dapat bermacam-macam modelnya, misalnya pompa injak seperti pada gambar, pompa tangan, pompa dengan mesin (*kompresor*) dan sebagainya.



*Gb. VIII-7. Pembakar dengan gas bensin*

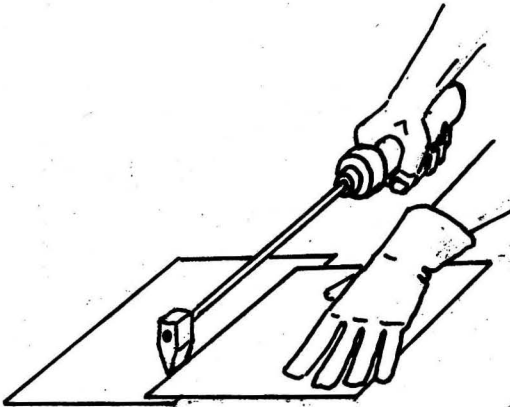
## 2) Cara mematri lunak

Persiapan yang harus dilakukan lebih dulu yaitu alat-alat disiapkan dan dibersihkan, termasuk ujung baut pematri yang biasanya kotor oleh arang. Selanjutnya baut pematri dipanaskan.

Apabila dua potong logam akan dipatri, bagian-bagian logam yang akan dipatri dibersihkan dahulu dari kotoran-kotoran yang menempel padanya. Kotoran itu antara lain karat, cat, minyak, pelumas dan lain-lainnya. Untuk membersihkan permukaan logam tersebut digunakan alat-alat seperti kikir, gergaji, gerinda, ambril dan penggosok lainnya. Sesudah dibersihkan dengan alat-alat tersebut, permukaan logam tadi diolesi dengan larutan seng dan asam klorida. Oleh larutan ini, kotoran yang masih tertinggal akan dilarutkan sehingga permukaannya betul-betul bersih.

Ujung baut pematri yang telah dipanaskan, diambil dan dibenamkan pada gondorukem sehingga cairan gondorukem melekat pada ujung baut pematri. Selanjutnya ujung baut ini digunakan untuk mencairkan batang patri dengan cara menekankan pada batang patri. Penekanan tidak perlu keras, melainkan ditunggu saja sampai patri tersebut mencair dengan sendirinya.

Baut pematri yang cukup panasnya akan cepat mencairkan patri, tetapi kalau kurang panas waktu pencairan cukup lama. Sesudah patri mencair dan cairan patrianya menempel pada ujung baut, segera diangkat dan ditekankan pada sambungan yang telah disiapkan. Seperti halnya waktu mencairkan patri,



Gb. VIII-8. Mematri dua pelat besi

penekanan baut pematri pada sambungan (benda kerja) tidak memerlukan tekanan yang keras. Setelah benda kerja menjadi panas sesuai dengan suhu cair patri, dengan sendirinya cairan patri akan meresap ke dalam celah-celah sambungan dengan cepat. Pada saat ini ujung baut pematri boleh digeser-geserkan maju-mundur untuk meratakan cairan patri yang masih membeku. Dengan

demikian seluruh celah-celah sambungan akan terisi oleh patri. Apabila benda kerja dalam keadaan bersih dan suhu yang diperlukan tercapai, maka hasil sambungan cukup kuat dan rapi. Sebaliknya pemanasan yang tidak sempurna menghasilkan pematrian yang kasar dan kropos, sedangkan permukaan benda kerja yang kotor mengakibatkan patri tidak mau melekat pada benda kerja.

Cara pematrian yang lain, yaitu: setelah benda kerja yang akan disambung dibersihkan, potongan patri yang diperlukan diletakkan pada sambungan bersama-sama dengan bahan tambahan. Selanjutnya sambungan dipanaskan dengan baut pematri atau dengan pemanas yang lain. Apabila benda kerja dan patri sudah panas dan mencapai suhu cair logam patri, akan terjadilah proses pematrian. Pada Gb. VIII-8 ditunjukkan posisi baut pematri waktu mematri dua lembar pelat besi.

Setelah pematrian selesai, kotoran-kotoran yang melekat pada sambungan yang terdiri dari sisa patri, abu, kerak bahan tambah, dan sebagainya dibersihkan dengan kikir, pisau, ambril dan alat-alat lain yang dianggap perlu.

### **3) Tindakan keamanan**

Pekerjaan mematri menggunakan panas untuk proses pematriannya, serta bahan-bahannya sebagian mengandung racun, atau bahan-bahan yang membahayakan kesehatan. Oleh karena itu pada waktu mematri harus memperhatikan beberapa hal, di antaranya yaitu:

- a) Sumber panas harus dijaga agar tidak mengakibatkan bahaya. Api dari arang kayu tidak boleh berloncatan, sedangkan api dari minyak harus dijaga agar tidak menimbulkan kebakaran dan ledakan.
- b) Bahan patri lunak mengandung timbel, yaitu suatu logam yang membahayakan tubuh. Dengan demikian pekerja harus mencuci tangan sesudah mematri.
- c) Bahan-bahan tambah seringkali cukup berbahaya, misalnya HCl dapat merusakkan kulit.

### **4. Patri keras**

Telah dijelaskan bahwa patri lunak hanya dapat digunakan untuk menyambung logam-logam yang kecil-kecil atau tipis. Selain itu hasil patri lunak tidak begitu kuat dan tidak tahan terhadap suhu yang tinggi. Dengan menggunakan patri keras, kekurangan-kekurangan patri lunak tersebut dapat diatasi.

Yang dimaksud dengan patri keras yaitu suatu pematrian yang menggunakan bahan patri dari logam yang cukup keras, dan suhu cairnya tinggi. Biasanya suhu cair logam patri keras hampir sama dengan suhu cair logam yang dipatri. Oleh karena suhu yang dibutuhkan cukup tinggi dan hampir sama, maka hasil sambungan lebih kuat daripada patri lunak. Hal ini disebabkan karena dalam suhu tersebut patri mencair pada waktu benda kerjanya dalam keadaan merah pijar. Keadaan ini memungkinkan terjadinya ikatan antara logam-logam tersebut.

Patri keras pada hakekatnya sama dengan patri lunak. Perbedaan kedua macam patri ini terletak pada suhu pemanasan untuk mencairkan logam patri.

Selain itu kalau patri lunak digunakan untuk penyambungan logam-logam yang kecil dan tipis, patri keras dapat digunakan untuk mematri logam-logam yang besar dan tebal.

### 1) Bahan dan alat patri keras

Patri keras memerlukan bahan-bahan dan alat-alat yang tidak sama dengan patri lunak. Bahan dan alat-alat patri yang penting yaitu:

a) *Bahan patri.* Bahan patri terdiri dari suatu logam yang suhu cairnya di bawah suhu cair benda yang dipatri. Oleh karena itu untuk mematri bermacam-macam logam yang tidak sama, harus diberikan logam patri yang berbeda-beda pula.

Biasanya bahan pokok patri keras yaitu logam paduan antara tembaga dengan seng. Perbandingan paduannya tidak tetap atau tidak selalu sama, tergantung daripada suhu yang diinginkan. Makin banyak sengnya, suhu cairnya makin rendah. Dengan demikian seandainya dibutuhkan logam patri untuk mematri loyang yang juga terdiri dari paduan tembaga dengan seng harus diketahui lebih dulu berapa perbandingan benda yang akan dipatri tersebut.

Kalau diketahui loyang yang akan dipatri terdiri dari 70% tembaga dan 30% seng, akan diperoleh berapa perbandingan unsur tembaga dan seng untuk bahan patri-nya.

Untuk contoh tersebut di atas, patri yang digunakan dapat terdiri dari 50% tembaga dan 50% seng.

Seandainya perbandingan campuran loyang yang akan dipatri tidak diketahui, maka untuk bahan patri-nya dapat dibuat dengan cara mengambil atau memotong sebagian kecil loyang benda kerja, kemudian dilebur dengan diberi tambahan seng. Dengan cara yang sangat mudah ini diperoleh bahan patri untuk loyang.

Untuk mematri logam-logam besi, cukup digunakan patri loyang, dan untuk mematri logam-logam mulia digunakan logam paduan antara loyang dengan logam-logam mulia yang akan dipatri. Untuk lebih jelasnya masalah bahan patri ini tengok kembali hal logam-logam paduan pada Bab IV.

b) *Bahan tambahan.* Seperti halnya pada patri lunak, patri keras memerlukan bahan tambahan digunakan untuk melindungi cairan terhadap oksidasi, sehingga patri cair dapat melekat pada benda kerja dengan baik, rapat dan kuat.

Bahan tambahan yang sering digunakan untuk patri keras yaitu *boraks* atau sering disebut *pijer*. Bahan ini mudah dibeli di toko besi atau bahan kimia dalam bentuk kristal.

Apabila kena panas, boraks akan mencair sehingga dalam pematrian dapat menyelimuti cairan patri. Apabila akan digunakan, biasanya boraks dihaluskan lebih dulu agar lebih mudah cara menaburkannya.

Pada teknik patri keras, gondorukem tidak digunakan karena pada suhu yang tinggi gondorukem cepat menguap.

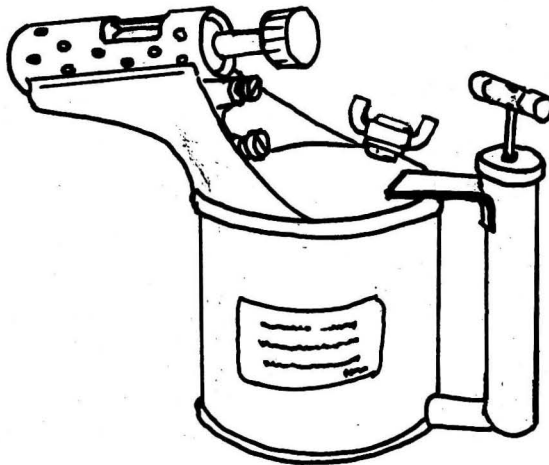
## PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM

c) *Alat pemanas.* Oleh karena patri keras memerlukan suhu yang tinggi yaitu  $\pm 1000^{\circ}\text{C}$  baut pematri tidak dapat digunakan. Alat pemanas yang dapat dipakai yaitu:

(1) *Tungku perapian.* Tungku perapian yang digunakan untuk penempaan dapat juga digunakan untuk mematri keras. Dengan tungku ini, benda kerja dibakar di dalamnya.

(2) *Pembakar gas.* Pembakar gas sering disebut *lampu pembakar*. Alat ini merupakan suatu alat pemakar yang menggunakan bahan akar yang berupa gas. Gas yang diperoleh berasal dari pemanasan minyak, yang dibuat oleh alat itu sendiri atau dapat dipakai juga bahan bakar gas yang diperdagangkan.

Pada gambar VIII-9 digambarkan sebuah alat pembakar gas dengan bahan bakar minyak tanah atau minyak solar.



Gb. VIII-9. Pembakar gas/lampu pembakar

Pada gambar tersebut ditunjukkan bagian-bagian pokok, yaitu tanki penyimpanan bahan bakar. Tanki ini dilengkapi dengan sebuah pompa untuk memberi tekanan kepada minyak. Karena tekanan itu, minyak terdesak ke luar melalui pipa saluran menuju ke pembakar. Yang dimaksud pembakar pada alat ini yaitu lilitan spiral dari pipa logam dengan ujung pipa yang diarahkan dari belakang, dan ujung pipa tersebut disempitkan.

Secara sederhana alat ini dapat dijelaskan seperti di bawah ini.

Tanki diisi dengan minyak kemudian ditutup rapat. Spiral pipa pada pembakar dipanaskan dengan membakar spiritus di bawahnya. Sesudah spiral panas, pompa pada tanki di pompa, minyak segera naik melalui pipa menuju ke pembakar. Oleh karena pembakar sudah panas, maka minyak yang masuk ke dalam spiral segera

menguap, dan ke luar melalui lubang kecil yang disebut *spuyer*. Pada saat ini api dinyalakan, maka menyemburlah nyala api dari dalam pembakar. Nyala api ini dapat digunakan untuk memanaskan sambungan waktu mematri dan sekaligus memanaskan minyak yang akan ke luar, sehingga minyak tersebut segera berubah menjadi uap yang seterusnya dibakar.

Untuk memanaskan benda yang akan dipatri keras, semburan api diarahkan ke tumpukan batu tahan api, atau batu apung, atau dapat juga pada batu merah. Oleh tumpukan batu tersebut panas dikumpulkan, dan di dalam tumpukan tersebut logam yang akan dipatri diletakkan. Dengan cara ini benda-benda yang besar dapat dipatri.

(3) *Pembakar dengan gas bensin*. Alat pemanas ini telah dijelaskan pada patri lunak, untuk patri keras alat ini digunakan untuk mengerjakan benda yang kecil-kecil atau tipis, misalnya perhiasan.

d) *Alat-alat yang lain*. Untuk keperluan pematrian keras, diperlukan alat-alat bantu, di antaranya:

(1) *Kikir, ambril, gerinda, pisau*. Alat ini digunakan untuk membersihkan benda kerja sebelum dan sesudah dipatri.

(2) *Penjepit*. Digunakan untuk memegang mengambil, dari mengatur letak benda kerja dan patri.

## 2) Cara mematri keras

Mematri keras hampir sama dengan mematri lunak, yaitu pertama-tama harus disiapkan alat dan bahan yang akan digunakan. Selanjutnya bagian logam yang akan dipatri dibersihkan dulu dan dipasang bagian sambungannya. Benda kerja yang sudah siap ini dibakar di dalam tempat pembakar sehingga menjadi merah. Apabila benda kerja telah menjadi merah, patri diletakkan pada sambungan sambil ditaburi dengan borak. Apabila panasnya sudah sampai titik cair patri, maka patri tersebut segera mencair dan mengisi celah-celah sambungan. Kalau pematrian telah selesai, api pembakar segera dipadamkan, dan benda kerja diambil lalu didinginkan.

Pekerjaan yang terakhir yaitu membersihkan bekas patri dengan menggunakan: kikir, gerinda, ambril dan sebagainya.

Untuk mematri benda-benda kecil, biasanya digunakan pemanas dengan pembakar gas bensin, seperti yang digunakan untuk mematri lunak. Untuk pematrian benda-benda kecil ini biasanya logam patri dan bahan tambah diletakkan pada bagian sambungan.

## 3) Tindakan keamanan

Untuk melaksanakan pematrian keras lebih dahulu harus diperhatikan masalah keamanan dan keselamatan kerjanya. Oleh karena patri keras membutuhkan suhu tinggi, maka jangan sekali-kali memegang benda kerja dengan tangan secara langsung sesudah dan sebelum pematrian dilakukan. Selain itu pemanasan harus di tempat yang aman sehingga bahaya kebakaran dapat dihindari.



### 3. RANGKUMAN

Penyambungan dengan teknik patri memberikan peluang bagi perkembangan teknik pembentukan benda kerajinan logam. Hal ini disebabkan karena hasil-hasil pematrian lebih baik, cepat, indah, dibandingkan dengan teknik lipatan dan kelingan.

Berdasarkan pengetahuan teknik patri ini diharapkan pembaca dapat mengembangkan kreasi-kreasi kerajinan logam dengan menggunakan teknik patri.

### 4. Daftar Kata Inti

boraks	: pijer, bahan pembantu dalam pematrian.
brander	: pembakar
gondorukem	: getah pinus
kompressor	: alat pemampat udara
lampu pembakar	: sejenis kompor pembakar
oksidasi	: persenyawaan dengan oksigen
pijer	: lihat boraks
solder	: patri
sepuyer	: lubang kecil untuk menghasilkan semburan.
tinol	: sejenis patri lunak.

### 5. Evaluasi

a. Tuliskan huruf B jika pernyataan ini betul, dan S jika pernyataan itu salah.

- 1) Untuk mematri logam diperlukan pemanasan.
- 2) Bahan patri lunak adalah paduan timah dengan seng.
- 3) Patri tinol mengandung bahan tambahan.
- 4) Bahan tambahan berguna untuk menahan oksidasi.
- 5) Patri lunak membutuhkan panas  $\pm 700^{\circ}\text{C}$ .
- 6) Boraks diperoleh dalam bentuk cairan.
- 7) Loyang sangat baik untuk bahan patri keras.
- 8) Untuk mematri perak digunakan paduan embaga, seng, dan perak.
- 9) Pada waktu mematri keras, gondorukem ditaburkan pada sambungan.
- 10) Untuk mematri perhiasan, lebih baik digunakan tungku perapian untuk pemanasannya.

# BAB IX

## TEKNIK LAS

### 1. Pendahuluan

Apabila kita mempunyai sebuah lampu lilin yang patah, kita dapat menyambungkan potongan-potongan tadi dengan cara memanaskan kedua bagian yang akan kita sambungkan. Bagian-bagian yang dipanaskan tadi akan mencair dan akan bersatu.

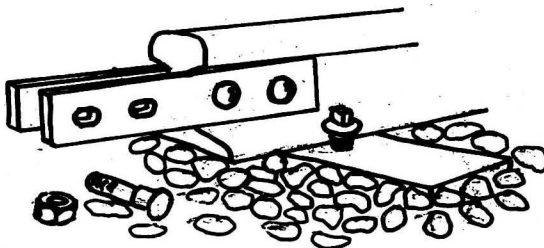
Setelah bagian-bagian tersebut didinginkan kembali, maka lilin tersebut telah tersambung. Cara menyambung dua potong lilin dapat juga dilakukan dengan meneteskan cairan lilin lain pada waktu dua ujung potongan lilin tersebut dicairkan.

Cara penyambungan dengan mencairkan bagian-bagian yang disambung seperti cara penyambungan lilin tersebut dapat diterapkan pula untuk menyambung logam. Penyambungan dengan cara seperti itu disebut *teknik las*.

### 2. Pengertian Las

Las secara umum berarti sambungan. Contoh-contoh las yang dimaksud yaitu:

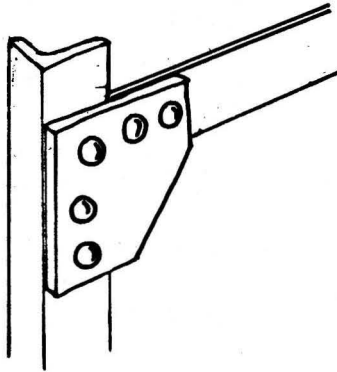
1) *Sambungan rel* menggunakan pelat sambungan yang bertugas menjempit ujung-ujung rel yang disambungkan. Pelat sambungan rel tersebut dinamakan *pelat las*, seperti ditunjukkan pada Gb. IX-1.



Gb. IX-1. Pelat las pada rel kereta api

## PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM

2) Pada bangunan-bangunan yang menggunakan konstruksi baja, digunakan pula pelat-pelat las untuk menyambungkan batang-batang profil baja. Pelat-pelat las pada konstruksi baja ini ditunjukkan dengan gambar IX-2.



Gb. IX-2. Pelat las pada konstruksi baja

3) Pada teknik listrik, sambungan-sambungan kawat penghantar juga dinamakan las, sehingga kotak-kotak tempat sambungan kawat penghantar listrik disebut kotak las.

Pada saat ini pengertian las digunakan khusus untuk suatu sistem penyambungan bagian-bagian logam dengan cara mencairkan bagian-bagian logam tersebut bersama-sama sehingga bersatu, dan seringkali dengan cara menambahkan cairan logam lain yang sejenis pada bagian-bagian yang akan dicairkan tadi. Hasil sambungan dengan teknik las sangat baik dan kuat, dapat dianggap sama dengan kekuatan logam utuhnya. Hal ini disebabkan karena pada sambungan tersebut bagian-bagiannya saling luluh menjadi satu secara langsung. Sambungan dengan teknik las lebih kuat daripada sambungan dengan teknik patri.

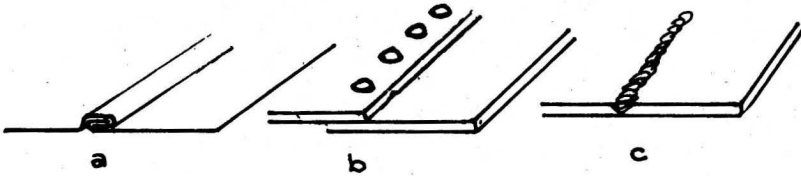
Pada teknik patri logam tambahnya selalu bersuhu cair lebih rendah daripada suhu cair logam yang dipatri, dan bagian-bagian logam yang disambung tidak sampai titik cair.

### 3. Sifat-sifat sambungan dengan teknik las

Pada saat ini teknik las lebih diutamakan dalam pembuatan benda-benda logam dari segala jenis, di antaranya yaitu: bangunan-bangunan gedung, jembatan, tanki minyak, mesin-mesin dalam pabrik, kendaraan dan sebagainya. Dibandingkan dengan sambungan dengan teknik lipatan, kelingan dan patri, teknik las mempunyai keuntungan-keuntungan antara lain:

1) Terhadap teknik lipatan dan kelingan : lebih rapat, lebih kuat, lebih halus dan rapi, lebih cepat pengerjaannya. Sebagai contoh pada gambar no. IX-3

digambarkan sambungan-sambungan pelat dengan teknik lipatan, kelingan dan las. Pada gambar tersebut dapat kita lihat bahwa sambungan dengan sistem las lebih rapi dan halus dan lebih rapat.



Gb.IX-3. Perbandingan antara hasil teknik lipatan, keling, las

Keterangan: a. teknik lipatan  
b. teknik keling  
c. teknik las.

2) Terhadap teknik patri, las lebih kuat, lebih cepat dan dapat digunakan untuk logam-logam yang tebal, tidak mengalami kesulitan untuk semua jenis logam. Beberapa jenis logam yang sukar dipatri misalnya aluminium, dapat di las dengan mudah.

#### 4. Penggunaan teknik las

Seperti telah dijelaskan bahwa las mempunyai keistimewaan-keistimewaan dan keuntungan-keuntungan yang lebih baik daripada sistem-sistem sambungan lain. Keistimewaan dan keuntungan tadi mengakibatkan penggunaan teknik las yang sangat luas dalam berbagai pekerjaan logam. Beberapa pengerjaan logam yang menggunakan teknik las, di antaranya yaitu:

- 1) *Reparasi*: yaitu memperbaiki alat-alat perkakas dari logam, misalnya rangka-rangka mesin, alat-alat pertanian, alat pertukangan dan sebagainya.
- 2) *Pekerjaan konstruksi*: yaitu pembuatan terali jendela/pintu, pagar halaman, kerangka gedung, kerangka jembatan dan sebagainya.
- 3) *Pembikinan karoseri*: yaitu pembuatan karoseri atau badan mobil dan perbaikan badan mobil.
- 4) *Pembikinan prabot-prabot rumah tangga*: yaitu pembuatan meja, kursi, almari, bak, tempat tidur, dan sebagainya.
- 5) *Pembikinan bejana-bejana*: yaitu untuk pembuatan kotak-kotak silinder, ketel, tandon atau reservoir air minum dan sebagainya.
- 6) *Penyambungan pipa-pipa*: pipa saluran air minum, pipa saluran minyak bumi dan sebagainya, banyak disambungkan dengan teknik las. Dahulu penyambungan pipa-pipa ini menggunakan flens dan baut-baut.

## **PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM**

7) *Penambahan dan penimbunan* : suatu poros yang sudah aus dapat digunakan lagi dengan baik apabila pada permukaannya ditumbuni lagi dengan besi atau baja yang sejenis. Penimbunan dapat dilakukan dengan las. Sesudah seluruh permukaannya rata oleh timbunan, kemudian diratakan dengan mesin bubut terlebih dahulu sebelum digunakan lagi.

### **2. Macam-macam Teknik Las**

Seperti telah dijelaskan bahwa pengertian umum las adalah sambungan, dan pengertian khususnya adalah penyambungan dua bagian logam dengan cara mencairkan ujung-ujung logam tersebut, dan seringkali pada bagian itu ditambahkan cairan logam lain. Untuk mendapatkan suatu sambungan yang harus memenuhi syarat-syarat tersebut, dapat ditempuh dengan beberapa cara. Cara-cara penyambungan tersebut selanjutnya dinamakan teknik las.

Macam-macam teknik las yang biasa digunakan yaitu: las tempa, las otogen dan las listrik.

### **3. Teknik las tempa**

Sebelum ditemukan teknik las modern, orang sudah dapat melaksanakan pengelasan logam dengan cara yang sangat sederhana. Cara pengelasan ini merupakan teknik las yang paling tua, walaupun demikian sampai sekarang masih banyak dikerjakan juga oleh tukang-tukang tempa.

Prinsip teknik las tempa yaitu dengan memanaskan ujung-ujung bagian logam yang akan disambung menjadi pijar, kemudian ujung-ujung bagian logam tersebut dilekatkan satu dengan yang lain, selanjutnya dipukul atau ditempa. Kedua bagian logam tersebut dapat melekat satu dengan yang lain karena permukaannya menjadi cair. Untuk teknik las tempa tidak ditambahkan logam lain sebagai logam las, melainkan suatu zat kimia yang disebut borak.

#### **1) Alat-alat dan bahan las tempa**

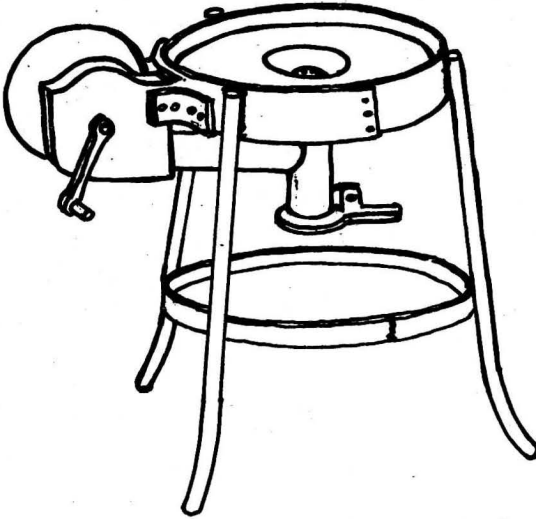
Untuk melaksanakan las tempa, hanya diperlukan alat-alat yang sederhana, yaitu alat-alat yang biasanya digunakan untuk pekerjaan penempaan. Alat-alat tersebut yaitu:

a) *Tungku perapian*. Untuk memanaskan logam-logam yang disambung diperlukan sebuah tungku perapian. Tungku perapian yang digunakan sama seperti yang digunakan untuk penempaan logam pada umumnya. Tungku yang digunakan dapat bersifat stasioner, dapat pula bersifat mobiler. Untuk melaksanakan pengelasan logam yang besar atau berat, lebih baik digunakan tungku stasioner, sedangkan untuk melaksanakan pengelasan logam kecil digunakan tungku mobiler. Apabila logam yang akan di las sangat kecil, dapat digunakan tungku masak dengan kipas tangan. Pada gambar IX-4 digambarkan sebuah tungku mobiler pada gambar IX-5 digambarkan sebuah tungku masak lengkap dengan kipas tangannya.

Bahan bakar yang digunakan untuk pembakaran di dalam tungku biasanya

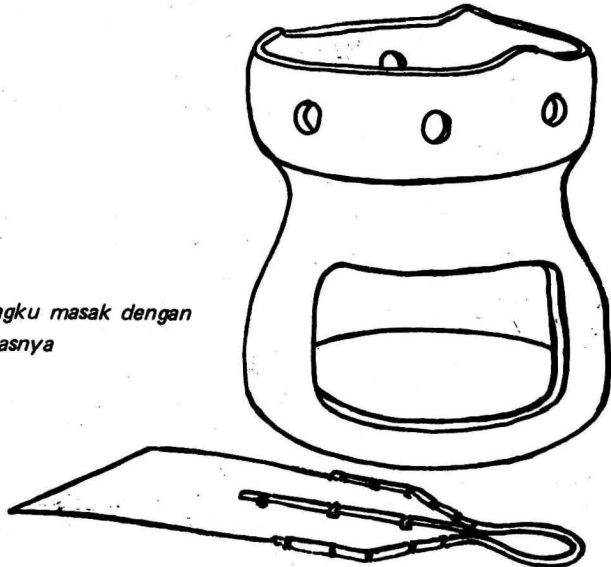
berbentuk padat, yaitu batu bara atau arang kayu. Seringkali tungku-tungku stasioner yang besar menggunakan bahan bakar cair, yaitu minyak.

Apabila tungku tadi menggunakan bahan bakar padat, dibutuhkan hembusan udara yang cukup kuat. Hembusan udara ini dapat diperoleh dari kipas angin atau pompa angin yang digerakkan oleh mesin atau tangan.



GbIX-4. Tungku mobil

Gb.IX-5. Tungku masak dengan kipasnya



## PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM

b) *Besi Landasan.* Seperti pada pekerjaan tempa, besi landasan atau disebut *paron* sangat dibutuhkan. Di atas landasan inilah logam pekerjaan ditempa atau dikerjakan. Besar kecilnya landasan tempa disesuaikan dengan logam yang dikerjakan. Makin besar benda yang ditempa di atasnya, makin besar pula landasan yang dibutuhkannya.

c) *Tang penjepit.* Untuk memegang dan mengambil logam yang sudah dipanaskan, digunakan tang penjepit.

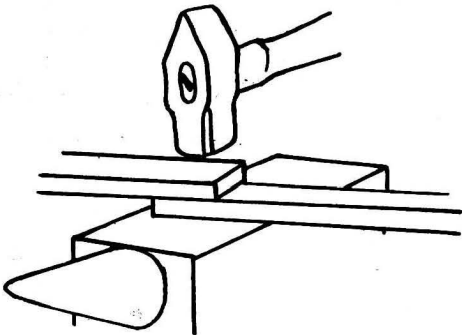
d) *Palu tempa.* Alat ini digunakan untuk memukul logam yang sedang di las, sesudah logam-logam tersebut dilekatkan satu dengan lainnya.

e) *Alat bantu lain.* Apabila hasil sambungan las harus dibentuk silinder atau segi empat, diperlukan alat-alat bantu, misalnya: pelana atas dan pelana bawah, palu perata.

f) *Boraks.* Logam yang dipanaskan sangat mudah bersenyawa dengan zat asam. Lapisan senyawa antara logam dengan zat asam pada permukaan logam mengakibatkan tidak dapat melekatnya sambungan tersebut. Oleh karena itu pada bagian-bagian yang akan dilekatkan harus dijaga agar tidak dimasuki zat asam. Apabila pada permukaan logam-logam tersebut dilekatkan, zat asam tidak dapat masuk karena tertahan oleh cairan boraks. Pada waktu sambungan dipukul, cairan boraks tertekan ke luar sambil membawa kotoran-kotoran sehingga cairan logam yang satu dapat bersatu dengan yang lain.

### 2) Cara mengelas tempa

Apabila dua batang logam akan di las tempa maka bagian-bagian yang akan disambungkan harus diratakan dan dibersihkan dahulu. Bagian-bagian logam yang telah dibersihkan tadi dipanaskan di dalam tungku perapian. Setelah bagian-bagian logam tersebut berwarna putih pijar, salah satu logam diangkat dan diletakkan di atas landasan, dengan posisi bagian yang telah diratakan dan dibersihkan diletakkan di atas. Pada bagian yang rata tersebut ditaburi dengan tepung boraks, selanjutnya logam yang lain diletakkan di atasnya tepat pada bagian yang akan dilekatkan. Setelah penempatan kedua logam tersebut tepat, pada bagian yang berimpit dipukul dengan palu satu atau dua kali dengan pukulan agak keras.



Gb.IX-6. Mengelas tempa

Sesudah dipukul pertama kali sambungan tersebut diperiksa apakah sudah tepat atau belum. Apabila letaknya sudah tepat, maka pemukulan dapat diteruskan berulang-ulang sambil sekali-sekali dipanaskan lagi. Pada gambar IX-6 ditunjukkan cara mengelas tempa dua batang logam.

### 3) Penggunaan teknik las tempa

Las tempa dapat menghasilkan suatu sambungan logam yang cukup kuat dan dapat dikerjakan secara mudah dengan biaya yang sangat murah. Oleh karena sifat-sifat las tempa tersebut, sampai saat ini masih digunakan. Beberapa pekerjaan yang masih menggunakan teknik las tempa yaitu:

a) Pembikinan alat-alat pertanian, pertukangan dan lain-lainnya. Untuk pembuatan alat-alat pertanian, pertukangan dan lain-lainnya biasanya digunakan teknik las tempa. Pada pengerjaan tersebut biasanya diterapkan untuk menyambung bagian utama dari besi lunak dengan baja untuk bagian yang harus kuat dan tajam.

b) Pembikinan kerangka-kerangka gerobak dan alat angkut. Beberapa jenis gerobak dan kereta terdapat kerangka-kerangka yang terbuat dari besi. Penyambungan kerangka-kerangka gerobak tersebut menggunakan teknik las tempa.

c) Alat-alat rumah tangga atau prabot rumah tangga. Teknik las tempa juga banyak digunakan untuk pembuatan tempat tidur, meja, kursi dan sebagainya.

### 4. Teknik las otogen

Teknik las tempa pada saat ini sudah jarang sekali digunakan untuk pembuatan barang-barang secara besar-besaran. Teknik las tempa mempunyai kekurangan-kekurangan, di antaranya yaitu pengerjaannya memerlukan waktu yang lama dan hasilnya kurang rapi. Selain itu las tempa sulit dilaksanakan untuk pekerjaan-pekerjaan konstruksi yang rumit, begitu pula waktu pemanasan benda kerja yang berulang-ulang serta lama dapat mengakibatkan rusaknya baja.

Kekurangan pada teknik las tempa tersebut di atas dapat dihilangkan dengan menggunakan teknik las otogen.

*Otogen* berasal dari kata Yunani *Autos genein* yang berarti terjadi sendiri. Las otogen juga disebut *las gas* karena api pembakaran berasal dari pembakaran gas.

Oleh karena pembakaran bahan bakar memerlukan zat asam, maka las otogen juga memerlukan zat asam. Zat asam yang digunakan untuk las otogen tidak hanya diambil dari udara biasa, melainkan harus zat asam murni. Zat asam murni dapat diperoleh dari pabrik pembuatan zat asam. Dengan cara mencampurkan gas bahan bakar dengan zat asam murni, akan diperoleh suatu campuran gas yang mudah terbakar dan mempunyai nilai bakar yang tinggi. Campuran gas bahan bakar dengan zat asam yang terjadi dinyalakan pada suatu alat pembakar, dan nyala api digunakan untuk mencairkan bagian-bagian logam yang disambungkan bersama-sama dengan logam penambahnya.

Pada pembicaraan selanjutnya akan dijelaskan secara mendetail tentang bahan, alat, cara bekerja, serta penggunaan las otogen.



**1) Bahan dan alat las otogen**

Telah disebutkan bahwa las otogen mengubah bahan bakar dan zat asam menjadi nyala api. Dengan demikian dibutuhkan jenis-jenis gas yang sesuai sebagai bahan bakar, zat asam dan cara memperolehnya, serta alat-alat yang digunakan untuk pengelasan.

**a) Bahan bakar.**

Pada pengerjaan las tempa, bahan bakar yang digunakan terutama yang berbentuk padat dan cair. Bahan bakar jenis padat dan cair tersebut tidak dapat digunakan untuk las otogen.

Sesuai dengan namanya yaitu las gas, bahan bakar yang digunakan berujud gas. Gas yang digunakan biasanya terdiri dari zat arang atau zat air, dalam keadaan berdiri sendiri-sendiri atau disenyawakan. Sifat-sifat yang harus dimiliki oleh gas bahan bakar yaitu mudah dibuat dan berdaya bakar tinggi.

Beberapa jenis gas yang sering digunakan untuk las otogen yaitu: gas zat air, gas lampu, gas tekan minyak tanah dan gas asetilen.

(1) *Gas zat air.* Gas zat air juga disebut gas *hidrogen*, merupakan jenis gas yang sangat ringan. Dibandingkan dengan udara, gas zat air beratnya hanya 1/14 nya. Pada suhu 0°C dengan tegangan 1 atmosfer, setiap 1 cm<sup>3</sup> gas zat air beratnya hanya 0,09 kg. Gas zat air tidak berwarna dan tidak berbau, dan merupakan *gas tunggal*, yaitu bukan merupakan campuran dari beberapa zat. Di dalam atmosfer, gas zat air terdapat dalam jumlah yang sedikit sekali. Gas ini terdapat dalam bentuk persenyawaannya dengan jumlah cukup besar.

Sesuatu yang harus diperhatikan yaitu apabila gas zat air bercampur dengan udara, atau zat asam, mudah sekali meledak. Oleh karena itu orang yang mengerjakan hal ini harus sangat hati-hati.

Suhu nyala api pembakaran gas zat air dengan zat asam paling tinggi ± 2200°C. Gas ini dapat digunakan untuk mengelas timbel, atau untuk memotong baja-baja yang tipis.

Gas zat air dapat dibuat dengan cara menguraikan air (H<sub>2</sub>O). Cara penguraian yang lazim digunakan yaitu: dengan sistem elektrolis dan menggunakan air melalui pipa.

(a). Dengan sistem *elektrolisa*, yaitu antara zat air dan zat asam dari air dipisahkan. Cara ini cukup mahal karena memerlukan tenaga listrik yang cukup banyak. Oleh karena itu pembuatan dengan cara ini hanya dilakukan di daerah-daerah dekat sungai atau air terjun.

(b). Dengan cara *mengalirkan uap air melalui pipa-pipa* besi yang telah dipijarkan. Di dalam pipa besi yang berpijar tadi zat asam akan bersenyawa dengan besi pijar menjadi oksida besi, sedangkan gas zat air yang sudah bebas dari zat asam ditampung. Gas zat air diperdagangkan di dalam botol-botol baja.

(2). *Gas cahaya atau gas lampu.* ada zaman dulu sebelum listrik digunakan, gas cahaya atau gas lampu banyak digunakan untuk memasak, penerangan dan

pemanasan ruangan. Gas cahaya tersebut disalurkan dari pabrik pembuat ke rumah-rumah langganan melalui saluran pipa, seperti saluran air minum sekarang.

Gas cahaya dibuat dari batu bara yang dipanaskan di dalam tabung-tabung yang terbuat dari batu tahan api, sampai dengan suhu  $900^{\circ}\text{C}$ – $1000^{\circ}\text{C}$ . Sebagian besar batu bara akan berubah menjadi gas, yang kemudian ditampung di dalam bejana-bejana setelah disaring lebih dulu.

Gas cahaya terutama terdiri dari zat arang, tetapi seringkali gas ini dicampur dengan zat air. Kadang-kadang gas cahaya juga mengandung bensol. Apabila gas cahaya dinyalakan, suhu nyala apinya  $\pm 2700^{\circ}\text{C}$ , jadi lebih tinggi daripada suhu nyala gas zat air.

Gas cahaya sering digunakan untuk mengelas benda-benda kecil, atau untuk memotong pelat-pelat tipis.

(3). *Gas tekan minyak tanah.* Seperti halnya gas cahaya, gas tekan minyak tanah pada zaman dahulu digunakan untuk penerangan terutama penerangan jalan-jalan kereta api. Gas tekan minyak tanah terdiri dari zat arang dan zat air, seperti gas asitilen. Apabila gas ini dicampur dengan zat asam kemudian dinyalakan, memberi suhu nyala api setinggi  $\pm 2000^{\circ}\text{C}$ .

Gas tekan minyak tanah dibuat dengan cara menyemburkan kabut minyak ke dalam dapur yang dipanaskan. Di dalam dapur ini terdapat pipa-pipa batu tahan api atau logam yang berbentuk silinder. Pemanasan pipa-pipa tersebut sampai dengan suhu  $\pm 700^{\circ}\text{C}$ – $800^{\circ}\text{C}$ . Minyak yang telah dipanaskan tadi berubah menjadi uap dan oleh proses kimia sebagian besar minyak tersebut tetap berujud gas meskipun sudah didinginkan. Gas yang terjadi selanjutnya disaring, kemudian dimasukkan ke dalam botol-botol baja, untuk selanjutnya diperdagangkan. Biasanya gas tekan minyak tanah yang diperdagangkan di dalam botol-botol baja bertekanan 120 atmosfer.

Bahan yang digunakan untuk pembuatan gas tekan minyak tanah yaitu: *minyak bumi, minyak hewan, minyak tumbuh-tumbuhan.*

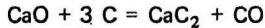
Minyak bumi yaitu minyak hasil tambang, yang selanjutnya dipisah-pisahkan menjadi minyak bensin, minyak tanah, solar, residu dan lain-lainnya. Minyak dari hewan dibuat dari lemak hewan misalnya babi, kambing, sapi dan sebagainya. Sedangkan minyak dari tumbuh-tumbuhan di antaranya yaitu minyak cat, minyak jarak, minyak kelapa dan sebagainya.

Gas tekan minyak tanah sering digunakan untuk mengelas logam-logam serta memotong dengan otogen. Keistimewaan gas ini adalah harga lebih murah daripada gas asitilen, dan tidak terlalu banyak pans ygng dibuang.

(4). *Gas asitilen.* Macam-macam gas yang telah disebutkan pada sub (1) sampai dengan sub (3), saat ini di negara kita jarang digunakan karena terdesak oleh penggunaan gas asitilen. Oleh karena itu, untuk selanjutnya yang akan dibicarakan hanyalah las otogen yang menggunakan bahan bakar gas asitilen.

Gas asitilen merupakan senyawa antara zat arang dengan zat air, dalam ilmu kimia dituliskan  $\text{C}_2\text{H}_2$ . Gas ini diperoleh dari penguraian karbid kalsium ( $\text{CaC}_2$ ) oleh air.

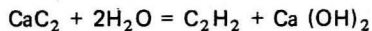
(a) *Karbid*. Karbid kalsium yang biasa disebut karbid merupakan perenyawaan antara kalsium dengan zat arang. Karbit kalsium dibuat dengan cara memanaskan batu kapur (CaO) dan kokas di dalam dapur listrik sampai dengan suhu 3000°C. Pada suhu ini batu kapur dan kokas akan mencair menjadi satu, yaitu karbid kalsium (CaC<sub>2</sub>). Di samping itu akan terjadi pula gas CO. Proses ini kalau dituliskan secara ilmu kimia sebagai berikut:



Cairan yang terjadi tersebut kemudian dialirkan ke luar dan didinginkan sehingga mengental dan mengeras menjadi bungkah-bungkah. Bungkah-bungkah karbit ini kemudian dipecah-pecah menjadi butiran-butiran. Butiran-butiran yang terjadi dipisah-pisahkan menurut besar kecilnya. Selanjutnya butiran-butiran karbid tersebut dimasukkan ke dalam drum-drum besi yang rapat udara, untuk diperdagangkan.

Drum-drum karbid biasanya mempunyai berat 50 kg atau 100 kg. Karbid yang baik berkadar murni 82%–87%. Untuk mendapatkan karbid yang baik, harus dibuat dari batu kapur yang baik dan zat arang yang baik pula.

(b) *Gas asitilen*. Apabila karbid dicampur dengan air, terjadilah penguraian gas asitilen (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) dari padanya. Selain itu terjadi pula hidroksida kalsium. Proses penguraian karbid tersebut dapat dituliskan secara ilmu kimia:



Para proses penguraian tersebut terjadi pula panas sebanyak 450 kkal (kilo kalori) tiap-tiap satu kilogram karbid. Panas sebanyak ini berarti menaikkan suhu 10 liter air menjadi 45°C lebih tinggi. Timbulnya panas yang cukup banyak pada proses penguraian karbid ini harus diperhatikan, terutama pada alat-alat pembuat asitilen, agar tidak terjadi hal-hal yang tidak diinginkan dan yang merugikan, misalnya kebakaran.

Untuk pekerjaan pengelasan, gas asitilen dibuat sendiri di dalam *pesawat/pembuat asitilen*. Selain itu gas ini juga dapat diperoleh dari pabrik dalam bentuk larutan. Larutan gas asitilen ini disimpan dalam botol-botol baja. Gas asitilen dalam botol disebut *asitilen disau*, yang berarti gas asitilen yang telah dilarutkan. Disau berasal dari kata *dissoudre* (bahasa Perancis), yang berarti melarutkan.

Mengapa gas asitilen harus dilarutkan?

Perlu diketahui bahwa gas asitilen apabila dimampatkan lebih dari 2 atmosfer dapat meledak. Padahal agar pembiayaan lebih murah, tiap-tiap botol asitilen harus diisi dengan gas asitilen yang bertekanan ± 15 atmosfer. Untuk menghindari bahaya ledakan, gas asitilen dilarutkan pada suatu cairan yang dapat melarutkannya. Cairan tersebut yaitu *aseton*. Aseton yaitu suatu cairan yang tidak berwarna, yang dapat melarutkan zat-zat hidrokarbon dengan baik. Dengan cara mengisikan aseton ke dalam botol baja yang telah diisi dengan benda berpori (misalnya gabus, asbes, arang dan sebagainya), asitilen dapat terikat di dalamnya dengan mudah. Di samping itu apabila diperlukan, gas asitilen juga mudah dilepaskan.

Jadi maksud benda-benda berpori adalah untuk memperluas permukaan aseton, sehingga dengan demikian asitilen mudah larut dan mudah melepaskan diri dari aseton. Dengan cara inilah suatu botol dapat diisi dengan gas asitilen yang bertekanan 15 atmosfer.

#### *b) Bahan tambah atau bahan pembantu*

Suatu nyala pembakaran selalu membutuhkan zat asam. Zat ini selalu terdapat dalam udara, dengan jumlah  $\pm 21\%$ , selebihnya gas lain terutama zat lemas. Apabila pada suatu pembakaran diberikan zat asam murni, akan terjadilah pembakaran yang sempurna, yang berarti akan timbul panas yang sempurna atau maksimal.

Pada proses las otogen, udara pembakar adalah zat asam murni. Zat ini diperoleh di perdagangan dalam botol-botol baja, dengan tegangan cukup tinggi yaitu 150 atmosfer.

Zat asam dibuat oleh pabrik zat asam dengan cara mendestilasikan udara. Zat asam yang diisikan ke dalam botol berujud cair karena telah didinginkan dan diberi tekanan cukup tinggi. Zat asam murni lebih berat daripada udara, yaitu setiap  $m^3$  zat asam pada suhu  $0^{\circ}C$  dan tekanan 1 atmosfer, beratnya = 1,43 kg. Zat ini tidak berwarna dan tidak berbau.

Perlu diketahui, selain untuk keperluan pengelasan, zat asam (dalam botol-botol baja) juga diperlukan dalam bidang kedokteran, khususnya untuk pertolongan pernafasan.

#### *c) Bahan las*

Pada proses las tempa tidak diperlukan logam penambah, selain bahan pelindung terhadap oksidasi yang disebut boraks. Pada las otogen, bahan pelindung terhadap oksidasi ini tidak diperlukan. Pada las otogen untuk mengerjakan pelat-pelat tebal, diperlukan tambahan logam lain untuk mengisi celah-celah sambungan. Penambahan logam pada teknik las otogen berbeda dengan penambahan pada pematrian karena untuk pengelasan biasanya digunakan logam-logam yang sama dengan logam yang di las. Dengan demikian, suhu cair logam penambah untuk las suhu sama dengan suhu cair logam yang di las. Sebagai contoh, apabila dilakukan pengelasan besi, digunakan logam besi sebagai logam tambahnya, untuk mengelas löyang digunakan löyang dan untuk mengelas perunggu digunakan perunggu pula.

Kegunaan logam tambah yaitu untuk mengisi celah-celah las yang telah disiapkan atau yang terjadi karena pencairan benda kerja. Bahan las biasanya berbentuk kawat, atau batang-batang kecil yang dapat diperoleh dari toko, atau seringkali berujud sayatan-sayatan bekas pembubutan atau pengeboran. Jenis yang disebutkan terakhir mempunyai keuntungan: murah harganya dan mudah mencair.

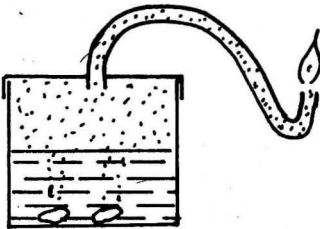
#### *d) Pesawat pembuat asitilen*

Telah dijelaskan bahwa gas asitilen merupakan hasil penguraian karbid

## PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM

dengan air. Untuk membuat gas asitilen ini diperlukan suatu alat khusus yang dapat bekerja dengan baik dan aman.

Prinsip pembuatan gas asitilen dapat dijelaskan pada gambar IX-7. Suatu tabung kaleng yang dapat ditutup dengan rapat diisi dengan air. Pada tutup kaleng tersebut dipasang pipa saluran. Apabila ke dalam air kita masukkan sebutir karbid, kemudian tutup kaleng dipasang, terjadilah suatu gas asitilen yang akan mengisi seluruh ruangan. Karena gas asitilen timbul terus, akhirnya akan mengalir ke luar melalui pipa saluran, sebagai bukti bahwa gas yang ke luar tadi adalah gas asitilen, pada ujung pipa saluran dinyalakan api, maka akan menyala ujung pipa tersebut.



Gb. IX-7. Prinsip pembuatan asitilen

(1) *Syarat-syarat pesawat pembuat asitilen.* Pesawat asitilen yang diperbolehkan dipakai harus memenuhi syarat-syarat yang telah ditentukan. Syarat-syarat itu di antaranya:

- (a) Sudah mendapat izin dari badan pengawas yang ditunjuk oleh negara.
- (b) pesawat masih dalam keadaan baik dan lengkap bagian-bagiannya.
- (c) pesawat dilengkapi dengan alat-alat keamanan yang masih normal.
- (d) penggunaan yang sesuai dengan daya pakainya.

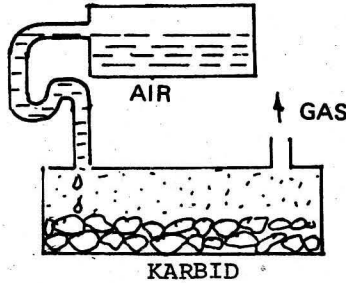
Hal-hal tersebut di atas harus dipenuhi karena pesawat pembuat asitilen yang belum mendapat pengesahan atau sudah rusak, akan mengakibatkan bahaya kebakaran atau peledakan.

(2) *Bagian-bagian pokok pesawat pembuat asitilen.* Pesawat pembuat asitilen tersusun dari bagian-bagian yang penting, yaitu:

(a) *Pencampur karbid dengan air.* Terjadinya gas asitilen pada pesawat pembuat asitilen disebabkan karena pencampuran karbid dengan air. Untuk mencampurkan kedua bahan ini, ada beberapa sistem yang digunakan. Beberapa sistem yang sering dijumpai pada pesawat yaitu:

— *Sistem tetesan;* pada sistem ini air diteteskan sedikit demi sedikit pada karbid, sehingga timbul gas asitilen. Karbid yang digunakan biasanya yang kasar.

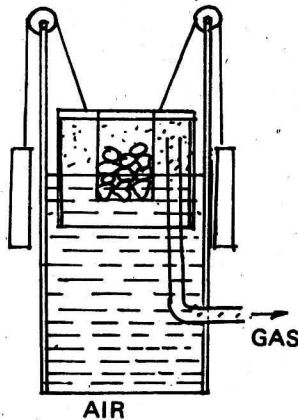
Oleh karena air yang digunakan hanya sedikit, pesawat jenis ini mudah menjadi panas. Pada gambar IX-8 ditunjukkan bagan terjadinya asitilen dengan sistem tetesan.



Gb. IX-8. Sistem tetesan

- *Sistem celup;* pada sistem ini karbid yang ditempatkan pada keranjang karbid, dicelupkan sedikit demi sedikit ke dalam air. Kecepatan celupan disesuaikan dengan gas yang dibutuhkan. Gas asitilen hasil sistem celup cukup dingin dan bersih.

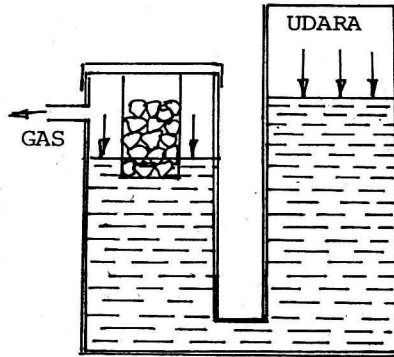
Pada gambar IX-9 dijelaskan bagan kerja dari sistem ini.



Gb. IX-9. Sistem celupan

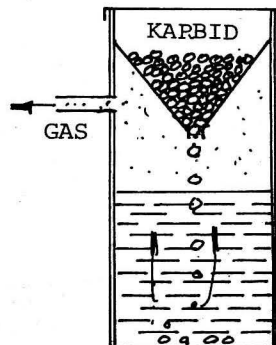
- *Sistem desakan;* sistem ini hampir sama dengan sistem celup, yaitu karbid disentuhkan pada air yang berjumlah cukup banyak. Berbeda dengan sistem celup, sistem desakan ini yang bergerak bukan keranjang karbid, melainkan airnya. Apabila gas yang ada di dalamnya sudah atau masih kosong, air mendesak dan mencelup karbid. Sesudah gas asitilen terisi penuh, air akan terdesak oleh gas itu menuju ke tempat penampungan. Dengan demikian karbid akan terpisah dari air sehingga pembuatan asitilen terhenti. Apabila gas

telah kosong kembali, air mencelup karbid, dan seterusnya. Pada sistem ini, gas yang dihasilkan juga tetap dingin seperti pada sistem celupan Gambar IX-10 menunjukkan bagan kerja sistem desakan.



*Gb. IX-10. Sistem desakan*

- *Sistem lemparan;* Karbid yang digunakan berbutir halus. Karbid tersebut sewaktu-waktu dijatuhkan atau dilemparkan ke dalam air, sehingga timbul gas asetilen. Pada sistem ini pesawat tetap dingin dan gas yang timbul tetap sejuk dan bersih. Hal ini disebabkan karena debu-debu yang terjadi akan larut di dalam air. Untuk lebih jelasnya, sistem ini digambarkan secara bagan pada gambar IX-11.



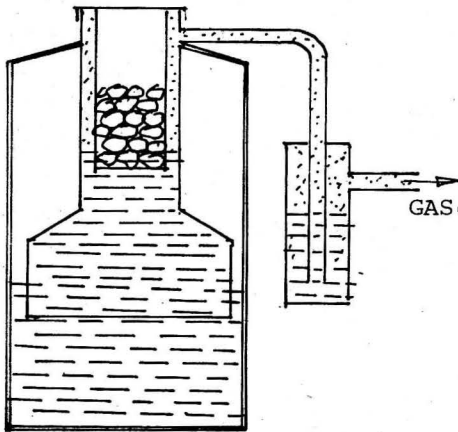
*Gb. IX-11. Sistem lemparan*

(b) *Tempat penampungan gas asetilen.* Gas yang terjadi ditampung pada suatu ruangan yang dibuat khusus untuk ini. Ruangan ini dibuat terpisah dengan tempat pembuatan asetilen, atau dibuat menjadi satu dengannya.

(c) *Alat-alat pengaman.* Pesawat pembuat asitilen selalu dilengkapi dengan alat-alat yang bertugas untuk mengamankan pesawat dari bahaya-bahaya yang mungkin terjadi. Alat-alat pengaman tersebut di antaranya yaitu:

- *Kunci air,* yaitu suatu alat pengaman agar pada waktu kelebihan tekanan zat asam tidak mengakibatkan masuknya api atau zat asam ke dalam pesawat pembuat asitilen. Dengan demikian bahaya peledakan pesawat tidak terjadi.
- *Manometer,* yaitu alat pengukur tekanan gas. Dengan manometer ini tekanan di dalam pesawat dapat diketahui, sehingga apabila terjadi tekanan yang melebihi ketentuan dapat segera diketahui.
- *Kelep pengaman,* yaitu alat yang dapat membuka sendiri apabila ada tekanan yang melebihi batas-batas ketentuan. Dengan alat ini pula, bahaya meledaknya pesawat didapat dihindarkan.

(3) *Konstruksi pesawat.* Telah diuraikan bahwa pesawat pembuat asitilen bermacam-macam jenis dan sistemnya. Dengan demikian bentuk dan konstruksi pesawat tersebut juga berbeda-beda, tergantung dari inspirasi dan kreasi masing-masing pabrik. Pada gambar IX-12 digambarkan bagan sebuah pesawat pembuat asitilen dengan sistem desakan.



Gb. IX-12 Bagan pesawat pembuat asitilen

Pada gambar tersebut pertama kali karbid dicelupkan pada permukaan air. Akibatnya timbul gas asitilen. Makin banyak gas yang terjadi, tekanan di dalam ruang tersebut makin besar pula, yang mengakibatkan air terdesak ke bawah. Air tersebut akan pindah ke tempat persediaan air. Dengan terdesaknya air, karbid tidak tercelup lagi, sehingga produksi gas terhenti. Apabila gas sudah dipakai, tekanan di dalam ruang gas berkurang, sehingga air akan masuk lagi. Air ini mencelup karbid, akibatnya gas terjadi lagi dan seterusnya.

Gas karbid yang dihasilkan selanjutnya dialirkan ke luar melalui kunci air.



e) Botol-botol gas asitilen dan zat asam.

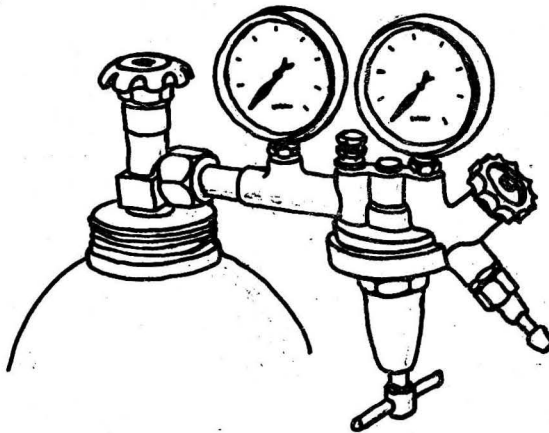
Apabila gas asitilen tidak dibuat sendiri, digunakan asitilen disu yang ditempatkan di dalam botol baja. Demikian juga zat asam yang digunakan juga tersimpan di dalam botol-botol baja.

Botol baja yang digunakan untuk asitilen dan zat asam sama bentuknya, yaitu berbentuk silinder panjang, dibuat tanpa sambungan. Botol zat asam lebih tebal daripada botol gas asitilen. Pada bagian atas botol asitilen (dibagian tutupnya) dilengkapi dengan kunci pemutar, sedangkan botol baja untuk zat asam dilengkapi dengan roda tangan. Pada bagian samping tutup tersebut ada lubang pengeluaran gas yang akan disambungkan dengan pesawat reduksi. Lubang-lubang tersebut diberi *draad* luar atau *draad* dalam.

f) Pesawat reduksi.

Isi botol gas asitilen dan zat asam mempunyai tekanan yang cukup tinggi, yaitu 150 atmosfer untuk zat asam dan 15 atmosfer untuk asitilen. Tekanan yang sangat tinggi ini mengakibatkan semburan gas yang cukup deras apabila keran penutup dibuka. Untuk memperkecil tekanan gas yang ke luar dari botol tersebut agar dapat digunakan dengan baik pada pembakar, digunakanlah suatu pesawat pengurang tekanan.

Pesawat tersebut dinamakan pesawat reduksi (reduksi maksudnya pengurangan). Pada gambar IX-13, ditunjukkan bagan pesawat reduksi untuk zat asam.



Gb. IX-13. Pesawat reduksi

Pada gambar tersebut terdapat bagian-bagian pokok yang perlu dipahami, di antaranya yaitu:

(1) *Manometer isi*. Manometer isi disebut juga manometer tekanan tinggi. Pada manometer isi terdapat skala tekanan sampai dengan 250 atm. Dengan

manometer ini banyaknya isi botol dapat diketahui, dengan menggunakan rumus perhitungan: tekanan yang ditunjukkan X isi botol = isi gas dalam satuan liter pada tekanan 1 atm.

Contoh perhitungannya:

Tekanan yang ditunjuk = 100 atm,

Isi (volume) botol = 40 lt, (biasanya isi botol = 40 lt) maka isi gas dalam botol tersebut =  $40 \times 100 = 4000$  lt, dengan tekanan satu atmosfer.

Dengan manometer isi, dapat diketahui pula berapa banyaknya gas yang digunakan untuk mengerjakan suatu pekerjaan las.

(2) *Manomter tekanan kerja.* Manometer tekanan kerja disebut juga manometer tekanan rendah, karena pada manometer tersebut skala tekanan hanya sampai 12 atmosfer, seringkali sampai dengan 20 atmosfer. Manometer ini digunakan untuk mengetahui besarnya tekanan gas yang mengalir ke pembakar gas pada waktu dilakukan pengelasan.

(3) *Sekrup pengatur.* Sekrup ini digunakan untuk mengatur berapa tekanan kerja yang diinginkan.

(4) *Katup keamanan.* Yaitu suatu katup otomatis yang dapat membuang gas dengan sendirinya apabila pada ruang tekanan rendah terjadi kelebihan tekanan. Seringkali katup ini dilengkapi dengan peluit, untuk memudahkan pekerja mengetahui bahaya yang terjadi.

(5) *Keran penutup.* Yaitu keran yang digunakan untuk membuka dan menutup gas yang mengalir ke pipa karet.

(6) *Mur Wartel pemasang karet pipa* Yang disebut *mur wartel* yaitu suatu mur yang draadnya ada di bagian dalam, digunakan untuk pemasangan dan penyambungan pipa. Mur wartel pemasangan karet pipa digunakan untuk memasang pipa karet pada pesawat reduksi.

(7) *Mur wartel pemasang pesawat reduksi.* Mur wartel ini digunakan untuk memasang pesawat reduksi pada tutup botol baja.

Pesawat reduksi yang digunakan untuk asitilen dissu bentuknya sama dengan pesawat reduksi untuk zat asam. perbedaan kedua pesawat reduksi tersebut yaitu:

(a) *Pemasangan pesawat pada tutup botol.* Untuk memasang pesawat reduksi pada botol baja ada yang tidak menggunakan mur wartel seperti pada zat asam, melainkan dengan menggunakan sengkang yang dikeraskan dengan pemutar. Hal ini dilakukan untuk menjaga agar tidak tertukar dengan pesawat reduksi zat asam.

(b) *Manometer yang digunakan.* Manometer tekanan tinggi dan manometer tekanan rendah pada pesawat reduksi asitilen mempunyai daya ukur yang lebih

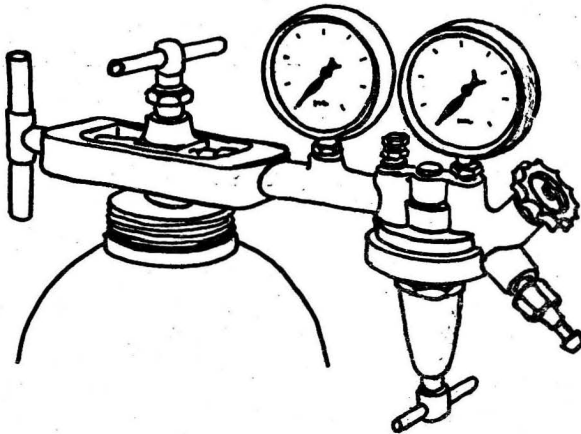
## PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM

rendah bila dibandingkan dengan manometer zat asam. Skala tekanan pada manometer tekanan tinggi untuk gas asitilen hanya sampai 30–45 atmosfer dan pada manometer tekanan rendah hanya sampai dengan 3–5 atmosfer.

(c) *Mur wartel pemasangan karet pipa.* Untuk menjaga agar pemasangan karet pipa zat asam tidak keliru dengan asitilen, maka besarnya draad pada kedua pesawat tersebut dibedakan. Draad mur wartel pada pesawat reduksi zat asam berukuran  $\frac{1}{2}$ " dan pada pesawat  $\frac{3}{8}$ ".

(d) Pada pesawat reduksi untuk gas asitilen dipasang sebuah alat yang disebut *patron pukul balik*. Alat ini berguna untuk menjaga agar api tidak dapat masuk ke botol asitilen apabila terjadi penyumbatan ujung pembakar.

Gambar IX–14 menunjukkan sebuah pesawat reduksi untuk gas asitilen lengkap dengan sengkang dan patron pukul balik.



Gb. IX–14. Pesawat reduksi untuk asitilen

### g) Pipa penghantar gas.

Untuk mengalirkan gas dari botol-botol zat asam dan asitilen, atau dari pesawat pembuat asitilen digunakan pipa-pipa karet. Dengan pipa karet tersebut gas-gas dialirkan ke pembakar. Pipa karet sangat baik digunakan untuk keperluan ini karena mempunyai keistimewaan-keistimewaan tertentu, di antaranya yaitu: tahan terhadap tekanan yang cukup tinggi dan sifatnya lentur sehingga mudah dibengkokkan ke segala arah.

Untuk mengalirkan gas asitilen ke pembakar digunakan pipa karet berwarna merah, dengan lubang dalam bergaris tengah 9 mm dengan tebal pipa  $\pm 3$  mm. Untuk mengalirkan zat asam digunakan pipa karet berwarna biru, kelabu, atau hitam. Pipa ini bergaris tengah lubang sebesar 6 mm, dan tebal pipa  $\pm 5$  mm.

Untuk pipa gas asitilen dan zat asam dibedakan agar pemasangannya lebih mudah dan tidak mungkin keliru antara zat asam dengan asitilen.

## h) Pembakar.

Alat yang digunakan untuk menghasilkan api yaitu pembakar, atau disebut *brander*. Oleh pembakar, campuran antara zat asam dengan gas asitilen dinyalakan.

Pada pembakar terdapat bagian-bagian pokok yaitu: saluran-saluran zat asam dan gas asitilen, keran-keran penutup gas-gas tersebut, *ejektor* atau penarik asitilen, pipa pencampur, ujung pembakar atau muncung las.

Pada gambar IX-15 ditunjukkan gambar sebuah pembakar lengkap dengan bagian-bagiannya. Pada gambar tersebut terlihat pula bagaimana cara pemasangan pipa zat asam dan gas asitilen.

Seringkali pesawat las digunakan untuk pengelasan benda-benda yang tebalnya tidak tetap, suatu kali untuk benda tebal, lain kali untuk benda yang tipis. Kejadian ini memerlukan lubang muncung las yang berbeda-beda pula. Untuk pengelasan benda tebal dibutuhkan nyala api yang besar sehingga lubang muncung harus besar. Untuk pengelasan benda-benda tipis diperlukan nyala api yang kecil saja, untuk itu harus dipakai lubang muncung yang kecil. Agar setiap pengelasan benda-benda yang berbeda tebalnya tidak perlu mengganti pembakar seluruhnya, maka setiap pembakar selalu dilengkapi dengan ujung-ujung pembakar yang jumlahnya sekitar 8 sampai 10 buah dengan ukuran yang berbeda-beda. Pada ujung pembakar tersebut selalu dituliskan besarnya ukuran kemampuan untuk pengelasan.

Ukuran-ukuran yang tercantum terutama digunakan untuk pengelasan besi/baja, maka apabila akan mengelas logam-logam bukan besi harus disesuaikan.

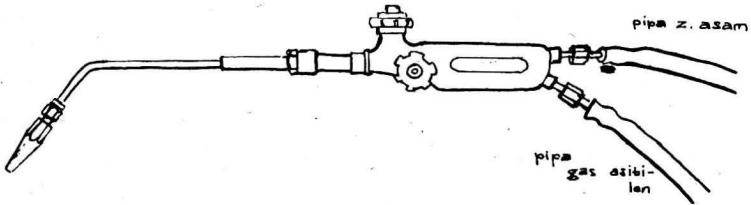
Di bawah ini akan dituliskan suatu contoh daftar ujung pembakar dan berapa kemampuan yang dipunyai untuk pengelasan.

**Nomor pembakar dan tebal pelat pemakaian bahan.**

Nomor pembakar	tebal bahan (mm)
0	0,5 - 1
1	1 - 2
2	2 - 4
3	4 - 6
4	6 - 9
5	9 - 14
6	14 - 20
7	20 - 30

Di samping pembakar, pesawat las otonom dilengkapi pula dengan *pembakar potong*. Pembakar ini khusus digunakan untuk memotong logam dengan nyala otonom. Bentuk pembakar ini hampir sama dengan pembakar biasa, tetapi dilengkapi dengan keran penghembus zat asam. Dengan demikian pada pembakar

tersebut terdapat tiga buah keran penutup. Apabila keran penghembus zat asam ini dibuka akan terjadi hembusan zat asam dari ujung pembakar yang disebut sinar zat asam. Dengan hembusan yang cukup kuat ini logam yang telah mencair akan terbakar dan terdorong ke luar sehingga terjadi lubang pada logam tersebut. Perbedaan ujung pembakar pada pembakar potong dengan pembakar biasa yaitu: pada pembakar potong dengan pembakar biasa yaitu: pada pembakar potong terdapat dua lubang yang tersusun. Lubang paling dalam adalah lubang hembusan sinar zat asam dan lubang luar adalah lubang nyala.



*Gb. IX-15. Pembakar*

*i) Alat-alat bantu pengelasan*

Pada waktu dilakukan pekerjaan pengelasan dibutuhkan alat-alat bantu. Alat-alat-alat bantu yang penting yaitu:

- (1) *Jepitan*, digunakan untuk menjepit logam-logam yang akan disambung.
- (2) *Palu pemukul*, digunakan untuk memukul hasil las yang terjadi.

**5. Cara-cara mengelas otogen.**

Sesudah kita pahami alat-alat dan bahan las otogen, akan diuraikan pula tentang cara mengelas otogen. Cara mengelas otogen memerlukan langkah-langkah tertentu, yaitu:

*a) Persiapan*

Sebelum pengelasan dilakukan, alat-alat dan bahan las dipersiapkan terlebih dahulu dengan teliti.

Pertama semua alat diteliti dalam keadaan baik atautidak. Selanjutnya brander atau pembakar dipasang pada pipa karet untuk zat asam maupun gas asitilen. Pipa karet merah untuk asitilen dipasang pada bagian bawah, pipa biru untuk zat asam dipasang dibagian atas. Ujung pembakar dipasang sesuai dengan yang dibutuhkan. Arah bengkokan ujung pembakar diarahkan ke bawah.

Perlu diingat bahwa keran-keran pembakar selama pemasangan harus ditutup lebih dulu. Sesudah pemasangan pembakar telah selesai, pesawat reduksi dipasang pada tutup botol. Untuk pesawat reduksi zat asam, pesawat tersebut dipasangkan dengan cara menyekerupkan mur wartel pada tutup botol. Sebelum mur wartel tersebut disekerupkan, lubang pada tutup botol harus dibersihkan dari

debu atau kotoran yang lain dengan cara membuka keran penutup sebentar. Selanjutnya pipa biru dipasangkan pada pesawat reduksi untuk zat asam.

Langkah selanjutnya pesawat pembuat asitilen diisi air dan karbid sesuai dengan ketentuan dan kebutuhan, sesudah itu semua penutup dikeraskan dengan baik. Pipa berwarna merah dipasang pada lubang kunci air.

Apabila digunakan asitilen dissu, pada botol asitilen dissu dipasang pesawat reduksi asitilen, dan patron pukul baik dipasang pada pesawat reduksi tersebut. Perlu diingat, pada waktu memasang pesawat reduksi untuk gas asitilen dan zat asam pengatur tekanan kerja harus dikendorkan. Langkah yang terakhir dari persiapan yaitu mempersiapkan benda kerja.

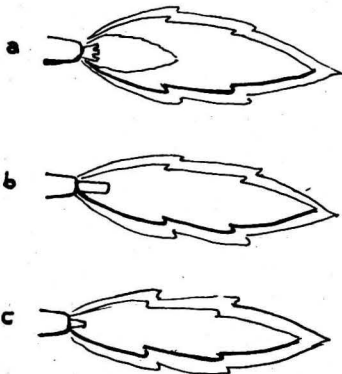
#### *b) Cara pengelasan.*

Setelah langkah persiapan dipahami, akan dibicarakan cara pengelasan.

Untuk menyalakan api las, diperlukan urutan-urutan kerja sebagai berikut:

Penutup botol zat asam dibuka sehingga manometer isi menunjukkan tekanan isi botol. Selanjutnya pengatur kerja diputar ke dalam perlahan-lahan sehingga manometer tekanan kerja menunjukkan besarnya tekanan kerja. Untuk menyesuaikan tekanan kerja yang diinginkan, keran pada brander dibuka lebih dulu.

Apabila tekanan kerja zat asam telah sesuai dengan yang diinginkan, keran penutup pada pesawat reduksi ditutup. Selanjutnya keran pada pesawat asitilen dibuka perlahan-lahan sambil kita cium apakah ada gas asitilen yang bocor. Apabila semuanya telah selesai dengan baik, dimulailah penyalaan api pembakar dengan membuka keran asitilen pada pembakar tersebut dan dinyalakan. Api akan menyala dengan warna merah, sesudah itu keran zat asam dibuka perlahan-lahan sambil dilihat nyala apinya. Nyala api yang tepat yaitu apabila kerucut nyala apinya putih bersih, dan mempunyai bentuk bola api yang nyata. Nyala api yang kerucut nyala putih berbentuk kipas, memberi tanda bahwa terlalu banyak gas asitilen. Apabila nyala api berwarna kebiru-biruan dan lancip, berarti terlalu banyak zat asam. Untuk itu pada gambar IX-16 digambarkan macam-macam bentuk nyala api dengan berbagai keadaan.



- a. terlalu banyak asitilen
- b. tepat atau normal
- c. terlalu banyak zat asam

*Gb. IX-16. Gambar nyala api pada ujung pembakar*

## PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM

Nyala api yang tepat pada ujung pembakar biasanya mempunyai ekanan zat asam sebesar  $1\frac{1}{2}$  sampai dengan 3 atmosfer dan tekanan asitilen sebesar 0,1 sampai 0,5 atmosfer.

Sesudah api menyala dengan tepat mulailah digunakan untuk memanaskan bagian logam yang akan dilas. Oleh karena nyala api las tersebut suhunya tinggi yaitu  $\pm 3200^{\circ}\text{C}$ , maka dalam waktu singkat logam akan mencair. Seringkali pada pengelasan diperlukan logam tambah. Sesudah logam yang di las mencair, barulah logam tambah tadi dicairkan dan diteteskan langsung pada bagian benda kerja yang sudah mencair. Logam tambah yang biasanya berbentuk kuat digunakan yang berukuran tebal menurut rumus:  $\frac{1}{2}$  tebal pelat yang dikerjakan  $\pm 1$  mm.

Untuk mengelas benda kerja dibedakan beberapa cara, di antaranya yaitu: mengelas ke kiri, mengelas ke kanan.

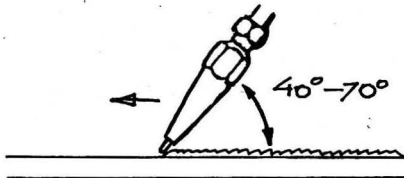
(1) *Mengelas ke kiri atau maju.* Pada cara ini batang las dipegang tangan kiri dan pembakar dipegang tangan kanan. Arah gerakan las adalah ke kiri secara perlahan-lahan. Sikap pembakar miring ke kanan  $\pm 70^{\circ}$  dan batang las miring ke kiri  $\pm 70^{\circ}$ . Hal ini dilakukan untuk pelat yang tebalnya minimal 4 mm. Untuk pelat yang tebalnya  $\pm 2$  mm, sudut miring pembakar dan batang las masing-masing  $\pm 40^{\circ}$ . Jarak ujung kerucut nyala api dengan permukaan benda kerja  $\pm 2$  sampai 4 mm.

Pada waktu pengelasan, batang las digerakkan naik turun secara teratur, sehingga terjadi tetes-tetes logam secara teratur pula, selanjutnya tetesan logam cair tersebut disapu dengan nyala api sehingga menjadi rata.

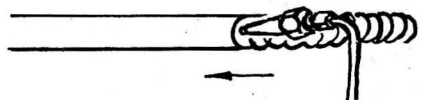
Untuk mengelas pelat-pelat yang tebalnya maksimum 100 mm, gerakan pembakar adalah lurus (tidak perlu digoyangkan ke kiri dan ke kanan).

Untuk pelat-pelat tebal atau untuk pengelasan dengan alur lebar, pembakar digerakkan maju ( ke kiri) sambil digoyang-goyangkan atau di putar.

Pada gambar :IX-17 ditunjukkan cara mengelas ke kiri dan gambar IX-18 ditunjukkan gerakan-gerakan pembakar pada pengelasan pelat tebal.



Gb. IX-17. Pengelasan ke kiri

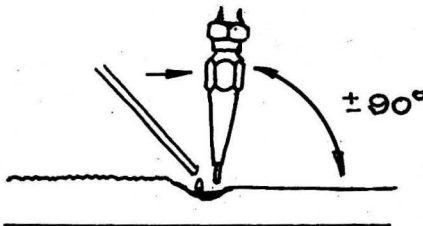


Gb. IX-18. Pengelasan pelat tebal

Cara mengelas ke kiri menghasilkan bekas las yang halus dan rata, tetapi seringkali ujung pembakar tersumbat tetesan batang las.

(2) *Mengelas ke kanan atau mundur.* Cara ini berlawanan dengan mengelas ke kiri. Pembakar harus bersikap tegal lurus terhadap bahan dan digerakkan ke kanan, sedangkan batang las dalam sikap miring diikutkan dari belakang sambil digerakkan bolak-balik atau melingkar. Untuk ini lihat gambar IX-19.

Mengelas ke kanan akan menghasilkan pencairan yang lebih dalam sehingga hasil sambungannya lebih kuat. Selain itu dengan sistim mengelas ke kanan akan menghindarkan tersumbatnya lubang pembakar. Salah satu kekurangannya yaitu hasil las bergerigi kasar.



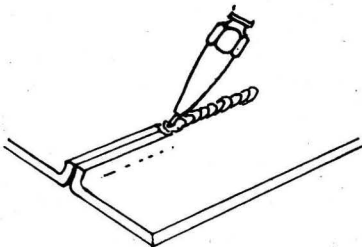
Gb. IX-19. Mengelas ke kanan

## 6. Bentuk-bentuk las.

Biasanya logam-logam yang dilas berbentuk pelat-pelat. Untuk menyambungkan dua buah pelat, ditentukan:

(1) *Pelat tipis.* Pelat yang tebalnya sampai dengan 22 mm, sisi sambungan dibengkokkan siku-siku sebanyak 3 – 5 mm. Setelah diimpitkan pada bagian yang dibengkokkan tadi dilas tanpa menambahkan logam tambah. Cara pengelasan seperti ini dinamakan las pinggir, digambarkan pada Gb. IX-20.

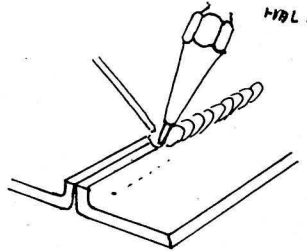
(2) *Pelat tebal 3–4 mm.* Untuk mengelas pelat setebal 3–4 mm, pelat tersebut dibengkokkan juga seperti pada pelat tipis, kemudian diberi logam tambah. Las ini disebut las pinggir yang diperkuat. Untuk lebih jelasnya lihat gambar IX-21.



Pergustakaan  
Direktorat Perlindungan dan  
Pembinaan Perindustrian  
Sejarah dan Kebudayaan

Gb. IX-20. Las pinggir



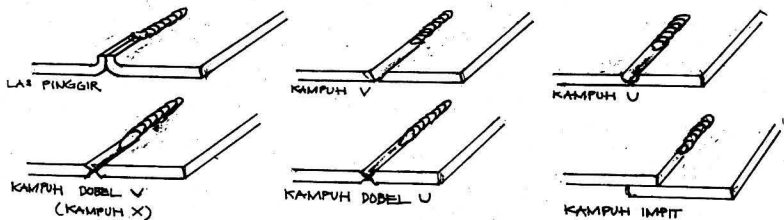


Gb. IX-21. Las pinggir diperkuat

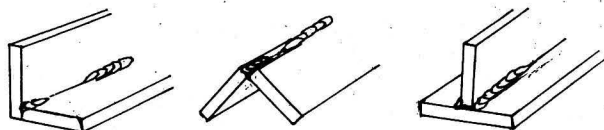
(3) *Pelat tebal 4 mm.* Untuk mengelas pelat setebal 4 mm dapat dipakai sistem impitan tanpa tekukan. Las ini disebut las I.

(4) *Pelat yang tebalnya lebih dari 4 mm.* Untuk pelat yang tebalnya lebih dari 4 mm, bagian-bagian yang disambung dipotong terlebih dulu. Pemotongan dilakukan dengan menggunakan pahat, kikir mesin frais dan sebagainya. Maksud pemotongan yaitu agar seluruh penampang atau tebal benda kerja dapat disambungkan semua dengan baik. Pelat-pelat yang telah dipotong, setelah diimpitkan, akan membentuk huruf V, U, X  $\frac{1}{2}$ V,  $\frac{1}{2}$ U,  $\frac{1}{2}$ X atau K dan sebagainya.

Berdasarkan bentuk potongan tadi, sambungannya disebut las V, las X, las U, las  $\frac{1}{2}$ V, las  $\frac{1}{2}$ U las K dan sebagainya. Pada gambar IX-22, ditunjukkan macam-macam bentuk las untuk pelat-pelat rata. Pada gambar IX-23, ditunjukkan macam-macam las untuk pelat-pelat yang dihubungkan siku.

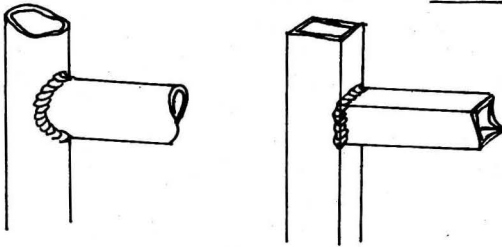


Gb. IX-22. Macam-macam bentuk las untuk pelat rata



Gb. IX-23. Macam-macam las untuk hubungan siku

(5) *Pipa-pipa.* Untuk mengelas pipa yang berpenampang bulat maupun segi empat berlaku juga peraturan seperti tersebut di atas, yaitu apabila tebal pipa tersebut di bawah 4 mm, potongannya siku-siku tanpa pengerjaan lebih lanjut. Tetapi kalau tebal pipa lebih dari 4 mm, pada potongan pipa tersebut harus dikerjakan lebih dahulu, yaitu dipotong miring. Seperti pada pelat-pelat rata, maksud pemotongan miring untuk memperkuat sambungan. Pada gambar IX-24 digambarkan las-las untuk menyambungkan pipa bulat dan pipa segi empat.



Gb. IX-24 Sambungan las untuk pipa bulat dan segi empat

## 7. Tindakan keamanan

Apabila kita bekerja dengan pesawat las otogen kita harus memperhatikan hal-hal yang berhubungan dengan keselamatan waktu bekerja. Tujuannya adalah untuk menjaga agar pada waktu bekerja dengan pesawat itu, baik pekerja maupun alat-alatnya terhindar dari malapetaka. Khusus untuk las otogen yang perlu diperhatikan yaitu:

### (1) Tempat bekerja.

Tempat bekerja untuk pengelasan harus diusahakan yang bersih, terang, luas, cukup peredaran udaranya. Apabila oleh karena keadaan yang memungkinkan hal-hal tersebut di atas tidak dapat dipenuhi, maka pelaksanaan kerja selanjutnya harus lebih hati-hati.

### (2) Alat-alat dan bahan

Gas asetilen dan zat asam sangat mudah menimbulkan kebakaran. Oleh karena itu, gas-gas tersebut harus diperlakukan dengan sangat hati-hati. Pesawat pembuat asetilen, pipa-pipa karet untuk zat asam tidak boleh tertukar sama sekali dengan pipa karet untuk asetilen. Demikian pula, tutup botol zat asam tidak boleh tersentuh oleh minyak. Seandainya diperlukan pelumasan untuknya dapat digunakan grafit.

Kedua botol-gas tersebut harus dihindarkan dari nyala api, keduanya harus diletakkan dalam sikap berdiri atau paling tidak bagian tutupnya sedikit

## **PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM**

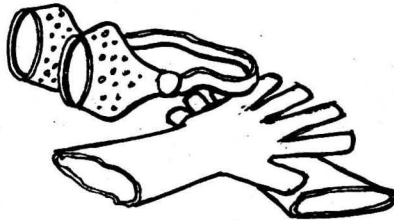
terangkat. Botol-botol tersebut harus diikat baik-baik pada tiang atau dinding yang kokoh. Selain itu botol tidak boleh dibanting.

### **(3) Alat pelindung**

Untuk melindungi tubuh pekerja waktu mengelas harus mengenakan pakaian kerja lengkap dengan: sarung tangan, kacamata, masker dan sebagainya.

### **(4) Pengetahuan dan keahlian**

Oleh karena pekerjaan las otogen banyak bahayanya, maka pekerja yang melaksanakannya harus diberi pengertian yang cukup mengenai hal ini. Pada gambar IX-25 digambarkan perlengkapan yang harus dipakai oleh tukang las.



**Gb. IX-25. Perlengkapan tukang las otogen**

## **8. Teknik las listrik**

Tenaga listrik dapat diubah menjadi bermacam-macam bentuk tenaga, di antaranya yaitu: tenaga gerak, tenaga kimia dan tenaga panas. Jenis tenaga yang terakhir contohnya terdapat pada seterika listrik, kompor listrik, solder listrik dan sebagainya.

Pada teknik peleburan logam, tenaga listrik makin banyak digunakan karena hasil-hasil peleburannya lebih murni dibandingkan dengan peleburan dengan batu bara. Oleh karena tenaga listrik ini mampu melebur logam dalam jumlah yang cukup banyak maka tenaga ini juga dapat digunakan untuk melebur logam dalam jumlah sedikit, yaitu untuk pengelasan logam.

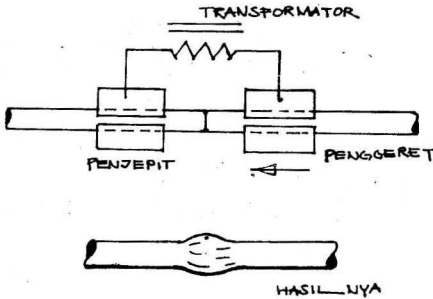
Prinsip yang digunakan dalam pengelasan listrik yaitu pada suatu lingkaran arus listrik yang tinggi diberikan tahanan. Oleh arus yang tinggi (dalam satuan ribuan Ampere), pada tahanan tersebut timbul panas yang cukup tinggi pula mencapai  $5000^{\circ}\text{C}$ . Panas yang sangat tinggi dengan mudah akan dapat mencairkan logam dalam waktu yang sangat singkat.

### **1) Macam-macam las listrik**

Jenis-jenis las listrik saat ini sangat banyak, baik prinsip kerja maupun penggunaannya. Macam-macam las listrik dalam industri modern di antaranya:

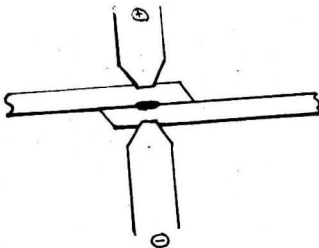
a) *Las tekan*. Pada jenis ini dua bagian logam yang akan dilas dihubungkan

dengan kutub-kutub positif dan negatif dari sumber arus. Kalau kedua ujung benda logam yang sudah dihubungkan dengan kutub positif dan negatif tadi didekatkan, terjadilah loncatan arus disertai dengan panas yang sangat tinggi. Panas ini mampu mencairkan ujung-ujung logam tersebut sehingga dapat digunakan untuk melekatkan satu sama lainnya. Pada waktu ujung-ujung tersebut mencair, masing-masing ditekan sehingga melekat menjadi satu. Las ini digambarkan secara bagan pada gambar IX-26 sebuah las tekan.



Gb. IX-26 Las tekan

b) *Las titik.* Untuk melaksanakan las titik diperlukan *elektroda-elektroda* yang dihubungkan dengan kutub-kutub positif dan negatif dari sumber arus. Dua bagian logam yang biasanya berbentuk pelat dipasang berimpit. Elektroda yang satu dilekatkan di atas pelat, satunya dilekatkan di bawah pelat. Selanjutnya arus listrik dipasang sehingga bagian yang melekat pada pelat menjadi panas, akhirnya mencair. Oleh karena kedua elektroda tersebut ditekan maka bagian pelat yang mencair akan melekat menjadi satu. Sesudah pelekatan berjalan dengan baik, arus listrik diputuskan. Untuk lebih jelasnya, lihat gambar bagan IX-27.

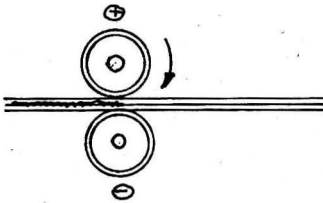


Gb. IX-27. Las titik

c) *Las rol.* Prinsip kerja las rol hampir sama dengan las titik. Kalau pada las titik ujung elektroda berbentuk lancip (titik), pada las rol elektrodanya berbentuk roda-roda yang pipih.

## PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM

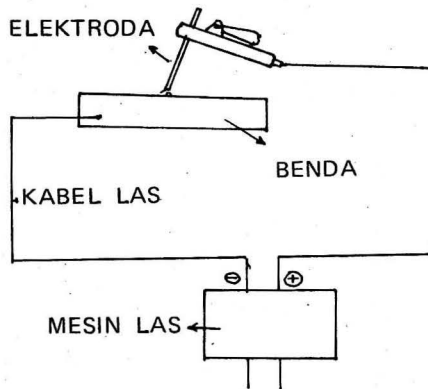
Pemasangan benda kerja dan pemasangan arus sama dengan las titik. Waktu pengelasan roda-roda diputar, sehingga benda kerjanya berjalan. Bekas las rol merupakan sebuah garis yang tebalnya tergantung dari bentuk rol (lihat gambar IX-28).



Gb. IX-28. Las rol

d) *Las cair.* Las cair merupakan salah satu jenis las listrik yang paling banyak digunakan karena peralatan untuk jenis ini jauh lebih murah daripada jenis-jenis las listrik lainnya.

Las cair juga memerlukan elektroda yang jumlahnya hanya sebuah. Elektroda untuk las cair sekaligus merupakan bahan tambah atau bahan las karena pada waktu pengelasan elektroda tersebut mencair dan menempel pada benda kerja. Secara sederhana pada gambar IX-29 digambarkan bagan kerja las cair.



Gb. IX-29. Las Cair

Salah satu kutub biasanya positif dihubungkan dengan elektroda, dan kutub lainnya dihubungkan dengan benda kerja. Setelah arus listrik dihubungkan dan elektroda didekatkan pada benda kerja, terjadilah loncatan arus listrik yang sekaligus memberikan panas yang sangat tinggi. Oleh panas yang sangat tinggi itu, elektroda mencair dan meloncatlah cairannya ke permukaan benda kerja yang saat itu juga mencair dan menempel padanya. Maka setelah arus diputuskan atau elektroda dijauhkan dari benda kerja terjadilah sambungan dengan las cair.

Oleh karena las jenis ini cukup mudah didapatkan dan harganya tidak begitu mahal, sangat cocok untuk pekerjaan-pekerjaan kerajinan logam. Oleh karenanya teknik las cair akan dibicarakan lebih lanjut.

(1) *Alat dan bahan las cair.* Seperti telah dijelaskan bahwa las cair menggunakan arus listrik yang berarus tinggi, maka diperlukan sebuah sumber arus yang berupa dinamo atau jaringan listrik kota. Yang sangat diperlukan pada sumber arus adalah sebuah pengatur arus (transformator). Arus listrik yang digunakan ada dua macam yaitu arus searah (DC), atau dapat juga arus bolak-balik (AC). Oleh karena itu yang paling perlu diperhatikan yaitu ada alat pengatur yang dengan mudah dan aman dapat diputar dengan tangan, misalnya roda tanganan.

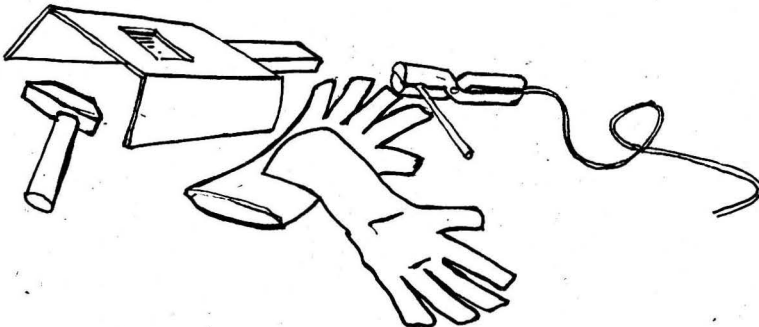
Dari sumber arus, aliran listrik dialirkan ke elektroda dan benda kerja. Untuk itu diperlukan kabel-kabel penghantar listrik yang baik dan aman.

Elektroda yang sekaligus merupakan bahan las berujud batang-batang logam yang bermacam-macam diameternya. Elektroda yang baik dibalut dengan suatu lapisan yang berguna untuk *isolasi*, dan *mantel gas* atau pelindung terhadap oksidasi.

Pada salah satu ujung elektroda tidak terdapat lapisan, gunanya untuk tempat penjepitan.

Penjepit elektroda diperlukan untuk menjepit elektroda dan sekaligus tempat memegang waktu pengelasan. Penjepit elektroda dihubungkan langsung dengan sumber arus.

Untuk lebih jelasnya, pada gambar IX-30 digambarkan alat-alat las cair yang banyak digunakan.



Gb. IX-30. Gambar alat-alat las cair

(2) *Cara mengelas cair.* Setelah diketahui macam alat dan bahan las cair akan dijelaskan pula bagaimana cara mengelas cair.

Pertama yang harus disiapkan adalah alat-alat yang telah disebutkan. Demikian pula benda kerja yang akan di las disiapkan.

## PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM

Jepitan negatif dipasang pada benda kerja, dan jepitan positif dipasang pada penjepit elektroda. Elektroda yang akan dipakai disesuaikan dengan besarnya arus pada transformator, atau sebaliknya besarnya arus disesuaikan dengan besarnya elektroda yang dipakai. Untuk menentukan hal tersebut digunakan rumus sebagai berikut:

$$I = 60.d - A$$

$d$  = diameter elektroda dalam mm,

$I$  = besarnya arus yang digunakan dalam Ampere.

*Contoh:* dipakai elektroda berdiameter 3 mm, maka arus yang harus digunakan:

$$I = 60.3 - 60A$$

$$= 120 \text{ Ampere (maksimum).}$$

Jadi arus yang digunakan sebesar 120 Ampere untuk jarak paling jauh. Untuk jarak dekat cukup digunakan arus sebesar 75 Ampere.

Dengan diketahuinya arus yang harus dipakai, pengatur arus pada transformator diatur sesuai dengan ketentuan tadi.

Selanjutnya elektroda dipasang pada penjepitnya tepat pada bagian yang tidak diselubungi lapisan.

Setelah semuanya siap, arus listrik dialirkan dan dimulailah pengelasan dengan cara mendekatkan ujung elektroda pada permukaan benda kerja yang dilas. Jarak ujung elektroda dengan benda kerja adalah 2–4 mm. Pada jarak tersebut terjadilah loncatan api, dan listrik dari elektroda ke benda kerja.

Oleh karena elektroda selalu berkurang karena cairannya menempel pada benda kerja maka panjang elektroda makin lama makin pendek. Maka ujung elektroda harus selalu didekatkan secara teratur sesuai dengan ujung elektroda digerakkan ke kiri dan ke kanan atau berputar untuk mengisi celah-celah las yang dibuat. Pada gambar IX–31, digambarkan contoh bekas las cair dengan berbagai variasi gerakan elektroda.



a



b



c

Gb. IX–31. Hasil pengelasan

- a. gerakan berayun;
- b. gerakan putar;
- c. gerakan lurus.

Bentuk las cair yang digunakan pada umumnya sama dengan bentuk las otogen. Untuk itu bentuk-bentuk las cair tidak perlu dibicarakan lagi.

(3) *Alat-alat keamanan pada las cair.* Untuk menjaga keamanan dan keselamatan kerja pada las cair diperlukan alat-alat keamanan, di antaranya yaitu:

- (a) kedok atau topeng dengan kaca yang cukup gelap;
- (b) sarung tangan yang gunanya untuk melindungi tangan dari panas dan aliran listrik;
- (c) martil las, digunakan untuk menghilangkan kerak yang menutupi permukaan las;
- (d) sikat las, juga digunakan untuk membersihkan las;
- (e) pakaian kerja, yang meliputi baju serta sepatu yang anti panas dan anti aliran listrik.

### 3. RANGKUMAN

*Berdasarkan uraian tentang teknik las ini, harus dipikirkan bagaimanakah teknik las yang paling cocok untuk diterapkan dalam dunia kerajinan logam dewasa ini. Hal tersebut sangat penting karena untuk kemajuan dan kelangsungan kerajinan logam harus dipilih suatu teknik tertentu yang mungkin dapat dikerjakan oleh pengrajin-pengrajin kecil.*

*Selain itu harus dipikirkan pula untuk memperkembangkan teknik las ini khususnya bagi dunia kerajinan logam.*

### 4. Daftar Kata Inti

aseton	: sejenis cairan tak berwarna,
asitilen	: gas yang terjadi apabila karbid dicampur dengan air,
brander	: pembakar,
dissu	: asitilen dissu, asitilen yang sudah dilarutkan dalam aseton,
elektroda	: ujung-ujung kontak untuk listrik,
hidrogen	: zat air,
karbid	: karbid kalsium, persenyawaan antara kapur dengan zat arang, digunakan pada las karbid,
kunci air	: alat pengaman pada tanki asitilen,
manometer	: alat pengukur tekanan gas,
patron pukul balik	: alat pengaman pada tanki asitilen dissu,

### 5. Evaluasi

a. *Betulkan bila pernyataan di bawah ini betul, dan salahkan bila salah.*

- 1) Teknik las adalah menyambungkan bagian-bagian logam dengan menambatkan logam lain yang suhu cairnya lebih rendah.
- 2) Las otogen menggunakan bahan bakar minyak tanah cair,
- 3) Pembakar kata lainnya brander,
- 4) Asitilen dalam botol baja disebut asitilen dissu,



## PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM

- 5)  $C_2H_2$  dinamakan karbid,
  - 6) Kunci air gunanya untuk menutup air agar tidak tumpah,
  - 7) Pesawat reduksi digunakan untuk mengurangi tekanan gas.
  - 8) Las tempa menggunakan boraks sebagai bahan tambahannya.
  - 9) Las titik memberikan bekas titik pada bagian yang di las.
  - 10) Untuk mengelas cair dengan elektroda yang berdiameter 6 mm, harus menggunakan arus sebesar 300 Ampere.
  - 11) Elektroda yang baik harus tahan terhadap panas.
  - 12) Pelat yang tebalnya 20 mm harus di las dengan las pinggir.
  - 13) Untuk mengelas cair, pekerja harus memegang elektroda secara langsung.
  - 14) Kedok las digunakan untuk melindungi mata dari sinar yang tajam.
  - 15) Transformator mengubah tenaga listrik menjadi tenaga panas.
- b. *Kerjakanlah perintah di bawah ini.*
- 1) Sambungkan dua potong lilin dengan menggunakan prinsip las tekan dan las otogen.
  - 2) Buatlah gas asitilen secara sederhana dan buktikan bahwa usaha anda berhasil.
  - 3) Buatlah percobaan dengan menggunakan aliran listrik dari battery, sehingga menghasilkan bunga api.
  - 4) Tulislah contoh-contoh barang kerajinan yang dibuat dengan teknik las tempa, las otogen, dan las cair.
-

# BAB X

## TEKNIK DASAR PENGUKIRAN LOGAM

### 1. Pendahuluan

Gejala perkembangan seni ukir logam di Indonesia semakin maju. Baik ditinjau dari segi teknik, motif, bentuk dan *finishing*.

Ditinjau dari segi teknik, si pengukir sekarang tidak lagi terikat dengan alat dan bahan tertentu. Dengan akal dan kreasinya dapat memecahkan teknik untuk mengerjakan bahan yang dihadapi. Kecuali motif-motif klasik yang masih dipertahankan, motif-motif kreasi baru banyak bermunculan tampak *digallery-galery* maupun toko-toko kerajinan.

Proses pengukiran amat dipengaruhi oleh perasaan si pengukir. Perasaan halus, tekun dan cermat menjadi peranan dalam proses mengukir. Perbendaharaan motif-motif dasar sangat menentukan dalam penciptaan ornamen seni ukir. Juga daya fantasi dan kreasi sangat membantu penciptaan bentuk dan ornamen seni ukir. Segala bentuk ciptaannya harus memenuhi kebutuhan manusia, baik material maupun spiritual, individu ataupun kolektif. Itulah dasar untuk mempelajari seni ukir. Dalam kesempatan ini dapat dipelajari motif-motif dasar seni ukir, alat-alat ukir dan cara mengukir. Logam yang baik untuk diukir adalah: emas, perak, kuningan, tembaga, seng, aluminium dan sebagainya.

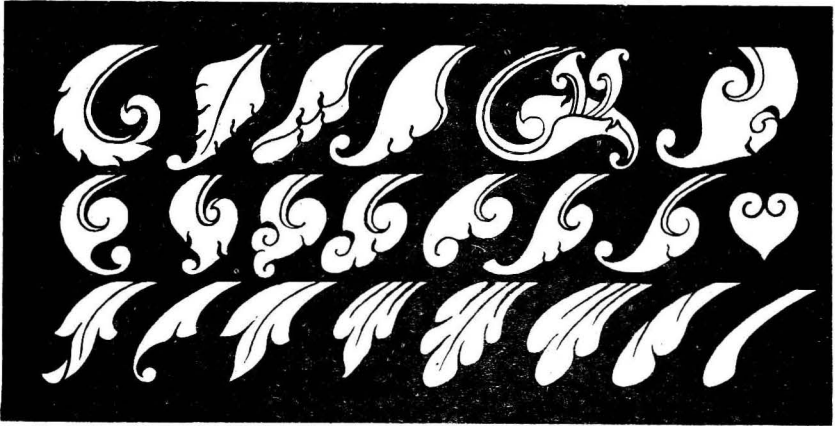
### 2. Motif Dasar Seni Ukir

Motif seni ukir pada umumnya mengambil motif dasar alam, seperti: tumbuh-tumbuhan, binatang, manusia, awan, air dan sebagainya. Bentuk tidak diambil seutuhnya, dapat sebagian saja. Umpamanya mengambil motif dasar tumbuh-tumbuhan, dapat mengambil hanya daunnya saja, bunganya saja, atau buahnya saja. Tetapi boleh diambil seluruhnya dari akar sampai ujung paling atas. Jenisnyapun tidak mengikat suatu keharusan, seperti: terate, sirih, pakis dan sebagainya. Tetapi dapat mengambil semua tumbuh-tumbuhan yang ada, baik tumbuh-tumbuhan darat maupun laut.

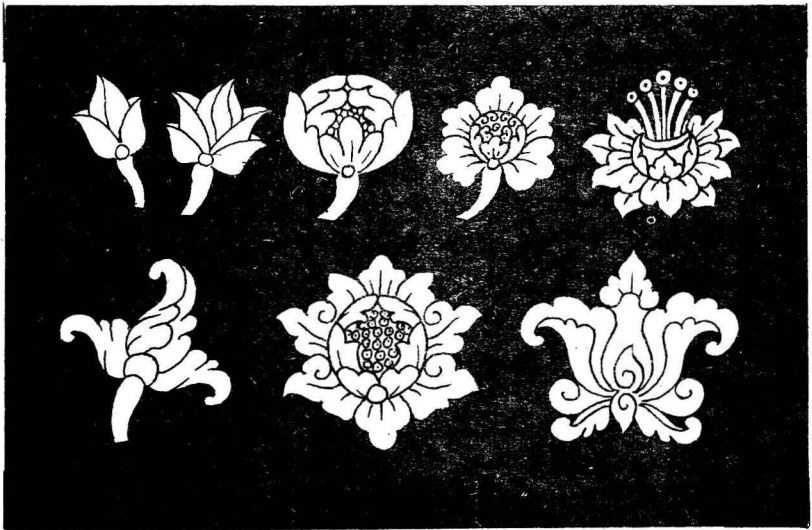
Begitu pula motif binatang. Dapat berupa binatang unggas, binatang buas, binatang air, binatang melata dan sebagainya.

Motif-motif dasar tersebut digubah atau *distilir* menjadi bentuk-bentuk tertentu sesuai dengan daya kreasi si penggubah.

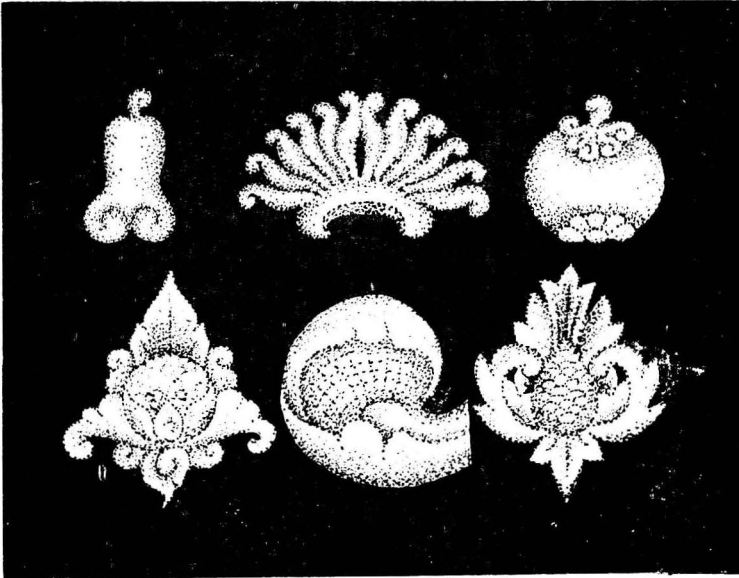
Dalam motif klasik dapat dipelajari beberapa bentuk dasar gubahan dari alam, seperti tampak pada Gb. X-1 sampai dengan Gb. X-9.



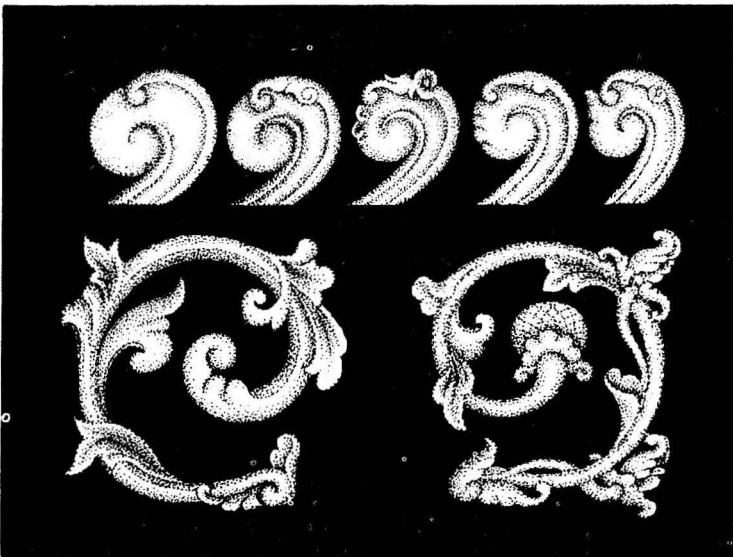
Gb. X-1. Beberapa bentuk daun



Gb. X-2. Beberapa bentuk ceplok bunga



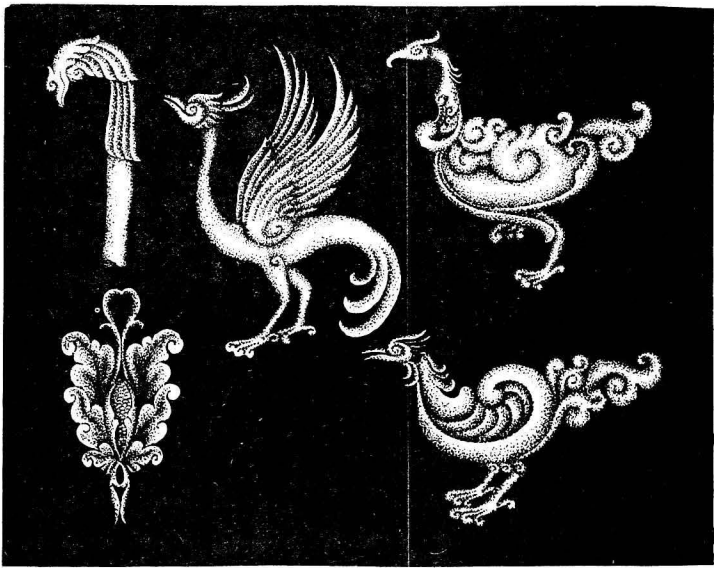
Gb. X-3. Beberapa bentuk buah



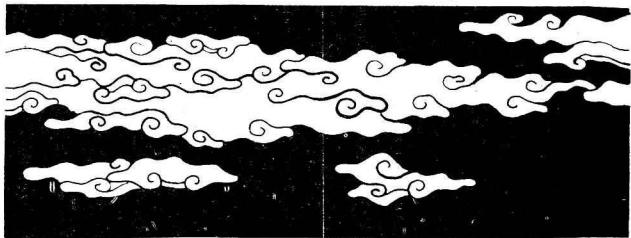
Gb. X-4. Beberapa bentuk sulur atau lung



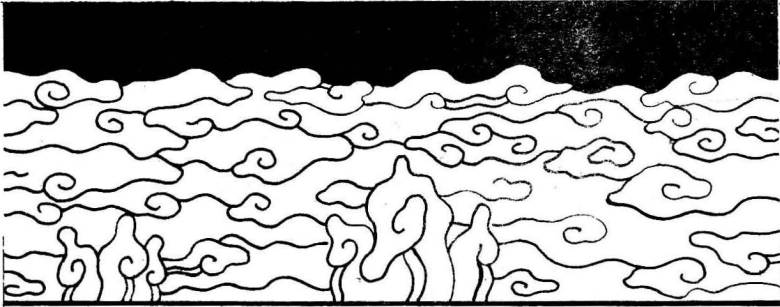
Gb. X-5. Beberapa bentuk angkup



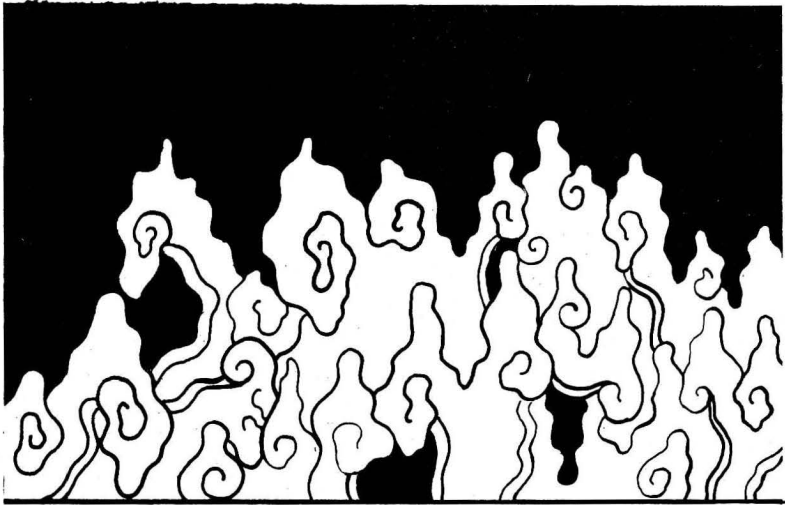
Gb. X-6. Beberapa bentuk binatang



Gb. X-7. bentuk awan



Gb. X-8. bentuk air



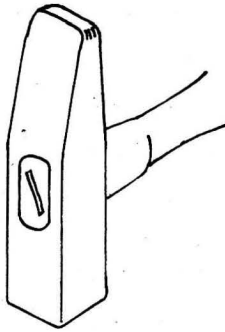
Gb. X-9. Beberapa bentuk tanah, karang atau batu

### 3. Alat-alat Ukir

Dalam belajar mengukir logam, harus dikenal terlebih dahulu alat-alat ukir yang banyak jumlah dan macamnya. Seperti apa bentuknya dan bagaimanakah cara menggunakannya?

#### a. Martil

Untuk memukul pahat ukir digunakan martil atau palu besi yang beratnya  $\pm 2\frac{1}{2}$  ons. Palu ini dibuat dari baja perkakas yang mukanya disepuh. Palu yang khusus untuk mengukir ini disebut juga *petil*. Bentuknya lihat Gb. X-10.

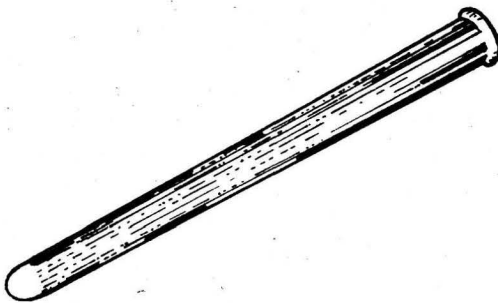


Gb. X-10. Petil

b. Pahat ukir

Jumlah pahat ukir yang lengkap ada 60 buah yang masing-masing tidak sama dengan yang lain. Bentuknya ada 17 macam. Ia terbuat dari baja perkakas yang matanya disepuh. Tukang pahat biasa membuat dari per bekas atau baja rongsok. Panjangnya 10 sampai dengan 15 cm. Bentuknya sesuai dengan kegunaannya.

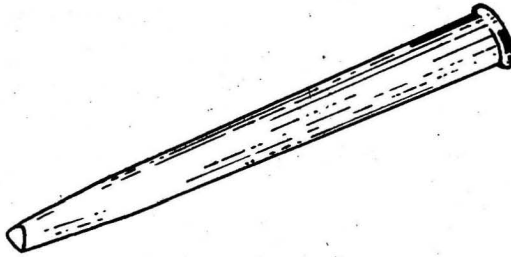
1) *Pemudul*, gunanya untuk memahat bagian yang dalam-dalam dan berbentuk membulat. Sesuai dengan namanya bahwa kata pemudul berasal dari kata dasar *wudul* (Bahasa Jawa) yang artinya membalik bagian dalam menjadi luar. Maka hasil dari goresan atau wudulan ini akan menjadi cembung. Jumlah pahat ini ada 8 macam, dari yang terkecil sampai yang besar. Bentuknya lihat Gb. X-11.



Gb. X-11. Bentuk pemudul

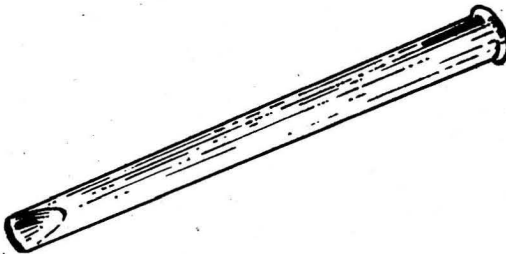
2) *Buntut tuma* (ekor kutu), gunanya untuk memudul juga, tetapi pada bagian yang menyusut. Nama buntut tuma berasal dari bahasa Jawa yang artinya ekor kutu. Memamang bentuk mata pahat ini segi tiga mirip ekor kutu.

Jumlahnya ada 4 macam dari yang terkecil sampai yang besar. Perhatikan mata pahat ini pada Gb. X-12.



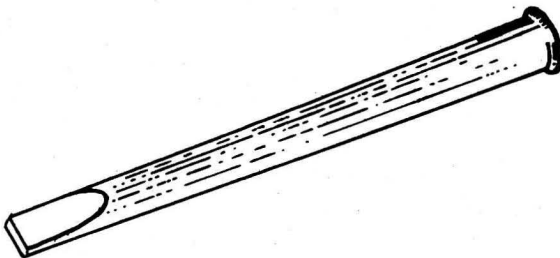
Gb. X-12. Bentuk buntut tuma

3) *Pemlaku*, gunanya untuk memudul, ngrancap dan natas. Ngrancap artinya membuat penegasan setelah benda pekerjaan diwudul, lalu dirancap. Istilah pemlaku berasal dari bahasa Jawa yang artinya pejalan. Pahat ini dipahatkan sambil dijalankan sehingga bekas pahatan ini tampak halus dan rata. Bentuknya ada 7 macam dari yang terkecil hingga yang besar. Perhatikan Gb. X-13 yang menjelaskan mata pahat pemlaku. Bandingkan dengan pemudul:



Gb. X-13. Bentuk pemlaku

4) *Pemilah*, suatu pahat yang gunanya untuk membelah batas-batas motif sebagai pengganti garis dalam gambar. Jumlahnya ada 8 buah dari yang terkecil sampai yang besar. Mata pahatnya dapat diperhatikan pada Gb. X-14.

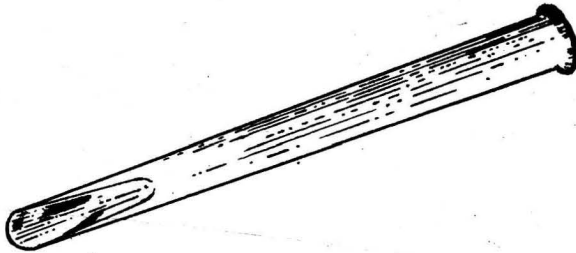


Gb. X-14. Bentuk pemilah



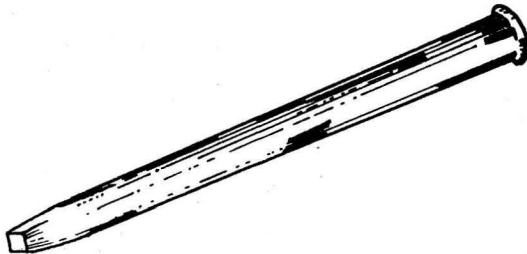
## PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM

5) *Penguku*, berasal dari kata kuku (lihat jari kita ada kukunya). Pahat penguku pada matanya mirip kuku atau melengkung. Lihat Gb. X-15. Gunanya untuk memahat bagian yang melengkung-melengkung atau belok-belok. Jumlahnya ada 8 dari yang terkecil sampai yang besar.



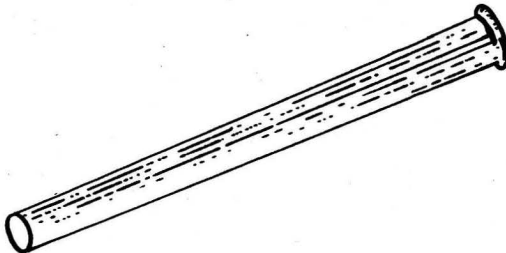
Gb. X-15. Bentuk penguku

6) *Pemlekeh*, semacam pemlaku tetapi persegi empat dan ada yang setengah lingkaran. Gunanya untuk membelah bagian-bagian batas motif sebagaimana garis dalam gambar. Bentuk mata pahatnya dapat diperhatikan pada Gb. X-16. Jumlah pahat pemlekeh ini ada 4 dari yang kecil hingga besar.



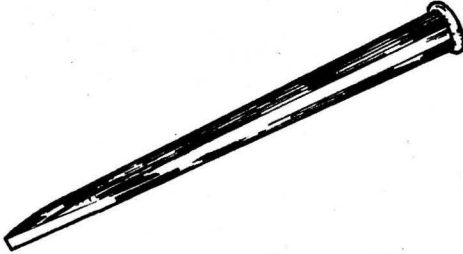
Gb. X-16. Bentuk pemlekeh

7) *Pengusap*, bentuk matanya persegi empat, digunakan untuk memahat bagian yang persegi empat dan untuk meratakan bagian yang belum rata. Bentuknya lihat Gb. X-17. Jumlah pahat ini ada 5 dari yang terkecil hingga yang besar.



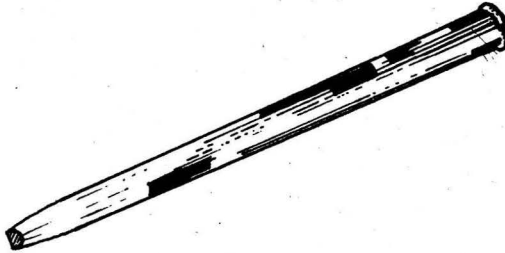
Gb. X-17. Bentuk pengusap

8) *Penyaw*, bentuknya hampir sama dengan pemudul. Hanya pemudul lebih cembung. Gunanya untuk membuat cekung pada motif-motifnya, seperti bagian tengah dari daun atau bunga dan sebagainya. Bentuk matanya lihat Gb. X-18. Jumlah penyawi ada 3 macam dari yang kecil hingga yang besar.



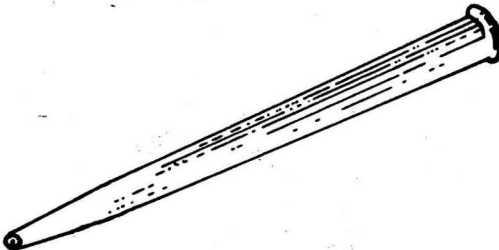
Gb. X-18. Bentuk penyawi

9) *Pengrembug*, suatu pahat yang gunanya untuk membuat *texture*. Perhatikan Gb. X-19 yang menunjukkan bentuk mata pahat pengrembug. Jumlahnya 3 buah yang besarnya tidak sama dan kadang-kadang garis-garis matanya berlainan.



Gb. X-19. Bentuk pengrembug

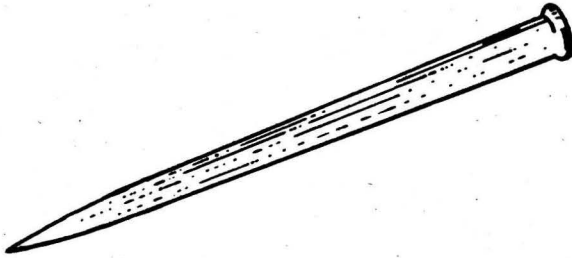
10) *Penggirik*, pahat ukir gunanya untuk membuat titik-titik yang menonjol. Jumlahnya ada 3 buah yang besarnya tidak sama. Perhatikan mata penggirik pada Gb. X-20.



Gb. X-20. Bentuk penggirik

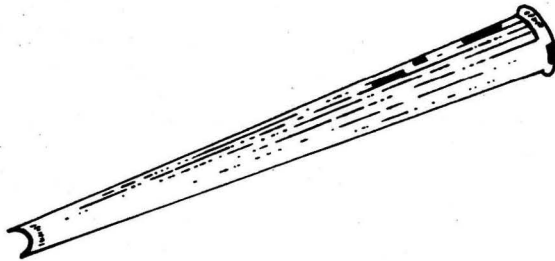
**PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM**

11) *Penucuh*, sebuah pahat ukir yang matanya sangat runcing. Gunanya untuk membuat titik-titik pada motif-motif yang membutuhkan titik-titik cekung. Jumlahnya cukup sebuah saja. Lihat Gb. X-21.



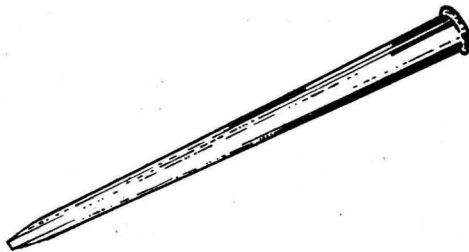
*Gb. X-21. Bentuk penucuh*

12) *Penampar*, sebuah pahat yang gunanya untuk membuat *texture* seperti tali. Bentuknya sedemikian rupa sehingga bila dipahatkan dengan jarak dan irama miring yang ajeg maka hasilnya seperti tali. Lihat Gb. X-22 yang menunjukkan bentuk mata penampar. Banyaknya hanya satu.



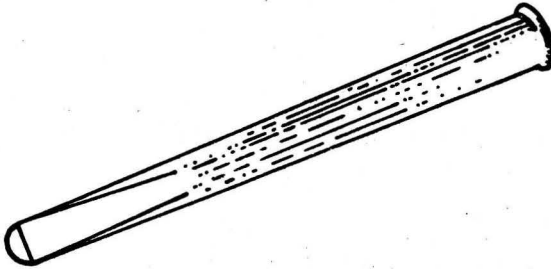
*Gb. X-22. Bentuk Penampar*

13) *Penatas*, jenis pahat ukir bentuk matanya lurus dan tajam. Gunanya untuk menegaskan garis-garis batas maupun garis motif yang kurang tegas. Jumlahnya 2 macam besar dan kecil. Bentuknya lihat Gb. X-23.



*Gb. X-23. Bentuk penatas*

14) *Sigar-penjaln*, atau *belah rotan*, pahat ukir yang bentuk matanya setengah lingkaran sebagaimana rotan dibelah dua. Gunanya untuk memahat bagian motif yang berbentuk setengah lingkaran. Jumlahnya 3 buah dengan besar penampang yang berbeda. Lihat Gb. X--24.



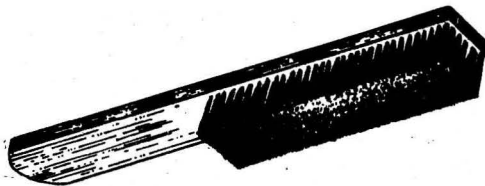
Gb. X-24. Bentuk sigar penjaln

Kecuali telah memiliki kegunaan pada masing-masing pahat seperti yang telah diuraikan di atas dari semua pahat dapat lagi dibagi menjadi 3 fungsi umum, yaitu: sebagai pemudul, pengrancis dan penatas. Pahat-pahat yang dapat sebagai pemudul adalah: pemudul, buntut-tuma, pemlaku, pemilah, penguku, pemleka, sigar penjaln dan penucuh. Pahat-pahat yang dapat berfungsi sebagai pengrancis adalah: pemlaku, pemilah, penguku, pengusap, penyawi, pengrembug, penggirik, penampar, penatas, sigar penjaln dan penucuh. Pahat-pahat sebagai penatas dapat dipakai: pemlaku, pemilah, penguku, penatas, penampar, penggirik, pengrembug dan penucuh.

Namun ketiga fungsi umum ini tidak dapat dipakai sebagai pedoman yang tetap, tetapi kita dapat memilih dan menentukan sendiri lagi sesuai dengan kebutuhan. Kelonggaran ini demi menjamin kreativitas bentuk motif maupun teknik, sehingga jika dengan sebagian pahat ukir saja dapat bekerja mengukir.

#### c. Sikat kawat

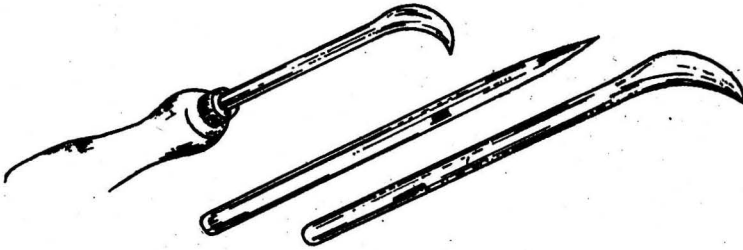
Sikat kawat untuk peralatan mengukir logam dipilih sikat yang halus. Gunanya untuk membersihkan muka yang di pahat maupun bagian dalam yang terkena perekat jabung. Menyikatkan cukup seperlunya saja, jika terlalu keras akan merusak permukaan pahatan, jika terlalu pelan hasilnya kurang memuaskan. Gb. X-25 menunjukkan bentuk sikat kawat.



Gb. X-25. Sikat kawat

**d. Sangling**

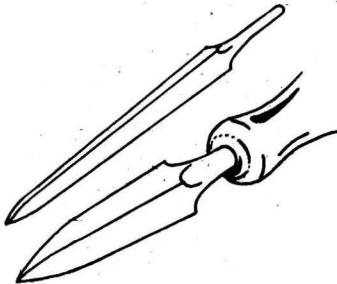
Untuk menghaluskan dan mengkilapkan permukaan ukiran dipakai ala sangling yang bentuknya tampak pada Gb. X-26. Ia dibuat dari baja per yang matanya disepuh dan diasah. Cara menggunakannya disodokkan dengan kera pada bagian permukaan yang perlu disangling.



*Gb. X-26. Sangling*

**e. Pisau pengerok**

Suatu alat ukir yang bentuk matanya segi tiga dan meruncing disebut pisau pengerok. Ia dibuat dari baja perkakas yang matanya diasah dan disepuh, sehingga sudut-sudutnya tajam dan ujungnya meruncing. Ketajaman sudut kerok inilah yang berfungsi untuk mengerok bagian ukiran yang kurang rata. Lihat Gb. X-27.



*Gb. X-27. Pisau pengerok*

f. Alat-alat lain yang belum terurai dalam sub-bab ini mungkin telah termuat dalam sub bab yang lain atau sambil lalu akan termuat dalam sub bab cara mengukir. Jika perlu gunakanlah alat-alat lain lagi yang mungkin dapat membantu dalam proses pengukiran.

**4. Cara Mengukir**

Untuk dapat mengukir dengan baik harus tahu tata cara dan urutan pekerjaan yang harus dikerjakan serta bagaimana memakai alat yang digunakan.

Setelah kita memiliki disain yang akan di ukir maka kita harus menyiapkan alat-alat dan bahan pembantu pengukiran. Bahan pembantu ini adalah papan kayu sebagai landasan pelat dan jabung sebagai perekat untuk melekatkan pelat yang akan di ukir.

Papan kayu sebaiknya dipilih kayu yang keras seperti kayu jati. Agar suara pukulan martil tidak bersuara keras dan letak papan tidak mudah bergeser, tebal papan kayu landasan itu dipilih yang tebal, kira-kira 3 cm. Luasnya harus cukup untuk pelat yang akan diukir.

#### a. Jabung

Untuk melekatkan logam pelat yang akan di ukir pada papan kayu harus dibuat perekat yang disebut *jabung*. Ia terbuat dari bahan getah damar yang sudah keras, hingga bentuk getah itu seperti batu padas. Getah damar yang keras seperti batu padas itu disebut juga damar sela. Sela adalah istilah Jawa yang artinya batu. Namun karena kegunaan damar ini dapat dipakai untuk memolitur, tidak luput orang memberi nama sirlak bensin, karena ia cukup dilarutkan dalam bensin.

Getah damar yang telah ke luar dari batang pohon damar, karena lamanya ia akan mengeras seperti batu padas. Ia berjatuhan di bawah pohon-pohon itu, lalu dikumpulkan dan di jual di toko-toko besi. Kadang-kadang di jual sudah berupa bubukan, kadang-kadang masih utuh membatu. Untuk mendapatkan kualitas yang baik, sebaiknya dipilih/dibeli damar yang masih membantu kemudian dihancurkan sendiri. Jika membeli damar yang bubukan kadang-kadang kebersihan dan kemurniannya kurang bisa diandalkan.

Getah damar itu dicampur dengan pati semen merah dan minyak kelapa. Perbandingan antara damar, pati semen merah dengan minyak kelapa adalah 50% : 25% : 25%.

Pati semen merah dapat dibuat dari bubukan batu merah. Bubukan batu merah. Bubukan batu merah dimasukkan ke dalam ember kira-kira 1/5 lalu diberi air hingga 4/5 ember kemudian disedu hingga air menjadi merah karena tepung-tepung semen. Air yang bercampur semen dituang ke ember yang lain, tinggalkan endapan semen yang kasar dan dibuang. Endapkan air semen pada ember kedua tadi kira-kira satu menit lalu air yang masih jenuh kita tuang kembali ke ember yang satu lagi. Kini air jenuh pada ember terakhir diendapkan hingga air menjadi jernih dan air dibuang. Endapan semen itulah yang kini menjadi pati, selanjutnya dikeringkan.

Tibalah kini cara membuat jabung. Bahan jabung yaitu bubukan getah damar, pati semen merah dan minyak kelapa kita aduk esuai dengan perbandingan di atas (pada suatu tempat seperti kual, wajan atau kenceng). Penasilah di atas api kompor atau perapen hingga ia mendidih. Sebentar-sebentar diaduk agar ia bercampur menjadi rata.

Untuk mendapatkan jabung yang baik perlu dites terlebih dahulu apakah keliatan jabung itu cukup. Teteskan sedikit ke dalam air, lalu jabung dipatah. Jika patahan itu keras pertanda minta tambah minyak sedikit. Jika telah

## **PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM**

mendidih dan bercampur rata, api dkecilkan agar kecairannya berkurang. Kini ia agak pekat, maka dapat dituang pada papan kayu yang telah disiapkan.

Kini tinggal memasang logam pelat menempel pada jabung di atas papan kayu. Tapi sebelumnya pada sudut-sudutnya ditekuk sedikit agar lengketnya menjadi kuat. Pada tepi-tepinya diusahakan agar terpendam sedikit, dengan cara menekan logam pelat itu secukupnya. Tinggallah kini mengerjakan pekerjaan mengukir.

### **b. Macam-macam jenis ukiran logam**

Karena bentuk dan teknik ukiran maka mengakibatkan macam-macam jenis ukiran. Pada dasarnya ada empat macam jenis ukiran yaitu:

1) *Jenis ukiran wudulan*. Jenis ukiran wudulan adalah akibat dari teknik mengukir. Ia di ukir secara negatif terlebih dahulu, baru penyelesaiannya logam pelat itu di balik dan di ukir lagi secara positif. Artinya mengukir negatif adalah dari sebaliknya dahulu yang diukir. Motif-motofnya yang nanti menonjol sekarang dicekungkan dahulu, sedalam kemampuan tebal pelat itu atau sesuai dengan yang dikehendaki. Tetapi perlu diingat bahwa kemampuan pengembangan pelat itu terbatas, jangan sampai tembus.

Pekerjaan inilah yang sesungguhnya memberi nama kepada hasilnya yaitu ukiran wudulan. Sewaktu mewudul boleh tidak rapi, cukup sebagai global dahulu yang nantinya akan dilanjutkan dengan merancang setelah pelat itu dibalik.

Setelah pekerjaan mewudul selesai, kini pelat itu dibalik. Caranya dipanasi dulu pelat itu hingga jabung yang lengket menjadi cair. Maka mudahlah pelat itu di lepas.

Jabung kini di lepas juga dari kayu dan dipanaskan seperti tadi dalam tempat semula hingga cair. Pemanasan jabung sekarang boleh tidak sampai mendidih, cukup cair saja. Sewaktu memanaskan itu waktu digunakan untuk membersihkan sisa jabung yang lengket pada ukiran. Caranya, ia dibakar hingga sisa jabung itu menjadi abu, tetapi hati-hati jangan sampai pelat ikut terbakar hingga lebur.

Setelah wudulan itu bersih, pasang jabung yang cair itu pada papan kayu semula dan pelat dipasang kembali dengan posisi terbalik. Sampailah kini pada pekerjaan merancang. Semua pahat yang berfungsi untuk merancang disiapkan, lalu memulailah merancang.

Caranya adalah membentuk semua motif sesuai dengan rencana atau disain. Sesuaikanlah pahat itu dengan lenggak-lenggok irama garis atau motif. Selesai pekerjaan merancang dilanjutkan dengan pekerjaan menatas. Semua batas garis motif dan isian motif ditegaskan dengan menggunakan pahat-pahat yang berfungsi untuk menatas. Juga lemahan atau dasar motif ditegaskan, dapat berupa dataran saja atau dapat dibuat *texture*. Dengan uraian singkat tersebut selesailah pekerjaan mengukir dengan teknik wudulan.

2) *Jenis ukiran ndak-ndakan*. Hasil jenis ukiir *ndak-ndakan* hampir sama dengan wudulan, namun teknik pengerjaannya yang berbeda. Jika wudulan harus

mewudul dari sebalik muka ukiran, tetapi ndak-ndakan memunculkan atau menimbulkan motifnya dengan menurunkan bagian yang bukan motif. Hal ini tidak perlu mewudul terlebih dahulu, ia langsung menurunkan bagian-bagian yang bukan motif, hingga kesan motifnya menjadi timbul dengan sendirinya. Penyelesaiannya pun sama dengan merancang dan menatas.

Teknik ndak-ndakan ini umumnya digunakan untuk memahat benda-benda yang bentuknya sulit diwudul, seperti: teko, piala, kendi dan sebagainya. Bentuk benda itu baik sepotong dahulu atau keseluruhan, diisi jabung lalu diukir dari luar. Selesai pekerjaan mengukir, jabung dikeluarrkan dengan memanaskan benda itu hingga jabung mencair dan mudah ke luar.

3) *Jenis ukir suntikan atau sudetan* . Apa yang disebut jenis ukir suntikan atau *sudetan* berbeda bentuk maupun cara pengukirannya. Caranya hanya menggores atau *menyudet* garis-garis motif dengan pahat yang tajam-tajam.

Jika dengan tangan mampu menekan pahat hingga dapat menghasilkan goresan garis yang jelas dan tepat pada motof-motifnya, tak perlulah pahat itu dipukul. Namun jika tekanan tangan kurang mampu, dapat menggunakan martil asal memukulnya berhati-hati agar tidak mendapatkan goresan yang salah. Apabila goresan motif itu salah akan tampak menyolok dan tidak dapat dihapus lagi. Memahat cara ini harus betul-betul telah mengerti benar bentuk motifnya. Pahat yang digunakan adalah penguku, penucuh, pengrembug, penatas dan pemilah. Mata pahatnya dipilih yang tajam-tajam .

Meletakkan atau menggoreskan mata pahat harus tepat sekali mengenai garis motif.

4) *Jenis ukiran krawangan*. Dari ketiga ukiran di atas dapat diteruskan dengan melubangi bagian-bagian ukiran yang bukan motif. Lubang itu harus tembus dengan rapi. Cara melubangi dengan menggunakan pahat yang tajam dan dipahatkan tepat pada garis di antara batas motif dengan yang bukan motif, hingga tembus. Jika pelat itu tebal hingga pahat tidak mampu menembus pelat, dapat digunakan gergaji triplek. Lubang-lubang itulah yang memberi nama krawangan.

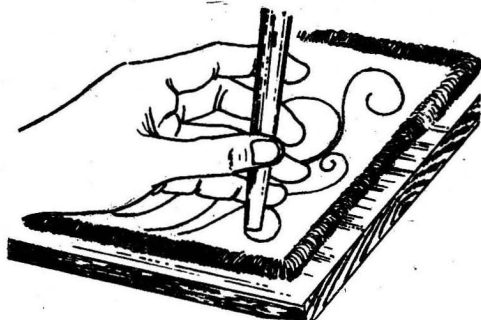
#### c. Cara memegang martil dan pahat ukir

Agar pukulan dapat berhasil baik maka sikap memegang martil dan pahat ukir harus benar. Palu yang bentuknya sedemikian rupa tangkainya dipegang dengan tangan kanan. Jarak badan martil dengan ujung ibu jari  $\pm$  5 cm. Letak ibu jari searah dengan tangkai martil. Muka marti diarahkan tepat ke arah kepala pahat. Tegak-condongnya pahat harus selalu diikuti oleh muka martil. Caranya: pahat ukir dipegang dengan ujung-ujung jari dan sedikit ditahan oleh ibu jari agar tidak lepas. Dirikan pahat ukir dengan menempelkan mata pahatnya tepat pada bagian motif yang diukir. Tempelkan jari *kelingking* pada pelat logam yang diukir sebagai penahan dan penunjuk mata pahat yang dipegang lalu pukulkan muka palu tepat pada kepala pahat. Lihat Gb. X-28. Lakukan cara ini hingga selesai pekerjaan mengukir. Jika kedapatan mata pahat ukir penguku yang fungsinya



## PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM

sebagai pelaku dan bentuk matanya agak kekecilan, condongkan sedikit tegaknya pahat, lalu pukulilah dengan kekuatan yang seimbang. Begitu pula jika merancang tepat pada bagian tepi-tepi motif, agar motif dapat kelihatan seolah-olah menjadi suatu benda yang ditempelkan, cara memahatnya dengan mencondongkan pahat ini dengan matanya menuju arah ke bawah motif-motifnya.



Gb. X-28. Cara memegang pahat ukir

### d. Mengerok dan menyangling

Jika pekerjaan mengukir telah selesai, kini tinggal menghaluskan permukaan yang kurang halus dengan menggunakan pisau kerok. Tonjolan kecil dan keriput-keriput yang mungkin ada pada ukiran dapat dihilangkan dengan mengerok. Cara memegang pisau pengerok harus sedemikian rupa agar tekanan tangan dapat langsung tersalur melalui pisau pengerok dan ujungnya tidak menusuk bagian lain hingga merusak ukiran yang telah halus. Sisipkan tangkai pisau pengerok pada celah di antara jari manis dan kelingking tangan kanan. Ujung ibu jari menekan bagian dekat ujung mata pisau pengerok, ketiga jari lainnya menahan badan pisau pengerok. Selanjutnya mata pisau pengerok dikerokkan secara teratur hingga dapat menghasilkan permukaan yang dikehendaki.

Setelah rata dengan pengerokan, semua bagian yang menonjol disangking hingga mengkilap. Cara memegang sangling sama dengan memegang pisau pengerok. Menggerakannya pun sama, hanya penekanannya sebagaimana menggosok. Karena bentuk mata sangling sangat licin dan keras maka hasil yang dilalui sangling itu halus dan mengkilap.

## 5. RANGKUMAN

a. Untuk dapat mengukir dengan baik maka harus kenal dengan bahan pembantu pengukiran dan alat-alat ukir serta cara-cara mengukir;

- b. mengukir pelat logam agar lebih mudah cara pemegangannya harus dilekatkan pada jabung;
- c. kecuali sebagai perekat, jabung juga berfungsi sebagai penahan logam pelat yang diukir agar tidak mudah berlubang atau tembus dengan tidak disengaja;
- d. cara memegang dan menggunakan pahat ukir ada ketentuannya.

6. Daftar Kata Inti

- krawangan : berlubang-lubang,
- ndak-ndakan : penurunan,
- petil : palu kecil untuk tukang ukir logam,
- sangling : alat untuk mengkilapkan.

7. Evaluasi

a. Lingkari huruf B bila pernyataan di bawah ini benar dan lingkari huruf S bila salah!

- 1. (B – S) Motif dasar seni ukir pada umumnya mengambil dasar motif tumbuh-tumbuhan.
- 2. (B – S) Petil adalah palu kecil untuk tukang ukir.
- 3. (B – S) Teknik ukir wudulan berprinsip pada teknik negatif.
- 4. (B – S) Semua pahat ukir dapat berfungsi sebagai pemudul.
- 5. (B – S) Semua teknik menggores atau menyudet garis-garis motif dengan pahat yang tajam dapat disebut juga teknik suntikan atau sudetan.

b. Pilih jawaban yang paling tepat pada jalur jawaban disebelah kanan dan isikan pada titik-titik dalam soal di bawah ini!

- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Pahat ukir yang berfungsi untuk membuat titik yang menonjol disebut.....</li> <li>2. Mata pahat yang paling tajam disebut.....</li> <li>3. Untuk mengkilapkan benda ukiran yang menonjol harus menggunakan.....</li> <li>4. Perekat yang baik dalam pengukiran logam disebut .....</li> <li>5. Jenis ukiran yang tembus disebut juga .....</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>penatas</li> <li>sangling</li> <li>jabung</li> <li>penggirik</li> <li>krawangan</li> <li>pati semen-merah</li> <li>kerok</li> <li>rancangan</li> </ul> |
|---|---|

c. Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan seksama!

- 1. Apakah artinya jenis ukiran wudulan? Terangkan jawabanmu hingga jelas maksudnya!
- 2. Ada berapa macam pahat ukir, terangkan masing-masing!
- 3. Sebutkan bahan jabung dan berapa perbandingannya?
- 4. Proses mengukir ada berapa macam? Terangkan masing-masing!
- 5. Apakah gunanya kerok dan terangkan cara penggunaannya!

## BAB XI

# TEKNIK PEMOTONGAN, PENGKISAN DAN PENGEBORAN

### 1. Pendahuluan

Hampir semua benda kerajinan dalam proses pembentukannya mengalami pemotongan, pengkisan dan pengeboran. Tukang las jika membuat kursi, tempat tidur, teralis dan lain-lainnya harus memotong-motong bahannya lebih dahulu. Hal ini disebabkan karena besi profil atau logam profil lainnya yang diperoleh dari perdagangan, selalu berbentuk batang-batang yang panjangnya 4 meter sampai 12 meter. Oleh karena itu kalau bahan-bahan tersebut akan dibentuk menjadi benda-benda terpakai seperti yang disebutkan di depan, harus dipotong sesuai dengan kebutuhan dan rencana yang telah dibuat.

Tukang tempa yang pekerjaannya membuat bermacam-macam benda tempaan, misalnya: cangkul, sabit, pahat dan sebagainya, harus menyelesaikan hasil pekerjaannya supaya menjadi halus dengan menggunakan *alat-alat pengkisis*.

Pengrajin barang-barang dari perak sewaktu menyelesaikan benda pekerjaannya harus menghaluskan permukaan benda tersebut. Untuk melaksanakan pekerjaan ini biasanya digunakan alat-alat pengkisis yang hasil kikisannya lebih halus daripada hasil kikisan dengan alat yang digunakan oleh tukang tempa kasar.

Benda-benda kerajinan yang proses perakitanya menggunakan alat-alat baut, paku keling, pasak atau dengan sistem kaitan, sangat memerlukan lubang-lubang yang rapi, tepat dan cepat pelaksanaannya. Untuk memperoleh lubang seperti yang diharapkan tadi biasanya digunakan alat pelubang yang disebut *bor*. Proses pembuatan lubang dengan bor dinamakan pengeboran.

Oleh karena pentingnya pengetahuan tentang hal-hal tersebut di atas, pada bab terakhir buku ini akan diuraikan tentang alat dan cara pemotongan, pengkisan dan pengeboran logam. Pengetahuan yang akan dijelaskan ini dimaksudkan untuk bahan pengetahuan dan pengertian, agar dapat digunakan pada pelaksanaan pembuatan barang-barang kerajinan logam.

### 2. Teknik Pemotongan Logam

#### a. Pengertian

Yang dimaksud dengan pemotongan logam yaitu mengerjakan suatu benda

## PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM

logam dengan menggunakan alat-alat pemotong. Maksud pemotongan yaitu untuk mempersiapkan pembuatan benda-benda terpakai yang terdiri dari susunan atau rangkaian bagian-bagian tertentu.

### b. Alat pemotong

Untuk memotong logam ada beberapa alat yang dapat digunakan, di antaranya yaitu:

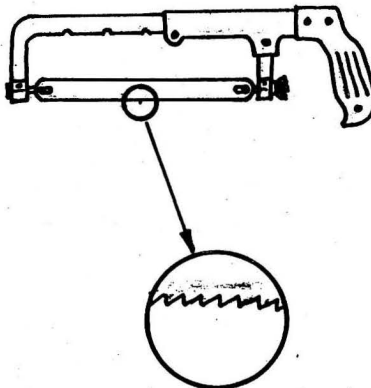
1) *Gunting*. Alat ini terutama digunakan untuk memotong logam-logam yang berbentuk lembaran, pita, atau batang serta kawat. Pada bab VII telah dijelaskan tentang macam-macam gunting dan penggunaannya.

2) *Gergaji*. Pemotongan logam dengan gunting sangat terbatas kemampuannya karena untuk memotong batang-batang logam yang besar, pipa-pipa dan baja yang keras, akan sulit dilakukan. Penggunaan gunting biasanya terbatas pada pengguntingan lembaran yang tipis.

Alat potong yang mempunyai kemampuan memotong benda-benda tebal, besar, atau bentuk pipa yaitu gergaji.

Gergaji adalah suatu alat pemotong yang berbentuk pita dengan gerigi-gerigi pada tepinya. Alat ini terbuat dari baja zat arang yang telah dikeraskan. Gergaji yang disebut juga dengan nama *daun gergaji*, sangat lemas sehingga tanpa alat lain tidak dapat digunakan. Oleh karena itu daun gergaji dipasang pada tangkai yang berguna untuk merentangkan daun gergaji, sekaligus untuk memegang waktu menggergaji.

Macam-macam gergaji yang biasa digunakan untuk logam yaitu: gergaji dengan gigi-giginya di kedua sisinya, dan gergaji yang hanya mempunyai gigi-gigi di sebelah sisinya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gb. XI-1.



Gb. XI-1. Gergaji logam

3) *Pembakar otonen*. Pada bab IX telah dibicarakan tentang salah satu jenis pembakar otonen yang dapat digunakan untuk memotong logam. Alat pemotong ini mempunyai kemampuan meotong cukup baik, karena dapat digunakan untuk pemotongan pelat-pelat, batang-batang logam yang cukup tebal dengan waktu yang singkat. Hasil pemotongan dengan pembakar otonen tidak sehalus hasil pemotongan dengan gunting maupun gergaji, melainkan bergerigi, seperti yang ditunjukkan pada Gb. XI-2.



Gb. XI-2. Hasil pemotongan dengan pembakar otonen

4) *Pahat*. Pada bab X telah dijelaskan tentang pahat, khususnya yang digunakan untuk mengukir logam. Suatu jenis pahat yang hampir menyerupai pahat penatas tetapi bentuknya lebih besar, dapat digunakan untuk memotong pelat-pelat logam. Pahat jenis ini disebut pahat potong. Mata pahat potong berbentuk baji dengan sudut tajam sebesar  $60^{\circ}$ . Ujung pahat ini disepuh atau dikeraskan. Pahat potong logam ada dua macam, yaitu pahat dingin dan pahat panas. Pahat dingin digunakan untuk memotong logam dalam keadaan dingin, sedangkan pahat panas digunakan untuk memotong logam dalam keadaan panas. Pada Gb. XI-3 digambarkan pahat potong dingin dan pada Gb. VI-22 ditunjukkan pahat potong panas.



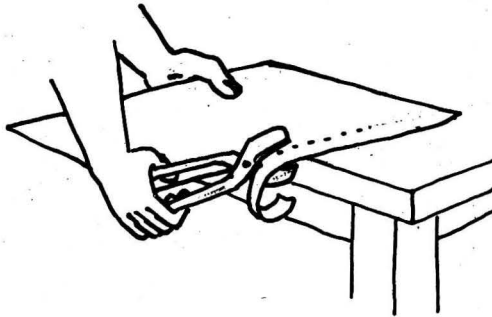
Gb. XI-3. Pahat potong dingin

### c. Cara pemotongan logam

Setelah diketahui tentang macam-macam alat pemotong yang sering digunakan untuk memotong logam, akan dijelaskan pula tentang cara memotong logam dengan alat-alat yang telah diketahui.

## PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM

1) *Dengan gunting.* Oleh karena gunting terdiri dari bermacam-macam jenis, maka cara memotong logam dengan gunting pun bermacam-macam pula. Memotong dengan gunting pelat biasa yang dipegang dengan satu tangan dapat dijelaskan sebagai berikut: Gunting dipegang dengan tangan kanan dan pelat logam dipegang dengan tangan kiri. Dengan sikap demikian, pelat tersebut digunting tepat pada garis gambar kerja yang telah dibuat. Gerakan gunting perlahan-lahan dengan teratur, dan pengungtingan sedikit demi sedikit agar hasilnya tidak meleset. Pada Gb. XI-4 ditunjukkan cara menggunting pelat dengan gunting pelat biasa.

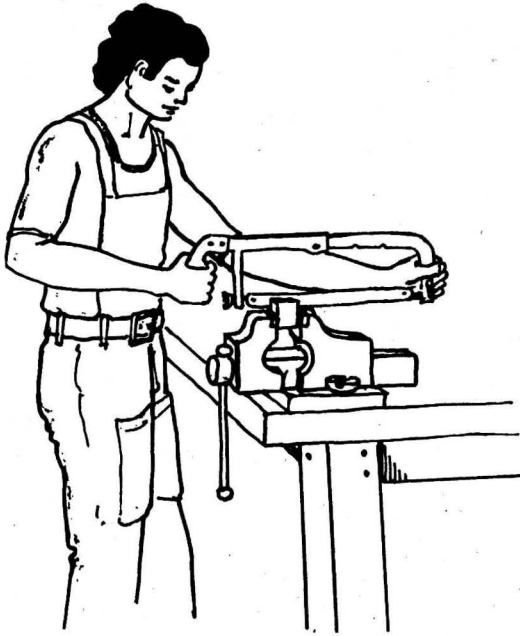


Gb. XI-4. Cara menggunting

Perlu diingat, potongan yang terjadi waktu pemotongan dengan gunting pelat ini diusahakan agar bagian pelat yang lebar atau luas berada di sebelah kiri dan sayatan sisa atau bagian yang kecil berada di sebelah kanan.

2) *Dengan gergaji.* Yang perlu diperhatikan waktu memotong dengan gergaji yaitu, pertama-tama gergaji harus dipasang pada tangkainya dengan arah giginya maju seperti pada Gb. XI-5. Selanjutnya benda kerja dijepit pada ragum, dengan bagian yang akan digergaji diletakkan dekat dengan ragum. hal ini dimaksudkan agar waktu penggergajian dilakukan tidak menimbulkan suara yang berderik-derik, yang disebabkan karena benda kerja tersebut bergetar.

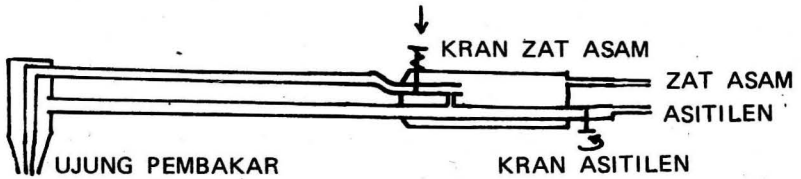
Selanjutnya gergaji dipegang dengan tangan kanan pada tangkainya, dan tangan kiri pada ujung bingkai. Sikap badan tegak dengan kaki kiri di depan. Gerakan gergaji teratur, tidak boleh ditekan terlalu keras, tidak boleh oleng karena dapat mengakibatkan patahnya gigi gergaji. Selain itu gergaji tidak boleh mengarah ke atas, karena pengendaliannya lebih sulit dan juga merusakkan gigi gergaji. Untuk lebih jelasnya lihat Gb. XI-5, perhatikan sikap dan cara yang betul.



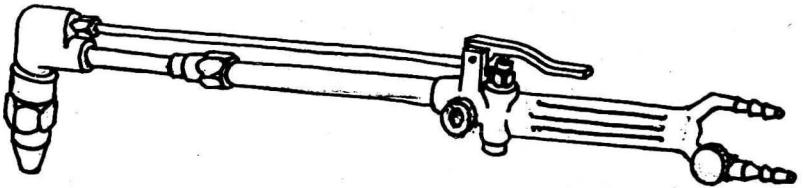
Gb. XI-5. Cara menggergaji

3) Dengan pembakar otogen. Pada bab IX dijelaskan bahwa pembakar potong mempunyai keran penutup sebanyak tiga buah, yaitu keran gas asitilen, keran zat asam dan yang lain yaitu keran zat asam pembakar. Kalau pembakar biasa menghasilkan api yang nyalanya digunakan untuk mengelas, maka pembakar potong nyala apinya digunakan untuk mencairkan logam yang disembur, semburan tersebut mampu menembusnya. Telah dijelaskan juga bahwa ujung pembakar mempunya menembusnya. Telah dijelaskan juga bahwa ujung pembakar mempunyai dua lubang yang tersusun. Bagan pembakar potong ini dijelaskan dengan Gb. XI-6, dapat dijelaskan sebag berikut:

Pertama kali keran zat asam penghembus ditutup, dan keran yang lain dibuka seperti pada pekerjaan pengelasan biasa untuk selanjutnya dinyalakan. Nyala api ini digunakan untuk memanaskan bagian yang akan dipotong. Sesudah bagian yang dipanaskan mencair, keran zat asam dibuka perlahan-lahan sehingga terjadi semburan nyala api yang kuat dan panas. Semburan inilah yang mengakibatkan tembusnya logam, meskipun logam tersebut cukup tebal. Dengan cara menjalankan ujung pembakar sesuai dengan garis potongan yang diinginkan serta membuka dan menutup keran zat asam pembakar, pemotongan logam dapat dilakukan dengan cepat. Pada Gb. XI-7 ditunjukkan sebuah pembakar potong yang dilengkapi dengan roda untuk memudahkan jalannya pemotongan.



Gb. XI-6. Bagan pembakar potong



Gb. XI-7. Pembakar potong

4) Dengan pahat potong. Pada bab VI telah dijelaskan cara-cara memotong logam dengan pahat potong panas. Oleh karena itu pada bagian ini tidak akan dijelaskan lagi.

Yang perlu dijelaskan selanjutnya adalah memotong dengan pahat dingin. Seperti halnya pahat potong panas, pahat potong dingin harus dipukul dengan pemukul yang cukup berat pada waktu digunakan untuk memotong. Palu pemukul yang digunakan harus cukup berat, agar pemotongan lebih mudah dan hasilnya baik.

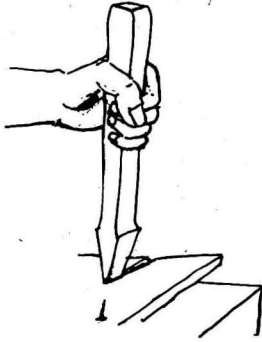
Cara memotong logam dengan pahat dingin yaitu: pertama benda kerja yang akan dipotong digambari bagian-bagian yang diperlukan dengan menggunakan penitik. Selanjutnya benda pekerjaan tersebut diletakkan di atas landasan atau dijepit dengan ragam.

Pahat yang tajam dipegang dengan tangan kiri dengan sikap seperti Gb. XI-8, palu dipegang dengan tangan kanan. Pemegangan palu tidak boleh dekat dengan besinya, melainkan harus pada bagian ujung tangkainya. Setelah alat-alat tersebut siap, ujung (mata) pahat diletakkan pada garis potong dengan sikap berdiri tegak, selanjutnya pahat tersebut dipukul secara keras tepat di tengah-tengahnya.

Benda kerja yang tipis biasanya akan putus dalam sekali pukul, tetapi benda yang agak tebal harus diulangi beberapa kali. Agar hasil pemotongan dapat lurus dan benda kerja tidak melengkung, sebaiknya pemahatan dilakukan berturut-turut hingga selesai satu jalan dahulu kemudian diulangi beberapa kali sampai benda tersebut putus semuanya. Hal ini khusus dilakukan apabila benda kerja cukup lebar sehingga lebar benda tersebut tidak tercakup oleh lebarnya mata pahat.

Untuk menjaga kesehatan badan, pemotongan dengan pahat seharusnya dilakukan dengan sikap berdiri.





Gb. XI-8. Memegang pahat potong

### 3. Teknik Pengikisan Logam

Apabila diamati beberapa jenis benda hasil kerajinan logam seperti: piala, panci, tiang vandel, mangkok dan lain-lainnya, biasanya benda-benda tersebut halus dan indah. Hal ini sebetulnya merupakan akibat kreasi si pembuat yang tidak puas dengan benda-benda hasil pekerjaannya dalam bentuk yang kasar. Benda-benda yang halus itu berasal dari benda-benda yang masih kasar terutama pada waktu pengerjaannya belum selesai. Untuk menghaluskan benda-benda pekerjaan yang masih kasar (misalnya baru saja dibongkar dari cetakan), dipakai alat-alat penghalus, di antaranya yaitu: alat pembubut, kikir, gerinda, batu asah, pisau pengerok, ambril, serbuk pengasah. Alat-alat tersebut di atas fungsinya untuk menghaluskan permukaan logam dengan cara mengurangi sebagian dari permukaannya. Oleh karena sifatnya mengurangi atau tepatnya mengikis permukaan logam, maka alat-alat tersebut di atas disebut alat-alat pengikis. Untuk lebih jelasnya alat-alat pengikis tersebut akan dibicarakan satu per satu.

#### a. Alat pembubut

Yang dimaksud dengan alat pembubut yaitu suatu alat yang digunakan untuk membentuk benda menjadi silindris, dengan cara mengurangi bagian luarnya. Prinsip kerja alat ini yaitu, pada suatu benda kerja yang berputar digarukkan sebuah pahat yang mengakibatkan sebagian permukaan benda tersebut terkelupas. Suatu contoh pembubutan yang paling sederhana yaitu meruncingkan pensil dengan alat peruncing pensil, yang sistemnya harus memutar pensil pada lubang yang disediakan. Karena tersayat pisau maka bagian luar pensil akan terkelupas, sehingga terjadilah bentuk yang bulat.

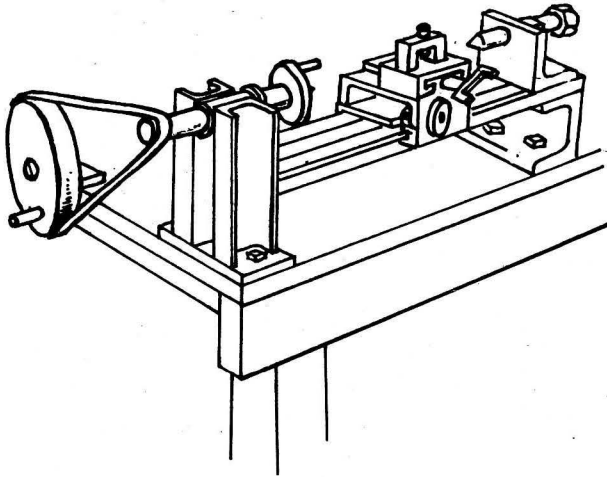
Alat pembubut terdiri dari cakra pemegang benda yang dapat berputar pada sebuah poros utama. Berhadapan dengan cakra tersebut terdapat pemegang yang lain yang bentuknya sebatang silinder yang berujung runcing. Bagian-bagian tersebut dipasang pada sebuah meja yang diberi landasan serta penjepit pahat. Dengan cara menjepit benda logam di antara kedua pemegang dan memutar poros utama, maka benda kerja akan ikut berputar. Untuk melaksanakan

## **PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM**

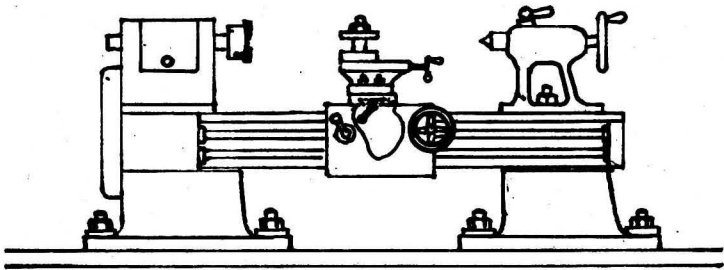
pembubutan, pahat dipasang pada pemegang pahat yang dapat digeserkan maju mundur, atau ke kiri dan ke kanan dan pahat tersebut ditekankan pada benda kerja sehingga menggores atau menyayatnya.

Untuk memutar poros utama dapat digunakan tenaga manusia, yaitu diputar dengan perantara engkol, dan dapat juga diputar dengan tenaga mesin atau tenaga listrik. Alat pembubut yang sederhana dapat dibuat sendiri, tetapi alat pembubut yang baik harus dibeli dengan harga yang cukup mahal.

Pada Gb. XI-9 ditunjukkan sebuah alat pembubutan sederhana, dan pada Gb. XI-10 ditunjukkan gambar alat bubut dengan penggerak tenaga listrik.



*Gb. XI-9. Alat pembubut putaran tangan*



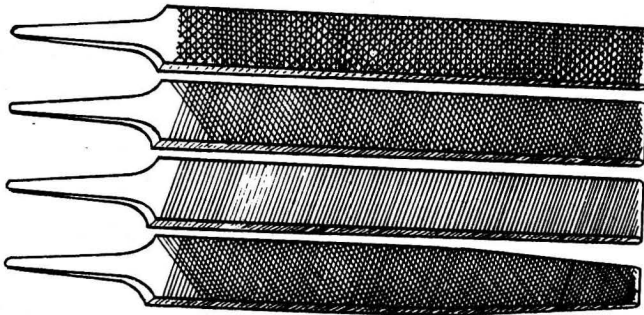
*Gb. XI-10. Mesin bubut*

Selain itu alat pembubut dapat digunakan untuk pemotongan logam.

*b. Kikir*

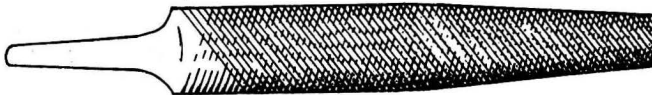
Kikir adalah suatu alat pengikis yang berbentuk tertentu dengan permukaan yang bergerigi. Pada permukaan yang bergerigi, kikir disepuh/dikeraskan, pada bagian tangkainya tidak disepuh. Dengan permukaan yang bergerigi ini kikir dapat digunakan untuk mengikis logam. Ada beberapa jenis kikir yang sering digunakan, yaitu:

1) *Kikir blok*. Yang dimaksud dengan kikir blok yaitu suatu kikir yang bentuknya balok pipih dengan penampang segi empat. Gerigi yang terdapat pada permukaannya berujud garis-garis miring dan ada pula yang bergaris silang, seperti terlihat pada Gb. XI-11. Macam kikir blok ditentukan dengan ukurannya, yang ditentukan dengan inci, yaitu beberapa panjangnya. Kikir blok digunakan untuk mengikir permukaan logam agar menjadi rata.



Gb. XI-11. Macam-macam kikir blok

2) *Kikir belah rotan atau dada walang*. Kikir belah rotan disebut juga dengan kikir sigar penjalin atau dada walang. Kikir ini penampangnya berbentuk setengah lingkaran, seperti terlihat pada Gb. XI-12. Kikir belah rotan geriginya berbentuk garis-garis miring atau garis silang dengan ukuran yang bermacam-macam. Seperti kikir blok, bagian yang rata pada kikir belah rotan digunakan untuk meratakan permukaan, sedangkan bagian yang melengkung digunakan untuk menghaluskan bagian-bagian benda kerja yang melengkung.



Gb. XI-12. Kikir belah rotan

3) *Kikir bulat*. Kikir bulat adalah suatu kikir yang penampangnya berbentuk bulat dengan gerigi-gerigi di sekelilingnya. Bentuk kikir ini dapat

dilihat pada Gb. XI-13. Kikir ini digunakan untuk mengikis bagian-bagian lubang yang bulat atau celah-celah yang membulat.



*Gb. XI-13. Kikir bulat*

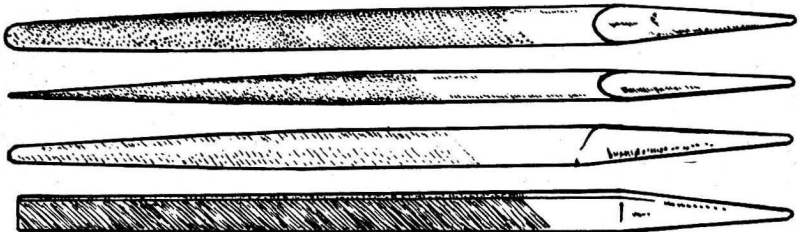
4) *Kikir segi tiga.* Kikir segi tiga adalah kikir yang penampangnya berbentuk segi tiga. Biasanya kikir ini berukuran kecil. Gerigi kikir ini merupakan garis-garis lurus miring pada ketiga sisinya.

Untuk lebih jelasnya lihat Gb. XI-14.



*Gb. XI-14. Kikir segi tiga*

5) *Kikir-kikir halus.* Selain jenis kikir seperti yang telah dijelaskan, ada jenis kikir lainnya yang sering digunakan untuk pembuatan barang-barang yang halus misalnya yang digunakan oleh tukang pembuat perhiasan. Bentuk kikir ini bermacam-macam, misalnya: bulat, segi tiga pipih, seperti pisau dan sebagainya. Pada Gb. XI-15 ditunjukkan macam-macam kikir kecil.

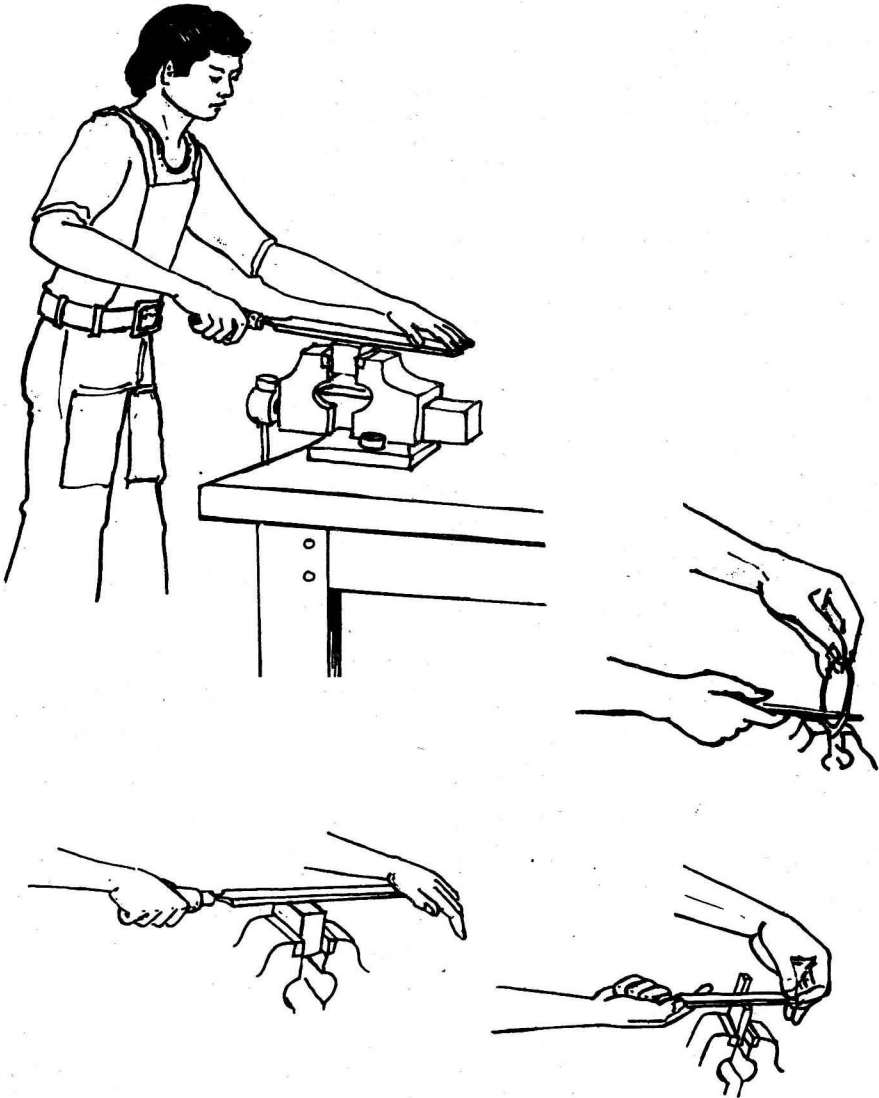


*Gb. XI-15. Macam-macam kikir kecil*

Setelah diketahui macam-macam kikir, perlu diketahui juga tentang cara mengikis logam dengan kikir, yaitu: Benda yang akan di kikir dipegang pada ragum. Kikir dipegang pada tangkainya dengan tangan kanan, sedangkan tangan kiri memegang ujung kikir. Dengan sikap demikian rupa, kikir didorong maju dengan ditekan sedikit. Setelah sampai bagian tangkai, kikir ditarik mundur kembali. Pada waktu gerakan mundur, penekanan kikir pada benda dilepaskan, sehingga gerigi kikir terangkat dan tidak rusak. Demikianlah gerakan maju mundur kikir tersebut dilakukan, sampai ukuran dan keadaan yang diinginkan tercapai. Untuk mengikir

**TEKNIK PEMOTONGAN, PENGIKISAN DAN PENGEBORAN**

lurus, gerakan maju mundurnya kikir harus lurus, dan untuk mengikir bentuk bulat, gerakan kikir searah dengan lengkungnya benda pekerjaan. Sikap dan cara mengikir ini ditunjukkan pada Gb. XI-16.



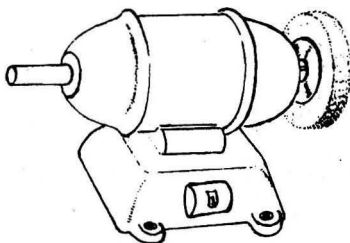
Gb. XI-16. Sikap mengikir

**c. Gerinda**

Gerinda adalah suatu alat untuk mengikis logam, dengan sistem penggosokan. Dengan cara menggosokkan logam pada gerinda, permukaan logam tersebut akan terkikis.

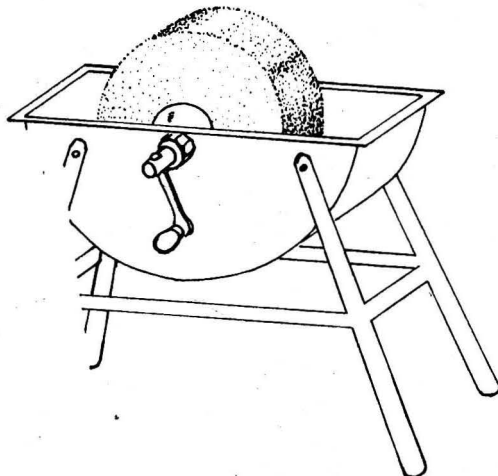
**Macam-macam gerinda**

1) *Gerinda api*, suatu alat pengikis logam yang terbuat dari *karburandum*, dicetak dalam bentuk bulat. Karburandum ini dipasang pada alat pemutar ganda, dengan tenaga pemutar tangan atau mesin. Apabila sepotong logam disentuhkan pada karburandum yang sedang berputar dengan kecepatan tinggi, logam tersebut akan terkikis olehnya. Baja keras dapat diasah dengan karburandum. Pada waktu pengikisan, terjadilah bunga api yang memancar akibat gesekan baja dengan karburandum. Pada Gb. XI-17 ditunjukkan sebuah gerinda api.



**Gb. XI-17. Gerinda putar**

2) *Gerinda air*, suatu alat pengikis logam yang terbuat daripada batu alam, yang dibentuk bulat. Alat ini dipasang pada sebuah poros yang diberi engkol pemutar untuk memutarakan alat tersebut. Berbeda dengan karburandum, gerinda



**Gb. XI-18. Gerinda air**

air menggunakan air sebagai pendingin waktu pengikisan, ditempatkan pada bak yang ditempatkan di bawah gerinda, dengan maksud agar batu gerinda selalu tercelup air. Alat ini terutama digunakan untuk menajamkan alat-alat pertukangan kayu. Untuk lebih jelasnya lihat Gb. XI-18.

*d. Batu asah*

Yang dimaksud dengan batu asah yaitu suatu alat pengikis logam yang terbuat dari sejenis batu. Cara menggunakannya dengan menggosokkan logam pada batu tersebut. Batu asah ada dua macam, yaitu batu asah alam dan batu asah buatan. Batu asah alam berasal dari alam yang mempunyai sifat-sifat khusus (butiran-butirannya keras dan persegi), sehingga dapat menggores logam. Pada batu asah alam sering terdapat campuran pasir-pasir kasar, sehingga hanya jenis-jenis batu alam tertentu saja yang dapat digunakan.

Selain batu asah alam, karburandum ada yang dicetak dalam bentuk segi empat. Balok karburandum ini dapat digunakan untuk pengikisan logam dengan cara diasahkan juga seperti batu asah alam. Batu asah dari karburandum dinamakan batu asah buatan. Balok karburandum biasanya berukuran  $\pm 20 \times 7,5 \times 3$  cm.

Balok tersebut terdapat dua macam kerapatannya yaitu sebelah berbutir halus, dan sebelah berbutir kasar. Bagian yang berbutir kasar digunakan untuk mengikis secara cepat (hasilnya kasar) dan bagian yang berbutir halus digunakan untuk pengikisan dengan bekas yang halus.

Pengrajin logam membutuhkan batu asahan untuk menajamkan alat-alat perkakas yang digunakannya. Sebagai contoh, tukang kayu mengasah alat-alat seperti: ketam, pahat dan sebagainya. Sedangkan tukang perak mengasah pisau pengerok, pemolis dan sebagainya.

Untuk menajamkan logam dengan menggunakan batu asah, harus diperhatikan agar logam (terutama baja) tidak berubah sifatnya, misalnya menjadi lunak. Untuk meneegah hal ini, pada waktu pengasahan harus diberi pendingin dengan menggunakan air, minyak dan sebagainya.

*e. Ambril*

Ambril atau kertas gosok adalah sejenis alat penggosok yang terdiri dari lembaran kertas atau kain yang pada permukaannya dilekatkan butiran bahan pengikis. Ada dua jenis ambril yang diperdagangkan, yaitu ambril untuk kayu dan ambril untuk logam. Ambril kayu terdiri dari kertas yang dilekati serbuk gelas, khusus digunakan untuk penggosokan kayu dan sejenisnya. Ambril untuk logam biasanya terbuat dari kain dengan bahan penggosok serbuk karburandum. Ambril jenis ini dapat digunakan untuk menggosok bermacam-macam logam, tetapi baik juga untuk menggosok jenis-jenis yang lain. Ambril untuk logam seringkali menggunakan kertas, terutama untuk yang halus.

Kehalusan ambril ditunjukkan oleh nomor kodenya. Makin besar nomornya makin kasarlah ambril tersebut. Nomor kode ambril yaitu dari 0 sampai 3.

## PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM

### f. Serbuk pengasah

Alat ini terdiri atas serbuk karburandum yang dicampur dengan sejenis pasta. Alat ini digunakan untuk menggosok permukaan logam dengan cara menggosok atau menggeserkannya. Untuk mengasah gunting cukur, kelep-kelep motor, dan sebagainya digunakan serbuk gosok ini.

### g. Pisau pengerok

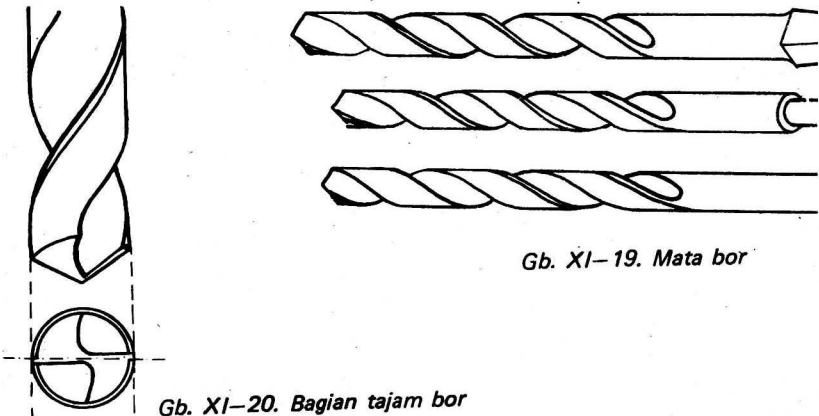
Alat ini adalah suatu jenis pisau yang terbuat dari baja keras yang diasah tajam, digunakan untuk menghaluskan permukaan logam dengan cara mengerokkannya. Hal ini telah dibicarakan pada teknik dasar pengukiran logam.

## 4. Pengeboran Logam

Jika akan dipasangkan baut, paku keling dan sejenisnya pada suatu proses perakitan benda kerajinan, diperlukan lubang-lubang yang rapi dan tepat. Untuk membuat lubang yang demikian sulit dilaksanakan dengan menggunakan alat-alat pelubang penitik, pahat, dan yang sejenis. Untuk itu digunakan suatu alat yang disebut alat pengebor. Alat pengebor yang sering digunakan untuk membuat lubang-lubang pada logam pada bermacam-macam, tetapi yang banyak digunakan untuk pekerjaan-pekerjaan kerajinan hanya terbatas pada alat pengebor yang tidak begitu mahal. Bagian-bagian pokok dari alat pengebor yaitu:

### a. Mata bor

Adalah suatu alat penembus yang dibuat sedemikian rupa, seperti yang terlihat Gb. XI-19. Besar dan kecilnya diukur dengan milimeter sesuai dengan garis tengah mata bor tersebut. Mata bor terbuat dari baja perkakas yang dikeraskan. Setengah dari panjangnya terdapat semacam ulir, digunakan untuk lewatnya beram yang terjadi waktu pengeboran. Mata tajam dari bor diasah dengan gerinda dengan sudut  $120^{\circ}$ , seperti yang terlihat pada Gb. XI-20.



Gb. XI-19. Mata bor

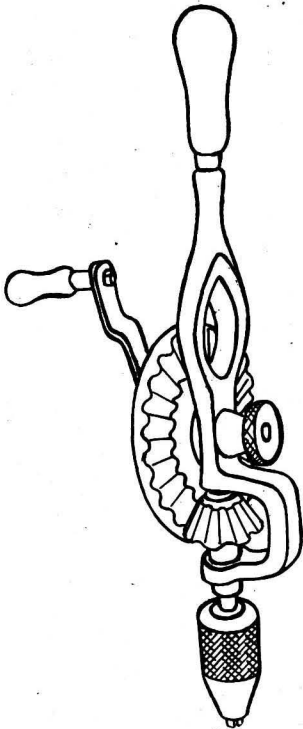
Gb. XI-20. Bagian tajam bor



*b. Pemutar mata bor*

Alat ini digunakan untuk memutar mata bor pada waktu pengeboran. Ada beberapa jenis pemutar mata bor yang terdapat dalam perdagangan, yang biasanya mempunyai daya putar ganda, di antaranya yaitu:

1) *Pemutar mata bor erek-erek* atau pemutar tangan, seperti yang terlihat pada Gb. XI-21. Alat ini dilengkapi dengan satu atau dua tangkai pemegang, sebuah engkol pemutar, pemegang mata bor dan roda gigi percepatan. Alat ini terbuat dari baja dan besi tuang. Jenis pemutar erek-erek ada beberapa macam ukuran, sesuai dengan mata bor yang akan dipasang.



*Gb. XI-21. Pemutar mata bor erek-erek*

Untuk membuat lubang pengeboran dengan menggunakan pemutar erek-erek, mata bor yang sesuai dengan ukuran yang diinginkan dipasang pada pemegang mata bor. Tangkai pemegang engkol pemutar. Benda kerja yang telah ditentukan lubangnya diletakkan pada titik lubang tersebut. Engkol pemutar diputar sesuai dengan arah putaran jarum jam, sambil alat pemutar tersebut ditekan sedikit pada bendanya. Apabila telah masuk dan menembus benda kerja, bor diangkat sambil engkolnya diputar terbalik.

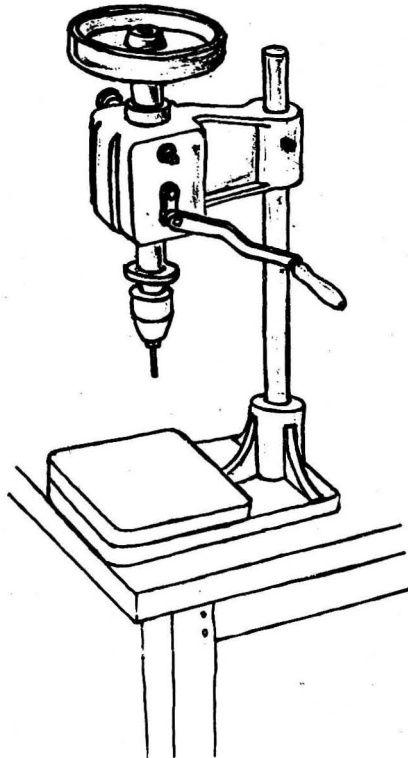
## **PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOGAM**

Pemutar erek-erek yang besar mempunyai beberapa kecepatan putar, dengan cara memindah-mindahkan gigi dari roda gignya.

2) *Pemutar mata bor meja.* Alat ini dipasang pada meja secara tetap. Perbandingan kecepatan putarannya ada yang mencapai enam macam. Pemegang mata bor di putar dengan tangan atau dengan kunci yang telah tersedia. Alat ini juga dilengkapi dengan landasan pengebor yang terbuat dari besi. Pemutar mata bor jenis ini seringkali dapat dilepas dari tiang yang terpasang pada meja.

Cara membuat lubang dengan alat ini yaitu: benda pekerjaan dipasang pada meja dengan dialasi landasan pengebor.

Setelah mata bor yang sesuai dipasang dan mata bor telah diatur seberapa masuknya, demikian juga lubang-lubang landasan telah disesuaikan, pedal pemutar diputar hingga mata bor dapat masuk pada benda kerja. Lihat Gb. XI-22.

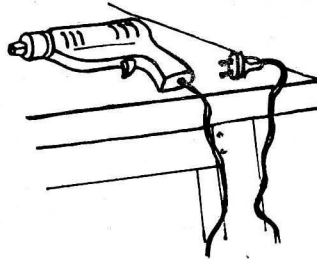


Gb. XI-22. Bor meja

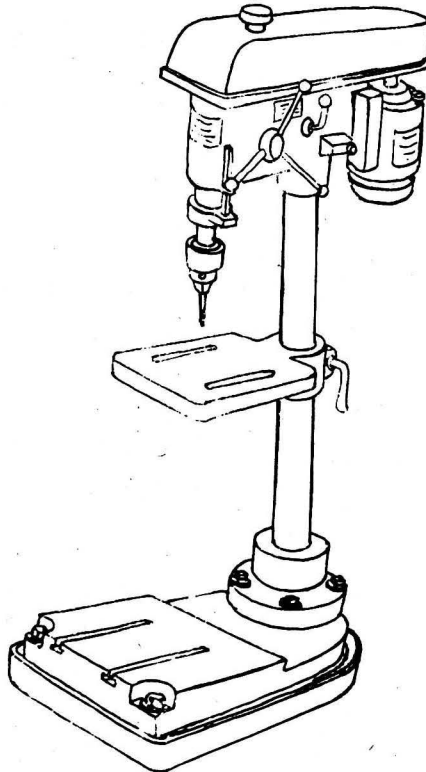
3) *Pemutar mata bor dengan listrik.* Alat ini ditunjukkan pada Gb. XI-23 dan Gb. XI-24, digerakkan dengan tenaga listrik. Alat ini dilengkapi dengan

**TEKNIK PEMOTONGAN, PENGKISAN DAN PENGEBORAN**

skakelar untuk menghidupkan dan mematikan putaran mata bor. Jenis yang kecil dapat dipegang dengan tangan menyerupai pistol, sedangkan jenis yang besar dipasang secara permanen pada lantai.



*Gb. XI-23. Pemutar listrik kecil*



*Gb. XI-24. Mesin bor permanen*

## 5. RANGKUMAN

Untuk mendapatkan gambaran pokok yang terurai pada bab XI ini dapatlah ditarik rangkuman, sebagai berikut:

- a. pemotongan logam dapat dilakukan dengan berbagai alat dan cara sesuai dengan ketentuan-ketentuan alat potong logam.
- b. memotong logam dapat dilakukan dalam keadaan panas dan dingin.
- c. pengikisan logam dapat dilakukan dengan berbagai alat dan cara sesuai dengan ketentuan-ketentuan alat pengikisan logam.
- d. pengikisan logam adalah suatu pekerjaan lanjut dari hasil pekerjaan yang terdahulu untuk mendapatkan sesuatu hasil yang lebih halus atau rata.
- e. pengeboran benda pekerjaan logam adalah suatu pekerjaan lanjut agar bagian-bagian benda pekerjaan tersebut dapat dirangkai.

## 6. Daftar Kata Inti

- ambril : kertas gosok, ampelas,  
karburandum : bahan dan sejenis batu asah buatan,  
pisau penggaruk : kerok, pisau untuk menyayat permukaan logam agar rata dan halus.

## 7. Evaluasi

- a. Lingkarilah huruf B bila pernyataan kalimat di bawah benar, lingkari huruf S bila salah!
  - 1) (B – S) Memotong logam tak dapat dilakukan dengan gergaji triplek.
  - 2) (B – S) Pahat tempat termasuk juga alat pemotong logam.
  - 3) (B – S) Memotong besi yang baik adalah dengan posisi gergaji harus miring sedikit agar jalannya menjadi lancar.
  - 4) (B – S) Las otogen jika digunakan untuk memotong besi hasilnya kurang baik karena bekas potongan itu bergerigi.
  - 5) (B – S) Mengeluarkan beram pengeboran harus menunggu setelah pekerjaan itu selesai.
- b. Jawablah pertanyaan ini dengan saksama!
  - 1) Sebutkan lima macam alat pemotong!
  - 2) Dengan apa ukuran kasar dan halusnya ambril?
  - 3) Penggerak mata bor ada berapakah jenisnya? Sebutkan!
  - 4) Sebutkan lima macam kikir!
  - 5) Apakah guna pisau kerok?

UNTUK SMIK

PENGETAHUAN TEKNOLOGI KERAJINAN LOKAL

Perpustakaan  
Jenderal Kel

73  
HU  
p