

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Sejarah Singkat *Side Rail*

Sebuah ranjang pasien rumah sakit adalah bagian dari peralatan yang paling sering digunakan oleh pasien rawat inap. Ranjang pasien rumah sakit juga ditemukan dalam jangka panjang fasilitas perawatan. Ranjang pasien rumah sakit yang ideal harus dipilih untuk memenuhi kenyamanan pasien, keselamatan, kondisi medis, dan kemampuan untuk mengubah posisi tidur pasien.

Suatu ranjang pasien harus memiliki *side rail* agar di kedua sisi ranjang dengan panjang setengah atau dengan panjang seperempat dapat menahan badan pasien sebagai pengaman. Ketika posisi pagar ranjang terbuka maka perawat tidak boleh meninggalkan pasien. Beberapa pengaman sisi ranjang memiliki dua posisi, naik dan turun. Sedangkan sisi ranjang yang lainnya memiliki tiga posisi, tinggi, sedang dan rendah. ([Kuatkitabersama.wordpress.com](http://Kuatkitabersama.wordpress.com)).

#### 2.1.1 Material *Side Rail*

Material dari *side rail* adalah pipa, pipa adalah istilah untuk benda silinder yang berlubang dan digunakan untuk memindahkan zat hasil pemrosesan seperti cairan, gas, uap, zat padat yang dicairkan maupun serbuk halus.

Material yang digunakan pada pipa sangat banyak diantaranya adalah beton cor, gelas, timbale, kuningan (*brass*), tembaga, *plastic*, alumunium, besi tuang, baja karbon, dan baja paduan.

Pemilihan material pipa akan sangat membingungkan sehingga perlu pemahaman mendalam untuk apa saluran/system pipa itu dibuat, mengingat setiap material memiliki keterbatasan dalam setiap aplikasinya. material yang paling umum digunakan adalah pipa baja karbon.

#### 2.1.2 Proses Manufaktur Pipa

Pipa baja karbon dapat diproduksi dengan berbagai metode dengan

karakteristiknya masing-masing meliputi kekuatan, ketebalan dinding, ketahanan korosi dan batasan suhu serta tekanan. Misalkan, pipa-pipa yang memiliki tebal yang sama tetapi bila dimanufaktur dengan metoda yang berbeda kemungkinan besar akan memiliki batas tekanan dan kekuatan yang berbeda-beda. Metode yang sering digunakan diantaranya adalah

*1. Seamless pipe*

dibuat dengan cara menusuk batang baja yang mendekati suhu cair (disebut billet) dengan menggunakan sebuah mandrel yang mana pipa ini tidak memiliki sambungan.

*2. Butt-welded pipe*

dibuat dengan cara memasukkan pelat baja panas melalui pembentuk (*shapers, shape rollers*) yang akan merolnya menjadi bentuk batangan pipa yang berlubang.

*3. Spiral-welded pipe*

dibuat dengan cara memuntir strip logam (pelat panjang dengan lebar sempit, seperti pita), menjadi bentuk spiral, seperti pola kriting rambut di salon, kemudian dilas dimana ujung-ujung sambungan satu sama lain membentuk sebuah sambungan.

## **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 memosisikan benda kerja di lokasi untuk

dilakukan proses permesinan. Ada banyak standar cekam seperti rahang cekam, ragam mesin, *chuck bor*, *collets*, yang banyak digunakan dalam bengkel dan biasanya disimpan di gudang untuk aplikasi umum.

Secara umum *jig and fixture* berfungsi sebagai:

1. Menjepit dan mendukung benda kerja
2. Merapatkan benda kerja dan peralatan lain pada tempatnya
3. Mengikat bagian-bagian yang lain dari material untuk dapat dikerjakan keseluruhan dan sama-sama mesin.
4. Untuk mendapatkan beberapa bagian benda kerja dan dapat dikerjakan dengan mesin secara bersama-sama.
5. Untuk menyederhanakan pekerjaan, sehingga proses operasional lebih singkat
6. Menepatkan alat yang akan dikerjakan pada mesin

### 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 :

<i>Assembling</i>	<i>Lapping</i>	(Memuku-mukul)	<i>Honing</i>	(Mengasah)
<i>Boring</i>	<i>Milling</i>	<i>Forming</i>	<i>Shaping</i>	<i>Welding</i>
<i>Broaching</i>	<i>Plaining</i>	<i>Stamping</i>	<i>Tapping</i>	<i>Testing</i>
<i>Drilling</i>	<i>Sawing</i>	<i>Turning</i>	<i>Milling</i>	<i>Inspecting</i>

Ditinjau dari bentuk pekerjaan, maka *Fixture* dapat diklasifikasikan menjadi enam bentuk yaitu sebagai berikut :

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.

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

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

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

Sementara sebagian besar sudut-piringan *fixture* dibuat dengan sudut  $90^{\circ}$  ada kalanya diperlukan sudut yang lain. Dalam kasus ini, sudut piringan pengecam yang sudutnya dapat diatur sesuai kebutuhan dapat menggunakan *Fixture* tipe ini.

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.

5. *Fixture* Index (*Indexing Fixture*)

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

## 6. *Fixture Multistation*

*Fixtures Multistation* yang digunakan terutama untuk siklus permesinan yang cepat, dan produksi yang terus menerus.

### 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.

### b. *Fixture Profil*

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

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 penempatannya 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 pembuat 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 kedalamnya 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.

<http://www.precision-group.ca/prototype.html>,

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. Pertimbangan Umum Pembuatan *Jig and fixture*.**

Sebelum memutuskan penggunaan *jig and fixture* pada suatu proses produksi, sangat perlu dipertimbangkan pemenuhan tuntutan dibawah ini:

##### 2.4.1 Tuntutan Fungsi.

1. Tuntutan fungsi yang utama pada penggunaan *jig and fixture* adalah bentuk dan toleransi yang diharapkan dan tercapai.
2. Keseragaman ukuran pada produk massal tercapai.

3. Waktu proses sebelum penggunaan *jig and fixture* yang panjang akibat penyetingan dan penanganan benda kerja berkurang secara nyata.
4. Pada penggunaan *checking fixture* ukuran atau bentukan yang diterima dan tidak dapat segera dikenali.

#### 2.4.2 Tuntunan penanganan/pengoperasian

1. *Jig and fixture* harus dapat dioperasikan dengan mudah dan cepat oleh operator awam sekalipun.
2. Penggunaan aspek economic diperhatikan.
3. Elemen operasi mudah dikenali dan dimengerti cara kerjanya.
4. Perlu dipertimbangkan aspek pengguna. misalnya wanita untuk pertimbangan berat, alat bantu khusus jika menggunakan operator cacat, dan lain-lain.

#### 2.4.3 Tuntunan Ekonomi.

1. Biaya pembuatan *jig and fixture* tidak terlampaui.
2. Target pencapaian BEP (*Break Even Point*) tercapai.

#### 2.4.4 Tuntutan konstruksi

1. Optimalisasi penggunaan elemen standar.
2. Rancangan hendaknya logis dan tidak berlebihan (*over design*).
3. Penggunaan elemen harus lepas pasang mempertimbangkan waktu penanganan.
4. Elemen yang lepas pasang harus diikat agar tidak jatuh atau hilang.
5. *Jig and fixture* yang bergerak atau berputar harus diseimbangkan terlebih dahulu.
6. Penggunaan elemen yang mengunci sendiri (*self locking*) pada mesin yang memiliki getaran tinggi.

#### 2.4.5 Tuntutan Keamanan.

1. Aspek umum keselamatan, tempat benda kerja harus diperhatikan.

2. Pengamanan terhadap biaya listrik, mekanik dan tekanan yang berlebihan.
3. Pengamanan pada saat proses pemesinan atau kegagalan permesinan.
4. Pengamanan terhadap kegagalan sumber tenaga pencekaman.
5. Keamanan terhadap benda kerja akibat kesalahan perletakan, pencekaman pada saat proses.

Ternyata tidak semua tuntunan itu muncul secara bersamaan pada perancangan *jig and fixture*. Perancangan dapat menentukan skala prioritas untuk setiap alat yang akan dibuat.

[\(\[prasyodwisaputro.blogspot.com\]\(http://prasyodwisaputro.blogspot.com\)\)](http://prasyodwisaputro.blogspot.com)

## 2.5. Perancangan Alat Bantu

Perancangan *design* alat bantu *tools* merupakan proses mendesain dan mengembangkan alat bantu, metode, dan teknik yang dibutuhkan untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas manufaktur, suatu produksi dengan volume produksi yang besar dan kecepatan produksi yang tinggi memerlukan alat bantu yang khusus. Desain alat bantu selalu berkembang karena tidak adanya satu alat yang mampu memenuhi seluruh proses manufaktur.

- a) Tujuan digunakannya alat bantu:
  1. Menurunkan biaya manufaktur.
  2. Menjaga kualitas.
  3. Meningkatkan produksi.
  
- b) Syarat desain alat bantu yang baik:
  1. Sederhana, mudah dioperasikan.
  2. Dapat mengefesienkan biaya manufaktur.
  3. Menghasilkan *part* berkualitas tinggi secara konsisten.
  4. Menaikkan laju produksi dengan alat/mesin yang ada.



5. *Foolproof*, mencegah penggunaan/pemasangan yang salah.
6. Menggunakan material alat bantu yang menjamin umur.
7. Menjamin keamanan kerja operator.

c) Informasi yang diperlukan:

1. Gambar produk yang harus diperhatikan:
  - Bentuk dan ukuran *parts*.
  - Jenis dan kondisi material yang akan diproses.
  - Jenis permesinan.
  - Jumlah yang akan diproduksi.
  - Permukaan *clamping* dan *locator*.
2. Rencana produksi yang harus diperhatikan:
  - Tipe dan kapasitas mesin yang digunakan.
  - Tipe dan ukuran *cutter*.
  - Urutan operasi.
  - Proses permesinan sebelumnya.
3. Waktu dan biaya yang tersedia untuk mendesain alat bantu.
4. Diperlukan pengalaman dan kreativitas.

d) Langkah pertama dalam mendesain alat bantu adalah mencari alternative solusi yaitu :

1. Diperlukan alat bantu yang khusus/baru.
2. Penghematan yang diperoleh harus sepadan dengan tambahan biaya.

e) Keterampilan (*skill*) yang diperlukan:

1. Kemampuan membuat gambar skets.
2. Pemahaman metoda, alat bantu, dan teknik manufaktur.
3. Kreativitas perancangan.
4. Pemahaman dasar-dasar metoda pembuatan alat bantu.

## 2.6. Dasar Pemilihan Bahan

Supaya bahan-bahan yang akan digunakan dapat memenuhi kriteria perencanaan yang diharapkan, maka dari itu juga perlu diperhitungkan adanya beban geser, tekan dan bengkok serta puntir. Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan bahan untuk komponen - komponen alat bantu pengelasan adalah:

### 1. Bahan harus sesuai dengan fungsinya.

Dalam pemilihan bahan, bentuk, fungsi dan syarat dari bagian poros atau penopang meja penepat harus sesuai kekuatannya dengan fungsinya. Hal - hal tersebut berhubungan erat dengan sifat material yang mempengaruhi keamanan dan ketahanan alat yang direncanakan.

### 2. Bahan mudah didapat.

Yang dimaksud bahan mudah didapat adalah bagaimana usaha agar bahan yang dipilih untuk membuat komponen yang direncanakan itu selain memenuhi syarat juga harus mudah didapat dipasaran. Kadang kala dalam merencanakan suatu komponen mesin atau alat dengan bahan tertentu yang sesuai dengan perhitungan yang direncanakan, namun ada prinsipnya jika bahan tersebut tidak ada atau jarang ada dipasaran tentunya akan menyulitkan dalam pembuatan alat.

### 3. Efisien dalam perencanaan dan pemakaian

Keuntungan - keuntungan yang diperoleh dari pemakaian suatu bahan hendaknya lebih banyak dari kerugiannya. Sedapat mungkin alat yang dibuat sederhana, mudah dioperasikan, biaya perawatan dan perbaikan relatif rendah tetapi memberikan hasil yang memuaskan.

### 4. Pertimbangan khusus

Dalam pemilihan bahan ini ada hal yang tidak boleh diabaikan mengenai komponen - komponen yang menunjang pembuatan alat itu sendiri. Komponen - komponen penyusunan alat tersebut terdiri dari dua jenis. Yaitu komponen yang telah tersedia lebih menguntungkan untuk dibuat, maka lebih baik dibuat sendiri, apabila komponen tersebut sulit untuk dibuat tetapi didapat dipasaran sesuai dengan standar.

## 2.6.1 Pemilihan bahan untuk bagian alat yang direncanakan

### 1. Besi Profil L



Gambar 2.6.1 *Equal angel*

Dalam perencanaan alat ini rangka merupakan bagian yang sangat penting, karena rangka berfungsi sebagai kaki yang menopang seluruh komponen dari alat ini, Rangka akan di buat sendiri dengan besi profil L yang berbahan St 37.

### 2. Ulir (baut dan mur)



Gambar 2.6.2 *Bolt dan nut*

Berfungsi untuk mengikat rangkaian peralatan. Fungsi lain baut ini adalah untuk mempermudah melepas dan memasang bagian - bagian peralatan.

### 3. Poros (Meja)



Gambar 2.6.3 Poros

Berfungsi untuk memutar meja dan membantu pengelasan bagian bawah meja. Bahan yang digunakan adalah ST 37.

### 4. *Rectangular 2x2 cm*



Gambar 2.6.4 *Rectangular*

Berfungsi untuk penyangga pada meja penepat dalam membentuk sudut yang diinginkan. Bahan yang di gunakan adalah ST 37.

5. Bantalan Poros



Gamabar 2.6.5 Bantalan poros

Berfungsi sebagai bearing supaya meja dapat berputar dengan poros. Bahan yang digunakan adalah ST 37.

6. *Toggle Clamp*



Gambar 2.6.6 *Toggle clamp*

Clamp adalah komponen alat yang digunakan untuk menahan pipa agar tidak terjatuh pada saat meja di putar balik.

7. Plat meja



Gamabar 2.6.7 Plat besi

Adapun plat meja yang di gunakan adalah berukuran 100x70 cm. dibuat dengan bahan ST 37.

### 2.6.2 Tegangan-Tegangan yang terjadi

Dalam bahasa Teknik, kekuatan sering disebut Tegangan yang dapat dibagi menjadi tiga yaitu :

Tegangan Bahan adalah kemampuan suatu bahan menahan beban dan sering disimbolkan dengan  $\sigma_s$ ,  $\sigma_m$ ,  $\sigma_t$  dan lainnya dengan satuan ( $\text{N/mm}^2$ ).

Tegangan Izin Bahan adalah perbandingan antara Tegangan Bahan dengan factor keamanan. Vaktor keamanan ( $v$ ) mempunyai nilai bervariasi tergantung pada jenis pembebanan yang diterima bahan.

$$\text{Tegangan izin } \sigma_i = \frac{\sigma_m}{v}$$

dimana :  $\sigma_i$  tegangan izin bahan ( $\text{N/mm}^2$ ).

$\sigma_m$  tegangan maksimum bahan ( $\text{N/mm}^2$ ).

$v$  factor keamanan yang harganya tergantung jenis pembebanan,

$v = 2 - 4$  beban statis

$v = 4 - 6$  beban Dinamis searah

$v = 6 - 8$  beban Dinamis bolak-balik

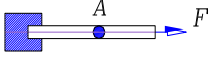
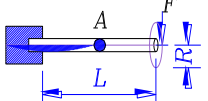
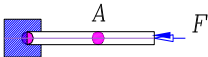
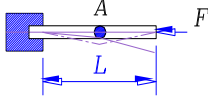
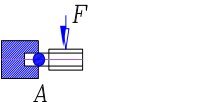
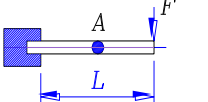
$v = 8 - 12$  beban kejut (Impact)

Tegangan yang terjadi adalah perbandingan antara Gaya yang bekerja dengan luas penampang benda kerja yang menahan gaya tersebut. Tegangan yang terjadi beraneka ragam dapat merupakan tarik, geser, bending dan juga kombinasi dari jenis pembebanannya. Rumus dasar yang dapat digunakan untuk menentukan besarnya Tegangan yang terjadi pada komponen dapat diturunkan dari rumus-rumus mekanika berikut ini.

Untuk menjamin kewanaman kerja suatu komponen maka nilai Tegangan yang terjadi harus lebih kecil dari Tegangan izin bahan ( $\sigma_t \leq \sigma_i$  atau

$\sigma_c \leq \sigma_i$ ). Nilai Tegangan yang terjadi berbanding terbalik dengan

ukuran komponen, artinya semakin besar ukuran maka semakin kecil nilai tegangan yang terjadi dan sebaliknya.

1. Tegangan Tarik	$\sigma_{tr} = \frac{F}{A}$ (Pa)	5. Tegangan Puntir	$\tau_p = \frac{Mp}{W_p}$ (Pa)
			
2. Tegangan Tekan	$\sigma_{tk} = \frac{F}{A}$ (Pa)	6. Gaya Bukling	$F = \frac{\pi \cdot E \cdot I}{C \cdot L^2}$
			
3. Tegangan Geser	$\tau_g = \frac{F}{A}$ (Pa)	7. Perpanjangan	$\Delta l = \frac{F \cdot l}{A \cdot E}$
		8. Regangan	$\epsilon = \frac{\sigma}{E}$
4. Tegangan Bending	$\sigma_b = \frac{Mb}{W_b}$ (Pa)		
			

## 2.7 Rumus-Rumus yang digunakan

### 1. Rumus Mencari Daya Motor Gerinda Potong

$$P = T \times \omega \quad (\text{Pers.3.2 Hal.29})$$

Keterangan :

P = daya motor gerinda potong (watt)

T = torsi (N.m)

$\omega$  = putaran sudut (rad/s)

### 2. Rumus Mencari Gaya Normal

$$N = W = m \cdot g \quad (\text{Pers.3.2 Hal.30})$$

Keterangan :

N = gaya normal

W = gaya berat

m = masaa benda

g = grafitasi bumi

## 3. Rumus Mencari massa jenis

$$V = p \cdot l \cdot t \quad (\text{Pers 3.2.1 Hal.32})$$

Keterangan :

V = volume

p = panjang

l = lebar

t = tinggi

$$m = v \cdot p$$

Keterangan :

m = masaa

v = volume

p = panjang

## 4. Rumus Mencari Tegangan Geser

$$\sigma = T \cdot r / I_p \quad (\text{Pers.3.3.1 Hal.38})$$

Keterangan :

 $\sigma$  = tegangan geser (MPa, psi)

T = momen putar (Nmm, pon)

r = jarak dari pusat ke permukaan yang bertegangan (mm, inc)

 $I_p$  = momen inersia polar. Penampang lintang ( $\text{mm}^4$ ,  $\text{in}^4$ )

## 5. Rumus Mencari Tegangan Izin

$$SB \text{ (atau } tB) = \frac{f_m}{A_o} \text{ (N mm}^2\text{)} \quad (\text{Pers.3.3.1 Hal.38})$$

Keterangan :

SB = batas patah ( $\text{N/mm}^2$ )

Fm = beban maksimum atau beban patah (N)

Ao = penampang awal dari batang uji ( $\text{mm}^2$ )

## 6. Rumus Mencari Diameter Poros

$$d_p = \left[ \frac{5,1}{\tau a} \cdot K_t \cdot C_b \cdot M_p \right] \quad (\text{Pers.3.3.2 Hal.40})$$

keterangan :

$d_p$  = diameter poros (mm)

$\tau a$  = tegangan geser ijin ( $\text{N/mm}^2$ )

$K_t$  = faktor koreksi tumbukan, harganya berkisar 1,5-3,0

$C_b$  = factor koreksi beban lentur, harganya berkisar 1,2-2,2

$M_p$  = momen puntir yang ditransmisikan (Nm)

7. Rumus Mencari Gaya Tangensial Poros :

$$F = \left( \frac{M_p}{d_p / S_{f2}} \right) \quad (\text{Pers3.4.1 Hal.40})$$

dimana:

$F$  = Gaya tangensial (N)

$M_p$  = Momen puntir (Nm)

$d_p$  = Diameter poros (mm)

$S_{f2}$  = Faktor keamanan yang tergantung pada bentuk poros dimana berkisar antara 1,3-3,0.

8. Rumus mencari bantalan poros

(Pers3.4.3 Hal.42)

$$W_p = \rho_p \cdot V_p$$

$W_p$  = berat poros

Keterangan:

$W_s$  = massa sproket

$W_p$  = massa poros

$R_A$  = reaksi pada bantalan A

$R_B$  = reaksi pada bantalan B

$L_1$  = 350 mm

$L_2$  = 350 mm

Dimana :

$\rho_p$  = massa jenis bahan poros, untuk bahan baja S55C-D besarnya adalah



$$7,8 \cdot 10^{-6} \text{ N/mm}^3$$

$V_P$  = volume poros, yaitu

$$V_P = \frac{\pi}{4} \cdot d_P^2 \cdot L_P$$

#### 9. Rumus Mencari Perhitungan Sambungan Pengelasan

Beban rangka dan meja = 50 kg

Beban di titik A = 25 kg = 250N (Pers.3.4.4 Hal.43)

Mencari Kekuatan Sambungan Las

Keterangan :

a : tebal pelat

I : panjang kampuh

A : luas penampang memanjang kampuh (cm<sup>2</sup>)

F : beban berat dalam (kg)

$\tau_t$  : tegangan dalam elektroda/kawat las dalam (kg/cm<sup>2</sup>)

$\tilde{\tau}_t$  : tegangan tarik ijin

### 2.8 Alat Bantu Yang Digunakan Untuk Pembuatan Alat Penepat

Adapun alat bantu yang digunakan dalam pembuatan alat penepat pengelasan pada pagar ranjang rumah sakit dengan metode meja putar ini yaitu :

- a. Jangka sorong
- b. Mistar baja
- c. Penggores
- d. Penitik
- e. Kikir
- f. Palu (besi)
- g. Tang
- h. Gergaji besi
- i. Mesin las listrik
- j. Mesin gerinda potong
- k. Mesin bor
- l. Bor  $\varnothing$  3 mm dan  $\varnothing$  10 mm

- m. Kunci pas  $\varnothing$  12
- n. Obeng (-)(+)

## 2.9 Pengerjaan Pada Las Listrik

Las listrik elektroda adalah cara pengelasan yang menggunakan kawat elektroda logam yang dibungkus dengan *flux* sebagai bahan tambah, dan sumber panas pencair logam bersumber dari listrik. Busur listrik terjadi diantara logam induk dan ujung elektroda, karena panas dari busur maka logam induk dan ujung elektroda mencair dan kemudian membeku bersama. Selama proses pengelasan bahan *flux* yang digunakan untuk membungkus elektroda melindungi elektroda yang mencair kemudian menutupi logam cair yang terkumpul ditempat sambungan dan berkerja sebagai penghalang oksidasi. Dalam beberapa *flux* bahannya tidak dapat terbakar, tetapi berubah menjadi pelindung logam cair terhadap oksidasi dan memantapkan busur. Didalam pengelasan ini hal yang penting adalah bahan *flux* dan jenis arus listrik yang digunakan (AC / DC).

### 2.9.1. Pengertian Elektroda

Elektroda adalah bagian dari sumber pengelasan yang berfungsi sebagai bahan tambahan dan sumber panas pencair logam. Walaupun jenis elektroda sangat banyak jumlahnya, tetapi secara garis besar dapat digolongkan dalam kelas-kelas berikut, yang pembagiannya didasarkan atas *flux* yang membungkusnya didalam las elektroda, memegang peranan penting karena dapat bertindak sebagai:

1. Penetapan busur dan penyebab kelancaran pemindahan butir-butir cairan logam elektroda.
2. Sumber tegak atau gas yang berguna melindungi logam cairan terhadap udara di sekeliling.
3. Sumber unsur-unsur paduan cairan las / sambungan las.
4. Pengatur penggunaan sumber listrik.

*Flux* biasanya terdiri dari bahan–bahan tertentu dengan perbandingan tertentu pula, bahan yang digunakan dapat digolongkan dalam bahan pemantapan busur, pelindung, penghasil gas, deoksidator unsur–unsur paduan dan bahan pengikat. Bahan–bahan tersebut antara lain : Oksidasi–oksidasi logam, karbonat, silikat fluida, zat organik, bahan paduan, dan serbuk besi.

1. Jenis–Jenis Elektroda
2. Untuk pembekuan E 6010 dan E 6011 adalah jenis pembekuan, dipergunakan untuk las penembusan, sangat bagus untuk semua posisi pengelasan
3. Untuk pencairan cepat elektroda untuk pengelasan kecepatan tinggi pada lembaran logam dan plat–plat jenis pencairan cepat yaitu E 6012 dan E 6013
4. Untuk baja yang sukar dilas elektroda E7016 dan E 7018 dibuat terutama untuk digunakan pada baja–baja yang mudah untuk dilas. elektroda tersebut adalah untuk pengelasan baja yang mengandung belelang, baja–baja dengan kadar karbon yang tinggi dan beberapa baja paduan menengah yang sukar untuk dilas dengan elektroda jenis lainnya.

#### 2.9.2. Daftar kawat las elektroda

1. E – 7018 Berfungsi untuk pengelasan material carbon stell.
2. E – 308 Berfungsi untuk material stainless steel – 304.
3. E – 316 Berfungsi untuk material SS – 316.
4. E – 310 Berfungsi untuk material SS – 310.
5. E – 309 Berfungsi untuk menyambung SS dengan CS.
6. CIN – 2 Berfungsi untuk material casting (besi cor).
7. Inconel elektroda berfungsi untuk material inconel.

#### a. Daftar kawat las filler Rod / kawat Las argon

1. Tgs-50 Untuk material CS, biasanya berwarna tembaga.

2. Tgs-308 Untuk material SS 304, biasanya berwarna perak.
3. Tgs-316 Untuk material SS 316, biasanya berwarna perak mengkilap.
4. KS-70 Untuk material Titanium.

b. Sistem pengelolaan Elektroda AWS-ASTM

AWS : American Welding Society

ASTM : American Society For Testing Materials

Sesuai dengan jenis logam yang akan di las, maka elektroda dapat dibedakan atas empat golongan utama, yaitu:

- a. Elektroda Baja Karbon (Mild Steel Arcwelding Electrode) Elektroda ini digunakan untuk mengelas baja lunak (mild steel), misalnya karbon dengan persentase karbon yang rendah.
- b. Elektroda Baja Campuran (Alloy Steel Arcwelding electrodes) elektroda ini dipakai untuk mengelas baja campuran, misalnya baja stainless
- c. Elektroda Bukan Besi non ( Ferrous arcwelding Electrodes) Elektroda ini dipakai untuk mengelas logam bukan besi dan baja, misalnya :aluminium, monel, brass, bronze( perunggu)
- d. Elektroda besi tuang (Cast Iron Arcwelding Electrodes) Elektroda ini dipakai untuk mengelas besi tuang dan sebagainya.

**A. Elektroda Berselaput**

Seperti telah dijelaskan pada kegiatan belajar 2, bahwa pada las busur logam manual menggunakan elektroda berselaput seperti ditunjukkan pada gambar 3.1. Elektroda ini terdiri dari kawat inti (*core wire*) yang dilapis dengan selaput (*coating*) yang terdiri dari *flux*, komposisi kawat dan selaput menentukan perbedaan elektroda.

**1. Kawat inti (*Core wire*)**

Ukuran standar diameter kawat inti dari 1,5 mm s.d 7 mm dengan panjang 250 s.d 450 mm. Tebal selaput elektroda berkisar antara 10%

sampai 50% dari diameter elektroda. Selaput elektroda sangat berpengaruh terhadap sifat mekanik logam las, dan semua logam las (*all weld metal*).

## **2. Salutan (*Coating*) Elektroda**

Dalam proses pengelasan (gambar 3.1) salutan akan terbakar membentuk gas yang berfungsi sebagai pelindung dari pengaruh atmosfer dan pembentuk terak cair, kemudian membeku dan melindungi logam las yang sedang proses pembekuan.

*Flux* salutan juga berfungsi sebagai pemantap busur dan melancarkan pemindahan butir-butir logam cair. Terutama sebagai sumber unsur-unsur logam paduan yang akan sangat berpengaruh terhadap sifat mekanik logam las, yaitu tegangan luluh, tegangan tarik dan kekerasan.

### **A. Bahan salutan**

Bahan-bahan yang digunakan pada pembungkus/salutan dapat digolongkan sebagai bahan:

- a) Pemantap busur
- b) Pembentuk terak
- c) Penghasil gas deoksidator Penambah unsur paduan, dan
- d) Pengikat

Bahan-bahan tersebut antara lain:

Oksida logam karbonat, silikat, fluorida logam paduan, serbuk besi dan zat-zat organik.

### **B. Klasifikasi Elektroda**

Klasifikasi elektroda ini menggunakan kode dan digunakan untuk mengelompokkan elektroda-elektroda dari perbedaan pabrik pembuatannya terhadap kesamaan jenis dan pemakaiannya. Klasifikasi elektroda ini dibutuhkan baik pada elektroda maupun pada bungkusnya. Klasifikasi elektroda menurut standar AWS (*American Welding Society*) maupun ASTM (*American Society for Testing Material*) dinyatakan dengan

tanda E diikuti oleh 4 digit. Penjelasan dapat dilihat pada skema dan tabel di bawah ini :

Tabel .2.9.1 Karakteristik Digit Keempat Tipe Selaput Dan Arus Listrik

Angkakeempat (EXXXX)	Sumber arus		Polaritas elektroda		Tipesalutan	Dayatembus	Kadarserbuk besi
	AC	DC	+	-			
1	AC	DC	+		<i>Cellulose potasium</i>	Kuat	Tidak ada
2	AC	DC		-	<i>Rutile Sodium</i>	Medium	0 – 10 %
3	AC	DC	+	-	<i>Rutile Potasium</i>	Lunak	0 – 10 %
4	AC	DC	+	-	<i>Rutile iron powder</i>	Lunak	30–50 %
5		DC	+		<i>Low hydrogen sodium</i>	Medium	Tidak ada
6	AC	DC		-	<i>Low hydrogen potassium</i>	Medium	Tidak ada
7	AC	DC	+	-	<i>Iron oxide, Iron powder</i>	Lunak	50 %
8	AC	DC	+		<i>Low hydrogen, Iron powder</i>	Medium	30 – 50 %
0	Lihat data-data di bawah, angka akhir 0 ada pengecualian						
E 6010		DC	+		<i>Cellulose sodium</i>	Kuat	0 – 10 %
E 6020	AC	DC		-	<i>Iron oxide sodium</i>	Medium	0 – 10 %

**Penting** :Keterangan tentang penggunaan elektroda pengaturan arus las, hubungannya dengan kutub-kutub las, posisi pengelasan, klasifikasi dan jenis salutan biasanya tercantum pada bungkus elektroda.

(<http://budidarmawan654.blogspot.com/2013/05/las-gas>)

### C. Penyimpanan Elektroda Las

Penyimpanan elektroda untuk mendapat pengelasan yang baik adalah penting.

- a) Disimpan ditempat kering, terutama untuk *low hydrogen (basic electrode)*.
- b) Pengepakan dari pabrik sebagai profeksi untuk menghindari pengaruh kelembapan harus baik.
- c) Elektroda yang mempunyai kelembaban lebih besar dari 50% diharuskan disimpan di oven (sesuai rekomendasi pabrik).
- d) Elektroda *low hydrogen*, seperti: E 7016, E7015, E 7018 dan E 7028, sangat keritis karena mudah menyerap kebasahan (*moisture*).
- e) Jika bungkus elektroda dibuka hanya untuk digunakan selama 8 jam, apabila ada sisa harus disimpan di *oven*.
- f) Untuk elektroda baja lunak apabila dibuka harus disimpan pada oven temperatur 100–150<sup>0</sup> C selama 8 jam.
- g) Ruang penyimpanan elektroda harus dikontrol dengan kelembapan lebih kecil dari 50%.
- h) Untuk elektroda selulosa atau E 6010 dan E 6011 tidak harus selalu di *oven*, karena mempunyai level *moisture* 3-7 %. Hal ini tidak berpengaruh dalam proses las.

### D. Standarisasi dan lingkup Penggunaan

Standarisasi elektroda baik dalam JIS maupun dalam ASTM di dasarkan pada jenis *flux*, posisi dan arus las. Walaupun dalam memberikan simbol agak berbeda antara kedua sistem standar tersebut tapi pada dasarnya sama.

Contoh adalah D dalam JIS dan huruf E dalam ASTM, keduanya berarti bahwa elektroda yang dimaksud adalah elektroda yang terbungkus. Dua angka pertama baik dalam JIS maupun dalam ASTM menunjukkan kekuatan terendah dari logam las, hanya saja dalam JIS satunya adalah ( kg/cm) Sedangkan dalam ASTM satunya adalah ( Psi ) dua angka terakhir dalam kedua sistem standar tersebut menunjukkan posisi pengelasan dan jenis *flux*.

**Faktor–faktor untuk mempertimbangkan bila memilih elektroda adalah**

sebagai berikut:

- a. Kekuatan dari bahan logam dasar yang dikerjakan
- b. Komposisi dari logam dasar
- c. Posisi pengelasan
- d. Bentuk sambungan
- e. Ketebalan dan bentuk dari logam dasar

## **2.10 Nyala Oksi Asetilen**

Las nyala oksiasetilen (sering juga disebut dengan “las karbid”), menggunakan nyala dari gas campuran antara oksigen dengan asetilen, sampai logam induk mencair dan pengelasan dapat dilakukan dengan atau tanpa logam pengisi.

Oksigen berasal dari proses elektrolisa atau proses pencairan udara. Oksigen komersial umumnya berasal dari proses pencairan udara, dimana oksigen dipisahkan dari nitrogen yang kemudian disimpan di dalam tabung silinder baja bertekanan sekitar 14 MPa.

### **1. Skema Nyala Las Asetilen**

Pengaturan perbandingan persentase campuran gas, adalah sangat penting, sebab dengan demikian sifat nyala api akan dapat diatur Secara umum ada 3 (tiga) macam sifat nyala las asetilen, yakni:



a. **NYALA NETRAL**

Dibagian ujung nyala kerucut, terjadi perbandingan Oksigen : Asetilen = 1 : 1 Selubung luar nya berwarna ke biru-biruan dan Oksigen yang dibutuhkan diambil dari udara disekitarnya. Umumnya nyala ini digunakan pada:

- a. Pengerjaan pengelasan
- b. Pemotongan logam

b. **NYALA REDUKSI (Nyala Karburasi)**

Bila terdapat kelebihan Asetilen, maka diantara nyala kerucut dan selubung luar (lihat: nyala netral), akan timbul nyala seperti nyala kerucut, tetapi berwarna ke putih-putihan yang panjangnya tergantung dari jumlah kelebihan asetilennya.

Nyala ini biasanya digunakan untuk pengelasan:

1. Logam monel
2. Nikel
3. Beberapa baja lunak dan beberapa bahan non-ferrous dengan pengerasan permukaan.

c. **NYALA OKSIDASI**

Bila terdapat Oksigen yang berlebih, maka akan diperoleh nyala yang mirip nyala netral, hanya saja nyala kerucutnya lebih pendek dan selubung luar nya lebih jelas (nyata/tegas) warnanya. Nyala ini hanya dapat digunakan untuk pengelasan fusion, yakni untuk bahan-bahan seperti: kuningan dan perunggu.

**2. Beberapa Keuntungan (Keunggulan) Las Oksiasetilen:**

- a) Peralatannya relatif murah
- b) Maintenanannya sederhana dan murah
- c) Mudah di bawa-bawa untuk digunakan hampir disetiap tempat.