

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Positioner merupakan suatu alat bantu pengelasan yang digunakan untuk membantu serta mempermudah pekerja dalam melakukan proses pengelasan agar dapat lebih efisien. *Positioner* dapat bergerak berbagai arah yang memiliki 3 axis. Sehingga dapat membuat benda las bergerak dengan mobile sesuai keinginan pekerja pada proses pengelasan.

Agar dapat digunakan benda kerja yang ingin ditempatkan pada *Positioner* di buat jig agar lebih mudah di cekam. Sesuaikan ketinggian *positioner* dengan postur pekerja dengan cara menaik-turunkan suaian pada sliding mast *positioner*, pasang benda kerja yang telah diberi *jig* pada *vice* yang terdapat pada lengan *positioner*. Naik-turunkan lengan *positioner* agar titik berat seimbang serta agar membentuk sudut pengelasan yang di inginkan dengan cara memutar tuas yang terdapat pada lengan, putar *vice* ataupun benda kerja untuk menemukan sisi yang ingin di las kemudian kunci *vice* dengan menggunakan *stopper*. Jika benda kerja ingin di baringkan ataupun diputar, putar lengan *positioner* sampai bagian yang di inginkan kemudian kunci *vice* dengan menggunakan *stopper*, setelah proses penyetingan selesai benda kerja siap di las serta benda kerja dapat di gerakkan dengan mobile serta efisien.

2.1 Proses Pengelasan

Las menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (1994), " adalah penyambungan besi dengan cara membakar. Dalam referensi-referensi teknis, terdapat beberapa definisi dari Las, yakni sebagai berikut :

Berdasarkan defenisi dari Deutche Industrie Normen (DIN) dalam Harsono dkk(1991:1), mendefinisikan bahwa " las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilakukan dalam keadaan lumer atau cair ". Sedangkan menurut maman suratman (2001:1) mengatakan tentang

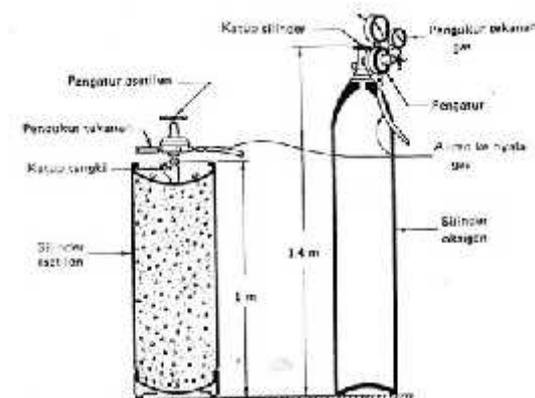
pengertian mengelas yaitu salah satu cara menyambung dua bagian logam secara permanen dengan menggunakan tenaga panas. Sedangkan Sriwidartha, Las adalah suatu cara untuk menyambung benda padat dengan dengan jalan mencairkannya melalui pemanasan.

Dari beberapa pendapat diatas, maka dapat disimpulkan bahwa kerja las adalah menyambung dua bagian logam atau lebih dengan menggunakan energi panas. Proses pengelasan dibagi dalam dua katagori utama, yaitu pengelasan Gas dan pengelasan Listrik.

2.1.1 Pengelasan Gas

Pengelasan Gas merupakan proses pengelasan lebur dengan menggunakan nyala api temperatur tinggi yang diperoleh dari hasil pembakaran gas asetilen dengan oksigen. Nyala api diarahkan oleh ujung pembakar (*welding torch tip*). Pengelasan dapat dilakukan dengan atau tanpa logam pengisi, dan tekanan kadang-kadang digunakan untuk menyatukan kedua permukaan benda kerja yang akan disambung. Gambar sketsa pengelasan oksi-asetilen ditunjukkan dalam gambar 2.5.

Bila digunakan logam pengisi, maka komposisi logam pengisi harus sama dengan komposisi logam dasar. Logam pengisi sering dilapisi dengan fluks, untuk membantu membersihkan permukaan dan melindungi las-an agar tidak terjadi oksidasi.



Gambar 2.1 Pengelasan oksi-asetilen

Nyala api dalam pengelasan oksasi-asetilen dihasilkan oleh reaksi kimia asetilen (C_2H_2) dan oksigen (O_2) dalam dua tahapan.

Tahapan pertama ditentukan oleh reaksi :



Hasil reaksi tersebut mudah terbakar, sehingga menyebabkan reaksi yang tahapan kedua :



Dua tahapan pembakaran dapat dilihat dalam emisi nyala api oksasi-asetilen yang keluar dari ujung pembakar. Nyala api terbagi menjadi 3 Jenis, yaitu sebagai berikut :

1. Nyala Api Netral

Nyala Netral ini terjadi pada saat kita membuka gas oksigen dan asetilen dengan perbandingan kira-kira 1 : 1. Nyala Netral digunakan untuk mengelas Baja, besi cor, baja tahan karat dan tembaga.

2. Nyala Api Karburasi

Nyala Karburasi terjadi apabila terdapat kelebihan asetilen dan pada nyala akan dijumpai tiga daerah dimana antara kerucut nyala dan selubung luar akan terdapat kerucut antara yang berwarna keputih-putihan.

Nyala Karburasi digunakan untuk pengelasan logam Monel, Nikel, berbagai jenis baja dan bermacam-macam bahan pengerasan permukaan nonferous.

3. Nyala Api Oksidasi

Nyala oksidasi adalah apabila terdapat kelebihan gas oksigen. Nyalanya mirip dengan nyala netral hanya kerucut nyala bagian dalam lebih pendek dan selubung luar lebih jelas warnanya. Nyala oksidasi digunakan untuk pengelasan kuningan dan perunggu.

2.1.2 Pengelasan Listrik

Pada Las Listrik, panas yang diperoleh untuk proses pelelehan diperoleh dari perbedaan tegangan antara ujung tangkai las dengan benda yang akan di las. Kalau elektroda las cukup dekat dengan benda yang akan dikerjakan itu, akan terjadi loncatan bunga api permanen yang berasal dari arus listrik. Selama melakukan las listrik, tetesan elektroda lempengan logam berdiameter tertentu, berjatuhannya menjadi kumpulan cairan logam.

Salah satu metode modern dari las listrik adalah las plasma . Plasma adalah gas panas yang suhunya sedemikian tinggi sehingga elektron luar molekul-molekul gas terpisahkan dan membentuk ion. Elektroda untuk las plasma dibuat dari bahan yang kuat, misalnya wolfram

Arus listrik mengionisasi gas plasma sehingga terjadi arus tunggal. Sewaktu terbentuk cairan panas, kawat las bisa ditambahkan.

Las Plasma sangat stabil. Cara ini bisa dijalankan secara otomatis, antara lain karena hasil pengelasan tidak terpengaruh oleh panjang arus. Karena las plasma sangat cepat, ia bisa digunakan untuk memasang lapisan anti karat dan anti aus pada konstruksi baja.

Las Listrik merupakan dasar dari banyak proses las dengan aplikasi khusus. Las Listrik terbagi menjadi 4 jenis nyala busur listrik, yaitu sebagai berikut :

1. Las busur dengan elektroda berselaput fluks

Las busur ini lebih dikenal umum dan banyak pemakaiannya. Busur listrik yang terjadi di antara elektroda dan benda kerja akan mencairkan elektroda dan sebagian bahan dasar. Selaput elektroda yang turut terbakar akan mencair dan menghasilkan gas yang melindungi ujung elektroda, kawah las, busur listrik, dan daerah las di sekitar busur listrik terhadap pengaruh udara luar (oksidasi)

2. Las busur gas TIG (Tungsten Inert Gas)

Las busur gas TIG menggunakan elektroda wolfram yang tidak berfungsi sebagai bahan tambah. Busur listrik yang terjadi antara ujung elektroda wolfram dan bahan dasar merupakan sumber panas

pengelasan. Elektroda wolfram yang mempunyai titik cair tinggi (3800°C), tidak ikut mencair pada saat terjadi busur listrik.

Tangkai las dilengkapi dengan nosel keramik untuk menyambung gas pelindung yang melindungi daerah las dari pengaruh luar pada saat pengelasan. Sebagai gas pelindung digunakan gas argon, helium, atau campuran keduanya, tergantung dari jenis logam yang akan disambung. Tangkai las TIG biasanya didinginkan dengan air yang bersirkulasi.

Sebagai bahan tambah digunakan kawat las tanpa adanya selaput, yang digerakan dan didekatkan ke busur listrik yang terjadi antara elektroda wolfram dengan bahan dasar.

3. Las busur gas MIG (Metal Inert Gas)

Pada las busur MIG, digunakan kawat las yang sekaligus berfungsi sebagai elektroda. Elektroda tersebut berupa gulungan kawat yang gerakannya diatur oleh motor listrik. Kecepatan gerakan elektroda dapat diatur sesuai dengan kebutuhan.

Tangkai las dilengkapi dengan nosel logam untuk menyemburkan gas pelindung yang dialirkan dari tabung gas melalui selang gas. Gas yang adalah CO_2 untuk pengelasan baja dan baja lunak. Argon atau campuran argon dan helium, digunakan untuk pengelasan aluminium dan baja tahan karat.

4. Las busur rendam (submerged)

Las busur jenis ini umumnya bekerja secara otomatis dan semi otomatis menggunakan fluks serbuk sebagai bahan pelindungnya. Busur listrik di antara ujung elektroda dan bahan dasar berada dalam timbunan fluks serbuk, sehingga tidak terjadi sinar las yang keluar seperti pada las busur yang lainnya, dan operator las tidak perlu menggunakan kaca pelindung.

Pada waktu pengelasan, fluks serbuk mencair dan membeku menutupi lapisan las. Sebagian fluks serbuk yang tidak mencair dapat dipakai lagi setelah dibersihkan dari terak terak las. Elektroda berupa

kawat tanpa selaput berbentuk gulungan, digerakan oleh motor listrik yang kecepatannya dapat diatur sesuai kebutuhan.

2.1.3 Posisi Pengelasan

Posisi pengelasan atau sikap pengelasan adalah pengaturan posisi dan gerakan arah dari pada elektroda sewaktu mengelas. Menurut Fadli (2008), posisi mengelas terdiri dari empat macam, yaitu:

1. Posisi di bawah tangan.

Posisi di bawah tangan yaitu cara pengelasan yang dilakukan pada permukaan rata atau datar dan dilakukan dibawah tangan. Kemiringan elektroda las sekitar 10° - 20° terhadap garis vertikal dan 70° - 80° terhadap benda kerja lihat gambar 2.9.



Gambar 2.2 Posisi Pengelasan Bawah tangan
Sumber: Fadli, 2008

2. Posisi tegak (vertikal).

Mengelas posisi tegak adalah apabila dilakukan arah pengelasannya ke atas atau ke bawah. Pengelasan ini termasuk pengelasan yang paling sulit karena bahan cair yang mengalir atau menumpuk diarah bawah diperkecil dengan kemiringan elektroda sekitar 10° - 15° terhadap garis vertikal dan 70° - 85° terhadap benda kerja.



Gambar 2.3 Posisi Pengelasan Vertikal
Sumber: Fadli, 2008

3. Posisi datar (horisontal)

Mengelas dengan horisontal disebut juga mengelas merata dimana kedudukan benda kerja dibuat tegak dan arah elektroda mengikuti horisontal. Sewaktu mengelas elektroda dibuat miring sekitar 5° - 10° terhadap garis vertikal dan 70° - 80° kearah benda kerja.



Gambar 2.4 Posisi Pengelasan datar (Horizontal)
Sumber: Fadli, 2008

2.1 Karakteristik Dasar Pemilihan Bahan

Dalam setiap perencanaan, pemilihan komponen mesin merupakan faktor utama yang harus diperhatikan. Karena sebelum merencanakan terlebih dahulu diperhatikan dan diketahui jenis dari sifat bahan yang akan digunakan. Misalnya tahan terhadap korosi, tahan terhadap keausan, kekuatan dan lain-lain.

Adapun tujuan pemilihan bahan adalah bahan yang digunakan untuk membuat komponen dapat ditekan seefisien mungkin dalam penggunaannya dan selalu berdasarkan pada dasar kekuatan dan sumber pengadaannya. Agar bahan dapat memenuhi kriteria yang diharapkan, juga perlu diperhitungkan adanya bahan yang terdapat pada alat tersebut.

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam pemilihan komponen adalah sebagai berikut :

1. Efisiensi bahan

Dengan memegang prinsip ekonomi dan berlandaskan pada perhitungan-perhitungan yang memadai, maka diharapkan biaya produksi pada unit seefisien mungkin. Hal ini dimaksud agar hasil-hasil produk dapat bersaing di pasaran terhadap produk-produk lain dengan spesifikasi yang sama.

2. Bahan mudah didapat

Dalam perencanaan suatu produk, apakah bahan yang akan digunakan mudah didapat atau tidak. Walaupun bahan yang direncanakan sudah cukup baik tetapi didukung oleh persediaan dipasaran, maka perencanaan akan mengalami kesulitan atau masalah dikemudian hari karena hambatan bahan baku tersebut. Untuk itu harus terlebih dahulu mengetahui apakah bahan yang akan digunakan itu mempunyai komponen pengganti dan tersedia dipasaran.

3. Spesifikasi bahan yang dipilih

Pada bagian ini penempatan bahan harus sesuai dengan fungsi dan kegunaannya sehingga tidak terjadi beban yang berlebihan pada bahan yang tidak mampu menerima beban tersebut. Dengan demikian perencanaan yang akan digunakan harus sesuai dengan fungsi dan kegunaan suatu perencanaan. Bahan penunjang dari mesin yang akan dibuat memiliki fungsi yang berbeda antara bagian satu dengan bagian lainnya, dimana fungsi dan masing-masing bagian tersebut saling mempengaruhi.

Dalam suatu mesin terdiri dari dua bagian yaitu bagian primer dan bagian sekunder, dimana kedua bagian tersebut berbeda daya tahannya terhadap pembebanan. Sehingga bagian utama harus diprioritaskan dengan menempatkan bagian sekunder terhadap bagian primer.

4. Kekuatan bahan

Dalam hal ini untuk menentukan bahan yang akan digunakan harus mengetahui dasar kekuatan bahan serta sumber pengadaannya, mengingat pengecekan dan penyesuaian suatu produk kembali pada kekuatan bahan yang akan digunakan.

5. Pengaruh Lingkungan

Sebelum kita membuat mesin, hendaknya kita mengetahui apakah mesin kita tahan terhadap korosi. Karena setiap alat bantu memiliki ketahanan yang berbeda.

6. Pertimbangan khusus

Dalam pemilihan bahan ini ada hal yang tidak boleh diabaikan mengenai komponen-komponen yang menunjang pembuatan alat bantu itu sendiri. Komponen-komponen alat tersebut terdiri dari dua jenis, yaitu komponen yang dapat dibuat sendiri dan komponen yang telah tersedia dipasaran.

Jika komponen yang diperlukan tersebut lebih menguntungkan untuk dibuat, maka lebih baik dibuat sendiri. Apabila komponen tersebut sulit untuk dibuat tetapi terdapat dipasaran sesuai dengan standar, lebih baik dibeli karena menghemat waktu pengerjaan.

2.2 Spesifikasi Kontruksi Positioner

Kontruksi merupakan bagian terpenting dari alat bantu pengelasan berupa positioner ini untuk dirancang. Hal ini disebabkan karena dari bentuk serta kegunaannya lah sehingga perencanaan kontruksi alat merupakan bagian terpenting. Disebabkan karena akan dibebani dengan beban tertentu, maka perencanaan kontruksinya harus memenuhi standar sesuai beban yang akan di tempatkan pada positioner.

2.2.1 Spesifikasi Positioner

Sesuai dengan beban maksimum yang dapat diangkat oleh positioner yaitu 250kg, berdasarkan perencanaan serta perhitungan material maka spesifikasi bagian utama dari positioner ditetapkan seperti pada Tabel 1.1.

Tabel 2.1 Spesifikasi utam Positioner

NO	URAIAN	UKURAN
1	Panjang Base	780 mm
2	Tinggi Mast	450 mm
3	Panjang Jib	660 mm
4	Tinggi Positioner	842 mm
5	Berat Positioner	64 KG
6	Beban Maksimum	250 KG

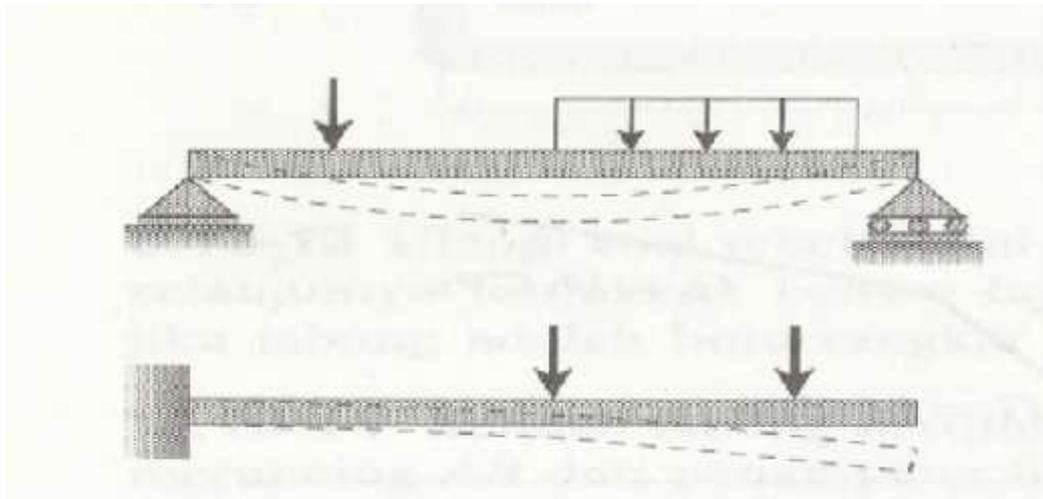
2.2.2 Analisa Kekuatan Material Kontruksi

Material kontruksi utama yang digunakan dalam pembuatan Positioner ini adalah sc400 tube dengan berbagai ukuran, dengan pembebanan maksimum 250 kg dapat diketahui bagian dari positioner yang mendapatkan tegangan terbesar dikatakan aman, apabila beban terbesar yang diterima oleh positioner lebih kecil dari tegangan ijin material.

2.3 Dasar Perhitungan Konstruksi Positioner

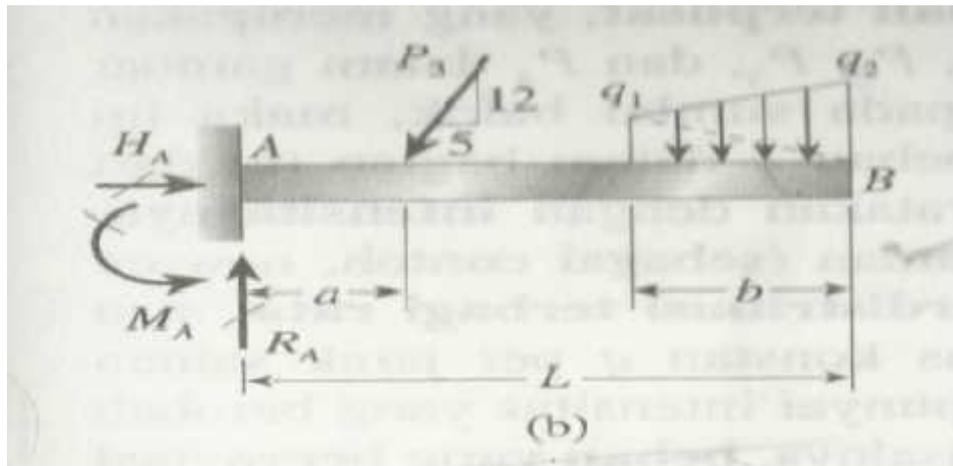
2.3.1 Gaya Geser dan Momen Lentur

Elemen struktural biasanya dikelompokkan menurut jenis-jenis beban yang dipikulnya. Sebagai contoh, batang yang dibebani secara aksial memikul gaya-gaya yang mempunyai vektor di sepanjang sumbu batang dan batang dalam keadaan torsi memikul torsi (atau kopel) yang mempunyai vektor momen di sepanjang sumbu. Balok Gambar 4-1 yang merupakan elemen struktur yang mengalami beban lateral, yaitu gaya-gaya atau momen yang tegak lurus sumbu batang.



Gambar 2.5 Momen Lentur pada balok

Balok yang terlihat dalam Gambar 4-1 dikelompokkan sebagai struktur planar karena terletak di satu bidang. Jika semua beban bekerja di bidang yang sama, dan jika semua defleksi (yang ditunjukkan dengan garis putus) terjadi di bidang tersebut, maka kita menyebut bidang tersebut dengan bidang lentur (*plane of bending*).



Gambar 2.6 Balok kantilever

Balok yang terlihat dalam Gambar 4-2b, yang dijepit di satu ujung dan bebas di ujung lainnya, disebut balok kantilever (*cantilever beam*). Di tumpuan jepit (clamped support) balok tidak dapat bertranslasi maupun berotasi, sedangkan di ujung bebas balok tersebut dapat bertranslasi dan berotasi. Dengan demikian, baik reaksi gaya maupun momen dapat ada di tumpuan jepit.

Tinjauan balok kantilever dalam Gambar 4-2b. Bebannya terdiri atas gaya miring P_3 dan beban terdistribusi secara linier. Beban terdistribusi ini mempunyai diagram trapesium dengan intensitas yang bervariasi dari q_1 ke q_2 . Reaksi di tumpuan jepit adalah gaya horizontal H_A , gaya vertikal R_A , dan kopel M_A . Keseimbangan gaya dalam arah horizontal menghasilkan

$$H_A = \frac{0,2P_3}{13}$$

Dan keseimbangan dalam arah vertikal menghasilkan

$$R_A = \frac{12P_3}{13} + \left(\frac{q_1+q_2}{2}\right)b \dots\dots\dots (2.1, \text{ Lit. 1 : hal 239})$$

Dalam mencari reaksi kita perlu mengingat fakta bahwa resultan dari beban terdistribusi sama dengan luas diagram beban trapesium.

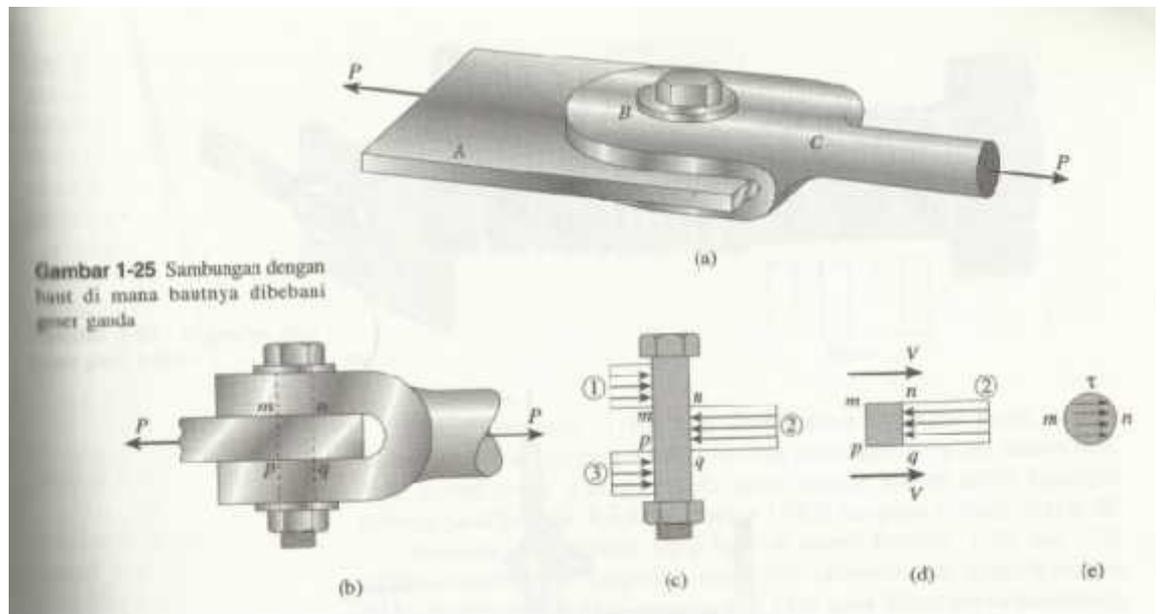
2.3.2 Tegangan dan Regangan Geser

Pada subbab terdahulu, kita membahas pengaruh tegangan normal yang diakibatkan beban aksial yang bekerja dalam arah yang *tegak lurus* permukaan bahan. Sekarang kita akan meninjau jenis lain dari tegangan yang disebut **tegangan geser** yang bekerja dalam arah *tangensial* terhadap permukaan bahan.

Sebagai ilustrasi tentang aksi tegangan geser, tinjaulah sambungan dengan baut seperti dalam Gambar 1-25a. Sambungan ini terdiri atas batang datar *A*, pengapit *C*, dan baut *B* yang menembus lubang di batang dan pengapit. Akibat aksi beban tarik *P*, batang dan pengapit akan menekan baut dengan cara **tumpu** (bearing), dan tegangan kontak, yang disebut **tegangan tumpu** (bearing stresses), akan timbul. Selain itu, batang dan pengapit cenderung menggeser baut, kecenderungan ditahan oleh tegangan geser pada baut.

Untuk memperjelas aksi tumpu dan tegangan geser, mari kita lihat sambungan tersebut dari samping (Gambar 1-25b). Dengan sudut pandang ini kita menggambar diagram benda bebas dari baut (Gambar 1-25c). Tegangan tumpu yang diberikan oleh pengapit ke baut ada dibagian kiri dari diagram benda bebas dan diberi label 2. Distribusi aktual tegangan tumpu sulit ditentukan sehingga biasa diasumsikan bahwa tegangan ini berbagi rata. Berdasarkan atas asumsi terbagi rata, kita dapat menghitung **tegangan tumpu rata-rata** σ_b dengan membagi gaya tumpu total F_b dengan luas tumpu A_b :

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_b} \dots\dots\dots (2.2, \text{Lit. 1 : hal 26})$$



Gambar 2.7 Gaya-gaya pada Pin

Luas tumpu didefinisikan sebagai luas proyeksi dari permukaan tumpu yang melengkung. Sebagai contoh, tinjau tegangan tumpu yang berlabel 1. Luas proyeksi A_b di mana tegangan tersebut bekerja adalah persegi panjang yang mempunyai tinggi sama dengan tebal pengapit dan lebar sama dengan diameter baut. Selain itu, gaya tumpu F_b yang dinyatakan dengan tegangan berlabel 1 sama dengan $P/2$. Luas yang sama dan gaya yang sama berlaku untuk tegangan yang berlabel 3.

Sekarang tinjau tegangan tumpu antara batang datar dan baut (tegangan yang berlabel 2). Untuk tegangan ini, luas tumpu A_b adalah persegi panjang dengan tinggi sama dengan tebal batang datar dan lebar sama dengan diameter baut. Gaya tumpunya sama dengan beban P .

Diagram benda bebas dalam Gambar 1-25c menunjukkan bahwa ada kecenderungan untuk menggeser baut disepanjang penampang mn dan pq . Dari diagram benda bebas $mnpq$ dari baut (lihat Gambar 1-25d), kita lihat bahwa gaya geser V bekerja pada permukaan potongan dari baut. Pada contoh ini,

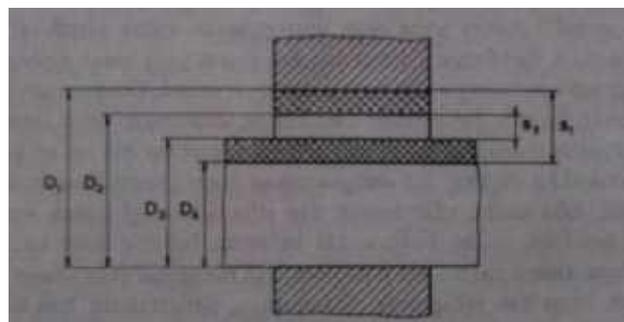
ada dua bidang geser mn dan pq), sehingga baut ini dikatakan mengalami geser ganda (atau dua irisan). Dalam geser ganda, masing-masing gaya geser sama dengan setengah dari beban total yang disalurkan oleh baut, artinya $V = P/2$. Gaya geser adalah resultan dari tegangan geser yang terdistribusi di seluruh penampang melintang mn dan ditunjukkan dalam Gambar 1-25e. Tegangan ini bekerja sejajar permukaan potongan. Distribusi pasti dari tegangan ini tidak diketahui, tetapi jumlah terbesar di dekat pusat dan menjadi nol dilokasi tertentu pada tepinya.

Sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 1-25e, tegangan biasanya diberi notasi huruf Yunani (τ).

2.4 Dasar - dasar Suaian dan Toleransi

Ketika menggarap elemen mesin tidaklah mungkin untuk mencapai suatu ukuran tertentu yang telah ditentukan, umpama 65 mm, yang hanya mungkin ialah memenuhi syarat bahwa ukuran harus terletak antara ukuran-batas tertentu.

Contoh. suatu ukuran ditunjukkan dengan $65 \pm 0,1$ mm. Maka harga ukuran yang harus diukur harus terletak antara ukuran-batas terkecil 64,9 mm dan ukuran-batas terbesar 65,1 mm. Harga 65 yang dipakai untuk menyebutkan ukuran, dinamakan *ukuran nominal*. Selisih antara ukuran-batas terbesar dan ukuran – batas terkecil adalah *bentangan-ukuran* yang dinamakan *toleransi-ukuran (toleransi)*. Dalam contoh tersebut, toleransinya sama dengan 0,2 mm.



Gambar 2.8. Suaian

Dengan *daerah-toleransi* dimaksudkan daerah yang terletak antara kedua ukuran batas tersebut, lihat bagian yang di arsir silang dalam gambar 2.4 dan 2.7.

Selanjutnya dikenal pengertian *penyimpangan-ukuran* yang menunjukkan selisih antara ukuran-batas dan ukuran-nominal. Penyimpangan ukuran adalah positif apabila ukuran-batas lebih besar dan negative apabila ukuran-batas lebih kecil dari pada ukuran nominal. Jadi contoh kita, penyimpangan ukuran adalah -0,1 dan +0,1 mm. Penyimpangan ukuran letaknya simetrik terhadap ukuran nominal. Penyimpangan ukuran yang tidak simetrik juga banyak terdapat misalnya

$$65_{-0,010}^{+0,020} \quad 75_{-0,050}^0 \quad 60_{+0,110}^{+0,220} \quad 25_{-0,028}^{-0,015} \quad (2.3, \text{ Lit. 5: hal 4})$$

Jadi suatu ukuran dalam suatu gambar ditunjukkan oleh ukuran nominal dan kedua penyimpangan ukuran, besarnya toleransi menentukan *ketelitian*. Dengan menurunnya toleransi maka bertambah besarlah ketelitian.

Pada kombinasi dua elemen-mesin yang suai satu sama lain, misalnya sebuah poros dalam lubang, maka kedua pasang ukuran elemen tersebut merupakan suatu *suai*. Selisih antara ukuran lubang dan ukuran poros sebelum dijadikan satu dinamakan *ruang-bebas*.

Ruang-bebas adalah positif apabila ukuran lubang lebih besar dari pada ukuran poros (lihat gambar I.01) dan dalam hal kebalikannya, ruang-bebas adalah negative.

Selisih antara ruang-bebas terbesar dan ruang-bebas terkecil adalah *bentangan ruang-bebas* yang diperbolehkan dan dinamakan *toleransi ruang-bebas*.

2.4.1 Jenis Suaian

Tergantung dari besarnya ruang-bebas dibedakan tiga jenis suaian, yaitu :

1. *Suaian Longgar*, dengan ruang-bebas yang selalu positif misalnya baut dalam mur, poros dalam bantalan. Jadi suaian longgar diterapkan, apabila elemen harus dimungkinkan untuk bergerak terus menerus.
2. *Suaian ketat*, dengan ruang-bebas yang selalu negatif. Diterapkan apabila tidak diperbolehkan ada gerakan relatif, misalnya flange pada pipa, ban sekeliling roda, roda pada poros.
3. *Suaian peralihan*, yang dapat memberikan baik ruang-bebas positif maupun ruang-bebas negatif. Suaian peralihan diterapkan kalau sebenarnya diperlukan suaian mati tetapi tidak dapat atau sulit dipasang.

Suaian-mati (suaian pres) harus dipasang dengan menggunakan gaya besar (tergantung dari besarnya ruang-bebas negatif). Kalau gaya pemasangan menjadi terlampau, maka besar, maka kita beralih ke mengerutkan (setelah benda dengan lubang dipanaskan atau setelah poros didinginkan dalam udara yang dicairkan).

Tergantung dari besarnya ruang-bebas, suaian peralihan dipasang dengan tangan, dengan palu plastic, palu kayu atau palu timbel atau setelah dipanaskan dalam minyak.

2.4.2 Sistem-suai ISO

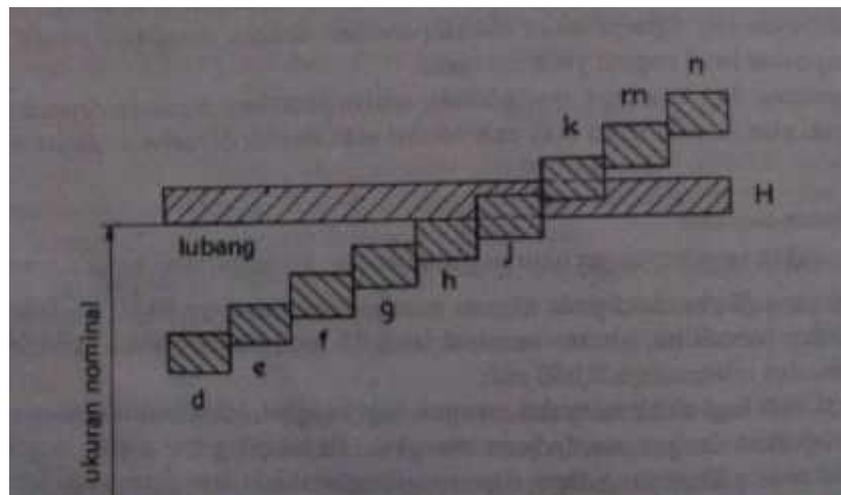
Penunjukan penyimpangan ukuran pada ukuran dimungkinkan dengan menyebutkan harga yang dikehendaki pada ukuran nominalnya, misalnya $65_{-0,012}^{+0,018}$. Dalam contoh ini, ukuran nominal ialah 65 mm, ukuran-batasnya 64,988 dan 65,018 mm dan toleransinya 0,0030 mm.

Tetapi, tidak bagi ahli kontruksi maupun ahli bengkel, lebih baiklah kalau ukuran batas ditunjukkan dengan sesederhana mungkin. Disamping itu adalah sangat perlu mengambil suatu pilihan yang dapat dipertanggung

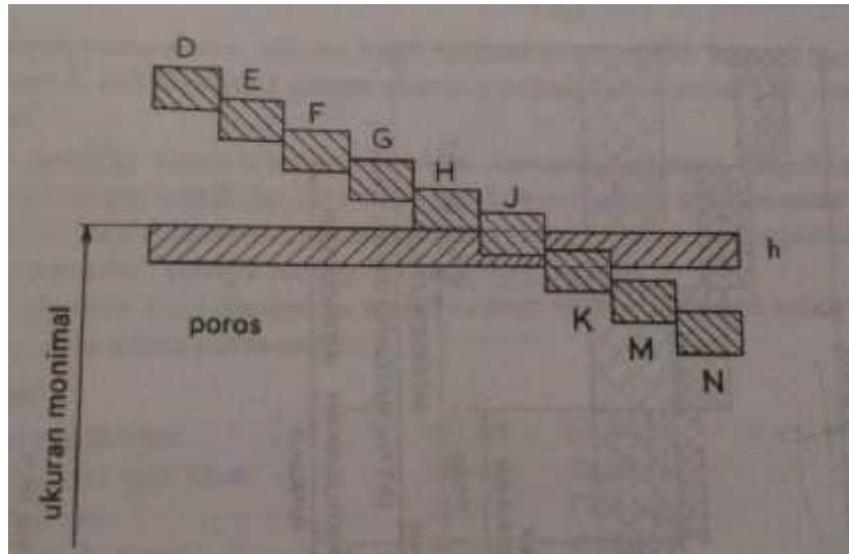
jawabkan, untuk mewujudkan suatu ruang-batas tertentu dari penyelesaian yang sebanyak itu, antara lain berhubungan dengan harga perkakas yang diperlukan. Untuk keperluan itu telah diperkenalkan suatu system dengan penunjukan sederhana dan dengan suaian standar, yaitu system-suai ISO yang disusun oleh International Organization for Standarization (Organisasi Internasional untuk Standarisasi).

Dalam system ini, letak ukuran-batas dasar, yaitu ukuran batas dengan harga mutlak terkecil untuk penyimpangan ukuran, ditunjukkan dengan sebuah *huruf pengenal* dimana untuk ukuran intern (antara lain lubang) dipakai huruf besar dan untuk ukuran luar (antara lain poros) dipakau huruf kecil (lit.... hal.6). ada kemungkinan untuk bermacam-macam letak sebanyak 28. Masing-masing huruf *I, L, O, Q dan W* serta *i, l, o, q dan w* tidak dipakai, sebab dapat menjadi sumber terjadinya kesalah-fahaman. Karena itu, dengan sisa huruf sebanyak 21, letak ukuran-batas-dasar ditunjukkan dengan dua huruf, *CD, EF, FG, ZA, ZB dan ZC*.

Besarnya toleransi jadi, jadi kualitas atau ketelitian ukuran, dibuat tergantung dar *klas toleransi*, yang penunjukannya dilakukan dengan sebuah *bilangan pengenal*, didahului oleh huruf IT (klas-toleransi internasional), misalnya IT7.



Gambar 2.9 Bagan Sistem Lubang-Satuan



Gambar 2.10 Bagan Sistem Poros-Satuan

Suatu suaian ditunjukkan dengan menggabungkan penunjuk daerah-toleransi lubang dengan daerah-toleransi poros, misalnya 65 F7/h6, 40 H7/s6.

2.4.3 Pilihan Terhadap Suaian

Dari yang tersebut tadi ternyata jelas bahwa system-ISO member banyak kemungkinan untuk memilih klas-toleransi dan letak daerah-toleransi. Sehubungan dengan biaya pembuatan adalah sangat penting untuk memilih klas-toleransi yang sesuai.

Yang normal diterapkan ialah :

IT 0.1 , 0.2 , 4 Untuk pekerjaan-cermat (Optik , Instrument-ukur)

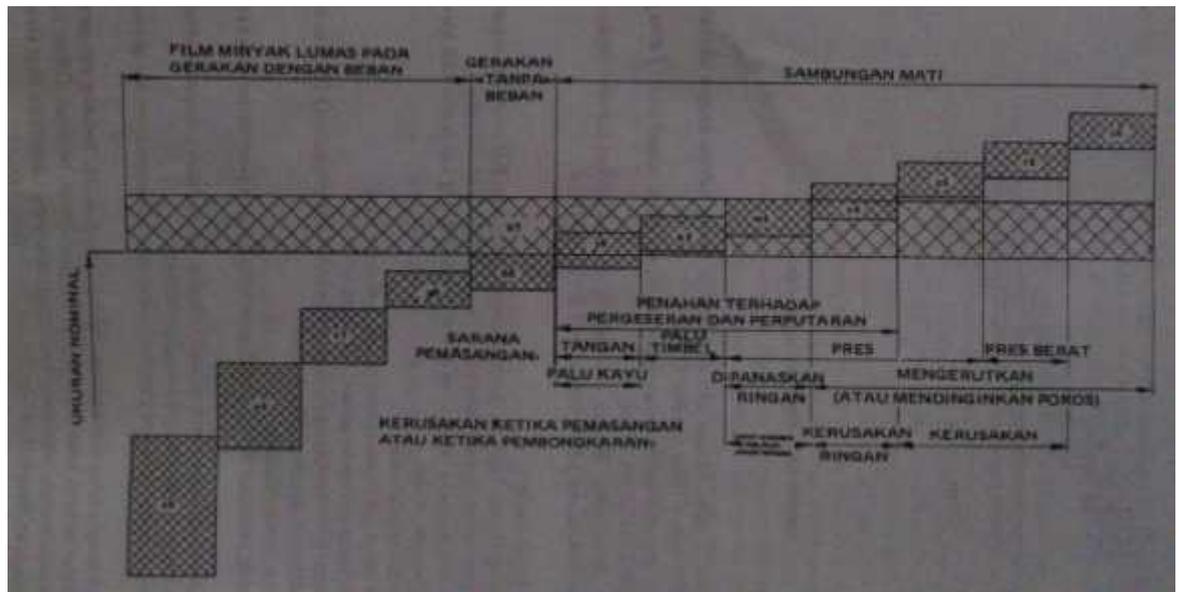
IT 5 10 Untuk bangunan mesin umum , yaitu untuk :

Pekerjaan sangat teliti (bantalan, mesin bubut , dll) IT 5 dan IT 6.

Pekerjaan teliti (motor, turbin) IT 6.5 dan IT 8

Pekerjaan biasa (mesin- transport) IT 7 - IT 10.

IT 11 ... 16 Untuk pekerjaan kasar (perkakas pertanian, mesin pembuatan jalan dan sebagainya).



Gambar 2.11 Arahan untuk Kontruksi

Kalau memakai suaian, oleh I.S.O dianjurkan untuk pekerjaan teliti system satuan (diambil dari diktat kuliah “Toleransi-suaian” dari Prof.Ir van Hasselt)

Untuk pekerjaan teliti dianjurkan suaian berikut ini berturut-turut untuk system-lubang-satuan serta system-poros-satuan.

Suaian Longgar :

Suaian agak lebar	H7/d9 ; D9/h6
Suaian licin agak lebar	H7/e8 ; E8/h6
Suaian licin	H7/f7 ; F7/h6
Suaian licin tepat	H7/g6 ; G7/h6
Suaian gelincir	H7/h6 ; H7/h6

Suaian Peralihan :

Suaian dorong	H7/j6 ; J7/h6
Suaian jepit	H7/k6 ; K7/h6
Suaian tekan	H7/m6; M7/h6

Suaian Ketat :

Suaian pres ringan	H7/n6 ; N7/h6
Suaian pres	H7/p6 ; P7/h6
Suaian pres berat	H7/r6 ; R7/h6
Suaian pres kerut	H7/s6 ; S7/h6

2.5 Dasar – dasar perhitungan sambungan las serta Baut dan Mur

2.5.1 Sambungan Las

Sambungan las dalam hal ini untuk mengikat antara rangka satu dengan lainnya, maka bahan las yang digunakan adalah elektroda. Pengelasan adalah salah satu cara menyambung pelat atau profil baja, selain menggunakan baut dan paku keling. Kalau diperhatikan sekarang ini, sebagian besar sambungan yang dikerjakan di bengkel menggunakan las, misalnya pembuatan pagar besi, pembuatan tangga besi ataupun jerejak. Proses pengelasan biasanya dikerjakan secara manual dengan menggunakan batang las (batang elektroda)

Adapun Rumus perhitungan kekuatan las, seperti pada rumus dibawah ini :

$$1. \quad P = A \cdot \tau \quad (2.4, \text{ Lit. 4 : hal 349})$$

Dengan ,

P = Gaya yang terjadi (N)

A = Luas Penampang (mm²)

τ = Tegangan geser las (N/mm²)

$$2. \quad M = P \cdot e \quad (2.5, \text{ Lit. 4 : hal 362})$$

Dengan,

M = Momen bengkok (Nmm)

P = Gaya yang terjadi (N)

e = Panjang benda yang dilas (mm)

$$3. \quad \sigma_b = \frac{M}{Z} \quad (2.6, \text{ Lit. 4: hal 351})$$

Dengan,

b = Tegangan bengkok las (N/mm²)

M = Momen bengkok (Nmm)

Z = Momen tahanan terhadap bengkok (mm³)

$$4. \quad \tau_{\max} = \frac{1}{2} \sqrt{(\sigma_b)^2 + 4 \tau^2} \quad (2.7, \text{ Lit. 4: hal 362})$$

Dengan,

\max = Tegangan maksimum lasan (N/mm²)

b = Tegangan bengkok las (N/mm²)

τ = Tegangan geser las (N/mm²)

2.5.2 Baut dan Mur

Baut dan Mur berfungsi untuk mengikat antar rangka. Adapun jenis baut dan mur yang digunakan dalam konstruksi ini menggunakan bahan Fc35. Untuk menentukan jenis dan ukuran baut dan mur harus memperhatikan berbagai faktor seperti sifat gaya yang bekerja pada baut, cara kerja mesin, kekuatan bahan, dan lain sebagainya. Adapun gaya – gaya yang bekerja pada baut dapat berupa :

1. Beban statis aksial murni
2. Beban aksial bersama beban puntir
3. Beban geser

Tegangan geser yang terjadi pada baut pengikat

$$\sigma_g = \frac{F}{A} \dots\dots\dots (2.8, \text{ Lit. 1: hal 28})$$

Dimana :

σ_g = tegangan geser (N /mm²)

F = beban (N)

A = luas penampang baut (mm)



Gambar 2.12 macam- macam baut dan mur

2.6 Proses permesinan

2.6.1 Perhitungan mesin Bubut

Mesin bubut merupakan salah satu jenis mesin perkakas. Prinsip kerja pada proses *turning* atau lebih dikenal dengan proses bubut adalah proses penghilangan bagian dari benda kerja untuk memperoleh bentuk tertentu. Di sini benda kerja akan diputar/rotasi dengan kecepatan tertentu bersamaan dengan dilakukannya proses pemakanan oleh pahat yang digerakkan secara translasi sejajar dengan sumbu putar dari benda kerja. Gerakan putar dari benda kerja disebut gerak potong relatif dan gerakan translasi dari pahat

disebut gerak umpan (*feeding*).

- Rumus perhitungan mesin.

$$N = \frac{1000.Vc}{\pi .d} \dots\dots\dots (2.9 \text{ Lit 3 : hal 89})$$

Dimana :

Vc = kecepatan potong (m / menit)

d = diameter benda kerja (mm)

N = banyak putaran (rpm)

- Rumus pemakanan memanjang

$$T_m = \frac{L}{Sr \times N} \dots\dots\dots (2.10 \text{ Lit 3 : hal 89})$$

- Rumus pemakanan melintang

$$T_m = \frac{r}{Sr \times N}$$

Dimana :

Tm = waktu pengerjaan (menit)

L = panjang benda kerja yang dibubut (mm)

Sr = kedalaman pemakanan (mm / putaran)

N = kecepatan putaran mesin (rpm)

r = jari – jari benda kerja

2.6.2 Perhitungan Mesin bor

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

- Rumus perhitungan putaran mesin :

$$N = \frac{1000 \times Vc}{\pi \times d} \dots\dots\dots (2.11 \text{ Lit 3 : hal 69})$$

Dimana :

V_c = kecepatan potong (m / menit)

d = diameter benda kerja (mm)

N = banyak putaran (rpm)

- Rumus perhitungan waktu pengerjaan

$$T_m = \frac{L}{S_r \cdot N}$$

Dimana :

T_m = waktu pengerjaan (menit)

L = kedalaman pengeboran (mm)

S_r = ketebalan pemakanan (mm / putaran)

2.6.3 perhitungan mesin milling

Mesin milling adalah suatu proses menghilangkan / pengurangan tatal- tatal dari benda kerja dengan pertolongan dari alat potong yang berputar dan mempunyai lebih dari satu sisi potong.

- rumus perhitungan kecepatan potong .

$$N = \frac{1000 \times V_c}{\pi \times d} \dots\dots\dots (2.12 \text{ Lit 6 : hal 108})$$

- waktu pengerjaan (Lit 5 Hal 108)

$$T_m = L / S \dots\dots \text{ Menit } \dots\dots\dots (2.13 \text{ Lit 6 : hal 108})$$

$$S = z \cdot n \cdot s$$

$$L = 1 + \frac{d}{2} + 2$$

Dimana :

N = Putaran mesin (Rpm)

L = Panjang langkah (mm)

S = kecepatan langkah (mm / menit)

Z = jumlah gigi cutter

s = pemakanan per gigi cutter (mm)

d = diameter cutter (mm)