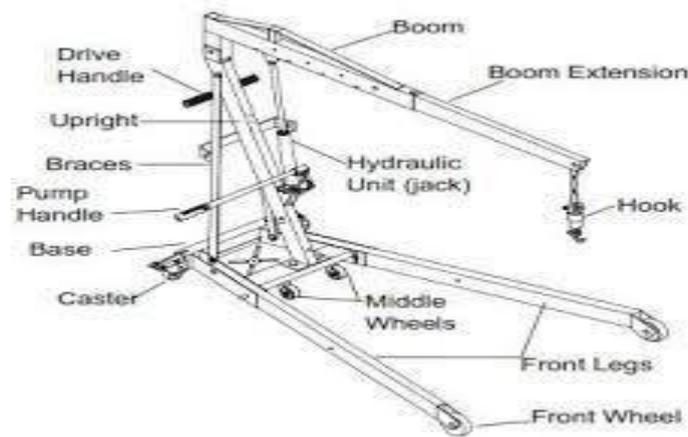


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Engine Crane

Engine Crane adalah alat bantu pengangkat mesin (*engine*) dan *system transmisi* dari mobil yang akan di perbaiki dan sekaligus untuk memasangnya kembali setelah dilakukan perbaikan. *Engine crane* ini termasuk dalam jenis *mobile/portable crane* karena mudah di bawa kemana saja.



Gambar 2.1 Konstruksi *Engine Crane*

Nama Komponen dan fungsinya :

1. *Drive Handle* : Sebagai pegangan untuk menggerakkan *engine crane*
2. *Upright* : Sebagai pengatur tegak lurusnya *engine crane*
3. *Braces* : Sebagai penyanggah atau penahan dari *Upright*
4. *Pump Handle* : Sebagai pompa pegangan
5. *Base* : Sebagai dasar atau alas dari *engine crane*
6. *Caster* : Sebagai alat bantu untuk memindahlan *engine crane*
7. *Boom* : Merupakan tiang yang melintang berperan sebagai tiang untuk mengangkat beban
8. *Boom extension* : sebagai sambungan tiang yang melintang
9. *Hydraulic Unit (jack)* : Merupakan unit dongkrak hidrolik yang berfungsi sebagai pengangkat beban dengan cara mengumpulkan angin dan menekan pada tabungnya

sehingga beban terangkat dengan kapasitas tertentu.

- 10. *Hook* : Merupakan pengait untuk mengaitkan beban ke engine crane
- 11. *Middel Wheels* : Merupakan roda tengah untuk memindahkan posisi *engine crane*
- 12. *Front legs* : Merupakan kaki-kaki bagian depan sebagai penompang beban yang di angkat *engine crane* agar seimbang
- 13. *Front wheels* : Merupakan roda depan untuk memudahkanposisi sesuai kebutuhan agar *engine crane* mudah di pindah-pindahkan

Prinsip Kerja alat ini adalah khusus untuk mengangkat atau memindahkan beban berat secara praktis dan efisien.

2.2 Dongkrak

Dongkrak (*car jack*) adalah sebuah alat pengangkat untuk mengangkat barang berat yang digerakkan tangan. Fungsi dongkrak adalah untuk mempermudah kerja manusia, dongkrak di *engine crane* adalah alat utama untuk membuat *engine crane* ini.

2.2.1 Jenis-jenisDongkrak

1. Dongkrak Mekanik

Dongkrak ulir merupakan salah satu jenis alat angkat yang dibuat dari plat baja, dimana pengangkatan beban digerakkan dengan sebuah batang berulir. Dongkrak ulir dapat dilipat dan dapat digunakan untuk mengangkat beban hingga 1-6 ton. Tinggi angkat dongkrak ulir mekanis ditentukan oleh panjang lengan baja atau panjang plat baja dan batang ulir yang digerakkan secara mekanis oleh operator ketika akan digunakan untuk mengangkat kendaraan.

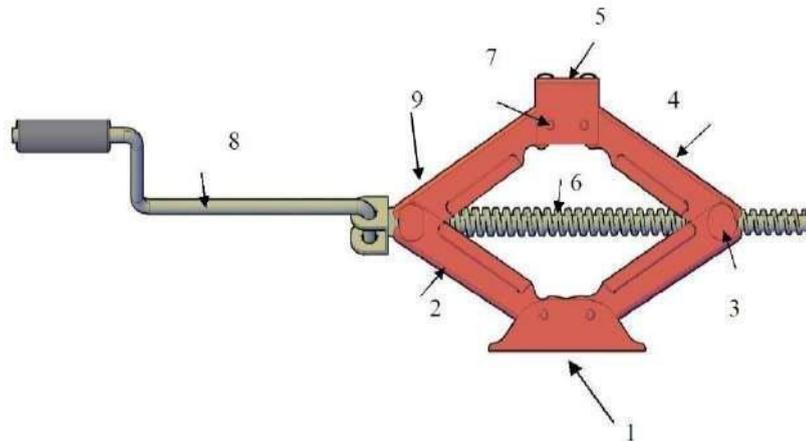
Pengoperasian dan perawatan yang sangat sederhana, merupakan salah satu keuntungan penggunaan dongkrak ulir mekanis. Sedangkan kekurangannya tidak dapat digunakan untuk kendaraan-kendaraan berat.



Gambar 2.2 Dongkrak Mekanis

A. Komponen Utama Dongkrak Ulir Mekanis

Adapun komponen-komponen utama dari dongkrak ulir mekanis dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.3 Komponen-komponen Dongkrak Ulir Mekanis

Keterangan gambar:

1. Kaki penyangga (*foot*)
2. Lenganbawah (*lower arms*)
3. *Nuts*
4. Lenganatas (*upper arms*)
5. Penyanggaatas (*top bracket*)
6. Porosulir (*screw*)
7. *Pins*
8. *Crank/handle*
9. Bantalan luncur

B. Prinsip Kerja Dongkrak Ulir Mekanis

i. Menaikkan beban:

- a) Pada saat *handle* diputar searah jarum jam, poros ulir akan ikut berputar

mengikuti putaran *handle*, dan pada poros ulirnya dihubungkan *nuts*.

- b) *Nuts* dan poros ulir akan berkerja seperti halnya sepasang baut dan mur yang dapat bergerak maju sesuai arah putaran.
- c) Bergeraknya ulir mengakibatkan rangka lengan atas dan bawah saling mendekat, sehingga ketinggian dongkrak pun berubah.
- d) Bertambahnya tinggi dongkrak mengakibatkan beban yang ada diatas penyangga atas pun terangkat.

ii. Menurunkan beban :

- a. Pada saat *handle* diputar berlawanan arah jarum jam, maka poros ulir akan ikut berputar mengikuti putaran *handle* dan pada porosulirnya dihubungkan *nuts*.
- b. *Nuts* dan poros ulir akan berkerja seperti halnya sepasang baut dan mur yang dapat bergerak mundur sesuai arah putarannya.
- c. Bergeraknya ulir mengakibatkan rangka lengan atas dan bawah saling menjauh, sehingga ketinggian dongkrak pun berubah.
- d. Berkurangnya tinggi dongkrak mengakibatkan beban yang ada diatas penyangga atas pun akan turun.

C. Perhitungan Gaya Angkat Dongkrak Mekanik

dongkrak mekanik contohnya dongkrak ulir menggunakan mekanisme ulir seperti baut untuk meninggikan titik pusat penampang. Adapun perhitungan gaya angkat dongkrak mekanik sebagai berikut :

$$\text{Kerja beban} = \frac{\pi c 2 x r_3 x r_1}{r_2}$$

$$\frac{L X \pi X 2 r_3 x r_1}{r_2}$$

Kerja beban = kerja gaya

$$\frac{L X \pi X 2 r_3 x r_1}{r_2} = P x \pi x 2 x a$$

$$P = \frac{L X r_3 x r_1}{a x r_2}$$

Jumlah gigi pada masing-masing roda gigi di gerakkan, misalnya roda gigi A,B,C masing-masing lengkap dengan t_1 . t_2 . Dan t_3 buah gigi. Jarak antara dua buah gigi = s. Keliling roda gigi = jumlah gigi dikali jarak antara dua buah gigi .

$$\text{Roda gigi A} \quad \pi x 2 r_1 = t_1 x s \text{ atau } r_1 = \frac{t_1 x s}{2 x \pi}$$

Roda gigi B $\pi \times 2r_2 = t_2 \times s$ atau $r_2 = \frac{t_2 \times s}{2 \times \pi}$

Kalau nilai r_1 dan r_2 dipakai untuk mengisi persamaan diatas maka persamaan itu menjadi :

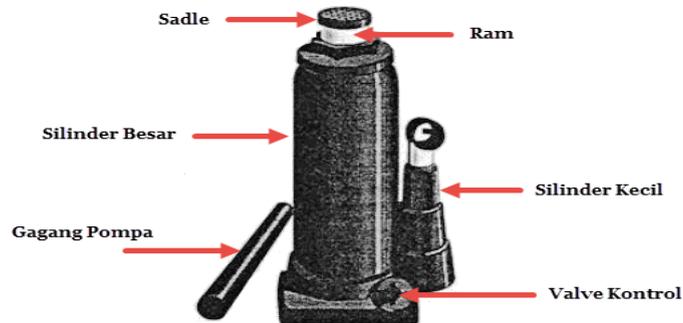
$$P = \frac{L \times r_3 \times t_1 \times s \times 2 \times \pi}{a \times t_2 \times s \times 2 \times \pi}$$

$$P = \frac{L \times r_3 \times t_1}{a \times t_2}$$

2. Dongkrak Hidrolik

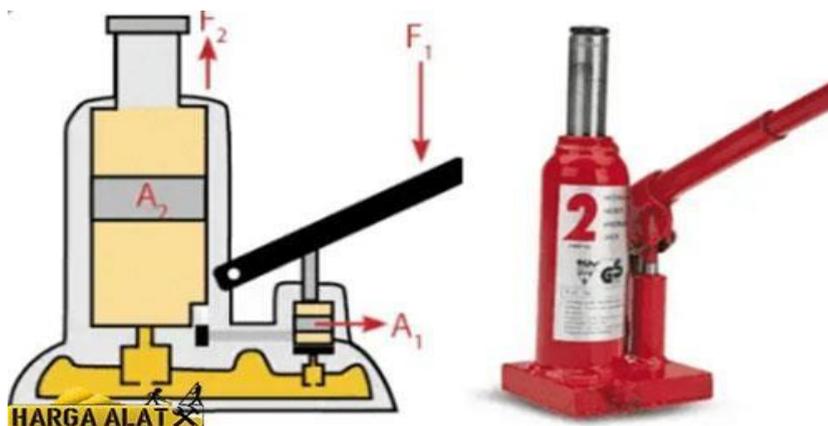
Dongkrak hidrolik adalah contoh salah satu dari pengaplikasian hukum pascal yang merupakan alat yang digunakan untuk mendongkrak sebuah benda yang sangat berat, contohnya : mesin, kendaraan, dll. Dongkrak Hidrolik disebut dengan hidrolik karena memang menggunakan liquid atau cairan khusus sebagai salah satu faktor yang dapat membantu pada saat proses pengangkatan. Sedangkan Sistem hidrolik adalah sebuah sistem yang menggunakan tenaga fluida liquid untuk mengerjakan suatu pekerjaan yang sederhana.

A. Komponen-komponen dongkrak hidrolik



Gambar 2.4 Komponen Dongkrak Hidrolik

B. Cara Kerja Dongkrak Hidrolik



Gambar 2.5 Cara Kerja Dongkrak Hidrolik

Dari pengertian serta prinsip cara kerja sistem dongkrak hidrolik atau yang biasa di sebut dengan dongkrak mobil botol dengan harga yang cukup terjangkau ini sangat berguna untuk pekerjaan pengangkat atau lebih tepatnya pengungkit beban yang berat, ketika dongkrak pantograf yang sudah ada dari bawaan mobil dan mulai rusak, sehingga pemilihan dongkrak botol menjadi pilihan pengganti yang dapat diyakini lebih awet dan kuat, tentunya dengan memilih dongkrak botol yang memiliki kapasitas kekuatan maksimal dan lebih besar.

C. Prinsip kerja Dongkrak Hidrolik



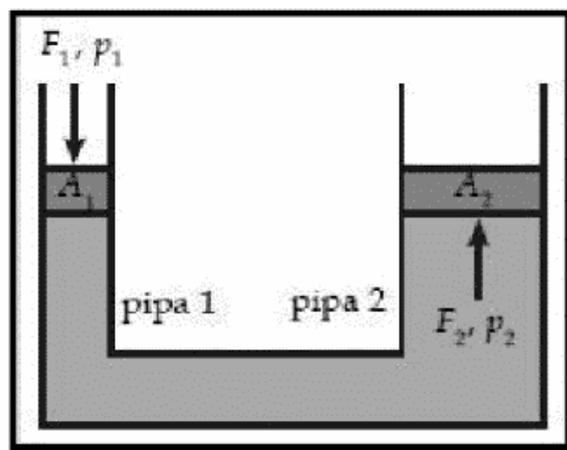
Gambar 2.6 Prinsip Kerja Dongkrak Hidrolik

Dongkrak hidrolik merupakan salah satu aplikasi yang termasuk sederhana dari adanya hukum pascal, dan prinsip kerja hidrolik yaitu pada saat pengisapan kecil kemudian diberi gaya tekanan, gaya tersebut kemudian akan diteruskan oleh minyak (fluida) yang ada di dalam pompa tersebut, yang mengakibatkan minyak dalam dongkrak menghasilkan gaya angkat pada penghisap besar sehingga mampu mengangkat beban di atasnya, dongkrak hidrolik yang memiliki dua tabung dan berhubungan langsung serta memiliki diameter yang berbeda ukurannya, masing-masing tabung ditutup dan diisi cairan seperti pelumas oli ataupun yang lainnya.

Apabila tabung yang memiliki permukaan kecil ditekan ke arah kebawah, maka otomatis setiap bagian cairan juga ikut tertekan, besarnya tekanan yang diberikan oleh tabung yang memiliki permukaan kecil diteruskan ke seluruh bagian cairan yang mengakibatkan cairan menekan pipa yang luas permukaannya lebih besar hingga pipa terdorong ke atas, luas permukaan pipa yang ditekan kecil, sehingga gaya yang diperlukan untuk menekan cairan juga kecil, tapi karena tekanan diteruskan seluruh bagian cairan maka gaya yang kecil berubah menjadi sangat besar pada saat cairan menekan pipa yang luas permukaannya besar.

D. Perhitungan gaya angkat dongkrak Hidrolik

Gaya mekanik menggunakan hukum Pascal, dalam penelitian Pascal dapat disimpulkan bahwa apabila tekanan diberikan pada fluida yang memenuhi sebuah ruangan tertutup, tekanan tersebut akan diteruskan oleh fluida tersebut ke segala arah dengan besar yang sama tanpa mengalami pengurangan. Pernyataan ini dikenal sebagai Hukum Pascal yang dikemukakan oleh Pascal pada 1653. Berdasarkan hukum pascal ini diperoleh prinsip bahwa dengan gaya yang kecil dapat menghasilkan suatu gaya yang lebih besar. Dimana rumusnya dapat dilihat gambar di bawah berikut,



Gambar 2.7 gambar tekanan F1 di pipa satu sama besar dengan gaya angkat di pipa dua

Secara analisis sederhana, Hukum Pascal dapat digambarkan seperti pada Gambar diatas. Tekanan oleh gaya sebesar F1 terhadap pipa 1 yang memiliki luas penampang pipa A1, akan diteruskan oleh fluida menjadi gaya angkat sebesar F2 pada pipa 2 yang memiliki luas penampang pipa A2 dengan besar tekanan yang sama. Oleh karena itu, secara matematis Hukum Pascal ditulis sebagai berikut.

$$P_1 = P_2$$

$$\left(\frac{F_1}{A_1}\right) = \left(\frac{F_2}{A_2}\right)$$

Keterangan:

F1 = gaya pada pengisap pipa 1,

A1 = luas penampang pengisap pipa 1,

F2 = gaya pada pengisap pipa 2, dan

A2 = luas penampang pengisap pipa 2

2.3 Hook

Hook adalah alat yang digunakan untuk membantu mengangkat beban dengan cara di kaitkan. Sebuah hook angkat biasanya dilengkapi dengan kait pengaman untuk mencegah pelepasan dari kaitan *wire rope sling* ataupun rantai dari beban yang terpasang.

Hook atau ganco ini berbentuk seperti tanda 14ndus karena bentuk tanda 14ndus sangat cocok untuk model dari *hook* itu sendiri yang fungsinya sebagai alat pengangkat atau alat kait. Tetapi hal ini bukan berarti bentuk hook yang cocok sebagai alat pengait tersebut sudah sangat aman digunakan dengan cara apapun. Walaupun bentuk *hook* sebagai alat kait itu sudah sempurna, tetapi harusnya anda tetap menggunakan *hook* tersebut dengan benar sehingga dapat mengurangi bahkan meniadakan resiko kecelakaan kerja

2.3.1 jenis-jenis Hook berdasarkan kegunaannya.

1. SLING HOOK

Sling Hook digunakan pada *wire rope sling* ataupun *chain sling*. *Sling Hook* ini diaplikasikan di general industry atau semua industry yang membutuhkan *wire rope sling* dan *chain sling* untuk alat pengangkatan. Berikut adalah gambar dari sling hook ini:



Gambar 2.8 Sling Hook

2. GRAB HOOK

Grab Hook digunakan sebagai pemendek rantai agar panjang rantainya sesuai dengan kebutuhan saat digunakan di Lapangan. *Grab hook* ini juga digunakan pada berbagai macam industri yang menggunakan rantai sebagai peralatan pendukung pekerjaan. Berikut ini adalah contoh gambar dari *Grab Hook* ini :



Gambar 2.9 Grab Hook

3. *FOUNDRY HOOK*

Foundry Hook digunakan pada aplikasi pengecoran, yaitu khususnya pada industri konstruksi. Berikut ini adalah contoh gambar dari *foundry hook* ini :



Gambar 2.10 Foudry Hook

4. Sorting Hook

Sorting Hook ini digunakan pada aplikasi pengangkatan pipa-pipa, karena bentuknya disesuaikan dengan bentuk pipa. Sorting Hook ini digunakan pada tiap industri yang memiliki pipa-pipa sebagai pendukung pekerjaan. Berikut ini adalah contoh gambar dari sorting hook ini :



Gambar 2.11 Sorting Hook

5. Barrel Hook

Barrel Hook ini digunakan pada aplikasi pengangkatan Drum-drum atau bisa juga disebut dengan Barrel. Barrel hook ini digunakan pada industri yang menggunakan Drum sebagai alat pendukung kegiatan pekerjaannya. Berikut ini adalah contoh gambar dari Barrel hook ini :



Gambar 2.12 Barrel Hook

6. Sliding Chocker Hook

Sliding Chocker Hook ini digunakan untuk mengikat atau mengunci barang yang akan diangkat dengan posisi choker (menyekik / mengikat) agar tidak terjatuh. Hook jenis ini banyak digunakan pada industri-industri berat yang banyak mengaplikasikan Lifting Equipment. Berikut ini adalah contoh gambar dari Sliding Chocker Hook ini :



Gambar 2.13 Sliding Chocker Hook

7. Anchor Line Hook

Anchor Line Hook biasa digunakan untuk winch line dalam aplikasi menambat kapal. Anchor Line Hook ini khusus digunakan hanya pada industri perkapalan. Berikut adalah contoh gambar dari Anchor Line Hook ini :



Gambar 2.14 Anchor Line Hook

8. Swivel Hook

Swivel Hook adalah hook yang menggunakan penyambung yang memiliki poros sehingga dapat berputar saat mengangkat barang. Hook ini di design

memiliki poros sebagai alat untuk menyeimbangkan beban saat berputar dan juga mempertahankan bentuk wire rope agar tidak cepat rusak. Hook ini dapat digunakan pada berbagai industri lifting. Berikut ini adalah contoh gambar dari Swivel Hook ini :



Gambar 2.15 Swivel Hook

9. Twisted Hook

Twisted Hook adalah hook yang memiliki bentuk penyambung agar sedikit berputar (twist). Fungsi dari hook ini adalah untuk aplikasi logging yaitu aplikasi yang melibatkan pengangkatan dan pendistribusian kayu di dalam ataupun di luar hutan. Berikut ini adalah contoh gambar dari twisted hook ini :



Gambar 2.16 Twisted Hook

Tabel 2.1 Spesifikasi dan kekuatan Masing-masing Hook

Nama Hook	Spesifikasi	Kekuatan
Sling Hook	Material: baja karbon desain faktor 5:1 dan baja alloy Desain faktor 4:1. Diaplikasikan di general industri untuk alat pengangkatan	0,9 – 22 Ton
Grab Hook	Material : baja tempa desain faktor 4:1 digunakan untuk pemendek rantai agar sesuai kebutuhan.	0,8 – 9 Ton
Foundry Hook	Material : baja karbon tempa, digunakan untuk aplikasi pengecoran khususnya bidang industri konstruksi.	1- 10 Ton
Sorting Hook	Material : baja alloy digunakan untuk pengangkatan pipa-pipa.	0,5 - 5 Ton
Barrel Hook	Material : baja karbon tempa. Digunakan untuk pengangkatan drum-drum, contohnya di industri minyak.	0,7- 4 Ton

Sliding Chocker Hook	Material : baja alloy digunakan untuk mengikat atau mengunci barang yang akan diangkat agar tidak terjatuh.	0,8 – 5,4 Ton
Anchor Line Hook	Material : baja alloy. Digunakan untuk whinch line dalam aplikasi menambat kapal.	4-8 Ton
Swivel Hook	Material : baja alloy. Digunakan untuk menyeimbangkan beban saat berputar dan juga mempertahankan bentuk wire rope agar tidak rusak.	1-21 Ton
Twisted Hook	Material : baja alloy. Digunakan untuk aplikasi logging yaitu aplikasi yang melibatkan pengangkatan dan pendistribusian kayu.	1-5 Ton

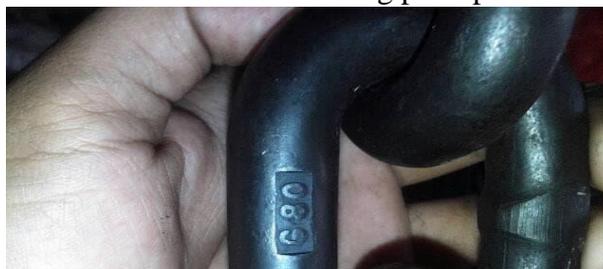
2.4 Rantai Baja

Rantai Baja adalah rantai yang terbuat dari material Baja, yang artinya terdiri dari campuran elemen-elemen yang elemen intinya adalah besi. Elemen-elemen yang biasa dicampurkan menjadi material baja diantaranya Karbon, Mangan, Fosfor, Sulfur, Silikon, nikel, krom, molybdenum, boron, titanium, vanadium dan niobium. Ada juga sebagian perusahaan produsen rantai baja melakukan sedikit variasi dengan menambahkan elemen lain yang membuat material baja yang diproduksinya memiliki nilai lebih.

2.4.1 Jenis-jenis Rantai Baja

1. Rantai Baja Angkat/ Tarik

Sesuai dengan namanya rantai ini lebih dikhususkan untuk mengangkat dan menarik saja rantai ini ada pembagian kelas-kelasnya mulai dari grade 80 dan grade 100. Semakin tinggi kelasnya kecepatan dan daya angkatnya semakin besar. Dan ini lebih dikhususkan untuk bidang perkapalan.



Gambar 2.16 Rantai Baja Angkat/Tarik

2. Rantai jangkar

Sesuai sebutannya rantai ini lebih difungsikan sebagai jangkar dan ukuran dari rantai ini lebih besar dari baja rantai. Karena kegunaan jangkar ini untuk menjangkar ke dasar laut sehingga lebih banyak tekanan. Dan rantai jangkar ini dibagikan menjadi 2 kelas yakni grade U2 dan U3.



Gambar 2.17 Rantai Jangkar

2.5 Pengetahuan Bahan Teknik

2.5.1 Klasifikasi Sifat Bahan Teknik

Dalam dunia Teknik Mesin biasanya sifat mekanik memegang peranan sangat penting, di samping beberapa sifat kimia (terutama sifat tahan korosi), sifat thermal dan sifat fisik. Korosi merupakan masalah yang sangat serius dalam dunia teknik, dan akan dibahas tersendiri. Dari kelompok sifat fisik, density (berat jenis) kadang-kadang perlu dipertimbangkan.

Struktur mikro biasanya perlu dipelajari secara khusus, karena struktur mikro berkaitan erat dengan sifat-sifat lain, seperti kekuatan, keuletan, sifat tahan korosi dll. Untuk komponen yang nantinya akan terkena panas tentunya sifat thermal menjadi penting. Panas jenis (specific heat), thermal conductivity dan thermal expansion sering kali harus diperhitungkan.

2.5.2 Sifat-sifat Mekanik Bahan Teknik

Sifat mekanik menyatakan kemampuan suatu bahan (tentunya juga komponen yang terbuat dari bahan tersebut) untuk menerima beban, gaya, energi

tanpa menimbulkan kerusakan pada bahan atau komponen tersebut.

Beberapa sifat mekanik yang penting antara lain :

1. Kekuatan (*strength*) menyatakan kemampuan bahan untuk menerima tegangan tanpa menyebabkan bahan menjadi patah. Kekuatan ini ada beberapa macam, tergantung pada jenis beban yang bekerja, yaitu kekuatan tarik, kekuatan geser, kekuatan tekan kekuatan torsi dan kekuatan lengkung.
2. Kekerasan (*hardness*) dapat didefinisikan sebagai kemampuan bahan untuk tahan terhadap penggoresan, pengikisan (abrasi), indentasi atau penetrasi. Sifat ini berkaitan dengan sifat tahan aus (*wear resistance*). Kekerasan juga mempunyai korelasi dengan kekuatan.
3. Kekenyalan (*elasticity*) menyatakan kemampuan bahan untuk menerima beban tanpa mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk yang permanen setelah tegangan dihilangkan. Bila suatu benda mengalami tegangan maka akan terjadi perubahan bentuk. Bila tegangan yang bekerja besarnya tidak melewati suatu batas tertentu maka perubahan bentuk yang terjadi hanya bersifat sementara, Perubahan bentuk itu akan hilang bersama dengan hilangnya tegangan, tetapi bila tegangan yang bekerja telah melampaui batas tersebut maka sebagian dari perubahan bentuk itu tetap ada walaupun tegangan telah dihilangkan. Kekenyalan juga menyatakan seberapa banyak perubahan bentuk elastis yang dapat terjadi sebelum perubahan bentuk yang permanen mulai terjadi, dengan kata lain kekenyalan menyatakan kemampuan bahan untuk kembali ke bentuk dan ukuran semula setelah menerima beban yang menimbulkan deformasi.
4. Kekakuan (*stiffness*) menyatakan kemampuan bahan menerima tegangan atau beban tanpa mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk (deformasi) atau defleksi. Dalam beberapa hal kekakuan ini lebih penting dari pada kekuatan.
5. Plastisitas (*plasticity*) menyatakan kemampuan bahan untuk mengalami sejumlah deformasi plastik (yang permanen) tanpa mengakibatkan fatak. Sifat ini sangat diperlukan bagi bahan yang akan diproses dengan berbagai proses pembenlukan seperti forging, rolling, extruding dan lainnya. Sifat ini sering juga disebut sebagai keuletan (*ductility*). Bahan yang mampu mengalami deformasi plastik cukup banyak dikatakan sebagai bahan yang mempunyai keuletan tinggi, bahan yang ulet (*ductile*). Sedang bahan yang tidak menunjukkan erjadinya deformasi plastik dikatakan sebagai bahan yang mempunyai keuletan rendah atau getas (*brittle*).

6. Ketangguhan (*toughness*) menyatakan kemampuan bahan untuk menyerap energi tanpa menyebabkan terjadinya kerusakan. Juga dapat dikatakan sebagai ukuran banyaknya energi yang diperlukan untuk mematahkan suatu benda kerja pada suatu kondisi tertentu. Sifat ini dipengaruhi oleh banyak faktor, sehingga sifat ini sulit diukur.
7. Kelelahan (*fatigue*) merupakan kecenderungan pada logam untuk patah bila menerima tegangan berulang-ulang (*cyclic stress*) yang besarnya masih jauh di bawah batas kekuatan elastiknya. Sebagian besar dari kerusakan yang terjadi pada komponen mesin disebabkan oleh kelelahan. Karenanya kelelahan merupakan sifat yang sangat penting, tetapi sifat ini juga sulit diukur karena sangat banyak faktor yang mempengaruhinya.
8. Merangkak (*creep*) merupakan kecendrungan suatu logam untuk mengalami deformasi plastik yang besarnya merupakan fungsi waktu, pada saat bahan tadi menerima beban yang besarnya relatif tetap.

2.5.3 Bahan Teknik Yang Dibutuhkan

1. Baja

Baja adalah logam paduan dengan besi sebagai unsur dasar dan karbon sebagai unsur paduan utamanya (Arifin dkk, 2017). Menurut I.KT Suarsana (2017), komposisi kimia baja dapat dibagi menjadi dua kelompok besar yaitu baja karbon (baja tanpa paduan, *plain carbon steel*) dan baja paduan.

- a. Baja karbon, masih mengandung sejumlah unsur lain tetapi masih dalam batas-batas tertentu yang tidak banyak berpengaruh terhadap sifatnya. Unsur-unsur ini biasanya merupakan ikutan yang berasal dari proses pembuatan besi/baja, seperti mangan dan silikon, dan beberapa unsur pengotoran, seperti belerang, phosphor, oksigen, nitrogen dan lainnya yang biasanya ditekan sampai kadar sangat kecil. Baja dengan kadar mangan kurang dari 0,8 %, silikon' kurang dari 0,5 % dan unsur lain sangat sedikit, dapat dianggap sebagai baja karbon.
- b. Baja paduan, mengandung unsur-unsur paduan yang sengaja ditambahkan untuk memperoleh sifat-sifat tertentu.
- c. *Low carbon steel*, kadar karbon sampai 0,2 %,.. sangat luas penggunaannya, sebagai baja koustruksi umum, untuk baja profit rangka bangunan, baja tulangan beton, rangka kendaraan, mur baut, pelat, pipa dan lain-lain. Baja ini kekuatannya relatif rendah, lunak, tetapi keuletannya liuggi, mudah dibentuk dan dimachining. Baja ini tidak dapat dikeraskan.

- d. *Medium carbon steel*, kadar karbon 0,25-0,55 %, lebih kuat dan keras, dan dapat dikeraskan. Penggunaannya hampir sama dengan low carbon steel, digunakan untuk yang memerlukan kekuatan dan ketangguhan yang lebih tinggi. Juga banyak digunakan sebagai baja konstruksi mesin, untuk poros, roda gigi, dan lainnya.
- e. *High carbon steel*, kadar karbon lebih dari 0,55 %, lebih kuat dan lebih keras lagi, tetapi keuletan dan ketangguhannya rendah. Baja ini terutama digunakan untuk perkakas, yang biasanya memerlukan sifat tahan aus, misalnya untuk mata bor, hamer, tap dan perkakas tangan yang lain.
- f. *Low alloy steel*, baja paduan dengan kadar unsur paduan rendah (kurang dari 10 %), mempunyai kekuatan dan ketangguhan lebih tinggi daripada baja karbon dengan kadar karbon yang sama atau mempunyai keuletan lebih tinggi daripada baja karbon dengan kekuatan yang sama. *Hardenability* dan sifat tahan korosi pada umumnya lebih baik. Banyak digunakan sebagai baja konstruksi mesin.
- g. *High alloy steel*, baja paduan dengan kadar unsur paduan tinggi, mempunyai sifat khusus tertentu, baja tahan karat (*stainless steel*), baja perkakas (*tool steel*, misalnya *High Speed Steel*, HSS), baja tahan panas (*heat resisting steel*) dan lain-lain.

Baja konstruksi umum, dimana biasanya kekuatan merupakan faktor yang paling penting, penamaan didasarkan atas kekuatan tariknya. Dalam standar Jerman baja konstruksi dinyatakan dengan huruf St yang diikuti oleh bilangan yang menunjukkan kekuata tarik minimum dari baja itu dalam kg/mm^2 . Misalnya baja konstruksi dengan kekuatan tarik tidak kurang dari 37 kg/mm^2 dinyatakan sebagai St 37.

Untuk beberapa keperluan, terutama untuk konstruksi mesin, diperlukan baja dengan komposisi kimia yang terjamin. Dalam hal ini penggolongan baja didasarkan atas komposisi kimianya. DIN menetapkan nama baja karbon dengan huruf St C yang diikuti oleh angka yang menunjukkan per seratus persen karbonnya. Misalnya baja dengan kadar karbon sekitar 0,37 % dinyatakan sebagai St C 37.

Tabel 2.2 Jenis dan Tegangan Baja

MACAM BAJA	TEGANGAN LELEH		TEGANGAN DASAR	
	Kg/cm ²	MPa	Kg/cm ²	MPa
Bj 33	2000	200	1333	133,3
Bj 34	2100	210	1400	140
Bj 37	2400	240	1600	160
Bj 41	2500	250	1666	166,6
Bj 44	2800	280	1887	188,7
Bj 50	2900	290	1933	193,3
Bj 52	3600	360	2400	240

h. Aluminium

Sifat yang paling menonjol dari Al adalah berat jenis yang rendah dan hantar listrik / panas yang cukup baik.

Logam aluminium mempunyai struktur kristal FCC, Logam ini tahan terhadap korosi pada media yang berubah-ubah dan mempunyai ductilitas yang tinggi. Bijih aluminium dapat digolongkan dalam beberapa golongan yaitu :

- Bijih Bauksit , bijih ini didapat dari bebatuan yang berwarna merah atau coklat, Bauksit setelah dipisahkan dari kotoran-kotoran pengotor didapat koalin, Nepheline, Alumite dan Cynite.

Metode proses pemurnian aluminium dapat diklsifikasikan menjadi 3 golongan yaitu:

1. Proses Elektrothermis

Pada proses ini bijih-bijih dicairkan dalam dapur listrik sehingga diperoleh cairan aluminium . Proses ini jarang dipergunakan karena diperlukan energi listrik yang sangat besar.

2. Proses Asam

Pada proses ini bijih-bijih aluminium dilarutkan dengan larutan asam sehingga unsur-unsur pengantar dapat dipisahkan. Setelah garam dari pengantarnya baru kemudian dipisahkan logam dari pengantar tersebut. Proses ini dalam industri digunakan dalam batas batas tertentu karena dibutuhkan peralatan-peralatan tahan asam yang sangat mahal.

3. Proses Alkaline

Proses ini adalah efek dari reaksi bauksit dengan NaOH dengan bahan tambahan kapur. Proses ini unsur-unsur oksida besi, titanium dan calsium dapat dipisahkan dan silisium yang terdapat dalam bijih-bijih akan dapat bereaksi dengan alkali yang

mengakibatkan sebagian dari alkali dan aluminium yang bereaksi akan mengotori aluminium yang dihasilkan. Oleh karenanya maka metode alkali sering digunakan pada bijih-bijih dengan kandungan silika yang rendah.

Sifat-sifat Aluminium :

- a. Rapat jenis : 2,7 gr/cm³
- b. Titik lebur : 660 °C
- c. Kekuatan tarik
 - Dituang : 90 – 120 N / mm²
 - Di Anelling : 70 N / mm²
 - Di Roll : 130 ÷ 200 N / mm²
- d. Sifat-sifat khas
 - Paling ringan
 - Penghantar panas / listrik tinggi
 - Lunak
 - Ulet
 - Kekuatan tarik rendah
 - Tahan tahap korosi

Penggunaan Aluminium :

- a. Karena sifat ringan banyak digunakan dalam
 - Pembuatan kapal terbang
 - Rangka khusus untuk kapal laut
 - kendaraan – kendaraan dan bangunan industri
- b. Untuk keperluan alat masak
- c. Untuk kabel-kabel listrik, karena relative lebih murah dari tembaga
- d. Aluminium tuang, jika dikehendaki untuk kontruksi yang ringan dengan kekuatan yang tidak terlalu besar.

2.6 Perhitungan kekuatan bahan

1. Rumus-rumus dasar tegangan
 - a. Tegangan tarik : Tegangan tarik adalah besar gaya tarik dibagi dengan luas penampang suatu benda.

Tegangan tarik termasuk gaya persatuan luas.

Rumus : $\sigma_t = F/A$

σ_t = Tegangan tarik (kg/cm²)

F = Gaya yang bekerja/beban (kg)

A = Luas penampang (cm²)

- b. Tegangan geser : Didefinisikan sebagai komponen tegangan coplanar dengan penampang melintang sebuah benda. Tegangan geser timbul dari komponen vektor gaya paralel ke penampang melintang. Rumus untuk menghitung tegangan geser rata-rata adalah gaya dibagi luas:

$$\tau = \frac{F}{A}$$

keterangan:

τ = tegangan geser;

F= gaya yang diterapkan;

A = luas *cross-sectional* bahan dengan luas paralel dengan vektor gaya yang diterapkan.

- c. Tegangan Puntir : Tegangan puntir sering terjadi pada poros roda gigi dan batang-batang torsi pada mobil, juga saat melakukan pengeboran Benda yang mengalami tegangan puntir akan menimbulkan tegangan puntir sebesar

$$\tau = \frac{Mm}{Wp}$$

Keterangan :

Mm = momen puntir (torsi)

Wp = momen tahanan polar (pada puntir)

- d. Tegangan Bending : tegangan yang ditimbulkan oleh gaya luar dimana gaya luar tersebut arahnya melintang terhadap penampang.

$$\Sigma_b = \frac{Mb.Y}{I}$$

Keterangan :

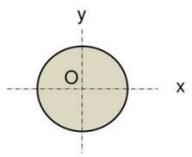
Σ_b = Tegangan Bending (N/mm²)

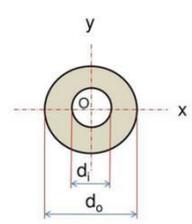
Mb = Momen Lentur (N.mm)

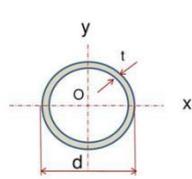
Y = Jarak terhadap sumbu netral (mm)

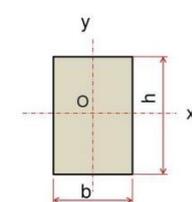
I = Momen inersia penampang (mm⁴)

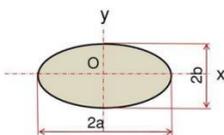
2. Momen Tahanan dan Inertia Bahan

NO	BENTUK PENAMPANG	Luas Penampang (A) Momen Inersia (I) Momen Tahanan (W)
1		$A = \frac{\pi d^2}{4}$ $I_x = I_y = \frac{\pi d^4}{64}$ $W_x = W_y = \frac{\pi d^3}{32}$

NO	BENTUK PENAMPANG	Luas Penampang (A) Momen Inersia (I) Momen Tahanan (W)
2		$A = \frac{\pi}{4} (d_o^2 - d_i^2)$ $I_x = I_y = \frac{\pi}{64} (d_o^4 - d_i^4)$ $W_x = W_y = \frac{\pi}{32} \left(\frac{d_o^4 - d_i^4}{d_o} \right)$

NO	BENTUK PENAMPANG	Luas Penampang (A) Momen Inersia (I) Momen Tahanan (W)
3		$A = 2\pi t \frac{d}{2} = \pi t d$ $I_x = I_y = \frac{\pi t d^3}{8}$ $W_x = W_y = \frac{\pi t d^2}{4}$

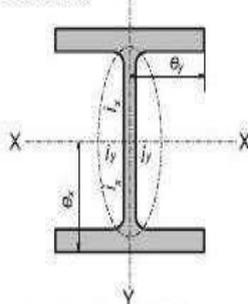
NO	BENTUK PENAMPANG	Luas Penampang (A) Momen Inersia (I) Momen Tahanan (W)
4		$A = b.h$ $I_x = \frac{bh^3}{12}$ $I_y = \frac{b^3h}{12}$ $W_x = \frac{bh^2}{6}$ $W_y = \frac{b^2h}{6}$

NO	BENTUK PENAMPANG	Luas Penampang (A) Momen Inersia (I) Momen Tahanan (W)
5		$A = \pi a b$ $I_x = \frac{\pi a b^3}{4}$ $I_y = \frac{\pi a^3 b}{4}$ $W_x = \frac{\pi a b^2}{4}$ $W_y = \frac{\pi a^2 b}{4}$

Wide Flange Shape

Product Specifications

Hot Rolled

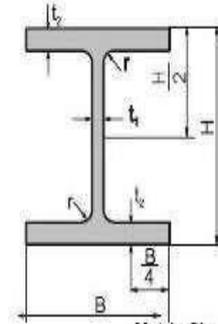


Geometrical moment of inertia $I = Ai^2$

Radius of gyration of area $I = \sqrt{I/A}$

Modulus of section $z = I/e$

(A = sectional area)



Metric Size

According JIS G 3192

Standard Sectional Dimension					Section Area A cm ²	Unit Weight kg/m	Informative Reference					
Nominal Dimensional mm	H x B mm	t1 mm	t2 mm	r mm			Geometrical Moment Of Inertia		Radius Of Gyration Of Area		Modulus Of Section	
							ix cm ⁴	iy cm ⁴	ix cm	iy cm	Zx cm ³	Zy cm ³
100 x 100	100 x 100	6	8	10	21.90	17.20	383	134	4.18	2.47	76.50	26.7
125 x 125	125 x 125	6.5	9	10	30.31	23.80	847	293	5.29	3.11	136.00	47.00
150 x 75	150 x 75	5	7	8	17.85	14.00	666	50	6.11	1.66	8.88	13.20
150 x 100	150 x 100	6	9	11	26.84	21.10	1,020	151	6.17	2.37	138.00	30.10
150 x 150	150 x 150	7	10	11	40.14	31.50	1,640	563	6.39	3.75	219.00	75.10
175 x 175	175 x 175	7.5	11	12	51.21	40.20	2,880	984	7.50	4.38	330.00	112.00
200 x 100	198 x 99	4.5	7	11	23.18	18.20	1,580	114	8.26	2.21	160.00	23.00
	200 x 100	5.5	8	11	27.16	21.30	1,840	134	8.24	2.22	184.00	26.80
200 x 150	194 x 150	6	9	12	38.80	30.60	2,675	507	8.30	3.60	275.80	67.60
200 x 200	200 x 200	8	12	13	63.53	49.90	4,720	1,600	8.62	5.02	472.00	160.00
250 x 125	248 x 124	5	8	12	32.68	25.70	3,540	255	10.40	2.79	285.00	41.10
	250 x 125	6	9	12	37.66	29.60	4,050	294	10.40	2.79	324.00	47.00
250 x 250	250 x 250	9	14	16	92.18	72.40	10,800	3,650	10.80	6.29	867.00	292.00
300 x 150	298 x 149	5.5	8	13	40.80	32.00	6,320	442	12.40	3.29	424.00	59.30
	300 x 150	6.5	9	13	46.78	36.70	7,210	508	12.40	3.29	481.00	67.70
300 x 300	300 x 300	10	15	18	119.80	94.00	20,400	6,750	13.10	7.51	1,360.00	450.00
350 x 175	346 x 174	6	9	14	52.68	41.40	11,100	792	14.50	3.88	641.00	91.00
	350 x 175	7	11	14	63.14	49.60	13,600	984	14.70	3.95	775.00	112.00
350 x 350	350 x 350	12	19	20	173.9	137.00	40,300	13,600	15.20	8.84	2,300.00	776.00
400 x 200	396 x 199	7	11	16	72.16	56.60	20,000	1,450	16.70	4.48	1,010.00	145.00
	400 x 200	8	13	16	84.1	66.00	23,700	1,740	16.80	4.54	1,190.00	174.00
400 x 400	400 x 400	13	21	22	218.7	172.00	66,600	22,400	17.50	10.10	3,330.00	1120.00
450 x 200	450 x 200	9	14	18	96.8	76.00	33,500	1,870	18.60	4.40	1,490.00	187.00
500 x 200	500 x 200	10	16	20	114.2	89.60	47,800	2,140	20.50	4.33	1,910.00	214.00
600 x 200	600 x 200	11	17	22	134.4	106.00	77,600	2,280	24.00	4.12	2,590.00	228.00
600 x 200	588 x 300	12	20	28	192.5	151.00	118,000	9,020	24.80	6.85	4,020.00	601.00
700 x 300	700 x 300	13	24	28	235.5	185.00	201,000	10,800	29.30	6.78	5,760.00	722.00
800 x 300	800 x 300	14	26	28	267.4	210.00	292,000	11,700	33.00	6.62	7,290.00	782.00
900 x 300	900 x 300	16	28	28	309.8	243.00	411,000	12,600	36.40	6.39	9,140.00	843.00

Gambar 2.18 Baja Profil Jenis Wide Flange

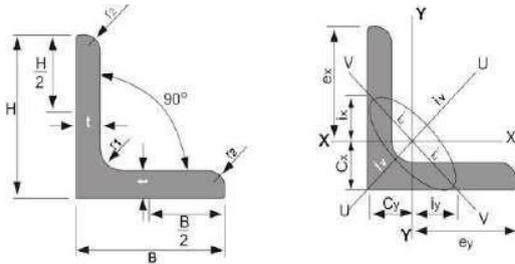
Wide Flange Shape

Dimensional Tolerances

According JIS G 3192

Item, mm (in.)		Tolerance	Remarks	
Width (B)		± 3.0 (0.118)		
Depth (H)		Nominal depth of under 400 (15.748) 400 to 600 (23.622), excl. 600 and over		± 3.0 (0.118) ± 4.0 (0.157) ± 5.0 (0.197)
Thickness	Flange t^2	Under 16		± 1.5 (0.059)
		16 or over to and exd. 25		± 2.0 (0.079)
		25 or over to and exd. 40		± 2.5 (0.098)
		40 or over		± 3.0 (0.118)
Web t^1	Under 16	Under 16		± 1.0 (0.039)
		16 or over to and exd. 25		± 1.5 (0.024)
		25 or over to and exd. 40		± 2.0 (0.079)
		40 or over		± 2.5 (0.098)
Length	7 m or under	+ 40 (1.575) - 0		
	Over 7 m	40 (1.575) plus 5 (0.197) for each additional meter or fraction thereof		
Out-of-Square (T)	Nominal depths 300 (11.811) or under in nominal depth	Not more than 1.2 percent of flange width B or 2.0 (0.079) at minimum.		
	Nominal depths Over 300 (11.811) in nominal depth	Not more than 1.5 percent of flange width B or 2.0 (0.079) at minimum.		
Chamber of Sweep	Nominal depths 300 (11.811) and under	Not more than 0.20 percent of Length.	Horizontal or Vertical Curvature in the direction of length	
	Nominal depths Over 300 (11.811)	Not more than 0.10 percent of Length.		
Web Off Centre (S)	Nominal depths 300 (11.811) and under	± 3.0 (0.118)	$S = \frac{b_1 - b_2}{2}$	
	Nominal depths Over 300 (11.811)	± 4.5 (0.117)		
Ends Out of Square (e)		1.0% or under of width B or of depth H, provided that 3.0mm is the minimum.		

Gambar 2.19 Komposisi Kimia Pada Baja Profil Jenis *Wide Flange*



METRIC SIZE

STANDARD SECTIONAL DIMENSIONS				SECTION AREA A	UNIT WEIGHT	INFORMATIVE REFERENCE							
H x B	t	r ₁	r ₂			CENTER OF GRAVITY C _x = C _y	GEOMETRICAL MOMENT OF INERTIA			RADIUS OF GYRATION OF AREA			MODULUS OF SECTION Z _x = Z _y
mm x mm	mm	mm	mm	cm ²	kg/m	cm	I _x = I _y	Max I _u	Min I _v	i _x = i _y	Max i _u	Min i _v	cm ³
25 x 25	3	4	2	1.427	1.12	0.719	0.797	1.26	0.332	0.747	0.94	0.48	0.448
30 x 30	3	4	2	1.727	1.36	0.844	1.420	2.26	0.590	0.908	1.14	0.58	0.661
40 x 40	3	4.5	2	2.336	1.83	1.090	3.530	5.60	1.460	1.230	1.55	0.79	1.210
40 x 40	4	4.5	2	2.336	1.83	1.090	3.530	5.60	1.460	1.230	1.55	0.79	1.210
40 x 40	5	4.5	3	3.755	2.95	1.170	5.420	8.59	2.250	1.200	1.51	0.77	1.910
45 x 45	5	6.5	3	4.302	3.38	1.280	7.910	12.50	3.290	1.360	1.71	0.87	2.460
45 x 45	4	6.5	3	3.492	2.74	1.240	6.500	10.30	2.700	1.360	1.72	0.88	2.000
50 x 50	4	6.5	3	3.892	3.06	1.370	9.060	14.40	3.760	1.530	1.92	0.98	2.490
50 x 50	5	6.5	3	4.802	3.77	1.410	11.100	17.50	4.580	1.520	1.91	0.98	3.080
50 x 50	6	6.5	4.5	5.644	4.43	1.440	12.600	20.00	5.230	1.500	1.88	0.96	3.550
60 x 60	4	6.5	3	4.692	3.68	1.610	16.000	25.40	6.620	1.850	2.33	1.19	3.660
60 x 60	5	6.5	3	5.802	4.55	1.660	19.600	31.20	8.090	1.840	2.32	1.18	4.520
60 x 60	6	8	4	6.910	5.40	1.700	22.790	36.16	9.420	1.820	2.29	1.17	5.280
65 x 65	5	8.5	3	6.367	5.00	1.770	25.300	40.10	10.500	1.990	2.51	1.28	5.350
65 x 65	6	8.5	4	7.527	5.91	1.810	29.400	46.60	12.200	1.980	2.49	1.27	6.260
65 x 65	8	8.5	6	9.761	7.66	1.880	36.800	58.30	15.300	1.940	2.44	1.25	7.960
70 x 70	6	8.5	4	8.127	6.38	1.930	37.100	58.90	15.300	2.140	2.69	1.37	7.330
75 x 75	6	8.5	4	8.727	6.85	2.060	46.100	73.20	19.000	2.300	2.90	1.48	8.470
75 x 75	9	8.5	6	12.690	9.96	2.170	64.400	102.00	26.700	2.250	2.84	1.45	21.100
75 x 75	12	8.5	6	16.560	13.00	2.290	81.900	129.00	34.500	2.220	2.79	1.44	15.700
80 x 80	6	8.5	4	9.230	7.32	2.180	56.400	89.60	23.200	2.460	3.10	1.58	9.700
90 x 90	6	10	5	10.550	8.28	2.420	80.700	128.00	33.400	2.770	3.48	1.78	12.300
90 x 90	7	10	5	12.220	9.59	2.460	93.000	148.00	38.300	2.760	3.48	1.77	14.200
90 x 90	10	10	7	17.000	13.30	2.570	125.000	199.00	51.700	2.710	3.42	1.74	19.500
90 x 90	13	10	7	21.710	17.00	2.690	156.000	248.00	65.300	2.680	3.38	1.73	24.800
100 x 100	7	10	5	13.620	10.70	2.710	129.000	205.00	53.200	3.080	3.88	1.98	17.700
100 x 100	13	10	7	24.310	19.10	2.940	220.000	348.00	91.100	3.000	3.78	1.94	31.100
100 x 100	10	10	7	19.000	14.90	2.820	175.000	278.00	72.000	3.040	3.83	1.95	24.400
120 x 120	8	12	5	18.760	14.70	3.240	258.000	410.00	106.000	3.710	4.67	2.38	29.500
120 x 120	11	13	6.5	25.370	19.90	3.300	340.000	541.00	140.000	3.660	4.62	2.35	39.360
120 x 120	12	13	6.5	27.540	21.60	3.400	367.000	583.00	151.000	3.650	4.60	2.35	42.680
130 x 130	9	12	6	22.740	17.90	3.530	366.000	583.00	150.000	4.010	5.06	2.57	36.700
130 x 130	15	12	8.5	36.750	28.80	3.760	568.000	902.00	234.000	3.930	4.95	2.53	41.600
130 x 130	12	12	8.5	29.760	23.40	3.640	467.000	743.00	192.000	3.960	5.00	2.54	49.900
150 x 150	12	14	7	34.770	27.30	4.140	740.000	1,180.00	304.000	4.610	5.82	2.96	68.100
150 x 150	15	14	10	42.740	33.60	4.240	888.000	1,410.00	365.000	4.560	5.75	2.92	82.600
150 x 150	19	14	10	53.380	41.90	4.400	1,090.000	1,730.00	451.000	4.520	5.69	2.91	103.000
175 x 175	12	15	11	40.520	31.80	4.730	1,170.000	1,860.00	480.000	5.380	6.78	3.44	91.800
175 x 175	15	15	11	50.210	39.40	4.850	1,440.000	2,290.00	589.000	5.350	6.75	3.48	114.000
200 x 200	15	17	12	57.750	45.30	5.460	2,180.000	3,470.00	891.000	6.140	7.75	3.93	150.000
200 x 200	20	17	12	76.000	59.70	5.670	2,820.000	4,490.00	1,160.000	6.090	7.68	3.90	197.000
200 x 200	25	17	12	93.750	73.60	5.860	3,420.000	5,420.00	1,410.000	6.040	7.61	3.88	242.000
250 x 250	35	24	18	162.600	128.00	7.450	9,110.000	14,400.00	3,790.000	7.490	9.42	4.83	519.000
250 x 250	25	24	12	119.400	93.70	7.100	6,950.000	11,000.00	2,860.000	7.630	9.62	4.89	388.000

Gambar 2.20 Baja Profil

2.7 Pengertian Mesin Las

Mesin las adalah alat yang digunakan manusia untuk menyambung umumnya material besi yang terpisah agar menjadi satu kesatuan sehingga dapat dibentuk dan digunakan sesuai dengan fungsinya. Mesin las pada umumnya dibagi menjadi 2 yaitu **mesin las karbit** dan **mesin las listrik**. Untuk prinsip kerja dari mesin las ini adalah dengan cara membakar atau memanaskan sebuah kawat dengan energi panas yang dihasilkan dari gas acetylena yang dibakar (mesin las karbit) dan dari aliran listrik (mesin las listrik).

2.7.1 Jenis-jenis Mesin Las

1. Mesin las karbit adalah mesin las yang menyambung logam dengan logam (pengelasan) dengan yang menggunakan gas asetilen (C_2H_2) sebagai bahan bakar, prosesnya adalah membakar bahan bakar yang telah dibakar gas dengan oksigen (O_2) sehingga menimbulkan nyala api dengan suhu sekitar $3.500\text{ }^\circ\text{C}$ yang dapat mencairkan logam induk dan logam pengisi.

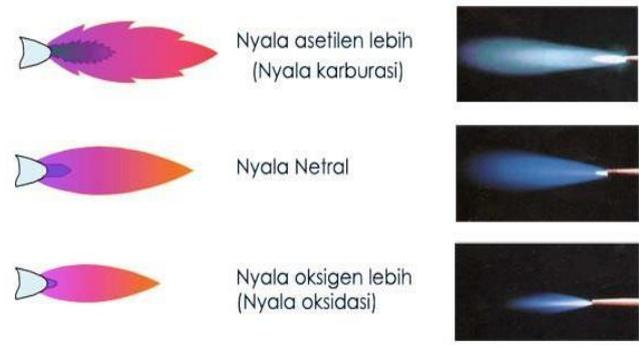


Gambar 2.21 Mesin Las Karbit

Cara penggunaan dari mesin las karbit ini adalah sebagai berikut :

1. Buka Regulator oksigen dan gas asetilen yang ada pada tabung.
2. Lalu Buka sedikit keran gas asetilen pada torch / obor las, dan gunakan pematik (korek) untuk menyalakan api pada ujung lubang torch (harap perhatikan jarak tangan anda saat menyalakan pematik untuk menghindari kecelakaan kerja.
3. Setelah api menyala pada obor las (torch), putar kembali keran asetilen hingga tidak terdapat asap hitam yang keluar.
4. Lalu buka keran oksigen perlahan hingga anda mendapatkan nyala api yang

sempurna. Gambar nyala api yang sempurna dapat anda lihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.22 Nyala Api Las Karbit

2. Las Listrik

Mesin las listrik adalah mesin las yang menggunakan listrik sebagai sumber tenaganya. Mesin las listrik tidak menggunakan gas sebagai bahan bakarnya, melainkan menggunakan listrik yang melalui elektroda untuk mengoperasikannya. Saat ini, mesin las listrik sangat banyak digunakan manusia diberbagai aplikasi karena ukurannya yang kecil dan kemudahan dalam penggunaannya.

Seperti yang sudah kami jelaskan diatas, mesin las listrik mulai diciptakan dan dikembangkan manusia pada akhir abad ke-19. Mesin las listrik dapat mengalirkan arus listrik cukup besar, tetapi dengan tegangan yang aman, sehingga anda tidak perlu khawatir akan pemakaian listrik dirumah ataupun di bengkel anda. Besarnya arus listrik yang ingin digunakan juga dapat diatur agar dapat disesuaikan dengan kebutuhan las anda sendiri dengan memperhatikan ukuran dan type elektrodanya



Gambar 2.23 Mesin Las Listrik

Cara penggunaan dari mesin las listrik ini juga terbilang sederhana, yaitu dengan cara sebagai berikut :

1. Pasang *Clamp Jepit* (Berwarna Hitam) pada lubang plus pada mesin las

listrik.

2. Pasang *Clamp* Jepit (Stainless) pada lubang minus pada mesin las listrik.
3. Nyalakan tombol power mesin las listrik
4. Atur arus listrik yang sesuai dengan kebutuhan anda dan ukuran elektroda anda.
5. Jepit elektroda pada clamp jepit berwarna hitam (+) dan Jepit objek las dengan clamp jepit *stainless* (-)
6. Mulailah mengelas dengan menempelkan elektroda pada objek yang ingin di las.

Jenis-jenis Las Listrik:

1. Mesin las listrik MMA / SMAW

Mesin las listrik MMA (*Manual Metal Arc*) atau SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) adalah jenis mesin las / trafo las listrik yang paling banyak beredar dan digunakan. Karena memang kebutuhan akan **pengelasan** yang tidak terlalu berat dan sangat umum membuat jenis mesin las listrik MMA/SMAW ini sangat disarankan untuk digunakan.



Gambar 2.24 Travo Las Listrik

Kita contohkan pada gambar diatas tercantum mesin las listrik Rhino MMA 160A. Artinya ukuran maksimal ampere dari mesin las ini adalah 160 Ampere. Tetapi ukuran ampere disini adalah *output*-nya, bukan ampere dari PLN ke mesin las listrik tersebut. Karena mesin las listrik jenis ini dilengkapi dengan teknologi inverter, maka ampere listrik kecil tetapi mengeluarkan listrik besar.

Contoh penerapan mesin las listrik MMA :

Setel ampere mesin las listrik di angka 80 ampere, input ampere dari PLN yang masuk tidak sampai 80 ampere tetapi hanya sekitar 9 – 10 ampere. Mengapa demikian? Karena pada rumus listrik yaitu :

$$W = A \times V$$

Jadi jika pemakaian mesin las listrik yang kita inginkan 80 ampere benar-benar menyedot ampere dari PLN dengan ukuran 80 ampere tentunya watt yang dibutuhkan adalah

$$80A \times 220V = 17.600Watt$$

Dengan listrik sebesar itu tentunya kita akan kesulitan untuk mengoperasikannya karena kebutuhan Watt akan sangat besar. Untuk itu disinilah teknologi inverter ini bekerja, Dari kebutuhan 80 ampere yang dikeluarkan, tetapi *input*-nya hanya sekitar 10 Ampere yang artinya:

$$10A \times 220V = 2200 Watt$$

Dengan daya listrik seperti diatas tentunya kita masih dapat melakukan pengelasan dirumah maupun di Bengkel dengan daya listrik yang tidak terlalu besar.

Jadi inilah kelebihan mesin las listrik MMA dengan teknologi inverternya yang dapat dijadikan pertimbangan dalam memilih mesin las terbaik, yang mana kita hanya perlu listrik sebesar 2200 watt untuk menghasilkan 17.600 watt listrik untuk melakukan pekerjaan pengelasan, tentunya sangat hemat listrik.

2. Mesin Las Listrik TIG

Mesin Las Listrik TIG (*Tungsten Inert Gas*), yang mana gas yang dimaksud disini adalah gas argon, maka mesin las listrik ini dikenal juga dengan mesin las gas argon / mesin las argon. Mesin las / trafo las TIG ini biasa digunakan pada logam ringan seperti baja ringan, magnesium, alumunium, *stainless steel*, dan kuningan. Untuk hasil yang baik, mesin las TIG ini membutuhkan kemampuan yang tinggi dalam teknik pengelasan, karena tingkat kesulitannya lebih dari mesin las listrik MMA diatas.



Gambar 2.25 Mesin Las TIG

Kelebihan Mesin Las TIG (Tungsten Inert Gas)

1. Hasil las yang didapat lebih bagus dan bermutu tinggi pada bahan non ferrous

dan ferrous

2. Dalam atmosfer terdapat berbagai pengotor yang dapat mengurangi kualitas hasil las. Jika teknik pengelasan dilakukan dengan tepat, maka semua pengotor tersebut bisa dihilangkan
3. Dapat digunakan untuk membuat *root pass* yang berkualitas/bermutu tinggi dari arah 1 sisi pada beragam jenis bahan
4. Dibandingkan dengan mesin las MMA / SMAW, kecepatan gerak TIG / GTAW lebih rendah sehingga pengamatan untuk mengendalikan logam las ketika penyatuan dan pengisian menjadi lebih mudah.

Kekurangan Mesin Las TIG (*Tungsten Inert Gas*)

1. Dibandingkan dengan proses las lainnya, laju pengisian TIG/GTAW lebih rendah
2. Agar pada pengelasan dari arah 1 sisi dihasilkan hasil las yang berkualitas tinggi, diperlukan kontrol kelurusan sambungan yang lebih ketat
3. Agar terhindar dari cacat-cacat gas dan porositas, TIG/GTAW membutuhkan kebersihan sambungan yang tentunya lebih baik
4. Untuk kecepatan udara di atas 5 mph, perlu perlindungan ekstra hati-hati guna mempertahankan perlindungan inert gas di atas kawah las.

2.7 Pengertian Mesin Bor

Mesin bor adalah suatu jenis mesin gerakannya memutar alat pemotong yang arah pemakanan mata bor hanya pada sumbu mesin tersebut (pengerjaan perlubangan). Sedangkan pengeboran adalah operasi menghasilkan lubang berbentuk bulat dengan menggunakan pemotong berputar yang disebut bor dan memiliki fungsi untuk membuat lubang, membuat lubang bertingkat, membesarkan lubang (*chamfer*).

Rumus perhitungan putaran mesin :

$$C_s = \pi \cdot d \cdot n \text{ Meter/menit} \quad \text{dan} \quad N = 1000 \cdot C_s / \pi \cdot d \dots\dots\dots (\text{rpm})$$

Keterangan:

d : diameter benda kerja (mm)

C_s : kecepatan potong (meter/menit)

π : nilai konstanta = 3,14

Rumus perhitungan kedalaman

pengeboran :

$$L = l + 0,3 \cdot d \dots\dots\dots (2.4, \text{Lit.})$$

7, hal. 48)

Keterangan :

L = Kedalaman pengeboran (mm)

ℓ = Panjang pengeboran(mm)

d = Diameter bendakerja(mm)

Rumus perhitungan waktu pengerjaan :

$$T_m = \frac{L}{F}$$

Keterangan :

T_m = Waktu pengerjaan (menit)

L= Kedalaman pengeboran (mm)

F= Kecepatan pemakanan mm/menit

2.8 Mesin Gerindra Potong

Mesin Gerindra Potong yaitu mesin pemotong benda dengan menggunakan pisau potong berupa batu gerinda yang tipis yang fungsinya untuk memotong benda kerja yang terbuat dari besi.

Prinsip kerja mesin ini hampir sama dengan mesin gerinda secara umumnya yaitu pisau potong (Batu gerinda) berputar memotong benda kerja yang diam, dijepit dengan bantuan pencekam guna agar ketika melakukan pemotongan, benda kerja tidak mudah bergerak sehingga hasil potongan akan sesuai dengan yang diinginkan sesuai sudutnya.

Pengertian kecepatan potong

Kecepatan potong adalah suatu harga yang diperlukan dalam menentukan kecepatan pada proses penyayatan atau pemotongan benda kerja. Harga kecepatan potong tersebut ditentukan oleh jenis alat potong dan jenis benda kerja yang dipotong.

Rumus dasar untuk menentukan kecepatan potong adalah :

$$V_s = \frac{\pi \times d \times n}{100} \text{ m} \setminus \text{menit}$$

Keterangan :

V_s = kecepatan potong dalam m/menit

D = diameter pisau dalam mm

n = Putaran dalam RPM

Faktor yang mempengaruhi harga kecepatan potong :

1. Bahan benda kerja/material

Semakin tinggi kekuatan bahan yang dipotong, maka harga kecepatan potong semakin kecil.

2. Jenis alat potong

Semakin tinggi kekuatan alat potong maka harga kecepatan potong semakin besar

3. kecepatan penyayatan

Semakin besar jarak penyayatan maka kecepatan potong semakin kecil

4. Kedalaman penyayatan

Jumlah putaran

Jika harga kecepatan potong benda kerja diketahui maka jumlah putaran sumbu utama dapat dihitung dengan ketentuan :

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi d} \text{ putaran/menit}$$

2.9 Dasar Perhitungan Biaya Produksi

Dalam pembuatan cetakan benda sangat diperlukan analisa biaya produksinya, karena analisa biaya inilah kita dapat mengetahui biaya-biaya yang diperlukan selama proses produksi. Adapun biaya-biaya produksi yang dihitung adalah:

1. Biaya material

Harga material yang digunakan ditentukan dari berat material tersebut, untuk mengetahui berat material yang digunakan dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$W = V \times \rho \dots\dots\dots (2.12, \text{ Lit. 8, hal. 85})$$

Keterangan :

W = Massa bahan (kg)

V = Volume bahan (mm^3)

ρ = Massa jenis bahan (kg/mm^3)

Sedangkan untuk mengetahui harga material dapat ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$TH = W \times HS \dots\dots\dots (2.13, \text{ Lit.})$$

8, hal. 86)

Keterangan :

TH = Total harga per material (Rupiah)

HS = Harga satuan per Kg

W = Massa bahan (kg)

2. Biaya listrik

Untuk menentukan biaya pemakaian listrik dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$B = T_m \times B_L \times P \dots\dots\dots (2.14, \text{Lit. 9, hal. 44})$$

Keterangan :

B = Biaya listrik (Rp)

T_m = Waktu permesinan (Jam)

B_L = Biaya pemakaian listrik = Rp

1.467,28,- P = Daya mesin(Kw)

3. Biaya operator

Dalam menentukan upah operator harus sesuai dengan standar upah yang telah ditetapkan.

$$BO = S \times T \quad (2.15, \text{Lit. 9, hal. 45})$$

$$S = \frac{UMP}{JK} \quad \text{---} \quad (2.16, \text{Lit. 9, hal. 45})$$

Keterangan :

BO = Biaya Operator

S= Upah/jam

T= Total pengerjaan (jam)

UMP = Upah Minimum Provisisi Sumatera Selatan Rp

2.804.453,- JK = Jam Kerja dalam Sebulan (Terhitung Senin-Sabtu 8 jam)

4. Biaya sewa mesin

Rumus yang digunakan antara lain:

$$BM = T_m \times B \dots\dots\dots (2.17, \text{Lit. 7, hal. 88})$$

Keterangan :

BM = Harga sewa mesin (Rp)

T_m = Waktu permesinan (Jam)

B = Harga sewa mesin/jam (Rp)

5. Biaya tak terduga (Perencanaan)

Biaya tak terduga dikenakan sebesar 15% dari biaya material dan sewa mesin.

= 15 % (Biaya material + Biaya sewa mesin)(2.18, Lit. 8, hal. 89)

6. Total Biaya produksi

Biaya produksi dari alat ini adalah akumulasi dari biaya material, biaya sewa mesin, biaya listrik, biaya operator.

= Biaya material + biaya sewa mesin + biaya operator + biaya tak terduga
(2.19, Lit. 8, hal. 89)

7. Keuntungan

Keuntungan dihitung dari sebesar 25% dari biaya produksi alat.

= 25% x Biaya Produksi.....(2.20, Lit. 8, hal. 89)

8. Harga jual

Harga jual dari produksi alat ini adalah dari akumulasi biaya produksi, biaya tak terduga (perencanaan) dan keuntungan.