



GURU PEMBELAJAR

MODUL PELATIHAN GURU

Program Keahlian : Teknik Mesin
Paket Keahlian : Teknik Fabrikasi Logam
Sekolah Menengah Kejuruan (SMK)

KELOMPOK
KOMPETENSI

B

Profesional :

GAMBAR BENTANGAN DAN PEMBUATAN DUCTING SYSTEM

Pedagogik :

PENDEKATAN SAINTIFIK

DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

2016



DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	I
DAFTAR GAMBAR	V
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2 : KONSTRUKSI GEOMETRIS	1
A. Tujuan Pembelajaran	1
B. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK).....	1
C. Uraian Materi	1
Bahan Bacaan 1: Konstruksi Geometris dengan Garis.....	7
Bahan Bacaan 2 : Kontruksi Geometris dengan Lingkaran	14
D. Aktivitas Pembelajaran.....	20
Aktivitas Pembelajaran 1 : Membuat Segi Lima Di Dalam Lingkaran	22
Aktivitas Pembelajaran 2 : Membuat Garis Singgung Pada Dua Buah Lingkaran Dalam Bentuk Sabuk Menylang	26
E. Rangkuman.....	29
F. Tes Formatif	29
G. Kunci Jawaban	29
KEGIATAN PEMBELAJARAN 3 : PEMBUATAN GAMBAR BENTANGAN DENGAN METODE GARIS PARALEL	30
A. Tujuan Pembelajaran	30
B. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK).....	30
C. Uraian Materi	30
Bahan Bacaan 1 : Bentangan Profil segi empat	31
Bahan Bacaan 2 : Bentangan Prisma	33
Bahan Bacaan 3 : Bentangan Silinder.....	36
Bahan Bacaan 4 : Bentangan Elbow	47
D. Aktivitas Pembelajaran.....	48
Aktivitas Pembelajaran 1	51
Aktivitas Pembelajaran 2.....	54
Aktivitas Pembelajaran 3.....	57
Aktivitas Pembelajaran 4.....	60

Aktivitas Pembelajaran 5.....	63
E. Rangkuman.....	67
F. Tes Formatif	67
G. Kunci Jawaban	68
KEGIATAN PEMBELAJARAN 4 : PEMBUATAN GAMBAR BENTANGAN DENGAN METODE GARIS RADIAL	69
A. Tujuan Pembelajaran.....	69
B. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK).....	69
C. Uraian Materi	69
Bahan Bacaan 1: Bentangan Piramid	70
Bahan Bacaan 2: Bentangan Kerucut	78
D. Aktivitas Pembelajaran.....	84
Aktivitas Pembelajaran 1	88
Aktivitas Pembelajaran 2.....	91
Aktivitas Pembelajaran 3.....	94
Aktivitas Pembelajaran 4.....	97
Aktivitas Pembelajaran 5.....	100
E. Rangkuman	103
F. Tes Formatif.....	103
G. kunci jawaban	104
KEGIATAN PEMBELAJARAN 5 : PEMBUATAN GAMBAR BENTANGAN DENGAN METODE SEGITIGA	105
A. Tujuan Pembelajaran	105
B. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK).....	105
C. Uraian Materi	105
Bahan Bacaan 1 : Gambaran tentang Metode Segitiga	105
Bahan Bacaan 2 : Bentangan transisi lingkaran dengan empat persegi panjang.....	109
Bahan Bacaan 3 : Bentangan Sebuah Piramida yang Disambung dengan Silinder.....	115
Bahan Bacaan 4 : Bentangan Sebuah Corong Segi Empat	116
Bahan Bacaan 5 : Bentangan Corong Segi Empat dengan Proyeksi Eropa.....	117

Bahan Bacaan 6 : Bentangan Kerucut Miring yang Terpotong Miring	118
Bahan Bacaan 7 : Bentangan Piramida Segi Enam Miring yang Terpotong Miring.....	119
Bahan Bacaan 8 : Menggambar Bentangan/bukaan Kerucut dengan Silinder ..	121
D. Aktivitas Pembelajaran.....	124
Aktivitas Pembelajaran 1.....	127
Aktivitas Pembelajaran 2.....	131
Aktivitas Pembelajaran 3.....	135
Aktivitas Pembelajaran 4.....	139
E. Rangkuman.....	143
F. Tes Formatif	143
G. Kunci Jawaban	144
KEGIATAN PEMBELAJARAN 6 : PEMBUATAN POLA.....	145
A. Tujuan Pembelajaran	145
B. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK).....	145
C. Uraian Materi	145
D. Aktivitas Pembelajaran.....	147
Aktivitas Pembelajaran 1 : Membuat Pola untuk pembuatan transformer atau benda transisi lingkaran.....	150
Aktivitas Pembelajaran 2 : Membuat Pola benda transisi segi empat.....	154
E. Rangkuman.....	158
F. Tes Formatif	158
G. Kunci Jawaban	159
KEGIATAN PEMBELAJARAN 7 : PERHITUNGAN KEBUTUHAN BAHAN	160
A. Tujuan Pembelajaran	160
B. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK).....	160
C. Uraian Materi	160
D. Aktivitas Pembelajaran.....	161
E. Rangkuman	162
F. Tes Formatif.....	162
G. Kunci Jawaban	163
KEGIATAN PEMBELAJARAN 8 : PEMBUATAN BENDA-BENDA <i>DUCTYNG</i>	

<i>SYSTEM</i>	164
A. Tujuan Pembelajaran	164
B. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)	164
C. Uraian Materi	164
D. Aktivitas Pembelajaran.....	174
BAB III PENUTUP	177
DAFTAR PUSTAKA	178
GLOSARIUM	179



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Gambaran Bentangan secara Grafis.....	4
Gambar 2. 2	Bentangan Lingkaran Secara Matematis	5
Gambar 2. 3	Bentangan Kerucut Lurus/Tegak Secara Matematis	6
Gambar 2. 4	Pengukuran Radius Lingkaran.....	7
Gambar 2. 5	Cara Membagi Garis Lurus Sama Panjang.....	8
Gambar 2. 6	Membagi Garis Dalam Bagian-Bagian Yang Sama.....	8
Gambar 2. 7	Segi Lima Beraturan Dengan Sebuah Sisi Tertentu	10
Gambar 2. 8	Segi Lima Beraturan Dengan Sebuah Sisi Tertentu	10
Gambar 2. 9	Membuat Segi Enam Beraturan	12
Gambar 2. 10	Membuat Segi Enam Beraturan di Dalam Lingkaran.....	12
Gambar 2. 11	Membuat Segi Enam Beraturan di Luar Lingkaran.....	13
Gambar 2. 12	Membagi Keliling Lingkaran Menjadi Bagian-Bagian Yang Sama	15
Gambar 2. 13	Membagi Lingkaran Menjadi Bagian-Bagian Yang Sama.....	16
Gambar 2. 14	Membuat Polygon Beraturan Dengan Suatu Sisi Yang Diketahui ...	17
Gambar 2. 15	Gambar Pasangan Garis Singgung Luar	18
Gambar 2. 16	Sebuah Busur Yang Menyinggung Dua Buah Lingkaran.....	19
Gambar 2. 17	Sebuah Busur Yang Menyinggung Dua Buah Lingkaran.....	20
Gambar 3. 1	Frofil Segi Empat (Kotak).....	32
Gambar 3. 2	Bentangan Prisma Terbuka	34
Gambar 3. 3	Bentangan Prisma Tertutup	35
Gambar 3. 4	Bentangan Prisma Segi Enam Tertutup Dan Terpancung.....	36
Gambar 3. 5	Bentangan Sebuah Silinder Secara Matematis.....	37
Gambar 3. 6	Bentangan Silinder Terpancung Secara Grafis	38
Gambar 3. 7	Bentangan Dua Silinder Yang Disambung	40
Gambar 3. 8	Bentangan Sambungan T Dua Buah Tabung/Silinder	41
Gambar 3. 9	Bentangan Sambungan Dua Buah Tabung Dengan Diameter Yang Berbeda.....	42
Gambar 3. 10	Sambungan Dua Buah Tabung Dengan Ukuran Yang Berbeda Dan Tidak Simetris.....	44

Gambar 3. 11 Pembentangan Silinder Lingkaran Lurus Dipotong Miring Yang Atas Bawahnya Tertutup.....	45
Gambar 3. 12 Bentangan Dua Buah Silinder Yang Disambung Tidak Siku	45
Gambar 3. 13 Bentangan Silinder Datar Ditembus Silinder Miring	46
Gambar 3. 14 Pembentangan Silinder Miring	47
Gambar 3. 15 Bentangan Empat Buah Pipa Elbow	48
Gambar 4. 1 Bentuk Konstruksi Sebuah Piramid.....	70
Gambar 4. 2 Bentuk Bukaan Sebuah Piramid	71
Gambar 4. 3 Piramid Dan Bukaannya	72
Gambar 4. 4 Piramid Terpotong Dan Bentangannya	74
Gambar 4. 5 Piramid Terpotong Miring.....	75
Gambar 4. 6 Bentangan Piramid Yang Dipotong Miring	77
Gambar 4. 7 Cara Penentuan Panjang Sebenarnya Dari Sisi Miring Piramid	78
Gambar 4. 8 Kerucut dan Bentangannya.....	79
Gambar 4. 9 Kerucut Terpotong Rata.....	80
Gambar 4. 10 Ilustrasi Bentangan Kerucut Terpotong Rata.....	81
Gambar 4. 11 Bentangan Kerucut Terpotong Rata.....	82
Gambar 4. 12 Pembentangan Kerucut Terpancung.....	84
Gambar 5. 1 Bentuk-Bentuk Benda Transisi.....	106
Gambar 5. 2 Bentangan Benda Transisi.....	106
Gambar 5. 3 Bentuk Interseksi	107
Gambar 5. 4 Bentangan Dengan Metode Segitiga	108
Gambar 5. 5 Benda Transisi Lingkaran Dan Empat Persegi Panjang	109
Gambar 5. 6 Ilustrasi Sebuah Benda Transformer.....	111
Gambar 5. 7 Bukaan Suatu Corong Dengan Alas Segi Empat Dan Ujungnya Berbentuk Lingkaran.....	112
Gambar 5. 8 Bentangan Sebuah Prisma Yang Disambung Dengan Silinder	115
Gambar 5. 9 Bukaan Sebuah Corong Segi Empat.....	116
Gambar 5. 10 Gambar Bukaan Corong Segi Empat Dengan Proyeksi Eropa.....	117
Gambar 5. 11 Bukaan Kerucut Miring Yang Terpotong Miring.....	119

Gambar 5. 12 Prisma Segi Enam Miring Terpotong Miring Dan Bentangnya.....	120
Gambar 5. 13 Gambar Proyeksi Kerucut Yang Ditembus Silinder	121
Gambar 5. 14 Bentangan Sebuah Kerucut Yang Ditembus Silinder	123
Gambar 5.7 1 Bentuk Lain Dari Bukaan Benda Transformer	113
Gambar 5.7 2 Langkah-Langkah Membuat Bentangan Transformer	114
Gambar 5.7 3 Bentuk Bentangan Transformer	114
Gambar 8. 1 Teknik Mengangkat Beban (www.g-w.com)	166
Gambar 8. 2 Menempatkan Material Yang Mudah Terbakar Pada Tong	166
Gambar 8. 3 Macam-Macam Sarung Tangan (Timmings, 2008)	167
Gambar 8. 4 Kacamata Keselamatan (Timmings, 2008).....	168
Gambar 8. 5 Alat Pelindung Kepala/Topi Keras (Timmings, 2008)	168
Gambar 8. 6 Jenis-Jenis Tangga (www.g-w.com).....	169
Gambar 8. 7 Posisi Tangga Terhadap Sandaran (www.g-w.com)	170
Gambar 8. 8 Penggunaan Sepatu Tangga (www.g.w.com)	170
Gambar 8. 9 Cara Menaikkan Tangga Ekstensi Atau Tangga Lurus (www.g-w.com)	171
Gambar 8. 10 Cara Menyimpan Tangga.....	172
Gambar 8. 11 <i>Scaffolding</i>	173



KEGIATAN PEMBELAJARAN

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2 : KONSTRUKSI GEOMETRIS

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah anda menyelesaikan kegiatan pembelajaran ini, diharapkan anda memiliki kemampuan dalam menginterpretasi jenis-jenis benda kerja *ducting system* melalui penggunaan konstruksi geometris.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)

1. Menjelaskan jenis-jenis unsur geometris dari suatu konstruksi.
2. Menjelaskan cara membuat macam-macam konstruksi dengan garis dalam kaitan dengan bentuk-bentuk benda *ducting system*.
3. Menjelaskan cara membuat macam-macam konstruksi dengan lingkaran dalam kaitan dengan bentuk-bentuk benda *ducting system*.
4. Membuat macam-macam konstruksi dengan garis dalam kaitan dengan bentuk-bentuk benda *ducting system*.
5. Membuat macam-macam konstruksi dengan lingkaran dalam kaitan dengan bentuk-bentuk benda *ducting system*.

C. Uraian Materi

Sejak zaman mesir kuno, perkembangan teknologi telah ditemukan diantaranya dalam hal teknologi pembuatan baju besi dan topi baja yang digunakan untuk keperluan perang. Seperti layaknya membuat baju pada zaman sekarang, proses pembuatan baju besi juga memerlukan suatu pola tertentu agar diperoleh bentuk baju yang diinginkan. Selain itu, agar ukuran dari baju tersebut sesuai dengan yang diperlukan, sudah tentu diperlukan suatu ilmu tentang menggambar bukaan dari profil baju yang akan dibuat. Atas dasar hal tersebut, dapat dikatakan bahwa pengetahuan tentang teknik menggambar bentangan telah ada sejak zaman mesir kuno.

Pada zaman teknologi modern seperti ini, telah mengalami perkembangan yang sangat pesat, terutama dalam membuat bentangan untuk body-body kendaraan seperti mobil, kereta api, pesawat terbang, dan kapal. Dalam kehidupan sehari-haripun penggunaan teknik bentangan ini banyak digunakan dalam penyediaan kebutuhan hidup sehari-hari, seperti untuk pembuatan lemari, peralatan kantor untuk penyimpanan file, brankas, dan lain sebagainya.

Dalam teknik pembuatan gambar bentangan ini ada yang dilakukan secara sederhana dengan menggunakan peralatan manual maupun dengan menggunakan teknologi yang modern. Dalam membuat gambar bentangan, dapat dilakukan dengan teknik grafis maupun matematis.

Perancangan suatu produk diawali dari proses disain tentang produk tersebut. Bentuk awal dari disain yang dibuat dalam bentuk sketsa, merupakan awal proses perancangan suatu produk. Setelah melalui beberapa pertimbangan, maka sketsa tersebut dilanjutkan dengan proses penggambaran disain yang sesungguhnya atau disain secara utuh dengan menggunakan kaidah penggambaran yang berlaku, misalnya kaidah atau standar gambar di industri.

Gambar-gambar bentangan atau bukaan banyak digunakan pada bengkel-bengkel kerja pelat atau industri-industri yang memproduksi barang dengan material dasar berupa pelat. Dibuatnya gambar bentangan atau bukaan ini adalah untuk mempermudah pemotongan bahan atau mempermudah dalam mengetahui berapa banyak bahan yang diperlukan. Untuk penglipatan penyambungan ujung-ujungnya, dapat dilakukan dengan cara dipatri, dikeling, maupun dilas. Pemilihan cara penyambungan tersebut didasarkan pada jenis bahan yang digunakan ataupun ketebalan dari bahan yang akan disambung.

Dalam upaya mempermudah proses pemaknaan terhadap suatu gambar produk, maka dalam konstruksi biasanya digunakan gambar proyeksi ortogonal yang dilengkapi dengan ukuran-ukuran yang diperlukan. Sebelum juru gambar memutuskan cara untuk mempermudah pembacaan, terlebih dahulu ia harus bisa membayangkan bentuk benda yang akan direncanakan.

Dari hasil gambar teknik yang dikerjakan dalam bentuk gambar-gambar detail ini selanjutnya diberikan kepada para operator untuk dikerjakan. Keadaan yang berbeda pada saat membuat disain gambar yang terbuat dari material yang berupa pelat.

Gambar tersebut harus dilengkapi dengan gambar tambahan yang dinamakan gambar bentangan. Gambar bentangan ini diperlukan untuk menghindari kesalahan pada proses pemotongan, karena material yang dipotong harus sesuai dengan bentuk bentangan yang dibuat. Apabila material yang dipotong itu tidak sesuai dengan bentuk bentangan yang diinginkan, maka akan menimbulkan kerugian dalam pemakaian bahan. Terlebih lagi, jika benda yang akan dibuat tersebut dalam jumlah yang besar. Agar diperoleh hasil yang sama, maka sangat diperlukan gambar bentangan yang cermat dan teliti.

Pengetahuan gambar bentangan, pada saat sekarang sangat dibutuhkan seiring dengan perkembangan yang terjadi di dunia industri, khususnya perkembangan di industri-industri karoseri body mobil, body kereta api, peralatan kantor, juga tangki-tangki berukuran kecil maupun besar. Seperti halnya seorang juru gambar mesin, seorang juru gambar bentangan harus mempunyai wawasan yang luas tentang suatu obyek yang akan digambarnya. Oleh karena, selain dibutuhkan pengetahuan tentang gambar bukaan, juru gambar juga harus mempertimbangkan proses penyambungan yang akan digunakan dalam perakitan bentangan tersebut. Sekaitan dengan itu, seorang juru gambar harus mempersiapkan dimensi geometris tambahan untuk proses perakitan obyek yang akan dikerjakan.

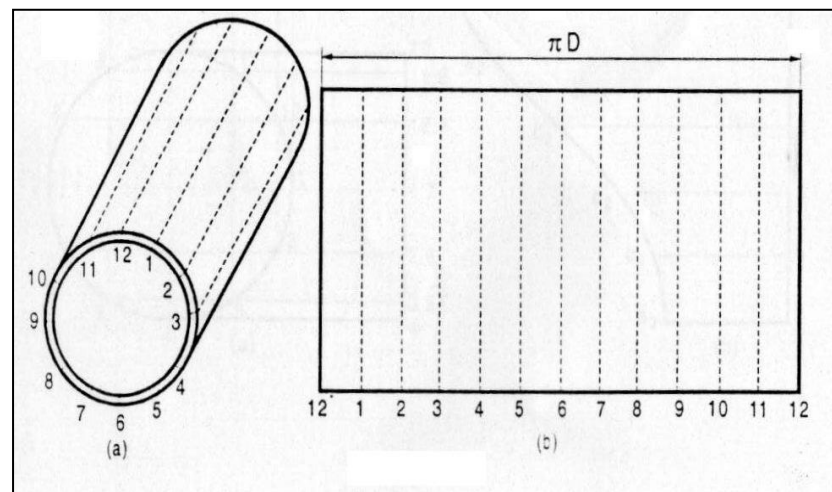
Dalam proses penerapan gambar bentangan, dua sistem yang dapat digunakan, yakni sistem langsung pada obyek yang dikerjakan dan sistem tidak langsung.

- a. Sistem langsung; sistem langsung yang dimaksud dalam penerapan bentangan ini adalah proses pembuatan gambar bentangan yang dilakukan langsung pada objek atau pelat yang dikerjakan. Pada umumnya proses secara langsung ini digunakan untuk pembuatan bentangan satu objek saja. Pelat yang menjadi obyek pengerjaan, digunakan langsung untuk tempat lukisan yang dikerjakan oleh juru gambar. Jadi juru gambar melukis bentuk bentangan di atas pelat tersebut secara langsung. Setelah lukisan bentangan terbentuk, selanjutnya dilakukan proses pemotongan bentangan. Hasil proses pemotongan ini yang selanjutnya dinamakan pola (*Pattern*).
- b. Sistem Tidak Langsung; Sistem tidak langsung ini umumnya digunakan dalam pembuatan komponen yang berjumlah besar. Proses penggambaran bentangan awalnya dilukis pada mal atau patron yang disediakan khusus. Setelah mal

jangka. Lalu jarak ini dipindahkan pada garis lurus yang disediakan yakni 1 ke 2, begitulah seterusnya sampai menuju angka 12. Hasil pengukuran dengan pemindahan jangka ini dari 1 ke 12 merupakan keliling lingkaran yang terbentuk. Semakin banyak pembagi jumlah lingkaran ini, maka hasil yang diperoleh juga semakin teliti.

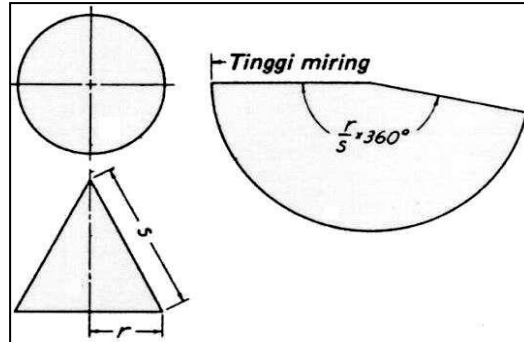
b. Secara Matematis

Lukisan bentangan dari sebuah lingkaran ini lebih mudah dilakukan secara matematis. Caranya adalah dengan menghitung keliling lingkaran tersebut dengan menggunakan rumus $K = \pi \cdot D$, dimana K adalah keliling lingkaran, D diameter lingkaran yang dilukis, dan $\pi = 3.14$.



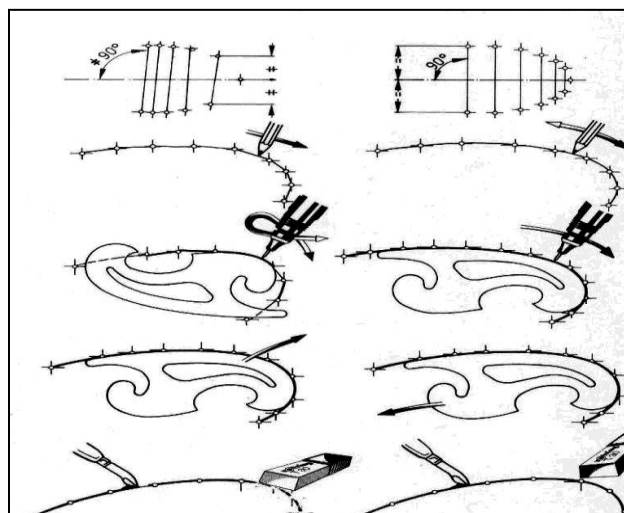
Gambar 2. 2 Bentangan Lingkaran Secara Matematis

Dibandingkan dengan lukisan secara grafis, lukisan bentangan secara matematis ini lebih teliti, tetapi terbatas hanya pada profil-profil bentuk yang beraturan.



Gambar 2.3 Bentangan Kerucut Lurus/Tegak Secara Matematis

Suatu hasil lukisan bentangan ini dapat dievaluasi atau diukur setelah dilakukan pembentukan dari pelat yang dikerjakan. Alat ukur yang digunakan dalam pengukuran profil ini umumnya menggunakan mal ukuran yang dibentuk sesuai dimensi profil yang diinginkan. Untuk pengukuran bentuk yang teliti memang sangat sulit dilakukan karena keterbatasan alat ukur yang ada. Dalam satu contoh pengecekan suatu bentuk profil penggunaan mal ukuran ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini. Untuk melakukan pengecekannya adalah dengan cara meletakkan mal radius pada radius pelat yang telah terbentuk. Selanjutnya dari ujung keujung yang lain dilakukan pengecekan.



Gambar 2. 4 Pengukuran Radius Lingkaran

Peralatan yang dipergunakan dalam menggambar bentangan ini diantaranya adalah mistar, jangka, mal lingkaran, mal lengkung, mal elips, dan lain-lain.

Gambar merupakan alat komunikasi antara perancang dan pengguna, oleh karena itu gambar harus dibuat secara cermat dan teliti. Seorang juru gambar pada saat membuat gambar sering menggunakan konstruksi yang terdiri atas unsur-unsur geometri seperti lingkaran, garis, dan sudut. Penggunaan konstruksi tersebut dalam upaya menghasilkan gambar yang bentuknya baik. Baiknya bentuk gambar yang dihasilkan tidak terlepas dari ketepatan dalam melakukan proses penyambungan antara garis dengan garis, garis dengan lingkaran, garis dengan busur, busur dengan busur dan sebagainya dibuat dengan tepat.

Sebuah gambar komponen mesin merupakan gabungan dari beberapa bentuk geometris baik garis maupun lingkaran. Benda-benda yang termasuk pada kelompok *ducting system*, juga merupakan gabungan dari beberapa konstruksi geometris, baik garis maupun lingkaran. Kemampuan juru gambar dalam melukis bentuk-bentuk benda *ducting system*, sangat dipengaruhi oleh kemampuannya dalam menggunakan dan menyambung unsur-unsur geometris. Hal ini didasarkan pada kenyataan bahwa benda-benda *ducting system* memiliki bentuk konstruksi yang unik.

Bahan Bacaan 1: Konstruksi Geometris dengan Garis

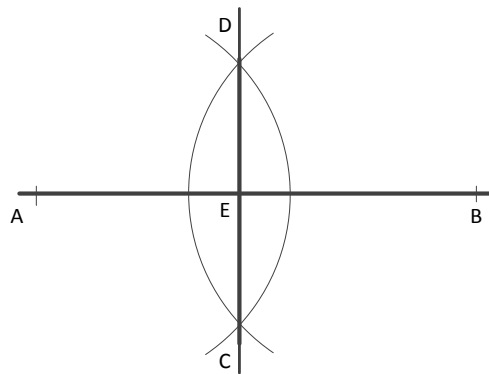
Pembuatan konstruksi dengan garis merupakan kemampuan dasar yang harus dikuasai oleh seorang juru gambar, terlebih bagi juru gambar yang melukis atau menggambar benda-benda *ducting system*. Oleh karena, pada saat proses pembuatan suatu benda *ducting system*, agar diperoleh hasil yang baik harus dibuat suatu pola berdasarkan gambar bentangan dari benda tersebut. Dalam proses pembuatan gambar bentangan, kemampuan seorang juru gambar dalam menggunakan konstruksi, khususnya unsur geometris garis sangat diperlukan.

Beberapa kemampuan yang menuntut dari seorang juru gambar dalam menggunakan konstruksi unsur geometris garis diantaranya adalah membagi garis menjadi beberapa bagian yang sama, membuat garis tegak lurus, membagi sudut, membuat segi banyak beraturan seperti segi lima, segi enam, dan sebagainya.

a. Membagi Garis Lurus Sama Panjang

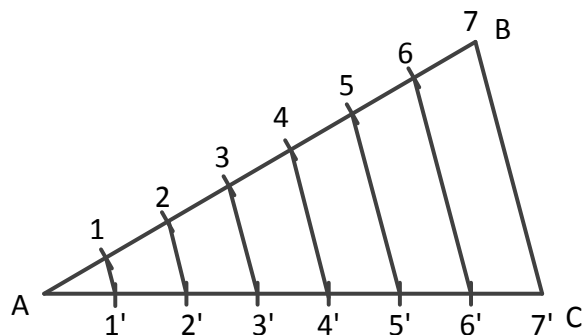
Gambar 2.1. menunjukkan cara membagi dua garis lurus sama panjang. Langkah yang harus dilakukan adalah:

- 1) Buat garis lurus AB,
- 2) Buat busur lingkaran di titik A dengan ukuran jari-jari sembarang tetapi harus diperkirakan lebih dari setengah panjang garis AB.
- 3) Buat busur lingkaran di titik B dengan jari-jari yang sama dengan lingkaran di titik A. Kedua lingkaran berpotongan di titik C dan D.
- 4) Hubungkan titik C dan D memotong garis AB di titik E, sehingga panjang $AE = EB$.



Gambar 2. 5 Cara Membagi Garis Lurus Sama Panjang

b. Membagi Garis dalam bagian-bagian yang sama



Gambar 2. 6 Membagi Garis Dalam Bagian-Bagian Yang Sama

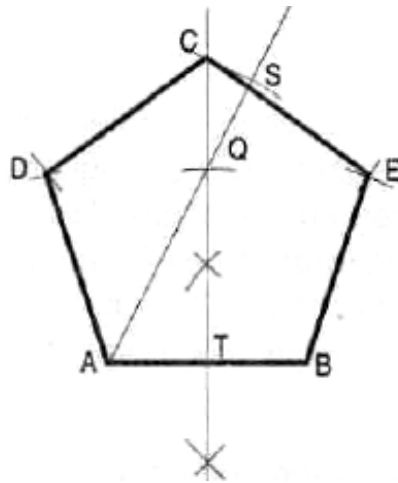
Dalam membagi garis dalam bagian-bagian yang sama dilakukan dengan langkah sebagai berikut.

- 1) Tarik sebuah garis lurus AB yang membentuk sudut sembarang dengan garis AC.
- 2) Beri tanda 1, 2, ... 7 pada garis AB yang panjangnya sama antara masing-masing tanda.
- 3) Tarik garis dari titik B ke titik C.
- 4) Tarik garis dari setiap tanda yang lain pada garis AB sejajar dengan garis BC sampai memotong garis AC.
- 5) Setiap perpotongan pada garis AC yang ditandai dengan 1', 2', dst., merupakan bagian-bagian garis yang sama.

c. Membuat segi lima

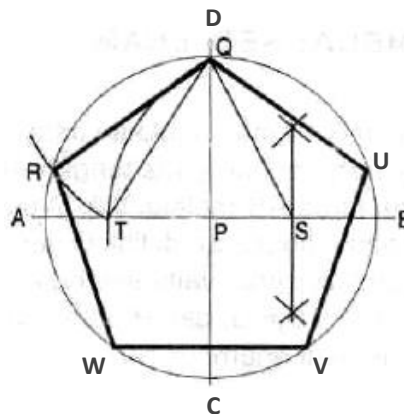
Gambar di bawah ini adalah gambar yang menunjukkan cara membuat suatu segi lima dengan panjang salah satu sisinya sudah diketahui. Garis AB adalah salah satu sisi dari segi lima yang diketahui. Untuk membuat segi lima, cara yang perlu dilakukan adalah:

- 1) Bagi garis AB melalui titik T menjadi dua bagian yang sama panjang.
- 2) Tarik garis tegak lurus melalui titik T dengan panjang yang sama dengan panjang AB dan pada ujung garis tersebut tandai dengan huruf Q.
- 3) Hubungkan titik A dengan titik Q, dan buat garis QS yang panjangnya sama dengan $\frac{1}{2}$ AB.
- 4) Dengan menggunakan titik A sebagai titik pusat, dan AS sebagai jari-jari, gambarlah sebuah busur lingkaran yang memotong garis perpanjangan TQ di C.
- 5) Dari titik A, B, dan C, buatlah garis yang saling berpotongan di titik E dan D.
- 6) Hubungkan titik A, D, C, E, dan B, sehingga membentuk sebuah segi lima.



Gambar 2. 7 Segi Lima Beraturan Dengan Sebuah Sisi Tertentu

Selain dengan cara di atas, cara membuat segi lima juga dapat dilakukan dalam sebuah lingkaran seperti gambar berikut.



Gambar 2. 8 Segi Lima Beraturan Dengan Sebuah Sisi Tertentu

Untuk membuat segi lima seperti gambar di atas, langkah-langkahnya adalah sebagai berikut.

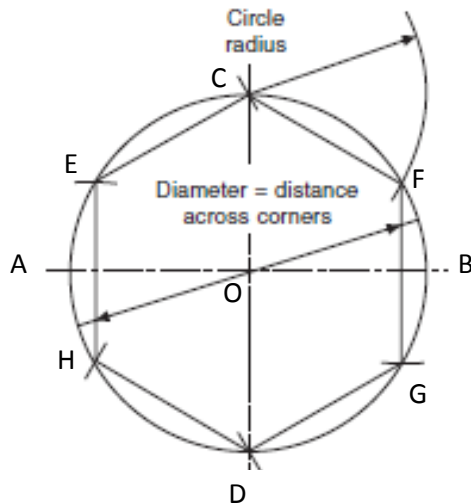
- 1) Buat sebuah lingkaran dengan titik pusat P.

- 2) Buat garis mendatar AB melalui titik P yang panjangnya melebihi diameter lingkaran.
- 3) Buat garis tegak lurus CD melalui titik P yang panjangnya melebihi diameter lingkaran.
- 4) Bagi garis PB menjadi dua sama panjang dan diperoleh titik S, selanjutnya buat garis tegak lurus melalui titik S.
- 5) Buat busur lingkaran dengan jari-jari SQ dengan titik pusat S sampai memotong garis AB di titik T, sehingga garis QT merupakan panjang dari sisi segi lima beraturan yang diinginkan.
- 6) Dengan titik Q sebagai titik pusat dan QT sebagai jari-jari, buatlah dua buah busur lingkaran yang memotong lingkaran di titik R dan U.
- 7) Dengan titik U sebagai titik pusat dan QT sebagai jari-jari, buatlah busur lingkaran yang memotong lingkaran di titik V.
- 8) Dengan titik R sebagai titik pusat dan QT sebagai jari-jari, buatlah busur lingkaran yang memotong lingkaran di titik W.
- 9) Hubungkan titik Q, U, V, W, dan R, sehingga menjadi sebuah segi lima beraturan.

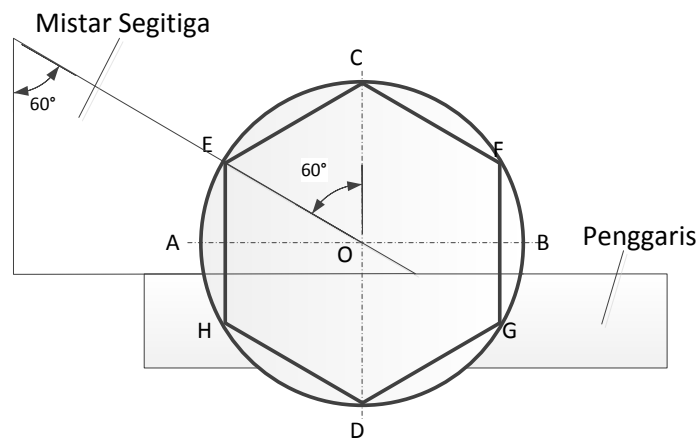
d. Membuat segi enam

Gambar 2.5 merupakan gambar tentang pembuatan segi enam beraturan. Untuk membuat segi enam tersebut, langkah-langkahnya adalah sebagai berikut.

- 1) Buat garis lurus AB
- 2) Bagi garis AB menjadi dua bagian yang sama panjang dan tarik garis tegak lurus CD dari titik O yang merupakan tengah-tengah dari garis AB.
- 3) Buat sebuah lingkaran dengan jari-jari tertentu yang titik pusatnya di O.
- 4) Dari titik C buat busur lingkaran yang jari-jarinya sama dengan lingkaran awal sampai memotong di titik E dan F.
- 5) Dari titik D buat busur lingkaran yang jari-jarinya sama dengan lingkaran awal sampai memotong di titik G dan H.
- 6) Hubungkan garis C, F, G, D, H, dan E, sehingga membentuk segi enam beraturan yang diinginkan.



Gambar 2. 9 Membuat Segi Enam Beraturan
(Diadaptasi dari Simmons dan Maguire, 2004:69)

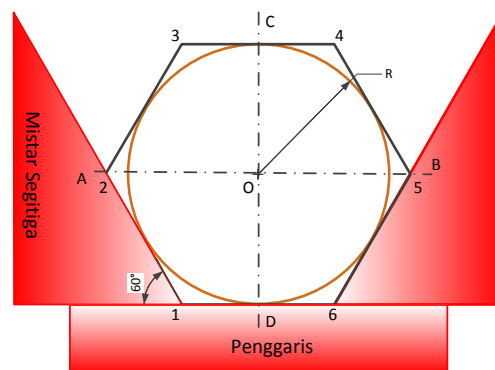


Gambar 2. 10 Membuat Segi Enam Beraturan di Dalam Lingkaran

Gambar 2.10 di atas, adalah gambar tentang cara membuat segi enam dalam lingkaran dengan menggunakan bantuan segi tiga dan penggaris. Untuk membuatnya, langkah yang harus dilakukan adalah:

- 1) Buat garis lurus AB

- 2) Bagi garis AB menjadi dua bagian yang sama panjang dan tarik garis tegak lurus CD dari titik O yang merupakan tengah-tengah dari garis AB.
- 3) Buat sebuah lingkaran dengan jari-jari tertentu yang titik pusatnya di O.
- 4) Dengan menggunakan bantuan segi tiga 60° dan sebuah penggaris, buat garis dari titik O sampai memotong lingkaran di titik E.
- 5) Dengan cara yang sama lakukan untuk mendapatkan titik F, G, dan H.
- 6) Hubungkan seluruh titik yang ada (H, E, C, F, G, dan D), sehingga membentuk sebuah segi enam beraturan.



Gambar 2. 11 Membuat Segi Enam Beraturan di Luar Lingkaran

Pembuatan segi enam beraturan tidak hanya dilakukan di dalam lingkaran, tetapi juga dapat dibuat di luar lingkarann (lihat Gambar 2.11 di atas). Untuk dapat membuatnya, maka langkah-langkah yang harus dilakukan adalah:

- 1) Buat garis lurus AB
- 2) Bagi garis AB menjadi dua bagian yang sama panjang dan Tarik garis tegak lurus CD dari titik O yang merupakan tengah-tengah dari garis AB.
- 3) Buat sebuah lingkaran dengan jari-jari tertentu (R) yang titik pusatnya di O.
- 4) Tempatkan sebuah penggaris sejajar dengan garis AB dan buat sebuah garis lurus yang menyinggung lingkaran bagian bawah.
- 5) Tempatkan sebuah segi tiga 60° tepat di atas pengaris dan buat garis lurus yang menyinggung lingkaran bagian kiri bawah sampai memotong garis AB

dan tandai dengan angka “1” pada awal garis dan “2” pada perpotongan dengan garis AB.

- 6) Lakukan cara yang sama untuk sisi kanan bawah, kanan atas, dan kiri atas, dan tandai setiap perpotongan dengan angka 3, 4, 5, dan 6.
- 7) Hubungkan seluruh titik yang ada (1, 2, 3, 4, 5, dan 6) sehingga membentuk sebuah segi enam beraturan.

Bahan Bacaan 2 : Kontruksi Geometris dengan Lingkaran

Selain konstruksi garis, masih ada lagi konstruksi geometris lain yang merupakan kemampuan dasar yang harus dikuasai oleh seorang juru gambar, yaitu konstruksi geometris dengan lingkaran. Bentuk-bentuk gambar benda *ducting system*, dibangun tidak hanya dari geometris garis, tetapi juga dari geometris lingkaran. Dengan demikian, seorang juru gambar yang akan mengerjakan atau membuat gambar benda kerja *ducting system* harus memiliki kemampuan dalam membuat gambar dengan menggunakan konstruksi lingkaran.

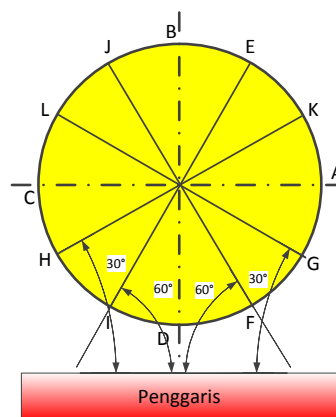
Beberapa kemampuan yang dituntut dari seorang juru gambar dalam menggunakan konstruksi unsur geometris lingkaran diantaranya adalah membagi keliling lingkaran menjadi bagian-bagian yang sama, membuat polygon beraturan dengan suatu sisi yang diketahui, membuat garis singgung pada dua lingkaran, dan membuat busur lingkaran yang menyinggung dua buah lingkaran dengan jari-jari R1 dan R2.

a. Membagi keliling lingkaran menjadi bagian-bagian yang sama

Pembagian keliling lingkaran menjadi bagian-bagian yang sama dapat dilakukan dengan cara membagi sebuah sudut. Langkah yang harus dilakukan adalah:

- 1) Buat garis lurus AC
- 2) Bagi garis AC menjadi dua bagian yang sama panjang dan tarik garis tegak lurus BD yang merupakan tengah-tengah dari garis AB.
- 3) Buat sebuah lingkaran dengan jari-jari tertentu (R) yang titik pusatnya di perpotongan antara garis AC dan BD.
- 4) Tempatkan sebuah penggaris sejajar dengan garis AC pada bagian bawah lingkaran.

- 5) Tempelkan segitiga dengan sudut yang 60° menempel pada penggaris dan menghadap ke kiri, kemudian tarik garis lurus melalui titik pusat lingkaran sampai memotong garis lingkaran dan tandai perpotongannya dengan I dan E.
- 6) Tempelkan segitiga dengan sudut yang 60° menempel pada penggaris dan menghadap ke kanan, kemudian tarik garis lurus melalui titik pusat lingkaran sampai memotong garis lingkaran dan tandai perpotongannya dengan huruf F dan J.
- 7) Tempelkan segitiga dengan sudut yang 30° menempel pada penggaris dan menghadap ke kanan, kemudian tarik garis lurus melalui titik pusat lingkaran sampai memotong garis lingkaran dan tandai perpotongannya dengan huruf G dan L.
- 8) Tempelkan segitiga dengan sudut yang 30° menempel pada penggaris dan menghadap ke kiri, kemudian tarik garis lurus melalui titik pusat lingkaran sampai memotong garis lingkaran dan tandai perpotongannya dengan huruf K dan H.

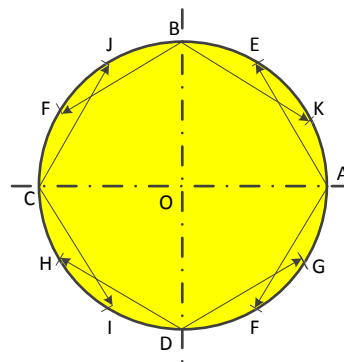


Gambar 2. 12 Membagi Keliling Lingkaran Menjadi Bagian-Bagian Yang Sama

Selain cara di atas, pembagian keliling lingkaran menjadi beberapa bagian yang sama dapat dilakukan dengan cara geometris. Adapun caranya adalah:

- 1) Buat garis lurus AC

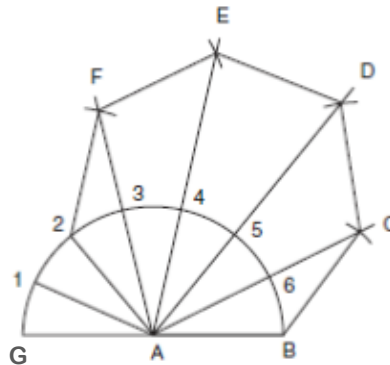
- 2) Bagi garis AC menjadi dua bagian yang sama panjang dan tarik garis tegak lurus BD yang merupakan tengah-tengah dari garis AB dan tandai titik perpotongannya dengan huruf O.
- 3) Buat sebuah lingkaran dengan jari-jari tertentu (R) yang titik pusatnya di O.
- 4) Dengan jari-jari yang sama, buat busur lingkaran dari titik A, B, C, dan D sampai memotong lingkaran. Garis-garis perpotongan itulah yang selanjutnya merupakan titik-titik pembagian lingkaran.



Gambar 2. 13 Membagi Lingkaran Menjadi Bagian-Bagian Yang Sama

b. Membuat polygon beraturan dengan suatu sisi yang diketahui.

Sebuah polygon beraturan dapat dimaknai sebagai bidang datar yang dibatasi oleh garis lurus dengan panjang yang sama dan berisi sudut dengan ukuran yang sama (Simmons dan Maguire, 2004:70)

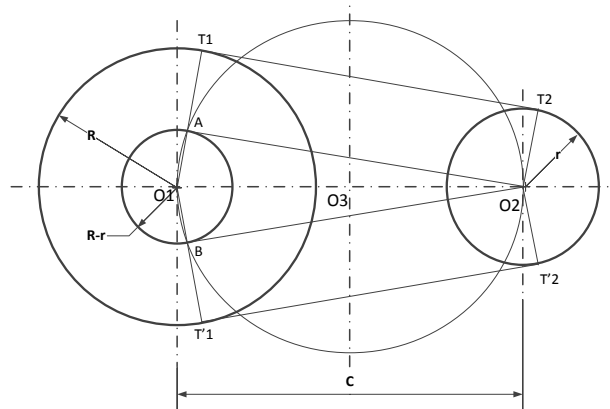


**Gambar 2. 14 Membuat Polygon Beraturan Dengan Suatu Sisi Yang Diketahui
(Simmon dan Maguire, 2004;2007)**

Untuk membuat gambar polygon seperti pada gambar 2.14, langkah yang harus ditempuh adalah:

- 1) Buat garis lurus GB dan bagi dua sama panjang, tengah-tengah garis tersebut kemudian diberi tanda dengan hurup A.
- 2) Buat sebuah busur lingkaran dengan jari-jari AB sebesar setengah lingkaran.
- 3) Dengan bantuan busur derajat, bagi busur lingkaran tersebut menjadi tujuh bagian yang sama besar, dan tandai setiap perpotongannya dengan angka 1, 2, ..., 6.
- 4) Tarik garis dari titik A ke setiap perpotongan tadi.
- 5) Dengan radius AB, gambar busur lingkaran dari titik 2 dan perpanjang garis A3 sampai memotong busur yang dibuat dari titik 2 dan tandai perpotongannya dengan hurup F.
- 6) Dengan radius yang sama seperti nomor 5, gambar busur lingkaran dari titik F dan perpanjang garis A3 sampai memotong busur yang dibuat dari titik 2 dan tandai perpotongannya dengan hurup E.
- 7) Lakukan cara yang sama untuk mendapatkan titik D dan C.
- 8) Hubungkan titik yang ada sehingga menjadi sebuah polygon A, 2, F, E, D, C, B, A.

c. Membuat garis singgung pada dua lingkaran.



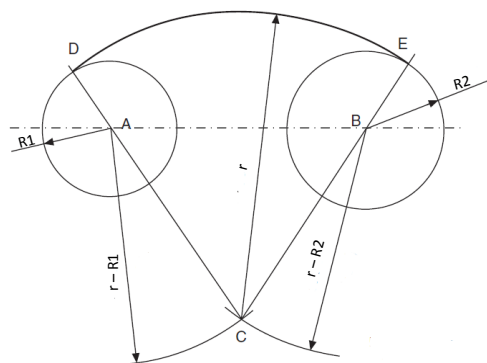
Gambar 2. 15 Gambar Pasangan Garis Singgung Luar

Gambar 2.15 di atas merupakan ilustrasi dari sebuah sambungan sabuk terbuka yang memiliki dua buah lingkaran dengan jari-jari R dan r yang ditempatkan berpisah, sehingga jarak antara kedua titik pusat lingkaran tersebut (O_1 - O_2) adalah C . Pada sambungan tersebut ada dua buah garis singgung luar yang terjadi, yaitu T_1 - T_2 , dan T'_1 - T'_2 . Untuk membuat kedua buah garis singgung tersebut langkah yang harus dilakukan adalah:

- 1) Buat lingkaran 1 dengan jari-jari R pada titik pusat O_1 .
- 2) Buat lingkaran 2 dengan jari-jari r pada titik pusat O_2 yang berjarak C dari titik pusat lingkaran 1.
- 3) Buat lingkaran dengan jari-jari $R-r$ pada titik pusat O_1 .
- 4) Bagi garis O_1 - O_2 menjadi dua bagian yang sama panjang, dan tandai dengan huruf O_3 .
- 5) Buat lingkaran dengan jari-jari $\frac{1}{2} C$ di titik O_3 sampai memotong lingkaran dengan jari-jari $R-r$ dan tandai perpotongannya dengan huruf A dan B .
- 6) Tarik garis dari O_1 ke titik A dan B , serta perpanjang sampai memotong lingkaran dengan jari-jari R dengan titik perpotongan T_1 dan T'_1 .
- 7) Tarik garis dari titik A dan titik B ke titik O_2 .

- 8) Tarik garis sejajar A-O2 dari titik T1 sampai menyinggung lingkaran dengan jari-jari r dan tandai dengan T2.
- 9) Tarik garis sejajar B-O2 dari titik T'1 sampai menyinggung lingkaran dengan jari-jari r dan tandai dengan T'2.
- 10) Garis T1-T'1 dan T2-T'2 adalah pasangan garis singgung luar pada dua buah lingkaran.

d. Membuat busur lingkaran yang menyinggung dua buah lingkaran dengan jari-jari $R1$ dan $R2$.



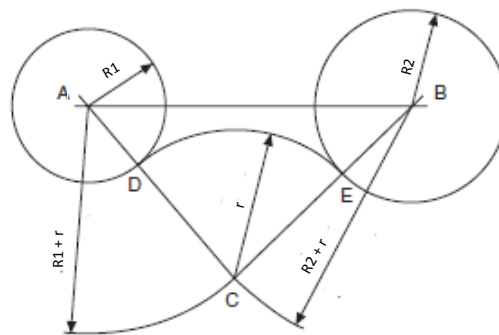
Gambar 2. 16 Sebuah Busur Yang Menyinggung Dua Buah Lingkaran

Gambar 2.16 di atas menunjukkan suatu busur lingkaran yang menyinggung dua buah lingkaran. Untuk membuat gambar tersebut, langkah-langkahnya adalah:

- 1) Buat garis lurus A-B dengan panjang tertentu.
- 2) Buat lingkaran dengan jari-jari $R1$ di titik A dan lingkaran dengan jari-jari $R2$ di titik B.
- 3) Buat busur lingkaran dengan jari-jari $r-R1$ dari titik pusat A dan dengan jari-jari $r-R2$ dari titik pusat B sampai keduanya berpotongan di titik C.

- 4) Setelah diperoleh titik C, buat busur lingkaran dari titik C dengan jari-jari r yang menyinggung lingkaran dengan $R1$ di titik D, dan lingkaran dengan $R2$ di titik E.

Pada gambar 2.17. prinsipnya sama dengan gambar 2.16, oleh karena itu, cara pembuatannya pun sama dengan cara pembuatan gambar 2.16. Hanya bedanya kalau pada gambar 2.16 jari-jarinya $r-R1$ dan $r-R2$, sedangkan pada gambar 2.17 jari-jarinya $r + R1$ dan $r + R2$.



Gambar 2. 17 Sebuah Busur Yang Menyinggung Dua Buah Lingkaran

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pengantar

Sebelum anda melanjutkan untuk mempelajari materi selanjutnya, silahkan anda jawab dulu oleh masing-masing pertanyaan berikut. Jawaban anda ditulis pada lembar kerja 1 (LK 00).

1. Menurut pemahaman anda, apa sebenarnya yang dimaksud dengan benda *ducting system* ?
2. Mengapa untuk dapat menginterpretasikan benda-benda *ducting system* perlu mempelajari konstruksi geometris?
3. Apa pentingnya menguasai kemampuan dalam membuat konstruksi geometris?
4. Apa yang akan terjadi apabila seorang juru gambar tidak memahami akan pentingnya kemampuan membuat konstruksi geometris?

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan LK-00. Jika anda bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka anda bisa melanjutkan ke aktivitas pembelajaran 1.

Menurut pemahaman anda, apa sebenarnya yang dimaksud dengan benda *ducting system* ?

.....
.....
.....
.....
.....

1. Mengapa untuk dapat menginterpretasikan benda-benda *ducting system* perlu mempelajari konstruksi geometris?

.....
.....
.....
.....
.....

2. Apa pentingnya menguasai kemampuan dalam membuat konstruksi geometris?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

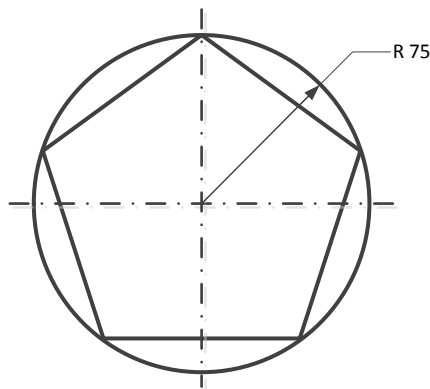
3. Apa yang akan terjadi apabila seorang juru gambar tidak memahami akan pentingnya kemampuan membuat konstruksi geometris?

.....
.....
.....
.....
.....

.....
.....

Aktivitas Pembelajaran 1 : Membuat Segi Lima Di Dalam Lingkaran

Anda diminta untuk membuat sebuah segi lima dalam lingkaran yang memiliki jari-jari 75 mm seperti gambar berikut.



Sebelum anda melakukan pembuatan gambar tersebut, anda harus menuliskan langkah-langkah yang digunakan dalam membuat gambar benda tersebut dan dituangkan dalam **Lembar Kerja 1 (LK – 01)**. Adapun hasil pekerjaan anda dapat dituangkan pada **Lembar Kerja Praktik 1 (LK – 01.P)**

Langkah-langkah pembuatan gambar segi lima dalam sebuah lingkaran:

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.

No. Bagian	Nama Bagian	Jumlah	Bahan	Keterangan	
		SKALA 1 : 1	Digamb		
			Diperiksa		
			Dilihat		
			Visa		

Lembar Penilaian Hasil

Nama Pekerjaan :
 Nama Peserta :
 No. I.D. Peserta :
 Lama Pengerjaan : Mulai tanggal pukul
 Selesai tanggal pukul

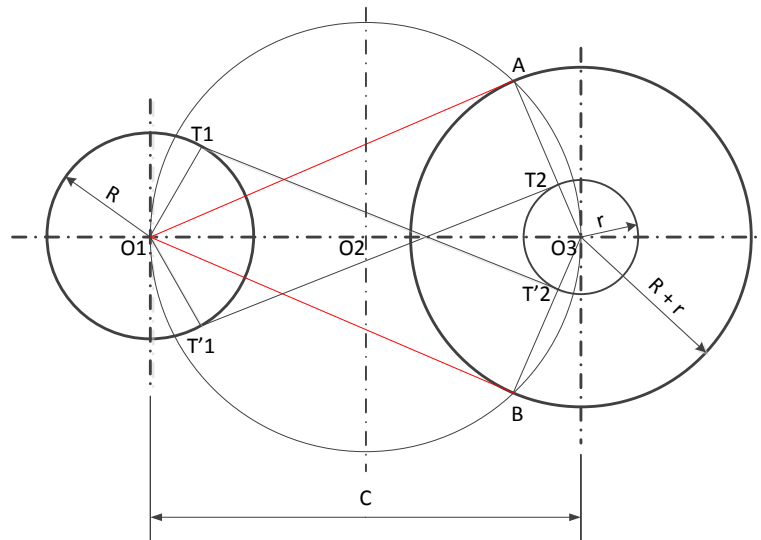
NO	ASPEK YANG DINILAI	KRITERIA	SKOR MINIMUM	CHECK LIST	
				Benar	Salah
1.	Konstruksi garis	Ketebalan dan bentuk garis sesuai ISO	10		
2.	Konstruksi geometri	Sambungan garis rapi dan setiap perpotongan tepat	20		
3.	Ukuran gambar	Ukuran gambar sesuai yang diminta	20		
4.	Bentuk Gambar	Bentuk sesuai yang diminta	20		
5.	Huruf, angka dan Etiket gambar	Tinggi dan, bentuk sesuai aturan	10		
6.	Tata letidak gambar	Seimbang dan harmonis	10		
7.	Kebersihan dan kerapian	Bersih dan rapi	5		
8.	Waktu	Maksimum 2 jam	5		

....., .. .200...

Penilai,

Aktivitas Pembelajaran 2 : Membuat Garis Singgung Pada Dua Buah Lingkaran Dalam Bentuk Sabuk Menyilang

Coba anda perhatikan gambar berikut. Setelah anda memperhatikan gambar tersebut, silahkan anda buat dalam Lembar Kerja Praktik 2 (LK- 02.P) gambar tersebut dengan ketentuan $R = 40$, $r = 20$, dan $C = 60$. Sebelum anda membuat gambar tersebut, anda harus tuliskan dulu langkah-langkahnya pada Lembar kerja 2 (LK-02)



LK - 02

Langkah-langkah pembuatan gambar garis-garis singgung pada dua buah lingkaran:

1.
2.
3.
4.
5.
6. Dst.

No. Bagian	Nama Bagian	Jumlah	Bahan	Keterangan
		SKALA 1 : 1	Digamb	
			Diperiksa	
			Dilihat	
			Visa	

Lembar Penilaian Hasil

Nama Pekerjaan :
 Nama Peserta :
 No. I.D. Peserta :
 Lama Pengerjaan : Mulai tanggal pukul
 Selesai tanggal pukul

NO	ASPEK YANG DINILAI	KRITERIA	SKOR MINIMUM	CHECK LIST	
				Benar	Salah
1.	Konstruksi garis	Ketebalan dan bentuk garis sesuai ISO	10		
2.	Konstruksi geometri	Sambungan garis rapi dan setiap perpotongan tepat	20		
3.	Ukuran gambar	Ukuran gambar sesuai yang diminta	20		
4.	Bentuk Gambar	Bentuk sesuai yang diminta	20		
5.	Huruf, angka dan Etiket gambar	Tinggi dan, bentuk sesuai aturan	10		
6.	Tata letidak gambar	Seimbang dan harmonis	10		
7.	Kebersihan dan kerapian	Bersih dan rapi	5		
8.	Waktu	Maksimum 2 jam	5		

.....,200...

Penilai,

E. Rangkuman

Sebuah gambar terdiri dari beberapa konstruksi geometris seperti garis, lingkaran dan sudut. Oleh karena itu, untuk membuat sebuah gambar yang baik, maka seorang juru gambar dituntut untuk memiliki kemampuan dalam menggabungkan beberapa bentuk konstruksi geometris. Suatu gambar yang baik akan tercipta apabila seorang juru gambar memiliki kemampuan yang baik dalam menggunakan konstruksi geometris.

F. Tes Formatif

1. Apa yang dimaksud dengan konstruksi geometri?
2. Apa saja jenis-jenis unsur geometris dari suatu konstruksi?
3. Mengapa seorang juru gambar harus menguasai kemampuan dalam menggunakan konstruksi geometris?
4. Jelaskan bagaimana cara membagi suatu garis menjadi beberapa bagian yang sama panjang?

G. Kunci Jawaban

1. Konstruksi geometri adalah pembentukan, pembangunan, dan hal-hal lain yang berhubungan erat dengan bentuk 3 Dimensi (3D).
2. Unsur-unsur geometris dari suatu konstruksi terdiri atas titik, garis, bidang, dan ruang.
3. Untuk mendapatkan bentuk gambar yang baik.
4. a. Membuat garis lurus sembarang dengan panjang tertentu.
b. Buat garis lurus lain yang membentuk sudut tertentu dengan garis yang pertama.
c. Beri tanda pada garis yang pertama a, b, dst atau 1, 2, 3, dst dengan panjang yang sama.
d. Tarik garis dari ujung garis pertama ke ujung garis yang kedua.
e. Tarik garis sejajar dengan garis pada ujung (point d) pada setiap tanda yang ada (a, b, dst atau 1, 2, 3, dst).
f. Tandai setiap perpotongan pada garis yang kedua dengan huruf a', b' dst., atau 1', 2', 3', dst.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3 : PEMBUATAN GAMBAR BENTANGAN DENGAN METODE GARIS PARALEL

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah anda menyelesaikan kegiatan pembelajaran ini, diharapkan anda memiliki kemampuan dalam membuat gambar bentangan benda kerja *ducting system* menggunakan metode garis parallel sesuai dengan gambar kerja

B. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)

Spesifikasi kompetensi atau kinerja yang harus anda kuasai setelah mengikuti kegiatan pembelajaran ini adalah:

1. Menjelaskan cara melukis gambar bentangan dengan menggunakan metode garis parallel.
2. Melukis gambar bentangan benda kerja *ducting system* menggunakan metode garis parallel.

C. Uraian Materi

Tidak semua benda yang berbahan logam seperti Aluminium, Pelat Baja dan sejenisnya, terbuat dari bahan yang tebal. Sering dijumpai peralatan yang dibuat dari bahan-bahan yang berukuran tipis. Benda-benda tersebut diantaranya tutup/kap mesin, kotak penyimpanan, cerobong asap, saluran, dan lain-lain. Ketebalan bahan yang tipis, menyebabkan proses pengerjaannya tidak terlalu sulit karena tinggal menekuk atau melipat untuk memperoleh bentuk yang diinginkan. Meskipun demikian, tetap diperlukan persiapan yang tepat agar diperoleh hasil yang sesuai. Persiapan dimaksud adalah membuat gambar datar pada pelat tersebut dan menggulingnya. Gambar tersebut dinamakan gambar bentangan/bukaan. Agar diperoleh hasil yang memuaskan, maka proses penggambaran sebaiknya dilakukan dulu pada kertas gambar, baru kemudian dipindahkan pada pelat.

Dalam membuat gambar bentangan dapat dilakukan dengan berbagai metode yaitu metode garis parallel, metode garis radial, dan metode segitiga. Metode garis parallel digunakan untuk membuat bentangan benda-benda dengan bentuk dasar prisma dan silinder. Metode bentangan dengan garis radial digunakan untuk membuat bentangan

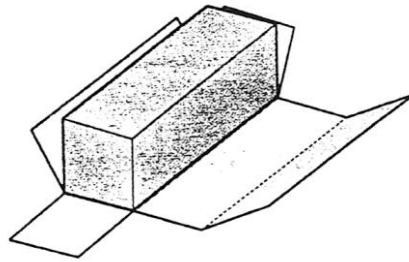
benda dengan bentuk dasar pyramid dan kerucut. Adapun metode segitiga digunakan untuk membuat bentangan benda dengan bentuk transisi dan sambungan bentuk yang berbeda. Bentuk interseksi dibentang sesuai dengan bentuk dasar, seperti interseksi bentuk silinder atau prisma dibentang dengan metoda paralel, dan interseksi bentuk piramid atau kerucut dibentang dengan metoda radial.

Pembuatan gambar bentangan dengan menggunakan metoda parallel adalah cara sederhana untuk membuat bentangan dari suatu benda sebagai dasar pembuatan pola, yaitu membuat sisi benda sebagai garis-garis sejajar. Melalui caranya yang seperti itu, maka disebut pembuatan bentangan dengan metoda paralel. Metode garis sejajar (*parallel line*) biasa diterapkan untuk membuat gambar bentangan dari benda-benda sederhana, yaitu benda-benda dengan sisi-sisi satu sama lainnya sejajar. Benda-benda tersebut diantaranya berbentuk kotak (persegi panjang dan kubus), silinder baik tunggal, maupun gabungan dalam bentuk belokan (*elbow*) maupun sambungan T.

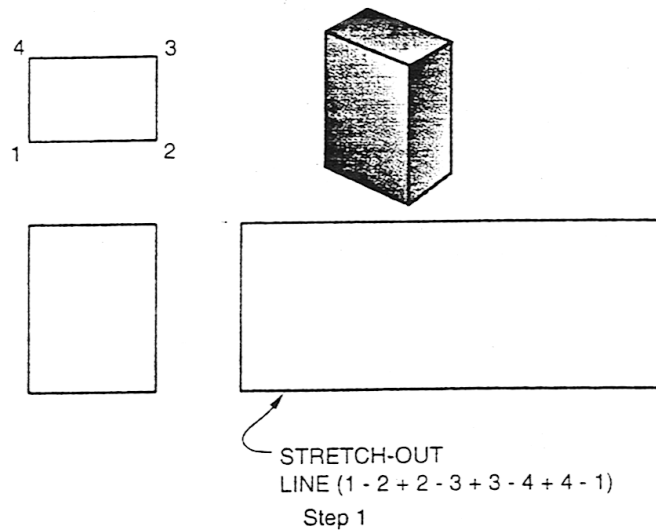
Benda-benda *ducting system* yang dapat dibuat bentangan dengan menggunakan metode ini adalah benda-benda dengan bentuk dasar geometri prisma (segi empat/kotak, maupun segi enam) dan silinder. Garis bentangan pola prisma dan silinder adalah lurus dan pengukuran garis berdasarkan penarikan garis tegak lurus dan sejajar.

Bahan Bacaan 1 : Bentangan Profil segi empat

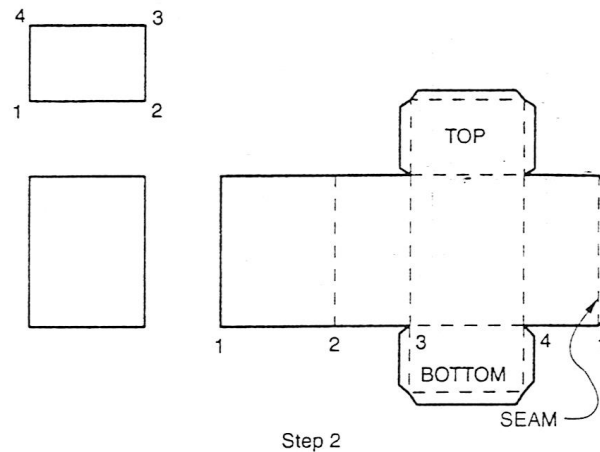
Profil segi empat atau kotak merupakan profil yang paling sederhana dari sebuah geometris prisma. Untuk membentangkan bentuk kotak sangatlah mudah, yaitu tinggal membuka lipatan pada setiap sisinya seperti gambar di bawah.



Gambar 3. 1 Profil Segi Empat (Kotak)



**Gambar 3.2 1 Tahap 1 Proses Pembentangan Kotak
(Osakue dalam www.fedohil.com)**

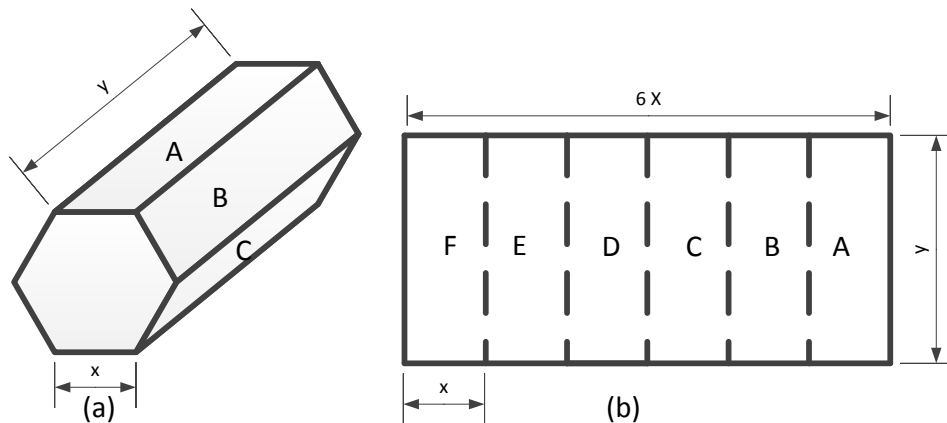


Gambar 3.2 2 Tahap 2 Proses Pembentangan Kotak
(Osakue dalam www.fedohil.com)

Bahan Bacaan 2 : Bentangan Prisma

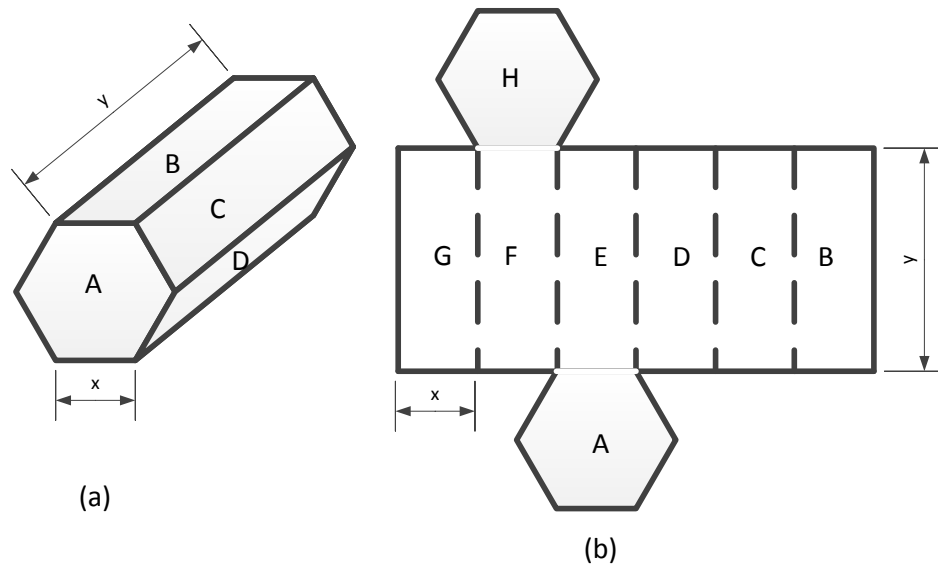
Semua benda yang termasuk dalam kelompok prisma dapat dibuat bentangannya dengan menggunakan metode garis parallel/sejajar. Benda berbentuk prisma ditandai dengan bentuk yang sama pada penampang lintang dan sepanjang benda tersebut. Metode pembuatan gambar bentangan ini sering dikenal dengan cara menggelindingkan permukaan benda pada permukaan datar. Benda yang termasuk dalam kelompok prisma adalah prisma segi empat, prisma segi enam, dan prisma segi banyak atau silinder. Dari bentuk penampang lintangnya, prisma dibedakan menjadi dua, yaitu; prisma tegak (*right prism*) dan prisma miring/oblik (*Oblique prism*). Kedua jenis prisma tersebut memiliki perbedaan dalam penggunaan.

Gambar 3.2 (a) menunjukkan sebuah prisma segi enam yang kedua ujungnya terbuka, sedangkan Gambar 3.2 (b) merupakan bentangannya. Bentangan tersebut merupakan bentuk empat persegi panjang. Panjang bentangan sama dengan keliling segi enam, sedangkan lebarnya sama dengan tinggi prisma tersebut. Apabila prisma tersebut terbuat dari bahan pelat, maka sebelum dibuat perlu diketahui dulu berapa ukuran bahan yang diperlukan dan bagaimana proses pemotongannya.



Gambar 3. 2 Bentangan Prisma Terbuka

Sementara, Gambar 22 (a) menunjukkan sebuah prisma segi enam yang kedua ujungnya tertutup, dan Gambar 22 (b) merupakan bentangannya. Seperti halnya prisma yang ujungnya terbuka, bentangan tersebut merupakan bentuk empat persegi panjang, dimana panjang bentangan sama dengan keliling segi enam, sedangkan lebarnya sama dengan tinggi prisma tersebut. Apabila prisma tersebut terbuat dari bahan pelat, maka sebelum dibuat perlu diketahui dulu berapa ukuran bahan yang diperlukan dan bagai mana proses pemotongannya.

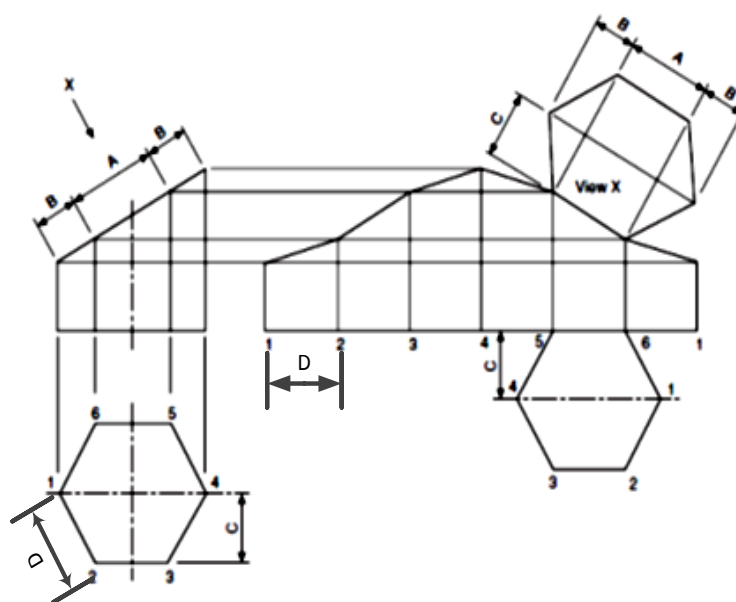


Gambar 3.3 Bentangan Prisma Tertutup

Cara untuk membuat bentangan sebuah prisma adalah sebagai berikut.

1. Bayangkan bahwa prisma dibuka pada garis yang terletak antara bidang B dan G.
2. Buat garis mendatar yang panjangnya sama dengan keliling prisma segi enam tersebut pada bagian bawah dan atas limas.
3. Buat garis tegak lurus dari masing-masing ujung setiap garis tersebut sepanjang (Y), sehingga membentuk empat persegi panjang.
4. Bagi empat persegi panjang tersebut menjadi enam bagian sama besar (X), sehingga jumlah bagian yang sama ada enam (6X).
5. Gambar 3.2 dan 3.3 di atas, adalah bentangan dari sebuah bentuk prisma yang utuh. Adapun Gambar 3.4 merupakan bentangan dari sebuah prisma segi enam tertutup yang terpotong miring (prisma terpancung). Untuk menggambar bukaan atau bentangan dari prisma tersebut adalah:
6. Buat gambar pandangan depan dan pandangan atasnya dan beri tanda pada setiap titik pada pandangan atas dengan angka 1,2,3, ..., 6.
7. Tarik garis lurus tegak lurus dari setiap titik pada gambar pandangan atas ke pandangan depan sampai memotong sisi miring.
8. Bayangkan bahwa prisma dibuka dari garis 1.

9. Buat garis mendatar yang panjangnya sama dengan keliling prisma segi enam tersebut pada bagian bawah dan atas limas.
10. Bagi panjang garis mendatar tersebut menjadi enam bagian yang sama besar (D) yang ditandai dengan angka 1, 2, 3,, 6.
11. Buat garis tegak lurus dari setiap bagian pada garis mendatar tersebut.
12. Hubungkan perpotongan garis pada sisi miring dengan garis tegak pada garis mendatar.
13. Buat garis mendatar dari setiap titik perpotongan pada bidang miring dan hubungkan dengan garis tegak dari garis mendatar.



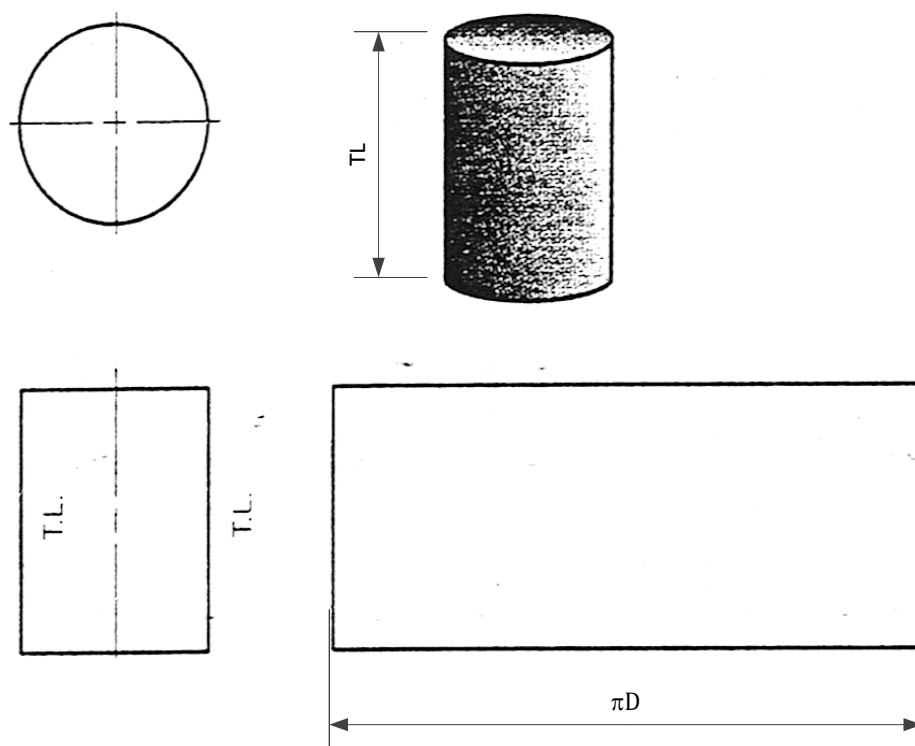
Gambar 3. 4 Bentangan Prisma Segi Enam Tertutup Dan Terpancung
(Simons and Mguire, 2004:94)

Bahan Bacaan 3 : Bentangan Silinder

Selain bentuk prisma, bentuk benda yang dapat dibentang dengan menggunakan metode garis parallel adalah benda yang berbentuk silinder, baik terbuka maupun tertutup. Sebuah silinder pada prinsipnya merupakan gabungan dari banyak garis yang sejajar, sehingga dalam menggambar bentangannya dapat dilakukan dengan

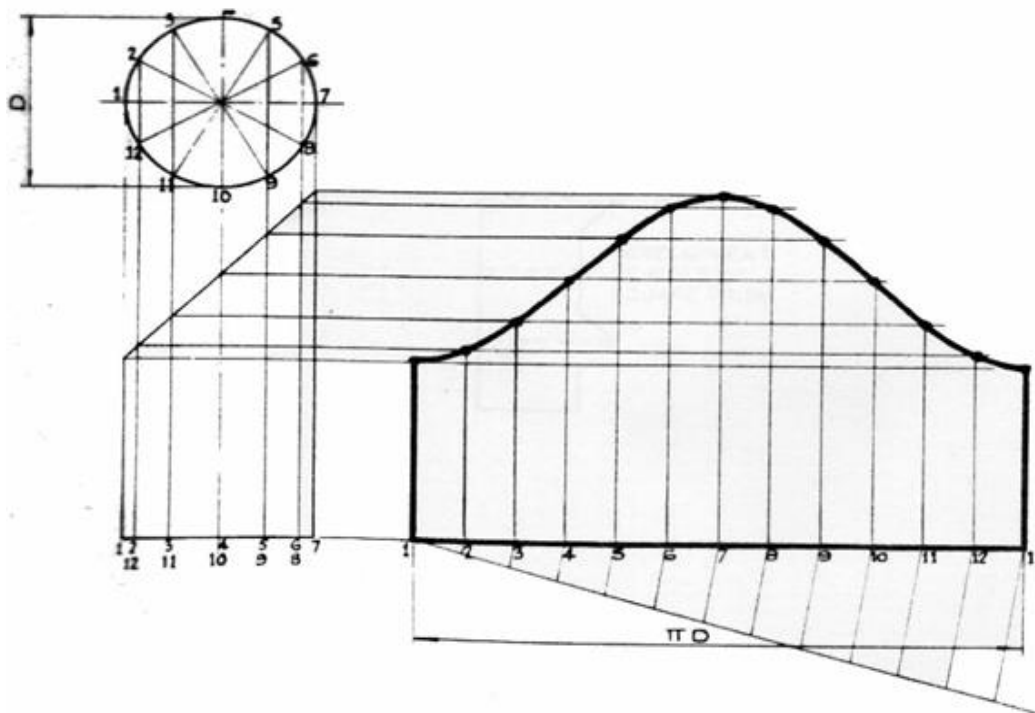
menggunakan metode garis parallel. Silinder, apabila dibentang hasil bentangnya identik dengan hasil bentangan benda berbentuk prisma, yaitu berbentuk empat persegi panjang. Panjang bentangnya sama dengan panjang keliling dari lingkaran silinder ($\pi.D$), dimana D merupakan diameter dari silinder, sedangkan lebarnya sama dengan tinggi silinder/TL (perhatikan Gambar 3.5 berikut).

Ada dua cara untuk membuat gambar bentangan silinder ini, yaitu secara matematis dan secara grafis. Lukisan bentangan secara matematis lebih teliti jika dibandingkan dengan cara grafis tetapi hal ini terbatas pada profil-profil bentuk yang beraturan.



Gambar 3. 5 Bentangan Sebuah Silinder Secara Matematis

Selain dilakukan secara matematis, pembuatan bentangan juga dapat dilakukan secara grafis. Teknik secara grafis ini dilakukan dengan membagi lingkaran dalam 12 bagian yang sama besar, dimana angka 1 dan 12 saling berimpit. Selanjutnya tariklah garis lurus di sebelah lingkaran. Ukurlah jarak 1 ke 2 dengan menggunakan jangka. Lalu jarak ini dipindahkan pada garis lurus yang disediakan yakni 1 ke 2, begitulah seterusnya sampai menuju angka 12. Hasil pengukuran dengan pemindahan jangka ini dari 1 ke 12 merupakan keliling lingkaran yang terbentuk. Semakin banyak pembagi jumlah lingkaran ini maka hasil yang diperoleh juga semakin teliti. Perhatikan gambar berikut.

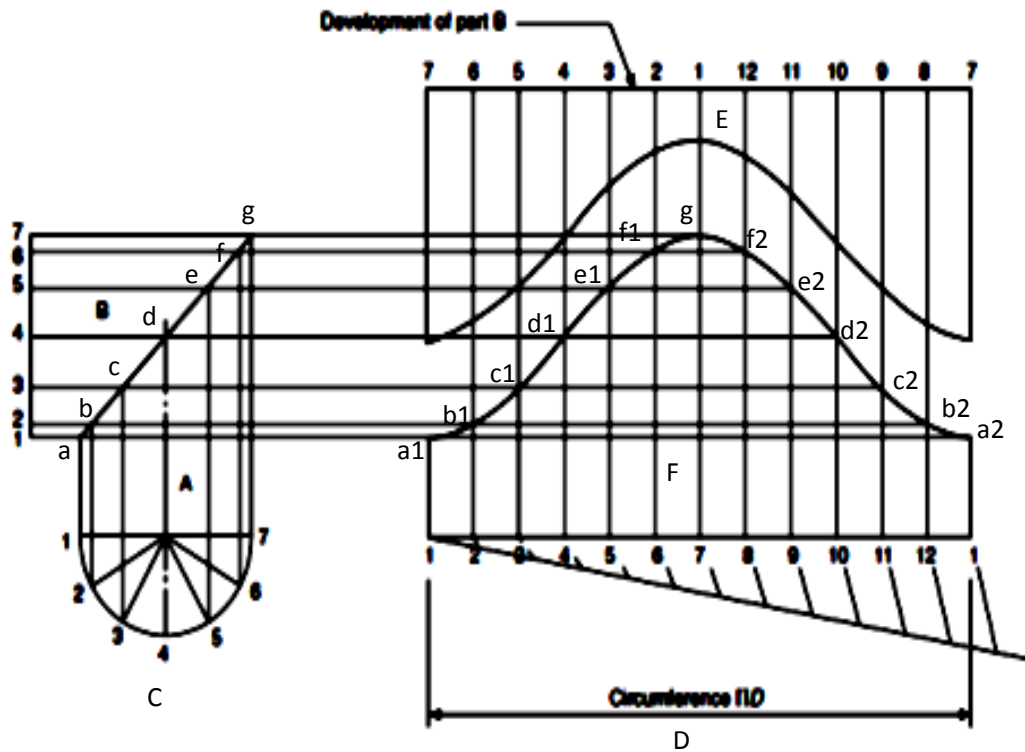


Gambar 3. 6 Bentangan Silinder Terpancung Secara Grafis

Gambar 3.5 dan 3.6 di atas hanyalah untuk bentangan silinder tunggal. Sementara, tidak selamanya kondisi silinder tersebut seperti itu, karena ada juga silinder yang dalam keadaan terhubung/tersambung. Gambar 3.6 menunjukkan sebuah sambungan siku-siku dari dua buah tabung (tabung A dan tabung B).

Bentuk lingkaran pada pandangan atas dibagi menjadi 12 bagian yang sama besar, kemudian dari titik-titik tersebut ditarik garis-garis vertikal dan horizontal. Selanjutnya tarik garis vertikal ke bidang pandangan depan sehingga berpotongan dengan garis pertemuan kedua tabung. Karena kedua tabung mempunyai garis tengah yang sama, maka garis pertemuan tersebut merupakan garis lurus. Bukaan dari kedua tabung ditunjukkan pada Gambar 3.6. b, dimana bukaan tabung A adalah gambar yang bawah dan bukaan tabung B adalah gambar B. Untuk membuat gambar bentangannya langkah yang harus dilakukan adalah:

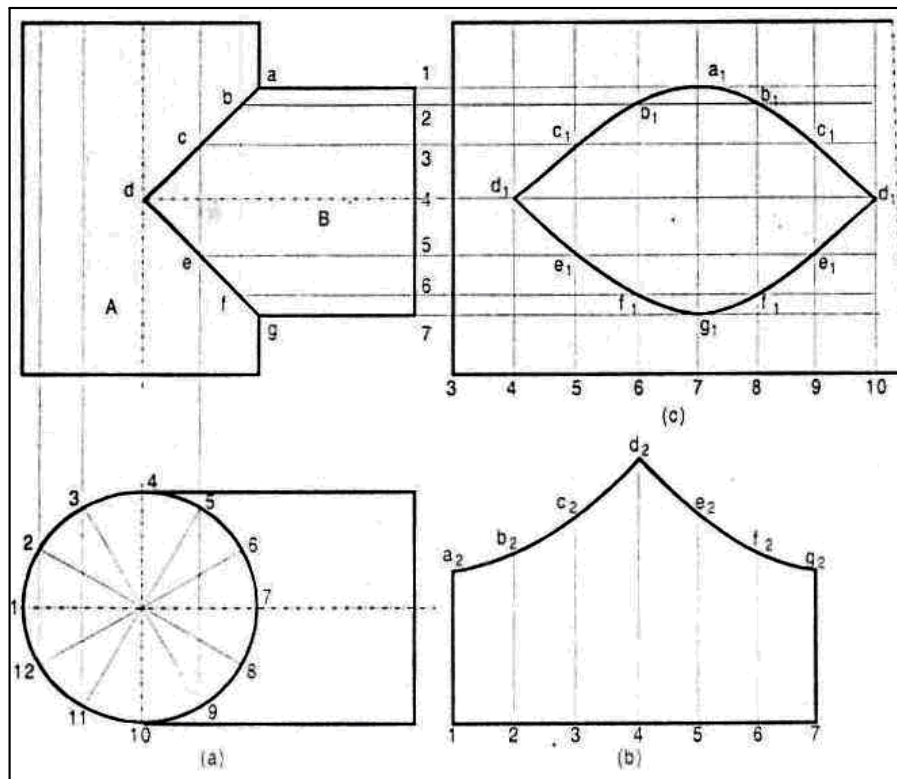
1. Buat pandangan atas dari silinder dimaksud, yang akan terlihat sebagai sebuah lingkaran.
2. Bagilah lingkaran tersebut menjadi dua belas bagian yang sama panjang dan beri tanda setiap titik perpotongan dengan angka 1, 2, 3, ..., 12..
3. Tarik garis tegak lurus dari setiap perpotongan sampai memotong garis miring pada silinder dan beri tanda dengan huruf a, b, dst.
4. Dari masing-masing titik perpotongan tersebut tarik garis mendatar ke arah kanan dan sejajar dengan alas tabung.
5. Buat garis lurus di sebelah sisi kanan gambar tabung yang sejajar dengan alas tabung (lihat gambar D).
6. Pindahkan ukuran bagian-bagian dalam silinder dengan menggunakan jangka ke dalam garis lurus tersebut dan tandai setiap perpotongannya dengan angka 1, 2, 3, ..., 12
7. Tarik garis tegak lurus dari setiap tanda perpotongan tersebut sampai berpotongan dengan garis mendatar (point 4) dan tandai setiap perpotongan dengan huruf a1, b1, c1, dst.
8. Hubungan setiap titik perpotongan tersebut sampai membentuk garis lengkung.
9. Lakukan langkah 1 sampai 8 untuk membuat bukaan atau bentangan tabung atas, hanya pandangan atasnya diganti dengan pandangan samping.



**Gambar 3. 7 Bentangan Dua Silinder Yang Disambung
(Simons And Mguire, 2004:94)**

Gambar 3.8. adalah sebuah sambungan berbentuk T dari dua buah tabung yang garis tengahnya sama. Lingkaran tersebut dibagi menjadi 12 bagian yang sama besar. Dari titik tersebut ditarik garis-garis ke bidang depan. Karena kedua tabung tersebut mempunyai garis tengah yang sama maka garis pertemuan kedua tabung adalah garis lurus. Pada penyambungan ini, garis sambungan berbentuk V. Guna menggambar bukaan dari bagian A, buat sebuah empat persegi panjang, bagi menjadi 12 bagian yang sama. Tabung dibuka dari titik 3 memanjang. Tarik garis-garis a, b, c, d, e, f, dan g ke empat persegi panjang sehingga memperoleh titik-titik a₁, b₁, c₁, d₁, e₁, f₁, dan g₁. Hubungkan titik-titik tersebut. Untuk menggambar bukaan bagian B, buat sebuah empat persegi panjang pembantu dan bagi menjadi 12 bagian yang sama. Bila dibuka dari titik 1 memanjang, maka garis 1a sama dengan garis 1a₂, garis 2b sama dengan garis 2b₂, garis 3c sama panjang dengan garis 3c₂, garis 4d

sama panjang dengan garis 4d₂, garis 5e sama panjang dengan garis 5e₂, garis 6f sama panjang dengan garis 6f₂, dan garis 7g sama panjang dengan garis 7g₂. Kemudian titik-titik a₂, b₂, c₂, d₂, e₂, f₂, dan g₂, dihubungkan.

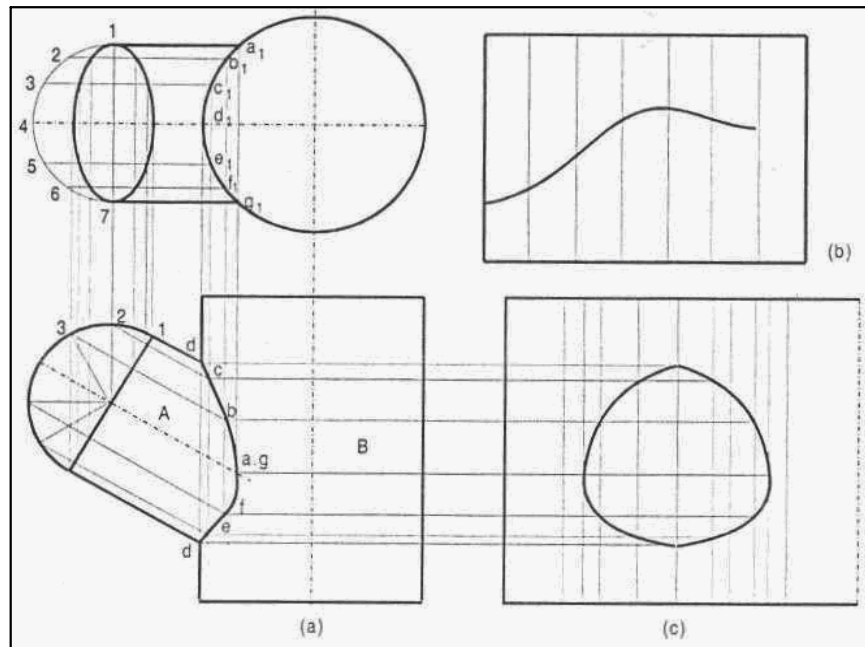


Gambar 3. 8 Bentangan Sambungan T Dua Buah Tabung/Silinder

Gambar 3.9 menunjukkan sebuah sambungan tabung dengan garis tengahnya tidak sama. Tabung yang kecil disambung miring terhadap tabung yang besar. Cara menggambar bukaan atau bentangannya adalah:

1. Buat lingkaran pada ujung tabung yang kecil, kemudian bagi menjadi 12 bagian yang sama.
2. Tarik garis-garis lurus terhadap garis x-x sehingga diperoleh titik-titik potong 1', 2', 3', 4', 5', dan 6'.
3. Tarik garis-garis dari titik-titik a₁, b₁, c₁, d₁, e₁, f₁, dan g₁ ke bidang pandangan depan sehingga memperoleh titik-titik a, b, c, d, e, f, dan g.

- Titik-titik tersebut dihubungkan, garis ini adalah garis pertemuan kedua tabung yang disambungkan. Gambar 3.9 b adalah bukaan dari tabung A, sedang Gambar 3.9 c adalah bukaan dari tabung B.

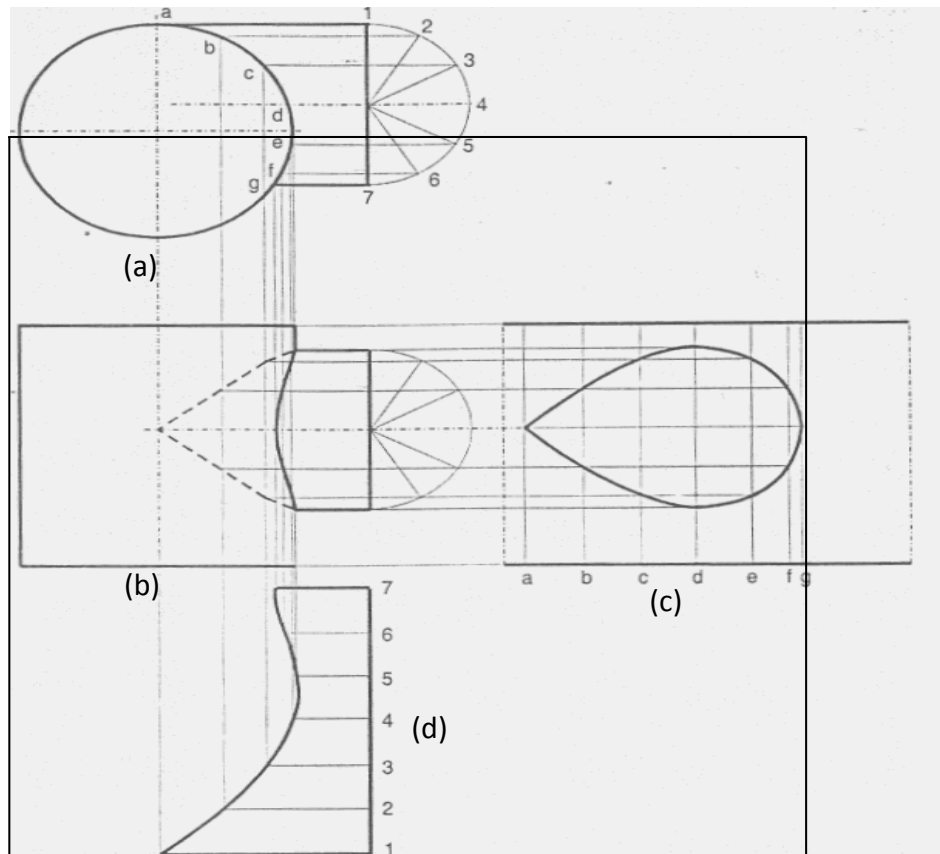


Gambar 3. 9 Bentangan Sambungan Dua Buah Tabung Dengan Diameter Yang Berbeda

Gambar 3.10 di bawah ini merupakan gambar tentang sambungan dari dua tabung yang ukurannya berbeda, dan kedudukan tabung yang kecil digeser sehingga tidak simetris. Untuk membuat gambar bentangannya hal yang harus dilakukan adalah:

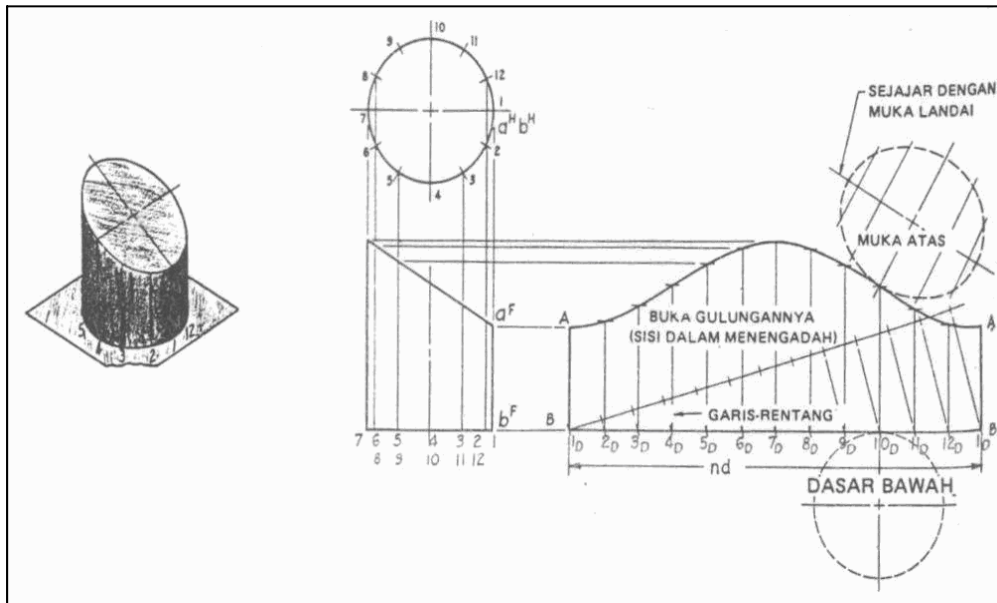
- Buat pandangan atas dari gambar sambungan silinder tersebut (Gambar 3.10 a).
- Buat bentuk $\frac{1}{2}$ lingkaran pada ujung tabung yang kecil dan bentuk $\frac{1}{2}$ lingkaran tersebut dibagi dalam 6 bagian yang sama besar dan tandai dengan angka 1, 2, ... 7 .
- Tarik garis-garis mendatar sehingga memperoleh titik-titik potong a, b, c, d, e, f, dan g.

4. Buat gambar pandangan depan dari sambungan silinder, dan dari silinder yang kecil buat bentuk $\frac{1}{2}$ lingkaran dan dibagi menjadi 6 bagian sama besar.
5. Tarik garis-garis mendatar dari titik pembagian tersebut (Gambar 3.10 b).
6. Buat bentangan dari silinder yang besar, kemudian pindahkan titik a ke bentangan tersebut sebagai titik awal penggambaran.
7. Pindahkan titik b, c, d, e, f, dan g dari pandangan atas ke bentangan silinder besar dengan jarak seperti pada gambar pandangan atas.
8. Tarik garis tegak lurus dari titik a, b, c, d, e, f, dan g sampai memotong garis horisontal pada pandangan depan.
9. Hubungkan setiap titik perpotongan sehingga membentuk bentangan seperti gambar 3.10 c.
10. Gambar 3.10 d merupakan bukaan dari silinder kecil meskipun hanya sebagian.

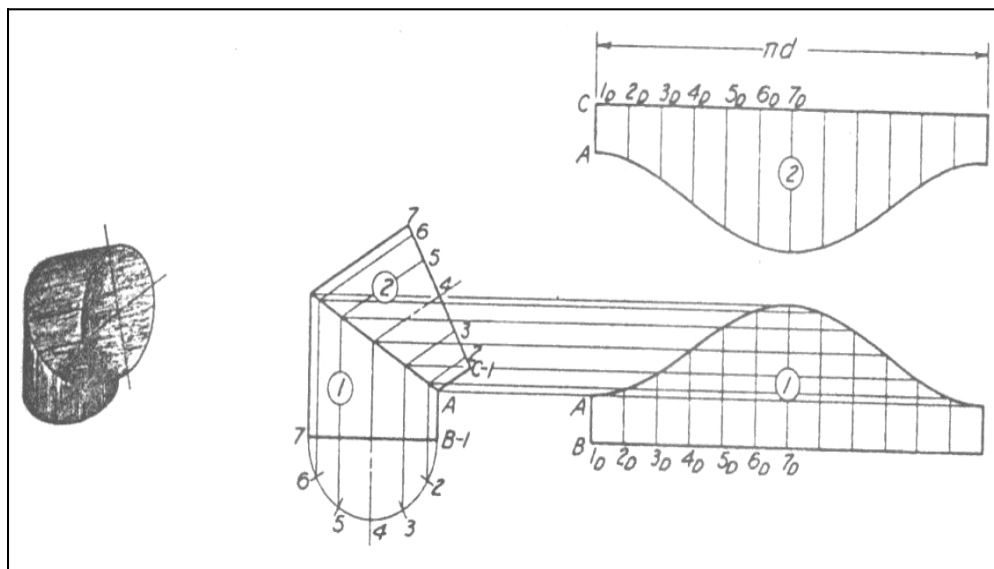


Gambar 3. 10 Sambungan Dua Buah Tabung Dengan Ukuran Yang Berbeda Dan Tidak Simetris

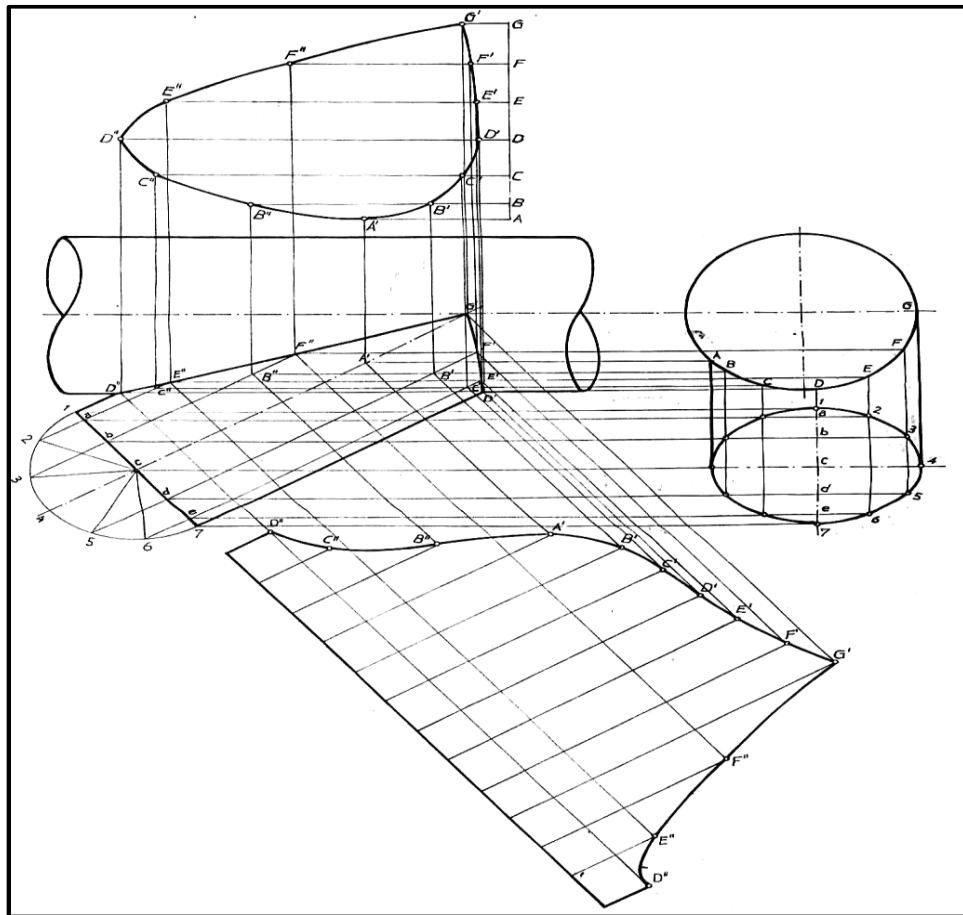
Gambar-gambar berikut adalah beberapa bentuk bentangan lain dari benda silinder.



Gambar 3. 11 Pembentangan Silinder Lingkaran Lurus Dipotong Miring Yang Atas Bawahnya Tertutup

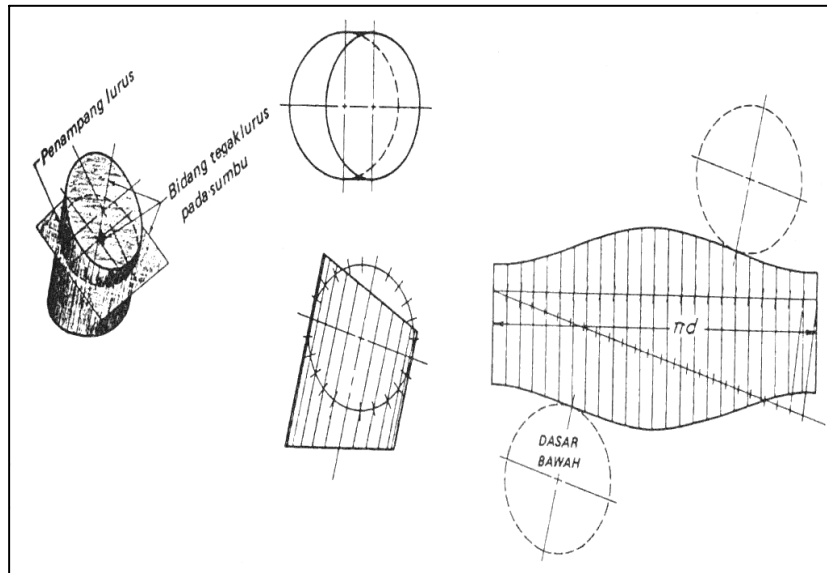


Gambar 3. 12 Bentangan Dua Buah Silinder Yang Disambung Tidak Siku



Gambar 3. 13 Bentangan Silinder Datar Ditembus Silinder Miring

Selain dalam posisi tegak atau mendatar, tidak menutup kemungkinan silinder tersebut dalam keadaan miring. Hal ini didasarkan pada teori yang menyatidakan bahwa silinder miring dapat dianggap sebagai rangkuman (*Enclosing*) dari prisma miring teratur, yang mempunyai sisi dalam jumlah yang tidak terhingga banyaknya. Pembentangan permukaan samping silinder dapat dibuat dengan menggunakan metode yang dilukiskan dalam gambar 33. Keliling penampang lurus menjadi garis rentang $\pi \cdot D$ untuk gambar bentangan.



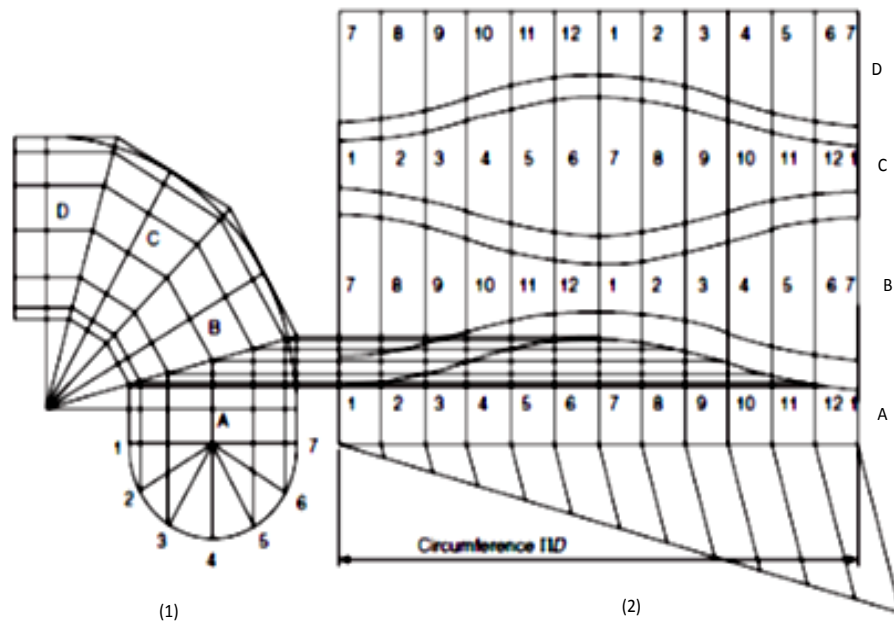
Gambar 3. 14 Pembentangan Silinder Miring

Bahan Bacaan 4 : Bentangan Elbow

Elbow adalah beberapa benda silinder yang disambung dan membentuk sebuah belokan. Dalam sistem saluran elbow digunakan untuk membelokkan arah aliran. Elbow layaknya sebuah tikungan dimana pada saat kita sedang berada di jalan, tikungan tersebut mau tidak mau membuat kita berbelok arah ketika melaluinya, begitu pula elbow yang bertugas untuk membelokkan aliran. Elbow terdiri dari dua jenis yang paling umum yaitu 45 dan 90 derajat. Untuk memperoleh sudut di selain sudut diatas, terkadang elbow tersebut di potong. Atau bisa juga dengan menggunakan dua elbow yang disatukan untuk memperoleh sudut tertentu. Gambar 3.15.(1) berikut merupakan ilustrasi dari sebuah elbow yang dibentuk dari empat buah benda silinder yang dipotong, yaitu silinder A, B, C, dan D. dan Gambar 3.15 (2) merupakan ilustrasi bentangan atau bukaan dari setiap benda silindris yang ada pada gambar 3.15 (1).

Untuk membuat bentangan dari elbow tersebut, prinsipnya sama dengan membuat bentangan sebuah benda silinder, hanya harus dilakukan satu persatu. Apabila seluruh benda silindris yang ada di gambar 3.15.(1) telah selesai dibuat bentangannya, maka hasil bentangannya dapat dilihat pada gambar 3.15.(2). Gambar 3.15.(2) A adalah bentangan untuk benda silindris A, 3.15.(2) B adalah

bentangan untuk benda silindris B, 3.15.(2) C adalah bentangan untuk benda silindris C, dan 3.15.(2) D adalah bentangan untuk benda silindris D.



**Gambar 3. 15 Bentangan Empat Buah Pipa Elbow
(Simons and Mguire, 2004:95)**

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pengantar

Sebelum anda melanjutkan untuk mempelajari materi selanjutnya, silahkan anda jawab dulu oleh masing-masing pertanyaan berikut. Jawaban anda ditulis pada lembar kerja 1 (LK 00).

1. Menurut pemahaman anda, apa sebenarnya yang dimaksud dengan metode garis sejajar pada proses pembuatan gambar bentangan ?
2. Mengapa hanya benda-benda *ducting system* yang berbentuk silinder yang dapat dibenteng dengan menggunakan metode garis sejajar?
3. Apa kelebihan dan kekurangan metode garis sejajar dibanding dengan metode yang lain?

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan **LK-00**. Jika anda bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka anda bisa melanjutkan ke **aktivitas pembelajaran 1**.

1. Menurut pemahaman anda, apa sebenarnya yang dimaksud dengan metode garis sejajar pada proses pembuatan gambar bentangan ?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

4. Mengapa hanya benda-benda *ducting system* yang berbentuk silinder yang dapat dibentang dengan menggunakan metode garis sejajar?

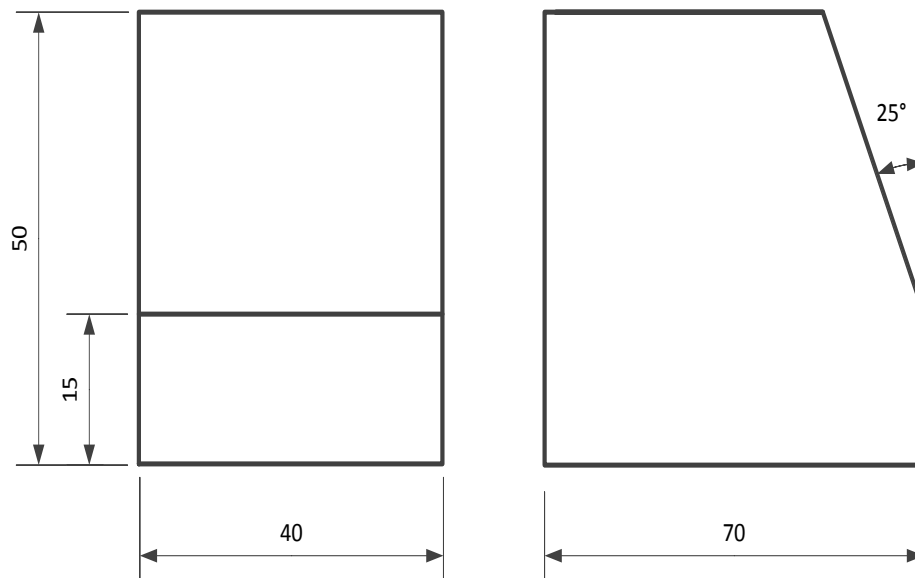
.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. Apa kelebihan dan kekurangan metode garis sejajar dibanding dengan metode yang lain?

.....
.....
.....
.....

Aktivitas Pembelajaran 1

Perhatikan gambar berikut.



Setelah anda memperhatikan gambar di atas, yang anda harus lakukan adalah membuat gambar bukaan dari gambar tersebut. Hasil pekerjaan anda dibuat dalam lembar kerja praktik 1 (LK – 01.P).

No. Bagian	Nama Bagian	Jumlah	Bahan	Keterangan
		SKALA 1 : 1	Digamb	
			Diperiksa	
			Dilihat	
			Visa	

Lembar Penilaian Hasil

Nama Pekerjaan :
 Nama Peserta :
 No. I.D. Peserta :
 Lama Pengerjaan : Mulai tanggal pukul
 Selesai tanggal pukul

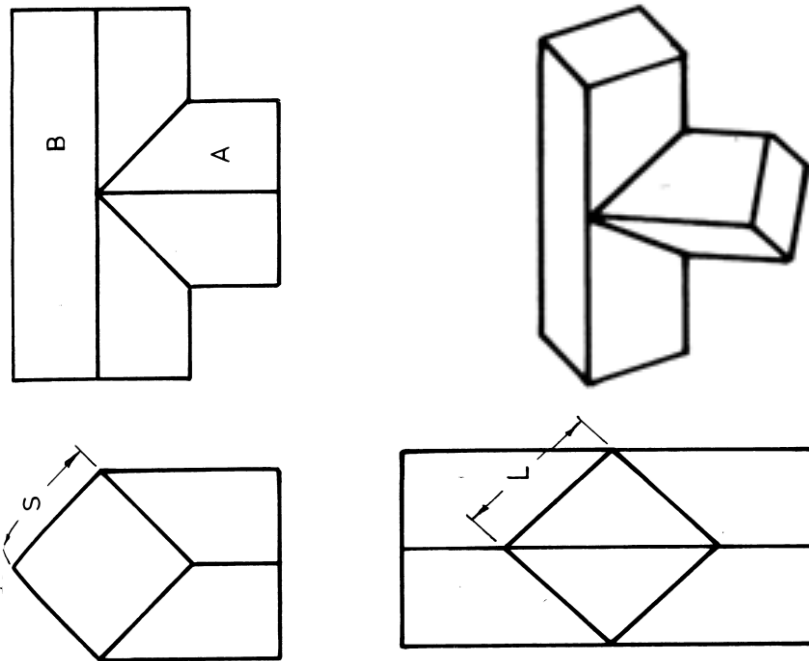
NO	ASPEK YANG DINILAI	KRITERIA	SKOR MINIMUM	CHECK LIST	
				Benar	Salah
1.	Konstruksi garis	Ketebalan dan bentuk garis sesuai ISO	10		
2.	Konstruksi geometri	Sambungan garis rapi dan setiap perpotongan tepat	20		
3.	Ukuran gambar	Ukuran gambar sesuai yang diminta	20		
4.	Bentuk Gambar	Bentuk sesuai yang diminta	20		
5.	Huruf, angka dan Etiket gambar	Tinggi dan, bentuk sesuai aturan	10		
6.	Tata letidak gambar	Seimbang dan harmonis	10		
7.	Kebersihan dan kerapian	Bersih dan rapi	5		
8.	Waktu	Maksimum 2 jam	5		

.....,200...

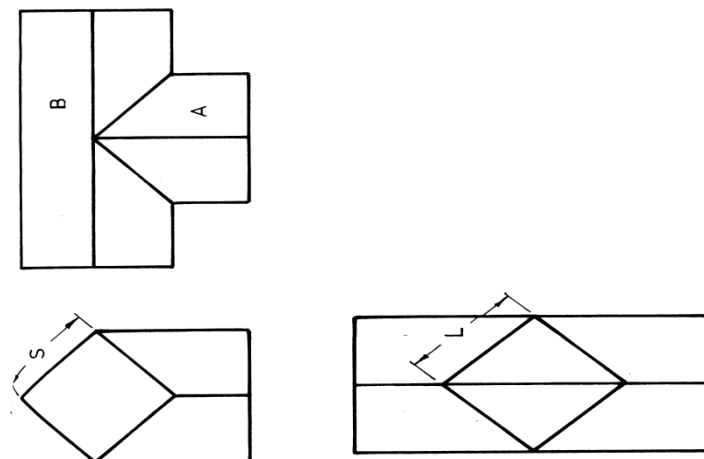
Penilai,

Aktivitas Pembelajaran 2

Dua buah prisma segi empat (A, dan B) disambung silang tegak lurus seperti gambar berikut dengan persilangan sambungan A dan B sama yaitu segi empat memuntir 45° .



Apabila $S = 10$ dan $L = 15$, buatlah gambar bentangan dengan metode parallel untuk prisma A dan B. Hasil gambar dibuat pada Lembar Kerja Praktik 2 (LK – 02.P).



No. Bagian	Nama Bagian	Jumlah	Bahan	Keterangan
		SKALA	Digamb	
		1 : 1	Diperiksa	
			Dilihat	
			Visa	

Lembar Penilaian Hasil

Nama Pekerjaan :
 Nama Peserta :
 No. I.D. Peserta :
 Lama Pengerjaan : Mulai tanggal pukul
 Selesai tanggal pukul

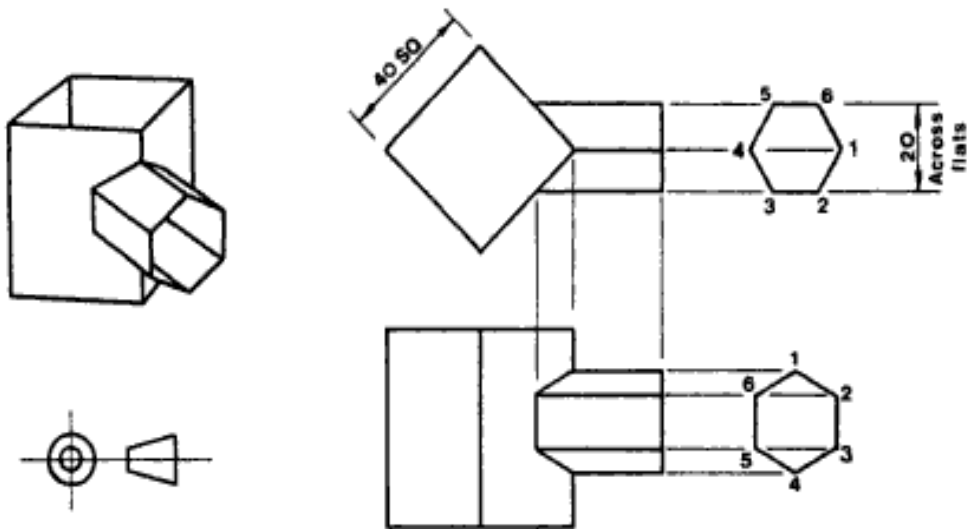
NO	ASPEK YANG DINILAI	KRITERIA	SKOR MINIMUM	CHECK LIST	
				Benar	Salah
1.	Konstruksi garis	Ketebalan dan bentuk garis sesuai ISO	10		
2.	Konstruksi geometri	Sambungan garis rapi dan setiap perpotongan tepat	20		
3.	Ukuran gambar	Ukuran gambar sesuai yang diminta	20		
4	Bentuk Gambar	Bentuk sesuai yang diminta	20		
4.	Huruf, angka dan Etiket gambar	Tinggi dan, bentuk sesuai aturan	10		
5.	Tata letidak gambar	Seimbang dan harmonis	10		
6.	Kebersihan dan kerapian	Bersih dan rapi	5		
7.	Waktu	Maksimum 2 jam	5		

.....,200...

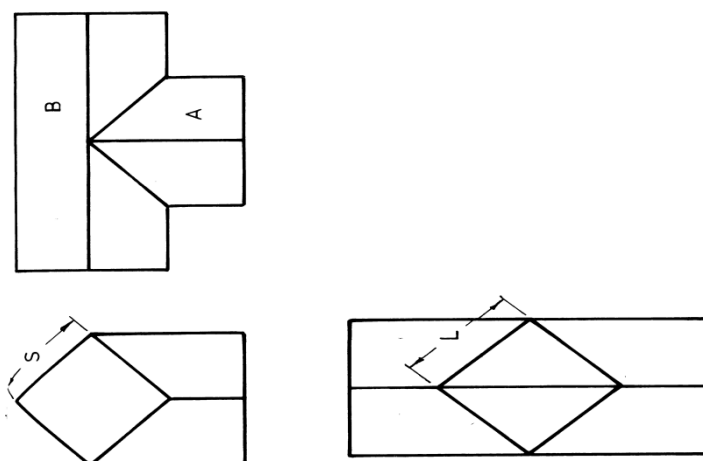
Penilai,

Aktivitas Pembelajaran 3

Satu buah prisma segi empat disambung silang tegak lurus dengan sebuah prisma segi enam seperti gambar berikut.



Yang harus anda lakukan adalah membuat gambar bentangan dari kedua benda tersebut dan hasilnya dituangkan dalam lembar kerja praktik 3 (LK – 03.P).



No. Bagian	Nama Bagian	Jumlah	Bahan	Keterangan
		SKALA	Digamb	
		1 : 1	Diperiksa	
			Dilihat	
			Visa	

Lembar Penilaian Hasil

Nama Pekerjaan :
 Nama Peserta :
 No. I.D. Peserta :
 Lama Pengerjaan : Mulai tanggal pukul
 Selesai tanggal pukul

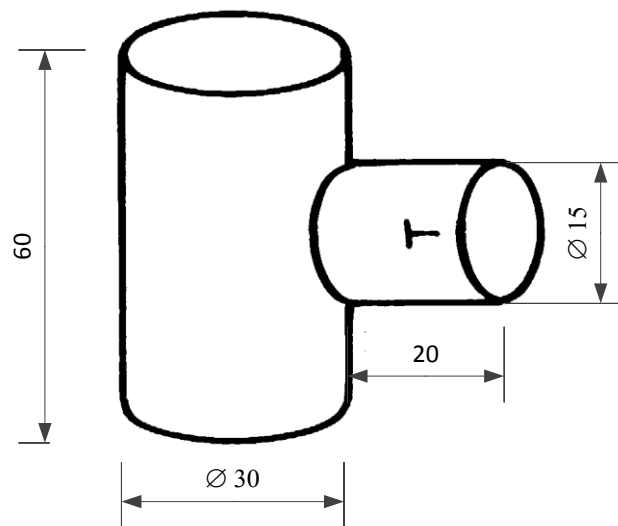
NO	ASPEK YANG DINILAI	KRITERIA	SKOR MINIMUM	CHECK LIST	
				Benar	Salah
1.	Konstruksi garis	Ketebalan dan bentuk garis sesuai ISO	10		
2.	Konstruksi geometri	Sambungan garis rapi dan setiap perpotongan tepat	20		
3.	Ukuran gambar	Ukuran gambar sesuai yang diminta	20		
4	Bentuk Gambar	Bentuk sesuai yang diminta	20		
4.	Huruf, angka dan Etiket gambar	Tinggi dan, bentuk sesuai aturan	10		
5.	Tata letidak gambar	Seimbang dan harmonis	10		
6.	Kebersihan dan kerapian	Bersih dan rapi	5		
7.	Waktu	Maksimum 2 jam	5		

.....,200...

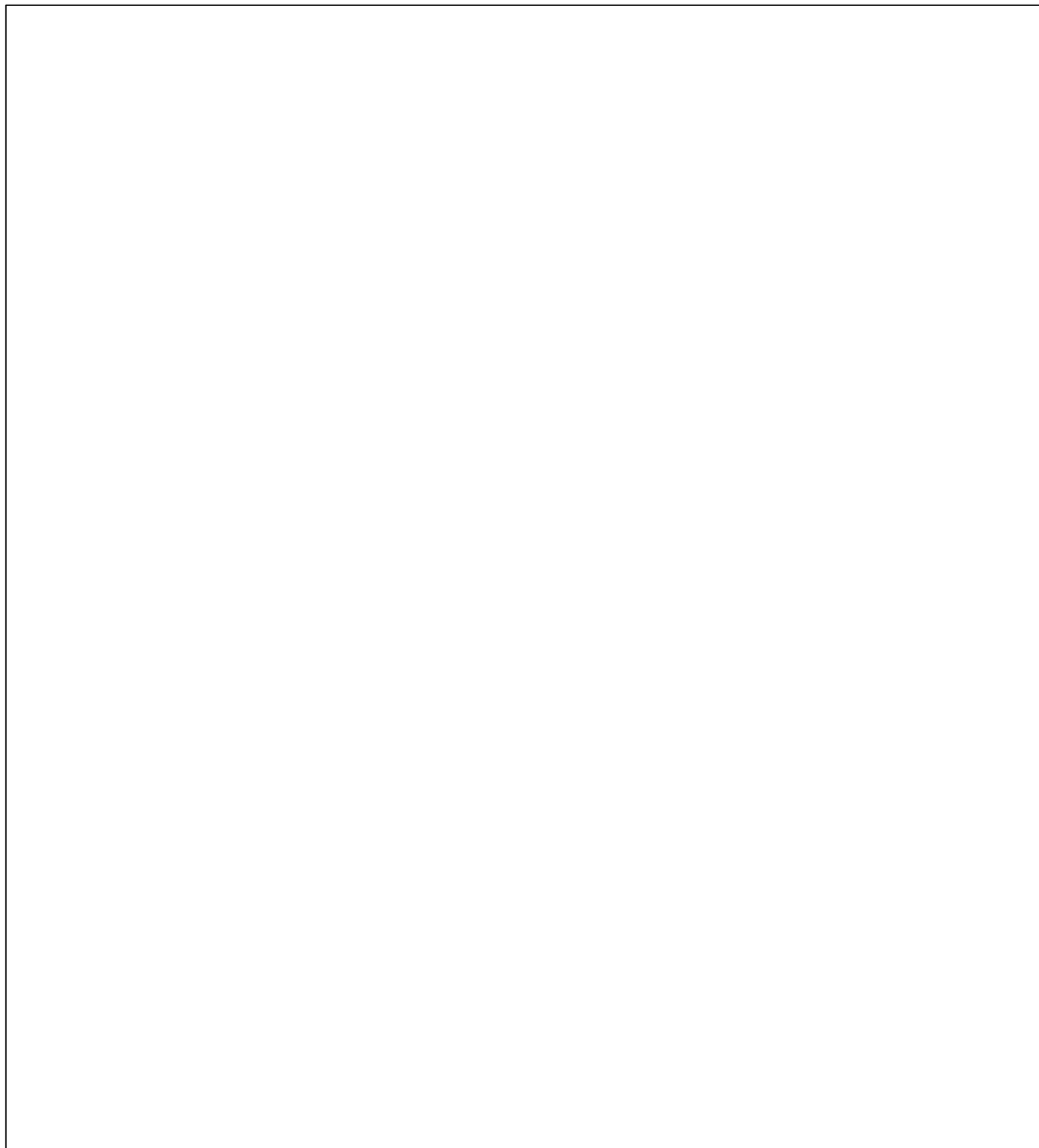
Penilai,

Aktivitas Pembelajaran 4

Dua buah silinder yang ukurannya berbeda seperti gambar di atas di sambung secara simetris.



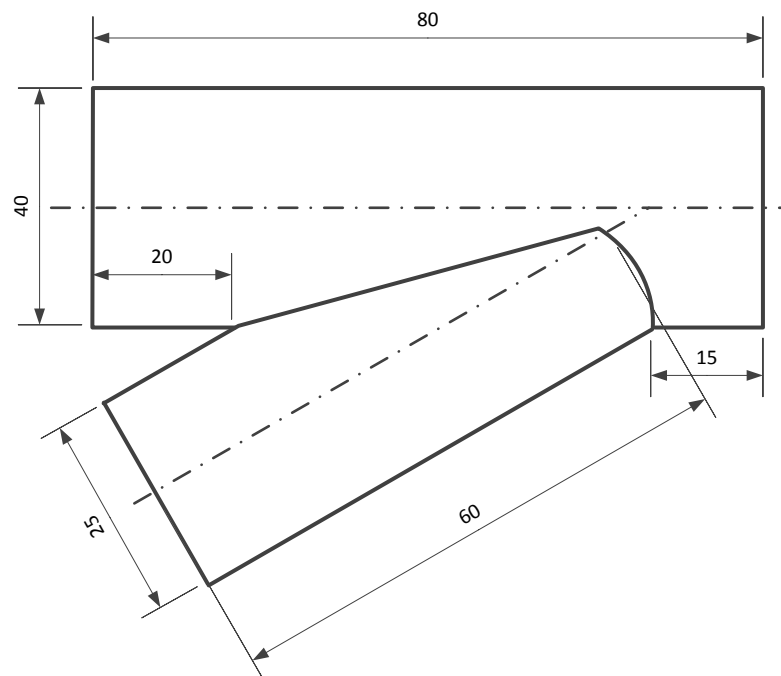
Coba anda buat gambar bentangan untuk kedua buah benda tersebut dengan menggunakan metode parallel. Hasil gambar dibuat pada Lembar Kerja Praktik 3 (LK – 03.P).



No. Bagian	Nama Bagian	Jumlah	Bahan	Keterangan
		SKALA 1 : 1	Digamb	
			Diperiksa	
			Dilihat	
			Visa	

Aktivitas Pembelajaran 5

Sebuah silinder mendatar ditembus oleh sebuah silinder miring seperti gambar berikut.



Coba anda buat gambar bentangan untuk kedua buah benda tersebut dengan menggunakan metode garis sejajar/parallel. Hasil gambar dibuat pada Lembar Kerja Praktik 5 (LK – 05.P).

LK – 05.P

No. Bagian	Nama Bagian	Jumlah	Bahan	Keterangan
		SKALA 1 : 1	Digamb	
			Diperiksa	
			Dilihat	
			Visa	

Lembar Penilaian Hasil

Nama Pekerjaan :
 Nama Peserta :
 No. I.D. Peserta :
 Lama Pengerjaan : Mulai tanggal pukul
 Selesai tanggal pukul

NO	ASPEK YANG DINILAI	KRITERIA	SKOR MINIMUM	CHECK LIST	
				Benar	Salah
1.	Konstruksi garis	Ketebalan dan bentuk garis sesuai ISO	10		
2.	Konstruksi geometri	Sambungan garis rapi dan setiap perpotongan tepat	20		
3.	Ukuran gambar	Ukuran gambar sesuai yang diminta	20		
4.	Bentuk Gambar	Bentuk sesuai yang diminta	20		
4.	Huruf, angka dan Etiket gambar	Tinggi dan, bentuk sesuai aturan	10		
5.	Tata letidak gambar	Seimbang dan harmonis	10		
6.	Kebersihan dan kerapian	Bersih dan rapi	5		
7.	Waktu	Maksimum 2 jam	5		

.....,200...

Penilai,

E. Rangkuman

Pembuatan gambar bentangan menggunakan metode garis parallel atau garis sejajar merupakan metode atau cara sederhana yang digunakan untuk membuat bentangan dari suatu benda sebagai dasar pembuatan suatu pola, yaitu dengan cara membuat sisi benda sebagai garis-garis sejajar. Benda-benda *ducting system* yang dapat dibentang dengan menggunakan metode ini adalah benda-benda dengan bentuk konstruksi dasar prisma dan silinder.

F. Tes Formatif

1. Jelaskan bagaimana cara melukis gambar bentangan benda profil segi empat!
2. Jelaskan bagaimana cara melukis gambar bentangan benda profil prisma dengan menggunakan metode garis parallel!
3. Jelaskan bagaimana cara melukis gambar bentangan benda silinder dengan menggunakan metode garis parallel!

G. Kunci Jawaban

1. Dengan membuka lipatan pada setiap sisinya.
2. Cara untuk membuat bentangan sebuah prisma adalah:
 - a. Bayangkan bahwa prisma dibuka pada garis yang terletak antara dua buah bidang yang berdekatan.
 - b. Buat garis mendatar yang panjangnya sama dengan keliling prisma segi enam tersebut.
 - c. Buat garis tegak lurus dari masing-masing ujung setiap garis tersebut yang panjangnya sama dengan tinggi prisma tersebut , sehingga membentuk empat persegi panjang.
 - d. Bagi empat persegi panjang tersebut menjadi enam bagian sama besar (X), sehingga jumlah bagian yang sama ada enam (6X).
3. Cara untuk membuat bentangan sebuah silinder adalah:
 - a. Buat pandangan atas dari silinder yang akan dibuat bentangannya.
 - b. Bagi lingkaran dari silinder tersebut menjadi 12 bagian yang sama, dimana bagian 1 dan 12 saling berimpit.
 - c. Buat garis lurus mendatar di samping lingkaran, kemudian dengan menggunakan jangka pindahkan bagian-bagian yang ada dalam lingkaran ke dalam garis tersebut, sehingga hasil pemindahan seluruh bagian tersebut akan merupakan keliling lingkaran yang terbentuk.
 - d. Buat garis tegak lurus dari pangkal garis mendatar yang tingginya sama dengan tinggi silinder.
 - e. Buat garis mendatar yang sejajar dengan garis mendatar pertama dan tegak lurus terhadap garis tegak pertama di ujung garis mendatar pertama.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 4 : PEMBUATAN GAMBAR BENTANGAN DENGAN METODE GARIS RADIAL

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah anda menyelesaikan kegiatan pembelajaran ini, diharapkan anda memiliki kemampuan dalam membuat gambar bentangan benda kerja *ducting system* menggunakan metode garis radial sesuai dengan gambar kerja

B. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)

Spesifikasi kompetensi atau kinerja yang harus anda kuasai setelah mengikuti kegiatan pembelajaran ini adalah:

1. Menjelaskan cara melukis gambar bentangan dengan menggunakan metode garis radial.
2. Melukis gambar bentangan benda kerja *ducting system* menggunakan metode garis radial.

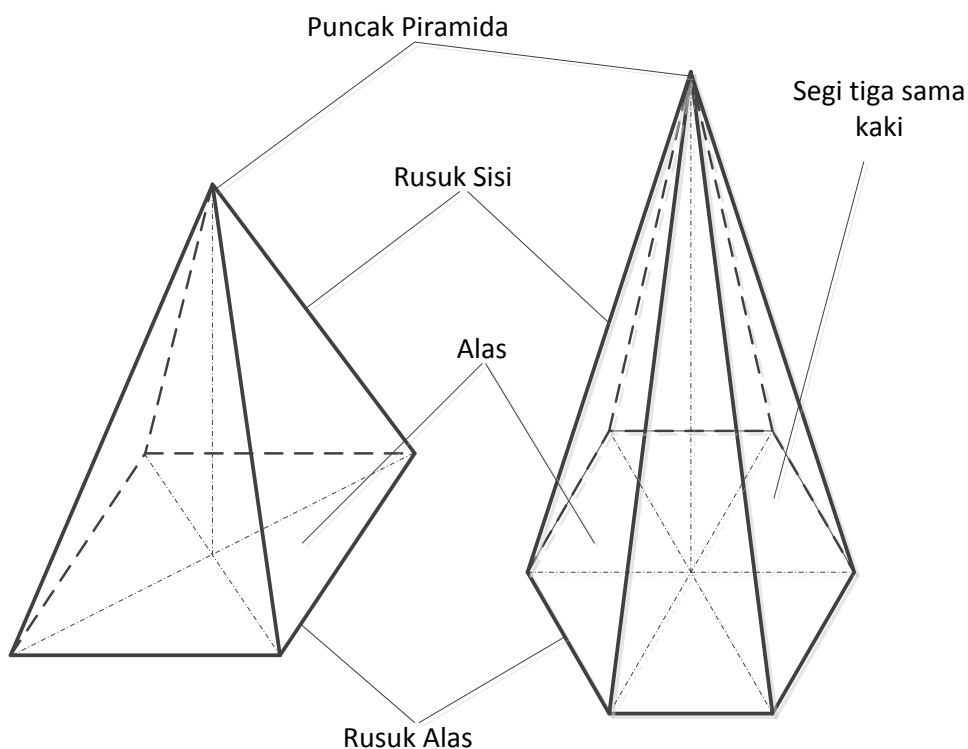
C. Uraian Materi

Bentangan dengan menggunakan metode garis radial adalah proses pembuatan bentangan dengan cara mengembangkan bentuk dalam bidang radial, yaitu memproyeksikan setiap titik bentuk geometri yang tidak sejajar dari satu titik secara melingkar. Dengan kata lain, bentangan dengan metode radial adalah suatu metode dalam membentangkan dalam bentuk radial (melingkar) dengan menggunakan puncak sebagai titik pusatnya. Bentuk-bentuk benda *ducting system* yang dapat dikembangkan dengan metode ini adalah benda-benda dengan bentuk piramida, limas, dan kerucut. Hal ini didasarkan pada kenyataan bahwa benda-benda tersebut ujung-ujungnya tidak sejajar bahkan menyatu pada sebuah titik (puncak). Selain itu, dalam pengukuran garisnya tidak dapat dilakukan dengan cara menarik garis sejajar pada setiap titik, melainkan harus melingkar. Akibat kejadian seperti itu, maka pola bentangan ini dinamakan pola bentangan radial.

Bahan Bacaan 1: Bentangan Piramid

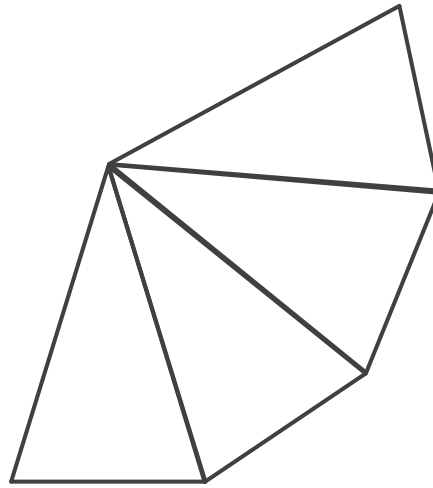
Sebuah benda dikatakan sebagai piramid apabila benda tersebut dibatasi oleh bidang rata bersudut banyak yang dinamakan alas dan bidang sisi berupa segi tiga yang jumlahnya minimal empat yang puncaknya sama dan bertemu pada satu titik. Dengan demikian, bidang-bidang yang membatasi bentuk piramida adalah:

- Bidang/sisi bersudut banyak (polygon) sebagai alas,
- Bidang/sisi lateral yang berbentuk segi tiga dengan panjang sisi alasnya sama dengan panjang sisi polygon, serta puncaknya sama dan bertemu pada satu titik yang dinamakan puncak piramida (perhatikan gambar berikut).

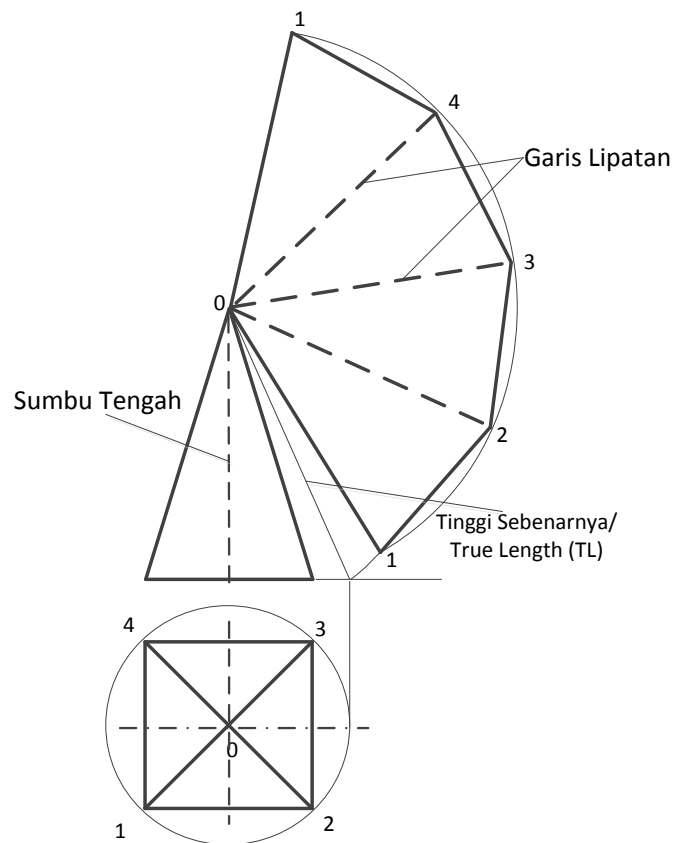


Gambar 4. 1 Bentuk Konstruksi Sebuah Piramid

Apabila piramida yang kiri pada gambar di atas tersebut alasnya dilepas dan lipatannya di buka, maka bentuk bentangannya dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4. 2 Bentuk Bukaan Sebuah Piramid



Gambar 4. 3 Piramid Dan Bukaannya

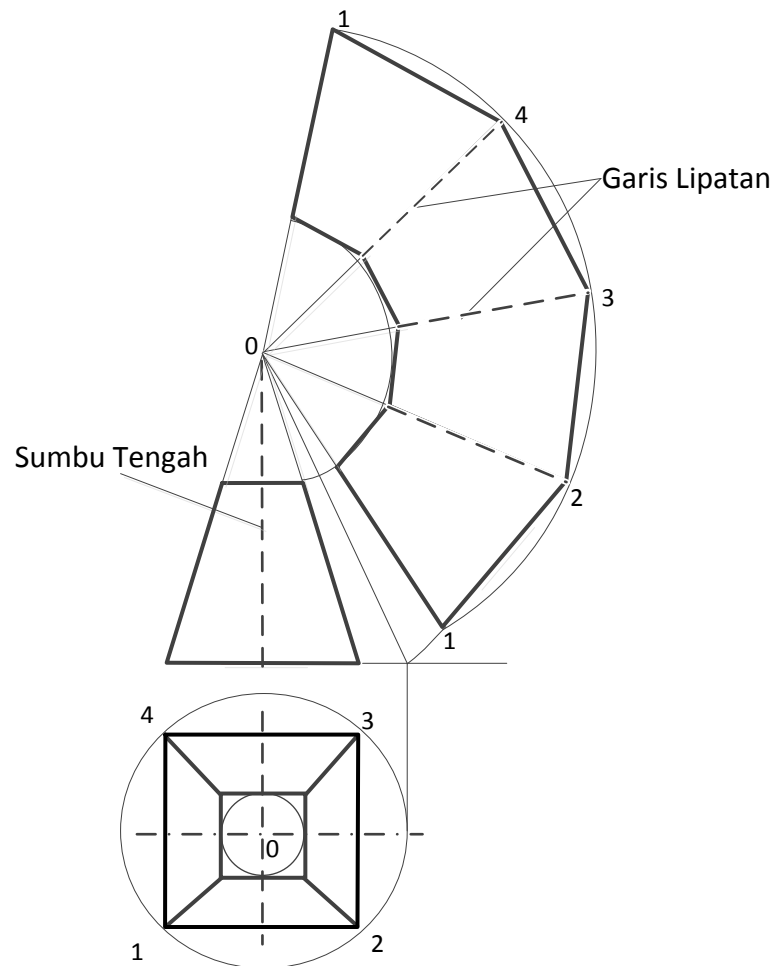
Langkah pembuatan gambar bentangan piramid :

- Langkah pertama yang harus dilakukan adalah membuat gambar piramid dalam gambar tampak depan dan tampak atas dengan benar dan teliti.
- Langkah kedua adalah menentukan garis mana saja yang sudah merupakan panjang sebenarnya.
- Dari gambar 33 dan 34, tampak bahwa garis 0-1, 0-2, 0-3, 0-4, bukan merupakan panjang sebenarnya. Oleh karena itu, harus dicari lebih dulu TL-nya. Perhatikan cara mencari panjang garis sebenarnya atas garis-garis tersebut pada gambar. Mengingat pyramid tersebut merupakan piramid tegak, maka seluruh sisi pojoknya memiliki panjang yang sama, sehingga cukup dicari satu saja.
- Apabila panjang sebenarnya sudah diketahui, maka buatlah busur lingkaran dari titik 0 (titik 0 boleh di tempat lain) dengan radius 0-1 yang sudah

merupakan panjang sebenarnya dengan ukuran secukupnya (Sekitar 4-5 kali panjang rusuk alas).

- e) Buatlah garis radial yang merupakan permulaan pembuatan bentangan piramid, misalnya garis 0-1, sampai berpotongan dengan lingkaran yang telah dibuat di titik 1. Dari titik ini, ukurlah garis 1-2 dan pindahkan serta potongkan dengan busur lingkaran sehingga diperoleh titik 2. Hubungkan atau tarik garis dari titik 2 tersebut ke titik 0 sehingga terbentuk garis 0-2.
- f) Lakukan kembali langkah pada point (e) tersebut, sehingga diperoleh titik 3, 4, dan 1 lagi. Bila titik-titik ini dihubungkan dengan garis, maka diperoleh bentangan dari sebuah pyramid.

Gambar berikut adalah gambar yang mengilustrasikan tentang sebuah pyramid yang ujungnya terpotong berikut bentangannya.

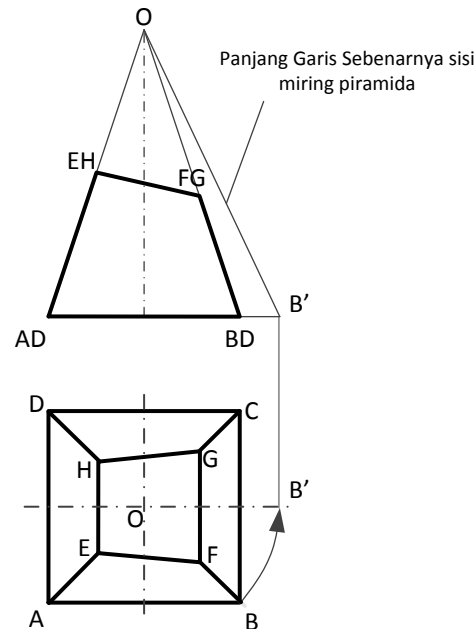


Gambar 4. 4 Piramid Terpotong Dan Bentangnya

Untuk membuat bentangan dari pyramid di atas, langkahnya sama seperti pada saat membuat bentangan pyramid yang tidak terpotong (Gambar 4.3). Artinya, langkah (a) sampai (e) sama, hanya untuk melukis bentangan sisi atas pyramid, langkah yang harus dilakukan adalah harus memproyeksikan titik-titik pada sisi atas pyramid ke garis panjang sebenarnya. Apabila proses proyeksi tersebut benar, maka panjang sebenarnya garis dari sisi pojok pyramid yang terpotong akan sebanding dengan panjang sebenarnya sisi pojok keseluruhan dari pyramid. Dengan garis ini sebagai ukuran, selanjutnya buatlah busur lingkaran secukupnya sejajar lingkaran luar. Titik potong antara busur lingkaran ini

dengan garis-garis radial dihubungkan dengan garis, dan akan diperoleh sisi atas dari piramid.

Selain terpotong rata, pyramid tersebut kemungkinan juga terpotong miring. Seperti gambar berikut.



Gambar 4. 5 Piramid Terpotong Miring

Untuk membuat bentangan dari pyramid di atas, adalah sebagai berikut.

- Langkah pertama yang harus dilakukan adalah membuat gambar piramid dalam gambar tampak depan dan tampak atas dengan benar dan teliti termasuk bentuk potongan miringnya (lihat gambar 3.15 atas).
- Langkah kedua adalah menentukan garis mana saja yang sudah merupakan panjang sebenarnya.
- Dari gambar 3.15, tampak bahwa garis $O-A$, $O-B$, $O-C$, dan $O-D$, bukan merupakan panjang sebenarnya. Oleh karena itu, harus dicari lebih dulu panjang sisi miring sebenarnya, yaitu garis OB' . Perhatikan cara mencari panjang garis sebenarnya atas garis-garis tersebut pada gambar. Mengingat pyramid tersebut merupakan piramid tegak, maka seluruh sisi pojoknya memiliki panjang yang sama, sehingga cukup dicari satu saja.

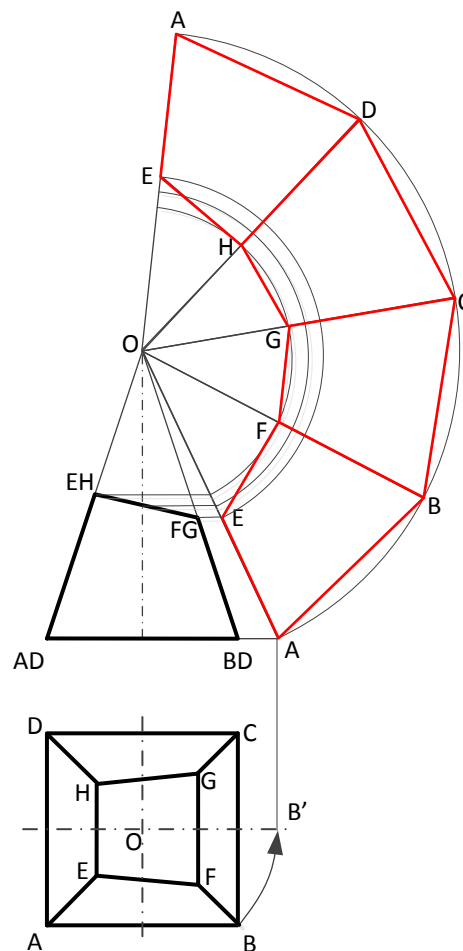
- d) Tarik garis horizontal dari setiap titik perpotongan yang menggambarkan bentuk miring dari pyramid (FG dan EH) sampai memotong garis OB'.
- e) Buatlah busur lingkaran di titik O yang merupakan titik pusat (titik O boleh di tempat lain) dengan radius OB' yang sudah merupakan panjang sebenarnya dengan ukuran secukupnya (Sekitar 4-5 kali panjang rusuk alas).
- f) Buat juga busur lingkaran dari perpotongan titik yang lain pada garis O-B' yang panjangnya sama dengan seperti busur yang pertama.
- g) Buat garis radial yang merupakan permulaan pembuatan pyramid dari titik O ke titik A, sehingga membentuk garis OA.
- h) Dari titik A ini, ukurlah garis AB dan pindahkan serta potongkan dengan busur lingkaran sehingga diperoleh titik B. Hubungan titik B tersebut dengan titik O sehingga membentuk garis OB.
- i) Lakukan kembali hal yang sama pada poin (h) sampai diperoleh titik C, D, dan A serta garis OC, OD, dan OA.
- j) Hubungkan setiap titik perpotongan yang terjadi antara garis OA, OB, OC, OD, dan OA dengan busur lingkaran ke dua dan ketiga dan tandai dengan huruf E, F, G, H, F dan hubungkan titik-titik tersebut sehingga membentuk garis EF, FG, GH, dan HE.
- k) Apabila semua langkah dilakukan dengan benar, maka akan diperoleh bentuk bentangan dari sebuah pyramid yang terpotong miring seperti pada gambar 4.6.

Seperti telah diuraikan sebelumnya bahwa untuk membuat bentangan sebuah piramid, pertama-tama harus ditentukan dulu panjang sebenarnya dari sisi miring piramid tersebut. Gambar 47 berikut memperlihatkan sebuah pyramid dengan pandangan depan dan pandangan atas.

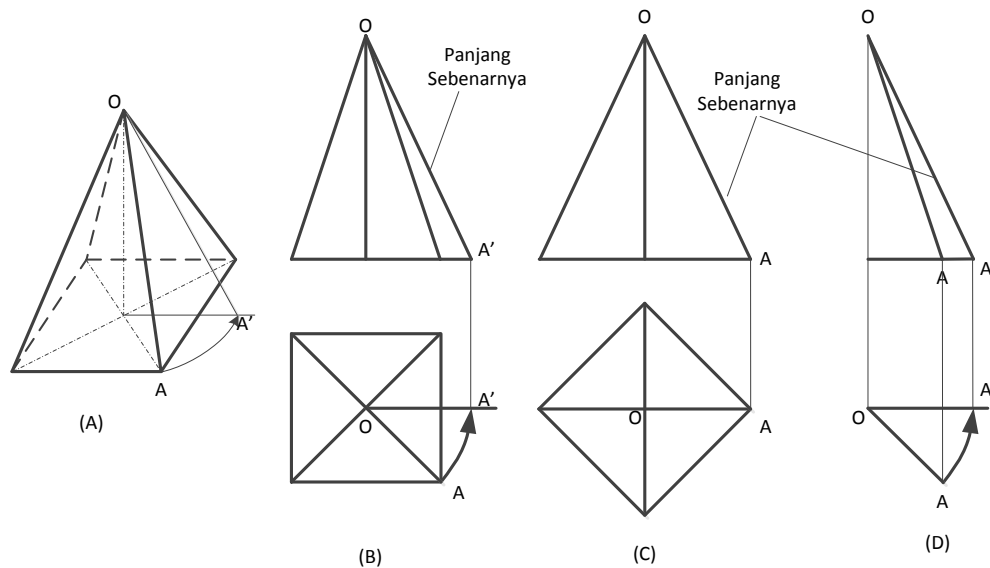
Berdasarkan gambar 4.7 (A) di atas, sisi miring OA bukan merupakan panjang sebenarnya dari sisi miring pyramid tersebut, melainkan OA'. Berbeda dengan gambar 4.7 (B), dimana pyramid diputar 90° , sehingga garis OA sejajar dengan garis horisontal. Pada posisi ini, garis OA pada sisi miring merupakan panjang sisi miring sebenarnya dari pyramid tersebut. Cara untuk mendapatkan sisi miring seperti pada gambar 47 (B) tersebut, adalah sebagai berikut:

- 1) Gambar pandangan atas OA;

- 2) Lingkarkan atau putar garis tersebut sampai membuat garis horizontal OA' ;
- 3) Proyeksikan titik A' ke atas, hingga berpotongan dengan garis alas yang diproyeksi dari pandangan depan;
- 4) Tarik garis dari titik A' ke titik O , maka garis $A'O$ pada pandangan depan merupakan panjang sebenarnya dari sisi miring pyramid.



Gambar 4. 6 Bentangan Piramid Yang Dipotong Miring

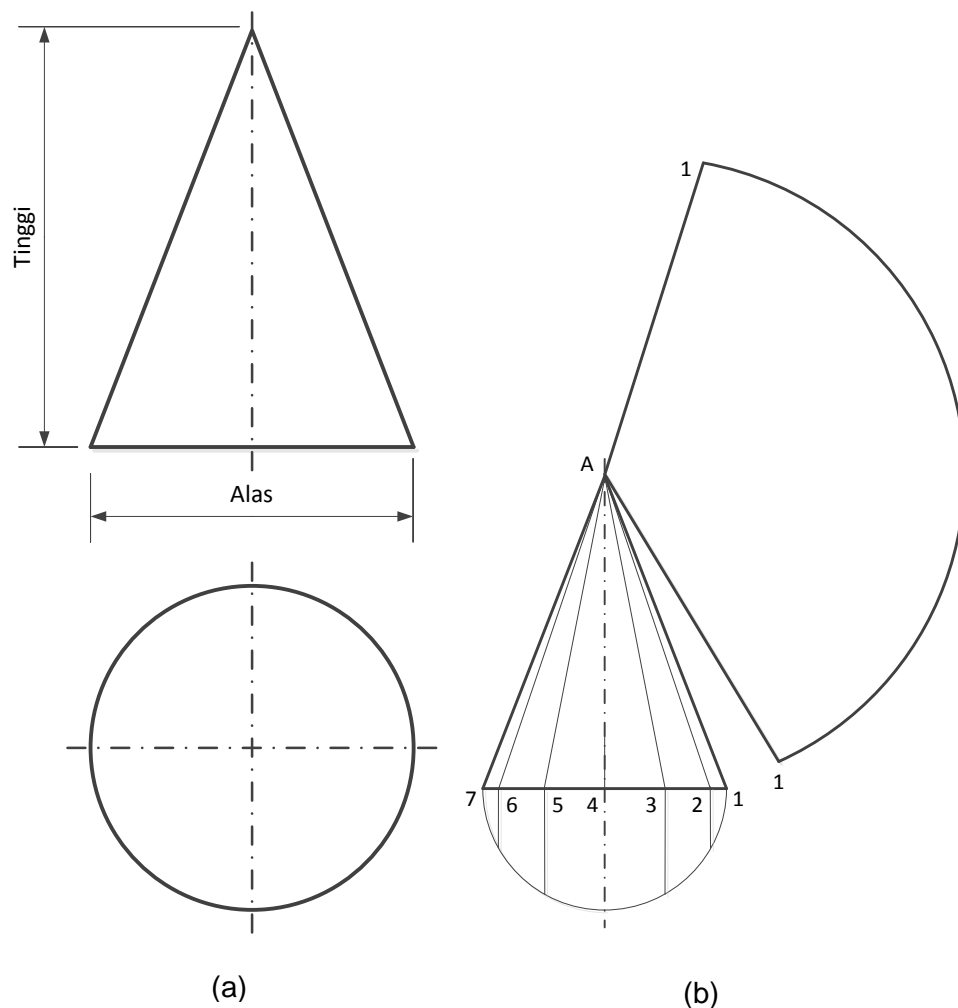


Gambar 4. 7 Cara Penentuan Panjang Sebenarnya Dari Sisi Miring Piramid

Bahan Bacaan 2: Bentangan Kerucut

Kerucut merupakan sebuah limas istimewa dengan alas yang berbentuk lingkaran. Dalam pandangan dua dimensi, kerucut memiliki 2 sisi dan 1 rusuk. Sisi tegak dari sebuah kerucut tidak berupa segitiga melainkan berupa bidang miring yang disebut selimut kerucut.

Benda dengan bentuk seperti corong misalnya, merupakan salah satu bentuk benda *ducting system*. Oleh karena itu, untuk dapat membuat benda tersebut dengan benar harus diawali dengan membuat gambar bentangannya. Dalam membuat gambar bentangan benda kerucut, digunakan metode bentangan garis radial. Secara prinsip, pembuatan gambar bentangan benda kerucut ini identik dengan proses pembuatan gambar bentangan benda pyramid, yaitu harus menentukan dulu panjang yang sebenarnya. Hal ini dalam kaitan dengan berapa banyak bahan yang diperlukan untuk membuat benda tersebut.



Gambar 4. 8 Kerucut dan Bentangannya

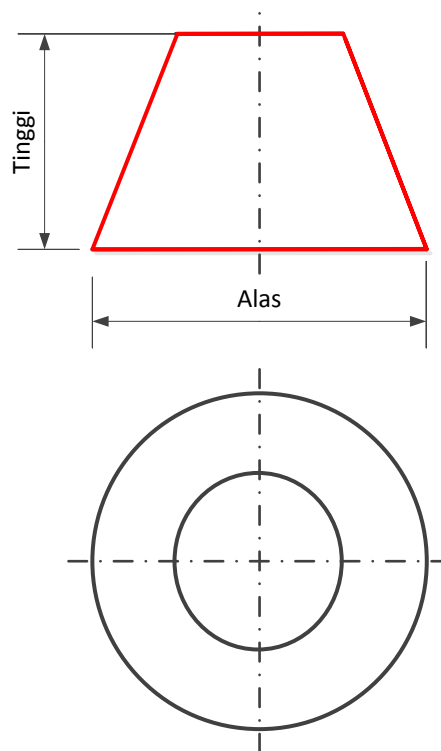
Untuk membuat bentangan sebuah kerucut seperti gambar di atas, langkah-langkahnya adalah sebagai berikut.

1. Buat gambar pandangan depan dan pandangan atas dari kerucut dengan ukuran tinggi dan diameter alas yang sesuai untuk mendapatkan panjang garis sebenarnya dari sisi kerucut (Gambar 4.8.a).
2. Buat garis busur dengan radius panjang garis sebenarnya, yaitu garis A1 (Gambar 4.8. b).
3. Bagi lingkaran yang merupakan alas dari kerucut menjadi 12 bagian yang sama besar.

- Pindahkan 12 bagian busur lingkaran dari hasil pembagian lingkaran pada busur bentangan sampai menjadi 12 bagian yang sama besar sehingga didapatkan gambar bentangan kerucut (Gambar 4.8.b).

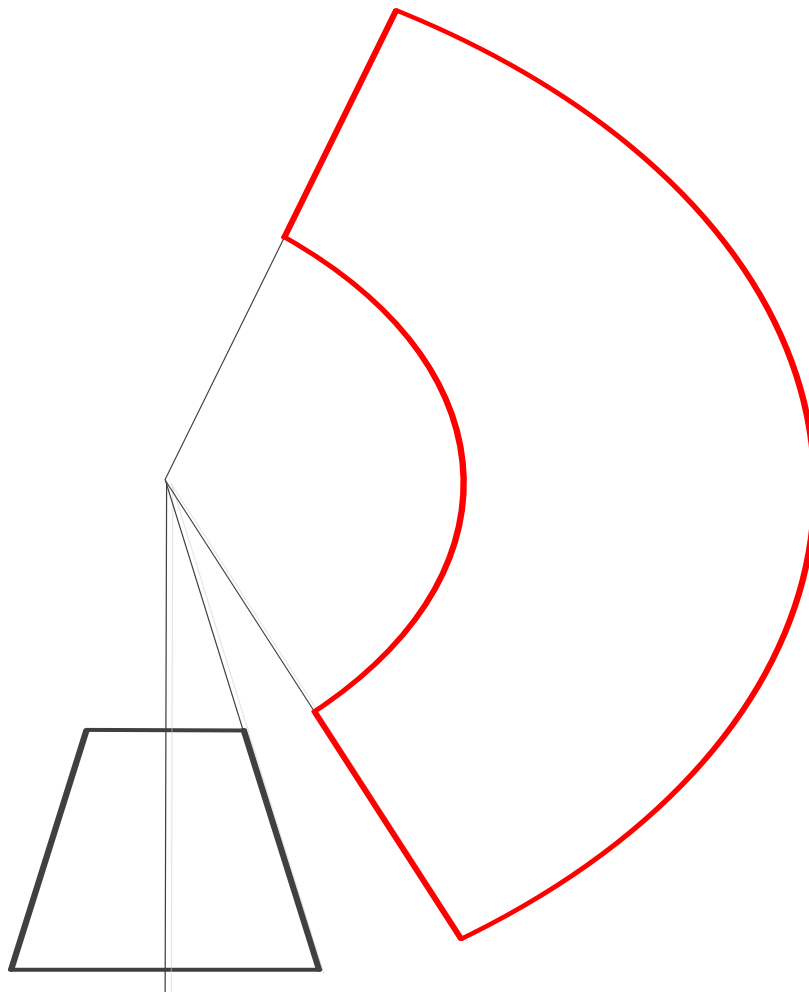
Tidak selamanya bentuk kerucut tersebut utuh, tetapi kadang-kadang dalam keadaan terpotong baik rata maupun miring (terpancung). Pada prinsipnya untuk membuat bentangan sebuah kerucut yang terpancung sama dengan cara membuat bentangan kerucut yang tidak terpotong.

Gambar kerucut yang terpotong rata diilustrasikan dalam gambar berikut.



Gambar 4. 9 Kerucut Terpotong Rata

Adapun ilustrasi dari bentangan kerucut tersebut dapat dilihat pada gambar 4.10 berikut.

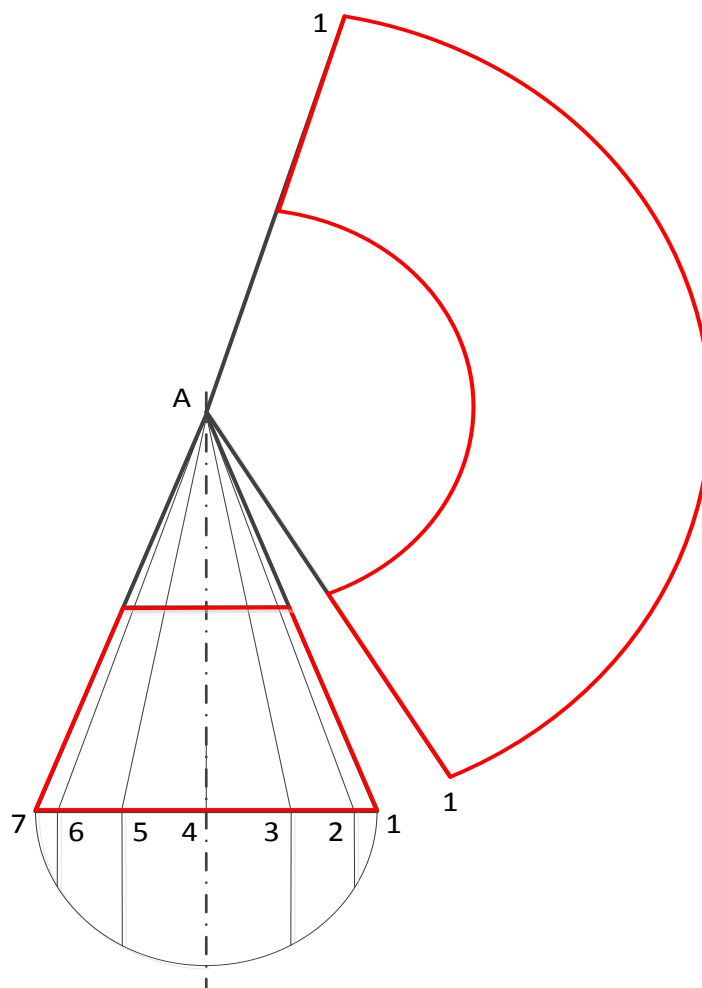


Gambar 4. 10 Ilustrasi Bentangan Kerucut Terpotong Rata

Untuk membuat bentangannya, secara prinsip sama dengan cara membuat bentangan kerucut yang tidak terpotong, yaitu:

1. Buat gambar pandangan depan dan pandangan atas dari kerucut yang terpotong dengan ukuran tinggi dan diameter alas yang sesuai permintaan.
2. Tandai titik puncak dari kerucut dengan cara menarik kedua garis sisi miring sampai saling berpotongan pada satu titik di garis sumbu kerucut yang berfungsi sebagai titik pusat busur keliling alas kerucut dan untuk mendapatkan panjang garis sebenarnya.

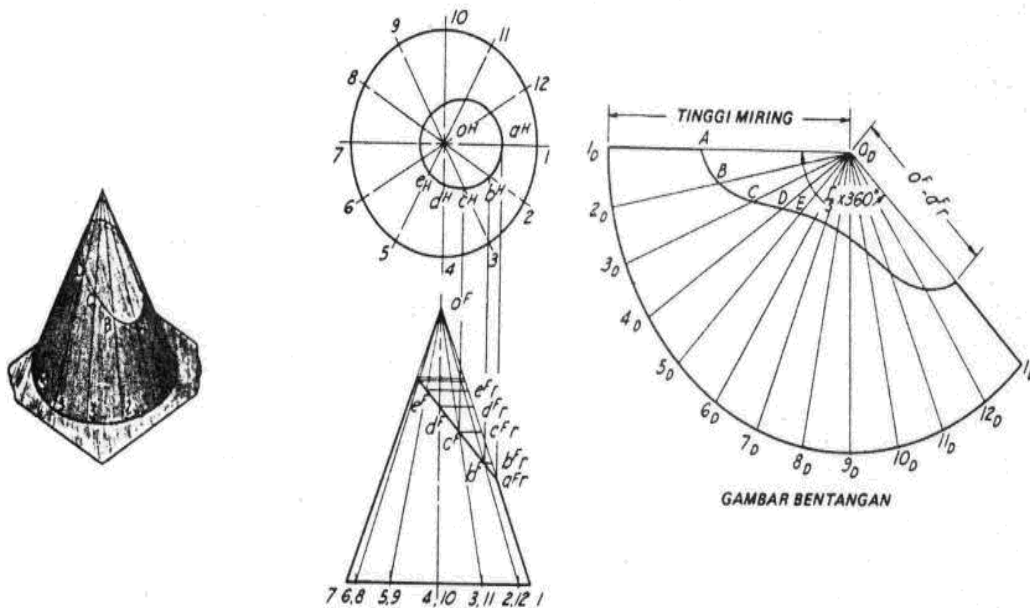
3. Buat busur lingkaran pada alas pandangan depan dengan jari-jari $\frac{1}{2}$ diameter alas kerucut.
4. Bagi busur lingkaran menjadi 6 bagian yang sama
5. Buat busur lingkaran dengan titik pusat titik A jari-jari A1.
6. Berikutnya, buat busur lingkaran dengan titik pusat T dengan jari-jari A1' .
7. Pindahkan tali busur yang terdapat pada busur lingkaran dari nomor 1 sampai nomor 7 dan dari nomor 7 sampai dengan nomor 1.
8. Hubungkan semua titik-titik yang terdapat pada garis busur A pada titik puncak kerucut di titik A



Gambar 4. 11 Bentangan Kerucut Terpotong Rata

Untuk membuat gambar bentangan kerucut lurus terpotong miring (terpancung) harus dibuat dengan menggunakan metode triangulasi yang diubah, agar dapat membentangkan garis bentuk permukaan eliptik yang landai. Metode yang biasa digunakan didasarkan atas pemisalan menurut teori bahwa kerucut itu merupakan piramida yang mempunyai sisi dalam jumlah tidak terhingga. Pembentangan kerucut tidak lengkap yang terlihat dalam gambar 4.11.

Elemen digambar pada permukaan kerucut untuk berfungsi sebagai rusuk piramida berisi banyak. Dipakai 12 atau 24 elemen, tergantung dari ukuran kerucut. Tempatnya ditetapkan pada sektor yang dibentangkan dengan membagi busur yang menggambarkan dasar yang dibuka gulungannya, dalam pembagian yang sama banyaknya dengan banyaknya pembagian tampang atas. Pada titik ini dalam prosedur, perlulah untuk menentukan panjang sejati elemen benda terpancung dengan cara yang sama dengan cara memperoleh panjang sejati piramida terpancung. Dengan informasi ini, gambar bentangan yang dikehendaki dapat dibuat lengkap dengan mengukur panjang sejati pada garis yang sesuai dalam gambar dan menyambung titik-titik yang diperoleh dengan demikian itu dengan garis lengkung yang mulus.



Gambar 4. 12 Pembentangan Kerucut Terpancung

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pengantar

Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran (diskusi Kelompok, 1 JP)

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama peserta diklat di kelompok Saudara untuk mengidentifikasi hal-hal berikut:

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran Menggambar bentangan dengan metode Garis Radial ? Sebutkan!
2. Bagaimana saudara mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!
4. Apa topik yang akan saudara pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!
5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh saudara sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
6. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh saudara sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan **LK-00**. Jika Saudara bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka Saudara bisa melanjutkan pembelajaran dengan mengamati gambar berikut ini.

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran Menggambar bentangan dengan metode Garis Radial ? Sebutkan!

.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. Bagaimana saudara mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....
.....
.....
.....
.....
.....

4. Apa topik yang akan saudara pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....
.....
.....
.....
.....
.....

5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh saudara sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

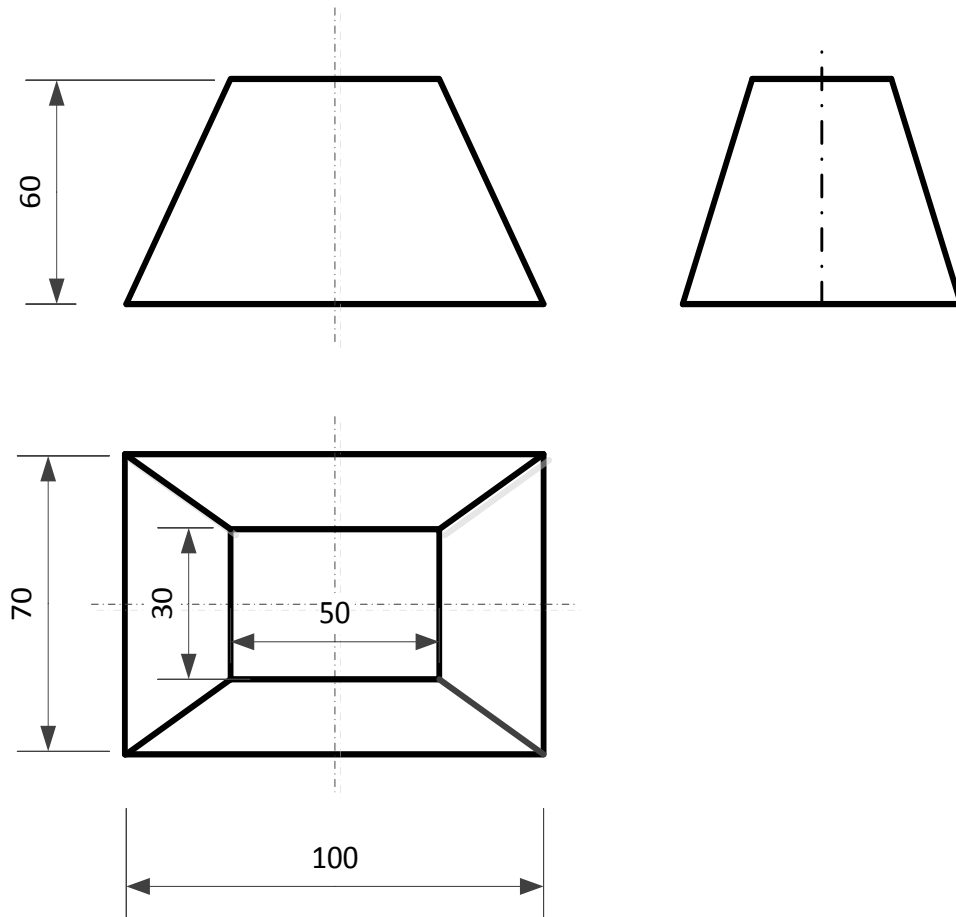
.....
.....
.....
.....
.....
.....

6. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh saudara sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Aktivitas Pembelajaran 1

Perhatikan gambar berikut!



Setelah anda memperhatikan gambar di atas, yang anda harus lakukan adalah membuat gambar bukaan/bentangan dari gambar tersebut. Hasil pekerjaan anda dibuat dalam lembar kerja praktik 1 (LK – 01.P).

No. Bagian	Nama Bagian	Jumlah	Bahan	Keterangan
		SKALA 1 : 1	Digamb	
			Diperiksa	
			Dilihat	
			Visa	

Lembar Penilaian Hasil

Nama Pekerjaan :
 Nama Peserta :
 No. I.D. Peserta :
 Lama Pengerjaan : Mulai tanggal pukul
 Selesai tanggal pukul

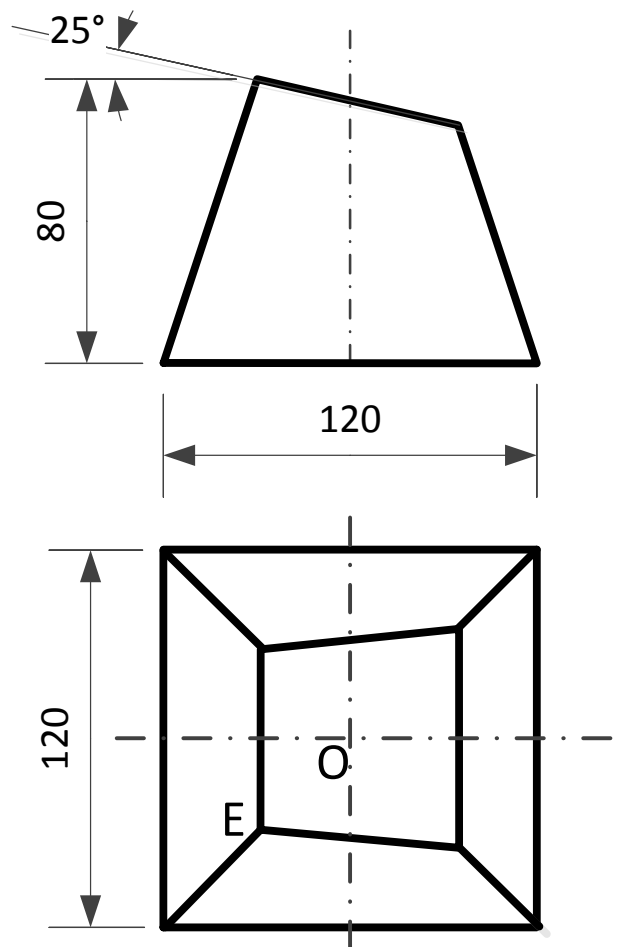
NO	ASPEK YANG DINILAI	KRITERIA	SKOR MINIMUM	CHECK LIST	
				Benar	Salah
1.	Konstruksi garis	Ketebalan dan bentuk garis sesuai ISO	10		
2.	Konstruksi geometri	Sambungan garis rapi dan setiap perpotongan tepat	20		
3.	Ukuran gambar	Ukuran gambar sesuai yang diminta	20		
4.	Bentuk Gambar	Bentuk sesuai yang diminta	20		
5.	Huruf, angka dan Etiket gambar	Tinggi dan, bentuk sesuai aturan	10		
6.	Tata letidak gambar	Seimbang dan harmonis	10		
7.	Kebersihan dan kerapian	Bersih dan rapi	5		
8.	Waktu	Maksimum 2 jam	5		

.....,200...

Penilai,

Aktivitas Pembelajaran 2

Perhatikan gambar berikut!

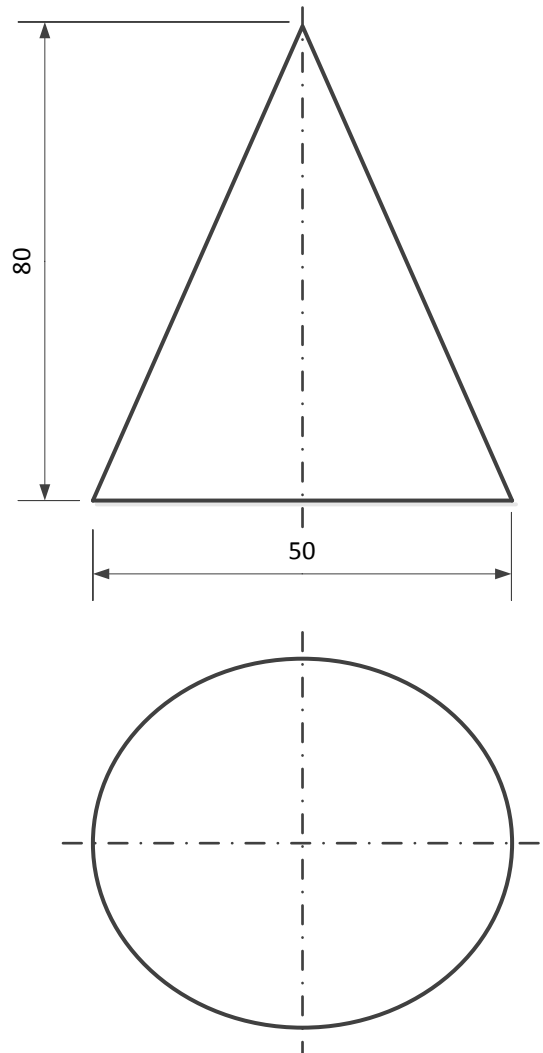


Setelah anda memperhatikan gambar di atas, yang anda harus lakukan adalah membuat gambar bukaan/bentangan dari gambar tersebut. Hasil pekerjaan anda dibuat dalam lembar kerja praktik 2 (LK – 02.P).

No. Bagian	Nama Bagian	Jumlah	Bahan	Keterangan
		SKALA 1 : 1	Digamb	
			Diperiksa	
			Dilihat	
			Visa	

Aktivitas Pembelajaran 3

Perhatikan gambar berikut!



Setelah anda memperhatikan gambar di atas, yang anda harus lakukan adalah membuat gambar bukaan dari gambar tersebut. Hasil pekerjaan anda dibuat dalam lembar kerja praktik 3 (LK – 03.P).

No. Bagian	Nama Bagian	Jumlah	Bahan	Keterangan
		SKALA 1 : 1	Digamb	
			Diperiksa	
			Dilihat	
			Visa	

Lembar Penilaian Hasil

Nama Pekerjaan :
 Nama Peserta :
 No. I.D. Peserta :
 Lama Pengerjaan : Mulai tanggal pukul
 Selesai tanggal pukul

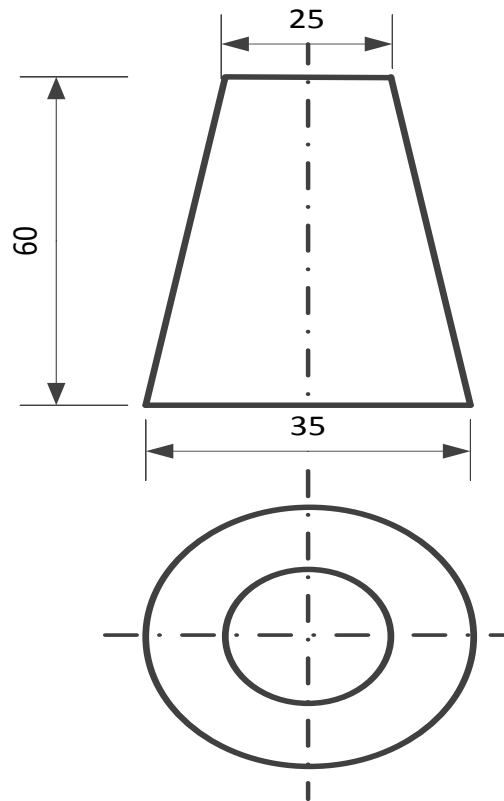
NO	ASPEK YANG DINILAI	KRITERIA	SKOR MINIMUM	CHECK LIST	
				Benar	Salah
1.	Konstruksi garis	Ketebalan dan bentuk garis sesuai ISO	10		
2.	Konstruksi geometri	Sambungan garis rapi dan setiap perpotongan tepat	20		
3.	Ukuran gambar	Ukuran gambar sesuai yang diminta	20		
4.	Bentuk Gambar	Bentuk sesuai yang diminta	20		
5.	Huruf, angka dan Etiket gambar	Tinggi dan, bentuk sesuai aturan	10		
6.	Tata letidak gambar	Seimbang dan harmonis	10		
7.	Kebersihan dan kerapian	Bersih dan rapi	5		
8.	Waktu	Maksimum 2 jam	5		

.....,200...

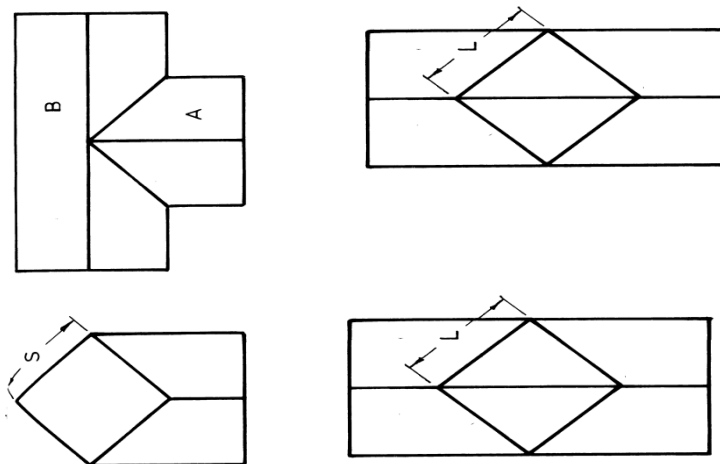
Penilai,

Aktivitas Pembelajaran 4

Perhatikan gambar berikut



Setelah anda memperhatikan gambar di atas, yang anda harus lakukan adalah membuat gambar bukaan dari gambar tersebut. Hasil pekerjaan anda dibuat dalam lembar kerja praktik 4 (LK – 04.P).



No. Bagian	Nama Bagian	Jumlah	Bahan	Keterangan
		SKALA 1 : 1	Digamb	
			Diperiksa	
			Dilihat	
			Visa	

Lembar Penilaian Hasil

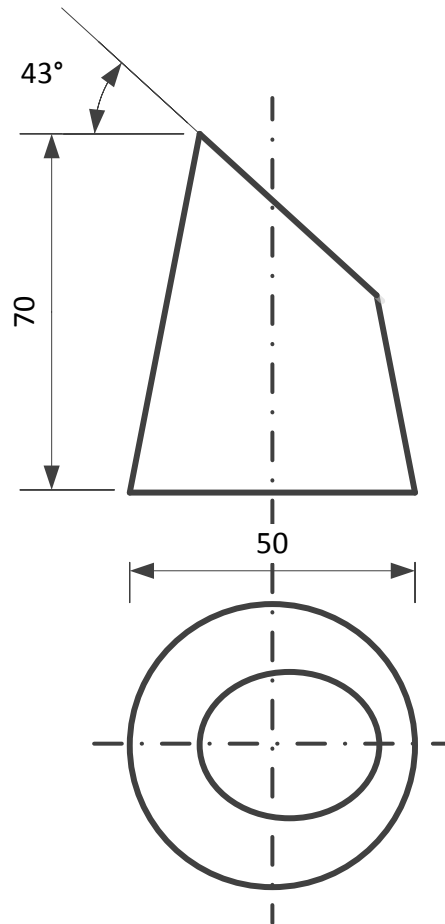
Nama Pekerjaan :
 Nama Peserta :
 No. I.D. Peserta :
 Lama Pengerjaan : Mulai tanggal pukul
 Selesai tanggal pukul

NO	ASPEK YANG DINILAI	KRITERIA	SKOR MINIMUM	CHECK LIST	
				Benar	Salah
1.	Konstruksi garis	Ketebalan dan bentuk garis sesuai ISO	10		
2.	Konstruksi geometri	Sambungan garis rapi dan setiap perpotongan tepat	20		
3.	Ukuran gambar	Ukuran gambar sesuai yang diminta	20		
4.	Bentuk Gambar	Bentuk sesuai yang diminta	20		
5.	Huruf, angka dan Etiket gambar	Tinggi dan, bentuk sesuai aturan	10		
6.	Tata letidak gambar	Seimbang dan harmonis	10		
7.	Kebersihan dan kerapian	Bersih dan rapi	5		
8.	Waktu	Maksimum 2 jam	5		

.....,200...

Penilai,

Aktivitas Pembelajaran 5



Setelah anda memperhatikan gambar di atas, yang anda harus lakukan adalah membuat gambar bukaan dari gambar tersebut. Hasil pekerjaan anda dibuat dalam lembar kerja praktik 5 (LK – 05.P).

No. Bagian	Nama Bagian	Jumlah	Bahan	Keterangan	
		SKALA 1 : 1	Digamb		
			Diperiksa		
			Dilihat		
			Visa		

Lembar Penilaian Hasil

Nama Pekerjaan :
 Nama Peserta :
 No. I.D. Peserta :
 Lama Pengerjaan : Mulai tanggal pukul
 Selesai tanggal pukul

NO	ASPEK YANG DINILAI	KRITERIA	SKOR MINIMUM	CHECK LIST	
				Benar	Salah
1.	Konstruksi garis	Ketebalan dan bentuk garis sesuai ISO	10		
2.	Konstruksi geometri	Sambungan garis rapi dan setiap perpotongan tepat	20		
3.	Ukuran gambar	Ukuran gambar sesuai yang diminta	20		
4.	Bentuk Gambar	Bentuk sesuai yang diminta	20		
5.	Huruf, angka dan Etiket gambar	Tinggi dan, bentuk sesuai aturan	10		
6.	Tata letidak gambar	Seimbang dan harmonis	10		
7.	Kebersihan dan kerapian	Bersih dan rapi	5		
8.	Waktu	Maksimum 2 jam	5		

.....,200...

Penilai,

E. Rangkuman

F. Tes Formatif

1. Jelaskan bagaimana cara melukis gambar bentangan dengan menggunakan metode parallel.
2. Jelaskan bagaimana cara melukis gambar bentangan piramid!
3. Jelaskan bagaimana cara melukis gambar bentangan kerucut!

G. kunci jawaban

1. Cara melukis gambar bentangan dengan menggunakan metoda parallel adalah:
 - a. Dengan memproyeksikan setiap titik bentuk geometri yang tidak sejajar dari satu titik secara melingkar atau dengan menggunakan puncak sebagai titik pusatnya.
 - b. Harus mencari dulu panjang yang sebenarnya dari sisi miring yang dimaksud.
2. Cara melukis gambar bentangan pyramid adalah:
 - a. Membuat gambar piramid dalam gambar tampak depan dan tampak atas dengan benar dan teliti.
 - b. Menentukan garis mana saja yang sudah merupakan panjang sebenarnya.
 - c. Membuat busur lingkaran dari titik 0 (titik 0 boleh di tempat lain) dengan ukuran radius panjang sebenarnya.
 - d. Membuat garis radial yang merupakan permulaan pembuatan bentangan piramid, misalnya garis 0-1, sampai berpotongan dengan lingkaran yang telah dibuat di titik 1. Dari titik ini, ukurlah garis 1-2 dan pindahkan serta potongkan dengan busur lingkaran sehingga diperoleh titik 2. Hubungkan atau tarik garis dari titik 2 tersebut ke titik 0 sehingga terbentuk garis 0-2. Lakukan untuk garis yang lain sampai selesai, sehingga diperoleh bentuk gambar bentangannya.
3. Cara melukis gambar bentangan kerucut adalah:
 - a. Membuat gambar pandangan depan dan pandangan atas dari kerucut dengan ukuran tinggi dan diameter alas yang sesuai untuk mendapatkan panjang garis sebenarnya dari sisi kerucut.
 - b. Membuat garis busur dengan radius panjang garis sebenarnya.
 - c. Membagi lingkaran yang merupakan alas dari kerucut menjadi 12 bagian yang sama besar.
 - d. Memindahkan 12 bagian busur lingkaran dari hasil pembagian lingkaran pada busur bentangan sampai menjadi 12 bagian yang sama besar sampai diperoleh gambar bentangan kerucut .

KEGIATAN PEMBELAJARAN 5 : PEMBUATAN GAMBAR BENTANGAN DENGAN METODE SEGITIGA

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah anda menyelesaikan kegiatan pembelajaran ini, diharapkan anda memiliki kemampuan dalam membuat gambar bentangan benda kerja *ducting system* menggunakan metode segi tiga.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)

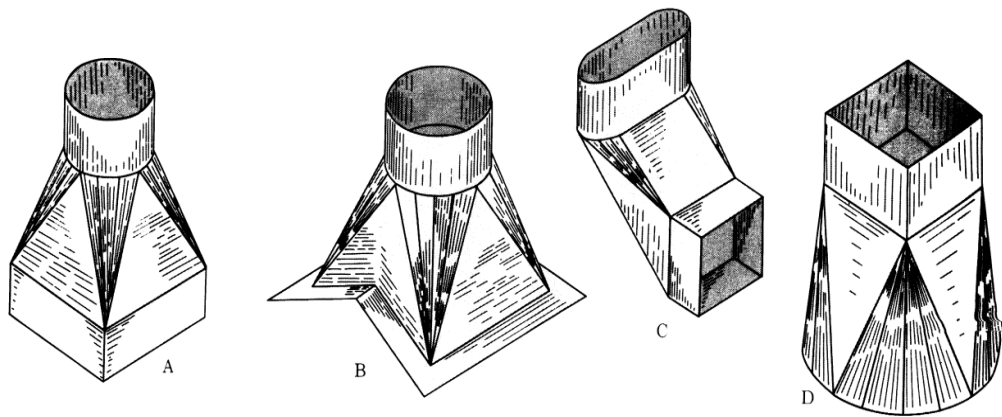
1. Menjelaskan cara melukis gambar bentangan dengan menggunakan metode segitiga.
2. Melukis gambar bentangan benda kerja *ducting system* menggunakan metode segi tiga.

C. Uraian Materi

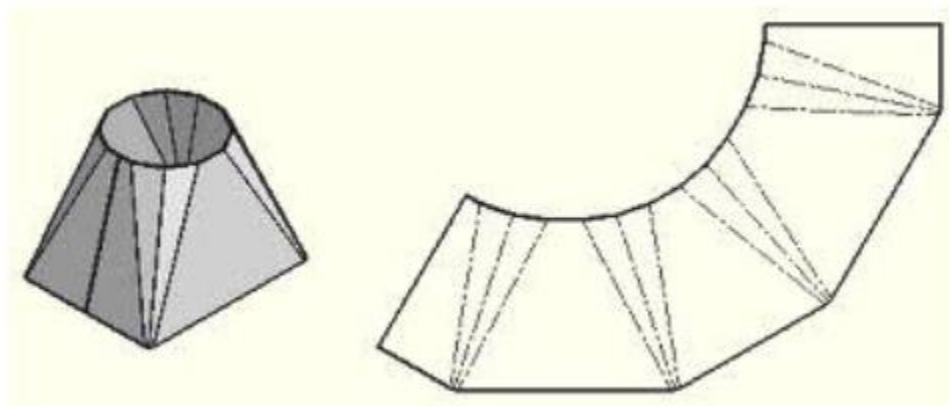
Bahan Bacaan 1 : Gambaran tentang Metode Segitiga

Metoda segi tiga digunakan untuk membuat pola benda bentuk transisi yang sulit atau tidak mungkin dibuat dengan metoda paralel atau metoda radial. Bentuk transisi adalah bentuk permukaan, ukuran dan posisi yang berbeda. Benda bentuk transisi adalah benda yang mempunyai permukaan gabungan dari bentuk yang berbeda, seperti bentuk datar, lengkung dan bentuk lainnya. Pola benda dengan bentuk permukaan gabungan tersebut dapat digambar dengan bentangan metoda segi tiga. Dengan demikian dapat dikatidakan bahwa teknik atau metode segitiga dalam proses pembuatan bentangan digunakan untuk benda-benda kombinasi.

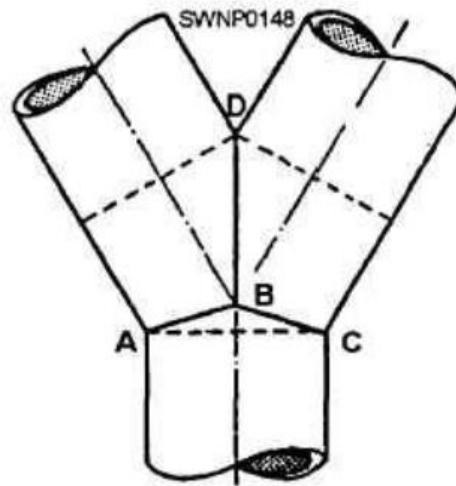
Ada dua bentuk kombinasi yaitu bentuk transisi dan interseksi. Bentuk transisi adalah suatu benda yang mempunyai dua bidang permukaan yang berbeda antara bentuk atas dan bawah. Seperti atas berbentuk lingkaran sedangkan bawah berbentuk segi empat. Adapun bentuk interseksi adalah sebuah bentuk yang merupakan gabungan dari dua buah benda dengan bentuk yang sama atau berbeda dan saling berhubungan, seperti pipa bercabang, dll.



Gambar 5. 1 Bentuk-Bentuk Benda Transisi



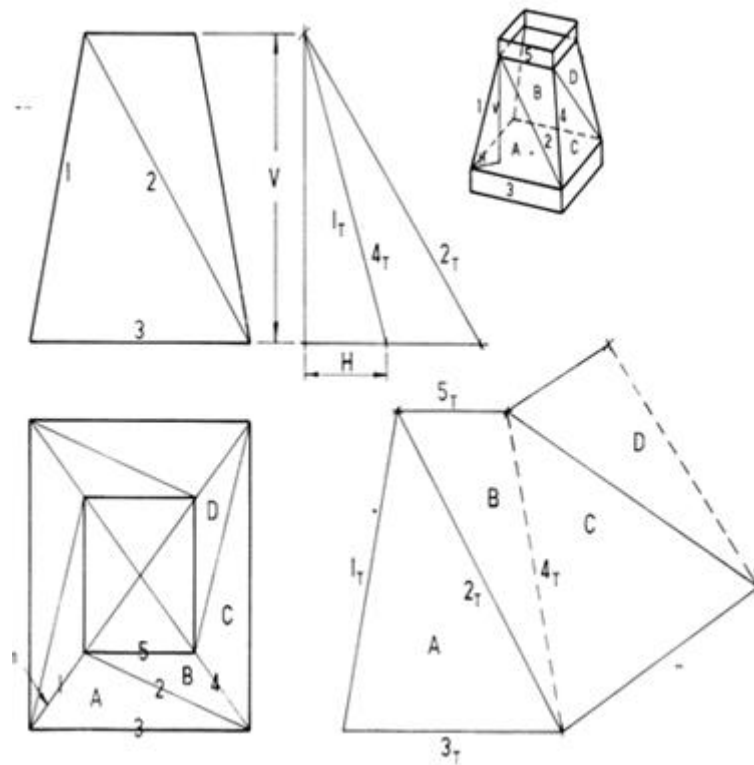
Gambar 5. 2 Bentangan Benda Transisi



Gambar 5. 3 Bentuk Interseksi

Menentukan Panjang Sebenarnya Sisi Miring.

Pembuatan gambar bentangan menggunakan metoda segi tiga adalah dengan cara membagi bidang permukaan menjadi beberapa segi tiga seperti gambar di bawah. Berdasarkan bentuk-bentuk segi tiga tersebut, dapat ditentukan panjang sebenarnya dari sisi miring.



Gambar 5. 4 Bentangan Dengan Metode Segitiga

Garis 1 adalah garis sisi miring. Garis vertikal V adalah tinggi garis 1 dari pandangan depan, dan garis horizontal H adalah panjang garis 1 dari pandangan atas. Garis V dan H adalah saling tegak lurus.

Berdasarkan segi tiga bidang A, garis 3 adalah panjang sebenarnya sebab sejajar dengan bidang horizontal. Garis 1 bukan panjang sebenarnya sebab garis tersebut tidak sejajar dengan bidang vertikal dari pandangan depan atau bidang horizontal dari pandangan atas. Garis 2 bukan panjang sebenarnya sebabnya sama dengan garis 2.

Untuk mendapatkan panjang sebenarnya dari garis sisi miring 1 dan 2 adalah sebagai berikut :

- Proyeksikan tinggi garis vertikal 1 (setinggi V) dari pandangan depan ke kanan untuk diagram panjang sebenarnya.
- Lingkarkan atau putar garis 1 dan 2 dengan titik pusat 0 hingga membuat garis horizontal 0-1' dan 0-2'.

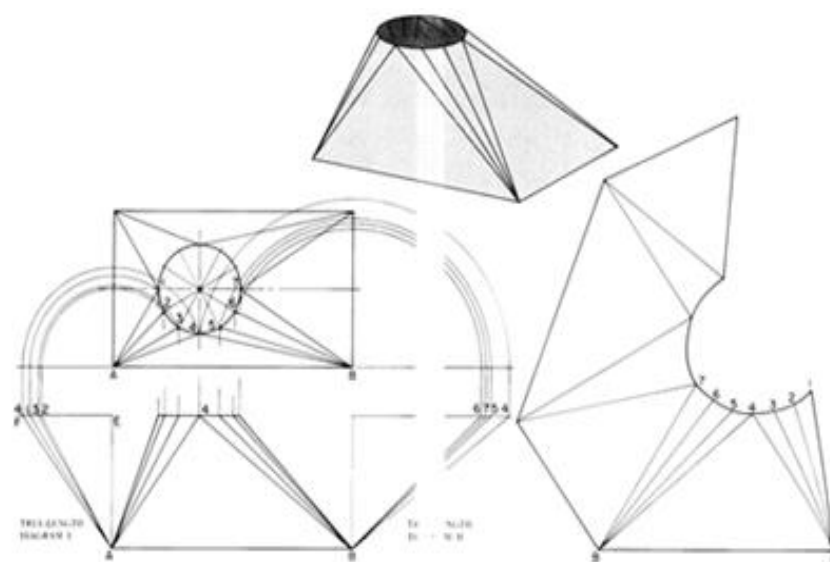
- c. Pindahkan garis sejarak 0-1' dan 0-2' ke garis dasar gambar diagram panjang sebenarnya. (gambar kanan).
- d. Hubungkan titik 1' dan 2' ke puncak garis (titik 0').
- e. Garis 0'1' (H) adalah panjang sebenarnya dari garis sisi miring 1, dan garis 0'2' adalah panjang sebenarnya dari garis sisi miring 2.

Untuk membuat pola bentangan dari bentuk transisi segi empat diatas adalah sebagai berikut :

- a. Mulai dari sambungan atau garis 1, buatlah segi tiga A dengan ukuran sisi-sisinya menurut ukuran panjang sebenarnya.
- b. Sambunglah dengan segi tiga lainnya, yaitu segi tiga B, C, D, dan seterusnya sesuai kebutuhan bentuk transisi segi empat.

Bahan Bacaan 2 : Bentangan transisi lingkaran dengan empat persegi panjang

Gambar 5.5 di bawah ini merupakan sebuah benda transisi dengan puncak yang berbentuk lingkaran dan alasnya berbentuk empat persegi panjang. Benda dengan bentuk seperti itu dapat digambar polanya dengan bentangan metoda segi tiga.



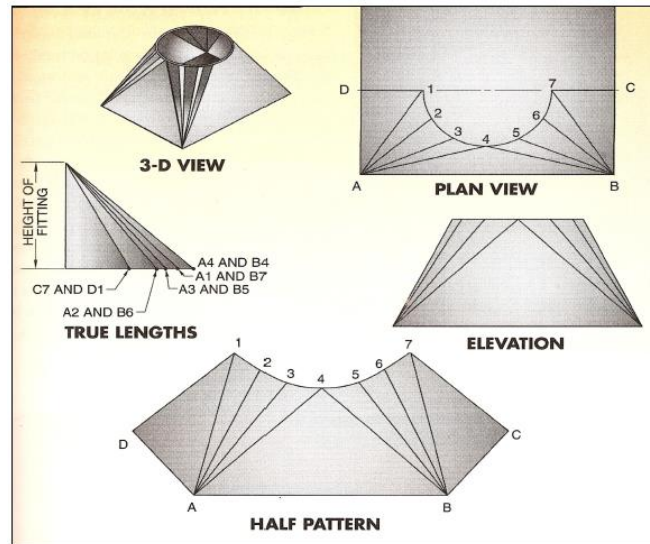
Gambar 5. 5 Benda Transisi Lingkaran Dan Empat Persegi Panjang

Untuk membuat pola bentangannya adalah sebagai berikut :

- Buatlah pandangan depan dan atas serta diagram panjang sebenarnya.
- Bagilah pandangan atas menjadi 12 bagian yang sama dan ditandai.
- Setiap bagian puncak hubungkan dengan masing-masing alas, yaitu 1 – 4 dengan titik A dan 4 – 7 dengan titik B. Kemudian gambarlah garis A2, A3, dst, sehingga membentuk segi-tiga-segi tiga.
- Tentukan panjang garis sebenarnya dari masing-masing sisi miring, berdasarkan gambar diagram panjang sebenarnya. Proyeksikan titik-titik pandangan atas dengan melingkarkan pada garis EF. Hubungkan semua titik pada garis EF dengan titik A pada diagram I dan titik B pada diagram II. Garis A1, A2, A3, A4 pada diagram I dan B4, B5, B6, B7 pada diagram II adalah panjang sebenarnya dari sisi miring.
- Buatlah bentangan mulai dari segitiga A-1-2, dan seterusnya dengan masing-masing sisi segi tiga adalah ukuran sebenarnya. Jarak 1-2 dan seterusnya serta jarak A-B, dan seterusnya dapat diambil dari pandangan atas.
- Hubungkan semua titik dengan rapi, dan ditebalkan.

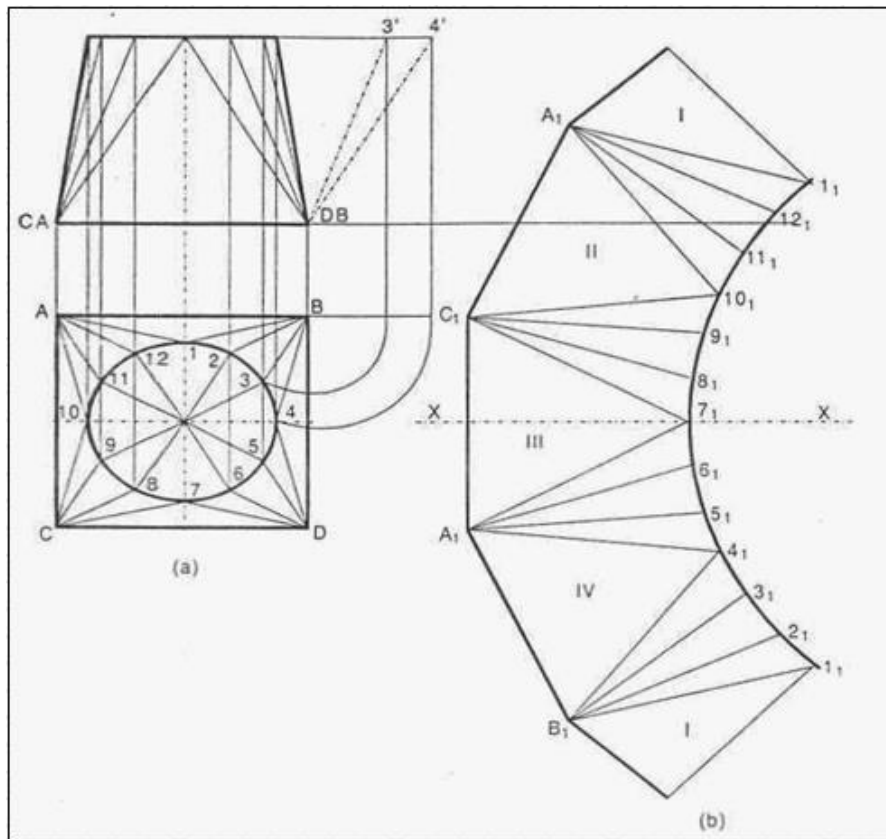
Bentangan Corong dengan Alas Segi Empat (Transformer)

Gambar 5.6 berikut memberikan ilustrasi tentang benda tranformer dalam berbagai pandangan.

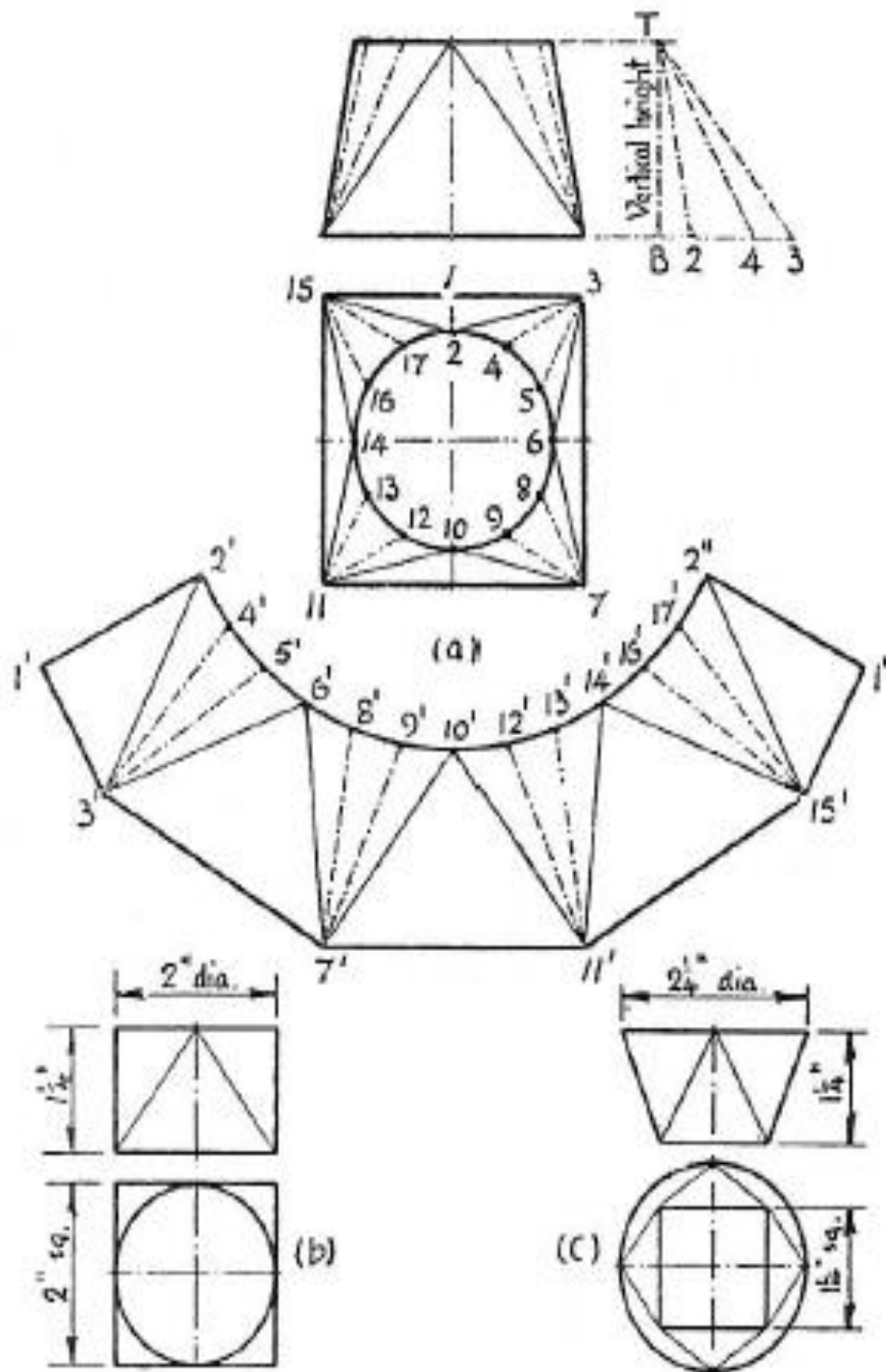


Gambar 5. 6 Ilustrasi Sebuah Benda Transformer

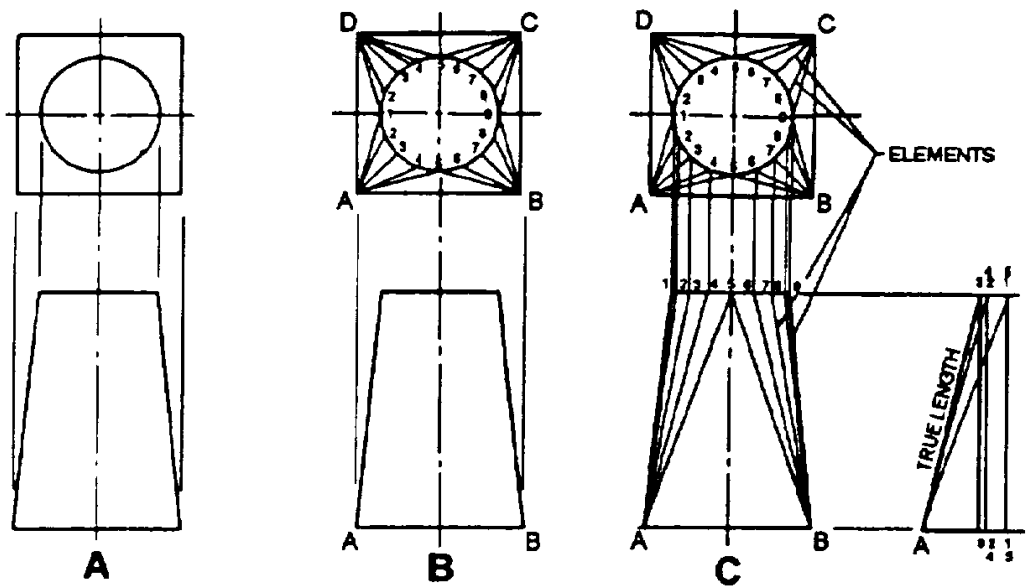
Gambar 5.7 adalah sebuah bukaan dan suatu corong dengan alas segi empat dan ujungnya berbentuk lingkaran. Lingkaran pada Gambar 5.6 dibagi menjadi 12 bagian yang sama besar. Dengan pusat lingkaran di titik B, buat lingkaran di titik 3 dan titik 4, kemudian tarik garis tegak lurus, maka diperoleh titik 3' dan titik 4'. Panjang garis B₃ dan B₄, adalah panjang yang sebenarnya. Buat garis sumbu x-x dan buat CD tegak lurus x-x. Buat garis D₁7₁ dan C₁7₁, garis tersebut sama panjang dengan garis B₄'. Buat lingkaran di titik 7, dengan jari-jari 1-2, dan buat lingkaran di titik D₁, dengan jari-jari B₃, hingga diperoleh titik 6₁. Buat lingkaran di titik 6₁, dengan jari-jari 1-2 dan buat lingkaran di titik D₁, jari-jari B₃, hingga diperoleh titik 5₁. Dengan pusat di titik D₁ buat lingkaran dengan jari-jari B₄, dan di titik 5₁ dibuat lingkaran dengan jari-jari 1-2 diperoleh titik 4₁. Demikian seterusnya sehingga garis 1₁-1₁ sama dengan keliling lingkaran.



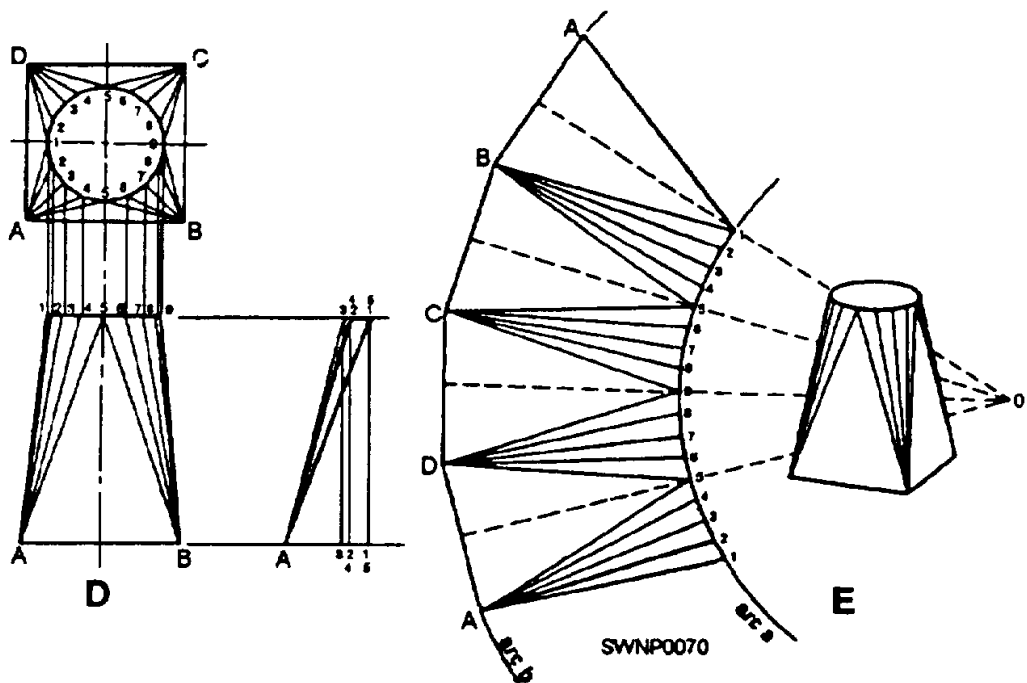
Gambar 5. 7 Bukaan Suatu Corong Dengan Alas Segi Empat Dan Ujungnya Berbentuk Lingkaran



Gambar 5.7 1 Bentuk Lain Dari Bukan Benda Transformer



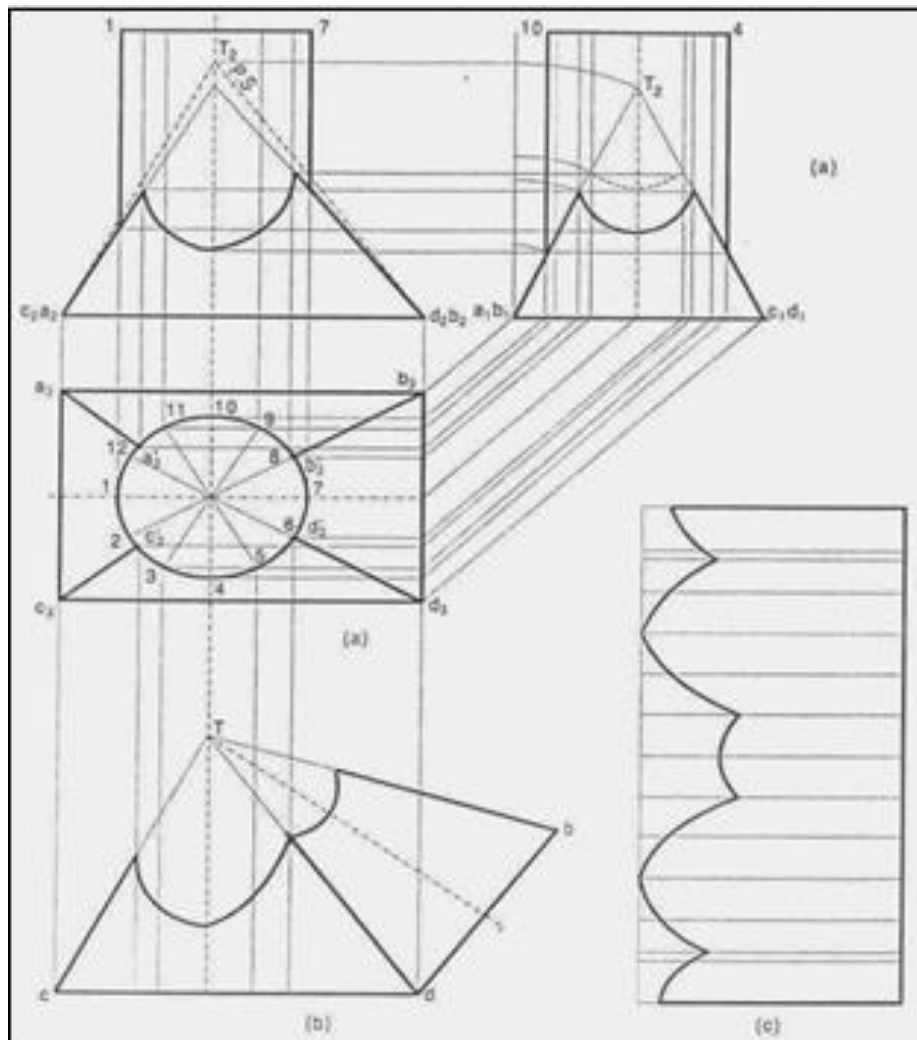
Gambar 5.7 2 Langkah-Langkah Membuat Bentangan Transformer



Gambar 5.7 3 Bentuk Bentangan Transformer

Bahan Bacaan 3 : Bentangan Sebuah Piramida yang Disambung dengan Silinder

Gambar 5.8 adalah sebuah piramida yang disambung dengan silinder. Dengan pusat di titik b_1 , lingkarkan titik T_1 dan tarik garis mendatar sehingga diperoleh titik T_2 . Garis b_2T_2 adalah panjang sisi yang sebenarnya. Bukan dari piramida ditunjukkan pada gambar 5.8 b yang hanya ditunjukkan separo, sedangkan Gambar 57 c adalah bukaan dari sebuah silinder yang disambungkan.

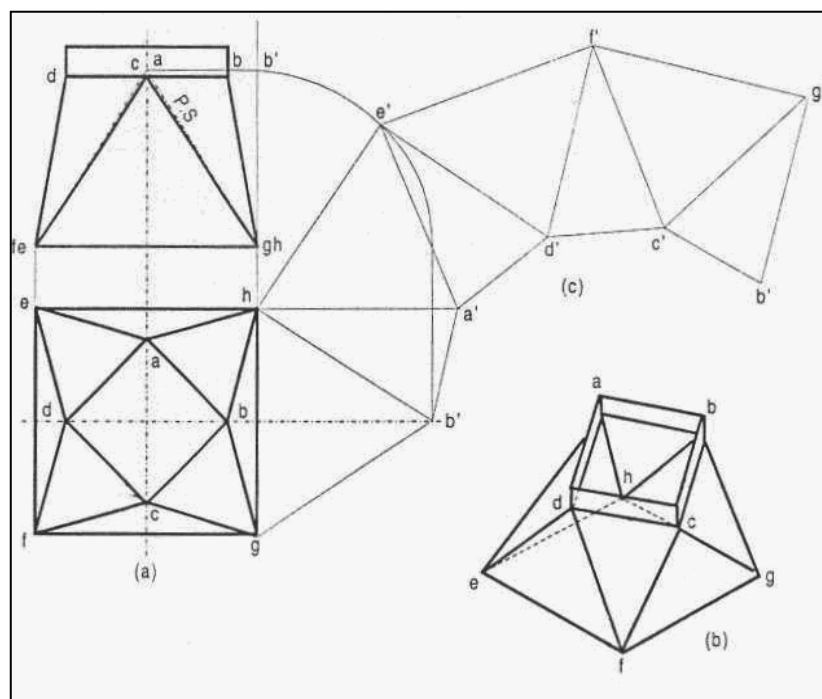


Gambar 5. 8 Bentangan Sebuah Prisma Yang Disambung Dengan Silinder

Bahan Bacaan 4 : Bentangan Sebuah Corong Segi Empat

Gambar 5.9 adalah bukaan sebuah corong segi empat. Gambarlah beberapa contoh pandangan dalam proyeksi dari corong tersebut, kemudian cari panjang sisi yang sebenarnya. Caranya, buat busur lingkaran di titik g dengan jari-jari gb sehingga diperoleh titik b'. Dari titik b' tersebut ditarik garis mendatar ke sumbu tegak sehingga diperoleh titik b". Hubungkan titik b" dengan titik g maka panjang garis tersebut adalah panjang sisi yang sebenarnya.

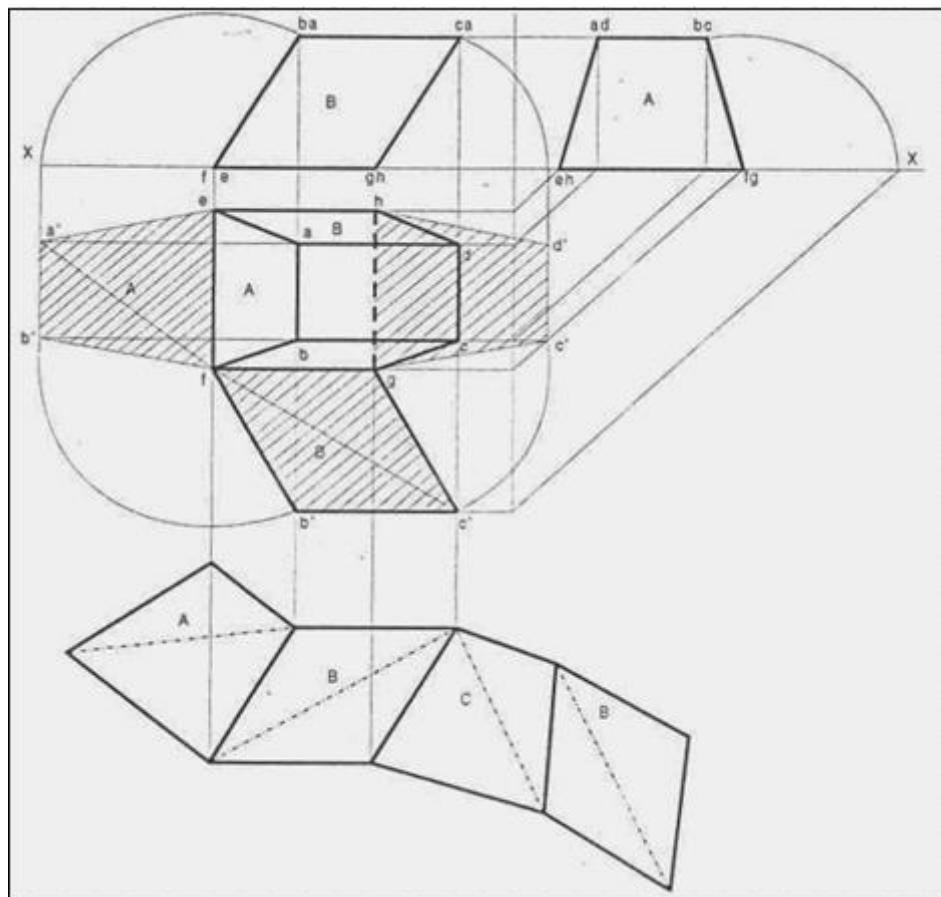
Cara menggambar bukaan corong tersebut adalah dengan membuat garis tegak maupun mendatar. Dengan menggunakan jangka ukurkan panjang garis gh ke garis tersebut. Buat garis tegak lurus melalui pertengahan garis gh, kemudian ukurkan garis tinggi corong tersebut sehingga diperoleh titik b' pada garis tinggi. Hubungkan titik b' dengan titik g dan h, segi tiga tersebut adalah salah satu bidang dari corong. Dengan menggunakan jangka, ukurkan panjang ab. Buat busur lingkaran di titik b' dengan jari-jari ab, kemudian buat busur lingkaran di titik h dengan jari-jari hb", maka diperoleh titik a'. Buat busur lingkaran di titik h dan a' dengan jari-jari hb" hingga diperoleh titik e'. Lakukan dengan cara yang sama hingga diperoleh bentuk bukaan corong tersebut.



Gambar 5.9 Bukaan Sebuah Corong Segi Empat

Bahan Bacaan 5 : Bentangan Corong Segi Empat dengan Proyeksi Eropa

Gambar 5.10 menunjukkan bukaan corong segi empat dari bahan pelat dengan proyeksi Eropa (*first angle projection*). Sebagai dasar adalah segi empat yang mendatar. Corong tersebut kemudian digambar pada bidang proyeksi masing-masing. Untuk memperoleh sisi yang sebenarnya dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut. Buat garis $e-a'$ dengan cara membuat busur lingkaran dengan pusat di titik e dengan jari-jari $e-a$. Kemudian tarik garis tegak lurus dari sumbu $x-x$. Perpanjangan garis $d-a$ akan berpotongan dengan garis tersebut di titik a' .



Gambar 5. 10 Gambar Bukaan Corong Segi Empat Dengan Proyeksi Eropa

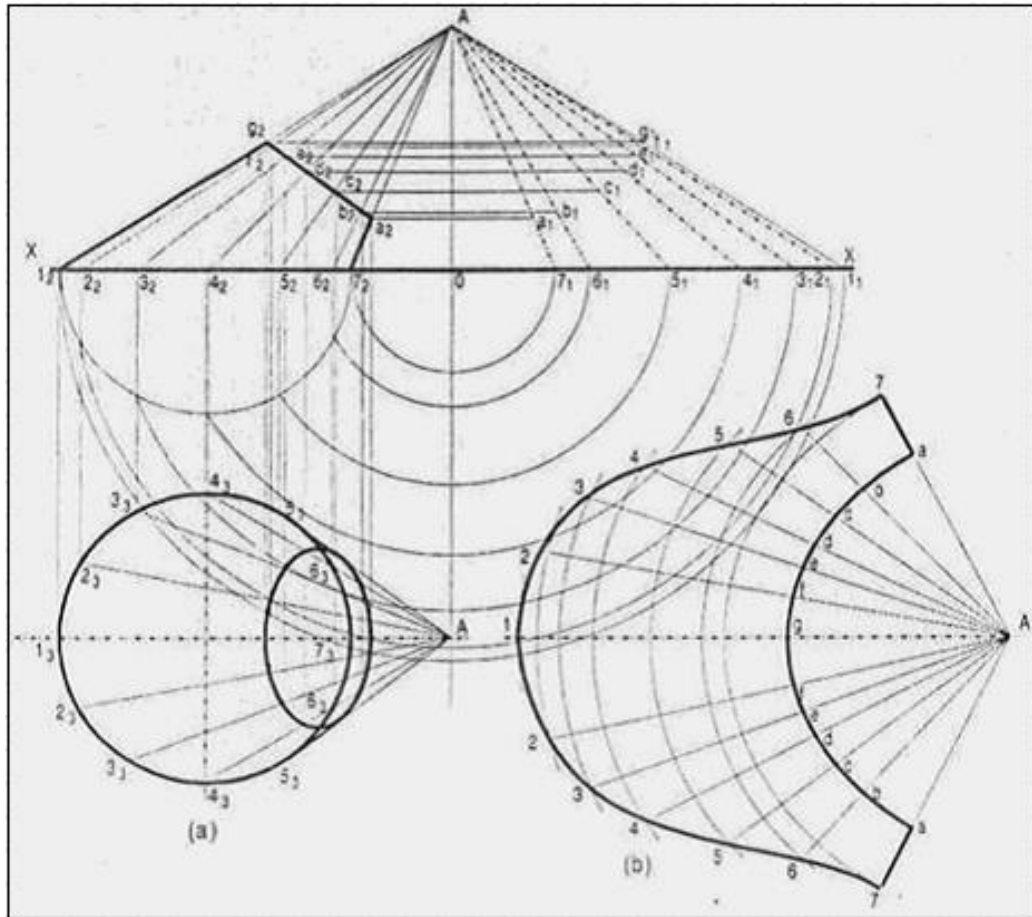
Selain itu perpanjangan garis $c-b$ berpotongan dengan garis tersebut di titik b' . Hubungkan titik a' dengan a serta b' dengan b maka segi empat $ea'b'f$ adalah

bidang A yang sebenarnya. Cara yang sama dapat dilakukan untuk memperoleh bidang B yang sebenarnya. Buat busur lingkaran dengan jari-jari g-c dengan pusat lingkaran di titik g.

Busur tersebut berpotongan dengan x-x. Dari titik ini tariklah garis dengan sudut 45° dengan sumbu rraendatar sehingga berpotongan dengan sumbu tegak. Kemudian tarik garis mendatar dari titik tersebut sehingga berpotongan dengan garis dc di titik c'. Selain itu juga berpotongan dengan perpanjangan garis a-b' di titik b'. Tarik garis dari titik c' ke c dan dari titik b' ice b sehingga segi empat b'c'gf adalah bidang B yang sebenarnya.

Bahan Bacaan 6 : Bentangan Kerucut Miring yang Terpotong Miring

Pada Gambar 5.11 di bawah ini merupakan gambar sebuah kerucut miring dan dipotong miring. Agar gambar bentangannya dapat dibuat, maka cara yang harus dilakukan adalah dengan membuat lingkaran perpotongan pada pandangan atas, dan membaginya menjadi 12 bagian yang sama besar. Dengan menggunakan pusat di titik O, buat busur lingkaran di titik-titik bagi tersebut ke sumbu x-x, dan tandai dengan angka 1_1 , 2_1 , dan seterusnya. Setelah itu, tarik garis-garis ke titik A. Maka garis-garis 7_1A , 6_1A , 5_1A , 4_1A , 3_1A , 2_1A , dan garis 1_1A adalah panjang yang sebenarnya. Bukaan dari kerucut tersebut ditunjukkan pada Gambar 59. Dengan pusat di titik A, buat lingkaran 1 dengan jari-jari 1_1A , lingkaran 2 dengan jari-jari 2_1A , lingkaran 3 dengan jari-jari 3_1A , hingga lingkaran 7 dengan jari-jari 7_1A . Dari titik 1, 2, 3, 4, 5, 6 dibuat lingkaran dengan jari-jari $1_22'$. Ukurkan panjang sisi yang sebenarnya pada garis-garis 7_1 , 6_1 , 5_1 , hingga 1_1 . Titik-titik 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 dihubungkan, demikian juga titik-titik a, b, c, dan seterusnya dihubungkan.

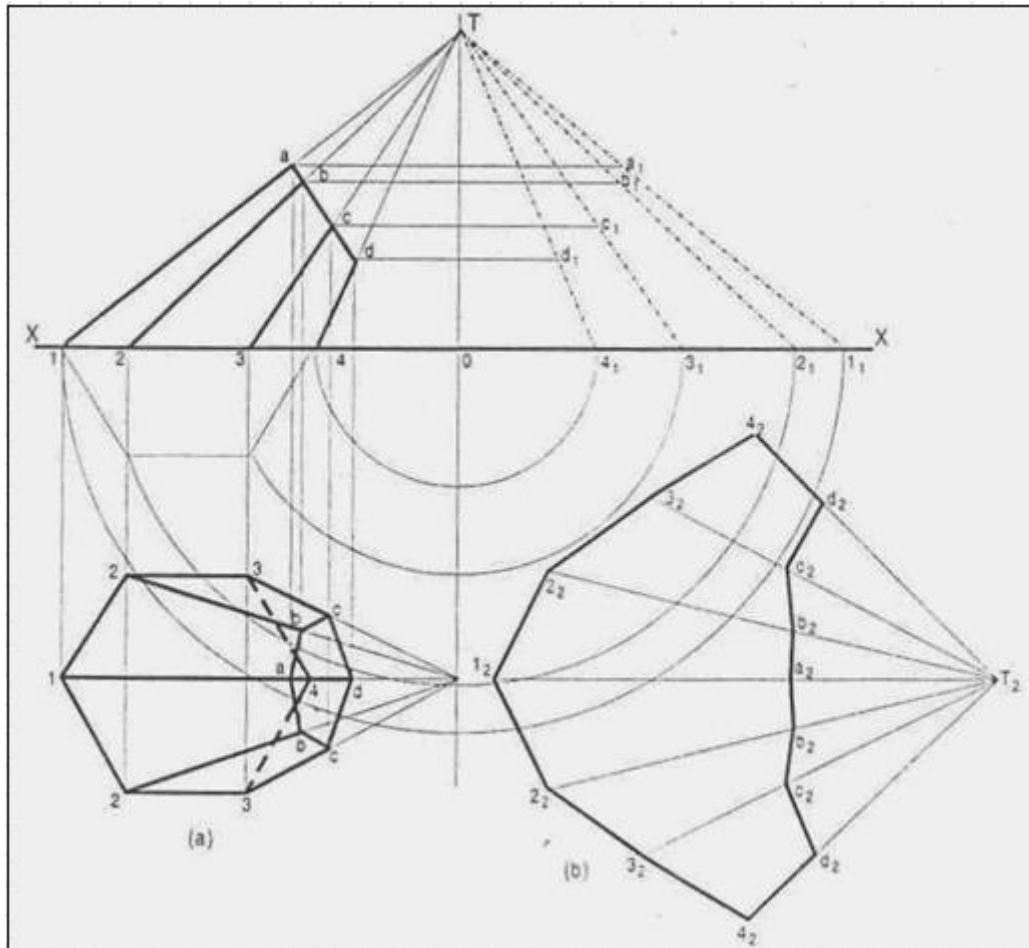


Gambar 5. 11 Bukaan Kerucut Miring Yang Terpotong Miring

Bahan Bacaan 7 : Bentangan Piramida Segi Enam Miring yang Terpotong Miring

Gambar 5.12 (a) menunjukkan gambar sebuah piramida dengan alas berbentuk segi enam. Piramida tersebut dipotong oleh sebuah bidang yang miring terhadap sumbu x-x. Untuk menggambar bukaan dari piramida tersebut, kita harus tahu panjang sisi yang sebenarnya. Panjang sisi 1_1T dan 4_1T adalah panjang yang sebenarnya, tetapi belum mengetahui panjang 2_1T dan 3_1T yang sebenarnya. Untuk menggambar diperlukan juga panjang 2_1T dan 3_1T yang sebenarnya. Untuk memperoleh panjang sebenarnya, caranya adalah sebagai berikut. Lingkarkan titik-titik 1, 2, 3, dan 4 dengan pusat lingkaran di titik o ke sumbu x-x. Diperoleh

titik 1_1 , 2_1 , 3_1 , dan 4_1 Titik 4_1 , 3_1 , 2_1 , dan 1_1 dihubungkan dengan titik T maka panjang 4_1T , 3_1T , 2_1T dan 1_1T adalah panjang yang sebenarnya.



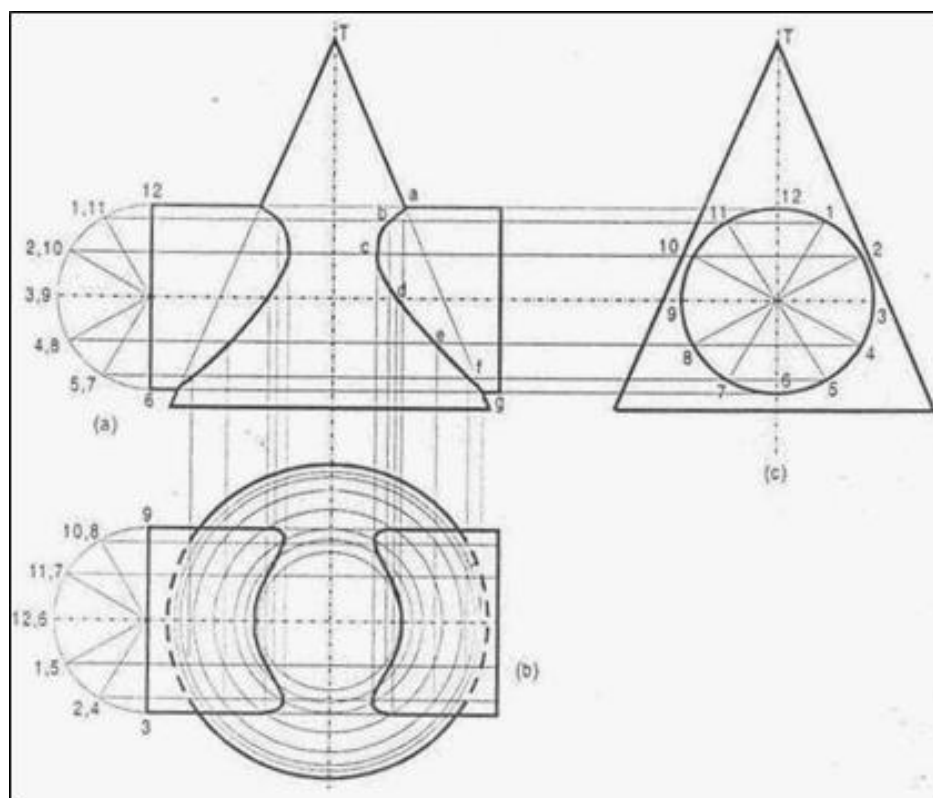
Gambar 5. 12 Prisma Segi Enam Miring Terpotong Miring Dan Bentangnya

Gambar 5.12 (b) adalah bukaan dari piramida. Cara menggambarinya adalah sebagai berikut. Buat garis 1_2T_2 sepanjang 1_1T_1 , kemudian buat lingkaran di titik 1_2 dengan panjang jari-jari sama dengan panjang dari salah satu sisi segi enam. Buat lingkaran di titik T_2 dengan jari-jari 2_1T_1 sehingga berpotongan di titik 2_2 . Buat lingkaran di titik 2_2 dengan jari-jari 1-2, kemudian buat lingkaran dengan jari-jari 3_1T_1 dengan pusat lingkaran di titik T dan berpotongan di titik 3_2 . Buat lingkaran di titik 3_2 dengan jari-jari 1-2, kemudian buat lingkaran di Mik T dengan jari-jari 4_1T_1 sehingga berpotongan di titik 4_2 . Bila titik-titik tersebut dihubungkan satu sama lain

merupakan bukaan dari alasnya. Sekarang ukurkan panjang sisi-sisi 4_2d_2 sama dengan 4_1d_1 , 3_2c_2 sama dengan 3_1c_1 , 2_2b_2 sama dengan 2_1b_1 , dan panjang 1_2a_2 sama dengan 1_1a_1 . Kemudian titik-titik a_2, b_2, c_2 , dan seterusnya dihubungkan.

Bahan Bacaan 8 : Menggambar Bentangan/bukaan Kerucut dengan Silinder

Gambar 5.13 berikut merupakan bentuk gambar proyeksi dari sebuah kerucut yang ditembus oleh sebuah silinder.



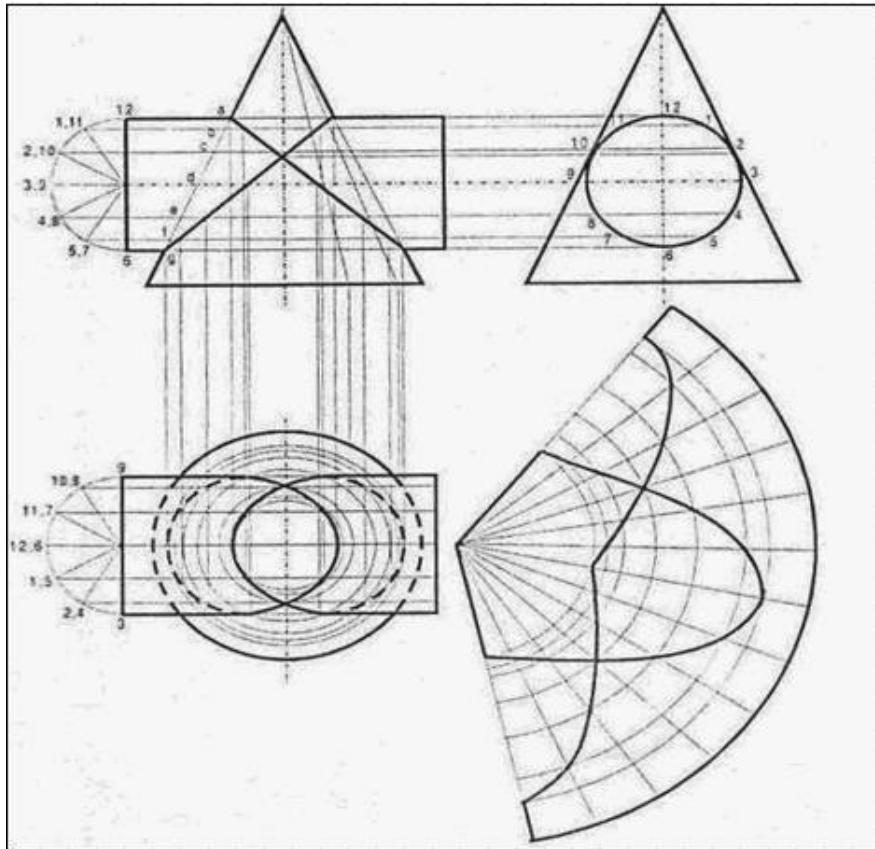
Gambar 5. 13 Gambar Proyeksi Kerucut Yang Ditembus Silinder

Dalam pandangan atas dibuat busur lingkaran pada silinder, kemudian dibagi 6 bagian yang sama pula. Buat lingkaran-lingkaran dengan jari-jari dari sumbu tegak ke titik-titik potong, sehingga akan diperoleh lingkaran 12, 1-11, 2-10, 3-9, 4-8, 5-7, dan lingkaran 6. Titik yang terdapat pada busur lingkaran dihubungkan dengan lingkaran-lingkaran. Titik 9 harus dihubungkan dengan lingkaran 9, titik 10

dihubungkan dengan lingkaran 10, titik 11 dihubungkan dengan lingkaran 11, dan seterusnya. Apabila titik potong tersebut dihubungkan maka garis tersebut adalah garis pertemuan dari silinder dengan lingkaran. Dengan cara yang sama kita rriendapatkan garis pertemuan yang terdapat pada pandangan depan.

Untuk membuat bentangan dari benda silinder, langkah yang harus dilakukan adalah dengan membagi lingkaran dari silinder menjadi 12 bagian yang sama besar. Setelah itu tarik garis-garis mendatar ke pandangan depan sehingga terdapat beberapa bagian yang sama. Adapun untuk untuk membuat bentangan benda kerucutnya adalah membuat lingkaran dengan jari-jari salah satu sisi dari kerucut tersebut dan membaginya menjadi 12 bagian yang sama besar. Kemudian dengan menggunakan panjang sebenarnya dari sisi miring sebagai jari-jari, buat buat sebuah busur lingkaran dari titik T dan bagi menjadi 12 bagian yang sama besar sesuai dengan pembagian pada alas kerucut. Anggap kerucut berada di sebelah 01. Hubungkan titik pembagi tersebut ke titik 0. Kemudian buat busur-busur lingkaran dengan jari-jari titik 0 ke masing-masing titik perpotongan. Titik perpotongan tersebut dihubungkan satu sama lain, seperti tampak pada Gambar 5.14.

Untuk mengetahui bentuk dari garis pertemuan silinder menembus kerucut seperti terlihat pada Gambar 5.14. Cara memperoleh gambar tersebut adalah sebagai berikut. Setelah menggambar ketiga buah pandangan, lingkaran yang terdapat dalam pandangan samping dibagi dalam 12 bagian yang sama (Gambar 5.13). Kemudian beri nomor mulai dari 1, 2, 3, dan seterusnya. Setelah itu buat lingkaran pertolongan pada penampang silinder yang terdapat pada pandangan depan. Busur tersebut dibagi menjadi 6 bagian yang sama. Buat garis horizontal dari titik 12 dihubungkan dengan 12. Kemudian titik 1-11 dengan 11 dan 1, titik 2-10 dengan 10 dan 2, titik 3-9 dengan 9 dan 3, demikian seterusnya. Garis-garis tersebut berpotongan dengan kerucut di a, b, c, d, e, f, dan g.



Gambar 5. 14 Bentangan Sebuah Kerucut Yang Ditembus Silinder

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pengantar

Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran (Diskusi Kelompok, 1 JP)

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama peserta diklat di kelompok Saudara untuk mengidentifikasi hal-hal berikut:

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran pembuatan bentangan dengan metode segi tiga? Sebutkan!
2. Bagaimana saudara mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!
4. Apa topik yang akan saudara pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!
5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh saudara sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
6. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh saudara sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan **LK-00**. Jika Saudara bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka Saudara bisa melanjutkan pembelajaran dengan mengamati gambar berikut ini.

LK - 00

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran pembuatan bentangan dengan metode segi tiga? Sebutkan!

.....
.....
.....
.....
.....

2. Bagaimana saudara mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....
.....
.....
.....
.....

3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....
.....
.....
.....
.....

4. Apa topik yang akan saudara pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....
.....
.....
.....
.....

5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh saudara sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

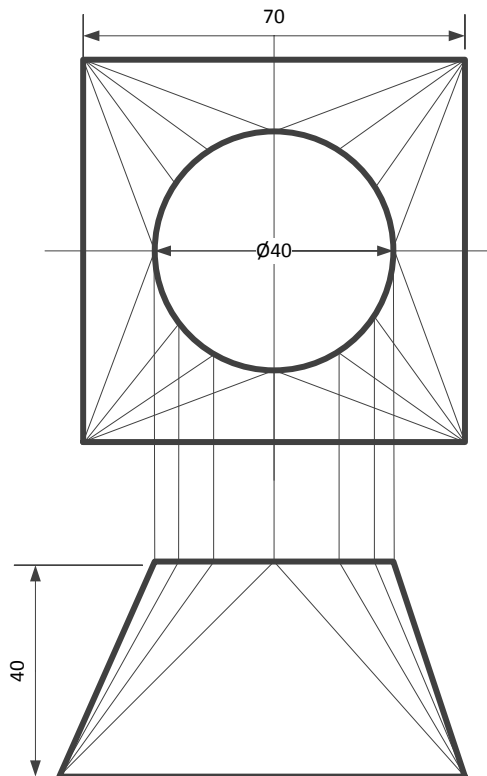
.....
.....
.....
.....
.....

6. Apa bukti yang harus diunjuk kerjakan oleh saudara sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

.....
.....
.....
.....
.....

Aktivitas Pembelajaran 1

Perhatikan gambar berikut!



Setelah anda mengamati gambar tersebut, langkah selanjutnya yang harus anda lakukan adalah membuat gambar bentangan dari benda seperti gambar tersebut. Sebelum anda membuatnya, anda diwajibkan untuk merencanakan langkah-langkah yang harus dilakukan dalam proses pembuatan benda tersebut, sehingga rencana tersebut dapat anda gunakan sebagai “guide” dalam proses pembuatan gambar. Anda harus bekerja dengan rencana atau langkah kerja yang anda buat. Oleh karena itu, sebelum melaksanakan pekerjaan tersebut anda harus benar-benar yakin dengan rencana yang akan anda lakukan. Lakukan kontrak dengan pembimbing anda tentang rencana kerja anda tersebut. Pada setiap langkah yang anda kerjakan, anda harus membuat cek list bahwa langkah tersebut telah anda lakukan dan melapor pada pembimbing.

Apabila anda telah selesai membuat rencana tersebut, selanjutnya anda masukan pada form seperti pada lembar kerja praktik 1 (LK-01.P).

Lembar Kerja Praktik 1.a (LK – 01.a.P)

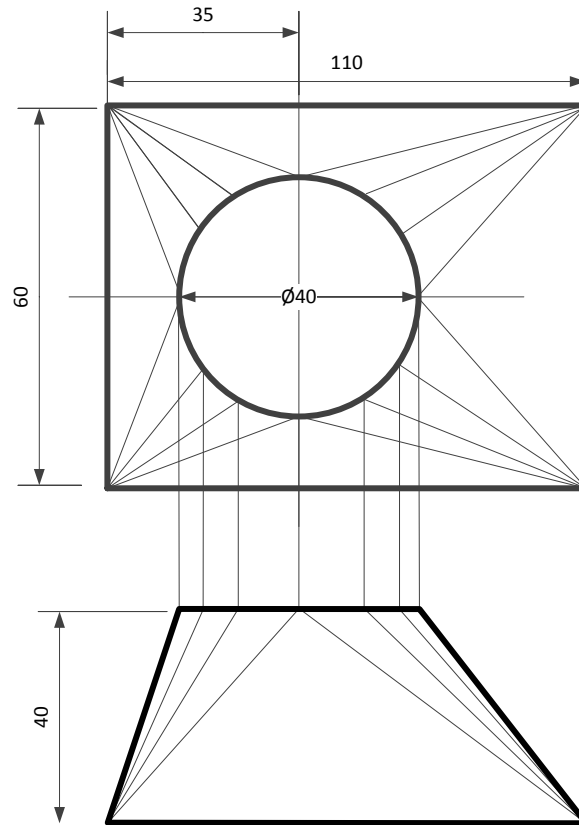
Langkah Kerja Pembuatan Gambar Bentangan Benda Transisi dengan Alas Berbentuk Persegi Empat dan Puncak Berbentuk Lingkaran

No	Uraian Pekerjaan	Alat yang Digunakan	Paraf Pembimbing
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
dst			

No. Bagian	Nama Bagian	Jumlah	Bahan	Keterangan	
		SKALA 1 : 1	Digamb		
			Diperiksa		
			Dilihat		
			Visa		

Aktivitas Pembelajaran 2

Silahkan anda amati gambar di bawah ini!



Setelah anda mengamati gambar tersebut, langkah selanjutnya yang harus anda lakukan adalah membuat gambar bentangan dari benda seperti gambar tersebut. Sebelum anda membuatnya, anda diwajibkan untuk merencanakan langkah-langkah yang harus dilakukan dalam proses pembuatan benda tersebut, sehingga rencana tersebut dapat anda gunakan sebagai “guide” dalam proses pembuatan gambar. Anda harus bekerja dengan rencana atau langkah kerja yang anda buat. Oleh karena itu, sebelum melaksanakan pekerjaan tersebut anda harus benar-benar yakin dengan rencana yang akan anda lakukan. Lakukan kontrak dengan pembimbing anda tentang rencana kerja anda tersebut. Pada setiap langkah yang anda kerjakan, anda harus membuat cek list bahwa langkah tersebut telah anda lakukan dan melapor pada pembimbing.

Apabila anda telah selesai membuat rencana tersebut, selanjutnya anda masukan pada form seperti pada lembar kerja praktik 1 (LK-01.P).

Lembar Kerja Praktik 1.a (LK – 01.a.P)

Langkah Kerja Pembuatan Gambar Bentangan Benda Transisi tidak simetris dengan Alas Berbentuk Persegi Empat dan Puncak Berbentuk Lingkaran

No	Uraian Pekerjaan	Alat yang Digunakan	Paraf Pembimbing
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
dst			

No. Bagian	Nama Bagian	Jumlah	Bahan	Keterangan
		SKALA 1 : 1	Digamb	
			Diperiksa	
			Dilihat	
			Visa	

Lembar Penilaian Hasil

Nama Pekerjaan :
 Nama Peserta :
 No. I.D. Peserta :
 Lama Pengerjaan : Mulai tanggal pukul
 Selesai tanggal pukul

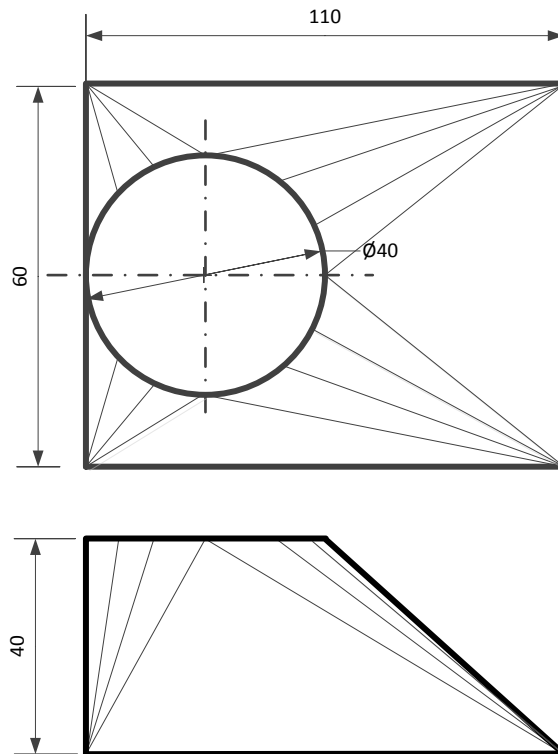
NO	ASPEK YANG DINILAI	KRITERIA	SKOR MINIMUM	CHECK LIST	
				Benar	Salah
1.	Konstruksi garis	Ketebalan dan bentuk garis sesuai ISO	10		
2.	Konstruksi geometri	Sambungan garis rapi dan setiap perpotongan tepat	20		
3.	Ukuran gambar	Ukuran gambar sesuai yang diminta	20		
4.	Bentuk Gambar	Bentuk sesuai yang diminta	20		
5.	Huruf, angka dan Etiket gambar	Tinggi dan, bentuk sesuai aturan	10		
6.	Tata letidak gambar	Seimbang dan harmonis	10		
7.	Kebersihan dan kerapian	Bersih dan rapi	5		
8.	Waktu	Maksimum 2 jam	5		

.....,200...

Penilai,

Aktivitas Pembelajaran 3

Silahkan anda amati gambar benda berikut!



Setelah anda mengamati gambar tersebut, langkah selanjutnya yang harus anda lakukan adalah membuat gambar bentangan dari benda seperti gambar tersebut. Sebelum anda membuatnya, anda diwajibkan untuk merencanakan langkah-langkah yang harus dilakukan dalam proses pembuatan benda tersebut, sehingga rencana tersebut dapat anda gunakan sebagai “guide” dalam proses pembuatan gambar. Anda harus bekerja dengan rencana atau langkah kerja yang anda buat. Oleh karena itu, sebelum melaksanakan pekerjaan tersebut anda harus benar-benar yakin dengan rencana yang akan anda lakukan. Lakukan kontrak dengan pembimbing anda tentang rencana kerja anda tersebut. Pada setiap langkah yang anda kerjakan, anda harus membuat cek list bahwa langkah tersebut telah anda lakukan dan melapor pada pembimbing.

Apabila anda telah selesai membuat rencana tersebut, selanjutnya anda masukan pada form seperti pada lembar kerja praktik 2 (LK-02.P).

Lembar Kerja Praktik 2.a (LK – 02.a.P)

Langkah Kerja Pembuatan Gambar Bentangan Benda Transisi tidak simetris dengan Alas Berbentuk Persegi Empat dan Puncak Berbentuk Lingkaran

No	Uraian Pekerjaan	Alat yang Digunakan	Paraf Pembimbing
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
dst			

No. Bagian	Nama Bagian	Jumlah	Bahan	Keterangan
		SKALA	Digamb	
		1 : 1	Diperiksa	
			Dilihat	
			Visa	

Lembar Penilaian Hasil

Nama Pekerjaan :
 Nama Peserta :
 No. I.D. Peserta :
 Lama Pengerjaan : Mulai tanggal pukul
 Selesai tanggal pukul

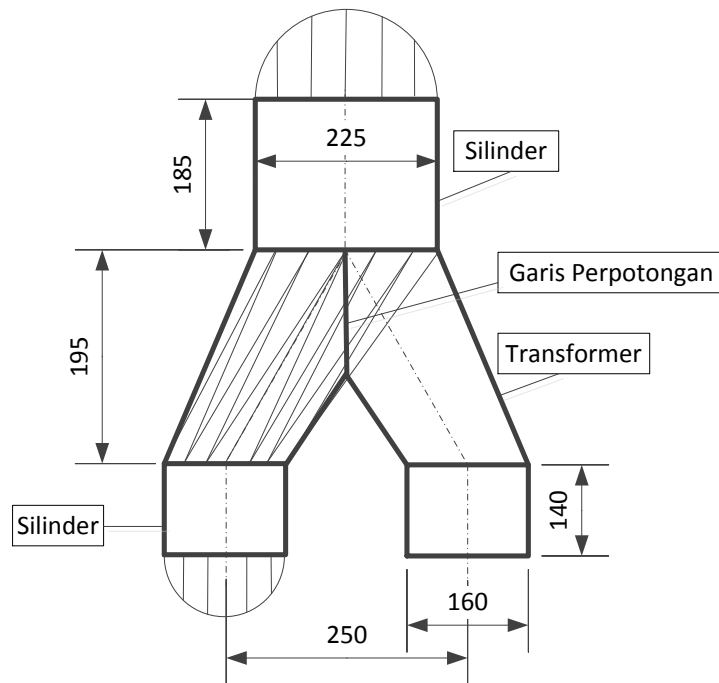
NO	ASPEK YANG DINILAI	KRITERIA	SKOR MINIMUM	CHECK LIST	
				Benar	Salah
1.	Konstruksi garis	Ketebalan dan bentuk garis sesuai ISO	10		
2.	Konstruksi geometri	Sambungan garis rapi dan setiap perpotongan tepat	20		
3.	Ukuran gambar	Ukuran gambar sesuai yang diminta	20		
4.	Bentuk Gambar	Bentuk sesuai yang diminta	20		
5.	Huruf, angka dan Etiket gambar	Tinggi dan, bentuk sesuai aturan	10		
6.	Tata letidak gambar	Seimbang dan harmonis	10		
7.	Kebersihan dan kerapian	Bersih dan rapi	5		
8.	Waktu	Maksimum 2 jam	5		

....., .. .200...

Penilai,

Aktivitas Pembelajaran 4

Silahkan anda amati gambar benda berikut!



Setelah anda mengamati gambar tersebut, langkah selanjutnya yang harus anda lakukan adalah membuat gambar bentangan dari benda seperti gambar tersebut. Sebelum anda membuatnya, anda diwajibkan untuk merencanakan langkah-langkah yang harus dilakukan dalam proses pembuatan benda tersebut, sehingga rencana tersebut dapat anda gunakan sebagai “guide” dalam proses pembuatan gambar. Anda harus bekerja dengan rencana atau langkah kerja yang anda buat. Oleh karena itu, sebelum melaksanakan pekerjaan tersebut anda harus benar-benar yakin dengan rencana yang akan anda lakukan. Lakukan kontrak dengan pembimbing anda tentang rencana kerja anda tersebut. Pada setiap langkah yang anda kerjakan, anda harus membuat cek list bahwa langkah tersebut telah anda lakukan dan melapor pada pembimbing.

Apabila anda telah selesai membuat rencana tersebut, selanjutnya anda masukan pada form seperti pada lembar kerja praktik 2 (LK-02.P).

Lembar Kerja Praktik 2.a (LK – 02.a.P)

Langkah Kerja Pembuatan Gambar Bentangan Benda Transisi tidak simetris dengan Alas Berbentuk Persegi Empat dan Puncak Berbentuk Lingkaran

No	Uraian Pekerjaan	Alat yang Digunakan	Paraf Pembimbing
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
dst			

No. Bagian	Nama Bagian	Jumlah	Bahan	Keterangan
		SKALA 1 : 1	Digamb	
			Diperiksa	
			Dilihat	
			Visa	

Lembar Penilaian Hasil

Nama Pekerjaan :
 Nama Peserta :
 No. I.D. Peserta :
 Lama Pengerjaan : Mulai tanggal pukul
 Selesai tanggal pukul

NO	ASPEK YANG DINILAI	KRITERIA	SKOR MINIMUM	CHECK LIST	
				Benar	Salah
1.	Konstruksi garis	Ketebalan dan bentuk garis sesuai ISO	10		
2.	Konstruksi geometri	Sambungan garis rapi dan setiap perpotongan tepat	20		
3.	Ukuran gambar	Ukuran gambar sesuai yang diminta	20		
4.	Bentuk Gambar	Bentuk sesuai yang diminta	20		
5.	Huruf, angka dan Etiket gambar	Tinggi dan, bentuk sesuai aturan	10		
6.	Tata letidak gambar	Seimbang dan harmonis	10		
7.	Kebersihan dan kerapian	Bersih dan rapi	5		
8.	Waktu	Maksimum 2 jam	5		

.....,200...

Penilai,

E. Rangkuman

Tidak semua benda-benda yang termasuk *ducting system* dapat dibuat bentangnya dengan menggunakan metode garis sejajar maupun garis radial. Hal ini didasarkan pada kenyataan bahwa benda-benda tersebut ada yang digabung antara satu dengan lainnya dengan bentuk dan jenis masing-masing yang berbeda. Benda-benda tersebut dikenal dengan istilah benda-benda kombinasi. Ada dua jenis benda kombinasi, yaitu benda transisi dan benda interseksi.

Pembuatan bentangan untuk benda-benda seperti di atas dilakukan dengan menggunakan metode segi tiga. Pembuatan bentangan menggunakan metode segi tiga dilakukan dengan mengandaikan atau membuat bidang atau permukaan benda terdiri dari beberapa segi tiga. Apabila beberapa segi tiga tersebut digelar maka akan membentuk sebuah bentangan.

Metode segi tiga merupakan metode yang lebih tinggi tingkatnya dari pada metode garis sejajar dan metode garis radial. Penggunaan metode ini tidak hanya untuk benda-benda yang tidak dapat dibentang dengan dengan metode garis sejajar dan garis parallel, melainkan benda yang dapat diselesaikan dengan metode garis radial atau garis sejajarpun dapat juga diselesaikan dengan metode ini.

Metode segi tiga digunakan untuk benda transisi atau transformer, yang berfungsi menghubungkan dua benda yang mempunyai bentuk geometris dan ukuran berbeda. Dalam membuat gambar bentangan dengan metode segi tiga, harus mempunyai kemauan untuk bekerja dengan benar dan sangat teliti. Oleh karena, apabila penggambaran satu segi tiga salah, maka maka rangkaian segi tiga-segi tiga yang lain juga akan ikut salah. Dengan demikian, penggunaan metode segi tiga ini menuntut ketelitian dan kecermatan karena tingkat kesulitannya lebih tinggi dibanding kedua metode sebelumnya (garis sejajar dan garis radial).

F. Tes Formatif

1. Jelaskan cara pembuatan gambar bentangan Benda Transisi Lingkaran dan Empat Persegi Panjang!

G. Kunci Jawaban

1. Untuk membuat pola bentangnya adalah sebagai berikut :
 - a. Buatlah pandangan depan dan atas serta diagram panjang sebenarnya.
 - b. Bagilah pandangan atas menjadi 12 bagian yang sama dan ditandai.
 - c. Setiap bagian puncak hubungkan dengan masing-masing alas, sehingga membentuk segi-tiga-segi tiga.
 - d. Tentukan panjang garis sebenarnya dari masing-masing sisi miring, berdasarkan gambar diagram panjang sebenarnya.
 - e. Proyeksikan titik-titik pandangan atas dengan melingkarkan pada garis tertentu.
 - f. Hubungkan semua titik pada garis tersebut.
 - g. Hubungkan semua titik dengan rapi, dan ditebalkan.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 6 : PEMBUATAN POLA

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah anda menyelesaikan kegiatan pembelajaran ini, diharapkan anda memiliki kemampuan dalam membuat pola untuk membuat bentuk bentuk benda *ducting system*.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)

1. Menjelaskan cara membuat pola untuk benda transisi lingkaran. (transformer)
2. Menjelaskan cara membuat pola untuk benda transisi segi empat.
3. Menjelaskan cara membuat pola transformer yang dihubungkan dengan pipa silindris.

C. Uraian Materi

Pengerjaan konstruksi benda-benda *ducting system* melibatkan pekerjaan-pekerjaan seperti penekukan, pelipatan, pengerolan, pelubangan, pembuatan profil, dan penyambungan. Proses pembentukan sering mengakibatkan ukuran benda menjadi bertambah. Penekukan atau pengerolan pelat menyebabkan pelat berubah bentuk dan berubah ukurannya. Perubahan yang berupa pertambahan panjang pelat, perlu diperhitungkan dalam menentukan kebutuhan pelat sebelum ditekuk atau dirol. Bila diinginkan ketelitian ukuran, maka perhitungan ditekankan pada bagian yang akan disambung atau dipasangkan. Ketelitian ukuran sering menjadi bukan hal yang penting, yang lebih penting adalah ketepatan ukuran agar suatu komponen yang satu terpasang secara tepat pada komponen yang lain.

Sebelum melakukan proses pembuatan benda-benda *ducting system*, adanya pola atau mal yang baik sangatlah diperlukan. Untuk itu, sebelum membuat benda harus dibuat terlebih dulu mal atau pola dari benda tersebut. Pembuatan pola merupakan pekerjaan lanjutan setelah membuat gambar bentangan/bukaan. Sebelum melakukan pembuatan pola, ada beberapa hal pokok yang perlu diperhatikan yaitu :

- a. Semua ukuran pada gambar bentangan harus diberikan ukuran sebenarnya sebelum dilipat, ditekuk atau digulung.

- b. Pola biasanya dilipat, sehingga garis-garis indikator bentuk berada dalam komponen.
- c. Dalam praktiknya cadangan tambahan bahan seharusnya dipersiapkan untuk sambungan, penguatan pinggir, bengkokan dan lipatan ujung.

Untuk menghasilkan pola yang baik, langkah-langkah berikut harus dilakukan, yaitu:

1. Buat gambar bentangan dari benda yang akan dibuat polanya dengan baik.
2. Gunting gambar bentangan tersebut dengan hati-hati agar tidak terjadi kesalahan
3. Tempelkan dengan baik mal kertas ke pelat seng yang telah disediakan, buat garis sesuai dengan tepian mal kertas, dengan penggores yang tajam.
4. Potonglah seng, 0,5 mm di luar garis yang ada.
5. Kikir tepian kurve sambungan mal dari seng, sampai ukurannya tepat. Usahakan agar tepian seng tidak tajam dengan jalan dikikir, yang dapat melukai tangan.
6. Cobalah mal dari seng ditekuk pada garis tekuk atau lipatan, agar membentuk model transformer yang diharapkan.
7. Coba pasangkan dengan model benda yang akan disambung, bila ternyata tidak sesuai dengan syarat-syarat yang ditentukan, cobalah cari letidak kesalahannya.
8. Ulangi langkah pembuatan mal secara lebih teliti.
9. Bila sudah benar, buatlah mal yang siap pakai. Tambahkan pelat selebar 8 mm dan 7 mm dikurangi tebal pelat (0,6 mm) diukur dari garis tekuk atau lipatan.

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pengantar

Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran (Diskusi Kelompok, 1 JP)

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama peserta diklat di kelompok Saudara untuk mengidentifikasi hal-hal berikut:

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran pembuatan mal atau pola? Sebutkan!
2. Bagaimana saudara mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!
4. Apa topik yang akan saudara pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!
5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh saudara sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
6. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh saudara sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan **LK-00**. Jika Saudara bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka Saudara bisa melanjutkan pembelajaran dengan mengamati gambar berikut ini.

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran pembuatan mal atau pola? Sebutkan!

.....
.....
.....
.....
.....

2. Bagaimana saudara mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....
.....
.....
.....
.....

3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....
.....
.....
.....
.....

4. Apa topik yang akan saudara pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....
.....
.....
.....
.....

5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh saudara sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

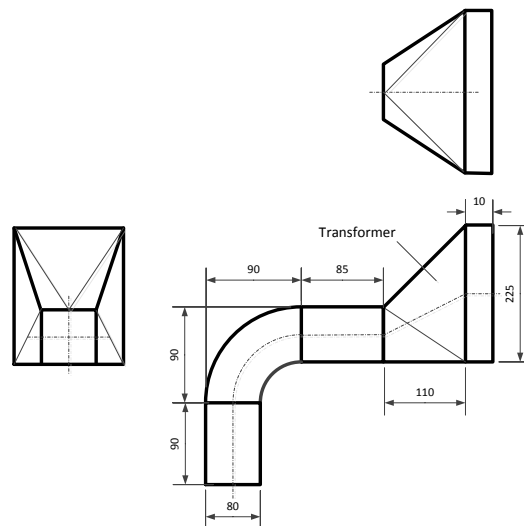
.....
.....
.....
.....
.....

6. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh saudara sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

.....
.....
.....
.....
.....

Aktivitas Pembelajaran 1 : Membuat Pola untuk pembuatan transformer atau benda transisi lingkaran

Buatlah pola dari konstruksi transformer yang menghubungkan saluran udara berbentuk segi empat dengan ukuran dan sumbu tengah yang berbeda. Sambungan antara saluran digunakan sambungan lipat. Saluran terbuat dari pelat mild steel tebal 0,6 mm. Kelonggaran 1 mm. Perhatikan konstruksi berikut



Setelah anda mengamati gambar tersebut, langkah selanjutnya yang harus anda lakukan adalah membuat pola dari benda seperti gambar tersebut. Sebelum anda membuatnya, anda diwajibkan untuk merencanakan langkah-langkah yang harus dilakukan dalam proses pembuatan benda tersebut, sehingga rencana tersebut dapat anda gunakan sebagai “guide” dalam proses pembuatan pola. Anda harus bekerja dengan rencana atau langkah kerja yang anda buat. Oleh karena itu, sebelum melaksanakan pekerjaan tersebut anda harus benar-benar yakin dengan rencana yang akan anda lakukan. Lakukan kontrak dengan pembimbing anda tentang rencana kerja anda tersebut. Pada setiap langkah yang anda kerjakan, anda harus membuat cek list bahwa langkah tersebut telah anda lakukan dan melapor pada pembimbing.

Apabila anda telah selesai membuat rencana tersebut, selanjutnya anda masukan pada form seperti pada lembar kerja praktik 1 (LK-01.P).

Lembar Kerja Praktik 1.a (LK – 01.a.P)

Langkah Kerja Pembuatan Gambar Bentangan Benda Transisi dengan Alas Berbentuk Persegi Empat dan Puncak Berbentuk Lingkaran

No	Uraian Pekerjaan	Alat yang Digunakan	Paraf Pembimbing
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
dst			

No. Bagian	Nama Bagian	Jumlah	Bahan	Keterangan
		SKALA 1 : 1	Digamb	
			Diperiksa	
			Dilihat	
			Visa	

Lembar Penilaian Hasil

Nama Pekerjaan :
 Nama Peserta :
 No. I.D. Peserta :
 Lama Pengerjaan : Mulai tanggal pukul
 Selesai tanggal pukul

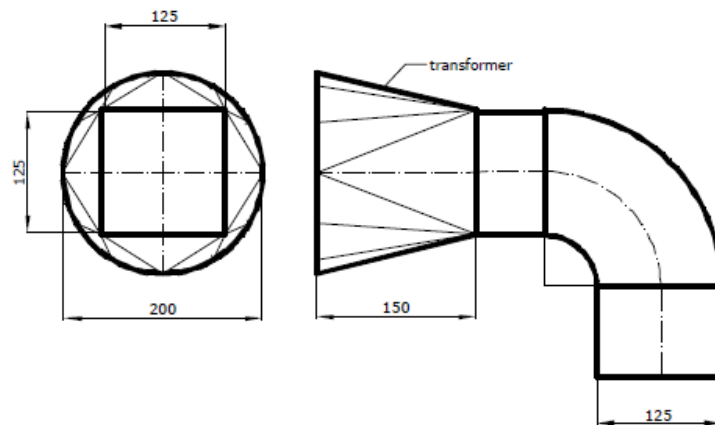
NO	ASPEK YANG DINILAI	KRITERIA	SKOR MINIMUM	CHECK LIST	
				Benar	Salah
1.	Konstruksi garis	Ketebalan dan bentuk garis sesuai ISO	10		
2.	Konstruksi geometri	Sambungan garis rapi dan setiap perpotongan tepat	20		
3.	Ukuran gambar	Ukuran gambar sesuai yang diminta	20		
4.	Bentuk Gambar	Bentuk sesuai yang diminta	20		
5.	Huruf, angka dan Etiket gambar	Tinggi dan, bentuk sesuai aturan	10		
6.	Tata letidak gambar	Seimbang dan harmonis	10		
7.	Kebersihan dan kerapian	Bersih dan rapi	5		
8.	Waktu	Maksimum 2 jam	5		

.....,200...

Penilai,

Aktivitas Pembelajaran 2 : Membuat Pola benda transisi segi empat

Perhatikan gambar berikut yang merupakan gambar dari sebuah transformer yang menghubungkan lubang dinding yang berbentuk lingkaran dengan pipa segi empat. Bahan transformer dari mild steel tebal 0,6 mm. Transformer dibentuk menggunakan mesin lipat dan pukul. Sambungan dilakukan dengan sambungan lipat. Kelonggaran 1 mm. Mal akan dibuat dari pelat seng tebal 0,3 mm.



Setelah anda mengamati gambar tersebut, yang harus anda lakukan adalah membuat pola dari benda tersebut. Sebelum anda membuatnya, anda diwajibkan untuk merencanakan langkah-langkah yang harus dilakukan dalam proses pembuatan benda tersebut, sehingga rencana tersebut dapat anda gunakan sebagai “guide” dalam proses pembuatan pola. Anda harus bekerja dengan rencana atau langkah kerja yang anda buat. Oleh karena itu, sebelum melaksanakan pekerjaan tersebut anda harus benar-benar yakin dengan rencana yang akan anda lakukan. Lakukan kontrak dengan pembimbing anda tentang rencana kerja anda tersebut. Pada setiap langkah yang anda kerjakan, anda harus membuat cek list bahwa langkah tersebut telah anda lakukan dan melapor pada pembimbing.

Apabila anda telah selesai membuat rencana tersebut, selanjutnya anda masukan pada form seperti pada lembar kerja praktik 2 (LK-02.P).

Lembar Kerja Praktik 2.a (LK – 02.a.P)

Langkah Kerja Pembuatan Gambar Bentangan Benda Transisi dengan Alas Berbentuk Persegi Empat dan Puncak Berbentuk Lingkaran

No	Uraian Pekerjaan	Alat yang Digunakan	Paraf Pembimbing
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
dst			

No. Bagian	Nama Bagian	Jumlah	Bahan	Keterangan
		SKALA	Digamb	
		1 : 1	Diperiksa	
			Dilihat	
			Visa	

Lembar Penilaian Hasil

Nama Pekerjaan :
 Nama Peserta :
 No. I.D. Peserta :
 Lama Pengerjaan : Mulai tanggal pukul
 Selesai tanggal pukul

NO	ASPEK YANG DINILAI	KRITERIA	SKOR MINIMUM	CHECK LIST	
				Benar	Salah
1.	Konstruksi garis	Ketebalan dan bentuk garis sesuai ISO	10		
2.	Konstruksi geometri	Sambungan garis rapi dan setiap perpotongan tepat	20		
3.	Ukuran gambar	Ukuran gambar sesuai yang diminta	20		
4.	Bentuk Gambar	Bentuk sesuai yang diminta	20		
5.	Huruf, angka dan Etiket gambar	Tinggi dan, bentuk sesuai aturan	10		
6.	Tata letidak gambar	Seimbang dan harmonis	10		
7.	Kebersihan dan kerapian	Bersih dan rapi	5		
8.	Waktu	Maksimum 2 jam	5		

.....,200...

Penilai,

E. Rangkuman

Sebelum membuat benda-benda yang menggunakan material berbentuk pelat dalam bentuk *ducting system*, pembuatan pola merupakan langkah penting yang harus dilakukan. Pola yang dibuat didasarkan pada gambar bentangan dari benda dimaksud. Dibuatnya pola ini dimaksudkan agar benda kerja yang dibuat tidak mengalami kesalahan dan sesuai dengan yang diharapkan.

Sekaitan dengan itu, ada beberapa hal pokok yang perlu diperhatikan yaitu :

- a. Semua ukuran pada gambar bentangan harus diberikan ukuran sebenarnya sebelum dilipat, ditekuk atau digulung.
- b. Pola biasanya dilipat, sehingga garis-garis indikator bentuk berada dalam komponen.
- c. Dalam praktiknya cadangan tambahan bahan seharusnya dipersiapkan untuk sambungan, penguatan pinggir, bengkokan dan lipatan ujung.

F. Tes Formatif

1. Pada saat akan membuat pola hal-hal apa yang harus diperhatikan?
2. Jelaskan langkah-langkah yang harus dilakukan dalam proses pembuatan pola suatu benda kerja *ducting system* seperti transformer!

G. Kunci Jawaban

1. Hal-hal pokok yang harus diperhatikan pada saat membuat pola adalah:
 - a. Semua ukuran pada gambar bentangan harus diberikan ukuran sebenarnya sebelum dilipat, ditekuk atau digulung.
 - b. Pola biasanya dilipat, sehingga garis-garis indikator bentuk berada dalam komponen.
 - c. Dalam praktiknya cadangan tambahan bahan seharusnya dipersiapkan untuk sambungan, penguatan pinggir, bengkokan dan lipatan ujung.
2. Langkah-langkah dalam proses pembuatan pola.
 - a. Membuat gambar bentangan sesuai dengan benda kerja yang akan dibuat.
 - b. guntinglah dengan benar dan hati-hati pada garis sambungan, jangan sampai merusak gambar.
 - c. Siapkan pelat seng secukupnya, tempelkan mal kertas pada lembaran seng dengan lem, jangan sampai berubah tempat. Tandai tepian mal kertas, dengan penggores atau alat lukis yang runcing dan tandanya tidak mudah terhapus.
 - d. Guntinglah dengan gunting pelat pada 0,5 mm dari garis gambar atau mal kertas.
 - e. Kikirlah sehingga garis penandaan habis, biar tepat ukuranya, dan tidak tajam.
 - f. Cobalah mal dari seng yang telah dibuat ditekuk menurut garis tipis sehingga membentuk transformer dengan ujung atas berbentuk segi empat dan ujung bawah berupa lingkaran.
 - g. Periksa apakah bagian bentuk dan ukuran bagian ujung atas dan bagian bawah sudah cocok dengan yang diharapkan. Bila belum cocok, diperiksa bagian mana yang salah dan diperbaiki.
 - h. Bila sudah benar, buatlah lagi mal yang siap pakai, dari batas mal terdahulu, tambahkan pelat selebar 8 mm setelah batas penekukan diundurkan 0,6 mm (tebal pelat). Tambahkan pula 7 mm, untuk elipatan bagian sampingnya.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 7 : PERHITUNGAN KEBUTUHAN BAHAN

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah anda menyelesaikan kegiatan pembelajaran ini, diharapkan anda memiliki kemampuan dalam menghitung jumlah bahan yang diperlukan untuk membentuk suatu benda *ducting system*.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)

1. Menentukan jenis bahan sesuai dengan persyaratan
2. Menghitung kebutuhan bahan untuk pembuatan benda-benda *ducting system*.

C. Uraian Materi

Jenis bahan yang biasa digunakan untuk membuat benda-benda *ducting sistem* adalah berupa logam lembaran atau pelat. Hal ini didasarkan pada kenyataan bahwa pekerjaan dalam pembuatan benda-benda *ducting sistem* dapat digolongkan ke dalam kelompok kerja pelat. Pada umumnya, bahan-bahan yang digunakan dalam kerja pelat termasuk pembuatan benda *ducting system* adalah: pelat baja, pelat baja galvanis, pelat seng, pelat stainless steel, pelat tembaga, pelat kuningan, pelat aluminium, pelat aluminium paduan dsb.

Dalam membuat benda-benda *ducting system*, perhitungan akan jumlah bahan yang diperlukan sangatlah penting, karena akan berimbas terhadap produk yang dihasilkan. Dalam menghitung kebutuhan bahan untuk pembuatan benda-benda *ducting system* tidak sesulit dibanding dengan menentukan kebutuhan bahan untuk benda-benda kerja lain. Oleh karena dalam menentukan kebutuhan jumlah bahan dalam pembuatan benda kerja *ducting system* cukup menghitung atau menentukan ukuran panjang dan lebar bahan yang diperlukan. Dengan demikian jumlah bahan yang diperlukan untuk membuat benda-benda *ducting system*, dapat diperkirakan dengan hanya mengukur panjang dan lebar bentangan model yang telah dibuat. Benda kerja model tersebut ukuran dan hal-hal lainnya yang dipersyaratkan harus diperiksa dengan teliti agar tidak terjadi kesalahan dalam menentukan jumlah bahan yang diperlukan. Dengan hanya

mengukur panjang dan lebar bukaan model, maka akan dapat diperkirakan jumlah bahan yang diperlukan.

D. Aktivitas Pembelajaran

Berdasarkan gambar bentangan yang anda telah buat pada kegiatan-kegiatan pembelajaran sebelumnya, yaitu pada proses pembuatan gambar bentangan dengan menggunakan metode garis sejajar, garis radial, maupun metode segi tiga dan model-modelnya, coba anda analisis berapa jumlah bahan yang diperlukan untuk membuat masing-masing benda tersebut apabila diberi tambahan untuk mencegah kesalahan sebesar 5% dari kebutuhan yang seharusnya.

Hasil pembahasan anda, anda diskusikan dengan teman-teman anda dalam kelompok di tulis dalam kertas steno dan dipresentasikan di depan anggota kelompok yang lain, agar anggota yang lain dapat memberi penguatan atau bertanya terhadap hasil bahasan anda. Hasil diskusi tersebut selanjutnya anda buat rangkumannya dalam bentuk tabel seperti pada lembar kerja 1 berikut.

LEMBAR KERJA 1

Resume Hasil Diskusi

No	Nama Benda	Jumlah Bahan	Catatan Hasil Diskusi
1	Benda 1		
2	Benda 2		
3	Benda 3		
4	Dst.		

E. Rangkuman

Faktor yang harus diperhatikan dalam menentukan jumlah bahan yang diperlukan untuk membuat suatu benda *ducting system* adalah ketepatan dalam menentukan ukuran dan bentuk gambar bentangan. Oleh karena, jumlah kebutuhan bahan untuk membuat benda *ducting system* hanya didasarkan pada ukuran panjang dan lebar dari bentangan benda dimaksud.

F. Tes Formatif

1. Mengapa bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan benda-benda *ducting system* berbentuk logam lembaran atau pelat?
2. Apa yang menjadi dasar pertimbangan dalam menentukan jumlah bahan yang diperlukan untuk membuat suatu jenis benda *ducting system*?
3. Apabila akan dibuat sebuah kerucut tanpa tutup dengan diameter alas 30 cm dan tingginya 80 cm, serta disambung dengan menggunakan las titik dengan lebar sambungan 5 mm, berapa ukuran bahan yang diperlukan?

G. Kunci Jawaban

1. Karena pekerjaan dalam membuat benda-benda kerja *ductying system* termasuk kerja pelat.
2. Pertimbangan yang diperlukan dalam menentukan jumlah bahan yang diperlukan dalam pembuatan benda-benda *ducting system* adalah ketepatan ukuran panjang dan lebar bentangan dari benda yang akan dibuat.
3. Ukuran bahan yang diperlukan untuk membuat kerucut tersebut adalah:
 - a. Panjang = 95,2 cm
 - b. Lebar = 82,0 cm

KEGIATAN PEMBELAJARAN 8 : PEMBUATAN BENDA-BENDA *DUCTYNG SYSTEM*

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah anda menyelesaikan kegiatan pembelajaran ini, diharapkan anda memiliki kemampuan dalam membuat jenis-jenis benda kerja *ducting system*.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)

1. Membuat gambar bentangan dari benda yang akan dibuat.
2. Membuat pola berdasarkan gambar bentangan yang dibuat.
3. Menghitung Jumlah bahan yang diperlukan.
4. Membentuk masing-masing benda *ducting system* jika merupakan gabungan dari beberapa benda.
5. Merakit setiap menjadi satu buah benda *ducting system* sesuai fungsinya.

C. Uraian Materi

Kegiatan pembelajaran 8 ini merupakan akumulasi dari seluruh rangkaian proses yangtelah anda lalui mulai dari kegiatan pembelajaran 1 sampai 7. Oleh karena itu, untuk dapat melaksanakan kegiatan pembelajaran 8 ini anda harus memperkuat kembali penguasaan materi pada pembelajaran sebelumnya. Sebelum melaksanakan pekerjaan pembuatan benda-benda *ducting system*, perlu difahami dulu mengenai peraturan keselamatan kerja yang harus ditaati dan dilaksanakan.

Pembuatan benda-benda *ducting system* termasuk pekerjaan fabrikasi. Pekerjaan fabrikasi merupakan pekerjaan pembentukan logam dengan baha dasar logam berbentuk lembaran (*sheet metal*). Pembuatan benda-benda *ducting system* merupakan salah satu jenis pekerjaan dalam bidang fabrikasi. Dalam pekerjaan fabrikasi, Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) merupakan aspek penting yang harus dilaksanakan oleh setiap orang yang menggeluti pekerjaan tersebut. Aspek K3 dalam pekerjaan fabrikasi (*sheet metal*) diatur dalam *OSHA (Occupational Safety and Health Administration)*. Oleh karena itu, pengusaha dan pekerja harus sama-sama mentaati peraturan yang dikeluarkan oleh *OSHA*. Secara umum peraturan yang dikeluarkan oleh *OSHA* adalah:

1. Perhatikan area kerja dari dekat. Pekerjaan apa yang sedang dilakukan? Daerah mana yang harus dihindari?
2. Berhati-hatilah saat berjalan atau memanjat.
3. Angkat barang dengan menggunakan otot kaki, bukan punggung (Gambar 64).
4. Pindahkan hasil pekerjaan dengan hati-hati. Hindari pekerja lainnya.
5. Gunakan sarung tangan pelindung, celana, dan lengan untuk menghindari luka dan lecet.
6. Jangan menggunakan pakaian yang longgar, karena dapat tersangkut pada bagian-bagian mesin yang bergerak.
7. Fahami dan ikuti prosedur pengoperasian mesin dengan benar untuk setiap mesin yang digunakan.
8. Pada saat bekerja di sekitar mesin, ikat rambut agar tidak terurai dan upayakan untuk melepas perhiasan karena dapat menyangkut pada bagian-bagian mesin yang berputar.
9. Lepaskan alat-alat listrik sebelum disesuaikan.
10. Jaga seluruh peralatan bertenaga yang ada di tempat kerja.
11. Pada saat menggunakan peralatan bertenaga, hindarkan agar tidak mengganggu orang lain.
12. Atasi dengan segera pada saat terlihat bahaya yang terjadi.
13. Lengkapi dengan alat-alat P3K (Pertolongan Pertama pada Kecelakaan)
14. Laksanakan petunjuk yang harus dilaksanakan pada saat melaksanakan pekerjaan.
15. Gunakan tong sampah yang mampu melindungi material mudah terbakar agar tidak terjadi kebakaran (Gambar 65).

Untuk menjamin keselamatan pada saat bekerja, setiap pekerja diwajibkan untuk menggunakan alat pelindung diri (APD) yang terstandar sesuai dengan jenis pekerjaan yang dilaksanakan. APD yang dimaksud adalah untuk melindungi seluruh tubuh dari bahaya mulai dari kaki sampai kepala. Alat-alat pelindung diri tersebut meliputi pakaian, topi, pelindung wajah, sepatu, dan barang-barang lainnya yang melindungi tubuh seseorang dari bahaya. Seluruh APD yang digunakan harus sesuai dengan standar *OSHA*.



Gambar 8. 1 Teknik Mengangkat Beban (www.g-w.com)

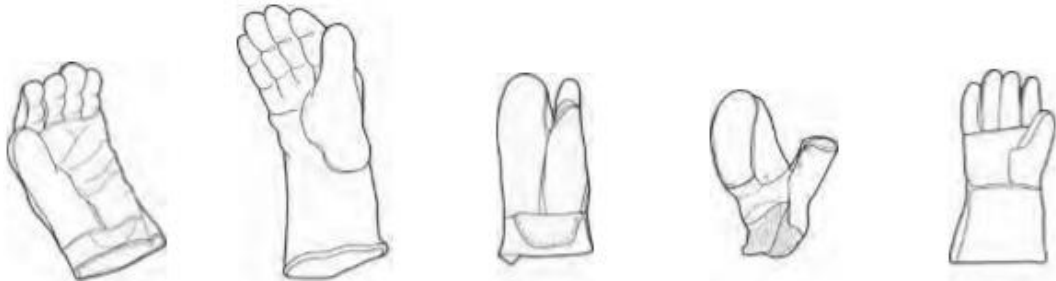


Gambar 8. 2 Menempatkan Material Yang Mudah Terbakar Pada Tong

a. Sarung Tangan (*Gloves*)

Penggunaan sarung tangan oleh pekerja fabrikasi didasarkan pada beberapa alasan, seperti untuk tujuan melindungi tangan dari serpihan logam dan bahan kasar lainnya, seperti sekrup atau paku keling, dan suhu permukaan ekstrim pada bahan. Sarung tangan yang digunakan biasanya terbuat dari kanvas, kulit, atau karet. Sarung tangan kanvas dan sarung tangan kulit digunakan sebagai sarung tangan kerja umum. Sarung tangan tersebut mampu melindungi tangan dari kotoran, benda tajam dan panas. Operator las, biasanya menggunakan sarung tangan yang fleksibel tetapi mampu melindungi

tangganya dari panas. Meskipun sarung tangan tersebut terbuat dari kulit, tetapi lama kelamaan akan kalah juga jika terkena panas yang ekstrim. Oleh karena itu, untuk melindungi sarung tangan dari panas yang ekstrim, dapat menggunakan penjepit atau tang untuk memegang potongan logam panas.



Gambar 8.3 Macam-Macam Sarung Tangan (Timmings, 2008)

b. Kacamata Keselamatan (Safety Glasses)

Kacamata keselamatan seperti pada gambar 67 merupakan kacamata tradisional dan pelindung wajah. Dalam rangka memenuhi standar *OSHA*, kacamata yang digunakan harus memenuhi persyaratan pengujian yang ditetapkan oleh *American National Standards Institute (ANSI)*. Memakai kacamata keselamatan setiap kali bekerja, dapat melindungi mata dari kemungkinan terkena bahaya. Oleh karena, banyak pekerjaan yang dilakukan oleh pekerja fabrikasi yang memungkinkan menimbulkan bahaya terhadap mata.



Gambar 8.4 Kacamata Keselamatan (Timmings, 2008)

c. Pelindung Kepala (Hard Hats)

Pelindung kepala adalah APD yang dimaksudkan untuk melindungi kepala dari bahaya akibat benda yang jatuh. APD ini berupa topi. Topi yang dibuat harus mampu menahan beban yang menimpa kepala akibat benda yang jatuh. Selain itu, pelindung kepala ini juga dirancang untuk melindungi pekerja dari bahaya listrik. Dengan demikian, penggunaan pelindung kepala ini dimaksudkan untuk melindungi pekerja dari: a) setiap kali ada bahaya dari benda yang jatuh, dan melaksanakan, b) bahaya listrik pada saat bekerja di daerah yang terkena konduktor, terutama pada saat terjadi kontak dengan kepala.



Gambar 8. 5 Alat Pelindung Kepala/Topi Keras (Timnings, 2008)

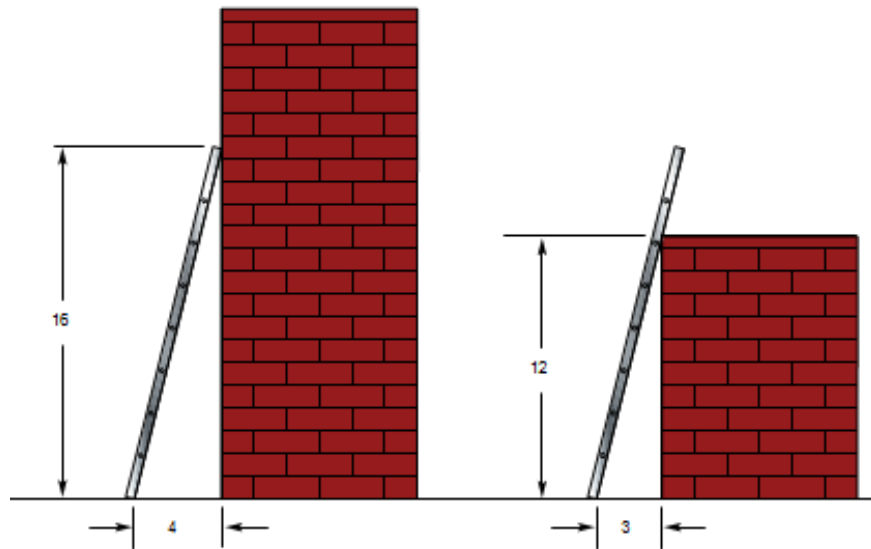
Selain harus memahami penggunaan alat-alat K3, juga perlu diperhatikan dan difahami tentang aturan kerja pada saat melakukan pekerjaan menggunakan tangga. Hal ini didasarkan pada kenyataan bahwa pekerjaan fabrikasi tidak hanya di bawah, tetapi kemungkinan dilakukan di atas dan harus menggunakan tangga. Ada berbagai jenis tangga yang biasa digunakan seperti pada gambar berikut.



Gambar 8. 6 Jenis-Jenis Tangga (www.q-w.com)

Berdasarkan standar *OSHA*, peraturan keselamatan pada saat bekerja menggunakan tangga adalah sebagai berikut.

1. Periksa tangga sebelum digunakan dan pastikan dalam kondisi baik.
2. Jangan menempatkan tangga di tempat yang mungkin terjadi kontidak dengan kabel listrik. Periksa keadaan jalur listrik sebelum menempatkan tangga.
3. Tempatkan dengan benar tangga ekstensi atau tangga lurus terhadap sandaran (lihat gambar berikut).



Gambar 8. 7 Posisi Tangga Terhadap Sandaran (www.g-w.com)

4. Untuk mencegah tangga bergeser, gunakan sepatu tangga.



Gambar 8. 8 Penggunaan Sepatu Tangga (www.g.w.com)

5. Jangan menempatkan tangga didepan pintu, apabila terpaksa pintu harus dalam posisi dikunci dan ada orang yang mengawasi sampai pekerjaan selesai.

6. Jangan menempatkan tangga di tempat yang tidak stabil, seperti kotak atau tumpukan kayu, dengan tujuan untuk memperpanjang tingginya.
7. Jangan menggabungkan dua tangga lurus untuk mendapatkan jangkauan yang lebih tinggi.
8. Perpanjangan tangga harus dilakukan secara tumpang tindih dengan jumlah kaki antara bagian yang bersatu minimal tiga kaki.
9. Untuk menaikkan tangga ekstensi atau tangga lurus, lakukan dengan cara berjalan maju di bawah tangga seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.9. Pegang anak tangga lainnya saat bergerak maju.



Gambar 8. 9 Cara Menaikkan Tangga Ekstensi Atau Tangga Lurus (www.g-w.com)

10. Tetap menghadap tangga pada saat menaikki tangga.
11. Tetap berada dipusat/tengah-tengah tangga. Jangan bersandar pada salah satu tiang/rel tangga.
12. Jangan berdiri lebih tinggi dari tingkat terakhir tangga.

13. Gunakan tali atau jalur untuk menaikkan peralatan dan perlengkapan, dan jangan membawa alat saat memanjat tangga.
14. Turunkan semua alat dari atas tangga sebelum tangga di pindah.
15. Ketika pekerjaan selesai, lipat tangga dan simpan secara horizontal di tempat yang sejuk dan kering seperti Gambar 73.



Gambar 8. 10 Cara Menyimpan Tangga

Disamping menggunakan tangga, pekerjaan fabrikasi juga tidak menutup kemungkinan menggunakan peralatan lain, yaitu *scaffolding*. *Scaffolding* adalah peralatan bantu yang digunakan melakukan pekerjaan-pekerjaan pada bagian-bagian atas dengan ketinggian yang sulit dijangkau. *Scaffolding* biasanya banyak digunakan pada pekerjaan-pekerjaan bangunan. Penggunaan *scaffolding* pada pekerjaan fabrikasi adalah untuk menyelesaikan pekerjaan pada ketinggian tertentu yang sulit dijangkau dan tidak nyaman pada saat digunakan tangga.



Gambar 8. 11 Scaffolding

Dalam penggunaan *scaffolding* tersebut ada beberapa aturan yang harus ditaati dan dilaksanakan, yaitu:

1. Perakitan perancah harus dilakukan oleh seorang yang berpengalaman, terampil.
2. Periksa ketegakan dan tingkat *scaffolding* yang dibangun atau dirakit.
3. Ikuti semua ketentuan tentang *scaffolding* baik pada level lokal, nasional, regional, maupun internasional.
4. Periksa *scaffolding* setiap hari sebelum digunakan dan pastikan dalam kondisi baik.
5. Tempatkan pijakan kaki pada daerah peron *scaffolding*.
6. Atur jarak yang diperlukan dari setiap jaringan listrik untuk menghindari bahaya kontidak dengan arus listrik.
7. Jangan menempatkan tangga darurat atau perangkat lain pada *scaffolding* untuk menambah ketinggian.
8. Gunakan papan yang kuat, untuk menempatkan *scaffolding* di atasnya.
9. Ukuran panjang papan tidak lebih dari rentang 305 mm sampai 460 mm.
10. Lepas semua bagian dari *scaffolding* sebelum dipindahkan.
11. Jaga ketinggian pelatfom untuk pergerakan *scaffolding*.
12. Simpan *scaffolding* di lokasi yang aman jika tidak digunakan dan jangan sampai menutup/menghalangi lorong-lorong.

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas pembelajaran dalam kegiatan pembelajaran ke delapan ini adalah berupa kerja proyek membuat sebuah benda *ducting system* yang dilaksanakan secara berkelompok dengan anggota kelompok maksimal 3 orang. Oleh karena itu, silahkan anda mengamati keadaan di sekitar tempat anda kerja. Amati keadaan sekitarnya dan pastikan ada suatu benda dalam bentuk *ducting system* yang diperlukan di tempat anda kerja minimal mengandung empat jenis benda *ducting system* dengan bentuk dan ukuran yang berbeda.

Apabil anda telah menemukan dan memutuskan untuk membuat benda *ducting system* berdasarkan hasil pengamatan di lingkungan kerja anda, silahkan anda rancang bentuk dan ukurannya serta jenis bahan yang akan digunakan. Apabila telah selesai anda melakukan proses prancangan silahkan anda buat bendanya dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Buat gambar susunan dari benda *ducting system* yang anda rancang.
2. Buat gambar bukaan dari setiap jenis benda yang akan dibuat.
3. Buat model atau pola untuk masing-masing benda.
4. Hitung keperluan bahannya dengan mempertimbangan keperluan untuk penyambungan.
5. Buat masing-masing benda dengan jenis sambungan yang sesuai.
6. Rakit masing-masing benda menjadi satu kesatuan berdasarkan fungsi yang diinginkan dari benda itu dengan menggunakan teknik penyambungan yang paling sesuai dan memungkinkan.

Lembar penilaian kerja proyek

Ada tiga aspek penilaian terhadap hasil kerja proyek, yaitu gambar, pola, Benda dan hasil rakitan

A. Penilaian Gambar

Penilaian Gambar						
NO	Aspek penilaian	Kriteria	Hasil Pengamatan			Salah
			Benar			
Hasil Gambar			4	3	2	
1	Ukuran gambar	Sesuai Ukuran				
2	Garis gambar	Sesuai standar				
3	Kerapian	Bersih/simetris				
Jumlah nilai						
Rata-rata nilai (Jumlah nilai / 3)						

B. Penilaian Pola

Penilaian Pola						
NO	Aspek penilaian	Kriteria	Hasil Pengamatan			Salah
			Benar			
Hasil Pola			4	3	2	
1	Ukuran Pola	Sesuai Ukuran				
2	Bentuk Pola	Sesuai Bentuk				
3	Kerapian	Rapi dan tidak ada pinggiran yang tajam				
Jumlah nilai						
Rata-rata nilai (Jumlah nilai / 3)						

C. Penilaian Benda dan Hasil Rakitan

Penilaian Benda dan Hasil Rakitan						
NO	Aspek penilaian	Kriteria	Hasil Pengamatan			
			Benar			Salah
Benda dan Hasil Rakitan			4	3	2	
1	Ukuran Benda	Sesuai Ukuran				
2	Bentuk Benda	Sesuai standar				
3	Kerapian	Bersih/simetris				
Jumlah nilai						
Rata-rata nilai (Jumlah nilai / 3)						

D. Penilaian Total

$$NT = (3 \times \text{Nilai Gambar} + 3 \times \text{Nilai Pola} + 5 \times \text{Nilai Benda dan Hasil Rakitan}) / 10$$



PENUTUP

Modul Diklat PKB yang disusun ini disiapkan dalam rangka membantu guru dan tenaga kependidikan paket keahlian Teknik Fabrikasi Logam dalam menguasai kompetensi professional dalam Menggambar Bentangan dan Pembuatan Benda Kerja *Ducting system*. Melalui paparan materi yang ada dalam modul ini, diharapkan para guru dan tenaga kependidikan dapat menemukan kemudahan dalam mempelajari materi dan melaksanakan membuat gambar bentangan, membuat pola, dan membuat benda-benda kerja *Ducting system* baik yang dikembangkan dengan menggunakan metode garis sejajar, garis radial, dan metode segi tiga. Pembuatan gambar bentangan tersebut bias untuk benda tunggal, benda gabungan (interseksi) dengan bentuk yang sama, atau yang berbeda seperti persegi dengan silinder, silinder dengan prisma, dan lain-lain.

Modul ini hanya merupakan “Guidance” bagi guru dan tenaga kependidikan dalam mempelajari materi pembuatan gambar bentangan, pembuatan pola, dan pembuatan benda-benda kerja *ducting system*. Oleh karena itu, sajian materi yang dipaparkan hanya berupa garis besar dan tidak rinci. Untuk lebih menambah khasanah berfikir, dalam modul ini disiapkan jenis-jenis aktivitas pembelajaran yang dirancang agar guru dapat lebih aktif lagi mencari materi dari berbagai sumber belajar yang ada, baik dalam daftar pustidaka, maupun di luar.



DAFTAR PUSTAKA

- Ambiyar, Anni Faridah dkk, 2008. *Teknik Pembentukan Pelat Jilid 2, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional*
- Kelly, M., (2014). *Geometry & Pattern Development* (Module 2, UNIT: 8, Triangulatio. SOLAS
- Osakue, E. (tt), *Descrptive Geometry*. [On Line] Terdapat Pada www.fedohills.com. Diunduh [25 Nopember 2015]
- Rizal Sani, 2001. *Gambar Bentangan, Indonesia Australia Partnership for Skills Development, Batam Institutional Development Project.*
- Smith, P. (2007). *Drawing For Engineering*. Kenwyn: Juta & Co.Ltd.
- Smith and Maguire (2004). *Manual of Engineering Drawing*. Newyork: Elseiver
- Tim Penyusun Fakultas Teknik Uny, (2004). *Gambar Bukaam/Bentangan Geometri Lanjut Benda Transisi*. Jakarta: Bagian Proyek Pengembangan Kurikulum Direktorat Pendidikan Menengan Kejuruan. Departemen Pendidikan Nasional.
- Tim Penyusun Fakultas Teknik UNY, (20014). *Gambar Bukaam/Bentangan Geometri, geometri lanjut benda kerucut/konis gambar*. Jakarta: Bagian Proyek Pengembangan Kurikulum Direktorat Pendidikan Menengan Kejuruan. Departemen Pendidikan Nasional.
- Timmings, R., (2008). *Fabrication and Welding Engineering*. Amsterdam: Elsevier.
- , (tt). *Sheet Metal Safety*. [On Line] Terdapat Pada www.g-w.com. Diunduh [22 Desember 2015]



GLOSARIUM

Garis Lipatan	:	Tempat pada mal/pola yang nantinya ditempat itu akan dilipat atau ditekuk.
Kerucut	:	Suatu bentuk geometris yang sisi dasarnya berbentuk lingkaran dan sisi miringnya menyatu di satu titik.
kerucut tegak	:	Kerucut yang penampang lintangnya mempunyai bentuk lingkaran dan yang sama bentuknya sepanjang kerucut tersebut.
kerucut oblik	:	Kerucut yang penampang lintangnya berbentuk elip dan penampang menurut garis potong sejajar sisi dasarnya, berbentuk lingkaran.
kurve sambungan	:	Garis lengkung yang nantinya membentuk garis sambungan
lingkaran	:	Konstruksi geometris yang mempunyai dua panjang sumbu yang sama
metode garis sejajar	:	Cara membuat gambar bentangan dengan memanfaatkan garis-garis sejajar pada gambar proyeksi
metode garis radial	:	Cara membuat gambar bentangan dengan memanfaatkan segi tiga–segi tiga yang dapat dilukiskan bidang permukaan benda
metode segi tiga	:	Cara membuat gambar bentangan dengan memanfaatkan garis-garis dari segi tiga –segi tiga.
panjang sebenarnya	:	True length, garis yang dipakai untuk melukiskan panjang garis pada gambar bentangan.
Transformer	:	Benda transisi, yaitu bentuk konstruksi geometris yang menghubungkan dua bentuk yang berbeda atau sama dengan ukuran yang berbeda

