

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 kontinu 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.

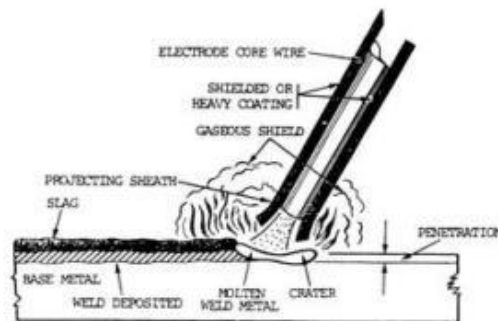
Proses pengelasan tidak sama dengan menyolder di mana untuk menyolder bahan dasar tidak meleleh. Sambungan terjadi dengan melelehkan logam lunak misalnya timah, yang meresap ke pori-pori di permukaan bahan yang akan disambung. Setelah timah solder dingin maka terjadilah sambungan. Perbedaan antara solder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

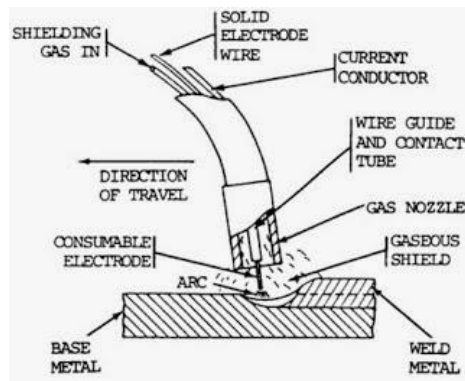
Diantara macam-macam pengelasan yang ada, SMAW merupakan yang paling populer dan banyak digunakan. SMAW sering digunakan baik untuk memenuhi kebutuhan skala rumahan maupun proyek yang besar. Pengelasan SMAW menggunakan elektroda terbungkus yang ikut mencair dan sekaligus sebagai bahan pengisi. Elektroda 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 2.0 Pengelasan dengan SMAW [10]

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).

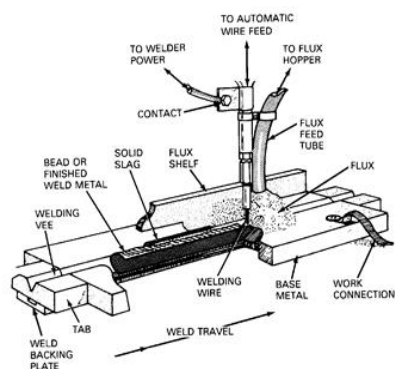


Gambar 2.1 Pengelasan dengan GMAW [9]

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, dibenamkan 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.

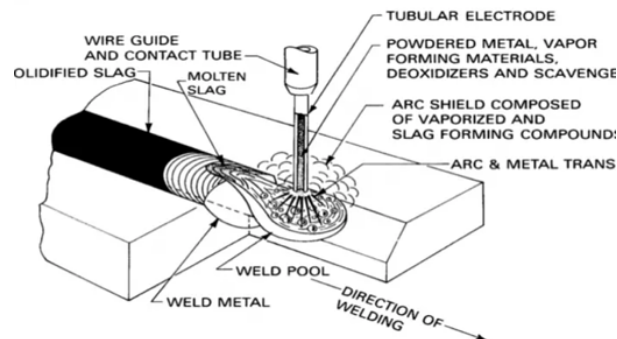
Proses pengelasan SAW banyak digunakan pada material yang berbentuk plat yang tebal. Upaya untuk mendapat kedalaman penetrasi sambungan, makan digunakan arus DCEP. Sambungan dapat di-backing dengan Cu, fluks, berbagai jenis isolasi ataupun baja. Proses pengelasan SAW dapat digunakan untuk baja karbon,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



Gambar 2.2 Pengelasan dengan SAW [11]

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.



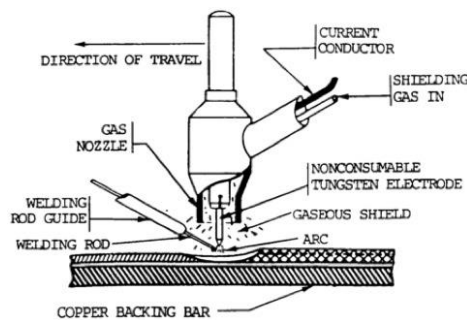
Gambar 2.3 Pengelasan dengan FCAW [2]

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 2.4 Pengelasan dengan GTAW [1]

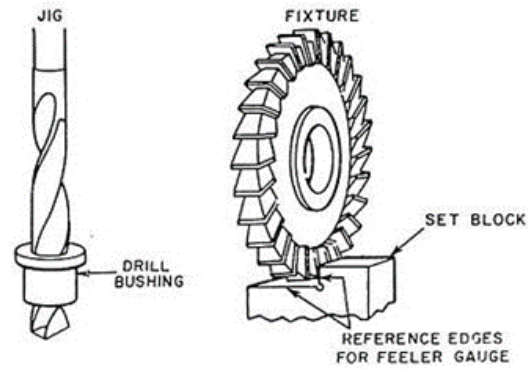
2.2 Pengertian Jig

Jig adalah sebuah alat yang berfungsi untuk mengarahkan sebuah atau lebih alat potong pada posisi yang sesuai dengan proses pengerjaan suatu produk. Dalam proses produksi, *Jig* sering digunakan pada proses pembentukan atau pemotongan baik berupa pelubangan maupun perluasan lubang. Alat bantu ini merupakan peralatan yang terikat secara tetap pada mesin utama. Alat Bantu ini banyak digunakan pada pertukangan kayu, pembentukan logam, dan beberapa kerajinan lainnya yang membantu untuk mengontrol lokasi atau gerakan dari alat potong. Beberapa jenis *jig* juga disebut alat bantu atau juga pengarah. Tujuan utama *jig* adalah untuk pengulangan dan duplikasi yang tepat dari bagian benda kerja untuk proses produksi massal. Sebuah contoh *jig* adalah kunci yang diduplikasi, asli digunakan sebagai *jig* sehingga yang baru dapat memiliki jalur yang sama dengan yang aslinya.

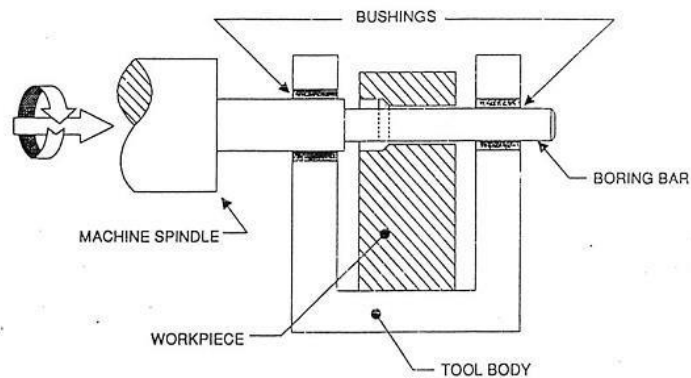
2.3 Jenis - Jenis Jig

Jig bisa dibagi atas 2 kelas yaitu *jig gurdi* dan *jig bor*. *Jig bor* digunakan untuk mengebor lobang yang besar untuk dilobangi. *Jig gurdi* digunakan untuk menggurdi (*drilling*), meluaskan lobang (*reaming*), mengetap, *chamfer*,

counterbore, reverse spotface atau reverse countersink. Jig dasar umumnya hampir sama untuk setiap operasi pemesinan, perbedaannya hanya dalam ukuran dan *bushing* yang digunakan.

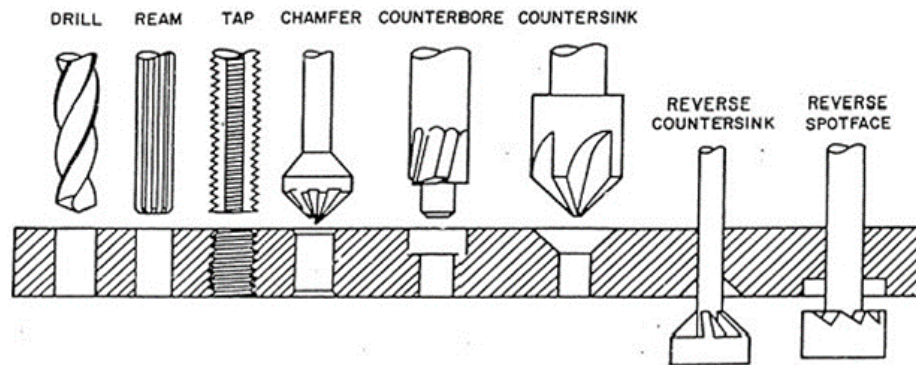


Gambar 2.5 Referensi alat bantu terhadap benda kerja [23]



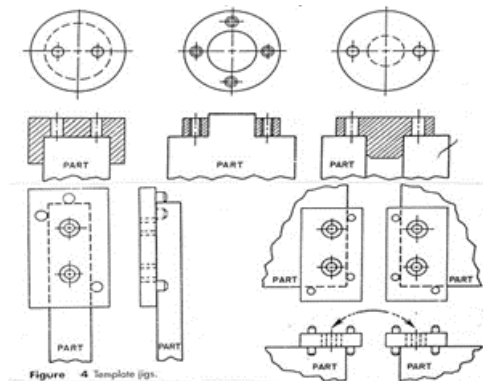
Gambar 2.6 Jig Bor [23]

Jig gurdi bisa dibagi atas 2 tipe umum yaitu tipe terbuka dan tipe tertutup. *Jig gurdi* terbuka adalah untuk operasi sederhana dimana benda kerja dimesin pada hanya satu sisi. *Jig gurdi* tertutup atau kotak digunakan untuk komponen yang dimesin lebih dari satu sisi.



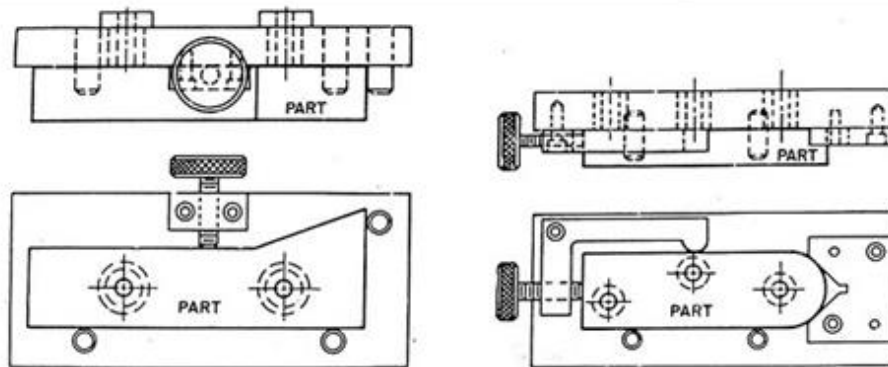
Gambar 2.7 Operasi umum *Jig Gurdi* [23]

Jig template adalah jig yang digunakan untuk keperluan akurasi. Jig tipe ini terpasang diatas, pada atau didalam benda kerja dan tidak diklem. Template bentuknya paling sederhana dan tidak mahal. *Jig* jenis ini bisa mempunyai *bushing* atau tidak.



Gambar 2.8 *Jig Template* [23]

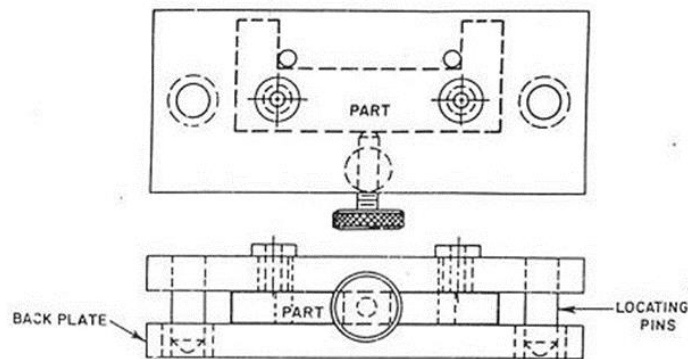
Jig plate sejenis dengan *template*, perbedaannya hanya *jig* jenis ini mempunyai *klem* untuk memegang benda kerja.



Gambar 2.9 *Jig Plate* [23]

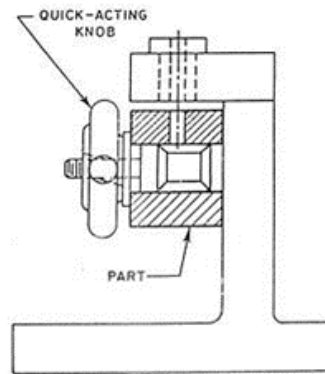
Jig plate kadang-kadang dilengkapi dengan kaki untuk menaikkan benda kerja dari meja terutama untuk benda kerja yang besar. *Jig* jenis ini disebut *jig table/meja*.

Jig sandwich adalah bentuk *jig plate* dengan pelat bawah. *Jig* jenis ini ideal untuk komponen yang tipis atau lunak yang mungkin bengkok atau terlipat pada *jig* jenis lain.



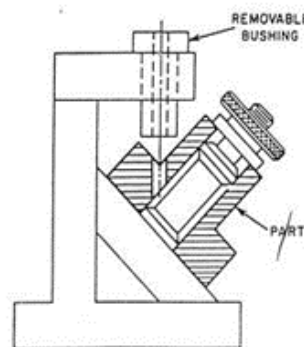
Gambar 2.10 *Jig Sandwich* [23]

Jig angle plate (pelat sudut) digunakan untuk memegang komponen yang dimesin pada sudut tegak lurus terhadap *mounting locator*-nya (dudukan locator) yaitu dudukan untuk alat penepatan posisi benda kerja. Modifikasi *jig* jenis ini dimana sudut pegangnya bisa selain 90 derajat disebut *jig pelat sudut modifikasi*.



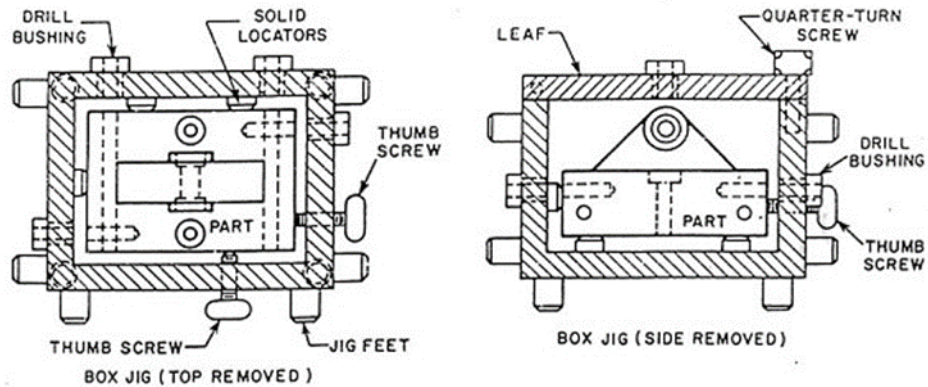
Gambar 2.11 *Jig Angel Plate* [23]

Jig angle plate bisa juga dapat di modifikasi dengan cara memutar bagian bawah seperti gambar di bawah ini.



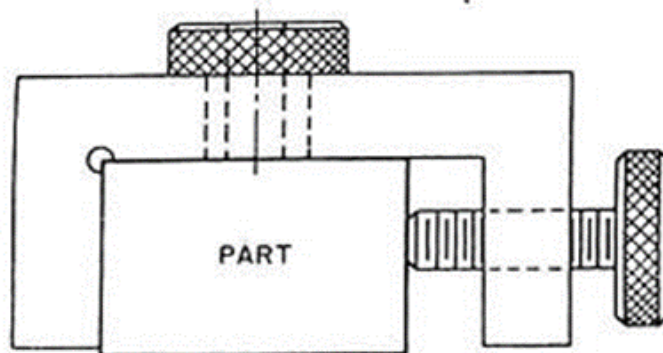
Gambar 2.12 Modifikasi *Jig Angel Plate* [23]

Jig kotak atau *jig tumble*, biasanya mengelilingi komponen (seperti gambar 2.13). *Jig* jenis ini memungkinkan komponen dimesin pada setiap permukaan tanpa memposisikan ulang benda kerja pada *jig*.



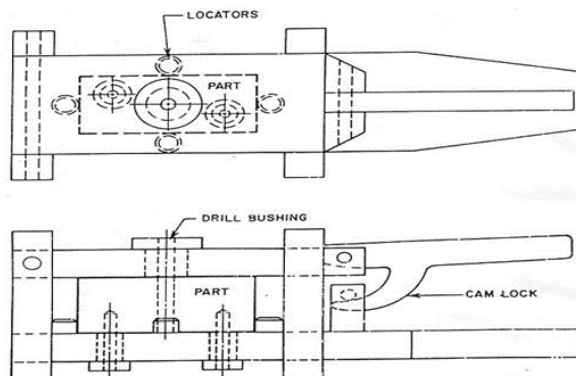
Gambar 2.13 *Jig Kotak atau Tumble* [23]

Jig Channel adalah bentuk paling sederhana dari *jig* kotak. Komponen dipegang diantara dua sisi dan dimesin dari sisi ketiga.



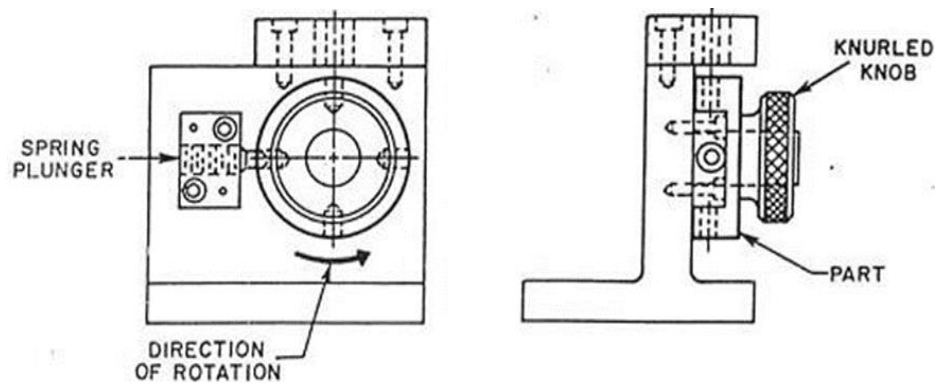
Gambar 2.14 *Jig Channel* [23]

Jig leaf (daun) adalah *jig* kotak dengan engsel daun untuk kemudahan pemuatan dan pelepasan (gambar 2.15). *Jig leaf* biasanya lebih kecil dari *jig* kotak.



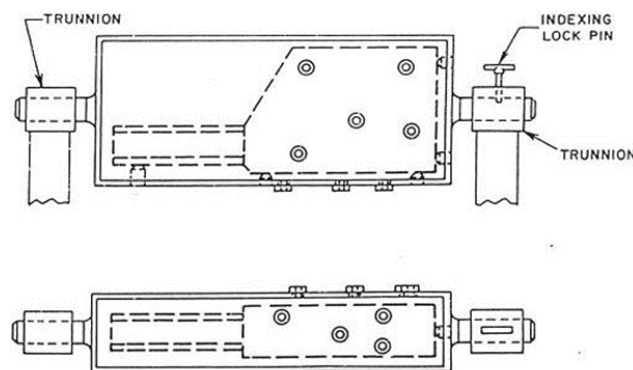
Gambar 2.15 *Jig Leaf* [23]

Jig indexing digunakan untuk meluaskan lobang yang dimesin lainnya disekeliling komponen (gambar 2.16). Untuk melakukan ini, *jig* menggunakan komponen sendiri atau pelat referensi dan sebuah *plunger*. *Jig indexing* yang besar disebut juga *jig rotary*.



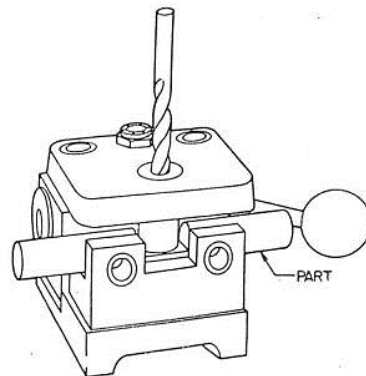
Gambar 2.16 *Jig Indexing* [20]

Jig Trunnion adalah jenis *jig rotary* untuk komponen yang besar atau bentuknya aneh (gambar 2.17). Komponen pertama-tama diletakkan didalam kotak pembawa dan kemudian dipasang pada *trunnion*.



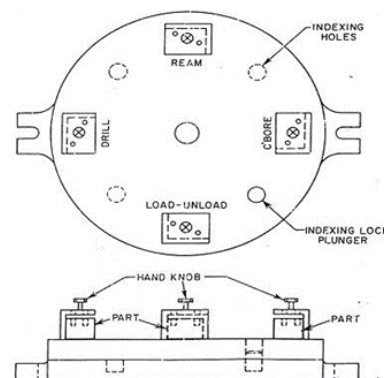
Gambar 2.17 *Jig Trunnion* [23]

Jig pompa adalah *jig komersial* yang mesti disesuaikan oleh pengguna (gambar 2.18). Pelat yang diaktifkan oleh tuas membuat alat ini bisa memasang dan membongkar benda kerja dengan cepat.



Gambar 2.18 *Jig* Pompa [23]

Jig multistation (stasiun banyak) mempunyai bentuk seperti (gambar 2.19). Ciri utama *jig* ini adalah cara menempatkan benda kerja. Ketika satu bagian menggurdi, bagian lain meluaskan lubang (*reaming*) dan bagian ketiga melakukan pekerjaan *counterbore*. Stasiun akhir digunakan untuk melepaskan komponen yang sudah selesai dan mengambil komponen yang baru.



Gambar 2.19 *Jig Multistation* [23]

2.4 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

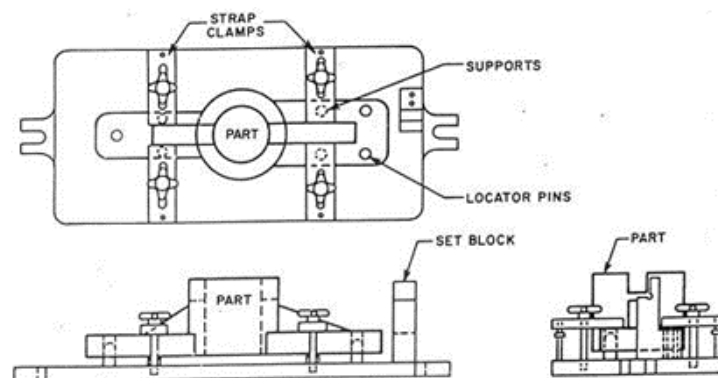
besar manufaktur otomatis untuk inspeksi dan operasi perakitan dengan tujuan menempatkan benda kerja ke posisi yang tepat yang diberikan oleh alat potong atau alat pengukur, atau terhadap komponen lain, seperti misalnya dalam perakitan atau pengelasan. Penempatan tersebut harus tepat dalam arti bahwa 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.

2.5 Jenis – Jenis Fixture

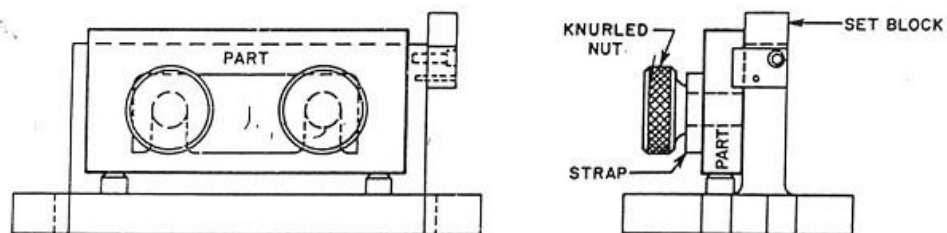
Jenis *fixture* dibedakan terutama oleh bagaimana alat bantu ini dibuat. Perbedaan utama dengan *jig* adalah beratnya. *Fixture* dibuat lebih kuat dan berat dari *jig* dikarenakan gaya perkakas yang lebih tinggi.

Fixture pelat adalah bentuk paling sederhana dari *fixture* (gambar 2.21). *Fixture* dasar dibuat dari pelat datar yang mempunyai variasi klem dan *locator* untuk memegang dan memposisikan benda kerja. Konstruksi *fixture* ini sederhana sehingga bisa digunakan pada hampir semua proses pemesinan.

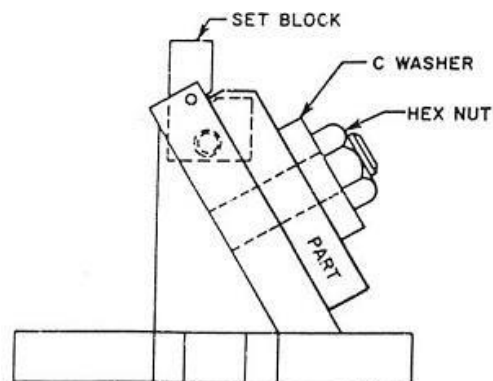


Gambar 2.20 *Fixture* Pelat [23]

Fixture pelat sudut adalah variasi dari *fixture* pelat (gambar 2.21). Dengan *fixture* jenis ini, komponen biasanya dimesin pada sudut tegak lurus terhadap *locator*nya. Jika sudutnya selain 90 derajat, *fixture* pelat sudut yang dimodifikasi bisa digunakan (gambar 2.21).

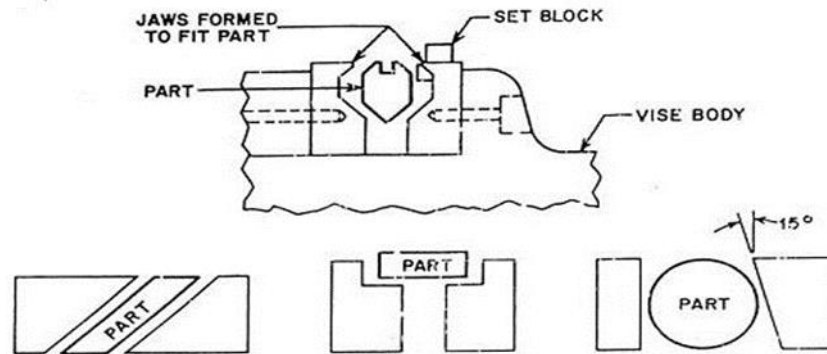


Gambar 2.21 *Fixture* pelat sudut [23]



Gambar 2.22 *Fixture* pelat sudut modifikasi [23]

Fixture vise-jaw, digunakan untuk pemesinan komponen kecil (gambar 2.23). Dengan alat ini, *vise jaw* standar digantikan dengan *jaw* yang dibentuk sesuai dengan bentuk komponen.

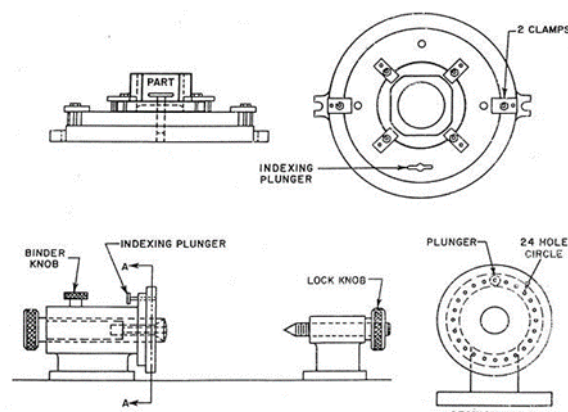


Gambar 2.23 Fixture vise-jaw [23]

Fixture indexing mempunyai bentuk yang hampir sama dengan *jig indexing* (gambar 2.25). *Fixture* jenis ini digunakan untuk pemesinan komponen yang mempunyai detail pemesinan untuk rongga yang detil. Gambar 2.24 adalah contoh komponen yang menggunakan *fixture* ini.

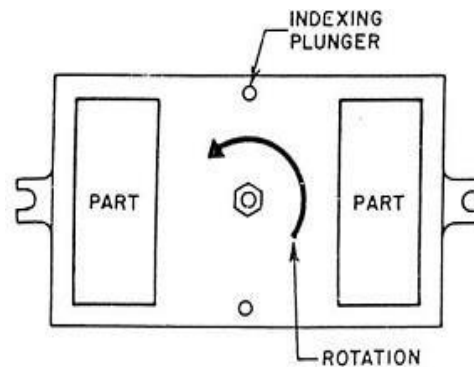


Gambar 2.24 Fixture indeks [23]



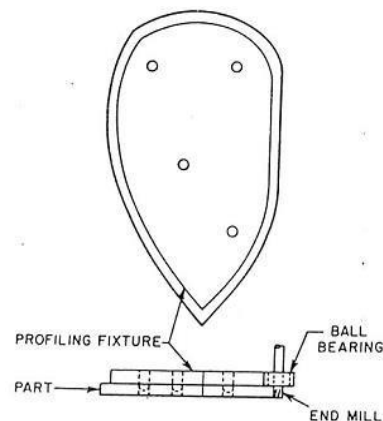
Gambar 2.25 Komponen mesin dengan menggunakan *Fixture* [23]

Indeks Fixture Duplex adalah jenis paling sederhana dari jenis ini dimana hanya ada dua stasiun (gambar 2.26). Mesin tersebut bisa memasang dan melepaskan benda kerja ketika pekerjaan pemesinan berjalan.



Gambar 2.26 *Fixture duplex* [23]

Fixture profil digunakan mengarahkan perkakas untuk pemesian kontur mesin secara normal tidak bias melakukan. Kontur bisa internal atau eksternal. Gambar 2.27 memperlihatkan bagaimana nok/cam secara akurat memotong dengan tetap menjaga kontak antara fixture dan bantalan pada pisau potong fris.



Gambar 2.27 *Fixture profil* [23]

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.

Sistem produksi massal memerlukan metode penempatan benda kerja yang cepat dan mudah dalam pengoprasian yang memerlukan keakuratan yang tinggi. *Jig* dan *Fixture* adalah alat bantu yang digunakan untuk pembuatan duplikat dan akurat dimana bagian-bagiannya dapat saling diperlukan dalam proses menufaktur. Penggunaan *Jig* atau *Fixture* membuat oprasi menjadi lebih 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 pekerjaan. Dalam penggunaannya *Jig* dan *Fixture* harus bersih, tidak rusak, bebas dari *chip* dan benda kerja tidak boleh dipaksamasuk ke dalamnya dan juga harus disimpan dengan baik dan diberi kode penomoran. Alat ini dilengkapi dengan bagian tambahan untuk mengaahkan, pengaturan, dan mendukung alat potong sedemikian rupa sehingga semua benda kerja yang dihasilkan mempunyai bentuk dan ukuran sama. Tenaga kerja tidak terampil pun 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
2. Mencengkam 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.

2.6 Dasar-Dasar Pemilihan Bahan

Di dalam merencanakan suatu alat perlu sekali memperhitungkan dan memilih bahan-bahan yang akan digunakan, apakah bahan tersebut sudah sesuai dengan kebutuhan baik itu secara dimensi ukuran ataupun secara sifat dan karakteristik bahan yang akan digunakan. Berdasarkan pemilihan bahan yang sesuai maka akan sangat menunjang keberhasilan dalam perencanaan tersebut, adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan bahan yaitu :

1. Fungsi Dari Komponen

Dalam perencanaan ini, komponen-komponen yang direncanakan mempunyai fungsi yang berbeda-beda. Yang dimaksud dengan fungsinya adalah bagian-bagian utama dari perencanaan atau bahan yang akan dibuat dan dibeli harus sesuai dengan fungsi dan kegunaan dari bagian-bagian bahan masing-masing. Namun pada bagian-bagian tertentu atau bagian bahan yang mendapat beban yang lebih besar, bahan yang dipakai tentunya lebih keras. Oleh karena itu penulis memperhatikan jenis bahanyang digunakan sangat perlu untuk diperhatikan.

2. Sifat Mekanis Bahan

Dalam perencanaan perlu diketahui sifat mekanis dari bahan, hal ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dalam penggunaan bahan. Dengan diketahuinya sifat mekanis dari bahan maka akan diketahui pula kekuatan dari bahan tersebut. Dengan demikian akan mempermudah dalam perhitungan kekuatan atau kemampuan bahan yang akan dipergunakan pada setiap komponen. Tentu saja hal ini akan berhubungan dengan beban yang akan diberikan pada komponen tersebut. Sifat-sifat mekanis bahan yang dimaksud berupa kekuatan tarik, tegangan geser, modulus elastisitas dan sebagainya.

3. Sifat Fisis Bahan

Sifat fisis bahan juga perlu diketahui untuk menentukan bahan apa yang akan dipakai. Sifat fisis yang dimaksud disini seperti : kekasaran,kekakuan, ketahanan terhadap korosi, tahan terhadap gesekan dan lain sebagainya.

4. Bahan Mudah Didapat

Bahan-bahan yang akan dipergunakan untuk komponen suatu mesin yang akan direncanakan hendaknya diusahakan agar mudah didapat dipasaran, karena apabila nanti terjadi kerusakan akan mudah dalam pengantiannya. Meskipun bahan yang akan direncanakan telah diperhitungkan dengan baik, akan tetapi jika tidak didukung oleh persediaan bahan yang ada dipasaran, maka pembuatan suatu alat tidak akan dapat terlaksana dengan baik, karena terhambat oleh pengadaan bahan yang sulit. Oleh karena itu perencana harus mengetahui bahan-bahan yang ada dan banyak dipasaran.

5. Harga Relatif Murah

Untuk membuat komponen-komponen yang direncanakan maka diusahakan bahan-bahan yang akan digunakan harganya harus semurah mungkin dengan tanpa mengurangi karakteristik dan kualitas bahan tersebut. Dengan demikian dapat mengurangi biaya produksi dari komponen yang direncanakan.

Bahan dan Komponen

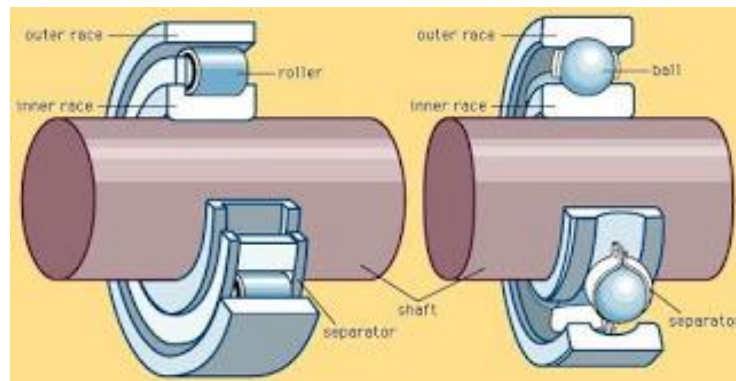
Dalam suatu perencanaan alat, kita harus menentukan alat dan komponen yang kita gunakan dalam proses pembuatan. Sebelum memulai perhitungan, seseorang perencana haruslah terlebih dahulu memilih dan menentukan jenis material yang akan digunakan dengan tidak terlepas dari faktor-faktor yang mendukungnya. 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. Dalam menentukan alat dan bahan yang akan kita gunakan nanti, beberapa faktor yang harus kita ketahui seperti ketersediaan, mudah dibentuk, harga relatif murah.

1. *Bearing* / Bantalan
2. Baut dan Mur

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

1. *Bearing* / Bantalan

Bantalan (*bearing*) merupakan salah satu komponen yang biasa terdapat pada mesin yang berfungsi menumpu poros yang mempunyai beban tertentu, sehingga gerak berputar atau gerakan bolak balik dapat berlangsung dengan halus, aman dan komponen tersebut dapat tahan lama. Bantalan yang digunakan pada elemen mesin harus memiliki kekuatan dan daya tahan yang mumpuni komponen mesin lain dapat bekerja dengan baik. Kerusakan pada bantalan (*bearing*) akan sangat berpengaruh dan berdampak pada menurunnya kinerja mesin secara total.

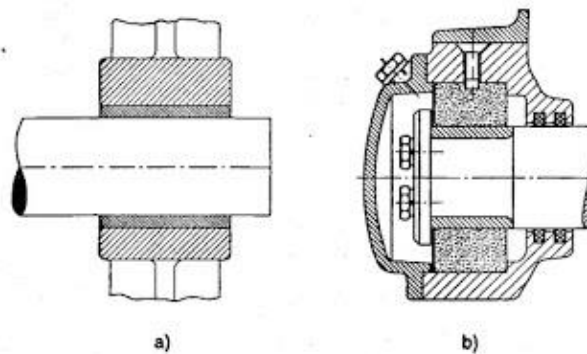


Gambar 2.28 *Bearing* atau Bantalan [12]

1. Bantalan dapat di klasifikasikan sebagai berikut :

a. *Journal Bearing* (Bantalan Luncur)

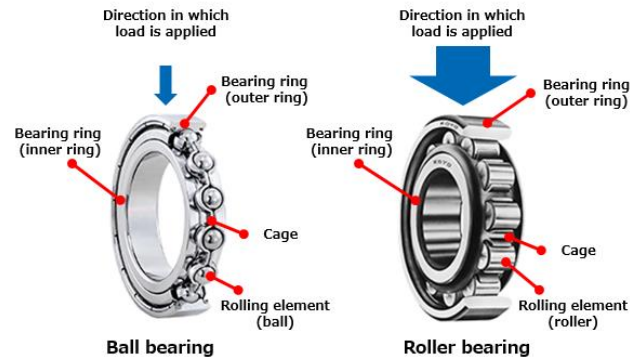
Pada bearing ini terjadi gesekan luncur antara poros dan bearing, karena permukaan poros yang berputar bersentuhan langsung dengan bearing yang diam. Lapisan minyak pelumas sangat diperlukan untuk memperkecil gaya gesek dan temperatur yang timbul akibat gesekan tersebut.



Gambar 2.29 a. *Journal Bearing*, b. *Rolling Bearing* [12]

b. *Rolling Bearing* (Bantalan Gelinding)

Pada *bearing* ini terjadi gesekan gelinding antara bagian yang berputar dengan bagian yang diam pada bearing, bagian yang berputar tersebut adalah : bola, silinder dan jarum, antara poros dan bearing tidak terjadi gesekan.



Gambar 2.30 *Ball Bearing* dan *Roll Bearing* [12]

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)

bebas statistik ekivalen untuk bantalan radial :

$$P = /X \cdot V \cdot F_r = Y \cdot F_a$$

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

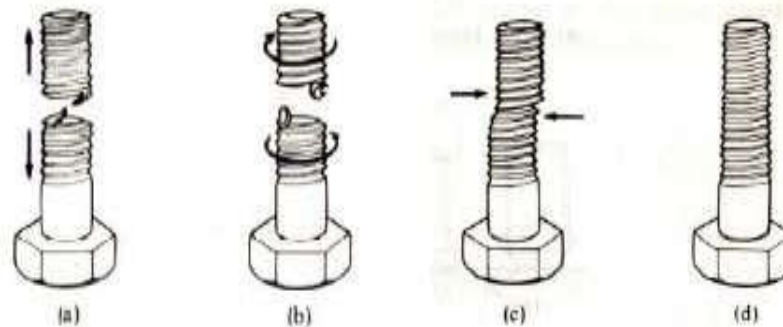
Umur Bantalan :

$$L = \left(\frac{C}{p}\right)^k \times 10^6$$

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

2. Baut dan Mur

Baut dan Mur merupakan alat pengikat yang sangat penting. Untuk mencegah kecelakaan atau kerusakan pada mesin, pemilihan baut dan mur sebagai pengikat harus dilakukan dengan seksama untuk mendapatkan ukuran yang sesuai. Seperti pada gambar 2.32 diperlihatkan macam-macam kerusakan pada baut.



Gambar 2.31 Jenis – Jenis Kerusakann pada baut [21]

- a. Putus karena tarikan
- b. Putus karena puntiran
- c. Tergeser
- d. Ulir lumur (dol)

Dalam beberapa pengujian, kerusakan disebabkan oleh pemberian beban tekan dongkrak sehingga pembebanan terjadi pada baut yang dipasangkan pada plat pengujian sehinggamengakibatkan terjadinya konsentrasi tegangan dan membuat pergeseran pada plat makamenyebabkan patah atau putusnya baut.

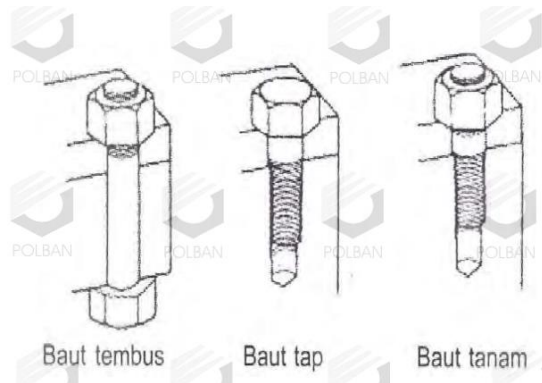
Adapun gaya-gaya yang bekerja pada baut dapat berupa :

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

Baut digolongkan menurut bentuk kepalanya yaitu segi enam, *socket*, dan kepala baut mur persegi. Contoh Baut dan Mur diuraikan dibawah ini :

1. Baut penjepit dibagi beberapa bagian, yaitu :
 - a. Baut tembus, untuk menjepit dua bgaian melalui lubang tembus, dimana jepitan diketatkan dengan sebuah mur.

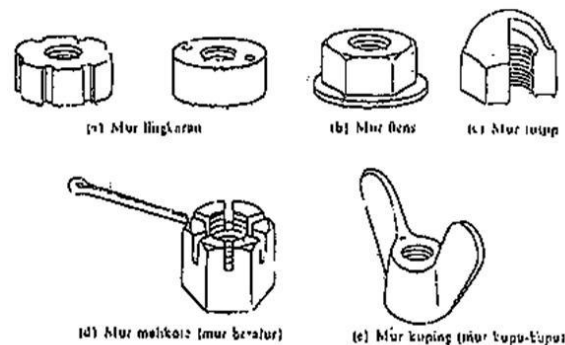
- b. Baut tap, untuk menjepit dua bagian, dimana jepitan diketatkan dengan ulir yang ditapkan pada salah satu bagian.
- c. Baut tanam, merupakan baut tanpa kepala dan diberi ulir pada kedua ujungnya. Untuk dapat menjepit dua bagian, baut ditanam pada salah satu bagian yang mempunyai lubang berulir, dan jepitan diketatkan dengan sebuah mur.



Gambar 2.32 Baut penjepit [4]

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 2.33 Macam-macam mur [4]

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

$$\sigma_t = \frac{W}{A}$$

Dimana :

σ_t	= tegangan tarik (N/mm ²)
W	= beban (N)
A	= luas penampang baut (mm)

2.9 Proses pembuatan Komponen

Pada proses pembuatan ini meliputi pembuatan komponen dari mesin atau yang akan di buat sampai dengan proses perakitan, sehingga alat yang akan dibuat dapat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Dalam proses pembuatan alat ini perlu dipertimbangkan mesin apa yang akan digunakan.

2.9.1 Mesin Gerinda

Mesin gerinda merupakan mesin yang berfungsi untuk menggerinda benda kerja. Menggerinda dapat bertujuan untuk mengasah benda kerja seperti pisau atau pahat, atau dapat juga bertujuan untuk membentuk benda kerja seperti merapihkan hasil pemotongan, merapihkan hasil las, membentuk lengkungan pada benda kerja yang bersudut 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 2.34 Mesin Gerinda Tangan [13]

2.9.2 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 dilakukan pada lubang besar atau lubang kecil. Berikut rumus perhitungan mesin bor.

$$L = 1 + 0,3 \cdot d$$

$$N = \frac{1000 \cdot Vc}{\pi \cdot d}$$

Dimana :

N = Putaran benda kerja (Rpm)

Vc = Kecepatan potong (m/menit)

D = Diameter pahat bor (mm)

L = Panjang langkah (mm)

Rumus perhitungan waktu pengerjaan

$$Tm = \frac{L}{Sr \cdot N}$$

$$L = la + l$$

Dimana :

Tm = Waktu pengerjaan (menit)

L = Kedalaman pengerboran (mm)

Sr = Ketebalan pemakanan (mm/menit)

La = Jarak awal pahat (mm)

2.9.3 Mesin Las Listrik

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 2.0 Ukuran dan arus elektroda

Ukuran	Diameter	2,0	2,6	3,2	4,0	5,0
(mm)	Panjang	300	350	350	400	400
Jarak arus listrik		0-80	0-100	0-140	0-160	0-230

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)

$$\begin{aligned} Z &= t \left(b \cdot l + \frac{b^2}{2} \right) \\ &= 570\text{mm} \end{aligned}$$

e. Tegangan lentur

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

f. Tegangan geser maksimal

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

