

**BAHAN AJAR
PROSES PRODUKSI**



**Dipakai Untuk Mata Kuliah Proses Produksi
Mahasiswa Progam Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik
Universitas Bina Darma**

**Oleh
Ir Amiluddin Zahri, MT.**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BINA DARMA
2014**

Halaman Pengesahan

1. Judul Bahan Ajar : Proses Produksi
2. Penulis
N a m a : Ir. Amiluddin Zahri, MT.
Alamat : Jalan A.Yani No. 12 Palembang 30264
Telp. Kantor : 0711-515679
Telp. Cellular : 081373329535
Fax : 0711515581
e-mail : amiluddin@mail.binadarma.ac.id
3. Program Studi : Teknik Industri

Menyetujui; Palembang, Oktober 2015
Kaprosdi Teknik Industri Penulis

Yanti Pasmawati, ST., MT.
NIP. 070103239

Ir. Amiluddin Zahri, MT
NIP. 020209162

Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik Universitas Bina Darma

DR. Firdaus MT.
NIP. 060109230

PENDAHULUAN

Teknik Industri mempelajari tentang sistem-sistem yang ada dalam industri (baik Industri manufaktur maupun Industri jasa), mulai dari desain, implementasi dan evaluasi system untuk terus-menerus berusaha meningkatkan kualitas dari sistem itu sendiri. Seorang ahli teknik industri bertanggung jawab terhadap perancangan, peningkatan kualitas dan instalasi dari sistem, yang terintegrasi antara manusia, material, peralatan dan energi. Untuk itu diperlukan keahlian dan pengetahuan khusus dibidang matematika, fisika, dan rekayasa sehingga mampu menspesifikasi, meramalkan dan mengevaluasi hasil-hasil yang dibuat oleh sistem tersebut.

Untuk menjadi Sarjana atau Ahli Teknik Industri, mahasiswa harus dibekali dengan " Ilmu Bahan" dengan tujuan untuk melengkapi salah satu poin penilaian pada mata kuliah Proses Produksi Dasar dan sebagai materi dasar yang mutlak dipahami bagi mahasiswa Teknik Industri sebelum terjun total ke dunia kerja secara real (nyata) dalam mencapai sasaran mutu yang telah ditargetkan dimana nantinya kita bekerja.

Semoga tulisan ini dapat bermanfaat dan menambah pengetahuan bagi yang membaca. Kritik dan saran dari pembaca terhadap tulisan ini diterima dengan senang hati untuk perbaikan dan inovasi dikemudian hari.

Plembang, Oktober 2014

Penyusun

Ir. AmiluddinZari, MT.

DAFTAR ISI

PENDAHULUAN	i
DAFTAR ISI	ii
BAB I BAHAN TEKNIK.....	1
A. BAHAN LOGAM	1
1.. Logam Besi	1
1.1 Sejarah Penemuan Besi.	2
1.2 Pengertian Besi	2
1.3 Bijih Besi.....	3
1.4 Pengerjaan Pendahuluan Bijih Besi.....	3
1.5 Proses Pengolahan Besi Kasar.....	6
B. LOGAM BUKAN BESI.....	20
1. Logam Berat Murni.....	20
2. Logam Berat Paduan.....	33
3. Logam Ringan Murni.....	34
4. Logam Mulia.....	40
C. PROSES Pengerjaan Panas Logam dan Dingin Logam.....	43
BAB II. BAHAN NON LOGAM.....	47
A. Bahan Alam.....	47
1. Bahan Organik.....	47
2. Bahan Anorganik.....	47
B II. Bahan Anorganik.....	49
III. TEKNIK PENYAMBUNGAN.....	61
1. Mekanikal Fastening.....	61
2. Lem (Adhesiv Bonding).....	62
3. Las (Welding).....	62
IV. MESIN PERKAKAS.....	67
.A. Mesin Bubut (Turning).....	67
B. Mesin Frais (Milling).....	70
C. Mesin Bor (Drilling).....	79
D. Mesin Gerinda.....	82
E. Cairan Pendingin Proses Permesinan.....	86

V. TOLERANSI.....	91
DAFTAR PUSTAKA.....	95

Deskripsi : Menjelaskan tentang cara proses pengerjaan logam dan non logam, dasar-dasar pengecoran logam dan paduannya, teknik penyambungan dan pemotongan, pengendalian mesin-mesin perkakas, toleransi dan dasar pengukuran alat ukur dasar

Kompetensi: Diharapkan mahasiswa dapat mengenal berbagai macam material untuk bahan industri, alat-alat kerja mekanik serta pembuatan benda dengan mesin produksi.

Proses Produksi

Proses produksi yaitu suatu kegiatan perbaikan terus-menerus (continuous improvement), yang dimulai dari sederet siklus sejak adanya ide-ide untuk menghasilkan suatu produk, pengembangan produk, proses produksi, sampai distribusi kepada konsumen (V. Gaspersz, 2004).

Proses produksi terdiri dari dua kata, yaitu proses dan produksi yang memiliki makna yang berbeda.

Proses adalah cara, metode, dan teknik bagaimana sumber-sumber (manusia, mesin, material dan uang) yang akan dirubah untuk memperoleh suatu hasil.

Sedangkan **produksi** adalah kegiatan menciptakan atau menambah kegunaan suatu barang atau jasa. Jadi pengertian dari proses produksi adalah suatu cara, metode dan teknik untuk menciptakan atau menambah kegunaan suatu barang atau jasa dengan menggunakan sumber-sumber (manusia, mesin, material, dan uang) yang ada.

Jenis-Jenis Proses Produksi

Secara umum, proses produksi dibedakan menjadi dua jenis yaitu :

Proses produksi yang terus-menerus (continuous processes) dan **proses produksi yang terputus-putus** (intermittent processes). Perbedaan pokok dari kedua proses produksi tersebut adalah berdasarkan pada panjang tidaknya waktu persiapan untuk mengatur (set up) peralatan produksi yang digunakan untuk memproduksi suatu produk atau beberapa produk tanpa mengalami perubahan. Pada proses produksi yang terus-menerus, perusahaan atau pabrik menggunakan mesin-mesin yang dipersiapkan (set up) dalam jangka waktu yang lama dan tanpa mengalami perubahan. Sedangkan untuk proses produksi yang terputus-putus

menggunakan mesin-mesin yang dipersiapkan dalam jangka waktu yang pendek, dan kemudian akan dirubah atau dipersiapkan kembali untuk memproduksi produk lain.

Adapun sifat-sifat atau ciri-ciri dari proses produksi yang terus-menerus (countinous processes), yaitu :

1. Produk yang dihasilkan pada umumnya dalam jumlah besar dengan variasi yang sangat kecil dan sudah distandarisasikan.
2. Sistem atau cara penyusunan peralatannya berdasarkan urutan pengerjaan dari produk yang dihasilkan, yang biasa disebut product layout/departementation by product.
3. Mesin-mesin yang digunakan untuk menghasilkan produk bersifat khusus (Special Purpose Machines).
4. Pengaruh operator terhadap produk yang dihasilkan sangat kecil karena mesin biasanya bekerja secara otomatis, sehingga seorang operator tidak perlu memiliki keahlian tinggi untuk pengerjaan produk tersebut.
5. Apabila salah satu mesin/peralatan terhenti atau rusak, maka seluruh proses akan terhenti.
6. Job strukturnya sedikit dan jumlah tenaga kerjanya tidak perlu banyak.
7. Persediaan bahan mentah dan bahan dalam proses lebih rendah dari padapersediaan bahan mentah dan bahan dalam proses pada proses produksi yang terputus-putus.
8. Diperlukan perawatan khusus terhadap mesin-mesin yang digunakan.
9. Biasanya bahan-bahan dipindahkan dengan peralatan yang tetap (fixed path equipment) yang menggunakan tenaga mesin, seperti konveyor.

Sedangkan sifat-sifat atau ciri-ciri dari proses produksi yang terputus-putus (intermetent processes) adalah :

1. Produk yang dihasilkan biasanya dalam jumlah kecil dengan variasi yang sangat besar dan didasarkan pada pesanan.
2. Sistem atau cara penyusunan peralatan berdasarkan atas fungsi dalam proses produksi atau peralatan yang sama dikelompokkan pada tempat yang sama, yang disebut dengan process layout/departemantation by equipment.

3. Mesin-mesin yang digunakan bersifat umum dan dapat digunakan untuk menghasilkan bermacam-macam produk dengan variasi yang hamper sama (General Purpose Machines).
4. Pengaruh operator terhadap produk yang dihasilkan cukup besar, sehingga operator memerlukan keahlian yang tinggi dalam pengerjaan produk serta terhadap pekerjaan yang bermacam-macam yang menimbulkan pengawasan yang lebih sulit.
5. Proses produksi tidak akan berhenti walaupun terjadi kerusakan atau terhentinya salah satu mesin/peralatan.
6. Persediaan bahan mentah pada umumnya tinggi karena tidak dapat ditentukan pesanan apa yang harus dipesan oleh pembeli, dan persediaan bahan dalam proses lebih tinggi dari proses produksi yang terus-menerus (countinous processes) karena prosesnya putus-putus.
7. Biasanya bahan-bahan dipindahkan dengan peralatan handling yang dapat berpindah secara bebas (Variable Path Equipment) yang menggunakan tenaga manusia, seperti kereta dorong atau forklift.
8. Pemindahan bahan sering dilakukan bolak-balik sehingga perlu adanya ruang gerak (aisle) yang besar dan ruang tempat bahan-bahan dalam proses (work in

BAB I

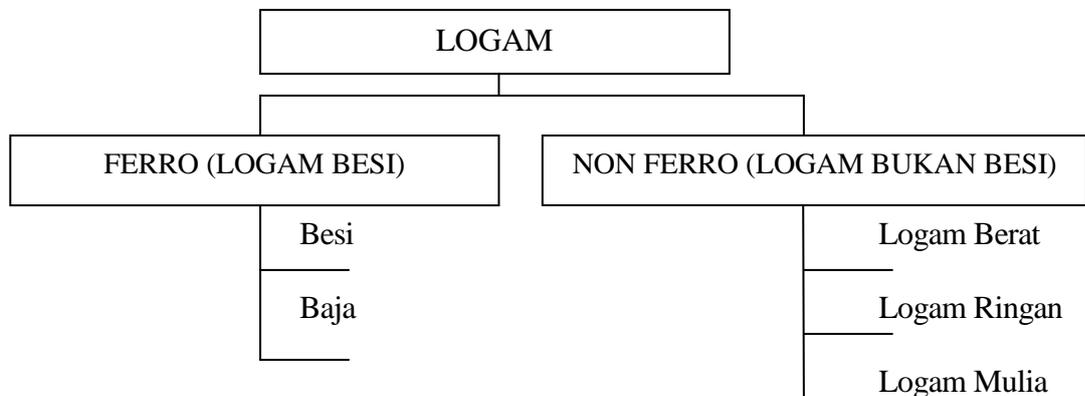
BAHAN TEKNIK

Bahan Teknik dapat dibagi menjadi 2 (dua) bagian besar, yaitu bahan logam dan bahan bukan logam.



A . BAHAN LOGAM

Logam dapat dibagi dalam dua golongan yaitu logam ferro (logam besi) dan logam non ferro (logam bukan besi).



1. LOGAM BESI (Ferro)

Logam ferro adalah suatu logam paduan yang terdiri dari campuran unsur carbon dengan besi. Logam ferro terdiri dari komposisi kimia yang sederhana antara besi dan karbon.

1.1 Sejarah Penemuan Besi (Ferro)

Besi ditemukan pertama kali pada sekitar **1500 SM**, Tahun **1100 SM**, Bangsa Hittites yang merahasiakan pembuatan tersebut selama 400 tahun dikuasai oleh bangsa asia barat, pada tahun tersebut proses peleburan besi mulai diketahui secara luas.

Pada Tahun **1000 SM**, bangsa Yunani, Mesir, Yahudi, Roma, Carhaginians dan Asiria juga mempelajari peleburan dan menggunakan besi dalam kehidupannya.

Pada Tahun **800 SM**, India berhasil membuat besi setelah di invansi oleh bangsa Arya.

Pada Tahun **600 - 700 SM**, Cina belajar membuat besi.

Pada Tahun **400 – 500 SM**, baja sudah ditemukan penggunaannya di Eropa.

Pada Tahun **250 SM** bangsa India menemukan cara membuat baja

Pada Tahun **1000 M**, baja dengan campuran unsur lain ditemukan pertama kali pada saat kekaisaran fatim yang disebut dengan baja Damascus.

Pada tahun **1700 M**, baja kembali diteliti penggunaan dan pembuatannya di Eropa.

1.2. Pengertian Besi

Besi merupakan logam transisi yang banyak di gunakan dalam kehidupan manusia baik dalam bidang kontruksi, indstri maupun rumah tangga. Besi diperoleh dari bijih-bijih besi hasil pertambangan bawah tanah yang diproses di dapur tinggi yang menghasilkan besi kasar (pig iron), kemudian (besi kasar + bahan tambah) ini diproses kembali pada dapur-dapur baja dan besi untuk menghasilkan berbagai jenis/kelas/golongan besi dan baja.

Besi adalah salah satu unsur paling biasa di Bumi, membentuk 5% dari pada kerak Bumi. Kebanyakan besi ini hadir dalam berbagai jenis oksida besi, seperti bahan galian hematit, magnetit, dan takonit.

1.3 Biji Besi (Iron Ores)

Biji atau **bijih besi** adalah material yang digunakan untuk membuat besi kasar (Pig Iron). Biji besi terdiri atas [oksigen](#) dan [atom besi](#) yang berikatan bersama dalam [molekul](#). Besi sendiri biasanya didapatkan dalam bentuk [magnetit](#) (Fe_3O_4), [hematit](#) (Fe_2O_3), [goethit](#), [limonit](#) atau [siderit](#). Bijih besi biasanya kaya akan [besi oksida](#) dan beragam dalam hal [warna](#), dari kelabu tua, kuning muda, ungu tua, hingga merah karat.

1.4 Pengerjaan Pendahuluan Bijih Besi

Untuk mendapatkan besi kasar kualitas yang diinginkan serta untuk mencapai efisien yang tinggi dari dapur tinggi, bijih besi harus mempunyai susunan kimiawi serta ukuran tertentu dengan melalui pengerjaan pendahuluan.

Bijih besi yang berbentuk bongkahan-bongkahan yang besar akan mengurangi kualitas besi kasar yang dihasilkan, karena kurang cukup ter-reduksi. Sedangkan bijih besi yang berupa pasir-pasir halus akan menutupi celah-celah antara bongkah-bongkah, sehingga mengganggu jalannya gas di samping memperbesar jumlah debu yang beterbangan di udara. Pengerjaan pendahuluan bijih besi dapat meliputi;

- a. pemecahan bongkah-bongkah besar,
- b. pembersihan (pencucian) dari kotoran-kotoran,
- c. peninggian kadar Fe (penyortiran),
- d. penyamarataan komposisi ukuran bijih besi untuk proses dapur tinggi
sebaiknya 30-100 mm

Pencucian dilakukan terhadap bijih besi yang mengandung tanah lia, pasir dicuci dengan air, sehingga kotoran-kotoran atau lumpur terpisah. Selanjutnya pasir besi dipisah (disortir), Kemudian dibentuk sinter.

Bijih besi juga perlu dipanggang, yang bertujuan mengurangi banyaknya sulfur (belerang), dengan membakar sebagian dari sulfur tersebut membuat besi agak rapuh sehingga gas mudah masuk dalam dapur tinggi, mengeluarkan , sehingga berat besi banyak berrkurang, keuntungan yang sangat besar bagi transport. .

Bijih-bijih besi dari satu tambang tidak selalu mempunyai susunan yang sama. Pemakaian bijih besi dengan bermacam-macam susunan kimia menyebabkan ketidak lancarannya kerja dapur, penurunan kapasitas, penambahan pemakaian bahan baker, serta menghasilkann besi tuang dengan susunan kimia yang bermacam-macam pula. Oleh karena itu, dilakukan peninggian kadar Fe (penyortiran) dengan pemisah magnetis (teromol magnet) sistem Edison.



Biji Besi (Iron Ores)

Bijih besi yang digunakan sebagai bahan mentah dalam memproduksi besi kasar dapat dibagi 3 kelompok:

1. Bijih Besi Oksida

Bijih besi itu mengandung oksida dan terdiri dari jenis-jenis sebagai berikut: a. Bijih Besi Magnet.

Bijih besi magnet mengandung mineral magnetik dan merupakan magnetik berwarna coklat serta mengandung kadar besi kisaran 56%.

b. Bijih Besi Hematit.

Bijih besi hematit mengandung mineral hematit, berwarna sawo matang dan mengandung kadar besi sekitar 40% - 65%.

2. Bijih Besi Hidrat

Bijih besi hidrat terdiri dari batu besi coklat atau limonit ($2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) dan batu besi sawo matang ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) yang mengandung kadar besi sekitar 20% - 55%.

3. Bijih Besi Karbonat

Bijih Besi Karbonat adalah bijih besi yang berbentuk pasir, berupa mineral siderit (FeCO_3) yang kadar besi sekitar 30%. Bijih besi dapat pula dikelompokkan berdasarkan persentase fosfor (P) yang terkandung didalamnya. Unsur fosfor kurang dapat direduksi dalam proses dapur tinggi sehingga berakibat buruk pada besi kasar, bijih besi itu dikelompokkan menjadi:

- a. Bijih besi yang mengandung fosfor dalam persentase rendah diatas sekitar 0,04%, tetapi bijih besi itu mengandung unsur silikon yang relatif tinggi.
- b. Bijih besi yang mengandung fosfor relatif tinggi diatas sekitar 2,5% tetapi mengandung unsur silikon relatif rendah.

Pengolahan bijih besi yang mengandung fosfor membutuhkan biaya lebih mahal. Dalam pengolahan biasanya dicampur dengan bijih besi hematit untuk memperbaiki kemurnian besi.

Pada umumnya bijih besi yang diolah didalam dapur tinggi mengandung kadar besi yang tinggi, tidak mudah pecah, dan mempunyai kepekatkan yang sesuai. Maksudnya tidak terlampaui pekat agar mudah menerima reaksi kimia. Bijih besi itu mempunyai ukuran yang sesuai, mengandung sulfur sekitar 0,2% dan fosfor 2,5%. Walau demikian kemumiannya tergantung pada jenis yang akan diproduksi.

1.5 Proses Pengolahan Besi Kasar (Pig Iron)

Secara umum proses pengolahan bijih besi menjadi besi kasar dapat berlangsung dengan urutan sebagai berikut:

- a. Bahan – bahan dimasukkan ke dalam tanur melalui bagian puncak tanur.

Bahan – bahan tersebut berupa:

1. Bahan utama yaitu *bijih besi yang berupa hematit (Fe_2O_3)* yang bercampur dengan pasir (SiO_2) dan oksida – oksida asam yang lain (P_2O_5 dan Al_2O_3). Batuan – batuan ini yang akan direduksi.
2. Bahan – bahan pereduksi yang berupa kokas (karbon).
3. Bahan tambahan yang berupa batu kapur (CaCO_3) yang berfungsi untuk mengikat zat – zat pengotor.

- b. Udara panas dimasukkan di bagian bawah tanur sehingga menyebabkan kokas terbakar. $\text{H} = - 394 \text{ kJDC(s)} + \text{O}_2(\text{g}) \text{CO}_2(\text{g})$ Reaksi ini sangat eksoterm (menghasilkan panas), akibatnya panas yang dibebaskan akan menaikkan suhu

bagian bawah tanur sampai mencapai 1.900° C.

- c. Gas CO₂ yang terbentuk kemudian naik melalui lapisan kokas yang panas dan bereaksi dengannya lagi membentuk gas CO. $H = +173 \text{ kJDCO}_2(g) + C(s) \rightarrow 2 \text{ CO}(g)$

Pada waktu dapur mencapai temperatur tinggi maka akan terjadi proses peleburan bijih besi dan penyerapan unsur karbon oleh besi cair, sehingga akan menghasilkan suatu besi cair yang terdiri dari campuran besi dan karbon (Fe-C). Temperatur pencairan dalam dapur akan turun dengan bertambahnya unsur karbon yang bercampur dalam besi cair dan sebagian besi cair akan turun ke bawah dapur. Saat itulah terjadi penyerapan unsur karbon berupa karbon monoksida yang sedang naik ke atas dapur. Besi karbon akan cair pada temperatur sekitar 1.200° C sehingga bijih besi akan terjadi pelumeran sewaktu berada di bagian bawah kerucut (di atas daerah tungku).

Batu kapur yang dimasukkan ke dalam dapur tinggi berubah menjadi kapur tohor akibat gas panas yang terdapat di dalamnya. Sewaktu terjadi proses reduksi di dalam dapur, kapur akan mengikat kotoran dan unsur mineral yang tidak diperlukan dalam pengendapan besi kasar. Bahan yang diikat oleh batu kapur akan menjadi terak cair. Terak cair akan turun ke bawah bersamaan dengan cairan besi. Terak cair akan mengapung di atas permukaan cairan besi, terak itu lalu dikeluarkan untuk dijadikan jalan lintas kereta api, jalan raya dan pembungkus.

Proses peleburan bijih besi digunakan untuk mengubah bijih besi menjadi besi kasar yang terjadi dengan cara reduksi kimia. Ada dua proses reduksi kimia yang terjadi di dalam dapur, yaitu reduksi tidak langsung oleh CO dan reduksi langsung oleh C. Jadi reduksi yang terjadi untuk mereduksi oksida besi, fosfor, sulfur, dan mangan yang tercampur dalam bijih besi.

Saat berlangsungnya proses produksi, juga dapat dilakukan pengontrolan pemurnian besi kasar cair dari unsur campuran yang tidak diperlukan dalam pembentukan besi kasar. Unsur campuran tidak mudah dipisahkan dari dalam besi. Melalui proses peleburan, unsur campuran tersebut dapat dipisahkan dan dibentuk menjadi terak. Logam campuran besi karbon yang dihasilkan dari dapur tinggi disebut **BESI KASAR**, lalu dipindahkan ke lokasi pembuatan besi tuang, besi tempa dan baja.

HASIL DAPUR TINGGI

Hasil dari dapur tinggi yang utama adalah terak dan besi kasar, dan di bagian bawah menghasilkan gas dan debu. Gas yang dihasilkan adalah gas CO yang berguna untuk

mereduksi bijih besi dan sebagian dibuang keudara bebas. Gas tersebut mempunyai susunan sebagai berikut:

1. Carbon dioksida (CO_2) sekitar 8 - 12%.
2. Carbon monoksida + Carbon dioksida ($\text{CO} + \text{CO}_2$) sekitar 30 - 40%.
3. Zat lemas (N_2) sekitar 57 - 58%.
4. Air (H_2O) sekitar 2,5 - 3%.

1. TERAK

Terak yang dihasilkan dari dapur tinggi mempunyai volume kira-kira 3 kali dari volume besi kasar. Dapur tinggi yang melakukan proses reduksi dengan sempurna akan menghasilkan terak berwarna putih (putih keabu-abuan) atau mendekati warna hijau. Apabila hasil terak dengan besi sama banyaknya maka terak berwarna hitam menandakan terak mengandung besi. Terak dapat diproses lebih lanjut untuk dijadikan bahan-bahan sebagai berikut:

- a. Pupuk fosfat dari terak yang mengandung fosfor ($\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$).
- b. Batu tegel yang mutunya sama dengan batu slam.
- c. Tenunan wol yang dipakai sebagai bahan penutup mesin.
- d. Bendungan air.

Terak cair yang baru keluar dari dapur tinggi disemprot dengan air akan menjadi pasir terak, bila dicampur dengan aspal untuk mengeraskan jalan kendaraan ringan, dan bila dicampur dengan semen untuk beton yang bermuatan statis.

2. BESI KASAR

Besi kasar adalah logam campuran besi dan karbon yang mengandung unsur-unsur campuran lainnya diatas 10%. Besi tersebut dapat dikatakan logam murni dari besi tuang, yang mempunyai komposisi sebagai berikut:

a. Unsur Karbon (C)

Unsur karbon yang bercampur dengan besi kasar sekitar 3 - 4%. Unsur karbon yang bercampur didalam besi akan membentuk sementit (Fe_3C), sedangkan beberapa karbon lainnya bercampur dalam bentuk karbon bebas yang membentuk grafit. Proporsi campuran karbon bebas tergantung pada kecepatan pendinginan dan campuran beberapa unsur lainnya. Pendinginan akan berlangsung cepat dengan unsur campuran sulfur, cara ini akan menjaga campuran carbon didalam besi. Sementara itu dengan campuran unsur

silikon, cenderung untuk menghasilkan besi yang mengandung carbon bebas. Pada umumnya besi kasar mengandung paduan carbon sekitar 0,1 - 3% dengan carbon bebas lebih dari 2,7% .

b. Unsur Logam Lainnya

Penggolongan kelas besi kasar berdasarkan pada sifat kemurniannya, karena hal itu berpengaruh terhadap sifat logam yang dihasilkan dan mempengaruhi pemilihan sistem pengolahan selanjutnya. Kecuali unsur fosfor, jumlah relatif dari unsur campuran lainnya dapat dikontrol sewaktu masih didalam dapur tinggi. Presentase unsur campuran lainnya hadala sebagai berikut:

1. Silikon (Si) sekitar 0,4 - 2,5%
2. Sulfur (S) sekitar 0,02 - 0,2%
3. Fosfor (F) sekitar 0,04 - 2,5%
4. Mangan (Mn) sekitar 0,4 - 2,7%

Sisa dari presentase unsur campuran carbon dan unsur campuran logam lainnya didalam besi kasar adalah unsur besi (Fe).



Hasil Dapur Tinggi, Yaitu besi kasar (Pig Iron)

Hasil Dapur Tinggi, Yaitu besi kasar (Pig Iron)

Fabrikasi Besi dan Baja

Logam ferro terdiri dari komposisi kimia yang sederhana antara besi dan karbon. Maksudnya unsur karbon ke dalam besi dengan berbagai macam cara, jenis logam ferro adalah sebagai berikut:

a. Besi Tuang

Komposisinya antara besi dan karbon. Kadar karbon sekitar 4%, bersifat rapuh tidak dapat ditempa, baik untuk dituang, Hant dalam pemadatan, lemah dalam tegangan. Digunakan untuk membuat alas mesin, meja perata, badan ragum, bagian-bagian mesin bubut, blok silinder, dan cincin torak.

Besi Tuang (Cast Iron) > 2.1 % C

1. Besi Cor Kelabu
2. Besi Cor Putih
3. Besi Cor Mampu Tempa
4. Besi Cor Nodula
5. Dll.

b. Besi Tempa

komposisinya 99% besi murni, sifat dapat ditempa, list, dan tidak dapat dituang, digunakan sebagai rantai jangkar, kait keran, dan landasan kerja pelat.

c. Baja Lunak

Kadar karbonnya 0,1% - 0,3% mempunyai sifat dapat ditempa dan liat, digunakan untuk membuat mur, sekrup, pipa dan keperluan umum dalam pembangunan.

d. Baja Karbon Sedang

Kadar karbonnya 0,4% - 0,6%. Sifat lebih kenyal dari yang keras , digunakan untuk

membuat benda kerja tempers berat, poros, dan rel baja.

e. Baja Karbon Tinggi

Komposisi campuran besi dan karbon, dengan kadar karbon 0,7% - 1,5% , sifatnya dapat ditempa, dapat disepuh keras dan dimudakan. Digunakan untuk membuat kikir, pahat, gergaji, tap, stempel, dan alat mesin bubut.

f. Baja Karbon Tinggi dengan Campuran

Komposisi baja karbon tinggi ditambah nikel atau cobalt, krom atau tungsten. Sifat rapuh, tahan suhu tinggi tanpa kehilangan kekerasan, dapat disepuh keras, dan dimudakan. Digunakan untuk membuat mesin bubut dan alat-alat mesin.

Proses Fabrikasi Besi dan Baja

Untuk menghasilkan baja dan besi maka besi kasar dari dapur tinggi tadi akan di proses kembali pada dapur - dapur baja antara lain yaitu :

1. Dapur Bessemer / Converter Bessemer

Ditemukan oleh orang Inggris Sir Henry Bessemer dapur ini terdiri dari satu tabung yang berbentuk bulat lonjong dan menghadap ke samping.

2. Converter Thomas

Ditemukan oleh Thomas, dapur ini hampir sama dengan dapur Bessemer hanya saja proses Thomas fosfor terbakar setelah zat arangnya terbakar.

3. Dapur Siemens Martin

Ditemukan oleh Siemens Martin pada tahun 1865, dapur ini terdiri atas tungku untuk bahan yang dicairkan dan biasanya menggunakan empat ruangan sebagai pemanas gas dan udara. Pada proses ini digunakan muatan besi bekas dicampur dengan besi kasar.

4. Dapur Listrik

Menggunakan temperatur tinggi dari busur cahaya elektrode dan induksi listrik dengan sumber tenaga listrik untuk melelehkan besi kasar.

Kemudian dari dapur-dapur baja dan besi tadi dihasilkanlah berbagai jenis/golongan dan kelas baja dan besi yaitu :

Baja 0.1 - 2.1 % Karbon (C)

Baja dapat di kelompokkan atas beberapa yaitu :

1. Menurut komposisi kimianya:

a. Baja Karbon (Carbon Steel)

- Baja karbon rendah (Low carbon steel) 0.05 - 0.30 % C
- Baja karbon menengah (Medium carbon steel) 0.30 - 0.60 % C
- Baja karbon tinggi (High carbon steel)

b. Baja Paduan (Alloy Steel)

- Low alloy steel, jika paduannya ≤ 2.5 %
- Medium alloy steel, jika paduannya 2.5 - 10 %
- High alloy steel, jika paduannya > 10 %

Kemudian baja paduan juga dibagi atas :

- Baja paduan khusus (Special alloy steel)
- High Speed Steel (HSS)

Baja paduan sifat khusus:

- Baja tahan karat (Stainless Steel)
- High Strength Low Alloy Steel (HSLA)
- Baja perkakas (Tools Steel)

2. Menurut penggunaannya :

- a. Baja Kontruksi (Structural Steel) < 0.7 % C
- b. Baja Perkakas (Tool Steel) > 0.7 % C

3. Berdasarkan strukturalnya :

1. Baja Pearlit
2. Baja Martensit
3. Baja Austenit

Pasar bijih besi Selama 40 tahun terakhir, harga bijih besi telah diputuskan dalam negosiasi tertutup antara segelintir kecil dari penambang dan pembuat baja yang mendominasi baik spot dan pasar kontrak. Secara tradisional, kesepakatan pertama mencapai antara dua kelompok menetapkan patokan yang harus diikuti oleh seluruh industri.

Silikon Silika (SiO_2) hampir selalu hadir dalam bijih besi. Sebagian besar adalah slagged off selama proses peleburan. Pada suhu di atas 1300°C beberapa akan berkurang dan membentuk paduan dengan besi.

Fosfor Fosfor (P) memiliki empat efek besar pada besi: peningkatan kekerasan dan kekuatan, temperatur solidus rendah, fluiditas meningkat, dan sesak dingin. Tergantung pada tujuan penggunaan untuk besi, efek ini baik atau buruk.

Aluminium Sejumlah kecil aluminium (Al) yang hadir dalam bijih banyak (sering sebagai tanah liat) dan batu gamping beberapa. Yang pertama dapat dihapus dengan mencuci bijih sebelum peleburan. Sampai pengenalan tungku batu bata berbaris, jumlah kontaminasi aluminium cukup kecil sehingga tidak memiliki efek pada baik besi atau bijih. Namun, ketika batu bata mulai digunakan untuk tungku dan bagian dalam blast furnace, jumlah kontaminasi aluminium meningkat secara dramatis. Hal ini disebabkan erosi lapisan tungku oleh cairan slag.

Belerang Sulfur (S) adalah kontaminan yang sering dalam batubara. Hal ini juga hadir dalam jumlah kecil dalam bijih banyak, tetapi dapat dihilangkan dengan kalsinasi. Belerang larut mudah dalam besi baik cair dan padat pada suhu peleburan besi hadir dalam. Besi tempa dibentuk oleh pukulan berulang-ulang dengan palu selagi panas. Sepotong besi pendek panas akan pecah jika bekerja dengan palu. Ketika sepotong besi panas atau baja retak permukaan terbuka segera mengoksidasi. Lapisan oksida mencegah memperbaiki retak dengan pengelasan.

BAHAN BAKAR

Bahan bakar yang dapat digunakan dalam peleburan bijih besi yaitu arang kayu, antrasit, dan kokas. Kokas paling banyak digunakan karena mempunyai nilai kalor yang tinggi sekitar 8.000 kal/kg dan mempunyai kadar zat arang yang tinggi. Selain itu kokas bersifat keras, berukuran besar dan berpori-pori.

Kokas diperoleh dengan pembakaran batu bara secara tidak sempurna didalam dapur kokas. Apabila telah digunakan untuk melebur bijih besi didalam dapur tinggi maka akan keluar sebagai gas bekas yang disalurkan melalui pipa untuk digunakan sebagai gas lokal industri pengolahan logam. Negatifnya bahan ini banyak mengandung belerang (S) yang berpengaruh buruk terhadap proses pengolahan besi dan baja.

BATU KAPUR

Batu kapur (CaO) digunakan bahan pengikat atau bahan imbuh dari kotoran dan unsur-unsur yang tidak diinginkan tercampur dalam larutan besi kasar untuk dijadikan

terak. Dalam proses dapur tinggi batu kapur berguna sebagai bahan pengikat kotoran dan batu ikutan, melindungi besi dari oksidasi serta mengambil atau mereduksi unsur fosfor dan sulfur dari cairan besi.

UDARA PANAS

Udara panas yang dimasukkan dalam tanur tinggi digunakan untuk membakar kokas sehingga menghasilkan gas panas bertemperatur tinggi dan karbon monoksida (gas CO). Gas panas digunakan untuk melebur bijih besi dan mereduksi unsur-unsur yang terdapat didalam bijih besi yang telah cair.

Udara panas diperoleh dengan memanaskan udara dingin didalam dapur Cowper. Dapur itu menghasilkan udara panas dengan suhu $800^{\circ} - 900^{\circ} \text{C}$. Pada Binding bagian dalam dilapisi dengan batu tahan api yang dapat dipanaskan dengan gas panas. Batu tahan api yang telah panas digunakan untuk memanaskan udara dingin yang dimasukkan kedalam dapur, sehingga temperatur sekitar $800^{\circ} - 900^{\circ} \text{C}$. Setelah itu udara panas dikeluarkan dari dapur Cowper dan ditransfer untuk digunakan dalam dapur tinggi.

Biasanya satu dapur tinggi dilengkapi dengan tiga dapur Cowper, satu untuk melayani dapur tinggi dan dua lainnya untuk membuat gas panas dan servis proses lainnya. Juga untuk mempercepat proses reduksi dan menghemat bahan bakar. Kebutuhan udara panas dapat dihitung sebagai berikut:

Waktu operasi 24 jam menghasilkan 300 Ton besi kasar dengan kandungan carbon 4%, memerlukan 350 Ton kokas dengan kadar carbon 80% dan setiap 1 kg kokas membuat 5 m^3 gas panas yang mengandung 60% N dan udara panas mengandung 80% N dan cara menghitungnya :

Jumlah C dalam kokas	$= 80\% \times 350 = 280 \text{ Ton}$	
Jumlah C data besi	$= 4\% \times 300 = 12 \text{ Ton}$	
Jumlah C menjadi gas	$= (280 - 12) \times 10 \text{ kg/24 jam}$	
Jumlah gas dalam dapur tinggi	$= 268 \times 10^3 \times 5$	
Jumlah N dalam gas	$= 60\% \times 268 \times 10^3 \times 5$	
Jumlah kebutuhan udara panas/24 jam	$= 0,6/0,8 \times 268 \times 10^3 \times 5$	
Jumlah kebutuhan udara panas/menit	$= \frac{0,6 \times 268.000 \times 5}{0,8 \times 24 \times 60}$	
	$= 698 \text{ m}^3 \text{ per menit}$	

Raw Material being taken to the plant

Conveyer Belt carrying the raw material into the furnace, Hot metal **being prepared**,
Pouring into the furnace

Hot metal being poured into PCM

Final Product

Baja Lunak

Kelebihan sifat mekanik dari bahan ini salah satunya adalah mudah ditempa dan liat.

Karena sifat itulah bahan ini banyak dibuat besi profit seperti H beam, IWF, UNP, ~ Channel, besi siku dengan berbagai ukuran sesuai kebutuhan user untuk pengerjaan **steel** structure pada pembangunan pabrik, mall, stadion, dan bengkel.

d. Sifat logam terhadap beban tiba-tiba

Bila deformasi mempunyai kecepatan regangan yang tinggi maka bahan umumnya akan mengalami patch Betas, akibat bahan dikenai beban tiba-tiba. Untuk melihat sifat tersebut dilakukan percobaan pukul, yang dilakukan pada batang uji dan diberi tarikan menurut standar yang telah ditentukan.

e. Sifat kekerasan logam

Kekerasan adalah ketahanan bahan terhadap deformasi plastis karena pembebanan setempat pada permukaan berupa goresan atau penekanan. Sifat ini banyak hubungannya dengan sifat kekuatan, daya tahan aus, dan kemampuan dikerjakan dengan mesin. Cara pengujiannya ada tiga macam:

1. goresan
2. menjatuhkan bola baja
3. penekanan

f. Sifat penekanan

Sifat ini hampir sama dengan sifat tarikan, untuk bahan Betas besaran sifat tekanannya cenderung lebih tinggi dari sifat tarikannya. Sebagai contoh besi cor kelabu sifat tekanannya kira-kira empat kali lebih besar dari sifat tarikannya.

g. Sifat logam terhadap geser dan puntir

Pengujian geser suatu bahan akan sulit dilakukan dengan cara memberi beban berlawanan pada titik yang berlainan (tidak terletak pada suatu garis lurus dan salah satu arch beban), karena akan terjadi pembengkokan. Yang lebih praktis adalah memberikan beban puntir pada sumbu suatu bahan yang berbentuk tabung. Pada pengujian ini besarnya tegangan geser tidak sama dari permukaan ke pusat, tegangan geser di permukaan maximum dan disumbu nol.

h. Sifat redaman logam

Apabila suatu logam ditarik atau ditekan sehingga terjadi deformasi elastis, kemudian beban tersebut dihilangkan maka energi yang dibutuhkan untuk mengubah bentuk asal selalu lebih rendah dari pada energi untuk deformasi elastis, karena penekanan atau tarikan tersebut. Hal itu terjadi karena adanya tahanan dalam. Tahanan dalam adalah kemampuan logam untuk

meredam beban atau getaran tiba-tiba. Contohnya besi cor kelabu, walau mempunyai kekuatan dan ketahanan kejut yang rendah tetapi mempunyai tahanan redam yang tinggi sehingga untuk memegang perkakas mesin besi cor kelabu tersebut akan memperoleh hasil yang lebih baik karena dapat meredam getaran.

i. Sifat plastis

Sifat plastis adalah kemampuan suatu logam atau bahan dalam keadaan padat untuk dapat diubah bentuk yang tetap tanpa pecah. Sifat itu penting untuk dipertimbangkan dalam pengolahan bentuk suatu logam. Kebanyakan logam pada suhu tinggi mempunyai sifat plastis yang baik dan cenderung bertambah dengan kenaikan suhu. Logam yang tidak plastis pada suhu tinggi disebut Betas papas, yaitu mudah retak karena deformasi disebabkan adanya suatu beban pada suhu tersebut. Bila gejala ini terjadi pada suhu kamar biasa disebut Batas dingin.

Baja Karbon Lunak.

Streey elbow yang telah dilas dengan flange (penyambungan papa + 2") dan pips mild steel (1 batang = 6 meter), termasuk dalam golongan baja lunak dengan kadar karbon 0.1 - 0.3 %.

SIFAT FISIK

Sifat fisik adalah sifat bahan karena mengalami peristiwa fisika, seperti adanya pengaruh papas dan listrik.

a. Contoh karena papas: mencair, perubahan ukuran, struktur karena proses papas b. Karena listrik: tahanan suatu bahan terhadap aliran listrik atau sebagai days hantar listrik.

KARAKTERISTIK BAHAN LOGAM

Sifat Mekanis

Yang dimaksud dengan sifat mekanis suatu logam adalah kemampuan atau kelakuan logam untuk menahan beban yang diberikan, baik statis maupun dinamis pada suhu biasa, suhu tinggi maupun suhu minus 0° C. Beban statis adalah beban yang tetap, baik besar maupun arahnya setiap saat, sedangkan beban dinamis adalah beban yang besar dan arahnya

berubah menurut waktu.

Beban statis dapat berubah beban tarik, tekan lentur, puntir, geser, dan kombinasi dari beban tersebut. Sementara itu beban dinamis dapat berupa beban tiba-tiba, berubah-ubah dan beban jalar. Sifat mekanis logam meliputi kekuatan, kekenyalan, keliatan, kekerasan, kegetasan, keuletan, tahan aus, Batas penjalaran, dan kekuatan stress rupture.

a. Sifat logam pada pembebanan tarik

Bila suatu logam dibebani beban tarik maka akan mengalami deformasi, yaitu perubahan ukuran atau bentuk karena pengaruh beban yang dikenakan padanya. Deformasi ini dapat terjadi secara elastis, dan secara plastis. Deformasi elastis adalah suatu perubahan yang segera hilang kembali apabila beban ditiadakan. Deformasi plastis yaitu suatu perubahan bentuk yang tetap ada meskipun beban yang menyebabkan deformasi ditiadakan.

b. Sifat logam pada pembebanan dinamis

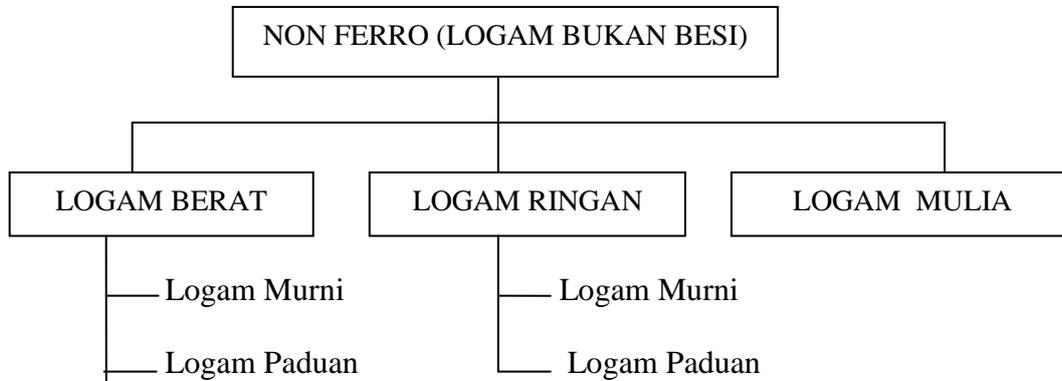
Bahan yang dibebani secara dinamis akan lelah dan patch, meskipun dibebani dibawah kekuatan statis. Kelelahan adalah gejala patch dari bahan disebabkan oleh beban yang berubah-ubah. Kekuatan kelelahan suatu logam adalah tegangan bolak-balik tertentu yang dapat ditahan oleh logam itu sampai banyak balikan tertentu. Sedang Batas kelelahan adalah tegangan bolak-balik tertinggi yang dapat ditahan oleh logam itu sampai banyak balikan tak terhingga.

c. Penjalaran

Penjalaran adalah pertambahan panjang yang terus-menerus pada beban yang constan. Bila suatu bahan mengalami pembebanan tarik tertentu dan tetap maka pertambahan panjangnya mungkin tidak berhenti sampai bahan patah atau mungkin berhenti tergantung pada besarnya beban tarik tersebut.

II. LOGAM BUKAN BESI (Non ferro)

Logam non ferro yaitu logam yang tidak mengandung unsure besi (Fe). Logam nonferro antara lain sebagai berikut:



Logam Berat.

Logam Berat terdiri dari Logam Berat Murni dan Logam Paduan, adapun uraian logam murni adalah sebagai berikut :

1. Logam Berat Murni

a. Tembaga (Cu)

Warna coklat kemerah-merahan, sifatnya dapat ditempa, liat, baik untuk penghantar panas, listrik, dan kukuh. Tembaga digunakan untuk membuat suku cadang bagian listrik, radio penerangan, dan alat-alat dekorasi.

b. Cromium (Cr)

Cromium menambah kekuatan tarik dan keplastisan, menambah maupun keras, meningkatkan ketahanan terhadap korosi dan tahan suhu tinggi.

c. Silikon (Si)

Silikon merupakan unsur paduan yang ada pada setiap baja dengan jumlah kandungan lebih dari 0,4% yang mempunyai pengaruh menaikkan tegangan tarik dan menurunkan kecepatan pendinginan kritis.

d. Nikel (Ni)

Nikel mempunyai pengaruh yang sama seperti mangan, yaitu menurunkan suhu kritis dan kecepatan pendinginan kritis, memperbaiki kekuatan

tarik, tahan korosi, tahan panas dan bersifat magnetik. Nikel tahan korosi berkat lapisan oksida nikel, maka nikel digunakan untuk menutup logam-logam lain dengan cara galvanisasi dan distempel.

e. Belerang (S) dan Fosfor (P)

Unsur-unsur ini lebih banyak terbawa oleh kotoran bijih besi, dan harus diminimalkan sebab belerang menyebabkan pipa rapuh dalam keadaan panas, sedangkan fosfor menjadikan baja rapuh dalam keadaan dingin.

f. Mangan (Mn)

Kandungan mangan kira-kira 0,6% dari baja dan masih belum bisa sebagai paduan dan tidak mempengaruhi sifat baja. Dengan bertambahnya kandungan mangan maka suhu kritis diturunkan seimbang. Baja dengan 12% Mn disebut austenite, karena itu suhu kritisnya dibawah suhu kamar, akibatnya baja tidak dapat diperkeras dan hanya bisa dikerjakan mesin dengan pahat Carbide atau grinding. Dengan sedikit kandungan Mn akan menurunkan kecepatan pendingin kritis, 1 - 1,2% Mn cukup untuk mendapatkan pengerasan dalam oli.

TEMBAGA (Cu)

Sejarah Tembaga

Pada zaman Yunani, logam ini dikenal dengan nama *chalkos* (χαλκός). Tembaga merupakan sumber penting bagi orang-orang Rom dan Yunani. Pada zaman Rom, ia dikenali sebagai *aes Cyprium* (*aes* merupakan istilah umum Latin bagi aloi tembaga seperti [gangsa](#) dan logam-logam lain, dan *Cyprium* kerana kebanyakannya dilombong di [Cyprus](#).) Daripada itu, perkataan ini menjadi *cuprum* dan dalam Bahasa Melayu *kuprum*. Perkataan tembaga pula berasal dari perkataan Sanskrit bagi tembaga yaitu *tāmra*. Penemu tembaga tidak diketahui secara pasti kerana telah digunakan manusia sejak zaman prasejarah. Bukti arkeologi menunjukkan bahwa tembaga ditemukan hampir 10.000 tahun yang lalu atau antara 8.000 hingga 9.000 SM. Terdapat banyak bukti sejarah yang mengungkapkan penggunaan tembaga di dunia kuno untuk membuat perhiasan, peralatan, serta senjata seperti pisau, tombak dan perisai. Sejarawan berpendapat bahwa bangsa Romawi menggunakan tembaga dalam skala besar sehingga logam ini menjadi salah satu komoditas paling penting. Bangsa Romawi menambang tembaga dari pulau Siprus, hal ini menyebabkan logam ini dinamakan *cyprium*

atau kata Latin untuk Cyprus. Kemudian, nama cyprium dimodifikasi menjadi cuprum yang menjadi nama ilmiah tembaga. Dalam bahasa Inggris, cuprum lantas disebut copper. Tembaga dikenal karena kilau alami dan dikaitkan dengan Aphrodite dan Venus, dewi cinta dan kesenangan Yunani dan Romawi kuno.

Peleburan tembaga nampaknya telah berkembang secara berasingan dalam beberapa bahagian dunia. Di samping perkembangan di Anatolia pada 5000 SM, ia dikembangkan di China sebelum 2800 SM, Amerika Tengah sekitar 600 SM, dan Afrika Barat sekitar 900 SM.

Pengertian Tembaga (Cu)

Tembaga atau cuprum dalam tabel periodik yang memiliki lambang Cu dan nomor atom 29. Tembaga adalah logam merah-muda yang lunak, dapat ditempa, liat. Ia melebur pada 1038. Karena potensial electrode standarnya positif (+0,34 V untuk pasangan Cu/Cu^{2+}), ia tak larut dalam asam klorida dan asam sulfat encer, meskipun dengan adanya oksigen ia bisa terlarut sedikit. Dalam tabel periodik unsur – unsur kimia, tembaga menempati posisi dengan nomor atom (NA)29 dan mempunyai bobot atau berat atom (BA)63,546. Unsur tembaga di alam, dapat ditemukan dalam bentuk logam bebas, akan tetapi lebih banyak ditemukan dalam bentuk persenyawaan atau sebagai senyawa padat dalam bentuk mineral. Selain itu, tembaga (Cu) juga terdapat dalam makanan. Sumber utama tembaga adalah tiram, kerang, kacang-kacangan, sereal, dan coklat. Air juga mengandung tembaga dan jumlahnya bergantung pada jenis pipa yang digunakan sebagai sumber air.

Tembaga (Cu) mempunyai sistem kristal kubik, secara fisik berwarna kuning dan apabila dilihat dengan menggunakan mikroskop bijih akan berwarna pink kecoklatan sampai keabuan. Unsur tembaga terdapat pada hampir 250 mineral, tetapi hanya sedikit saja yang komersial. Pada endapan sulfida primer, kalkopirit (CuFeS_2) adalah yang terbesar, diikuti oleh kalkosit (Cu_2S), bornit (Cu_5FeS_4), kovelit (CuS), dan enargit (Cu_3AsS_4). Mineral tembaga utama dalam bentuk deposit oksida adalah krisokola ($\text{CuSiO}_3 \cdot 2\text{HO}$), malasit ($\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$), dan azurite ($\text{Cu}_3(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_2$).

Deposit tembaga dapat diklasifikasikan dalam lima tipe, yaitu: deposit porfiri, urat, dan replacement, deposit stratabound dalam batuan sedimen, deposit masif pada

batuan vulkanik, deposit tembaga nikel dalam intrusi/mafik, serta deposit nativ. Umumnya bijih tembaga di Indonesia terbentuk secara magmatik. Pembentukan endapan magmatik dapat berupa proses hidrotermal atau metasomatisme.

Proses Pengolahan Tembaga

Urutan Proses Pengolahan Tembaga

Penambangan Biji Tembaga

Penambangan dilakukan dengan cara tambang terbuka(open pit), apabila endapan bijih ditemukan tidak terlalu dalam. Dapat juga dilakukan dengan penambangan dalam (underground) dengan membuat terowongan atau pengangkutan dengan menggunakan alat-alat berat. Khusus untuk tambang tembaga Grasberg dan Batu Hijau (Indonesia) adalah tipe porfiri. Cebakan tembaga tipe porfiri mempunyai dimensi besar dan kadar relatif rendah sehingga atas pertimbangan keekonomian, penambangan hanya dapat dilakukan dengan cara tambang terbuka(open pit mining). Pengupasan lapisan penutup (overburden) dan penambangan bijih dilakukan dengan sistem jenjang (benches). Cebakan bijih tembaga yang sangat tebal memerlukan banyak jenjang, dengan lebar dan tinggi jenjang diupayakan untuk dapat menahan batuan yang berhamburan saat peledakan, dan menyediakan ruang gerak yang memadai untuk alat pembongkar(excavator) dan unit pemuat (haulage).

Tahapan pengeboran bijih tembaga sebagai berikut.

PENGEBORAN

Pengeboran merupakan tahap awal untuk menghasilkan lubang siap ledak (blasholes). Lubang siap ledak kemudian diledakkan dengan menggunakan bahan peledak yang sudah ditentukan di bagian peledakan (blasting group) untuk menghasilkan material hancur hasil peledakan (broken muck) yang selanjutnya digali oleh alat gali dan dimuat oleh alat angkut (dump truck). Tahapan inti dalam proses pengeboran adalah:

a. Persiapan dan pembersihan lokasi pengeboran

Kegiatan utamanya adalah menyiapkan rencana lokasi pengeboran yang rata untuk mesin bor, membuat tanggul yang aman untuk memisahkan posisi mesin bor dari alat lainnya, dan membersihkan batas material atau lumpur dari sisa peledakan sebelumnya. Disini ditentukan tanda batas lokasi pengeboran yang umumnya berbentuk kotak/persegi empat atau berbatasan langsung dengan hasil peledakan yang sudah dilakukan sebelumnya. Proses persiapan dan pembersihan lokasi pengeboran dengan menggunakan dozer Caterpillar

gambar pembersihan lokasi pengeboran

b. Pelaksanaan pengeboran produksi

Pengeboran dilakukan dengan menggunakan mesin bor. Pola pengeboran bias menggunakan "pola pengeboran manual" atau "pola pengeboran dengan sistem Aquila". Pola pengeboran manual menggunakan patok-patok kayu sebagai tanda posisi lubang yang harus dibor yang diletakkan di tanah dan dilengkapi dengan keterangan survey mengenai kedalaman lubang yang harus dibor. Sementara pengeboran dengan sistem Aquila sudah terpasang pada

semua mesin bor mengandalkan sistem pandu satelit (GlobalPositioningSystematau GPS) yang terhubung langsung ke antenna mesin bor untuk memandu operatormengikuti pola dan kedalaman pengeboran.Setelah proses pengeboran, mesin bor dipindahkan ke lokasi pengeboran lainnyaatau menunggu sampai proses peledakan lubang bor tersebut selesai. Pemindahan mesinbor untuk jarak lebih dari 500 meter diangkut dengan alat bantu yang disebut mesin lowboy.

Gambar pengeboran lokasi penambangan

PELEDAKAN

Setelah lubang bor dibuat, juru ledak akan memeriksa setiap lubang bor untukmemastikan kedalaman lubang tersebut sebelum dilakukan pengisian bahan peledak (explosive).Setelah lubang disetujui, lubang diisi dengan primer (detonator+booster) dan bahan peledaksesuai dengan kandungan air di dalamnya.

Gambar Bom Peledak

PENGGALIAN

Proses penggalian dilakukan dengan menggunakan alat gali atau shovel untuk menggali material hasil peledakan atau material lepas yang berupa bijih atau batuan penutup. Shovel yang digunakan dalam operasi penambangan tambang tembaga: yaitu:

- a. Shovel listrik, yaitu alat gali yang digerakkan dengan tenaga listrik .
- b. Shovel hidrolik, yaitu alat gali yang digerakkan dengan sistem hidrolik.

Gambar Proses Penggalian

Ada dua metode proses penggalian, yaitu:

a. Single side loading, yaitu metode penggalian di mana ketika menerima muatan, truk beradapada satu sisi shovel. Dengan demikian ketika salah satu truk sedang diberi muatan, trukkedua dalam posisi antri atau pre-spot. Hidraulik shovel umumnya menggunakan metodesingle side loading dan dilakukan di sisi kiri shovel. Shovel listrik dilakukan bila loading area hanya bisa untuk maneuver satu truk saja .

b. Double side loading, yaitu metode penggalian di mana ketika menerima muatan, trukberada pada kedua sisi shovel sehingga ketika salah satu truk sedang diberi muatan, trukkedua berada pada posisi menerima muatan di sisi lain. Metode ini pada umumnya diterapkan untuk shovel listrik dengan lebar area loading yang memenuhi syarat dua kaliradius putar truk yang ditugaskan di shovel tersebut.

Gambar Pengangkutan

Gambar Penggerusan Bijih

PEMANGGANGAN

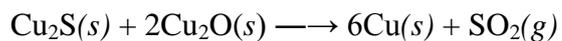
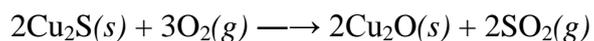
Bijih pekat hasil pengapungan selanjutnya dipanggang dalam udara terbatas pada suhu dibawah titik lelehnya guna menghilangkan air yang mungkin masih ada pada saat pemekatan dan belerang yang hilang sebagai belerang dioksida.

Campuran yang diperoleh dari proses pemanggangan ini disebut calcine, yang mengandung Cu_2S , FeO dan mungkin masih mengandung sedikit FeS . Setelah itu calcine disilika guna mengubah besi(II) oksida menjadi suatu sanga atau slag besi(II) silikat yang kemudian dapat dipisahkan. Reaksinya. Tembaga(I) sulfida yang diperoleh pada tahap ini disebut **matte** dan kemungkinan masih mengandung sedikit besi(II) sulfide.

Gambar pemanggangan tembaga

REDUKSI

Cu_2S atau matte yang yang diperoleh kemudian direduksi dengan cara dipanaskan dengan udara terkontrol, sesuai reaksi

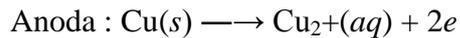
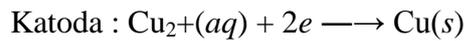


Tembaga yang diperoleh pada tahap ini disebut blister atau tembaga lepuhan sebab mengandung rongga-rongga yang berisi udara.

Gambar proses reduksi tembaga (Cu)

ELEKTROLISIS

Blister atau tembaga lepuhan masih mengandung misalnya Ag, Au, dan Pt kemudian dimurnikan dengan cara elektrolisis. Pada elektrolisis tembaga kotor (tidak murni) dipasang sebagai anoda dan katoda digunakan tembaga murni, dengan elektrolit larutan tembaga(II) sulfat (CuSO_4). Selama proses elektrolisis berlangsung tembaga di anoda teroksidasi menjadi Cu^{2+} kemudian direduksi di katoda menjadi logam Cu.



Pada proses ini anoda semakin berkurang dan katoda (tembaga murni) makin bertambah banyak, sedangkan pengotor-pengotor yang berupa Ag, Au, dan Pt mengendap sebagai lumpur.

Gambar pemurnian tembaga

PENCETAKAN TEMBAGA (Cu)

Setelah proses selesai tinggal di bentuk dengan berbagai jenis, ukuran dan kegunaanya.

Gambar pencetakan tembaga dari proses elektrolisis

HASIL DARI PROSES PEMBUATAN TEMBAGA (Cu)

Setelah proses pencetakan sesuai dengan yang di inginkan maka di dapatkan hasil sebagai berikut:

Gambar Tembaga

SKEMA PEMBUATAN TEMBAGA



A

B

Gambar A

Kabel Power yang terbuat dari tembaga (Cu) murni atau paduan Tembaga dan Aluminium yang digunakan untuk kabel jaringan tegangan tinggi .

Gambar B:

Salah satu aplikasi dari gelas dalam bidang optika serat, bagian pusat kabel (core) yang sebenarnya merambatkan cahaya. Core ini dilapisi clad. Prinsip merambatkan cahayanya berdasarkan refleksi dalam total. Keunggulan pemakaian bahan ini salah satunya adalah dapat menyalurkan jauh lebih banyak informasi dalam kabel yang kecil dan bebas dari gangguan elektro magnetik.

2. Logam Berat Paduan

a. Kuningan

Kuningan merupakan campuran antara tembaga dan 45% seng. Terkadang juga mengandung sejumlah logam lain terutama timah putih, timah hitam, aluminium, mangan dan besi. Warna kuningan yang mengandung 20% Zn berwarna merah, 20% sampai 40% Zn berwarna kuning, dan yang mengandung 42% Zn berwarna kuning emas.

Kuningan ada 3 macam yaitu :

1. kuningan tuang
2. kuningan tempa
3. kuningan solder.

b. Perunggu

Perunggu mempunyai kadar tembaga (Cu) 78% - 79%, timah putih (Sn) 22% - 24% dan selain itu campuran bahan lain seperti seng (Zn), timbel (Pb), aluminium (Al), dan lain-lain. Perunggu adalah paduan kepal atau paduan tuang yang tahan terhadap korosi, selain itu mempunyai daya lunak dan daya hantar listrik yang baik.

3. Logam Ringan Murni

a. Aluminium (Al)

Biji tambang untuk aluminium adalah bauksit yang terdiri dari 60% alumina (Al_2O_3), 30% iron oksida (Fe_2O_3) dan sejumlah silika oksida (SiO_2) lainnya.

Walaupun mempunyai sifat oksidasi (berkarat) terhadap atmosfer, lapisan tipis dipermukaan (jenuh oksigen) melindunginya dari serangan atmosfer berikutnya. Bersifat konduktor yang baik, massa jenis ringan ($1/3$ dari besi), mudah ditempa (malleability) yang memungkinkannya dihasilkan dalam bentuk lembaran tipis

b. Magnesium (Mg)

Magnesium adalah logam yang bersifat hampir sama dengan aluminium, diperoleh dengan cara elektrolisis dari magnesit ($MgCO_3$), dolomit ($MgCO_3 \cdot CaCO_3$) atau karnalit ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$). Magnesium tidak tahan terhadap asam, tetapi tahan terhadap alkali dan zat organik, dan banyak dipakai di industri kimia. Garam-garam magnesium mudah sekali menyala, untuk memadamkannya gunakanlah pasir.

c. Seng (Zn)

Seng terbuat dari bijih-bijih seng sulfid (ZnS) yang telah kering dan teroksidasi, lalu digiling dan dicampur dengan zat arang. Lalu dimasukkan ke dalam retor-retor tahan api, di dalam retor-retor itu seng mencair menguap dan embunnya ditampung. Seng cair itu dituang menjadi blok yang dinamakan ingot. Selanjutnya

Selanjutnya diperhalus dalam dapur nyala, dan akhirnya dituang menjadi blok-blok untuk tempat galvanisasi dan menjadi pelat-pelat tebal yang dicanai.

d. Timah Putih (Sn)

Didapat dari batu timah putih (kasiterit SnO_2) hasil penambangan di laut dan darat, yaitu dengan cara membilas dengan air dan kemudian diisap dengan pompa. Pasir yang melekat pada bijih timah dicuci dan selanjutnya diangin untuk pengeringan. Lalu dimasukkan dalam nyala api bersama kokas dan dituang menjadi blok-blok kecil.

e. Timbel (Pb) atau Timah Hitam

Bersumber dari bijih timbel sulfida (PbS) yang dingin dan selanjutnya dicairkan dalam sebuah dapur corong dengan besi sebagai bahan tambahan. Belerang bersatu dengan besi, dan timbel menjadi babas. Oleh karena logam yang telah cair itu dibiarkan seketika maka semua logam dan campuran tambahan lain mengapung pada permukaan timbel dan menjadi satu oleh bahan-bahan tambahan. Timbel adalah suatu logam berat yang lunak sekali dan oleh karena itu, mudah dikerjakan, dipatri, dan dilas.

Tambang Timah Masyarakat

Tambang Timah Perusahaan

Biji Timah

Proses Pengolahan Biji Timah

Tima Siap Dipasarkan

4. Logam Mulia

a. Emas (Au)

Didapat dari pendulang emas sepanjang aliran sungai yang mengandung butiran-butiran emas murni maupun ditambang secara profesional yang menggunakan teknologi dan hasil produksi yang memenuhi standar baik kuantitas dan kualitas. Emas, perak, dan tembaga terdapat dalam satu golongan dalam sistim periodik (susunan berkala unsur-unsur kimia), yaitu terdapat di golongan IB. Artinya dimana ada tambang tembaga, besar kemungkinan emas akan tertambang juga. Hal ini dapat dibuktikan di pulau Papua (Irian Jaya) yaitu pada PT. Tembaga Pura. Hanya sebagian kecil tembaga yang diambil, tetapi tujuan mereka adalah emas yang berlimpah di bumi Papua yang di eksplorasi dan di eksplotasi secara profesional.

b. Perak (Ag)

Perak didapat dari proses penambangan, diolah sama halnya dengan logam mulia lainnya. Perak digunakan sebagai perhiasan, aksesoris, pelapis alat-alat kedokteran (alat bedah) berfungsi agar kuman dan firus tidak menempel pada alat sesudah pekerjaan bedah.

c. Platina (Pt)

Logam ini disebut juga dengan emas putih, didapat dari bijih platina hasil dari tambang. Platina banyak digunakan sebagai komponen otomotif roda dua dan roda empat, jam tangan mewah, industri elektronika dan listrik, juga sebagai perhiasan (platina batangan) untuk dikoleksi, juga sebagai part dari alat ukur / instrumen digital maupun analog. Dari segi harga, platina tertinggi harganya untuk logam mulia.

Emas (AU)



Emas (AU)

Ukuran kemurnian dari logam mulia emas ini adalah "KARAT". 100 % murni dari logam emas adalah 24 karat. Pada gambar di atas terlihat "kode-kode" standar yang dibuat pabrikan. Kode ini tidak hanya memuat kemurnian emas dari logam batangan itu, jauh lebih penting kode tersebut dapat ditelusuri dan mengidentifikasi siapa pembuatnya (produsen), juga sebagai kode pengaman agar tidak dipalsukan.

Bijih emas putih (platina) yang sudah dipisahkan dari bahan unsur- unsur lain yang terbawa bersamaan sewaktu penambangan (gambar diperbesar sampai 100 x)

Emas putih (platina) batangan yang siap dikonsersitkan kepasar.

PROSES Pengerjaan Panas Logam dan Dingin Logam

Pengerjaan papas adalah proses yang memanaskan bahan sampai suhu tertentu dan kemudian didinginkan menurut cara tertentu. Tujuan pengerjaan papas itu adalah untuk memberi sifat yang lebih sempurna pada bahan. Pengerjaan papas yang terpenting untuk baja, baja tuang, dan atau besi tuang dapat di rind sebagai berikut

- 1) memijar, terbagi dalam pemijaran pembebas tegangan, pemijaran. sampai diingin, pemijaran normal, dan pemijaran lunak.
- 2) menyepuh keras, menurut cara pendinginannya terbagi atas sepuh keras normal, sepuh keras termal, dan sepuh keras isotherm. Sementara itu, menurut cara pemanasannya yang khusus terbagi atas sepuh keras nyala dan sepuh keras induksi.
- 3) memudahkan, yang terbagi atas memudahkan rendah dan memudahkan tinggi.
- 4) memurnikan atau memuliakan.
- 5) karbonasi.
- 6) nitrase, yang terbagi atas nitrase lunak dan nitrase keras.
- 7) pengerjaan papas secara khusus.

Perlakuan papas dapat mengubah sifat baja dengan cara mengubah ukuran dan bentuk butir-butirannya, juga mengubah unsure pelarutnya dalam jumlah yang kecil. Bentuk butirannya dapat diubah dengan cara dipanaskan pada suhu diatas suhu pengkristalan kembali. Ukuran butirannya dapat dikontrol melalui suhu dan lama pemanasannya, serta kecepatan pendinginan baja selalu dipanaskan.

1. Perubahan bentuk dan ukuran butiran baja. Perubahan bentuk dan ukuran butiran baja dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut

a. Pengerjaan dingin

Akibat pengerjaan dingin adalah terjadinya perubahan dalam butiran baja dan menaikkan kekerasan dan kekuatannya, tetapi mengurangi kekenyalan baja. Proses ini di sebut juga proses pengerjaan pengerasan (*work hardening*).

Heat treatment

Sifat fisik adalah kelakuan bahan antara lain karena mengalami pemanasan sampai mencair dan sebaliknya, karena mengalami arus listrik dan lainnya. Umumnya sifat-sifat fisik yang perlu diperhatikan adalah menyangkut struktur bahan. Dengan adanya pemanasan dan pendinginan pada kecepatan tertentu, maka umumnya bahan-bahan logam dan paduan memperlihatkan perubahan struktur. Struktur logam mempunyai hubungan erat dengan sifat-sifat mekanik. Demikian juga pembebanan-pembebanan memberikan perubahan pada struktur bahan logam, dan memberikan pula pada sifat-sifat mekanik. Kesempurnaan atau tidaknya struktur bahan logam menentukan sifat bahan tersebut. Dari uraian diatas maka sifat mekanik dapat merubah struktur logam, yaitu dengan suatu pengolahan panas dan kombinasinya (panas-dingin) pada kecepatan tertentu yang dinamakan "Heat Treatment". Gambar diatas aplikasi dari heat treatment, pada pembuatan pipa seamless (tanpa las).

b. Pengerjaan panas

Dengan cara perlakuan panas (*heat treatment*) dapat dilakukan perubahan ukuran dan bentuk butir-butiran baja. Perlakuan panas pada baja dapat dilakukan sebagai berikut ;

1) Pemanasan pada temperatur rendah

Akibat pengerjaan ini adalah tidak menghasilkan suatu perubahan dalam struktur baja, hanya mengakibatkan perubahan yang kecil dalam sifat-sifat mekaniknya, apabila dalam pengerjaan ini dihasilkan suatu permukaan baja yang keras maka dapat dihilangkan dengan cara penuangan pengerjaan dalam mesin perkakas.

2) Pemanasan dalam suhu tinggi

Apabila baja dipanaskan terus-menerus yang mengakibatkan suhu pemanasan naik dan

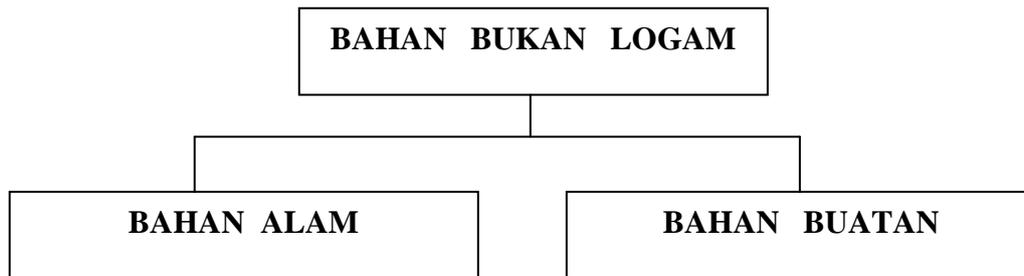
mencapai suhu tertentu, terjadi pembentukan butir-butiran baru yang bentuk dan ukurannya kecil dan halus. Pembentukan butir-butan dapat terjadi walaupun ukuran orisinal sebelumnya besar dan kasar, perubahan terjadi sebelum dilakukan pengerjaan dingin. Proses tersebut dikenal dengan nama proses pengkristalan kembali. Temperature pengkristalan kembali untuk beberapa logam dapat dilihat pada tabel. Pengkristalan dapat dikatakan komplet apabila seluruh struktur logam terdiri dari butir-butiran halus.

jenis logam	Temperature (° C)	
	Pengkristalan kembali	Titik cair
wolfram	1.200	3.410
molibdenum	900	2.620
nikel	600	1.458
besi	450	1.535
kuningan	400	900-1.050
perunggu	400	900-1.050
tembaga	200	1.083
perak	200	960
aluminium	150	660
magnesium	150	651
seng	70	419
timbal	20	327
timah	20	232

BAB II

BAHAN NON LOGAM

Bahan nonlogam adalah suatu bahan teknik yang tidak termasuk kedalam kelompok logam yang didapat dari bahan galian, tumbuh-tumbuhan atau hasil dari proses pengolahan minyak bumi.



A. Bahan alam

Bahan alam terdiri dari dua sumber:

1. Bahan Organik, yaitu bahan alam yang mengandung unsur Carbon, contohnya minyak bumi. Minyak bumi berasal dari hewan yang mati berjuta-juta yang lalu, ditambang dari perut bumi dan mengalami proses pengilangan. Bahan alam merupakan bahan baku produk yang diperoleh dan digunakan secara langsung dari bahan alam, produk akhir yang menggunakan bahan baku ini akan memiliki sifat yang sama dengan bahan asalnya, yang termasuk dalam kelompok ini antara lain kayu, batu, karet, kulit, keramik, Selulosa dan lain-lain.

2. Bahan Anorganik (bukan dari makhluk hidup):

- a. Batu-batuan: Intan, zamrud, musafir, giok, andesit, batu pualam, batu apung batu kapur, batu granit, mariner alam.
- b. Pasir, seperti: P. Silika, P. Besi, P. Kuarsa, Teras, Gypsum, (bahan campuran proses pembuatan semen).
- c. Batubara
- d. Mineral-mineral seperti: Fosfor, kalium, nitrogen, belerang, asam sulfat, dll. e. Keramik
- f. kaca / Kristal

g. Bahan-bahan kimia anorganik seperti: Asam klorida (HCl), Brom(Br), Iodium, Fluor, Alumina, Molibdenum, Barium, Strontium, Litium, Boron, Air raksa (Hg). h. Melamin, adalah hasil samping dari pabrik pupuk (petro kimia), digunakan sebagai bahan baku produk alat rumah tangga dan bahan baku industri lain.

Bahan Anorganik

Batu kapur termasuk dalam bahan nonlogam anorganik sebagai bahan utama pembuatan semen. Bahan ini didapat dengan cara Clearing, Blasting, dan Handling oleh Dump Truck untuk digiling bersama dengan tanah liat (clay). Dan Hasil akhirnya berupa bubuk semen yang digunakan untuk pembangunan, seperti beton prategang

Hasil akhirnya berupa bubuk semen yang digunakan untuk pembangunan, seperti beton prategang

B. Bahan-bahan Buatan (syntetic materials)

Bahan-bahan buatan (syntetic materials) biasanya diperoleh dari senyawa kimia dengan komposisi berbagai unsur akan diperoleh suatu sifat tertentu secara spesifik atau sifat yang menyerupai sifat bahan alam. Bahan ini dikenal sebagai bahan plastic (Plastics Materials), yakni suatu bahan yang pertama kali dibuat oleh Leo Baekeland seorang Belgia tahun 1907 dan dipatenkan dengan nama Bakelite. Molekul yang kita sebut sebagai "Polymer" yang berarti, Materials Plastics yang terbentuk dari ikatan rantai atom-atom serta terdiri atas "beberapa Unit" ikatan rantai atom-atom tersebut. oleh karena itu proses pengikatan dengan molekul-molekul kecil ini dikenal sebagai "Polymerization".

Contoh dari bahan jenis ini ialah Polythene yakni Polymer yang terdiri atas 1200 atom Carbon pada setiap 2 atom Hydrogen sehingga memiliki tegangan serta keuletan yang tinggi. dan pada beberapa jenis plastic memiliki regangan yang besar yang diakibatkan oleh rantai ikatan yang panjang.

1. Thermoplastics

Thermoplastics dapat mencair melalui proses pemanasan dan dapat diubah bentuknya melalui pencetakan sebagaimana yang dilakukan pada bahan seperti Polythene, Polystyrene, Poly Vinyl Chloride (PVC), Nylon, Perspex, Propylene dan lain-lain

2. Thermosetting

Thermosetting memiliki perbedaan dengan thermoplastics dimana pemanasan akan hanya dapat melakukan perubahan formasi rantai molekul secara kimiawi dalam bentuk ikatan melintang tiga dimensi. Gaya tarik antara rantai Molekul dapat terbentuk oleh pergeseran tempat molekul dalam pemisahan diri akibat larutan dari bahan tersebut. Tempat plastisizer memberikan pengaruh terhadap sifat polymer. Contohnya penambahan kapur barus pada Cellulose nitrate yang menghasilkan suatu zat yang perdagangan diketahui sebagai celluloid dan dapat dicetak melalui pemanasan.

Plastik

Plastik merupakan salah satu hasil penemuan manusia yang paling banyak digunakan hingga saat ini. Plastik digunakan dalam skala besar dalam produksi seperti botol untuk minuman, peralatan bayi, wadah untuk makanan, selang, pipa bangunan, botol kecap, botol shampo, kantong pembungkus, sikat gigi, alat makan (sendok, garpu, piring, mangkok, gelas), hingga mainan anak-anak. Di balik penggunaan plastik besar-besaran itu, ternyata menurut hasil penelitian terakhir, penggunaan plastik yang sembarangan ternyata mampu melepaskan senyawa karsinogenik (penyebab dan pemicu kanker), selain itu plastik umumnya sulit untuk didegradasikan (diuraikan) oleh mikro organisme. Sampah plastik dapat bertahan hingga bertahun-tahun, sehingga menimbulkan masalah pencemaran lingkungan yang cukup parah

Plastik merupakan bahan yang mampu dibentuk. Plastik mencakup semua bahan sintetik organik yang berubah menjadi plastis setelah dipanaskan dan mampu dibentuk di bawah pengaruh tekanan. Jenis plastik terbagi menjadi Thermo plastik (bisa di daur ulang) dan thermo setting (tidak dapat didaur ulang). Berbagai produk pertanian, mineral, dan bahan organik seperti batu bara, gas alam, minyak bumi, batu kapur, silika, dan belerang merupakan bahan baku plastik. Pada waktu proses pembuatan, ditambahkan berbagai bahan lain seperti zat pewarna, pelarut, pelumas, plastiser, dan bahan pengisi. Bahan pengisi

utama antara lain: bubuk kayu, tepung, kapas, serat kain-kainnan, ashes, serbuk logam, grafit, glass, lempung dan tanah kersik.

SEJARAH PLASTIK

Plastik pertama kali ditemukan pada tahun 1851 oleh seorang berkebangsaan Inggris yaitu "Alexander Parkes". Dia secara terbuka mempertunjukkan hasil penelitiannya pada 1862 di Pameran Internasional yang berada di London. Dia menyebut materi ia dihasilkan dengan sebutan "Parkesine", material yang berasal dari selulosa. "Parkesine" sendiri dapat dibakar dan dibentuk serta mempertahankan bentuknya saat didinginkan. Namun sayangnya pada saat itu biaya untuk menghasilkannya mahal, selain itu hasil dari "Parkesine" itu mudah retak dan sangat mudah terbakar. Secara garis besar, pada 1839 – 1894 merupakan era kemunculan plastik jenis semisintetis. Sedangkan pada awal abad ke-20 (1908 – 1932) merupakan era paling produktif munculnya jenis-jenis plastik, mulai dari plastik yang kemudian dijadikan benang (nilon), PVC yang lebih elastis, hingga "si busa putih bernama Styrofoam temuan Ray McIntire pada 1954

JENIS PLASTIK

Plastik dibagi dalam dua kelompok yaitu plastik jenis :

- a. Termoplastik
- b. Termoseting

BAHAN BAKU PLASTIK

Berbagai produk pertanian, mineral dan bahan organik seperti batubara, gas alam, minyak bumi, batu kapur, silika, dan belerang. Pada proses pembuatan ditambahkan zat pewarna, pelarut, pelumas, plastiner dan bahan pengisi.

Bahan-bahan Termoplastik

1. Selulosa

Bahan termoplastik terbuat dari serat kapas dan kayu yang diolah khusus. umumnya Asetat butir selulosa mempunyai daya serap kelembaban yang rendah, sangat kuat, dan stabilitas dimensi yang baik. Diproduksi untuk pembuatan kemudi, helm olah raga, rangka kaca mata, baki, sabuk, hiasan, perabot rumah tangga, lembaran isolasi, tape suara,

kancing, dan pipa ekstrusi untuk gas dan air.

2. Polisteren

Bahan termoplastik produk pengolahan khusus untuk cetak injeksi dan ekstrusi. Polisteren merupakan bahan pengganti karet yang baik untuk isolasi listrik. Resin stiren dapat dicetak menjadi kotak baterai, piring, rods gigi, pola untuk pengecoran, kotak es, kemasan, danubin tembok.

3. Polietilen

Memiliki fleksibilitas pada suhu rendah, tahan terhadap bahan kimia, dan dapat disambung dengan dipanaskan. Digunakan untuk botol susu bayi, selang air, isolasi untuk frekuensi tinggi dan kabel koaksial.

4. Polipropilen

Bahan ini memiliki sifat-sifat listrik yang baik, nilai impact dan kekuatan yang tinggi, dan sangat tahan terhadap suhu dan bahan-bahan kimia. Filamen tunggal polipropilin yang dianyam menjadi tali, tambang, jala, dan tekstil. Digunakan untuk peralatan rumah sakit / laboratorium, mainan anak-anak, koper, perabot, lembaran untuk kemasan makanan, kotak TV, dan isolasi listrik.

5. Polisulfona

Polisulfona merupakan kelompok termoplastik yang mempunyai sifat fisis dan daya tahan panas yang baik. Produk dapat dibuat dengan cara cetak injeksi, pembentukan termal dan cetak tiup. Benda cetak antara lain: rangka perkakas tangan, slot kontak listrik, dan slot lain yang memerlukan daya tahan pada temperatur tinggi. Bahan ini dapat diperoleh berbagai warna dan tembus cahaya.

6. Plastik ABS

Bahan ini dari campuran akrilonitril, butadien, dan stirena. Bahan ini sangat keras, fleksibel dan ulet. Plastik ABS umumnya digunakan bila diperlukan daya tahan banting, kekerasan, mampu pewarnaan, sifat listrik, daya tahan kelembaban, dan tahan sampai 105° C. Bahan ini digunakan sebagai pipa instalasi, kamera, rangka slot-slot listrik tangan, dan telephone.

7. Poli-imida

Dipasarkan dalam bentuk padat (primer SP), film (Kapton) dan larutan. Tahan panas sampai 400° C, mempunyai koefisien gesek yang rendah, daya tahan terhadap radiasi yang tinggi, dan sifat listrik yang baik. Produknya: bantalan luncur,udukan klep, pipa, berbagai

komponen listrik.

Film yang kuat digunakan sebagai isolasi kawat, isolasi motor, dan pelapis sirkuit cetak. Larutannya dipakai sebagai pencampur pernis, enamel kawat, dan kain glas berlapis.

8. Nilon

Nilon (Poliamida) digunakan sebagai serat tekstil atau filamen, selain itu dicetak atau diekstrusi. Produknya: bantalan, rods gigi, klep, pips, slat-slat dapur, tas / koper. Filamen tunggal nilon dibuat untuk kaos kaki, payung udara, tali pesawat terbang layang dan bulu sikat.

9. Resin Akrilik

Bersifat tembus cahaya, mudah dibuat, tahan kelembaban. Jenis ini paling banyak digunakan adalah metil-metalrilat atau Lucite (duPont) dan Plexiglas (Rohm Haas). Bahan termoplastik ini dapat dibentuk secara cor, ekstruksi, cetak atau tarik bentuk. Digunakan sebagai jendela pesawat terbang, pintu,

tutup alat pengukur, alat kecantikan karena modelnya transparan dan tembus pandang.

10. Resin Vinil

Dipasarkan terbagi tiga, yaitu:

- a. Polivinil butirat, adalah resin yang jernih dan fiat, biasanya digunakan sebagai pelapis antara di safety glass, jas hujan, tangki, dan produk cetak yang flexibel. Resistens terhadap cahaya, panas, dan kelembaban dan mudah melekat.
- b. Polivinil klorida, mempunyai daya tahan yang baik terhadap berbagai pelarut dan tidak mudah terbakar. Dipakai untuk bahan menggantikan karet, jas hujan, kemasan dan botol cetak tiup.
- c. Poliviniden klorida, dipakai untuk film (pengemasan makanan) dan pipa. Busa vinil digunakan sebagai pelampung, jok, dan lapisan pelindung.

11. Karet Sintesis

Karet sintesis yang telah dikenal adalah GR-S, nitril, Thiokol, neopren, butil, dan karet silikon.

- a. GR-S, karet ini paling banyak diproduksi untuk ban kendaraan, karet nitril digunakan karena tahan terhadap minyak, dan dipakai untuk pipa minyak, gasket, dan diafragma. GR-S dapat dicampur dengan phenol dan plastik vinil Thiokol polisulfida organik, tahan sekali terhadap bensin, minyak dan cat, sinar matahari. Digunakan sebagai bahan pembuatan selang, melapisi tekstil, dan lapisan isolasi.
- b. Neopren, terbuat dari kalsium karbida, batu bara, dan batu kapur, air dan garam.

Digunakan untuk membuat:

Belt confeyor, pakaian pelindung, isolasi, bahan cetakan, ban dalam kendaraan dan pipa, dikarenakan mempunyai sifat tahan aus dan permeabilitas gas yang rendah.

- c. Karet Silikon, Tahan terhadap suhu rendah & tinggi, minyak, asam cair. Digunakan untuk ban mati, gasket mesin motor, seal pada pipa gas/minyak, seal pads pintu & jendela pesawat terbang.

PLASTIK TERMOPLASTIK:

1. Botol Plastik yang merupakan jenis PET atau PolyEthylene Terephthalate yang hanya bisa di pakai satu kali saja



2. Kantong Plastik yang merupakan **PVC** atau **PolyVinyl Chloride**.

Bahan termoseting

1. Phenol

Resin phenol sintetik terbuat dari mereaksikan phenol dengan formaldehida. Bahan bersifat keras, kuat, dan awet, dan dapat dicetak diberbagai kondisi. Bahan tersebut mempunyai daya tahan pangs dan air yang balk, dan dapat diberi bermacam warna. Resin phenol banyak digunakan untuk bahan pelapis dan laminating, seperti: tutup kotak radio dan TV, tutup botol, steker listrik, tangkai pisau dan pengikat glas atau logam.

2. Resin Amino

Terbuat dari formaldehida urea dan formaldehida-melamin, dipasarkan dalam bentuk serbuk untuk dicetak dan dalam bentuk larutan untuk dicetak. Digunakan untuk berkerut dan kusutnya kain katun dan pencegah penyusutan kayu.

3. Resin Furan

Berasal dari limbah tongkol jagung dan bijih kapas. Warna produknya agak tahan air, dan bersifat listrik yang balk. Resin furan dapat digunakan sebagai pengikat inti pasir, pengeras campuran gip, dan pengikat berbagai produk yang terdiri dari dari campuran grafit.

4. Epoksida

Dipakai untuk pengecoran, pelapisan dan perlindungan bagian listrik, campuran cat dan perekat. Resin yang telah diawetkan mempunyai sifat daya tahan kimia dan stabilitas dimensi yang baik. Digunakan untuk membuat panel sirkuit cetak, tangki, jig, dan cetakan dikarenakan tahan aus dan tahan kejut.

5. Silikon

Kelompok ini memiliki beragam sifat industri seperti: minyak, gemuk, perekat dan karet. Sifat khas utama meliputi stabilitas, ketahanan terhadap suhu tinggi, kedap air dan karakteristik suhu rendah dan listrik yang balk. Karet silikon dapat dicetak dan digunakan untuk gasket, penyambung listrik, pelindung alatalat elektronik, kain kaca dan peredam getaran.

CONTOH HASIL DARI Pengerjaan Plastik Termoset:

1. Piring melamin yang merupakan melamine formaldehyde.
2. Colokan Listrik yang merupakan Bakelit atau contoh plastik polimer yang biasa dibuat khusus untuk peralatan listrik.

Perbedaan sifat plastik termoplas dan plastik termoset:

Plastik Termoplas	Plastik Termoset
-Mudah diregangkan	-Keras dan rigid
-Fleksibel	-Tidak fleksibel
-Melunak jika dipanaskan	-Mengeras jika dipanaskan
-Titik leleh rendah	Tidak meleleh jika dipanaskan
-Dapat dibentuk ulang	-Tidak dapat dibentuk ulang

KERAMIK

Keramik adalah bahan anorganik yang diproses atau digunakan pada temperatur yang tinggi. Kedalamnya termasuk berbagai macam silikat, oksida logam dan kombinasi silikat dengan oksida logam. Karbida-karbida tertentu, senyawa bor serta silikat, sulfida dan selenida biasanya juga dipandang sebagai keramik. Senyawa-senyawa baru ini memiliki derajat kekerasan yang tinggi, dan beberapa diantaranya mempunyai modulus elastisitas yang tinggi. Bahan-bahan ini juga mempunyai kestabilan yang tinggi dengan titik lebur yang juga tinggi. Kelemahan bahan ini adalah mudah pecah (keras-rapuh). Pemakaian bahan ini apabila membutuhkan karakteristik sebagai berikut:

1. Daya tahan tinggi terhadap abrasi dan keausan
2. Derajat kekuatan yang tinggi pada temperatur tinggi

3. Stabilitas kimiawi yang baik
4. Karakteristik isolasi yang baik

1 SEJARAH PERKEMBANGAN KERAMIK DI INDONESIA

Di Indonesia, keramik dikenal sejak zaman Neolithikum, diperkirakan rentang waktunya mulai dari 2500 SM – 1000 SM. Peninggalan zaman ini diperkirakan banyak dipengaruhi oleh para imigran dari Asia Tenggara berupa : pengetahuan tentang kelautan, pertanian dan peternakan. Alat-alat berupa gerabah dan alat pembuat pakaian kulit kayu. Kebutuhan manusia dalam kehidupan sehari - hari selalu mengalami perubahan sesuai perkembangan zaman. Awalnya manusia membuat alat bantu untuk kebutuhan hidupnya, mulai dari membuat kapak dari batu. Seperti di Sumatra ditemukan pecahan - pecahan periuk belanga di Bukit Kulit Kerang.

Meskipun pecahan tembikar tersebut kecil dan berkeping - keping namun telah terlihat adanya bukti nyata membuat wadah dari tanah liat. Teknik pembuatannya dilakukan dengan tangan, dan untuk memadatkan serta menghaluskan digunakan benda keras seperti papan. Cara menghias dilakukan dengan menekankan sebuah kayu berukir, atau menekan tali, anyaman bambu, duri ikan, dan sebagainya, pada permukaan keramik (mentah) setelah selesai pembentukan. Cara seperti ini paling banyak dilakukan oleh perajin tradisional di berbagai daerah di pelosok tanah air. Ini memberikan indikasi bahwa tradisi pembuatan benda keramik dengan teknologi sederhana telah lama berlangsung.

Artefak lainnya di gambarkan pada relief candi Borobudur yang menunjukkan motif wanita yang sedang mengambil air dari kolam dengan periuk bulat dan kendi serta memasak dengan kuai. Sedangkan relief candi Prambanan dan candi Penataran (Blitar) melukiskan jambangan bunga dengan hiasan suluran dan bunga-bunga. Peninggalan ini juga menggambarkan akan adanya kegiatan pembuatan keramik rakyat di pedesaan dan banyak hubungannya dengan penemuan kebutuhan akan wadah. Keramik rakyat ini dari zaman ke zaman berkembang secara evolusioner.

Demikian pula dengan bentuk, teknik pengolahan maupun pembakarannya, pembakaran dilakukan hanya dengan menggunakan daun - daun atau ranting - ranting pohon

yang telah kering. Sementara masyarakat tradisional tetap melakukan aktivitas untuk membuat gerabah tradisional untuk memenuhi kebutuhan hidup dengan kekuatan apa adanya.

2 PENGERTIAN KERAMIK

Keramik pada awalnya berasal dari bahasa Yunani *keramikos* yang artinya suatu bentuk dari tanah liat yang telah mengalami proses pembakaran. Kamus dan ensiklopedi tahun 1950-an mendefinisikan keramik sebagai suatu hasil seni dan teknologi untuk menghasilkan barang dari tanah liat yang dibakar, seperti gerabah, genteng, porselin, dan sebagainya. *Tetapi saat ini tidak semua keramik berasal dari tanah liat.* Definisi pengertian keramik terbaru mencakup semua bahan bukan logam dan anorganik yang berbentuk padat.

Umumnya senyawa keramik lebih stabil dalam lingkungan termal dan kimia dibandingkan elemennya. Bahan baku keramik yang umum dipakai adalah felspar, ball clay, kwarsa, kaolin, dan air. Sifat keramik sangat ditentukan oleh struktur kristal, komposisi kimia dan mineral bawaannya. Oleh karena itu sifat keramik juga tergantung pada lingkungan geologi dimana bahan diperoleh.

Secara umum strukturnya sangat rumit dengan sedikit elektron-elektron bebas. Kurangnya beberapa elektron bebas keramik membuat sebagian besar bahan keramik secara kelistrikan bukan merupakan konduktor dan juga menjadi konduktor panas yang jelek. Di samping itu keramik mempunyai sifat rapuh, keras, dan kaku. Keramik secara umum mempunyai kekuatan tekan lebih baik dibanding kekuatan tariknya

Menurut blog [Serba Serbi Teknik Sipil](#) ada dua jenis keramik yang tersedia di pasaran saat ini yaitu keramik berglazur dan ubin porselin (homogeneous tile). Proses pembuatan keramik berglazur dimulai dengan mencampur bahan tanah liat dengan kaolin kemudian dibakar hingga 1000 derajat Celcius di mana keramik yang dihasilkan tidak hancur bila direndam dalam air. Setelah itu baru dilakukan pelapisan dengan proses pencetakan di atas ubin.

Sementara ubin porselin dimulai dari penggilingan bahan-bahan mentah yang berupa campuran feldspar, pasir kuarsa, dan tanah liat. Campuran yang mirip bubur ini kemudian dikeringkan sehingga menjadi butiran sangat halus yang lalu dipress ke bentuk ubin. Setelah dipress dengan beban ribuan ton, ubin-ubin “mentah” ini dikeringkan kembali. Setelah itu

baru dibakar di atas suhu 1250°C—suhu optimal untuk mendapatkan ubin yang keras tapi tidak getas. Terakhir, ada yang langsung dipotong-potong sesuai ukuran dan ada yang dipoles dahulu sebelum dipotong. Proses akhir ini menyebabkan ada dua jenis ubin porselen, yaitu yang permukaannya kasar (karena tidak dipoles) dan yang permukaannya halus/mengkilap. Proses pemolesan merupakan proses yang terbilang mahal. Karena ini pula, ubin porselen harganya lebih mahal 2 sampai 8 kali dibandingkan dengan ubin keramik berglazur

KAYU DAN PLYWOOD

Kayu digolongkan dua bagian besar, yaitu kayu lunak dan kayu keras. Kayu lunak diperoleh dari pohon-pohon jenis conifera, seperti pinus, cemara, pohon aras, ramin, terentang, dsb, yang daunnya senantiasa hijau sepanjang tahun. Sedangkan kayu keras diperoleh dari

pohon yang sewaktu-waktu daunnya gugur, baik karena musim ataupun pada tahap tertentu dari siklus hidupnya seperti: oak, jati, unglan (besi), mahoni, elm, kenari, merawan, tembesu, sawo, dsb.

Kayu mengandung selulosa polymer alam. Polymer ini merupakan pula dasar dari bahan alam lain, seperti kapas, rami, agave, kertas, dan hasil samping selulosa. Penampang potongan pohon memperlihatkan pola pertumbuhan yang khas, lingkaran demi lingkaran. Setiap tahunnya ada penambahan lingkaran. Pada pohon yang tua, lingkaran-lingkaran yang sebelah dalam, yaitu yang berbentuk pertama kali, berhenti mengangkat bahan makanan. Bagian kayu tempat beradanya lingkaran-lingkaran pertama ini disebut hati kayu.

Bagian kayu yang lingkaran-lingkarannya masih aktif mengangkat zat makanan disebut disebut kayu gubal (sap wood). Lebar masing-masing lingkaran bervariasi, baik jenis pohon yang sama ataupun tidak dikarenakan dipengaruhi oleh iklim dan tanah (unsur hara). Sel-sel yang paling banyak terdapat didalam kayu adalah tracheida, dan inilah yang memberikan pola susunan serat yang khas (grain).

Kamus dan ensiklopedia pada tahun 1950-an mendefinisikan keramik sebagai suatu hasil seni dan teknologi untuk menghasilkan barang dari tanah liat yang dibakar, seperti gerabah, genteng, porselin, dan sebagainya. Seiring perkembangan dan kemajuan teknologi definisi keramik berkembang tidak hanya pada penghasil barang dari tanah liat namun berkembang mencakup semua bahan bukan logam dan anorganik yang berbentuk padat.

Keramik telah terbukti sangat berguna dalam bidang berikut:

a. Karbida wolfram sudah sejak berpuluh-puluh tahun lamanya digunakan untuk metal cutting tools dan wire dies. Keramik berkadar alumina tinggi dipakai sebagai bahan untuk industri pembuatan busi, isolator duduk, pengaman lebur (sikring), dan tahanan (stentit).

b. Mica

Mica merupakan bahan keramik yang banyak digunakan dalam bidang teknik listrik. Disatu pihak karena nilai konstanta dielektriknya yang tinggi, juga tinggi derajat kekerasannya. Bahan ini simpel karena mudah dilepas menjadi lembaran-lembaran yang sangat tipis. Isolasi listrik dari bahan gabungan, dibuat dari lembaran-lembaran kecil mica dengan kertas atau kain diselipkan diantaranya, yang kemudian diletakkan / diikat dengan bahan yang diperkuat (impregnated) seperti pernis organik, resin, dan pernis silikon.

Mica sintetis sebagian bersifat lebih baik dari mica alam seperti quartz, bauksit, dan magnesit.

c. Gelas

Zat padat tidak berstruktur kristal dapat dibuat dari berbagai macam bahan, dengan mendinginkan secara cepat dari fasa uap supersaturated atau dari fasa cair, dengan proses pengendapan elektron (elektrodeposition) dan dengan reaksi kimia. Ada banyak bahan yang pada waktu didinginkan perlahan-lahan tidak menunjukkan struktur periodik yang berkesinambungan, bahan ini disebut AMORPH atau non-kristal.. Bahan-bahan seperti gelas atau gelas anorganik merupakan hasil dari pelelehan yang pada waktu membeku dari keadaancairnya (gaga) untuk membentuk kristal. Selama proses pendinginan, gelas tidak

menunjukkan perubahan yang diskontinyu pada sesuatu temperatur, yang nampak hanyalah kenaikan viskositas secara berangsur-angsur.

Silika merupakan bahan yang paling banyak digunakan, selain unsur oksida boron, vanadium, germanium, fosfor. Dipasaran gelas terbuat dari tiga komponen, yaitu pembentuk gelas, senyawa antara (intermediates), dan modifier. Yang termasuk senyawa antara adalah: Al_2O_3 , ZrO_2 , Sb_2O_3 , TiO_2 , PbO , ZnO .

BAB III

TEKNIK PENYAMBUNGAN

Pada dasarnya dalam dunia Industri dikategorikan 3 (tiga) jenis penyambungan yaitu:

1. Mechanical Fastening

Teknik penyambungan ini menggunakan baut mur, paku keling, paku pasak, dan paku suaian.

a. Baut dan mur

Teknik ini digunakan untuk mengencangkan, menyambung, menyatukan, dan melengketkan bahan antara logam dengan logam maupun logam dengan non logam tanpa merusak. Tanpa merusak bahan (bends kerja) artinya bisa untuk bongkar pasang, penyetelan, dan merangkai bends dari bagian suatu bends yang terkecil (part) menjadi sesuatu bends yang dapat dimanfaatkan. Contoh: Merakit sebuah sepeda motor, kits harus mempunyai hand tools (perkakas) dikarenakan pada setiap bagian mulai dari mesin, kerangka, kelistrikan, ban dll.

b. Paku keling

Paku keling atau kuvet digunakan untuk penyambungan steel plate yang tebalnya dibawah 5 mm (thin plate dan kaleng). Cara penyambungan ini juga tidak merusak bends yang akan disambung. Adapun teknik penyambungannya adalah sebagai berikut: Bends yang akan disambung (dilapisi) terlebih dulu ditumpuk (disusun timpa), lalu kits bor dengan diameter mata bor 5 mm. Lobang hasil bor tadi untuk memasukkan paku keling, selanjutnya kits press dengan slat pressnya (gunkuvet) atau kits tumbuk/dipukul untuk menyatukan keling tadi. Metode ini biasanya digunakan untuk melayani konstruksi ringan seperti alat-alat rumah tangga, pembuatan pintu plat dengan rangka besi, tutup cover pesawat terbang dan tutup cover dash wolf.

c. Suaian

Suaian biasanya digunakan untuk menyambung pipa dengan pipa, poros as dengan shaft, dan lobang hub dengan hub-nya. Metode ini juga tidak merusak bahan yang akan disambung. Ada tiga macam suaian: 1. Suaian longgar (clearance fit); memasukkan tanpa dipukul 2. Suaian pas (transition fit); memasukkan dengan

cara dipukul 3. Suaian sempit (interference fit): shaft-nya kits dry ice-kan (ciut) dan lobang shaft-nya kits rebus dengan oli papas (memuai).

2. LEM (ADHESIVE BONDING)

Teknik penyambungan ini biasanya digunakan untuk menyatukan, menempel bahan-bahan seperti: karet, batu, kertas, kayu, kulit, plastik, benang, dan lain sebagainya. Perlakuan lem ada dua cara, yaitu lem dingin (lem biasa) dan lem panas. Lem panas biasanya untuk menyambung alat transport belt conveyor, dimana setelah kedua permukaan yang dilem, lalu diberi tekanan dan dialiri energi panas dari listrik melalui alat press tadi. Cara ini sudah jarang dipakai karena kurang praktis dan banyak produk dan merk lem dingin yang mutu dan harganya bersaing.

3. LAS (WELDING)

Las adalah salah satu penyambungan bahan logam dengan memanfaatkan energi panas dengan atau tanpa tekanan, atau ikatan metalurgi yang ditimbulkan oleh gaya tarik-menarik antara atom sejenis (kohesive) dan tak sejenis (adesive).

Macam-macam proses pengelasan antara lain:

- a. Pengelasan Patri
- b. Pengelasan Tempa
- c. Pengelasan Gas
- d. Pengelasan Tahanan
- e. Pengelasan Induksi
- f. Pengelasan Busur
- g. Pengelasan Elektron
- h. Pengelasan Laser
- L Pengelasan Gesekan
- j. Pengelasan Termit
- k. Pengelasan Alir
- I. Pengelasan Dingin
- m. Pengelasan Letup.

Hal-hal mengenai pengelasan kita bahas lebih lanjut pada bagian khusus.

LAS (WELDING)

Berdasarkan definisi dari Deutsche Industrie Normen (DIN), LAS adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair, atau sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas. Ada tiga klasifikasi pengelasan:

1. Pengelasan cair adalah cara pengelasan dimana sambungan dipanaskan sampai mencair dengan sumber panas dari busur listrik atau semburan api gas yang terbakar.
2. Pengelasan tekan adalah cara pengelasan dimana sambungan dipanaskan dan kemudian ditekan hingga menjadi satu.
3. Pematrian adalah cara pengelasan dimana sambungan diikat dan disatukan dengan menggunakan paduan logam yang mempunyai titik cair rendah, dalam cara ini logam induk tidak turut mencair.

Cara pengelasan yang paling banyak digunakan pada waktu ini adalah pengelasan cair dengan busur dan dengan gas.

1. LAS BUSUR LISTRIK

a. Las elektroda terbungkus

Cara pengelasannya menggunakan kawat elektrode (kawat las) logam yang terbungkus dengan fluks. Fungsi fluks disini adalah untuk melindungi kontaminasi udara dari luar pada saat proses pengelasan. Proses pemindahan logam elektroda terjadi pada saat ujung elektroda mencair dan membentuk butir-butir yang terbawa oleh arus busur listrik yang terjadi. Pola

Gambar Trafo las / mesin las untuk pengelasan [as busur listrik (SMAW

OH = Over Head = diatas kepala

H-S = Horizontal las sudut.

2 = Horizontal dan Vertical

3 = Vertical dan Over Head.

Cara menghitung pemakaian kawat las:

Elektrode dengan panjang (p) = 400 mm dan diameter (Φ) = 4 mm Berat elektrode

1 batang = $5024 \times 0.0000078 = .0391872$ kg.

Pemakaian efektif = 30 cm = 300 mm.

Bt = Berat kawat las yang terpakai = $(300 : 400) \times 0.039 = 0.0295$ kg

Benda kerja dengan yang akan dilas dengan panjang lasan (L) = 1000 mm dan tinggi lasan 10 mm. Berapa banyak batang kawat las (BBKL) ?

$$\text{Volume pengelasan} = \frac{n R^2 \cdot L}{4}$$

$$= \frac{3,14 \times 10 \times 10}{4} = \frac{314}{4} = 78.5$$

$$= 78.5 \times 1000 = 78500 \text{ mm}^3$$

$$\text{Berat} = 78500 \times (78 \times 10^{-6}) = 0.623 \text{ kg.}$$

$$\text{Jadi banyak batang kawat las} = \frac{0.623}{0.0295} = 21 \text{ batang}$$

$$= 21 \times 15 \% = 32 \text{ Batang kawat las.}$$

BAB IV

MESIN PERKAKAS

Mesin perkakas adalah alat mekanis yang ditenagai, biasanya digunakan untuk memproduksi komponen metal dari sebuah mesin. Kata mesin perkakas biasanya digunakan untuk mesin yang digunakan tidak dengan tenaga manusia, tetapi mereka bisa juga digerakan oleh manusia bila dirancang dengan tepat. Para ahli sejarah teknologi berpendapat bahwa mesin perkakas sesungguhnya lahir ketika keterlibatan manusia dihilangkan dalam proses pembentukan atau proses pengecapan dari berbagai macam peralatan. Mesin bubut pertama dengan kontrol mekanis langsung terhadap alat potongnya adalah sebuah bubut potong ulir bertahun 1483.^[1] Mesin bubut ini membentuk aliran ulir pada kayu.

Mesin perkakas pertama yang dijual untuk umum diciptakan oleh Matthew Murray di England sekitar tahun 1800

A. Mesin bubut (Turning)

Mesin Bubut adalah suatu [Mesin perkakas](#) yang digunakan untuk memotong benda yang diputar. [Bubut](#) sendiri merupakan suatu proses pemakanan benda kerja yang sayatannya dilakukan dengan cara memutar benda kerja kemudian dikenakan pada pahat yang digerakkan secara [translasi](#) sejajar dengan sumbu putar dari benda kerja. Gerakan putar dari benda kerja disebut gerak potong relatif dan gerakan translasi dari pahat disebut gerak umpan.

Dengan mengatur perbandingan kecepatan rotasi benda kerja dan kecepatan translasi pahat maka akan diperoleh berbagai macam ulir dengan ukuran kisar yang berbeda. Hal ini dapat dilakukan dengan jalan menukar roda gigi translasi yang menghubungkan poros spindel dengan poros ulir. [Roda gigi](#) penukar disediakan secara khusus untuk memenuhi keperluan pembuatan ulir. Jumlah gigi pada masing-masing roda gigi penukar bervariasi besarnya mulai dari jumlah 15 sampai dengan jumlah gigi maksimum 127. Roda gigi penukar dengan jumlah 127 mempunyai kekhususan karena digunakan untuk konversi dari [ulir metrik](#) ke [ulir inci](#).

Mesin bubut yang menggunakan sabuk di [Hagley Museum](#) Poros spindel akan memutar benda kerja melalui piringan pembawa sehingga memutar [roda gigi](#) pada poros spindel. Melalui roda gigi penghubung, putaran akan disampaikan ke roda gigi poros ulir. Oleh klem berulir, putaran poros ulir tersebut diubah menjadi gerak translasi pada eretan yang membawa pahat. Akibatnya pada benda kerja akan terjadi sayatan yang berbentuk ulir.

Mesin bubut tahun 1911 menunjukkan bagian-bagiannya.

Mesin bubut kecil

Mesin bubut Kecil

Bagian-bagian mesin bubut

Mesin bubut terdiri dari meja dan kepala tetap. Di dalam kepala tetap terdapat roda-roda gigi transmisi penukar putaran yang akan memutar poros spindel. Poros spindel akan memutar benda kerja melalui cekal. Eretan utama akan bergerak sepanjang meja sambil membawa eretan lintang dan eretan atas dan kedudukan [pahat](#). Sumber utama dari semua gerakan tersebut berasal dari [motor listrik](#) untuk memutar pulley melalui sabuk.

Jenis-jenis Mesin Bubut

1. Mesin Bubut Universal

2. Mesin Bubut Khusus
3. Mesin Bubut Konvensional
4. Mesin Bubut dengan Komputer ([CNC](#))

Prinsip kerja mesin bubut

Proses pembubutan adalah salah satu proses pemesinan yang menggunakan pahat dengan satu mata potong untuk membuang material dari permukaan benda kerja yang berputar. Pahat bergerak pada arah linier sejajar dengan sumbu putar benda kerja seperti yang terlihat pada gambar. Dengan mekanisme kerja seperti ini, maka Proses bubut memiliki kekhususan untuk membuat benda kerja yang berbentuk silindrik.

Benda kerja di cekam dengan poros spindel dengan bantuan chuck yang memiliki rahang pada salah satu ujungnya. Poros spindel akan memutar benda kerja melalui piringan pembawa sehingga memutar roda gigi pada poros spindel. Melalui roda gigi penghubung, putaran akan disampaikan ke roda gigi poros ulir. Oleh klem berulir, putaran poros ulir tersebut diubah menjadi gerak translasi pada eretan yang membawa pahat. Akibatnya pada benda kerja akan terjadi sayatan yang berbentuk ulir.

B. Mesin Frais (Milling)

Mesin frais (*milling machine*) adalah mesin perkakas yang dalam proses kerja pemotongannya dengan menyayat atau memakan benda kerja menggunakan alat potong bermata banyak yang berputar (*multipoint cutter*). Pisau frais dipasang pada sumbu atau arbor mesin yang didukung dengan alat pendukung arbor. Pisau tersebut akan terus berputar apabila arbor mesin diputar oleh motor listrik, agar sesuai dengan kebutuhan, gerakan dan banyaknya putaran arbor dapat diatur oleh operator mesin frais (Rasum, 2006).

Bentuk Pengfraisan

Mesin frais mempunyai beberapa hasil bentuk yang berbeda, dikarenakan cara pengerjaannya. Berikut ini bentuk-bentuk pengfraisan yang bisa dihasilkan oleh mesin frais.

1. Bidang rata datar

2. Bidang rata miring menyudut
3. Bidang siku
4. Bidang sejajar
5. Alur lurus atau melingkar
6. Segi beraturan atau tidak beraturan
7. Pengeboran lubang atau memperbesar lubang
8. Roda gigi lurus, helik, payung, cacing, 9. Nok/eksentrik, dll.

Jenis-Jenis Mesin Frais

Jenis-jenisnya terdiri dari mesin frais tiang dan lutut (*column-and-knee*), mesin frais hobbing (*hobbing machines*), mesin frais pengulir (*thread machines*), mesin pengalur (*spline machines*) dan mesin pembuat pasak (*key milling machines*). Untuk produksi massal biasanya dipergunakan jenis mesin frais banyak sumbu (*multi spindles planer type*) dan meja yang bekerja secara berputar terus-menerus (*continuous action-rotary table*) serta jenis mesin frais drum (*drum type milling machines*) (Efendi, 2010). Berikut ini ada macam-macam mesin frais:

a. mesin frais horizontal atau bisa disebut dengan mesin frais mendatar dapat digunakan untuk mengerjakan pekerjaan sebagai berikut ini antara lain:

- mengfrais rata.
- mengfrais ulur.
- mengfrais roda gigi lurus.
- mengfrais bentuk.
- membelah atau memotong.

Gambar Mesin Frais Horizontal

b. mesin frais *vertical* atau bisa disebut dengan mesin frais tegak dapat digunakan untuk mengerjakan pekerjaan sebagai berikut:

- mengfrais rata, mengfrais ulur, mengfrais bentuk, membelah atau memotong.
- mengebor.

Gambar Mesin Frais Vertical

c. Mesin frais universal adalah suatu mesin frais dengan kedudukan *arbornya* mendatar perubahan kearah vertikal dapat dilakukan dengan mengubah posisi *arbor*. Gerakan meja dari mesin ini dapat kearah memanjang, melintang, naik turun. Dan dapat diputar membuat sudut tertentu terhadap bodi mesin.

Gambar Mesin Frais *Universal*

Selain ketiga mesin frais diatas ada beberapa jenis-jenis mesin frais yaitu mesin frais *bed* dan mesin frais *duplex*.

Gambar 3.4 Mesin Frais *Bed*

Gambar 3.5 Mesin Frais *Duplek*

Alat-Alat Potong Mesin Frais

Mesin frais mempunyai beberapa alat potong yang mempunyai fungsi berbeda. Berikut ini alat-alat yang ada pada mesin frais :

1. Jenis-Jenis Pisau Frais

Pisau mesin frais atau *Cutter* mesin frais baik horizontal maupun *vertical* memiliki banyak sekali jenis dan bentuknya. Pemilihan pisau frais berdasarkan pada bentuk benda kerja, serta mudah atau kompleksnya benda kerja yang akan dibuat.

Berbagai Macam Pisau Frais

1. Pisau lurus (plain milling cutter)
2. Pisau sisi (side milling cutter)
3. Pisau muka (face milling cutter)
4. Pisau sudut (angular cutter)
5. Pisau t-slot (t-slot cutter)
6. Pisau woodruff (woodruff keyseat cutter)
7. Flycutter
8. Pisau gergaji (metal slitting saw)
9. Pisau Jari (end mill)

Dimas Panji Yunarto

Alat Bantu Mesin Frais

Mesin frais dalam pengoperasiannya diperlukan suatu alat bantu yang berguna untuk membantu pekerjaan dalam pengefraisan (Umaryadi, 2007). Berikut ini alat bantu pada mesin frais:

- a. Arbor
- b. Arbor adalah tempat memasang pisau frais pada setiap mesin. Disepanjang arbor dibuat alur pasak yang sama ukurannya dengan alur pasak yang terdapat pada ring penjepit pisau yang sesuai dengan alur pasak yang terdapat pada pisau frais. Alat ini berbentuk bulat panjang dengan panjang salah satu bagian ujung berbentuk tirus, sementara ujung lainnya berulir. Poros ini dilengkapi dengan cincin (ring penekan) yang dinamakan *collets*.
- c. *Collets*
- d. *Collets* berfungsi untuk mencekap mata potong. Khususnya pada proses pembuatan lubang dan taper.
- e. Ragum
- f. Ragum merupakan alat bantu yang digunakan untuk mencekam benda kerja agar posisinya tidak berubah sewaktu difrais.
- g. Kepala lepas
- h. Kepala lepas berguna untuk menyangga benda kerja yang dikerjakan dengan *diving head* atau kepala lepas. Hal tersebut agar benda kerja tidak terangkat atau tertekan kebawah pada waktu penyayatan.
- i. Kepala pembagi
- j. Kepala pembagi merupakan salah satu yang sering dipakai dan ditempatkan dalam meja mesin. Alat ini digunakan untuk proses pembuatan alur, roda gigi, dan lain-lain
- k. Meja putar
- l. Meja putar di gunakan untuk mengfrais benda kerja dengan bentuk bervariasi dan melingkar, pengfraisan dapat dilakukan pada meja putar. Dengan alat ini pengfraisan dapat dilakukan secara melingkar.

C. Mesi Bor (Drilling)

Definisi Mesin Bor

Mesin bor adalah suatu jenis mesin gerakanya memutar alat pemotong yang arah pemakanan mata bor hanya pada sumbu mesin tersebut (pengerjaan pelubangan). Sedangkan Pengeboran adalah operasi menghasilkan lubang berbentuk bulat dalam lembaran-kerja dengan menggunakan pemotong berputar yang disebut BOR.

Jenis-jenis Mesin Bor

1. Mesin bor meja

Mesin bor meja adalah mesin bor yang diletakkan diatas meja. Mesin ini digunakan untuk membuat lobang benda kerja dengan diameter kecil (terbatas sampai dengan diameter 16 mm). Prinsip kerja mesin bor meja adalah putaran motor listrik diteruskan ke poros mesin sehingga poros berputar. Selanjutnya poros berputar yang sekaligus sebagai pemegang mata bor dapat digerakkan naik turun dengan bantuan roda gigi lurus dan gigi rack yang dapat mengatur tekanan pemakanan saat pengeboran.

2. Mesin bor tangan (pistol)

Mesin bor tangan adalah mesin bor yang pengoperasiannya dengan menggunakan tangan dan bentuknya mirip pistol. Mesin bor tangan biasanya digunakan untuk melubangi kayu, tembok maupun pelat logam. Khusus Mesin bor ini selain digunakan untuk membuat lubang juga bisa digunakan untuk mengencangkan baut maupun melepas baut karena dilengkapi 2 putaran yaitu kanan dan kiri. Mesin bor ini tersedia dalam berbagai ukuran, bentuk, kapasitas dan juga fungsinya masing-masing.

3. Mesin bor Radial

Mesin bor radial khusus dirancang untuk pengeboran benda-benda kerja yang besar dan berat. Mesin ini langsung dipasang pada lantai, sedangkan meja mesin telah terpasang secara permanen pada landasan atau alas mesin.. Pada mesin ini benda kerja tidak bergerak. Untuk mencapai proses pengeboran terhadap benda kerja, poros utama yang digeser kekanan dan kekiri serta dapat digerakkan naik turun melalui perputaran batang berulir.

4. Mesin Bor Tegak (Vertical Drilling Machine)

Digunakan untuk mengerjakan benda kerja dengan ukuran yang lebih besar, dimana proses pemakanan dari mata bor dapat dikendalikan secara otomatis naik turun. Pada proses pengeboran, poros utamanya digerakkan naik turun sesuai kebutuhan. Meja dapat diputar 3600 , mejanya diikat bersama sumbu berulir pada batang mesin, sehingga mejanya dapat digerakkan naik turun dengan menggerakkan engkol.

5. Mesin bor lantai

Mesin bor lantai adalah mesin bor yang dipasang pada lantai. Mesin bor lantai disebut juga mesin bor kolom. Jenis lain mesin bor lantai ini adalah mesin bor yang mejanya disangga dengan batang pendukung. Mesin bor jenis ini biasanya dirancang untuk pengeboran benda-benda kerja yang besar dan berat.

D. MESIN GERINDA

Mesin Gerinda adalah salah satu mesin perkakas dengan mata potong jamak, dimana mata potongnya berjumlah sangat banyak yang digunakan untuk mengasah/memotong benda kerja dengan tujuan tertentu. Prinsip kerja mesin gerinda adalah batu gerinda berputar bersentuhan dengan benda kerja sehingga terjadi pengikisan, penajaman, pengasahan, atau pemotongan.

Jenis-jenis Mesin Gerinda

Dalam bab ini akan dibahas tentang mesin gerinda presisi. Menurut jenis benda kerja yang digerinda terdapat beberapa jenis mesin gerinda presisi antara lain:

1. Mesin gerinda datar / surface grinding machine adalah mesin gerinda dengan teknik penggerindaan mengacu pada pembuatan bentuk datar, bentuk, dan permukaan yang tidak rata pada sebuah benda kerja yang berada di bawah batu gerinda yang berputar. Pada umumnya mesin ini di gunakan untuk menggerinda permukaan yang mejanya bergerak horizontal bolak-balik. Mejanya dapat dioperasikan manual maupun otomatis. Pencekaman benda kerja dengan cara diikat pada kotak meja magnetik



2. Mesin gerinda silinder / cylindrical grinding machine

Adalah jenis mesin gerinda dengan benda kerja yang mampu di kerjakan adalah benda dengan bentuk silinder. Jenis mesin ini dibagi menjadi 4 macam, yaitu:

- Mesin gerinda silindris luar
- Mesin gerinda silindris dalam
- Mesin gerinda silindris universal
- Mesin gerinda silindris luar tanpa senter



C. Cairan Pendingin Untuk Prsose Permesinan

Cairan pendingin mempunyai kegunaan yang khusus dalam proses pemesinan. Selain untuk memperpanjang umur pahat, cairan pendingin dalam beberapa kasus, mampu menurunkan gaya dan memperhalus permukaan produk hasil pemesinan. Selain itu, cairan pendingin juga berfungsi sebagai pembersih/pembawa beram (terutama dalam proses gerinda) dan melumasi elemen pembimbing (ways) mesin perkakas serta melindungi benda kerja dan komponen mesin dari korosi.

Bagaimana cairan pendingin itu bekerja pada daerah kontak antara beram dengan pahat, sebenarnya belumlah diketahui secara pasti mekanismenya. Secara umum dapat dikatakan bahwa peran utama cairan pendingin adalah untuk mendinginkan dan melumasi. Pada mekanisme pembentukan beram, beberapa jenis cairan pendingin mampu menurunkan Rasio Penempatan Tebal Beram yang mengakibatkan penurunan gaya potong. Pada daerah kontak antara beram dan bidang pahat terjadi gesekan yang cukup besar, sehingga adanya cairan pendingin dengan gaya lumas tertentu akan mampu menurunkan gaya potong.

Pada proses penyayatan, kecepatan potong yang rendah memerlukan cairan pendingin dengan daya lumas tinggi sementara pada kecepatan potong tinggi memerlukan cairan pendingin dengan daya pendingin yang besar (high heat absorptivity). Pada beberapa kasus, penambahan unsur tertentu dalam cairan pendingin akan menurunkan gaya potong, karena bisa menyebabkan terjadinya reaksi kimiawi yang berpengaruh dalam bidang geser (share plane)

sewaktu beram terbentuk. Beberapa peneliti menganggap bahwa sulfur (S) atau karbon tetraklorida (CCl_4) pada daerah kontak (di daerah kontak mikro) dengan temperatur dan tekanan tinggi akan bereaksi dengan besi (benda kerja) membentuk FeS atau $FeCl_3$ pada batas butir sehingga mempermudah proses penggeseran metal menjadi beram

Pada proses gerinda, cairan pendingin mampu membantu pembersihan beram yang menempel di rongga antara serbuk abrasif, sehingga mempermudah kelangsungan proses pembentukan beram. Dengan cairan pendingin temperatur tinggi yang terjadi di lapisan luar benda kerja bisa dikurangi, sehingga tidak merusak struktur metalografi benda kerja. Proses kimiawi diperkirakan juga terjadi dalam proses gerinda, oleh karena itulah cairan pendinginnya ditambahi beberapa unsur.

Dari ulasan singkat di atas dapat disimpulkan bahwa Cairan Pendingin jelas perlu dipilih dengan seksama sesuai dengan jenis pekerjaan. Beberapa jenis cairan pendingin akan diulas pada sub bab pertama berkaitan dengan klasifikasi cairan pendingin dan garis besar kegunaannya. Pemakaian cairan pendingin dapat dilakukan dengan berbagai cara (disemprotkan, disiramkan, dikururkan, atau dikabutkan) akan dibahas kemudian dan dilanjutkan dengan pengaruh cairan pendingin pada proses pemesinan. Efektivitas cairan pendingin hanya C

Mengenal Cairan Pendingin untuk Proses Pemesinan Teknik Pemesinan 316 dapat diketahui dengan melakukan percobaan pemesinan, karena mekanisme proses pembentukan beram begitu kompleks, sehingga tidak cukup hanya dengan menelitinya melalui pengukuran berbagai sifat fisik/kimiawinya. Salah satu cara pemesinan yang relatif sederhana (cepat dan murah) untuk meneliti efektivitas cairan pendingin adalah dengan melakukan pembubutan muka (facing-test).

A. Jenis Cairan Pendingin yang biasa dipakai dalam proses pemesinan dapat dikategorikan dalam empat jenis utama yaitu :

1. Straight oils (minyak murni)
2. Soluble oils
3. Semisynthetic fluids (cairan semi sintetis)
4. Synthetic fluids (cairan sintetis).

Minyak murni (straight oils) adalah minyak yang tidak dapat diemulsikan dan digunakan pada proses pemesinan dalam bentuk sudah diencerkan. Minyak ini terdiri dari bahan minyak mineral dasar atau minyak bumi, dan kadang mengandung pelumas yang lain seperti lemak, minyak tumbuhan, dan ester. Selain itu bisa juga ditambahkan aditif tekanan tinggi seperti Chlorine, Sulphur dan Phosporus. Minyak murni ini berasal salah satu atau kombinasi dari minyak bumi (naphthenic, paraffinic), minyak binatang, minyak ikan atau minyak nabati. Viskositasnya dapat bermacam-macam dari yang encer sampai yang kental tergantung dari pemakaian.

Pencampuran antara minyak bumi dengan minyak hewani atau nabati menaikkan daya pembasahan(wetting action) sehingga memperbaiki daya lumas. Penambahan unsur lain seperti sulfur, klor atau fosfor (EP additives) menaikkan daya lumas pada temperatur dan tekanan tinggi. Minyak murni menghasilkan pelumasan terbaik , akan tetapi sifat pendinginannya paling jelek di antara cairan pendingin yang lain.

Minyak sintetis (synthetic fluids) tidak mengandung minyak bumi atau minyak mineral dan sebagai gantinya dibuat dari campuran organik dan anorganik alkaline bersama-sama dengan bahan penambah (additive) untuk penangkal korosi. Minyak ini biasanya digunakan dalam bentuk sudah diencerkan (biasanya dengan rasio 3 sampai 10%). Minyak sintetis menghasilkan unjuk kerja pendinginan terbaik di antara semua cairan pendingin. Cairan ini merupakan larutan murni (true solutions) atau larutan permukaan aktif (surface active). Pada larutan murni, unsur yang dilarutkan terbesar di antara molekul air dan tegangan permukaan (surface tension) hampir tidak berubah. Larutan murni ini tidak bersifat

melumasi dan biasanya dipakai untuk sifat penyerapan panas yang tinggi dan melindungi terhadap korosi. Sementara itu dengan penambahan unsur lain yang mampu membentuk kumpulan molekul akan mengurangi Mengenal Cairan Pendingin untuk Proses Pemesinan

Teknik Pemesinan 31 tegangan permukaan menjadi jenis cairan permukaan aktif sehingga mudah membasahi dan daya lumasnya baik. Soluble Oil akan membentuk emulsi ketika dicampur dengan air. Konsentrat mengandung minyak mineral dasar dan pengemulsi untuk menstabilkan emulsi. Minyak ini digunakan dalam bentuk sudah diencerkan (biasanya konsentrasinya = 3 sampai 10%) dan unjuk kerja pelumasan dan penghantaran panasnya bagus. Minyak ini digunakan luas oleh industri pemesinan dan harganya lebih murah di antara cairan pendingin yang lain.

Cairan semi sintetik (semi-synthetic fluids) adalah kombinasi antara minyak sintetik (A) dan soluble oil (B) dan memiliki karakteristik ke dua minyak pembentuknya. Harga dan unjuk kerja penghantaran panasnya terletak antara dua buah cairan pembentuknya tersebut. Jenis cairan ini mempunyai karakteristik sebagai berikut :

1. Kandungan minyaknya lebih sedikit (10% s.d 45% dari tipe B)
2. Kandungan pengemulsinya (molekul penurun tegangan permukaan) lebih banyak dari tipe A
3. Partikel minyaknya lebih kecil dan lebih tersebar. Dapat berupa jenis dengan minyak yang sangat jenuh ("super-fatted") atau jenis EP (Extreme Pressure).

B. Cara Pemberian Cairan Pendingin pada Proses Pemesinan

Cairan pendingin jelas hanya akan berfungsi dengan baik jikalau cairan ini diarahkan dan dijaga alirannya pada daerah pembentukan beram. Dalam praktek sering ditemui bahwa cairan tersebut tidak

sepenuhnya diarahkan langsung pada bidang beram pahat di mana beram terbentuk karena keteledoran operator. Mungkin pula, karena daerah kerja mesin tidak diberi tutup, operator sengaja mengarahkan semprotan cairan tersebut ke lokasi lain sebab takut cairan terpancar ke semua arah akibat perputaran pahat.

Pemakaian cairan pendingin yang tidak berkesinambungan akan mengakibatkan bidang aktif pahat akan mengalami beban yang berfluktuasi. Bila pahatnya jenis karbida atau keramik (yang relatif getas) maka pengerutan dan pemuaian yang berulang kali akan menimbulkan retak mikro yang justru menjadikan penyebab kerusakan fatal. Dalam proses gerinda rata bila cairan pendingin dikururkan di atas permukaan benda kerja maka akan dihembus oleh batu gerinda yang berputar kencang sehingga menjauhi daerah penggerindaan.

Dari ulasan singkat di atas dapat disimpulkan bahwa selain dipilih cairan pendingin harus juga dipakai dengan cara yang benar. Banyak cara yang dipraktekkan untuk mengefektifkan pemakaian cairan pendingin, yakni sebagai berikut :

Mengenal Cairan Pendingin untuk Proses Pemesinan Teknik Pemesinan 318

1. Secara manual. Apabila mesin perkakas tidak dilengkapi dengan sistem cairan pendingin, misalnya Mesin Gurdi atau Frais jenis "bangku" (bench drilling/milling machine) maka cairan pendingin hanya dipakai secara terbatas. Pada umumnya operator memakai kuas untuk memerciki pahat gurdi, tap atau frais dengan minyak pendingin. Selama hal ini dilakukan secara teratur dan kecepatan potong tak begitu tinggi maka umur pahat bisa sedikit diperlama. Penggunaan alat sederhana penetes oli yang berupa botol dengan selang berdiameter kecil akan lebih baik karena akan menjamin keteraturan penetesannya. Penggunaan pelumas padat (gemuk/vaselin, atau molybdenum-disulfide) yang dioleskan pada lubang-lubang yang akan ditap sehingga dapat menaikkan umur

pahat pengulir.

2. Disiramkan ke benda kerja (flood application of fluid). Cara ini memerlukan sistem pendingin, yang terdiri atas pompa, saluran, nozel, dan tangki, dan itu semua telah dimiliki oleh hampir semua mesin perkakas yang standar.

Satu atau beberapa nozel denganselang fleksibel diatur sehingga cairan pendingin disemprotkan pada bidang aktif pemotongan. Keseragaman pendinginan harus diusahakan dan bila perlu dapat dibuat nozel khusus. Pada pemberian cairan pendingin ini seluruh benda kerja di sekitar proses pemotongan disirami dengan cairan pendingin melalui saluran cairan pendingin yang jumlahnya lebih dari satu (Gambar dibawah). Gambar berikut Pemberian cairan pendingin dengan cara menyiramkan pada benda kerja.

3. Disemprotkan (jet application of fluid). Dilakukan dengan cara mengalirkan cairan pendingin dengan tekanan tinggi melewati saluran pada pahat. Untuk penggurdian lubang yang dalam (deep hole drilling; gun-drilling) atau pengefraisan dengan posisi yang sulit dicapai dengan semprotan biasa. Spindel mesin perkakas dirancang khusus karena harus menyalurkan cairan pendingin ke lubang pada

Mengenal Cairan Pendingin untuk Proses Pemesinan Teknik Pemesinan 319 pahat. Pada proses pendinginan dengan cara ini cairan pendingin disemprotkan langsung ke daerah pemotongan (pertemuan antara pahat dan benda kerja yang terpotong). Sistem pendinginan benda kerja dibuat dengan cara menampung cairan pendingin dalam suatu tangki yang dilengkapi dengan pompa yang dilengkapi filter pada pipa penyedotnya. Pipa keluar pompa disalurkan melalui pipa/selang yang berakhir di beberapa selang keluaran yang fleksibel, (Gambar). Cairan pendingin yang sudah digunakan disaring dengan filter pada meja mesin kemudian dialirkan ke tangki penampung. Gambar tersebut. Cara pendinginan dengan cairan pendingin

disemprotkan langsung ke daerah pemotongan pada proses pembuatan lubang.

4. Dikabutkan (mist application of fluid). Pemberian cairan pendingin dengan cara ini cairan pendingin dikabutkan dengan menggunakan semprotan udara dan kabutnya langsung diarahkan ke daerah pemotongan, (Gambar 11.3).

Partikel cairan sintetik, semi sintetik, atau emulsi disemprotkan melalui saluran yang bekerja dengan prinsip seperti semprotan nyamuk. Cairan dalam tabung akan naik melalui pipa berdiameter kecil, karena daya vakum akibat aliran udara di ujung atas pipa, dan menjadi kabut yang menyemprot keluar. Pemakaian cairan pendingin dengan cara dikabutkan dimaksudkan untuk memanfaatkan daya pendinginan karena penguapan.

Pendingin dapat dilakukan dengan berbagai cara (disemprotkan, disiramkan, dikucurkan, atau dikabutkan) akan dibahas kemudian dan dilanjutkan dengan pengaruh cairan pendingin pada proses pemesinan. Efektivitas cairan pendingin hanya dapat diketahui dengan melakukan percobaan pemesinan, karena mekanisme proses pembentukan beram begitu kompleks, sehingga tidak cukup hanya dengan menelitinya melalui pengukuran berbagai sifat fisik/kimiawinya. Salah satu cara pemesinan yang relatif sederhana (cepat dan murah) untuk meneliti efektivitas cairan pendingin adalah dengan melakukan pembubutan muka (facing-test).

BAB V

TOLERANSI

Toleransi Bagian-Bagian

Oleh karena ketidak telitian pada proses pembuatan yang tidak dapat dihindari, suatu alat tidak dapat dibuat setepat ukuran yang diminta. Agar supaya persyaratannya dapat dipenuhi, ukuran yang sebenarnya yang diukur pada benda kerja boleh terletak antara *dua Batas ukuran yang diizinkan*. Perbedaan dua Batas ukuran tersebut disebut *toleransi*.

Untuk mudahnya, sebuah *ukuran dasar* ditentukan untuk bagian tersebut dan tiap-tiap Batas ukuran ditentukan oleh penyimpangan terhadap ukuran dasar ini. Besar dan tanda penyimpangan diperoleh dengan mengurangi ukuran Batas dengan ukuran dasarnya.

Gambar dibawah yang melukiskan ketentuan-ketentuan tersebut, dalam prakteknya diganti oleh bagan diagram semacam Gambar yang disederhanakan. Pada diagram yang disederhanakan ini, sumbu benda, di sini tidak digambarkan,

Gb. Definisi istilah mengenai toleransi. Garis nol

sesuai dengan perjanjian selalu terletak di sebelah bawah. (Dalam gambar yang dilukiskan, kedua penyimpangan dari poros adalah negatif, dan untuk lubangnya positif).

Untuk selanjutnya dan teristimewa karena pentingnya peranan benda silindris dengan penampang bulat, pembahasan dilakukan khusus untuk bentuk tersebut. Walaupun demikian uraian dalam bab ini berlaku juga untuk bagian-bagian datar; khususnya istilah umum "lubang" dan "poros" dapat dipergunakan juga untuk bagian-bagian antara dua bidang datar, seperti misalnya slur pasak, tebal pasak, dsb.

Standar Toleransi Internasional IT

Toleransi, yaitu perbedaan penyimpangan atas dan bawah, harus dipilih secara seksama, agar sesuai dengan persyaratan fungsionalnya. Kemudian macam-macam nilai numerik dari toleransinya untuk tiap pemakaian dapat dipilih oleh si perencana. Untuk menghindari keraguan dan untuk keseragaman nilai toleransi standar telah ditentukan oleh ISO/R286 (ISO System of Limits and Fits-Sistim ISO untuk Limit dan Suaian). Toleransi standar ini disebut "Toleransi Internasional" atau "IT". Dianjurkan bagi perencana untuk memakai nilai IT untuk toleransi yang diinginkan.

Tingkat diameter nominal

Untuk mudahnya, rumus yang diberikan pada Bab. 13.2.2 untuk menghitung toleransi standar dan penyimpangan pokok disesuaikan dengan tingkat diameter pada Tabel 13.1; hasilnya telah dihitung atas dasar harga rata-rata geometrik D dari diameter-diameter ekstrim tiap tingkat, dan dapat dipakai untuk semua diameter dalam tingkatan tersebut. Untuk seluruh tingkat sampai dengan 3 mm, diameter rata-rata diambil sebagai rata-rata geometrik dari 1 dan 3 mm.

Dalam keadaan normal dipakai tingkat utama, tetapi jika dipandang perlu tingkat antara dapat dipakai.

Kwalitas toleransi

Dalam sistim standar limit dan suaian, sekelompok toleransi yang dianggap mempunyai ketelitian yang setaraf untuk semua ukuran dasar, disebut *Kwalitas*

Toleransi.

Telah ditentukan 18 kwalitas toleransi, yang disebut toleransi standar yaitu IT 01, IT 0, IT 1 sampai dengan IT 16.

Nilai toleransi meningkat dari IT 01 sampai dengan IT 16. IT 01 sampai dengan IT 4 diperuntukkan pekerjaan yang sangat teliti, seperti alat ukur, instrumen-instrumen optik, dsb. Tingkat IT 5 s/d IT 11 dipakai dalam bidang permesinan umum, untuk bagian-bagian mampu tukar, yang dapat digolongkan pula dalam pekerjaan sangat teliti, dan pekerjaan biasa. Tingkat IT 12 s/d IT 16 dipakai untuk pekerjaan kasar.

Standar Toleransi Internasional IT

Tingkat diameter nominal			
Tingkat utama		Tingkat antara	
Milimeter		Milimeter	
di atas	s/d	di atas	<i>sfd</i>
	3		
3	6		
	10		
10	18	10	14
		14	18
18	30	18	24
		24	30
30	50	30	40
		40	50
50	80	50	65
		65	80
80	120	80	100
		100	120
120	180	120	140
		140	160
		160	180
180	250	180	200
		200	225
		225	250
250	315	250	280
		280	315
315		315	355
		355	400
400		400	450
		450	500

Tabel Nilai toleransi standar untuk kualitas 5 aid 16.

	IT 5	IT 6	IT 7	IT 8	IT 9	IT 10	~ IT 11	IT 12	IT 13	IT 14	IT 15	IT 16
--	------	------	------	------	------	-------	---------	-------	-------	-------	-------	-------

Nilai	1	1	16r	25r	1	64i	1	160r	250r	r	1	10001
-------	---	---	-----	-----	---	-----	---	------	------	---	---	-------

Tabel Nilai toleransi standar untuk kualitas 0,1, 0 dan 1.

	IT OI	IT 0	IT I
Nilai dim.	$0, + 0,008 D$	$0. + 0.012 D$	$0, + 0,020 D$

Daftar Rujukan

1. G. Takeshi Sato dan N. Sugiarto H "*MENGGAMBAR MESIN*" PT. Pral Paramitha, ITB Bandung 1984.
2. Syarifuddin Ismail Prof, Dr, Ir " *ALAT INDUSTRI KIMIA* " Universitas Sriwijaya, 1996.
3. B.H.Amstead, Phillip F.Ostwald, Myron L.Begeman "*TEKNOLOGI MEKANIK*" Erlangga, 1995..
4. Prof Dr Ir Harsono Wiryosumarto, Prof Dr Toshie Okumura *n* "*TEKNOLOGI PENGELASAN LOGAM*" Erlangga 1994.
5. George T.Austin, E Jasjfi "*INDUSTRI PROSES KIMIA* " Erlangga Jilid 1 Edisi 5.
6. Ahmad Hasnan S. Mengenal Baja, <http://www.scribd.com/doc/3024023/Sejarah-baja> diakses [18/01/2011]