

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Las

Pengelasan (*welding*) adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam penambah dan menghasilkan sambungan yang kontinyu atau berkelanjutan.

Berdasarkan definisi dari DIN (*Deutch Industrie Normen*) las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dari definisi tersebut dapat dijabarkan lebih lanjut bahwa las adalah sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas. Pada waktu ini telah dipergunakan lebih dari 40 jenis pengelasan termasuk pengelasan yang dilaksanakan dengan cara menekan dua logam yang disambung sehingga terjadi ikatan antara atom-atom molekul dari logam yang disambungkan. klasifikasi dari cara-cara pengelasan ini akan diterangkan lebih lanjut.

Proses pengelasan berkaitan dengan lempengan baja yang dibuat dari kristal besi dan karbon sesuai struktur mikronya, dengan bentuk dan arah tertentu. Lalu sebagian dari lempengan logam tersebut dipanaskan hingga meleleh. Kalau tepi lempengan logam itu disatukan, terbentuklah sambungan. Umumnya, pada proses pengelasan juga ditambahkan dengan bahan penyambung seperti kawat atau batang las. Kalau campuran tersebut sudah dingin, molekul kawat las yang semula merupakan bagian lain kini menyatu.

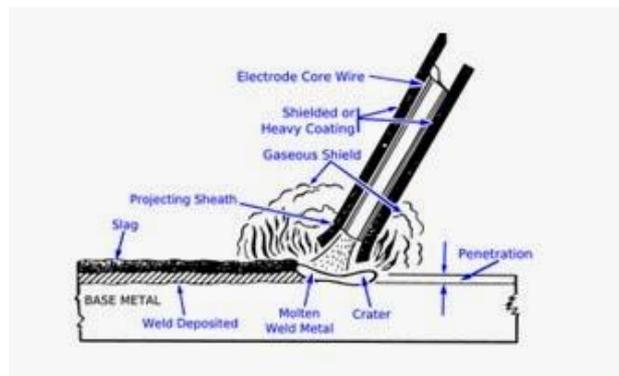
Proses pengelasan tidak sama dengan menyolder di mana untuk menyolder bahan dasar tidak meleleh. Sambungan terjadi dengan melelehkan logam lunak misalnya timah, yang meresap ke pori-pori di permukaan bahan yang akan disambung. Setelah timah solder dingin maka terjadilah sambungan. Perbedaan antara solder keras dan lunak adalah pada suhu kerjanya di mana batas kedua

proses tersebut ialah pada suhu 450 derajat Celcius. Pada pengelasan, suhu yang digunakan jauh lebih tinggi, antara 1500 hingga 1600 derajat Celcius.

2.1.1 Macam-macam Pengelasan

1. *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW)

Diantara macam-macam pengelasan yang ada, SMAW merupakan yang paling populer dan banyak digunakan. SMAW sering digunakan baik untuk memenuhi kebutuhan skala rumahan maupun proyek yang besar. Pengelasan SMAW menggunakan elektroda terbungkus yang ikut mencair dan sekaligus sebagai bahan pengisi. Elektroda sekaligus berfungsi sebagai kutub negatif dan benda kerja sebagai kutub positif. Panas berasal dari adanya busur listrik yang menyebabkan elektroda dan logam dasar melebur secara bersamaan.



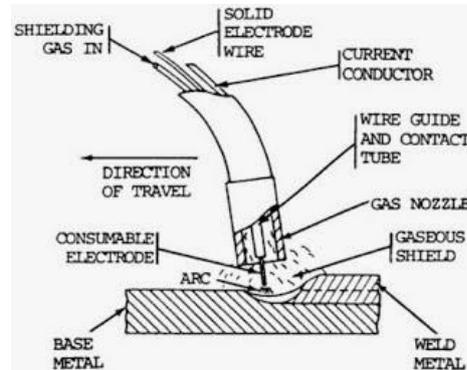
Gambar 2.1 Pengelasan dengan SMAW

(Sumber: Bachtiar., 2012)

2. *Gas Metal Arc Welding* (GMAW)

Macam-macam pengelasan berikutnya adalah Gas Metal Arc Welding. Ada 2 macam pada pengelasan jenis ini yaitu MIG (*Metal Inert Gas*) dan MAG (*Metal Active Gas*). Perbedaan keduanya adalah pada gas yang digunakan dalam proses pengelasan. Proses MIG memakai gas mulia saja; Argon, Helium, sedangkan MAG menggunakan gas CO₂ atau campuran dengan argon. Pengelasan GMAW biasanya digunakan pada pengelasan fabrikasi *steel structure* material CS menggunakan CO₂ atau campurannya.

Sangat menguntungkan untuk tonase yang besar karena kecepatannya sangat tinggi (tanpa harus berhenti mengganti kawat las).



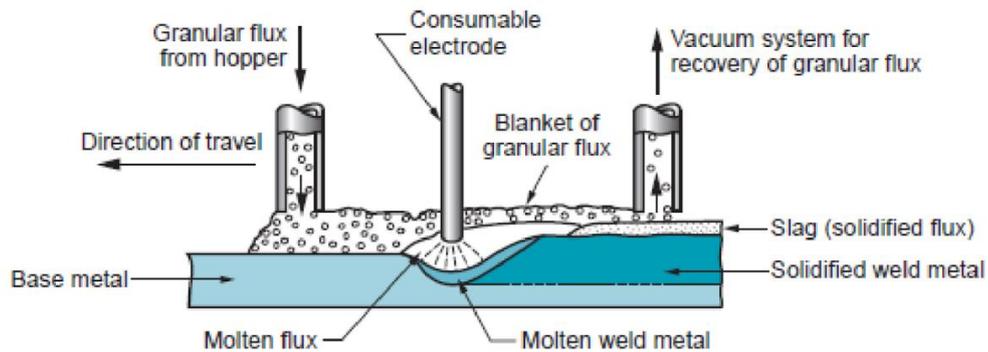
Gambar 2.2 Pengelasan dengan GMAW

(Sumber: Bachtiar., 2012)

3. *Submerged Arc Welding* (SAW)

Macam-macam pengelasan dengan *consumable electrode* yang selanjutnya adalah *Submerged Arc Welding* (SAW). Busur listrik dan logam cair dilindungi oleh fluks cair dan lapisan partikel fluks yg berbentuk *granular*. Ujung elektroda yang dimakan secara kontinu, dibanamkan ke dalam fluks dan pada saat itu busur listrik tidak berfungsi. Proses pengoperasiannya dilakukan secara mekanik dan semi otomatis. Sistem mekanik dapat digunakan bila posisi pengelasan *flat*, sedangkan system semi otomatis digunakan apabila pekerjaan memerlukan kualitas las yang konsisten.

Proses pengelasan SAW banyak digunakan pada material yang berbentuk plat yang tebal. Upaya untuk mendapat kedalaman penetrasi sambungan, makan digunakan arus DCEP. Sambungan dapat di-*backing* dengan Cu, fluks, berbagai jenis isolasi ataupun baja. Proses pengelasan SAW dapat digunakan untuk baja karbon, baja paduan semua *grade*.

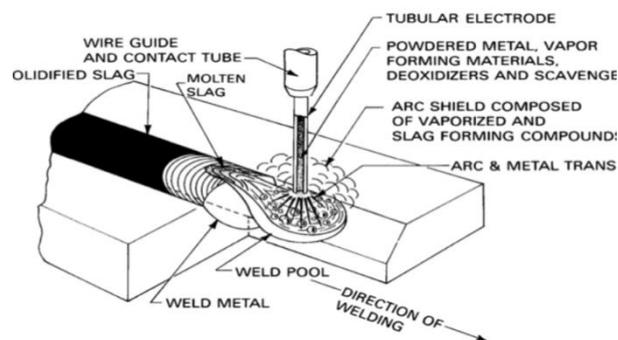


Gambar 2.3 Pengelasan dengan SAW

(Sumber: Bachtiar., 2012)

4. Flux Core Arc Welding (FCAW)

Pengelasan FCAW merupakan macam-macam pengelasan yang hampir sama dengan proses GMAW. Proses pengelasan FCAW menggunakan elektroda berinti sebagai pengganti *solid electrode* dan digunakan untuk menyambung logam *ferrous*. Inti logam dapat berupa atau mengandung mineral, serbuk paduan besi dan material yang dapat berfungsi sebagai *shielding gas*, *deoxidizer* dan pembentuk *slag*. Penambahan ini dapat meningkatkan *arc stability*, sifat mekanik material dan membentuk kontur las.



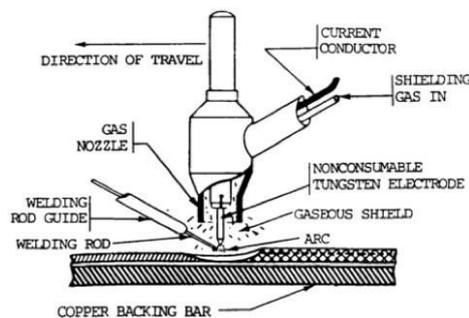
Gambar 2.4 Pengelasan dengan FCAW

(Sumber: Bachtiar., 2012)

5. Gas Tungsten Arc Welding (GTAW)

Macam-macam pengelasan selanjutnya yang juga cukup populer adalah *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW) atau juga sering disebut *Tungsten Inert Gas* (TIG). Elektroda yang digunakan (*tungsten*) tidak ikut melebur, yang melebur adalah bahan pengisi (*filler*) biasa disebut *welding rod*. Busur listrik terjadi antara elektroda dan material dasar (*base metal*), sedangkan *shielding gas* digunakan untuk melindungi elektroda dan logam cair.

Proses pengelasan GTAW pada umumnya menggunakan pengaturan arus secara DCSP (DCEN/ *direct current electrode negative*) untuk material CS, SS, Ti. Sedangkan untuk pengelasan pengelasan Aluminium, magnesium menggunakan DCEP (*direct current electrode positive*). Gas yang digunakan adalah gas mulia; argon, helium atau campuran argon dan helium. Penggunaan proses GTAW dilapangan pada umumnya adalah *Full GTAW*, untuk pipa ketebalan ≤ 5 mm dengan diameter ≤ 4 inch untuk material CS atau material SS semua diameter. Selain itu juga digunakan pada plat tipis bahan SS atau pipa aluminium. Penggunaan berikutnya adalah sebagai *Root* saja (*Filler & Capping* dengan SMAW), biasanya digunakan untuk ketebalan pipa ≥ 6 mm baik material CS atau SS, atau untuk *root welding* pada pipa *cladding*.



Gas tungsten arc (TIG) welding (GTAW).

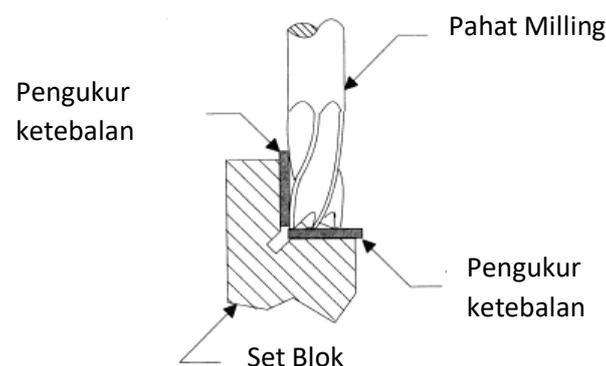
Gambar 2.5 Pengelasan dengan GTAW

(Sumber: Bachtiar., 2012)

2.2 Pengertian *Fixture*

Fixture adalah suatu alat bantu yang berfungsi untuk mengarahkan dan mencekam benda kerja dengan posisi yang tepat dan kuat. Alat ini banyak digunakan pada proses pengerjaan *milling*, *boring* dan biasanya terpasang pada meja mesin seperti ragum pada mesin *milling*, pencekam pada mesin bubut, pencekam pada mesin gergaji, dan pencekam pada mesin gerinda. *Fixture* adalah elemen penting dari proses produksi massal seperti yang diperlukan dalam sebagian besar manufaktur otomatis untuk inspeksi dan operasi perakitan dengan tujuan menempatkan benda kerja ke posisi yang tepat yang diberikan oleh alat potong atau alat pengukur, atau terhadap komponen lain, seperti misalnya dalam perakitan atau pengelasan. Penempatan tersebut harus tepat dalam arti bahwa alat bantu ini harus mencekam dan memposisikan benda kerja di lokasi untuk dilakukan proses permesinan. Ada banyak standar cekam seperti rahang cekam, ragum mesin, *chuck bor*, *collets*, yang banyak digunakan dalam bengkel dan biasanya disimpan di gudang untuk aplikasi umum.

Block set dan alat peraba (*feeler*), pengukur ketebalan (*thickness gauges*) digunakan dengan *Fixture* untuk mengukur jarak dari cutter ke benda kerja. Meskipun sebagian besar digunakan pada mesin *milling*, *Fixtures* yang juga dirancang untuk berbagai operasi permesinan dari alat yang relatif sederhana sampai dengan bentuk yang lebih kompleks.



Gambar 2.6 Block Set sebagai Gauge *Fixture*

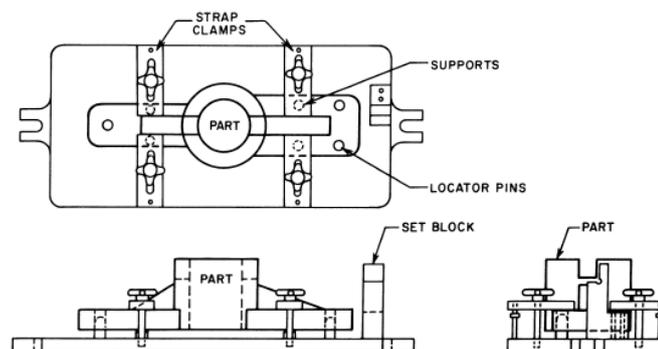
(Sumber: Staffnew., 2019)

2.3 Klasifikasi *Fixture*

Fixture mempunyai fungsi dan konstruksi lebih komplit dari jig sehingga kadang-kadang berfungsi juga sebagai jig. Sesuai dengan fungsinya yaitu memposisikan, mencekam dan mendukung benda kerja maka komponen *Fixture* umumnya terdiri dari tiga bagian yaitu Lokator, Klem dan Rangka/Block sebagai suport tempat pemasangan komponen tersebut. *Fixture* dapat juga diklasifikasikan menurut jenis mesin dimana mereka digunakan. Sebagai contoh, jika sebuah *Fixture* dirancang untuk digunakan pada mesin milling, itu disebut *Fixture* milling. Prinsip yang sama berlaku untuk perlengkapan alat pecekam pada mesin bubut yang juga disebut chuck atau jari-jari pencekam. Jadi menurut jenis pekerjaan, *Fixture* (alat penepat) dapat dan banyak digunakan pada berbagai jenis operasi produksi yaitu:

1. *Fixture* Pelat (*Plat Fixture*)

Alat Bantu ini adalah bentuk sederhana dari *Fixture*. *Fixture* dasar dibuat dari pelat datar yang memiliki berbagai klem dan penepat untuk memegang dan memposisikan benda kerja. *Fixture* yang sederhana ini berguna untuk pengoperasian mesin yang sederhana.

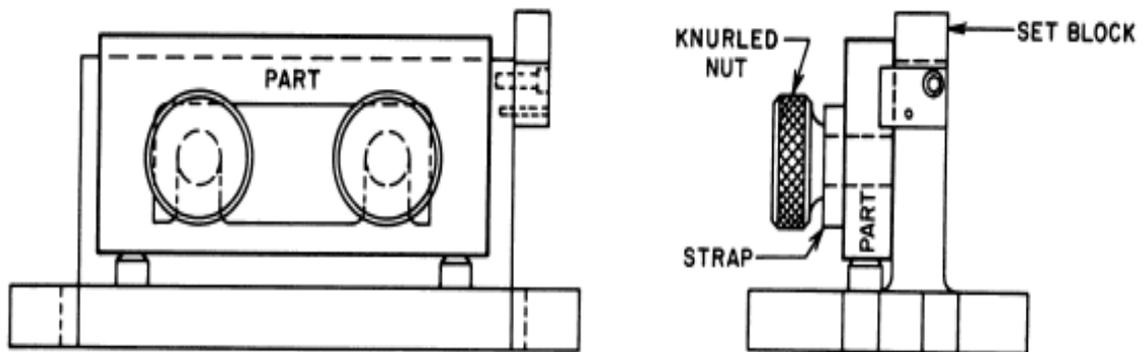


Gambar 2.7 *Plat Fixture*

(Sumber: Staffnew., 2019)

2. *Fixture* Sudut-Pelat (*Angle-Plate Fixture*)

Fixture Sudut-Pelat mempunyai variasi dari piring *Fixture*. Dengan alat ini, benda kerja di cekam dengan posisi sudut yang normal.

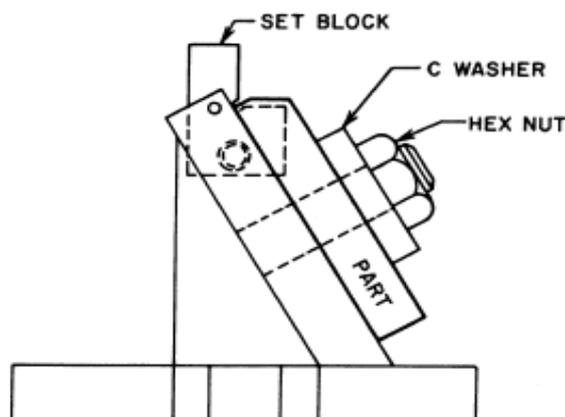


Gambar 2.8 *Fixture* Sudut-Pelat

(Sumber: Staffnew., 2019)

3. *Fixture* Dapat Diubah Sudut (*Modified angle-plate Fixture*)

Sementara sebagian besar sudut-piringan *Fixture* dibuat dengan sudut 90° ada kalanya diperlukan sudut yang lain. Dalam kasus ini, sudut piringan pencekam yang sudutnya dapat diatur sesuai kebutuhan dapat menggunakan *Fixture* tipe ini.

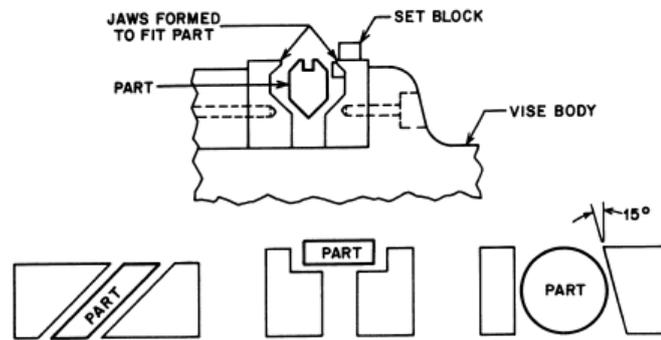


Gambar 2.9 *Modified angle-plate Fixture*

(Sumber: Staffnew., 2019)

4. *Fixture* Vise-rahang (*Vise-jaw Fixture*)

Fixture Vise-rahang digunakan untuk pemesinan dengan komponen kecil. Jenis alat ini, rahang ragum dapat diganti dengan rahang yang dibentuk sesuai benda kerja. *Fixture* Vise-rahang adalah tipe paling murah dan penggunaannya hanya dibatasi oleh ukuran dari vises yang tersedia.

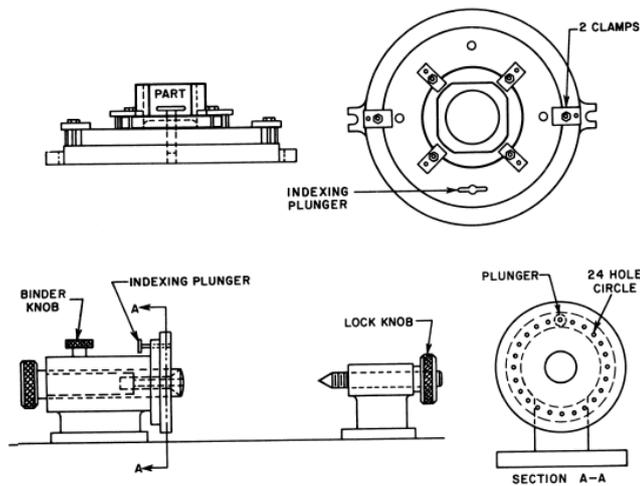


Gambar 2.10 Fixture Vise-rahang

(Sumber: Staffnew., 2019)

5. *Fixture Index (Indexing Fixture)*

Hampir sama dengan *Index Jig. Fixture* ini digunakan untuk benda yang di proses mesin seperti pada gambar 3.5.



Gambar 2.11 Fixture Index

(Sumber: Staffnew., 2019)

6. *Fixture Multistation*

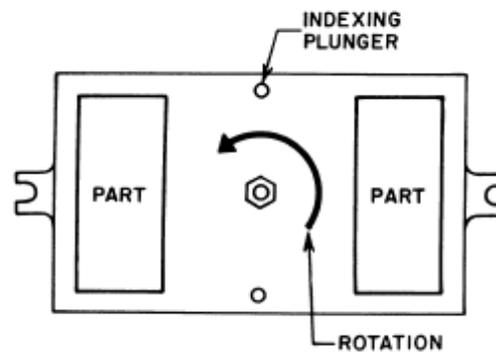


Gambar 2.12 Benda Kerja Yang Di Mesin Dengan *Fixture Index*

(Sumber: Staffnew., 2019)

a. *Fixture Duplex*

Fixture duplex adalah bentuk sederhana dari *Fixture multistation*, dengan hanya menggunakan dua stasiun. Bentuk ini memungkinkan operasi pemasangan dan pembongkaran yang akan dilakukan lebih mudah. Misalnya, setelah operasi mesin selesai pada stasiun 1, alat ini berputar dan siklus diulang di stasiun 2. Pada saat yang sama, bagian yang dibongkar di stasiun 1 dan bagian lain segera diletakkan benda kerja baru.

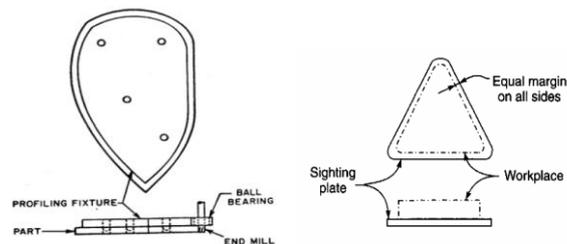


Gambar 2.13 *Fixture Duplex*

(Sumber: Staffnew., 2019)

b. *Fixture Profil*

Fixture Profil digunakan mengarahkan perkakas untuk permesinan kontur dimana mesin secara normal tidak bisa melakukannya. Kontur bisa internal atau eksternal. Gambar 3.8 memperlihatkan bagaimana nok/*cam* secara akurat memotong dengan tetap menjaga kontak antara *Fixture* dan bantalan pada pisau potong fris.



Gambar 2.14 *Fixture Profil*

(Sumber: Staffnew., 2019)

Sekarang ini proses manufaktur telah mengalami kemajuan yang besar. Dengan peralatan modern, proses manufaktur pada industri saat ini telah dapat membuat bagian-bagian mesin lebih cepat dan akurat dari sebelumnya. Meskipun untuk memegang benda kerja memakai metode kerja yang sudah cukup maju, namun prinsip dasar pengekamannya masih sama seperti sebelumnya.

Sistem produksi massal memerlukan metode penempatan benda kerja yang cepat dan mudah dalam pengoperasian yang memerlukan keakuratan yang tinggi. *Jig* dan *Fixtures* adalah alat bantu yang digunakan untuk pembuatan duplikat dan akurat dimana bagian-bagiannya dapat saling dipertukarkan dalam proses manufaktur. Penggunaan *jig* atau *Fixture* membuat operasi menjadi sederhana dan dapat menghemat waktu produksi. *Jig* dan *Fixture* yang berukuran besar digunakan pada perakitan rangka pesawat terbang, dan yang sangat kecil digunakan dalam pembuatan jam tangan. Penggunaan dari keduanya dibatasi hanya sesuai dengan apa yang dikerjakan dan dihayalkan oleh desainer.

Jig dan *Fixture* harus dibuat secara akurat dari bahan yang harus mampu menahan gaya geser dan gaya potong selama proses pengerjaan. Dalam penggunaannya *Jig* dan *Fixture* harus bersih, tidak rusak, bebas dari chip dan benda kerja tidak boleh dipaksa masuk ke dalamnya dan juga harus disimpan dengan baik dan diberi kode penomoran. Alat ini dilengkapi dengan bagian tambahan untuk mengarahkan, pengaturan, dan mendukung alat potong sedemikian rupa sehingga semua benda kerja yang dihasilkan mempunyai bentuk dan ukuran sama. Tenaga kerja tidak terampilpun akan bekerja dengan baik apabila menggunakan *jig* dan *Fixture* dalam pekerjaan produksi dan ini berarti akan berpengaruh terhadap peningkatan efektifitas produksi.

Kedua alat ini biasanya bekerja secara bersamaan sehingga sering disebut *Jig & Fixture* yang dapat digunakan untuk:

1. Menempatkan benda kerja pada posisi yang sesuai dengan kebutuhan
2. Mencekam dan mendukung benda kerja supaya tetap pada posisinya
3. Mempermudah penyetingan benda kerja pada saat awal pengerjaan
4. Mendapatkan kualitas/bentuk dan ukuran produk yang seragam
5. Menyederhanakan proses penyetingan dan pengerjaan benda kerja

sehingga waktu produksi lebih efisien.

2.4 Dasar-dasar Pemilihan Bahan

Setiap perencanaan rancang bangun memerlukan pertimbangan-pertimbangan bahan, agar bahan yang digunakan sesuai dengan yang direncanakan. Hal-hal penting dan mendasar harus diperhatikan dalam pemilihan bahan (Sularso:1997)

1. Sifat Mekanis Bahan

Dalam merencanakan suatu alat, haruslah terlebih dahulu mengetahui sifat mekanis bahan sehingga dapat mengetahui beban, tegangan dan gaya yang terjadi.

2. Sifat Fisis Bahan

Untuk menentukan bahan apa yang digunakan, kita juga harus mengetahui sifat fisisnya. Sifat fisis bahan adalah kekerasan, ketahanan terhadap korosi, titik leleh, dan lain-lain.

3. Sifat Teknik Bahan

Kita harus mengetahui juga sifat teknis bahan, agar dapat diketahui bahan material yang kita gunakan dapat dikerjakan dengan permesinan atau tidak.

4. Mudah di Dapat di Pasaran

Kita harus menentukan bahan yang akan kita gunakan terlebih dahulu apakah mudah didapat atau sulit.

5. Murah Harganya

Harganya juga sangat menentukan bahan apa yang kita gunakan sesuai dengan kebutuhan.

2.5 Bahan dan Komponen

Didalam suatu perencanaan alat, kita harus menentukan alat dan komponen yang kita gunakan dalam proses pembuatan. Sebelum memulai perhitungan, seseorang perencana haruslah terlebih dahulu memilih dan menentukan jenis material yang akan digunakan dengan tidak terlepas dari faktor-faktor yang mendukungnya. Selanjutnya untuk memilih bahan nantinya akan dihadapkan pada perhitungan, yaitu apakah komponen tersebut dapat menahan gaya yang besar,

gaya terhadap beban puntir, beban bengkok, atau terhadap faktor tahanan tekanan. Juga terhadap faktor koreksi yang cepat atau lambat akan sesuai dengan kondisi dan situasi tempat, komponen tersebut digunakan. Didalam menentukan alat dan bahan yang akan kita gunakan nanti, beberapa faktor yang harus kita ketahui seperti ketersediaan, mudah dibentuk, harga yang relatif murah.

1. Gear
2. *Bearing* / Bantalan
3. Baut dan Mur
4. Poros

Adapun kriteria-kriteria pemilihan bahan atau material didalam rancang bangun alat ini adalah

1. *Gear*

Gear adalah sebutan untuk roda gigi yang bekerja pada suatu mesin yang fungsinya adalah untuk mentransmisikan daya. Gear merupakan bagian mesin yang bentuk sederhananya bergerigi, dapat berputar dan biasanya terhubung dengan gear lain untuk mengirimkan torsi. Dua buah gear atau lebih yang bekerja bersama-sama akan menghasilkan tenaga mekanis melalui perputarannya merupakan definisi sederhana dari mesin. Dengan begitu dapat di simpulkan bahwa sebuah mesin pasti memiliki bagian yang di sebut *gear*.



Gambar 2.15 Roda Gigi

Pada umumnya bentuk gigi roda gigi yang banyak diproduksi dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu bentuk involute dan bentuk cycloidal. Yang paling banyak diproduksi adalah bentuk involute karena lebih cocok

untuk keperluan produk-produk permesinan secara umum yang memerlukan ketelitian-ketelitian tertentu. Sedangkan untuk keperluan mesin-mesin dengan beban berat dan pekerjaan kasar biasanya digunakan roda gigi dengan bentuk cycloidal. Dalam bidang permesinan, jenis roda gigi adalah bermacam-macam. Ada yang membedakan roda gigi dari bentuk giginya dan ada pula yang membedakannya menurut posisi dari poros untuk masing-masing roda gigi pada suatu pasangan roda gigi. Akan tetapi, dari dua cara membedakan itu pada dasarnya jenis roda gigi yang dibedakan adalah sama.

Jenis roda gigi berdasarkan bentuk antara lain:

a. Roda Gigi Lurus (*Spur Gear*)

Pada jenis roda gigi ini, pemotongan gigi-giginya adalah searah dengan porosnya. Ada pula jenis gigi lurus lainnya tetapi badan gigi tidak berbentuk lingkaran melainkan berbentuk batang segi empat panjang. Pada permukaan memanjang inilah pemotongan gigi-giginya dilakukan yang arahnya kadang-kadang tegak lurus dan kadang-kadang membentuk sudut terhadap batang gigi (badan gigi). Bentuk gigi yang demikian ini biasa disebut dengan Gigi Rack.

b. Roda Gigi Helix (*Helical Gear*)

Jenis roda gigi ini pemotongan gigi-giginya tidak lurus tetapi sedikit membentuk sudut di sepanjang badan gigi yang berbentuk silinder. Bila dilihat arah alur giginya nampak bahwa alur tersebut membengkok.

c. Roda Gigi Payung (*Straight Bevel Gear*)

Pada jenis roda gigi ini pemotongan gigi-giginya adalah pada bagian yang konis. Pada permukaan yang konis ini gigi-gigi dibentuk yang arahnya lurus dan searah dengan poros roda gigi.

d. Roda Gigi Spiral (*Spiral Gear*)

Gigi-gigi roda gigi spiral arahnya membentuk suatu kurve. Biasanya pemotongan gigi-giginya juga pada permukaan yang konis.

e. Roda Gigi Cacing (*Worm Gear*)

Jenis roda gigi ini biasanya merupakan satu pasangan yang terdiri dari batang berulir cacing dan roda gigi cacing. Pada batang ulir cacing bentuk giginya seperti ulir. Dan pada roda gigi cacing bentuk giginya hampir sama dengan roda gigi helix, akan tetapi permukaan giginya membentuk lengkungan ke dalam.

f. Roda Gigi Dalam (*Internal Gear*)

Pada jenis roda gigi ini pemotongan gigi-giginya adalah pada bagian dalam dari permukaan ring/lubang. Biasanya bentuk giginya adalah lurus seperti roda gigi lurus (spur gear).

Diametral pitch (P) adalah banyaknya gigi untuk tiap satu inchi dari diameter lingkaran pitch. Diametral pitch ini hanya merupakan harga secara hipotesis saja yang harganya tidak bisa diukur. Akan tetapi pengertiannya sangat penting untuk mempertimbangkan proporsi jumlah gigi.

$$P = \frac{N}{D} \dots\dots\dots (\text{Lit. 20, hal. 181})$$

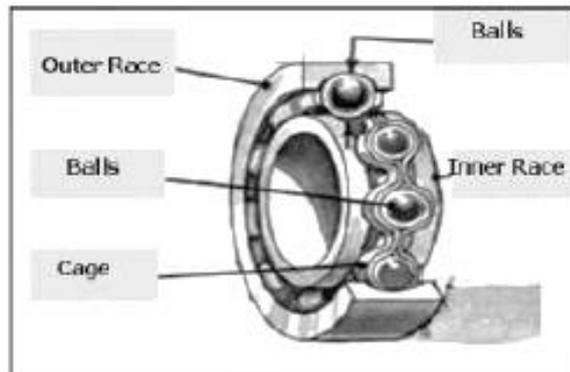
Keterangan :

N = jumlah gigi

D = diameter lingkaran pitch

2. *Bearing* / Bantalan

Bearing (Bantalan) adalah suatu elemen mesin yang digunakan untuk menumpu/mendukung dan membatasi gerak poros, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya berlangsung secara halus, aman dan panjang umur. Bantalan harus terbuat dari bahan yang kokoh, agar poros dan komponen mesin lainnya dapat dapat berfungsi dengan baik. Jika bantalan terbuat dari bahan yang mudah rusak, maka komponen lainnya juga akan rusak.



Gambar 2.16 Komponen bantalan gelinding
(Sumber: Suparjo., 2010)

Bantalan dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Bantalan berdasarkan bentuknya
 - a. Bantalan luncur (*Journal/Sliding Bearing*) adalah bantalan dimana bagian yang bergerak (berputar) dan yang diam melakukan persinggungan secara langsung. Bagian yang bergerak biasanya ujung poros yang juga disebut tap (*Journal*).
 - b. Bantalan gelinding (*Antirifiction Bearing*) adalah bantalan dimana bagian yang bergerak dan yang diam tidak bersinggungan secara langsung, tapi terdapat perantara (media). Bila perantara berbentuk bola (*Ball*) maka disebut *Ball Bearing*, tapi bila perantaranya berbentuk *Roll*, maka disebut *Roll Bearing*.

2. Bantalan berdasarkan arah gaya atau bebannya
 - a. Bantalan radial adalah bantalan yang digunakan untuk menahan beban radial
 - b. Bantalan aksial adalah bantalan yang digunakan untuk menahan beban aksial (beban yang searah dengan sumbu bantalan atau sumbu putaran)

Rumus beban statistik ekuivalen untuk bantalan radial:

$$P = X \cdot V \cdot F_r + Y \cdot F_a \dots\dots\dots (\text{Lit. 4, hal. 41})$$

Keterangan:

P = beban ekivalen

F_r = beban radial sebenarnya

X = faktor radial

V = faktor putaran

= 1,0 untuk *inner ring* yang berputar

= 1,2 untuk *outer ring* yang berputar

F_a = beban aksial sebenarnya

Y = faktor aksial

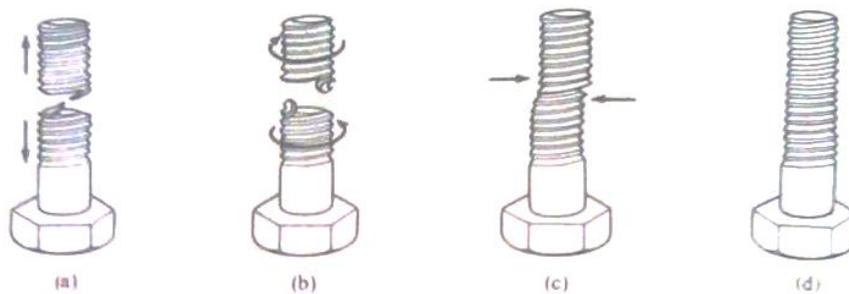
Umur bantalan:

$$L = \left(\frac{c}{p}\right)^k \times 10^6 \dots\dots\dots (\text{Lit. 4, hal. 41})$$

Dimana $k = 3$ untuk *ball bearing*, dan $k = 10/3$ untuk *roller bearing*

3. Baut dan Mur

Baut dan Mur merupakan alat pengikat yang sangat penting. Untuk mencegah kecelakaan atau kerusakan pada mesin, pemilihan baut dan mur sebagai alat pengikat harus dilakukan dengan seksama untuk mendapatkan ukuran yang sesuai. Seperti pada gambar 2.38. diperlihatkan macam-macam kerusakan yang terjadi pada baut.



Gambar 2.17 Komponen bantalan gelinding

(Sumber: Suparjo., 2010)

dari gambar diatas dapat dilihat kerusakan yang terjadi pada baut:

- (a). Putus karena tarikan
- (b). Putus karena puntiran

- (c). Putus karena geser
- (d). Ulir lumur (dol)

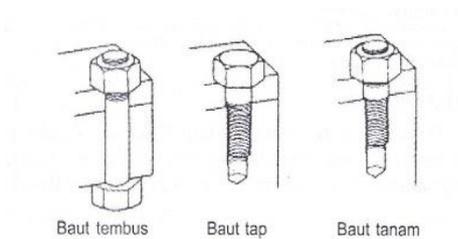
Untuk menentukan ukuran baut dan mur, berbagai faktor harus diperhatikan seperti sifat gaya yang bekerja pada baut, syarat kerja, kekuatan bahan, kelas ketelitian, dll.

Adapun gaya-gaya yang bekerja pada baut dapat berupa:

1. Bahan status aksial murni
2. Beban aksial bersama dengan beban puntir
3. Beban geser
4. Beban tumpuan aksial

Baut digolongkan menurut bentuk kepalanya yaitu segi enam, *Socket*, dan kepala baut mur persegi. Contoh baut dan mur diuraikan di bawah ini:

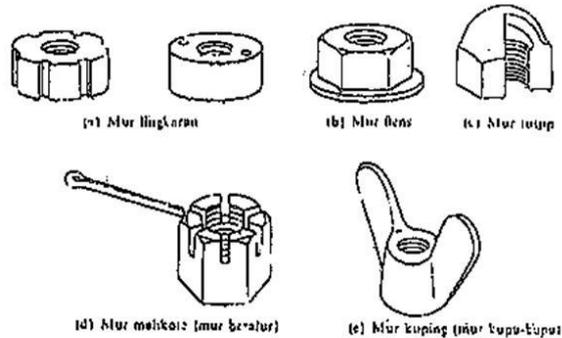
1. Baut penjepit dapat dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu:
 - a. Baut tembus, untuk menjepit dua bagian melalui lubang tembus, di mana jepitan diketatkan dengan sebuah mur.
 - b. Baut tap, untuk menjepit dua bagian, di mana jepitan diketatkan dengan ulir yang ditapkan pada salah satu bagian.
 - c. Baut tanam, merupakan baut tanpa kepala dan diberi ulir pada kedua ujungnya. Untuk dapat menjepit dua bagian, baut ditanam pada salah satu bagian yang mempunyai lubang berulir, dan jepitan diketatkan dengan sebuah mur.



Gambar 2.18 Baut penjepit
(Sumber: Suga, Kiyokatsu dan sularso : hal 293)

2. Mur

Pada umumnya mur mempunyai bentuk segi enam. Tetapi untuk pemakaian khusus dapat dipakai mur dengan bentuk yang bermacam-macam, seperti mur bulat, mur flens, mur tutup, mur mahkota dan mur kuping.



Gambar 2.19 Macam-macam mur

(Sumber: Suga, Kiyokatsu dan sularso : hal 293)

Ditinjau dari pembebanan aksial murni, tegangan tarik yang terjadi pada baut pengikat:

$$\sigma_t = \frac{W}{A} \dots\dots\dots (\text{Lit. 5, hal. 296})$$

Dimana:

σ_t = tegangan tarik (N/mm²)

W = beban (N)

A = luas penampang baut (mm)

4. Ulir

Ulir merupakan suatu yang diputar disekeliling silinder dengan sudutkemiringan tertentu. Ulir juga bisa dikatakan sebagai alur-alur yang melilit padasebuah batang baja / poros yang memilik ukuran tertentu. Defenisi lain dari Uliryaitu garis atau / profil melingkar (melilit pada silinder yang mempunyai sudutkisar atau uliran tetap). Dari pengertian diatas dapat disimpulkan bahwa uliradalah profil

melingkar yang berbentuk seperti alur yang melilit pada silinder yang mempunyai sudut dan kisar tertentu.

a. Fungsi ulir:

Dengan adanya sistem ulir memungkinkan kita untuk menggabungkan atau menyambung beberapa komponen menjadi satu unit produk jadi. Berdasarkan hal ini maka fungsi dari ulir adalah sebagai berikut:

1. Sebagai alat pemersatu, artinya menyatukan beberapa komponen menjadi satu kesatuan yang utuh. Biasanya yang umum digunakan adalah ulir segitiga dengan standart ISO baik British Standart maupun American Standart.
2. Sebagai penerus daya, artinya sistem ulir digunakan untuk memindahkan daya menjadi daya lain sebagai contoh hal tersebut diterapkan pada mekanisme dongkrak, sistem ulir pada poros berulir pada mesin produksi dan lain sebagainya.
3. Mempermudah pekerjaan, sistem ulir mampu menahan / mengangkat beban yang relative berat dengan daya yang relative ringan hal ini bisa kita lihat pada mekanisme pintu air dimana untuk menaik turunkan pintu air yang berat menggunakan sistem ulir dan biasanya ulir yang digunakan adalah ulir segiempat.
4. Sebagai alat untuk mencegah kebocoran terutama pada sistem ulir pipa dengan sistem ulir whitworth yang umum digunakan.

b. Jenis-jenis ulir

Ada 2 macam cara melihat jenis ulir yaitu melalui gerakannya, jumlah ulir tiap gangnya atau biasa dikenal pitch dan bentuk ulir itu sendiri. Lalu yang kedua melalui standart yang digunakan, misalnya ulir *whitworth*, ulir *metric* atau yang lainnya.

1. Jenis ulir menurut gerak alur ulir

Menurut gerakan ulir, ulir dibedakan menjadi 2 macam yaitu ulir kanan dan ulir kiri. Untuk mengetahui apakah ulir tersebut tergolong ulir kanan atau ulir kiri maka dapat dilihat dari arah kemiringan ulir. Atau kita juga bisa mengetahui dengan cara memutar pasangan dari komponen yang berulir misalnya mur atau baut, apabila mur dipasangkan ke baut dan diputar kekanan (searah jarum jam) ternyata murnya bergerak maju maka ulir tersebut adalah ulir kanan begitu juga sebaliknya.

2. Jenis ulir menurut tiap gangnya

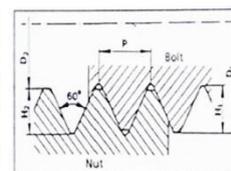
Hal ini dapat dilihat dari puncak ulir tiap gangnya dimana satu putaran untuk ulir ganda akan melewati lebih dari satu puncak ulir atau lebih mudahnya apabila satu putaran ulir ganda jaraknya lebih jauh dibandingkan satu putaran ulir tunggal.

3. Jenis ulir menurut bentuknya

Menurut dari bentuknya ada beberapa macam bentuk ulir, perbedaan bentuk ulir ini biasanya dimaksudkan untuk menunjang kinerja dari ulir tersebut. Selain itu bentuk ulir juga berkaitan dengan standart yang digunakan berikut beberapa jenis ulir.

Thread designation	Pitch P	Bolt		Nut	
		Nominal diameter D_1	Thread height H_1	Core diameter D_2	Thread height H_2
M3	0,5	3,00	0,337	2,459	0,285
M3,5	0,6	3,50	0,416	2,850	0,355
M4	0,7	4,00	0,490	3,242	0,414
M4,5	0,75	4,50	0,529	3,688	0,448
M5	0,8	5,00	0,551	4,134	0,479
M6	1,0	6,00	0,717	4,917	0,609
M8	1,25	8,00	0,907	6,647	0,771
M10	1,5	10,00	1,100	8,376	0,934
M12	1,75	12,00	1,285	10,106	1,098
M14	2,0			11,835	1,257
M16	2,0			13,835	1,257

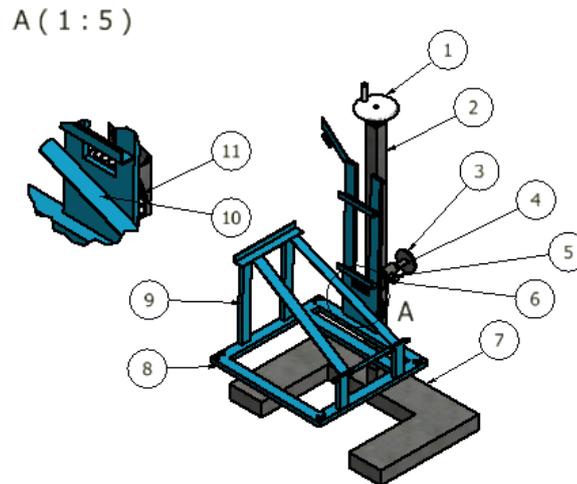
* M. stands for metric standard threads



Gambar 2.20 ukuran standar ulir segitiga Metric

(Sumber: Suga, Kiyokatsu dan sularso : hal 293)

2.6 Alat Penepat Produksi Kursi Dengan Metode Pengelasan



Gambar 2.21 Rancangan Alat Penepat

Nomor	Nama Komponen
1	<i>Handle</i> ketinggian
2	Tiang
3	<i>Handle Fixture</i>
4	Baut stot M12
5	Baut pengunci
6	Gear 7 cm
7	Landasan
8	<i>Fixture</i> / pemegang
9	Tiang <i>Fixture</i>
10	Ball bearing
11	Gear 16 cm

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Alat penepat produksi kursi secara massal dengan metode pengelasan ini membantu proses pemegangan atau *Fixture* kaki kursi yang akan di las dan dapat diputar untuk mempermudah posisi pengelasan karena adanya *handle* pada no. 3 yang bisa diputar dan tiangnya dapat dinaik turunkan menggunakan *handle* pada no. 1 tersebut disesuaikan pada *welder* itu sendiri.

2.7 Proses pembuatan Komponen

Pada proses pembuatan ini meliputi pembuatan komponen dari mesin atau yang akan dibuat sampai dengan proses perakitan, sehingga alat yang akan dibuat

dapat berfungsi sesuai dengan diharapkan. Dalam proses pembuatan alat ini perlu dipertimbangkan mesin apa yang akan digunakan.

2.7.1 Mesin Bor

Bor adalah mesin yang digunakan untuk pengeboran lubang pada sebuah material. Pengeboran juga dapat digunakan untuk menyeleksi lubang sampai ukuran yang tepat, seperti yang sering dilakukan pada lubang besar atau lubang kecil. Berikut rumus perhitungan permesinan pada mesin bor.

$$L = 1 + 0,3 \cdot d \dots\dots\dots (\text{Lit. 2, hal. 83})$$

$$N = \frac{1000 \cdot Vc}{\pi \cdot d} \dots\dots\dots (\text{Lit. 2, hal. 83})$$

Dimana:

- N = Putaran benda kerja (Rpm)
- Vc = Kecepatan potong (m/menit)
- D = Diameter pahat bor (mm)
- L = Panjang langkah (mm)

Rumus perhitungan waktu pengerjaan

$$T_m = \frac{L}{S_r \cdot N} \dots\dots\dots (\text{Lit. 2, hal. 83})$$

$$L = l_a + l$$

Dimana:

- T_m = Waktu pengerjaan (menit)
- L = Kedalaman pengeboran (mm)
- S_r = Ketebalan pemakanan (mm/menit)
- l_a = Jarak Awal Pahat (mm)

2.7.2 Mesin Las Listrik

Las listrik dengan elektroda terbungkus merupakan cara pengelasan yang banyak digunakan. Prosesnya bila arus las tertutup dengan membenturkan elektroda diatas benda kerja dan menariknya sedikit keatas, busur api menyebabkan logam induk elektroda meneruskan energi listrik kebusur api dan dilebur bersama-sama dengan lapisan *fluks*. Kekuatan busur api dibantu oleh

gravitasi dan tegangan permukaan dapat memindahkan tetesan lebur kedalam genangan las, kemudian membeku dibawah tutup pelindung *fluks* yang mengeras yang disebut terak. *Fluks* juga memberikan suatu perisai gas yang melindungi logam cair terhadap ujung elektroda dan genangan cair. Dan juga *fluks* memberikan garam yang menyediakan partikel-partikel ionisasi untuk membantu penyalaan kembali busur api tersebut. Dalam proses kerangka penyambung besi digunakan las listrik dengan elektroda 2,6 mm, elektroda 6013 dan arus listrik yang digunakan 60-100A dengan menggunakan mesin las arus bolak-balik (AC)

Tabel 2.1 Ukuran dan arus elektroda

Ukuran (mm)	Diameter	2,0	2,6	3,2	4,0	5,0
	Panjang	300	350	350	400	400
Jarak arus Listrik	30 – 80	60 – 100	80 – 140	120–190	160-230	

(Sumber: PT. Alam Lestari Unggul Indonesia, *Nikko Steel Welding Elektrodes*)

Adapun perhitungan sambungan las seperti dibawah ini:

- a. Luas penampang las

$$A = t (2 b + 2 . l)$$

Diketahui $t = 0,707s$

Dimana:

l = panjang las

s = ukuran las

t = tebal leher

b = tebal las

- b. Tegangan geser las

$$\tau = \frac{F}{A} \text{ (N/mm}^2 \text{)}$$

- c. Momen lentur las

$$M = p \times e \text{ (Nmm)}$$

- d. Modulus penampang potong (*Section modulus*)

$$Z = t \left(b \cdot l + \frac{b^2}{2} \right)$$

$$= 570 \text{ mm}^3$$

e. Tegangan lentur

$$\sigma_b = \frac{M}{Z} \text{ Nmm}^2$$

f. Tegangan geser maksimal

$$\tau_{maks} = \frac{1}{2} \sqrt{(\sigma_b)}$$

(Sumber Rumus : Modul Elemen mesin I, Universitas Mataram, hal : 59-63)

2.7.3 Mesin Gerinda

Mesin gerinda tangan merupakan mesin yang berfungsi untuk menggerinda benda kerja. Menggerinda dapat bertujuan untuk mengasah benda kerja seperti pisau dan pahat, atau dapat juga bertujuan untuk membentuk benda kerja seperti merapikan hasil pemotongan, merapikan hasil las, membentuk lengkungan pada benda kerja yang bersudut, menyiapkan permukaan benda kerja untuk dilas, dan lain-lain. Mesin Gerinda didesain untuk dapat menghasilkan kecepatan sekitar 11000 – 15000 rpm. Dengan kecepatan tersebut batu gerinda, yang merupakan komposisi aluminium oksida dengan kekasaran serta kekerasan yang sesuai, dapat menggerus permukaan logam sehingga menghasilkan bentuk yang diinginkan. Dengan kecepatan tersebut juga, mesin gerinda dapat digunakan untuk memotong benda logam dengan menggunakan batu gerinda yang dikhususkan untuk memotong.



Gambar 2.22 Mesin Gerinda tangan

(Sumber: Suga, Kiyokatsu dan sularso : hal 293)