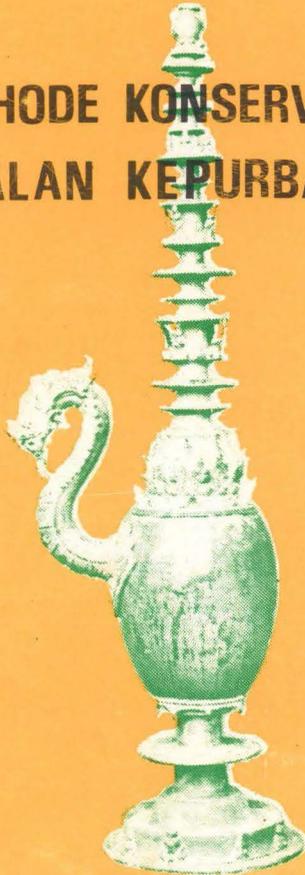




DEPARTEMEN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL KEBUDAYAAN
DIREKTORAT PERLINDUNGAN DAN PEMBINAAN
PENINGGALAN SEJARAH DAN PURBAKALA

**METHODE KONSERVASI
PENINGGALAN KEPURBAKALAN**



OLEH :

SUYONO

PROYEK PEMBINAAN DAN PEMELIHARAAN
PENINGGALAN PURBAKALA

1978/1979

**TIDAK DIPERDAGANGKAN
UNTUK UMUM**

**METHODE KONSERVASI
PENINGGALAN KEPURBAKALAN**

Perpustakaan
Direktorat Perlindungan dan
Pembinaan Peninggalan
Sejarah dan Purbakala

**OLEH :
SUYONO**

COPY RIGHT :
DIREKTORAT PERLINDUNGAN DAN PEMBINAAN
PENINGGALAN SEJARAH DAN PURBAKALA

Dewan Redaksi :

Uka Tjandrasasmita	:	Penanggung jawab
Soekatno Tw.	:	Pimp. Red.
Tjut Kusmiati	:	Anggota
Hadniwati Hsb.	:	Anggota
Retnoningsih	:	Anggota
I.G. Ng. Tara Wiguna	:	Anggota
Surachmad	:	Anggota
Sri Wiyarto	:	Anggota

P R A K A T A

Dalam rangka menyebar luaskan pengertian terhadap usaha-usaha perlindungan dan pembinaan peninggalan sejarah dan purbakala di Tanah Air, amat diperlukan suatu media komunikasi. Bacaan-bacaan mengenai hal-hal tersebut termasuk salah satu media untuk menginformasikan pengertian-pengertian yang dimaksud.

Berhubung dengan hal tersebut di atas, maka Direktorat Perlindungan dan Pembinaan Peninggalan Sejarah dan Purbakala, Direktorat Jenderal Kebudayaan, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, secara bertahap menerbitkan tulisan mengenai usaha-usaha pemeliharaan, perlindungan, pemugaran, pendokumentasian dan kegiatan lainnya di bidang peninggalan sejarah dan purbakala. Usaha penerbitan ini didukung terutama oleh dana yang tercantum pada D.I.P Proyek Pemugaran dan Pemeliharaan Peninggalan Sejarah dan Purbakala, Sub Sektor Kebudayaan, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.

Semoga penerbitan yang masih kurang sempurna ini dapatlah menjadi salah satu media komunikasi bagi kita semua, utamanya para petugas di bidang peninggalan sejarah dan purbakala. Dengan demikian dapat menambah pengetahuan dan pengertian tentang pelbagai aspek peninggalan sejarah dan purbakala, yang wajib dilestarikan dari generasi ke generasi berikutnya.

DIREKTORAT PERLINDUNGAN DAN PEMBINAAN
PENINGGALAN SEJARAH DAN PURBAKALA
DIREKTORAT JENDERAL KEBUDAYAAN,
DEPARTEMEN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
Direktur,

ttd.

Drs. Uka Tjandrasasmita
NIP. 130 041 033.

DAFTAR ISI

	Halaman
Kata Pengantar	i
Bab I Pendahuluan	1
Bab II Maksud dan Tujuan Konservasi.....	3
Bab III Metode Konservasi	5
Bab IV Konservasi Benda-Benda Purbakala.....	11
Bab V Benda-Benda Purbakala dari Batu dan Bangunan- Bangunan Batu	29

P E N D A H U L U A N

Bidang konservasi Peninggalan Kepurbakalaan menyangkut banyak ilmu pengetahuan. Untuk dapat melaksanakan tugasnya dengan baik, seorang teknisi dalam bidang ini sedikit banyak harus menguasai ilmu-ilmu tersebut, teoritis maupun praktis. Di samping itu ia harus menguasai teknik penggunaan alat-alat sarana kerja yang diperlukan.

Setidak-tidaknya seorang teknisi harus menguasai pengetahuan dasar dengan baik tentang :

1. Arkeologi
2. Arsitektur.
3. Petrografi.
4. Mikrobiologi.
5. Kimia.
6. Metalurgi.
7. Meteorologi/Klimatologi.

Seorang teknisi harus dapat bekerja sama dengan para ahli purbakala. Ia harus mentaati Undang-Undang Kepurbakalaan yang berlaku, mendengarkan dan mematuhi petunjuk-petunjuk serta saran-saran dari para ahli Purbakala. Tanpa ini semua, karena terburu nafsu, dalam melaksanakan ekskavasi; dan hasrat besar menuruti rasa estetis, dalam memugar sesuatu; ia mudah tergelincir, menyimpang atau malahan tanpa disadari melanggar norma-norma Arkeologis.

Untuk menjadi seorang teknisi yang baik, ia harus mengenal disiplin lahir dan batin. Lahir ia tidak akan melakukan pemalsuan-pemalsuan. Batin ia tidak akan menipu atau membohongi dirinya sendiri. Ia tidak akan bertindak dan melakukan sesuatu yang bertentangan dengan isi hati nuraninya.

Seorang teknisi yang baik selama hidupnya tidak akan berhenti belajar dan mengadakan penelitian-penelitian. Ia harus sadar bahwa teknologi tidak mengenal dekadensi dan terus maju dan berkembang, terus. Ilmu, keterampilan, kemampuan teknis serta metode-metode yang ia pakai dan dianggap up to date sekarang, suatu ketika akan lapuk dan ketinggalan jaman.

Seperti halnya seorang ahli Purbakala, seorang tehniisi harus dapat memanfaatkan tehnik modern untuk menunjang bidangnya.

Mengingat macam ragamnya peninggalan Kepurbakalaan serta kompleksnya masalah yang dihadapi dalam bidang konservasi, dari kertas kerja ini diusahakan untuk disederhanakan, dengan jalan pengelompokan menurut jenis dan kategorinya.

PENINGGALAN KEPURBAKALAAN.

Sejak jaman Prasejarah sampai jaman Islam Peninggalan Kepurbakalaan bermacam ragam banyaknya. Ada yang berupa bangunan dengan bermacam-macam arsitektur, profaan maupun sacral. Benda-benda kesatuan atau lepas : alat perang, alat upacara, alat rumah tangga, perhiasan dan lain sebagainya. Peninggalan ini dibuat dari bermacam-macam bahan : batu, batu bata, besi, tembaga, perunggu, tanah liat, tembikar, porselin, emas, manik-manik dan masih banyak lagi.

PENGELOMPOKAN

Untuk menyederhanakan penentuan Metode Konservasi dari sekian banyak macam peninggalan Kepurbakalaan tersebut di atas, diusahakan pengelompokan menurut kategori masing-masing. Yang dimaksud kategori di sini bukanlah bentuk atau fungsinya, tetapi dari bahan apa benda itu dibuat.

Dari sekian banyak benda tersebut dapat dikategorikan menjadi tiga :

I. BAHAN ORGANIK.

1. Barang-barang dari kulit.
2. Kertas.
3. Lontar.
4. Tekstil.
5. Kayu.
6. Tulang, tanduk, gading. dll.

II. LOGAM

1. Semua benda yang dibuat dari logam murni/campuran.

III. BAHAN YANG MENGANDUNG SILIKA.

1. Batu.

2. Keramik
3. Gelas/kaca.

I. MAKSUD DAN TUJUAN KONSERVASI.

Perkataan Konservasi sering masih ditambah dengan Preservasi, yang berarti pengawetan dan pemeliharaan. Satu sama lain tidak dapat dipisahkan. Pengawetan tanpa Pemeliharaan atau sebaliknya, Pemeliharaan tanpa Pengawetan tak akan ada artinya sama sekali.

Peninggalan Purbakala berujud apapun, kondisi fisiknya tidak akan sama dengan keadaan waktu masih baru. Dalam usianya yang sudah sekian ratus atau ribu tahun pasti mengalami pelapukan, serta kerusakan, bahkan banyak yang hancur atau musnah sama sekali. Tidak ada makhluk atau benda di dunia ini yang mampu menentang sang kala.

Tetapi manusia, sebagai Makhluk Tuhan tertinggi di dunia, merasa dirinya berkuasa dan mampu menaklukkan alam, dengan teknik-teknik yang dimilikinya dan ilmu pengetahuan yang tinggi. Mereka berdaya upaya sekuat tenaga membendung pengaruh dari perjalanan sang kala. Tetapi sayang makhluk yang sangat ambisius ini tidak seratus persen dapat melaksanakan usahanya dengan baik. Namun demikian ia sudah merasa puas berkat jerih payahnya dapat memperlambat jalannya proses pelapukan.

Jadi maksud dan tujuan utama dari Konservasi dan Preservasi adalah usaha penyelamatan Peninggalan Purbakala dari kehancuran dan kemusnahan. Dalam usaha ini digunakan bermacam-macam teknik, cara dan metode, menurut kondisi, situasi dan sifat masing-masing Peninggalan tersebut.

Konservasi dan Preservasi luas sekali jangkauannya. Tidak hanya terbatas pada pembersihan dan treatment, tetapi termasuk juga reparasi, pembinaan kembali dan pemugaran.

SIFAT KERUSAKAN

Sifat kerusakan pada Peninggalan Purbakala diperinci menjadi dua :

1. Mekanis (Struktural decay)
2. Pelapukan (Weathering)

Kerusakan mekanis berupa retak, pecah, putus, hancur dan lain-lainnya. Mengenai bangunan kerusakan struktural berupa : ke-melesakan pondasi dan lantai, kemiringan tembok, penggeseran batu-batu, pecah, retak dan lain-lainnya.

Kerusakan bersifat pelapukan ada dua macam : Khemis dan biologis. Khemis adalah reaksi kimiawi berupa : Penggaraman, korosi, oksidasi dan lain-lain. Biologis berwujud pertumbuhan makro maupun mikro organisme seperti : Fungi/Lichenes (jamur), Algae (ganggang) Moss (lumut) dan serangan serangga.

Di samping dua sifat tersebut di atas, masih ada satu lagi yang sifatnya kriminal, lazim disebut "Vandalisme". Vandalisme adalah perbuatan manusia, sengaja maupun tidak dalam bentuk pengrusakan dan pencurian dengan cara merusak, memotong kepala, tangan arca, dan bagian-bagian lainnya.

Vandalisme jauh lebih berbahaya dari pengrusakan lainnya, karena dapat memusnahkan data-data Arkeologi, sebagai artefak yang sangat penting dalam penyusunan sejarah.

PENGARUH LINGKUNGAN

Faktor lingkungan sangat berpengaruh terhadap kondisi fisik dari suatu obyek Purbakala. Pada umumnya sesuatu benda yang terbiasa dengan lingkungannya dan kebal terhadap pengaruh negatifnya, telah stabil dan dalam keadaan "Equilibrium". Tetapi jika benda tersebut dipindahkan ke lingkungan lain yang kondisinya berbeda dengan tempat semula, akan mengalami rusak atau menjadi rapuh. Dalam ekskavasi sering terjadi benda-benda yang waktu di dalam tanah keadaannya utuh dan baik, setelah di alam terbuka menjadi retak, pecah, rapuh dan remuk. Kejadian semacam ini dikarenakan perubahan lingkungan, terutama berubahnya suhu dan kelembaban.

Suhu udara dan kelembaban nisbi, (Temperature and Relative humidity/R.H.) mempunyai arti penting dalam konservasi. Amplitudo yang menyolok dari dua-duanya berpengaruh buruk sekali yang sifatnya merusak pada obyek yang sedang dikonservasi.

Pengaruh lingkungan ini terasa sekali pada koleksi benda-benda yang disimpan di bawah atap maupun yang berada di luar

(Openair Museum). Lebih-lebih bangunan-bangunan Purbakala yang berada di alam terbuka sangat menderita oleh pengaruh lingkungan.

METODE KONSERVASI

Metode Konservasi Peninggalan Kepurbakalaan banyak macam ragamnya, menurut kondisi dan situasi masing-masing obyek dan kemampuan atau fasilitas yang ada. Namun sistem urutan/ secara kronologis pelaksanaansama.

Dimulai dari :

1. Survey dan pengumpulan data.
2. Analisa, studi dan determinasi.
3. Mengambil kesimpulan dan menentukan sikap.
4. Pembuatan rencana kerja (planning).
5. Pelaksanaan kerja.

Nomor 1 sampai 5 dilakukan di lapangan (situs) dan di Laboratorium, sesuai dengan keperluan masing-masing obyek.

Harus selalu diingat sampai pelaksanaan konservasi hasilnya tidak boleh mengurangi nilai-nilai Kepurbakalaan sesuatu obyek Peninggalan Purbakala. Misalnya mengurangi keasliannya, dengan penambahan dan pemalsuan. Demikian juga Patina yang menjadi identitas spesifik dari sesuatu artefak, tidak boleh menjadi hilang sama sekali.

P A T I N A

Patina adalah kulit/lapisan terluar, terbentuknya secara alamiah berfungsi sebagai pelindung untuk menahan pengaruh luar yang destruktif. Selanjutnya Patina terjadi karena pelapukan yang reaksinya telah terhenti, malahan berfungsi sebagai pelindung diri (self protection coating).

Proses terbentuknya patina membutuhkan waktu lama dan dapat terjadi di dalam tanah, air dan di udara terbuka. Maka dari itu Patina merupakan identitas spesifik dari suatu artefak/benda-benda Purbakala. Walaupun Patina dapat terbentuk secara alamiah pada semua bahan logam, kayu, batu, keramik dan lain-lain, tetapi yang paling populer adalah Patina pada logam, terutama tembaga, kuningan dan perunggu.

Melalui Patina orang dapat mengidentisir keaslian sesuatu artefak/benda-benda Purbakala. Tetapi hingga sekarang masih sulit untuk menggunakannya sebagai sarana dating, untuk mengetahui umur sesuatu obyek dengan tepat.

Apakah semua Patina tidak boleh dibersihkan atau dihilangkan, demi menjaga keaslian sesuatu artefak/benda Peninggalan Purbakala ?

Tidak selamanya demikian, sebab belum tentu Patina selalu bersifat pelindung dan kelihatan aesthetis. Ada sementara Patina yang bersifat merusak dan sama sekali tidak aesthetis. Patina-patina semacam ini adalah patina yang reaksi pelapukannya masih aktif, berjalan terus, belum mengganggu keindahan, seperti Patina pada benda perunggu atau tembaga yang mengandung Clorida. Jika demikian Patina semacam ini harus dibersihkan, dibebaskan dari clorida.

Bicara tentang Patina, di samping alamiah/mineral, ada Patina yang buatan/artificial, Patina ini dibuat oleh manusia dengan maksud melindungi permukaan suatu benda, malahan ada yang lambat laun bersifat merusak. Misalnya cat pada benda-benda yang porous, batu, kayu dan lain-lain. Karena pori-pori permukaan benda ini tertutup, benda tersebut tidak dapat bernafas, akhirnya menjadi lapuk dan rusak. (Contoh relief pada candi Borobudur). Di sini cat tersebut adalah oker kuning yang sengaja dioleskan untuk kepentingan Fotografi pada jaman Restorasi Van Erp. (untuk pengertian tentang patina lihat Bab lebih lanjut).

PELAPUKAN BATU

Pelapukan batu yang terjadi pada bangunan Purbakala penyebabnya adalah faktor Klimatologi/pengaruh cuaca : hujan, panas matahari, suhu dan kelembaban udara, penguapan, arus angin dan lain-lain. Penyebab utama adalah air. Seperti air hujan dan air tanah. Sedangkan faktor yang lainnya adalah penunjang timbulnya kerusakan yang bersifat kimia maupun biologis.

Pelapukan yang bersifat kimia adalah penggaraman (Efflorescence). Air tanah melarutkan garam-garam yang terdapat di dalam tanah. Larutan-larutan ini mengikuti aliran air melalui pori-pori

atau sambungan-sambungan batu mencari jalan keluar menuju ke permukaan batu-batu dinding (seepage dan capillary water). Sampai di permukaan batu airnya menguap, tetapi garam-garamnya mengendap, berupa kerak-kerak yang lama kelamaan makin tebal dan membentuk batuan sekundair jauh lebih keras dari pada batunya sendiri. Kerak (crustation) ini adalah penggaraman bermacam-macam unsur yang berada di dalam tanah dan material bangunan.

Penggaraman yang terjadi pada bangunan batu/atau bata misalnya :

1. Sulfatasi : Endapan/kerak berupa garam belerang (SO_2)
2. Carbonatasi : Endapan/kerak kalsium karbonat (CaCO_3)
3. Silifikasi : Endapan/kerak silika (SiO_2)

Penyebab sulfatasi

Penyebab sulfatasi adalah udara, air dan tanah dalam bentuk SO_2 , berasal dari sisa pembakaran bahan-bahan bakar. Ini terjadi pada bangunan-bangunan yang lokasinya dekat gunung berapi, pabrik, dan di kota besar, serba mesin dan banyak mobil.

Carbonatasi disebabkan oleh kapur bebas (free chalk) berasal dari semen dan material bangunan lainnya.

Silifikasi disebabkan oleh larutan unsur Si dari pasta kaca (Matrixglass), pengikat unsur yang ada pada batuan.

Efflorescence/penggaraman akan lebih berbahaya lagi pada bangunan batu, jika permukaan batu tersebut dilapisi dengan bahan pelapis (coating) yang menutupi/menyumbat pori-porinya hingga tak dapat bernafas.

Jika terjadi demikian, Efflorescence/penggaraman akan mengakibatkan timbulnya *Pustules*. *Pustules* adalah bisul-bisul pada permukaan batu, akibat dari penggaraman, di mana garam-garamnya tidak dapat keluar, karena pori-pori batu tersumbat oleh coating. Jadi proses pembentukannya sama dengan bisul atau kukul (jerawat).

Jika *Pustules* ini pecah, menjadi lobang-lobang, yang di dalamnya terdapat endapan garam dan ditumbuhi ganggang dan lumut, lobang-lobang ini disebut *Alveoles*.

Penyakit batu akibat penggaraman ini disebut kanker batu. Akibat penggaraman ini lama kelamaan permukaan batu menjadi

rapuh dan aus mudah sekali pecah dan gempil, akhirnya pahatan-pahatan dan hiasan pada relief-relief tidak berbentuk lagi.

Penggaraman semacam ini telah terjadi pada relief-relief di dinding Candi Borobudur.

Pelapukan yang bersifat biologis adalah tumbuhnya makroorganisma berupa tumbuh-tumbuhan tingkat tinggi dan mikroorganisme dari tumbuhan tingkat rendah berupa :

1. Lichennes/Fungi (jamur)
2. Algae (ganggang)
3. Moss (lumut).

Kemikalia pemberantasan dan pencegahannya adalah :

1. Lichennes/Fungi dipakai Fungisida
2. Algae dipakai Algisida
3. Moss/herba menggunakan Herbisida, dan jika ada serangan serangga/insect memakai insectisida.

Algae/ganggang mudah sekali tumbuh di tempat lembab, tetapi mati dan kering sendiri di musim kemarau.

Moss/Lumut tumbuhnya cepat sekali, daya pengrusaknya pada batu paling besar karena akar-akarnya panjang dan masuk ke dalam pori-pori batu. Hal ini mengakibatkan kerusakan biologis, sedang asam humus yang diproduksi olehnya, mengakibatkan pelapukan khemis. Jika dicabut bekas akarnya menjadikan lobang-lobang di permukaan batu.

PEMBERANTASAN DAN PENCEGAHAN

Untuk memberantas penggaraman/efflorescence, dicegah terjadinya reaksi khemis yang ada di bangunan. Karena penyebab utamanya adalah air yang datang dari dalam tanah, maka diusahakan pengeringan bangunan tersebut dengan pemasangan lapisan-lapisan kedap air (waterrepellent Layers) dibuatkan sistim saluran/penampungan air yang terkendali (Guided Drainage System).

Pemberantasan tumbuhnya organisma dilakukan dengan pembersihan dan treatment untuk mencegah pertumbuhan kembali/regrowth. Pencegahan ini dilakukan dengan penyemperotan produk Conservant secara periodik.

Untuk kepentingan di atas digunakan :

Bahan Lapisan kedap air yaitu :

1. Araldite Tar
2. Pipe Asphalt
3. Flintkote
4. Lapisan Timah/Lembaran Timah (Leadsheet).

Produk Pemberantasan/pencegah tumbuhnya organisma.

Untuk memberantas lichennes dipakai : AC 322.

Produk ini terdiri dari :

Ammonium bicarbonate	30 gr.
Sodium bicarbonate	50 gr.
Carboxymethyl cellulose (cellogen)	60 gr.
Aquamollin/Hydranal	25 gr.
Desogen (Arkopal)	3 ml.
Aquadestilata	1000 ml.

Untuk memudahkan pengolesannya produk ini dicampur dengan clay/lempung sampai menjadi pasta.

Untuk menghilangkan garam AC 322 dicampur 50 persen clay dan Aquamo ini diganti dengan Hydranal III. AC 322 daya efektifnya setelah kontak selama 24 jam dengan obyek yang ditreatment. Selanjutnya obyek tersebut harus dicuci bersih. Untuk mengetahui apakah obyek tersebut bebas dari Ac 322 bekas cucian dites dengan menggunakan pH meter atau kertas indikator, sampai betul-betul netral dengan ph 7, atau pH air bekas cucian sedikit-tidaknya sama dengan sebelum dipakai mencuci.

Ac 322 akan lebih efektif lagi jika dicampur dengan Algicide Proven dengan perbandingan 4 : 1. Dengan demikian yang diberantas sekaligus lichennes/fungi dan Algae, sedangkan moss/lumut telah ikut dibersihkan waktu mencuci dan digosok dengan sikat.

Untuk memberantas dan mencegah Algae/Ganggang digunakan Algisida: (Algicide Proven.) Penggunaannya dioleskan atau disemprotkan dengan menggunakan suprayet/kompressor.

Sebagai konservant untuk mencegah pertumbuhan kembali moss/lumut obyek disemprot dengan herbisida : (Hyvar X) atau Hyvar XL. yang pertama berupa puder, sedangkan yang kedua berupa liquid (cairan).

Sebelum dipakai produk-produk tersebut di atas, harus di-test dulu dan dipelajari. Untuk mengetahui dengan tepat daya kerjanya dan ada tidaknya side effect terhadap batu, misalnya perubahan warna, korosi adanya endapan-endapan.

PERBAIKAN (REPAIR/RESTORATION).

Pekerjaan ini bermacam ragam jenis dan sifatnya. Tujuan utama ialah mengembalikan suatu obyek Purbakala kepada bentuk semula tanpa ada pemalsuan-pemalsuan dan diusahakan jangan sampai mengurangi nilai kepurbakalaannya. Pekerjaan tersebut terdiri dari :

1. Penyambungan dengan anker.
2. Penambahan dan penempelan fragmen-fragmen dengan lem.
3. Pengisian pecahan/retakan (Crack filling).
4. Menyuntik (Fissures injection).
5. Penguatan kembali (Consolidating).

Semua pekerjaan ini harus dilaksanakan dengan tekun dan hati-hati serta membutuhkan pengalaman dan latihan yang intensif. Seorang restorer harus berjiwa seni, berperasaan halus dan mengerti tentang aesthetika.

Untuk kepentingan pekerjaan repair/restorasi, lem yang dipakai bahannya dibuat dari bahan-bahan synthetis, tahan terhadap asam dan pengaruh cuaca, bersifat Vinyl atau Epoxy. Satu-satunya kelemahan lem synthetis ini ialah tidak tahan api bahkan banyak yang mudah terbakar. Solvent/pelarut bahan-bahan ini terdiri dari pelarut yang mudah terbakar; acetone, alcohol, spiritus dan lain-lain.

Perbedaan type Epoxy dan type Vinyl ialah, bahwa yang pertama setelah curing/mengeras tidak dapat dilunakkan lagi atau dilepas sedangkan yang kedua masih dapat, dengan menggunakan pelarut/solvent khusus, acetone, thinner, alcohol dan lain-lain.

PEREKAT SYNTHETIS (SYNTHETIC RESIN ADHESIVE)

Perekat/lem Synthetis terdiri dari dua kelompok yaitu :

1. Thermoplastic/type Vinyl. Fisik dalam keadaan panas berbentuk plastik elastik dan dalam keadaan dingin menjadi keras kuat.
2. Thermosetting/type Epoxy. Fisik dalam keadaan panas menjadi kuat dan dalam keadaan dingin menjadi elastic.

Kelompok satu masih dapat dilarutkan dengan bahan pelarut (soluble) dan kelompok dua tak dapat cair lagi dan tidak larut da-

lam semua bahan pelarut (insoluble).

Contoh ad 1. Polyvinyl acetate, banyak digunakan untuk tulang, fosil dan keramik/tembikar.

Contoh ad 2, Araldite, Akemi dan masih banyak merk Epoxy Resin adhesives banyak digunakan untuk batuan, terdiri dari dua komponen, Resin dan Hardener, seperti halnya Polyester dengan Catalisator.

ANKER/PEN (DOWELS/PINS)

Menyambung batu-batu yang putus atau pecah, jika formatnya besar dan berat, menggunakan anker atau pen. Logam yang baik untuk kepentingan ini adalah logam yang tidak dapat berkarat, stainless steel, atau setidaknya logam yang tidak mudah karatan, kuningan atau seng. Lem yang dipakai perekat sintetis jenis epoxy dicampur dengan pasir atau bubuk batu. Kamufase permukaannya menggunakan bubuk batu, yaitu sejenis dengan batu yang disambung.

Pekerjaan ini membutuhkan ketelitian dan pengalaman yang luas, sebab kekeliruan sedikit, misalnya sambungan tersebut kurang rata/menonjol sedikit saja, batu tersebut sulit dipasang kembali pada tempat aslinya (monument).

Begitu pula jika menyambung patung rusak, pecah atau putus, jangan tergesa-gesa dilem. Jikalau rekonstruksinya belum betul-betul benar. Ingat, bahwa epoxy resin adhesive jika sudah mengeras tidak dapat dicairkan atau dilunakkan lagi, sehingga sambungan atau tambalan yang salah/keliru tidak dapat dilepaskan, tanpa merusak batunya. Besar kecilnya atau panjang pendeknya anker disesuaikan dengan benda yang disambung atau ditambal.

KONSERVASI BENDA-BENDA PURBAKALA.

Konservasi benda-benda Purbakala adalah suatu tindakan mengamankan dan mengawetkan benda-benda tersebut, supaya jangan sampai musnah. Usaha ini dimaksud untuk memberantas segala penyakit yang diderita oleh benda-benda itu, membendung setidaknya memperlambat ke arah kerusakan-kerusakan lebih lanjut. Untuk mengembalikan benda-benda tersebut dalam

keadaan semula tidak mungkin, sebab kondisi fisiknya sudah tidak seperti semula. Maka satu-satunya usaha ialah tindakan seperti tersebut di atas. Adanya kemajuan teknologi manusia tidak mau menyerah pada alam, memanfaatkan tehnik sebagai sarana dan media dalam perjuangannya untuk mengatasi segala kesulitan dan memecahkan problema-problema yang dihadapi oleh masalah konservasi. Jika orang mengatakan, bahwa mempelajari ilmu Purbakala dan hal-hal yang bersangkutan paut dengan Purbakala, bila tidak mengikuti kemajuan jaman, sebetulnya salah. Obyek yang ditangani atau dipelajari memang kuna, tetapi sarana atau mediana mempergunakan tehnik modern, sejalan dengan kemajuan teknologi. Berkat kerja sama yang rapi antara para Arkeolog dan scientis, ilmu Purbakala mengalami revolusi di segala bidang. Konservasi dalam arti yang luas mencakup : Pengobatan/Penyembuhan, perbaikan/tambal sulam, Restorasi dan rekonstruksi. Konservasi ini penting sekali artinya, sebab benda-benda Purbakala yang berupa barang-barang bergerak atau bangunan, adalah pusaka warisan dari nenek moyang kita, yang merupakan bukti-bukti visual, mencerminkan keagungan dan kekayaan bangsa kita pada masa itu. Maka dari itu benda-benda tersebut disebut Peninggalan Nasional. Karena sifatnya Nasional, kita seluruh bangsa Indonesia bertanggung jawab atas keamanan dan kelangsungan benda-benda tersebut. Tanpa konservasi niscaya benda-benda itu cepat atau lambat akan musnah sama sekali.

Benda-benda yang masih terpendam di dalam tanah keadaannya lebih aman dari pada benda-benda yang ada di permukaan bumi dan diketahui oleh manusia. Harus diakui, bahwa manusia sendirilah penyebab utama rusak atau musnahnya benda-benda yang bersejarah itu.

Ada dua kategori manusia semacam ini. Kategori pertama mereka yang bertindak tidak dengan sengaja karena tidak tahu, sedangkan kategori kedua, mereka dengan sengaja dan bermacam alasan atau untuk kepentingan masing-masing. Kategori yang belakangan inilah yang paling berbahaya, sebab segala kemungkinan dapat mereka lakukan tanpa memikirkan apakah tindakannya ini melanggar hukum atau tidak, asal menguntungkan bagi mereka

sendiri. Biasanya mereka ini terdiri dari orang-orang yang pengetahuannya tentang benda-benda antik cukup tinggi dan mengetahui tinggi rendah nilainya.

Sifat kerusakan benda-benda Purbakala bermacam-ragam dan begitu pula penyebabnya. Sifat-sifat ini dikelompokkan sebagai berikut :

1. Mekanis
2. Khemis
3. Biologis.

Tiga sifat kerusakan ini jika lama berlalu, hakekatnya satu sama lain saling pengaruh mempengaruhi, hingga penyebab utamanya tidak mudah untuk ditentukan.

Penyebab kerusakan-kerusakan sebagai berikut :

Mekanis – Untuk benda-benda bergerak jika kurang berhati-hati menggarapnya, jatuh, terbentur dan lain-lain, sehingga pecah, patah, retak. Sedangkan untuk bangunan-bangunan disebabkan oleh gempa bumi, dilanda banjir, tanah longsor, disambar petir.

Khemis – Reaksi khemis dari unsur-unsur kimiawi yang terkandung di dalam bahannya sendiri atau yang terdapat dalam tanah, udara, air tanah maupun air hujan. Penyebab utama dari reaksi ini adalah faktor cuaca yang menyebabkan adanya pengkaraman/efflorescence, oxydasi sulfatasi dan lain-lain. Hujan dan matahari mengakibatkan sedimentasi, anorf dan krustasi, korosi dan erosi.

Biologis – Pertumbuhan makro serta mikro organisma, flora maupun fauna. Tumbuh-tumbuhan tinggi dan rendah (jamur dan fungi) serta serangga. Tumbuh-tumbuhan tingkat rendah yang lazim terdapat adalah : Algae, Lichen dan Moss. Algae (ganggang) : hitam, hijau, coklat dll. Lichen (fungi/jamur): putih, hijau, kuning, merah dll. Moss (lumut): Hyparticae dan banyak sekali jenis lain-lain. Serangan serangga (insect) paling diderita oleh benda-benda dari bahan organis, kayu, kulit, kertas tekstil dll.

Pencemaran/Pengotoran udara, air dan tanah (air, water and soil pollution) di Indonesia belum begitu terasa akibatnya terhadap benda-benda Purbakala, lain halnya di negeri-negeri industri (Negara Barat). Pencemaran oleh garam (*saltouclei pollution*) hanya dapat dirasakan di daerah pantai. Pemegang peranan penting dalam pelapukan adalah faktor cuaca. Iklim/cuaca sangat menentukan kondisi lingkungan lokasi benda-benda dan bangunan-bangunan Purbakala. Kondisi lingkungan ini sangat berpengaruh pada kondisi fisik benda dan bangunan tersebut. Sayang sekali pengaruhnya sangat tidak menguntungkan, sehingga mengakibatkan pelapukan seperti tersebut di atas.

Yang dimaksud kondisi lingkungan di sini adalah unsur-unsur *meteorologis/klimatologis* : *temperatur, curah hujan, penguapan, radiasi matahari, angin* dan lain-lain. Untuk menyelamatkan benda-benda bergerak mudah dilaksanakan dengan mengatur kondisi lingkungan yang cocok dengan keadaan benda-benda itu. Ini berarti mengatur temperatur dan kelembaban supaya konstan, sehingga benda-benda tersebut dalam keadaan equilibrium. Ini dapat dilaksanakan untuk benda-benda antik yang disimpan di Museum atau dalam koleksi di artgallery dengan memasukkan benda-benda itu dalam almari kaca (Vitrine) serta mengatur temperatur serta kelembaban ruangan, misalnya diberi AC.

Untuk benda-benda yang di luar misalnya : bangunan-bangunan dan openair museum tidak mungkin dilaksanakan. Kondisi lingkungan (Atmospherio Condition) yang ideal sebagai berikut :

Temperatur : 12 – 24 C
Kelembaban (RH) : 55 – %

Pengaturan lingkungan ini dibuat sedemikian rupa, jangan sampai mengganggu kondisi fisik para pengunjung. Agar supaya mereka betah tinggal di dalam Museum atau Artgallery untuk menyaksikan dengan tenang serta mempelajari benda-benda/display yang berada di situ.

Temperatur dan lembab nisbi tersebut di atas sudah merupakan standar untuk pengaturan kondisi lingkungan di dalam Museum. Selisih berubah-obahnya temperatur antara maximal dan minimal 6°C dan lembab nisbi 10 persen dalam waktu 24 jam tidak

akan mempengaruhi fisik benda-benda yang disimpan di dalam Museum. Benda-benda itu bermacam ragam dan juga dibuat dari bahan yang berbeda. Kelembaban 68 persen jamur dan mikroorganisma lain-lainnya akan tumbuh dengan subur.

Bagi benda-benda yang disimpan di dalam vitrine untuk mengurangi/menekan kelembaban supaya tetap rendah, di dalamnya ditaruh silica gel. Silica gel ini sifatnya sangat hygroscopis (menyerap uap air). Jika sudah jenuh, silica gel ini dapat dipakai kembali setelah dikeringkan/dijemur. Archeo Meteorologi (Archeo Met) bertugas mengembangkan Meteorologi yang berhubungan dengan kepentingan Archaeologi.

Untuk mengontrol sewaktu-waktu temperatur dan kelembaban di dalam Museum/kamar, dipasang Polymeter atau Thermohygrograph. Pertama sewaktu-waktu Temp dan R.H. dapat dilihat dan dicatat, sedangkan yang kedua secara otomatis mencatat sendiri grafik di atas kertas pias. Cara kerja alat tersebut harian atau mingguan dan sewaktu-waktu di mana saja dapat dicek dengan menggunakan sleng dan Whirl Polymeter yang dapat dibawa ke mana-mana. Pencatatannya dibaca di dalam tabel. Kedua alat ini kecuali untuk mencatat R.H. juga dapat untuk mengetahui dewpoint (titik embun).

Dalam soal konservasi sering juga disebut preservasi, yang meliputi pengobatan/pemberantasan penyakit perbaikan/tambal sulam, rekonstruksi dan restorasi, pelaksanaannya tidak demikian mudah, seperti halnya membuat atau membangun baru. Konservasi benda-benda Purbakala dibatasi oleh norma-norma, ketentuan yang tidak boleh diabaikan atau dilanggar, dan ini semua dilindungi oleh Undang-Undang Kepurbakalaan tahun 1931 Stbl. 238.

Seorang konservator dalam melaksanakan tugasnya tidak dapat bekerja sendiri tanpa berkonsultasi dengan ahli Purbakala, agar tidak mengurangi nilai kepurbakalaannya. Petunjuk-petunjuk, saran-saran serta data-data dari ahli Purbakala penting sekali untuk bekal atau pedoman melaksanakan tugas. Di samping itu seorang konservator harus berkonsultasi dengan ahli-ahli lain, untuk mendapatkan saran serta data-data yang menyangkut bidang masing-

masing dan penting untuk pelaksanaan konservasi benda purbakala.

Teknik untuk melaksanakan konservasi adalah :

1. Mekanis (Mechanical Treatment)
2. Semi Khemis (Semi Chemical Treatment)
3. Khemis (Chemical Treatment)
4. Elektrolisis (Electrolytical Reduction, Electro Chemistry).

Sebelum bertindak perlu diadakan survey/penelitian untuk mengetahui : sifat-sifat kerusakan/pelapukan, bahan/material, kemudian menentukan teknik mana yang akan dipakai agar sesuai dalam melaksanakan pekerjaan itu.

Penelitian tentang struktur dan tekstur bahan/material dari benda-benda yang akan dikerjakan penting sekali. Menganalisa dapat secara fisis, khemis dan optis.

Semua aktifitas dalam pelaksanaan konservasi didokumentir dalam buku catatan khusus dilengkapi dengan kartu index/file dan foto-foto serta jika perlu gambar-gambar. Data-data dari para ahli Purbakala maupun teknis jika dipandang perlu baik juga dilampirkan. Jika benda yang dikerjakan adalah temuan baru, sedapat mungkin dilampiri juga proses mengenai penemuannya. Ini semua penting untuk dipakai sebagai data-data determinasi dan analisa.

Dokumentasi ini penting sekali artinya bagi generasi yang akan datang, untuk melanjutkan tugas-tugas Konservasi. Dari dokumentasi itu kita dapat mengetahui methoda atau teknik mana yang baik dan pada saat mendatang dapat dikembangkan serta ditingkatkan dan yang kurang sesuai dapat dibuang serta dihindari. Dengan demikian kita dapat menghindari kesalahan-kesalahan yang pernah dibuat sebelumnya. Teknik dan metoda yang sekarang kita anggap baik, belum tentu pada masa yang akan datang selalu demikian, mengingat teknik konservasi serta ilmu Purbakala mengalami evolusi/revolusi sejalan dengan kemajuan teknologi. Sebelum bertindak harus hati-hati dalam menentukan sikap, sebab sekali kita salah langkah, sulit untuk memperbaikinya. Sebagai contoh misalnya, jika kita akan memakai suatu khemikalia harus dianalisa dan ditest dulu, untuk mengetahui daya kerjanya, komposisi kimiawinya, konsentrasi yang paling efektif tetapi tidak

membahayakan. Unsur-unsur apa saja yang terkorosi dan larut oleh reaksinya serta bagaimana pengaruhnya terhadap pewarna dan lain-lain.

Jika mengadakan suatu percobaan jangan sampai menggunakan benda-benda yang berharga, kecuali jika sudah diketahui dengan pasti bahwa khemikalia yang dipergunakan tidak akan membahayakan obyeknya. Tiap larutan khemikalia yang akan digunakan harus diukur pHnya dulu, untuk mengetahui dengan pasti sifat dari khemikalia tersebut, apakah asam, basa atau netral.

Pengukuran ini dapat menggunakan kertas Universal, Lovibond atau pH meter. Dalam penggunaan khemikalia pengukuran penting sekali, sebab dapat diketahui unsur apa dari suatu material yang ditreatment akan terkorosi/larut, misalnya : Si, Fe, Mg, Al dan lain-lain. Bahan dari suatu obyek kecuali tekstur dan strukturnya, diteliti juga warna aslinya, jangan sampai warna asli ini ditreatment menjadi berubah. Untuk tidak salah mengartikan warna asli dari benda Purbakala, perlu dijelaskan, bahwa yang dimaksud asli bukan warna sewaktu masih baru tetapi warna setelah benda itu tertutup oleh Patina. Misalnya setelah benda itu berusia sekian ratus atau ribu tahun. Maka untuk melaksanakan konservasi kita jaga betul, jangan sampai patina itu hilang. Dengan hilangnya Patina benda tersebut sudah merosot nilai kepurbakalaannya. Jika demikian hasil kerja konservasi tidak berhasil baik, sudah tidak menepati ketentuan-ketentuan yang harus dipegang teguh. Maksudnya mengamankan dan mengawetkan, tetapi kenyataannya malah boleh dikatakan merusak.

Benda yang diselaputi oleh patina biasanya telah kebal terhadap pengaruh lingkungan, keadaannya menjadi stabil, dengan perkataan lain benda itu mengalami Equilibrium. Maka Patina disebut selaput penolak atau selaput pengaman (Protection coating). Jika Patina itu rusak atau terkelupas kita tidak mungkin dapat membuatnya lagi seperti aslinya, padahal Patina merupakan faktor terpenting dalam penilaian benda Purbakala. Mengenai bangunan-bangunan Purbakala sementara orang berpendapat, bahwa apa saja yang terdapat pada permukaan bangunan tersebut dianggap Patina misalnya : kerak batu (crustation, sedimentation), segala

mikro organisma, lumut, algae, lichen, fungi, jamur dan segala macam tumbuhan. Malah ada yang berpendapat, bahwa semua debu dan kotoran juga dianggap Patina. Walaupun demikian, karena yang dianggap Patina pada bangunan itu tidak semuanya merupakan protection coating, malah sering sifatnya juga merusak, seyogyanya unsur-unsur yang merusak ini harus dihilangkan, supaya bangunan itu terhindar dari kerusakan yang lebih parah. Di bawah ini akan diuraikan *Patina yang terbentuk pada benda-benda dari logam (Emas (Au) murni walaupun sangat lunak, tidak terkorosi. Benda-benda antik dari emas biasanya emas dicampur perak, tembaga, atau kedua-duanya. Logam campuran ini dalam pembentukan patina terdapat dua macam menurut warnanya yaitu ungu dan merah jambu, makanya emas kuno sering disebut purple atau pink gold. Perak (Ag) tidak mengalami oksidasi karena pengaruh atmosfer, tetapi mudah terpengaruh oleh asam belerang (sulphur/SO₂ hydrogen sulphur/H₂SO₄ yang terdapat di udara dan di dalam tanah (SO₂/H₂SO₄). Patina yang terbentuk oleh sulphida ini berwarna hitam dan sangat dekoratif. Argentite (Ag S) berwarna abu-abu dan corargerite atau horn silver (Ag CL) ada endapannya seperti wax dan berwarna abu-abu seperti mutiara atau bening tetapi ada juga yang berwarna ungu kecoklat-coklatan (Violet-brown), Tembaga (Cu) dan perunggu (Cu Sn) tahan terhadap korosi tanah. Jika benda-benda tembaga atau perunggu ditanam di dalam tanah bisa tahan sampai ribuan tahun. Patina yang terdapat pada benda-benda itu terbentuk dari : Oksidas, sulphidas, carbonates, chloridas dan silicatos atau kombinasi dari campuran unsur-unsur tersebut. Patina yang terbentuk karena pengaruh udara terdiri dari : oksidas, carbonates dan sulphates, tergantung dari pengotoran serta kelembaban udara sekitarnya. Di bawah ini adalah daftar dari mineral, unsur-unsur kimiawi dan warna dari Patina yang terbentuk pada benda-benda tembaga dan perunggu.*

Patina pada benda-benda Antik dari Perunggu dan Tembaga

Cuprite	Cu_2O	Merah delima (Rubby red).
Tenorite	CuO	Hi t a m (Black)
Patina di atas ini pengaruh dari Oxides.		
Nalachite	$Cu Co_3Cu(OH)_2$	Hijau (green)
Azurite	$2CuCO_3Cu(OH)_2$	Biru (blue)
Patina di atas ini pengaruh Carbonates.		
Covelite	$Cu S$	Biru nila (Indigo blue)
Chalcocite	Cu_2S	Abu-abu kehitaman (Blackishlead grey)
Bornite	$Cu_3Fe S_3$	Coklat ungu (Bronze-brown with purplish tarnish)
Enargite	$Cu_3 Ass S_4$	Hitam abu (Greyish-black)
Patina di atas ini pengaruh dari Sulphides.		
	$Cu Cl_2 3Cu(OH)_2$	Hijau muda sampai tua (Bright to Dark green)
Nantokite	$Cu Cl$	Bening, putih dan abu-abu (colorless to white or greyish).
Patina di atas ini pengaruh dari chlorides.		
Chrysocolla	$Cu SiO_3 2H_2O$	Hijau kebiru-biruan (Bluish green).

Perunggu (Cu Sn) adalah campuran dari tembaga dan tanah, dengan persentase timah 5% sampai 30%. Malahan perunggu yang digunakan untuk berkaca (mirror) mengandung 50% timah. Perunggu dari Tiongkok yang dikenal sejak tahun 1166 sebelum Masehi mengandung timbel (Pb) \pm 5%. Perunggu di jaman Dynasti Chou komposisinya sebagai berikut : Tembaga 73,8%, Timah 20,3%, Timbel 4,6% dan terlihat ada gejala seng (Zn). Adanya timbel di dalam perunggu ini mempengaruhi warna patina menjadi kehitam-hitaman. Patina ini beralaskan film dari oxida tembaga (cuprous oxide). Patina yang berwarna hijau dari pengaruh carbonates (Malachite) dan yang berwarna biru dari pengaruh bicarbonates (Azurite), jika bebas dari Chlorides keadaannya stabil dan

melindungi bendanya dari korosi atau pelapukan. Apabila terdapat chlorides tembaga (copper chlorides), Patina tidak akan stabil dan akan mengalami korosi lebih lanjut. Jika begitu copper chlorides menjadi Natokite dan akan berubah menjadi Atacamite karena pengaruh oxygen yang terdapat di udara dan di uap air (kelembaban). Bila benda-benda itu dalam keadaan baik atau tidak lapuk, ini disebabkan karena benda-benda itu mengalami Equilibrium, sudah dapat menyesuaikan diri dengan lingkungannya di dalam tanah, hingga imun dari segala pengaruh.

Pembentukan Patina berlangsung dalam waktu lama, bisa juga sampai ratusan atau ribuan tahun. Oleh sebab itu orang tidak mungkin dapat membuatnya dalam waktu pendek. Dalam Chemical dan optical analysis pemalsuan benda-benda antik dengan Patina buatan mudah diketahui dan dibedakan dengan benda-benda asli.

Untuk penelitian Patina, dibuat cross section di atas obyek dan dilihat dengan microscop. Di sini dapat terlihat bahwa korosi yang terjadi adalah dezinci finantion atau destasnification, artinya logam yang lebih adi tetap mengendap, sedangkan logam yang kurang adi terkorosi. Cross section ini menunjukkan tiga lapisan : lapisan ini lazim disebut zone :

1. *Zone dalam*, yaitu zone yang tidak terkorosi.
2. *Zone tengah*, tempat yang menunjukkan permulaan gejala-gejala korosi pada logam yang kurang adi, di sini timah (Sn).
3. *Zone luar*, terdiri dari endapan-endapan tembaga (Cu), lalu yang paling luar telah mengalami mineralisasi total.

Logam terluar yang mengkristal ini terdiri dari Atacamite, Malachite dan Azurite, sedangkan yang ada cagangan-cadangan tembaga Nantokite (Coprous Copeer) dan oxide timah. Zone terluar yang mengalami meneralisasi total di dalam proses section ini memperlihatkan *microstruktur* dari *Patina*. Zone inilah Zone tengah yang sulit direprodusir oleh pemalsu-pemalsu benda antik, dan biasanya merupakan indikasi yang baik dalam penelitian untuk mengetahui palsu tidaknya benda-benda antik itu.

===== (Cross Section)		
Zone luar	X-X-X-X-X-X-X-X- -X-X-X-X-X-X-X-X- + - + - + - + - + - + -	Mengalami mineralisasi total
-----	- + - + - + - + - + - + - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 -	Endapan tembaga (Cu) dan oksida timah.
Zone tengah	- 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 -	Permulaan gejala korosi pada timah.
-----	- 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0	-----
Zone dalam	000000000000000000000000 000000000000000000000000 000000000000000000000000 000000000000000000000000 000000000000000000000000	Tidak mengalami korosi perunggu dalam keadaan baik
-----	000000000000000000000000	-----

Di bawah ini adalah skala electro-motif atau Calvanic series of Metals, yaitu susunan logam. Unsur-unsur yang terletak di atas HYDROGEN mudah terkorosi dan Patinanya tidak atau kurang merupakan protection coating. Unsur di bawah HYDROGEN kurang atau tidak mudah terkorosi dan Patinanya merupakan Protection coating.

Seri Galvanic dari logam. (Skala Electro-motif)

Titik Corosi (Positif, atau kurang adi).	Coroded End
Potassium	(anodic, or lost noble).
Sodium	
Calcium	
Magnesium	
Aluminium	

Zinc

Iron

Tin

Lead

----- HYDROGEN -----

Copper

Mercury

Silver

Paltimun

Gold

Titik pelindung (negatif atau paling adi) Protected End
(cathodic, or
most noble).

Timbel (Pb)

Timbel digunakan di Mesir sejak tahun 2600 sebelum masehi. Bangsa Romawi menggunakan timbel untuk bermacam-macam keperluan. Mineral-mineral yang terpenting terdapat dalam timbel : Sulphide Galena (PbS), Carbonat Corussite, Sulphate Angleste (Pb Co₃ dan PbSO₄) jarang-jarang sebagai complex Chlorides.

Patina dari oxide Timbel.

Pengotoran Udara dan lingkungan menghentikan fungsi protection coating dan membentuk carbonate timbel, yang selanjutnya merupakan coating yang protective. Coating yang terbentuk ini adalah Cerussite (Pb CO₃). Warnanya putih kelabu atau hitam abu-abu. Karena coating ini timbel dapat tahan lama jika tertanam dalam tanah, bisa sampai ratusan tahun tidak rusak. Di dalam museum timbel mudah berkarat atau terkorosi, jika disimpan di dalam almari kayu yang kurang masa (not thoroughly seasoned).

Timah (Sn)

Timah terdapat dalam perunggu kuna sekitar tahun 3500 sebelum Masehi, diperdagangkan oleh bangsa Phoenicia. Orang-orang Romawi menggunakan selaput (coating). Timah murni tidak berkarat di dalam atmosfer yang normal dan tidak lekas mengalami

carbonatasi. Jika tatanan di dalam tanah atau exposed di tempat yang sangat lembab, mengalami oksidasi dan permukaannya berwarna abu-abu. Pada benda-benda Purbakal/antik timah digunakan untuk campuran perunggu.

Seng (Zinc Zn)

Seng alam adalah sulphide, Sphalerite ($Zn S$), sebagai carbonate Smithsonite ($Zn CO_3$) dan sebagai silicate ($Zn CH_2 Si O_3$) dan jarang sebagai oxide Zincite ($Zn O$). Yang memproduksi seng pertama-tama Bangsa Romawi. Seng mudah dan cepat terkorosi jika dicampur dengan logam yang lebih adi.

Kuningan (Brass — copper zinc — Cu Zn)

Kuningan terdiri dari tembaga dicampur dengan 10 – 40% – sen seng. Sering juga terdapat timbel (Pb) dalam persentase rendah sekali. Bangsa Yunani kurang mengenal kuningan. Bangsa Romawi menggunakan untuk membuat uang logam, ornamen serta hiasan-hiasan. Kuningan dengan seng dalam persentase tinggi kurang kuat dan awet. Jika persentase sengaja rendah, 20% atau kurang biasanya membentuk Patina karena korosi yang diakibatkan oleh dezincification (parting), sengaja terkorosi dan memisahkan diri dari tembaganya. Patinanya diwarnai oleh korosi dari tembaga.

Perunggu (Bronze, Cu Sn).

Perunggu telah diuraikan secara panjang lebar di atas. Logam ini tahan sekali di dalam tanah maupun di udara dan banyak dipergunakan manusia untuk membuat benda-benda antik dan mulai dikenal sejak tahun 3100 sebelum Masehi. Bangsa Mesir dan Yunani kuno menggunakan perunggu untuk mencetak patung-patung dan telah mencapai seni budaya yang tinggi.

Selama Dynasti Chou tahun 1122 – 249 sebelum Masehi, di Tiongkok perunggu mencapai tataran tinggi dalam seni budaya. Metallurgi di Tiongkok dikenal sejak tahun 1166 sebelum Masehi. Kini di Indonesia banyak sekali terdapat benda-benda purbakala/antik dari perunggu, hasil seni budaya bangsa sendiri maupun bangsa asing.

Besi dan Baja (Fe).

Besi (Fe) dalam bentuk meteorit, walaupun hanya sedikit di dalamnya selalu terdapat nickel, cobalt dan copper. Besi mudah sekali mengalami oxidasi dan oksida besi ini tersebar luas di dalam kerak bumi. Limonit adalah oksida besi berupa lempung berwarna kuning sampai coklat. Lempung ini dipakai untuk bahan cat dan disebut oker. Karena besi cepat sekali terkorosi dan mengalami oxidasi, maka tidak banyak benda-benda yang masih terdapat hingga sekarang. Dalam udara lembab, besi berkarat karena pengaruh oxygen. Karat ini terdiri dari campuran ferrous dan ferric oxide yang mengandung carbonate. Jika terdapat garam, garam ini akan berfungsi sebagai electrolit dan reaksi khemis yang mengakibatkan korosi diperkuat dan diperhebat oleh reaksi electro khemis, sehingga mempercepat adanya mineralisasi.

Cara dan sarana-sarana untuk membersihkan atau menghilangkan karat besi

Untuk melunakkan karat dipakai : minyak parafin atau minyak pelumas (Paraffin oil, Lubricating oil). Jika karat sudah bersih untuk menanggulangnya dibuat pasta :

Microcrystalline wax (Cosmolloid 80 Hard)	100 gr.
Polythene wax (BASAF wax A)	25 gr.
White spirit/Petroleum ether	300 gr.

Untuk mendapatkan Matt Waxes dibuat campuran :

Cosmolloid soft : Polythene wax = 10 : 1

Pasta tersebut di atas merupakan Pasta Standart. Untuk Logam yang mengkilap (bright steel) Pasta Standart tersebut dicampur dengan 10% Sodium benzoate. Pasta Standart jika dicampur dengan 10% Lauryl pentach crophenate dapat digunakan untuk benda-benda dari kulit (Leather dresning). Membersihkan karat yang paling efisien menggunakan cara Electrolytic atau Electrochemical Reduction. Dapat juga dengan Caustic soda treatment, selanjutnya direbus dan dicuci dengan Aquadestilata. Benda-benda besi yang sama sekali tertutup oleh gumpalan karat sampai motif/ornamentnya tidak terlihat sama sekali. Untuk dapat menge-

tahui apa yang terdapat di dalam karat tersebut digunakan metoda X – Radiography. Oksida besi lebih transparan dari pada besinya sendiri.

Foto dengan sinar X ini dapat dipergunakan sebagai pedoman untuk membersihkan karat secara kimia atau mekanis.

Jika benda dari besi sudah bersih dari segala karat lalu diberi selaput atau diolesi bahan untuk menjaga jangan sampai benda tersebut berkarat lagi. Bahan-bahan ini lazim disebut Protective finished. Untuk besi biasanya dipakai Sealing Agents terdiri dari minyak atau gemuk (lemak), waxes dan lacquers (malam dan lak). Juga sering dipakai untuk bright steel yang berada di tempat yang lembab, bahan yang dinamakan Chemical inhibitor : Sodium benzoate + 1,5% glycerine. Cara yang paling sederhana benda tersebut dicelup dalam malam lebah (Dipping in molten bleached beeswax).

Bahan-bahan kimia yang dipergunakan untuk konservasi benda logam.

Pelarut-pelarut (Solvents)

1. Ammoniac
2. Nitric acid
3. Formic acid
4. Sulphuric acid
5. Citric acid
6. Alkaline Rochelle salt (Garam Rochelle)

Reduksi (Reduction)

1. Aluminium + Caustic soda
2. Zinc + caustic soda
3. Zinc + formic acid
4. Zinc + dilute sulphuric acid
5. Aluminium + sodium carbonate
6. Electrolysis in caustic soda atau formic acid

Bahan Penguat (Consolidant)

1. Polyvinyl acetate
2. Araldite + Hardener
3. Bedacryl 122 X + Xylol
4. Nitrocellulose (Durofix)
5. Polymethacrylate.

Pelindung (Protective Finishes)

1. Polyvinyl acetate, Polymethacrylate.
2. Paraffin wax dip.
3. Bitunasti peint.
4. Lenolin mixture.
5. Petroleum jelly, Vaseline.
6. Lacquer.
7. Microcrystalline wax polish

Pencuci untuk menghilangkan chlorida.

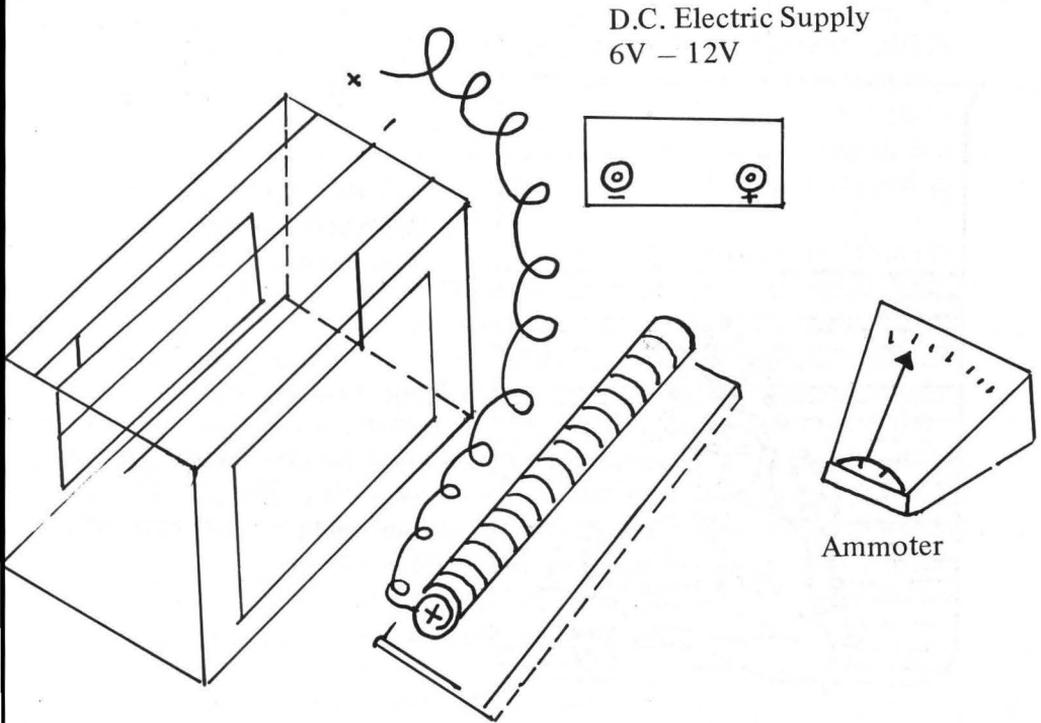
Aquadestilata.

Membersihkan benda logam dengan cara electrolysis.

Membersihkan benda logam dengan electrolit pelaksanaannya lihat gambar terlampir. Bendanya dihubungkan dengan tanda $-$, berfungsi sebagai kathode sedangkan dua plat besi sebagai anode, dihubungkan dengan tanda $+$. Electrolit yang dipakai caustic soda 5% dan aliran listrik harus dipakai aliran D.C. (Battery) 6 – 12 volt. Jika stroom mengalir dari positif ($+$) Ke negatif ($-$) benda tersebut mengalami ionisasi dan electronnya mengalir dari negatif ($-$) ke positif ($+$). Jadi di sini terjadi dua aliran : Current Flow dari plus ke min dan electron Flow dari min ke plus. Electron Flow ini membawa kotoran-kotoran/karat-karat lepas meninggalkan bendanya mengalir dan berkumpul pada dua plat besi tersebut. Dengan sendirinya benda ini akhirnya menjadi bersih dari karat dan segala kotoran.

Pelaksanaan pembersihan dengan electro khemis, lihat lampiran gambar.

**Membersihkan benda logam dengan electrolit.
(Electrolytic Reduction).**

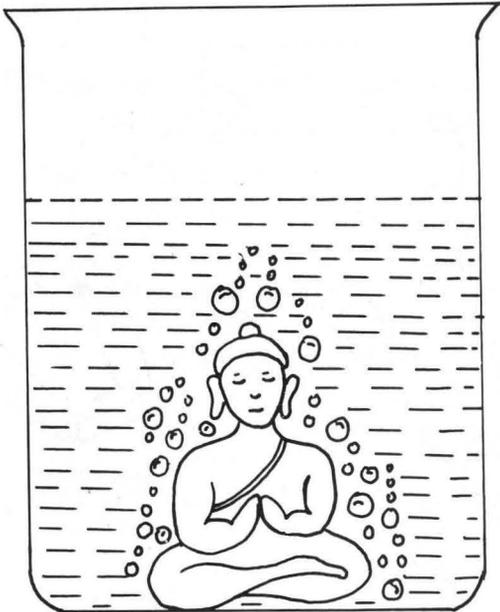


- Electrolyt – Caustic Soda 5%
- 2 Plate – Iron Plate.

Sebagai electrolyt digunakan larutan soda caustik 5% dan 2 kepingan logam adalah plat besi.

Stroom yang dibutuhkan, aliran D.C. 6 Volt atau 12 Volt. Jika menggunakan aliran listrim umum (A.C.), harus memakai transformator dan rectifier (Adaptor).

Membersihkan benda logam dengan elektro kemis.
(Electro Chemistry)



Caustic Soda 20%
Zinc grain/poudre
Temperature 40 C

Benda logam ditanam di dalam butiran seng atau bubuk. Lalu gelas diisi dengan larutan soda cautic 20% dan terus dipanasi sampai mencapai suhu 40 C.

BENDA-BENDA PURBAKALA DARI BATU DAN BANGUNAN—BANGUNAN BATU

Benda-benda Purbakala dan bangunan-bangunan Purbakala (Candi) terbuat dari batu basalt/andesit, batu tufa/mergel batu paras/batu dan batu merah/terracotta. Dari 4 macam bahan itu akan diuraikan batu basalt/andesit. Batu basalt/andesit adalah batuan beku berasal dari gunung berapi. Komposisi dari batu tersebut pada dasarnya sama dengan komposisi lithosfeer. Unsur-unsur kimiawinya maupun mineral-mineralnya sama, kecuali ada selisih dalam prosentasenya tiap-tiap unsur. Untuk mengetahui lebih jelas lihat lampiran gambar.

Benda-benda dari batu andesit jika ditempatkan di dalam rumah, misalnya di dalam Museum, keadaannya akan selalu baik, jika lingkungannya diatur jangan sampai terlalu lembab dan basah. Tetapi mengenai benda-benda yang exposed, bangunan-bangunan atau benda-benda di open air, museum lain sekali halnya. Benda-benda/bangunan-bangunan ini lambat atau cepat akan mengalami pelapukan, yang makin lama makin parah, jika tidak ada usaha untuk memelihara dan mengawetkannya. Konservasi maupun preservasi mengenai ini tidak semudah seperti halnya terhadap logam dan kayu. Kerusakan/pelapukan yang timbul pada batu bersifat *mechanis*, *khemis* maupun *biologis* dan satu sama lain saling pengaruh mempengaruhi serta prosesnya berkaitan.

Tindakan *konservasi/preservasi* berupa *mekanis*, *semi chemis*, atau kedua-duanya *mekanis* dan *khemis*.

Usaha untuk mengembalikan benda-benda/bangunan-bangunan itu seperti keadaan semula, tentu saja tidak mungkin. Satu-satunya usaha adalah membendung setidak-tidaknya memperlambat pelapukan lebih lanjut. Tindakan ini harus dilaksanakan secara periodik, mengingat sifat conservant atau daya tahannya sesuatu kemikalia yang digunakan.

Jika mungkin penggunaan kemikalia diarahkan pada konsentrasi terendah tetapi daya kerjanya tertinggi, maksudnya untuk mengurangi bahaya pada batunya sendiri. Pemilihan kemikalia yang digunakan diarahkan pada macam produk yang *pH-nya* mendekati angka 7, berarti mendekati netral. Ini dimaksud untuk me-

ngurangi bahaya larutnya atau terkorosinya suatu unsur kimiawi yang terkandung di dalam batu itu. Sebab telah diketahui, bahwa *asam basa* maupun *garam* mempunyai daya/sifat pelarut terhadap unsur logam. Padahal di dalam batu terdapat banyak unsur-unsur logam seperti tertera pada lampiran gambar. Larutan salah satu unsur ini, kecuali membikin rapuh/lapuk batu, juga sangat mempengaruhi pada *pewarnaan*, sering sekali *merobah warna batunya* menjadi merah, coklat atau keputih-putihan, menurut unsur apa yang terkorosi. Jika misalnya Fe-nya larut, warnanya akan menjadi kemerah-merahan, jika Si dan Al-nya akan menjadi keputih-putihan. Perubahan warna ini dalam konservasi harus dihindari, karena menyimpang dari ketentuan-ketentuan yang harus ditaati dan dapat dikatakan mengurangi atau malahan merusak nilai kepurba-kaannya.

Dewasa ini *Sektor Chemico Archaeology Proyek Restorasi Candi Borobudur*, bekerja sama dengan *UNESCO* serta *UGM* mengadakan penelitian-penelitian ilmiah, untuk mendapatkan *Metode Conservasi* pada batu yang hasilnya nanti digunakan sebagai *Standard* guna *pengawetan batu* untuk *seluruh Indonesia* di bawah *pengawasan Direktorat Sejarah dan Purbakala*.

DANA : Proyek Pembinaan dan Pemeliharaan
Peninggalan Purbakala. 1978/1979.

Dicetak sebanyak 1.000 exp.

