

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penjelasan umum *jig and fixture*

*Jig and Fixture* (Alat Penepat) adalah alat pemegang benda kerja produksi yang digunakan dalam rangka membuat penggandaan komponen secara akurat. Untuk mendapatkan hasil pekerjaan yang baik dalam produksi tentunya harus adanya keserasian dalam hal posisi dari benda kerja dengan mesin yang digunakan.

##### 2.1.1 Definisi *Jig and fixture*

*Jig* didefinisikan sebagai alat yang membantu proses permesinan dalam mengarahkan, memegang dan menepatkan pada saat proses permesinan sedang berlangsung.

*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, ragam 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.

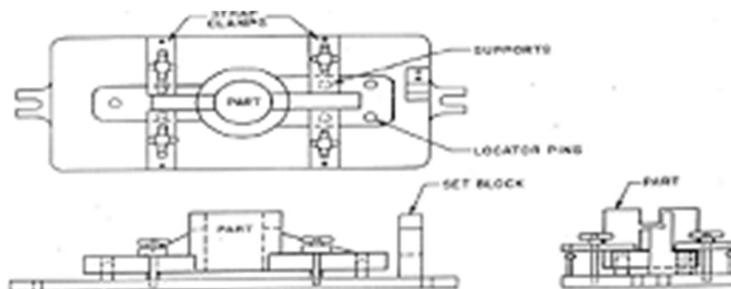
### 2.1.2 Jenis-jenis *Fixture*

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.

Ditinjau dari bentuk pekerjaannya, maka *fixture* dapat diklasifikasikan menjadi enam bentuk yaitu sebagai berikut :

#### 1. *Fixture Plat ( Plate Fixture )*

*Fixture* pelat adalah bentuk paling sederhana dari *fixture* (gambar 2.9). *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.

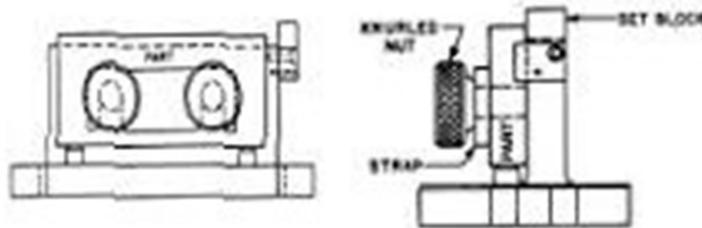


### Gambar 2.1 Fixture Plat ( Plate Fixture )

(Sumber : blog.ub.ac.id)

#### 2. Fixture Sudut-Plat (Angle-Plate Fixture)

Fixture plat sudut adalah variasi dari fixture pelat. Dengan fixture jenis ini, komponen biasanya dicekam pada sudut tegak lurus terhadap localornya. Bentuk dari fixture ini dapat dilihat pada gambar

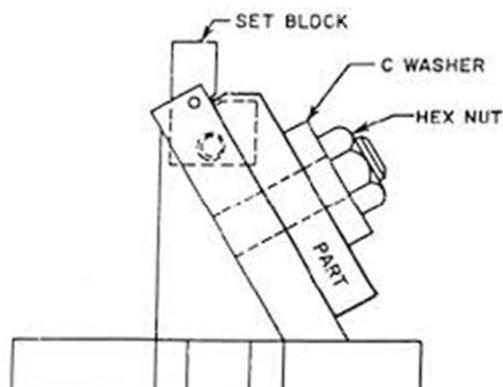


### Gambar 2.2 Fixture Sudut-Plat (Angle-Plate Fixture)

(Sumber : pdfcookie.com)

#### 3. Fixture Dapat Diubah Sudut (Modified Angle-Plate Fixture)

Sementara sebagian besar sudut piringan Fixture dibuat dengan sudut 900 ada kalanya diperlukan sudut yang lain. Dalam kasus ini, sudut piringan pengecam yang sudutnya dapat diatur sesuai kebutuhan dapat menggunakan *fixture* tipe ini. Bentuk dari *fixture* ini dapat dilihat pada gambar 2.3 berikut.

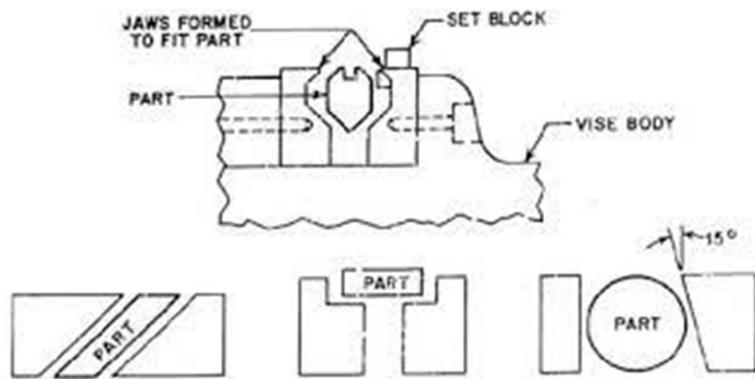


### Gambar 2.3 Fixture Dapat Diubah Sudut (Modified Angle-Plate Fixture)

(Sumber : 123dok.com)

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

*Fixture* vise-jaw digunakan untuk permesinan dengan komponen kecil. Dengan alat ini, vise jaw standar digantikan dengan jaw yang dibentuk sesuai dengan bentuk komponen. Bentuk dari *Fixture* ini dapat dilihat pada Gambar 2.4 berikut ini :

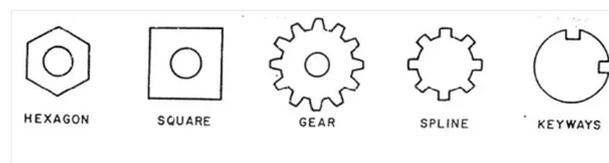


**Gambar 2.4** *Fixture* Vise-rahang (*Vise-jaw Fixture*)

(Sumber : keluargasepuh86.blogspot.com)

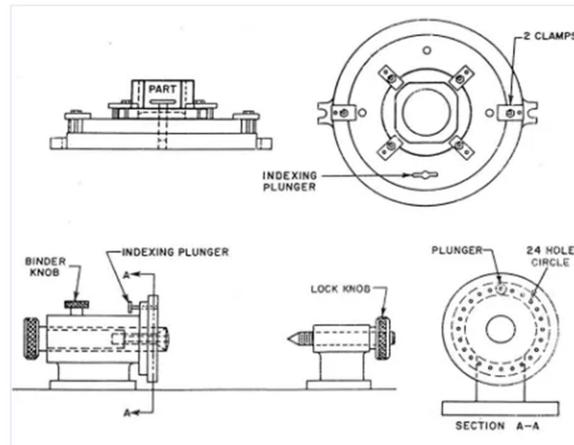
5. *Fixture* Index (*Indexing fixture*)

*Fixture* index mempunyai bentuk yang hampir sama dengan jig *indexing*. *Fixture* jenis ini digunakan untuk pemesinan komponen yang mempunyai detail pemesinan untuk rongga yang detil. Gambar 2.5 adalah contoh komponen yang menggunakan *fixture* jenis ini.



**Gambar 2.5** *Fixture* Index (*Indexing fixture*)

(Sumber : 123dok.com)



**Gambar 2.6** Bubut

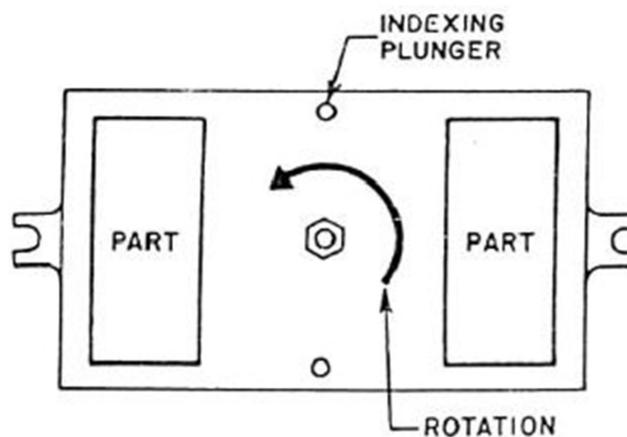
(Sumber : 123dok.com)

6. *Fixture Multistation*

*Fixture Multistation* digunakan terutama untuk siklus pemesinan yang cepat dan produksi secara terus menerus.

a. *Fixture duplex*

*Fixture duplex* adalah jenis paling sederhana dari jenis ini dimana hanya ada dua stasiun. Mesin tersebut bisa memasang dan melepaskan benda kerja ketika pekerjaan pemesinan berjalan.

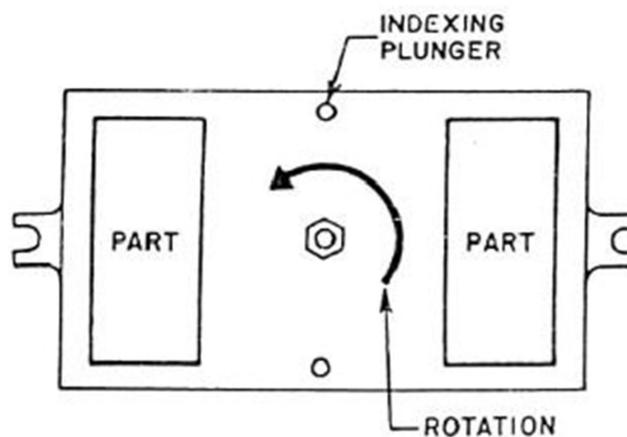


**Gambar 2.7** *Fixture duplex*

(Sumber : Fatahul Arifin, 2018)

b. *Fixture* Profil

*Fixture* profil digunakan mengarahkan perkakas untuk pemesinan kontur di mana mesin secara normal tidak bisa melakukannya. Kontur bisa *internal* atau *eksternal*. Gambar 2.8 memperlihatkan bagaimana nok/cam secara akurat memotong dengan tetap menjaga kontak antara *fixture* dan bantalan pada pisau potong *frais*.



**Gambar 2.8** *Fixture* profil

(Sumber : Fatahul Arifin, 2018)

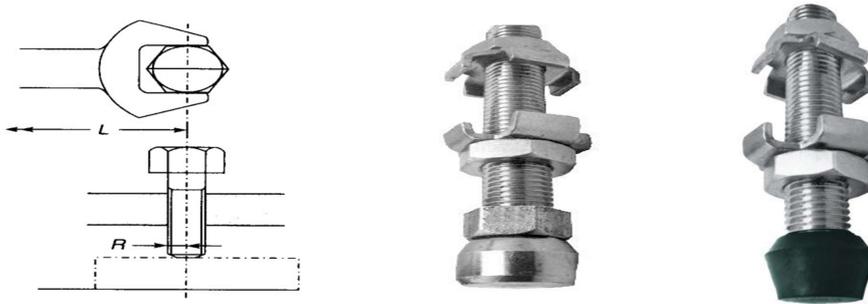
## 2.2 Pencekam (*Clamping*)

Klem adalah salah satu elemen dari Alat Penepat yang berfungsi untuk menjepit/mencekam dengan tujuan supaya pada saat pengerjaan berlangsung, benda kerja tetap pada posisinya. Alat ini ada yang terdiri dari *support* dan klem seperti ragum (*vice*) dan ada juga yang hanya berupa klem saja dimana bodi atau *locator* dijadikan sebagai supportnya.

Pengaturan lokasi pencekaman dirancang untuk mengurangi waktu *idle* dengan menggunakan klem sederhana yang mudah dan cepat untuk beroperasi dan juga tanpa merusak benda kerja. Kelengkapan pegas dapat digunakan untuk mengangkat penjepit pada saat benda kerja dipasang dan dilepas. Penjepit harus ditempatkan di titik atas pendukung benda kerja, untuk menghindari distorsi dan

harus cukup kuat untuk menahan benda kerja tanpa terjadi bengkok. Secara umum, bentuk klem dapat diklasifikasikan menjadi 5 tipe yaitu :

1. Klem Baut/Sekrup dengan /tanpa bantalan apung



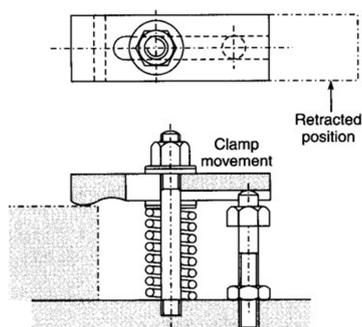
**Gambar 2. 1** Klem Baut/Sekrup dan Mur



**Gambar 2. 2** *Slotted Plate Clamp*

2. Klem Datar

a. *Slotted Plate Clamp*



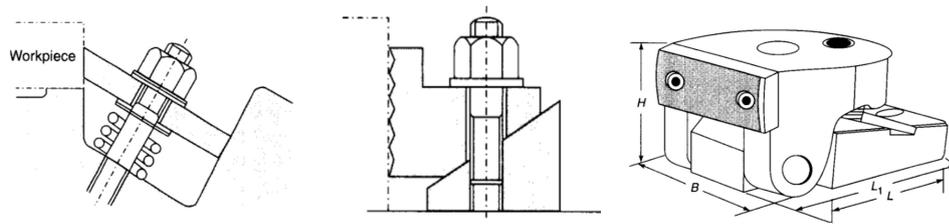
b. *Swing Plate Clamp*



Figure 3.10a  
Swinging strap clamp

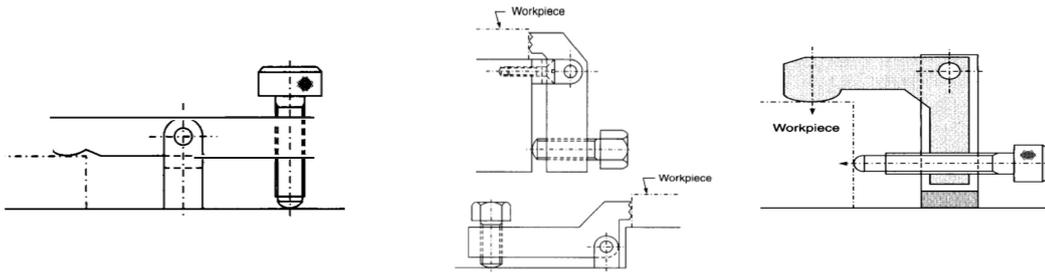
**Gambar 2. 3** *Swing Plate Clamp*

c. *Edge Plate Clamp*



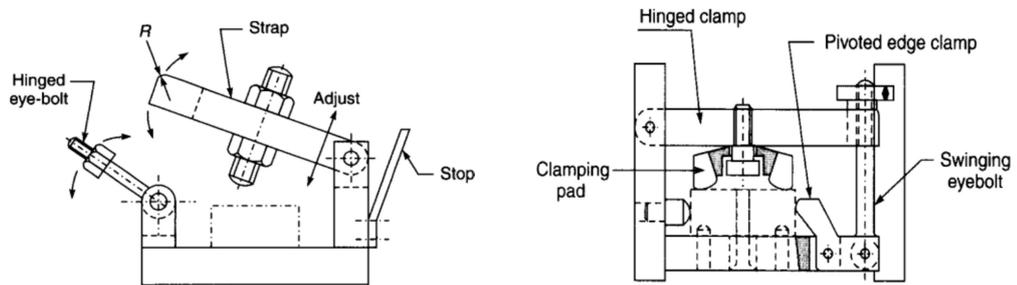
**Gambar 2. 4** *Type of Edge Plate Clamp*

d. *Pivoted Plate Clamp*

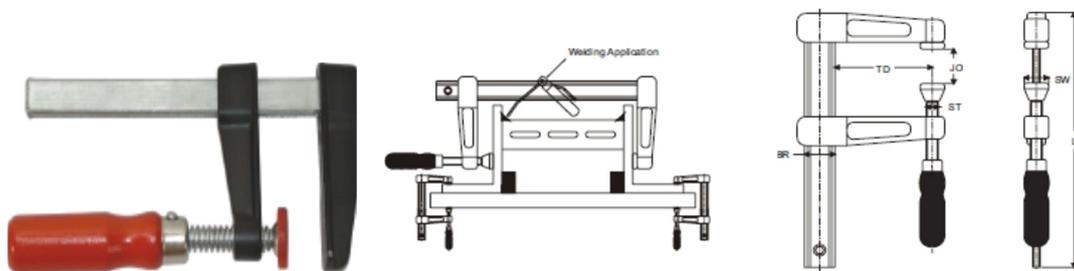


**Gambar 2.5** *Pivoted Plate Clamp*

e. *Hinged Plate Clamp*



**Gambar 2.6** *Hinged Plate Clamp*

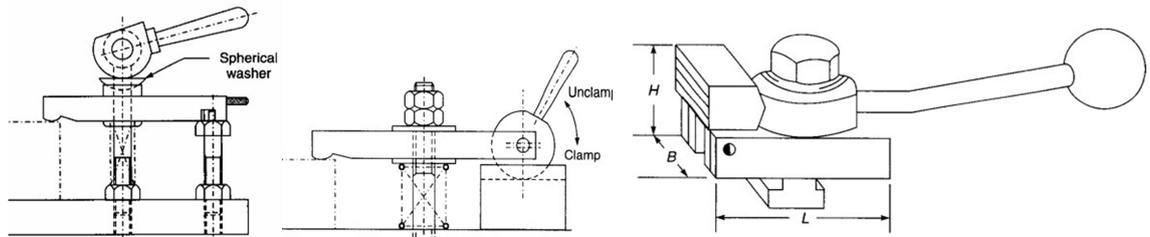


f. *Plate Bar Clamp*

**Gambar 2.7** *Plate Bar Clamp*

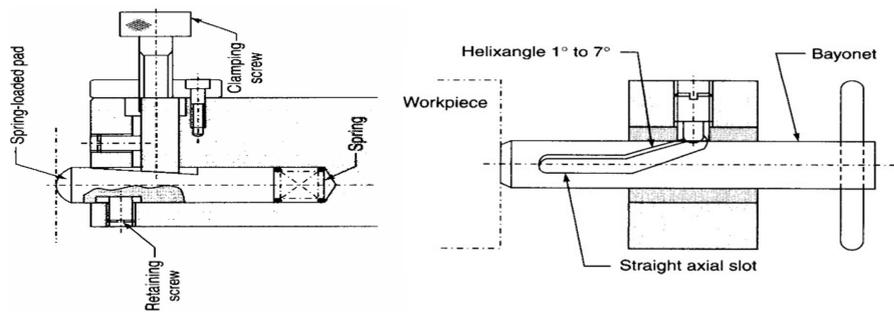
3. Klem aksi cepat

a. *Cam Clamp*

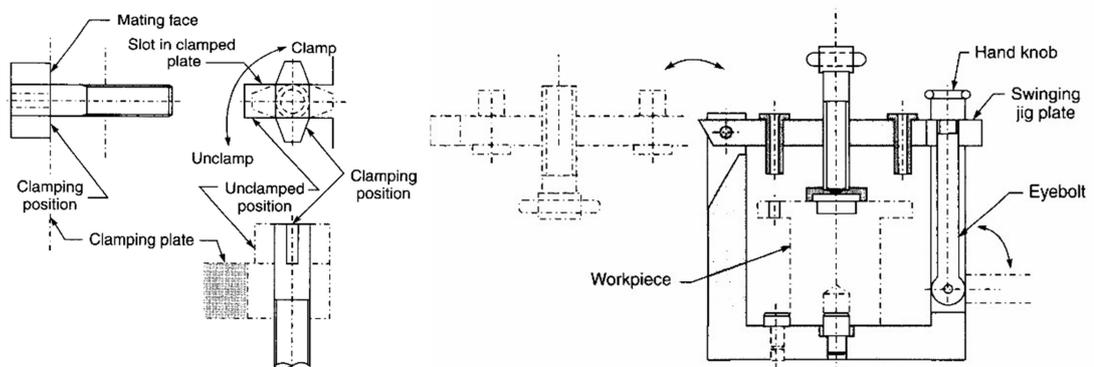


**Gambar 2.8** *Cam Clamp*

b. *Bayonet Clamp*



**Gambar 2.9** *Bayonet Clamp*



c. *Quarter Turn Screw Clamp*



d. *Toggle Clamps*

4. Klem multipel: Klem dobel, susunan benda bertingkat, klem dengan tenaga pneumatik/hidrolik, klem magnetik.

**Gambar 2. 11** *Toggle Clamp*

5. Klem non conventional menggunakan perekat, tempelan (*fusion*)

### 2.3 Pengertian Las



**Gambar 2.20** Pengelasan

Pengelasan secara umum adalah suatu proses penyambungan logam menjadi satu akibat panas dengan atau tanpa pengaruh tekanan atau dapat juga didefinisikan sebagai ikatan metalurgi yang ditimbulkan oleh gaya tarik menarik antara atom. 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. Jika

tepi lempengan logam tersebut disatukan, maka terbentuklah sambungan. Umumnya pada proses pengelasan juga dilakukan dengan bahan penyambung seperti kawat atau batang las. Jika campuran tersebut sudah dingin, maka molekul kawat las yang semula merupakan bagian lain kini sudah menyatu.

Menurut “*Welding Handbook*” pengelasan adalah proses penyambungan bahan yang menghasilkan peleburan bahan dengan memanaskannya dengan suhu yang tepat dengan atau tanpa pemberian tekanan dan dengan atau tanpa pemakaian bahan pengisi. Pengelasan adalah suatu proses penggabungan logam dimana logam menjadi satu akibat panas las, dengan atau tanpa pengaruh tekanan, dan dengan atau tanpa logam pengisi (Howard,1981).

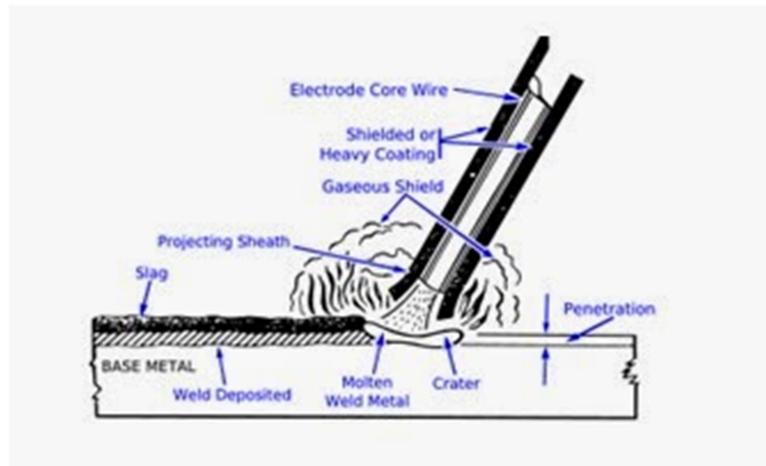
Berdasarkan definisi dari DIN (Deutch Industrie Normen) las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dari definisi tersebut dapat dijabarkan lebih lanjut bahwa las adalah sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi 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.

### **2.3.1 Macam-macam Las**

#### **1. *Shielded Metal Arc Welding* ( SMAW )**

Diantara macam-macam pengelasan yang ada, 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. 21** *Shielded Metal Arc Welding (SMAW)*

( sumber : pengelasan.com )

Berikut ini arti kode kawat las *Shield Metal Arc Welding (SMAW)* :

Misal : E 6010

E : Elektroda Mild Steel

60 : Kekuatan Tarik Minimum 60, satuannya KSI (Biasanya ada juga tipe 70 dan 80 misal E 7016, E 7018, E 8010, E8018).

1 : Untuk semua posisi pengelasan (Untuk kode lain yaitu 2 (posisi flat dan horizontal) dan 3 (Posisi flat).

0 : Jenis komposisi kimia dari flux yang nanti juga berpengaruh terhadap penetrasi, arus dan polaritas.

Jenis digit keempat ini ada untuk lebih detailnya dapat dilihat pada gambar berikut ini :

AWS A5.1 Carbon Steel Electrodes for SMAW		
Electrode	E 6 0 1 0	
Min. Tensile (in ksi)	60	
Position	1	
Type of Coating and Current	0	
Key to Type of SMAW Coating and Current		
Digit	Type of Coating	Current
0	High Cellulose Sodium	DC+
1	High Cellulose Potassium	AC, DC±
2	High Titania Sodium	AC, DC-
3	High Titania Potassium	AC, DC±
4	Iron Power, Titania	AC, DC±
5	Low Hydrogen Sodium	DC+
6	Low Hydrogen Potassium	AC, DC+
7	High Iron Oxide, Iron Powder	AC, DC±
8	Low Hydrogen Potassium, Iron Powder	AC, DC±

**Gambar 2. 22** Carbon Steel Electrodes For SMAW

( Sumber : pengelasan.net )

Berikut ini cara menentukan arus listrik mesin las berdasarkan ukuran elektroda dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut :

Typical Welding Parameters of Mild Steel & Low Alloy SMAW (Electrodes)				
Diameter of Rod		Voltage (V)	Amperage (A)	
Inches	Millimeters		Flat	Vertical & Overhead
3/32	2.4	21 – 25	65 – 80	65 – 75
1/8	3.2	21 – 25	90 – 110	80 – 95
5/32	4.0	21 – 26	135 – 160	120 – 140
3/16	4.8	22 – 26	160 – 210	140 – 160

**Tabel 2.1** Ukuran Elektroda

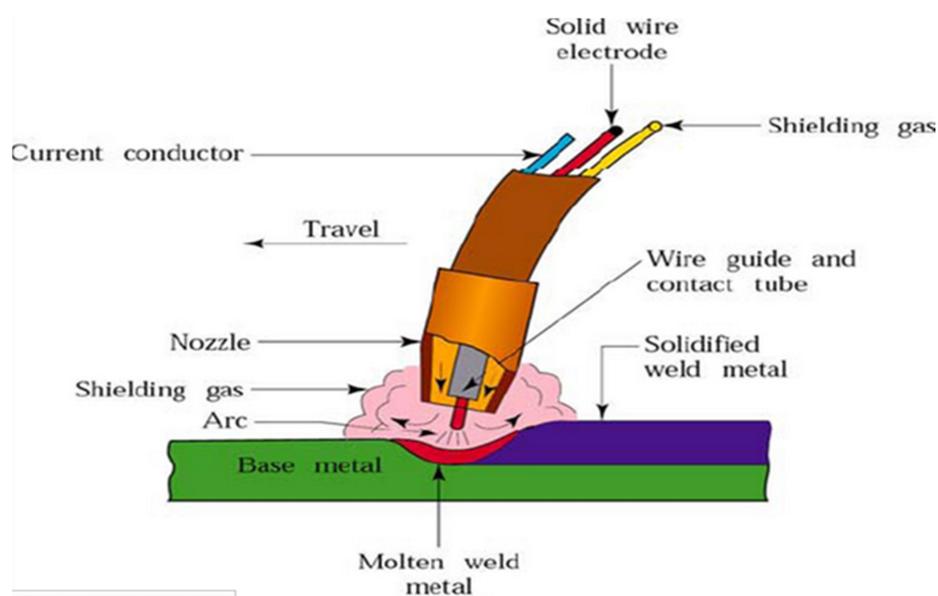
( sumber : <https://systemenergymanagement.blogspot.com> )

## 2. Gas Metal Arc Welding ( GMAW )

GMAW (Gas Metal Arc Welding) merupakan proses penyambungan dua buah logam atau lebih yang sejenis dengan menggunakan bahan tambah yang

berupa kawat gulungan dan gas pelindung melalui proses pencairan. Gas pelindung dalam proses pengelasan ini berfungsi sebagai pelindung dari proses oksidasi, yaitu pengaruh udara luar yang dapat mempengaruhi kualitas las. Gas yang digunakan dalam proses pengelasan ini dapat menggunakan gas argon, helium, argon+helium dsb. Penggunaan gas juga dapat mempengaruhi kualitas las itu sendiri.

Proses pengelasan GMAW merupakan pengelasan dengan proses pencairan logam. Proses pencairan logam ini terbentuk karena adanya busur las yang terbentuk diantara kawat las dengan benda kerja. Ketika kawat las didekatkan dengan benda kerja maka terjadilah busur las (menghasilkan panas) yang mampu mencairkan kedua logam tersebut (kawat las + benda kerja), sehingga akan mencair bersamaan dan akan membentuk suatu sambungan yang tetap. Dalam proses ini gas pelindung yang berupa gas akan melindungi las dari udara luar hingga terbentuk suatu sambungan yang tetap.



**Gambar 2. 23** Gas Metal Arc Welding (GMAW)

( sumber : <https://junaidilas.blogspot.com> )

Pengertian Kode Filler Metal Gas Metal Arc Welding (GMAW) :

ER - 70S - 6

E : Elektroda

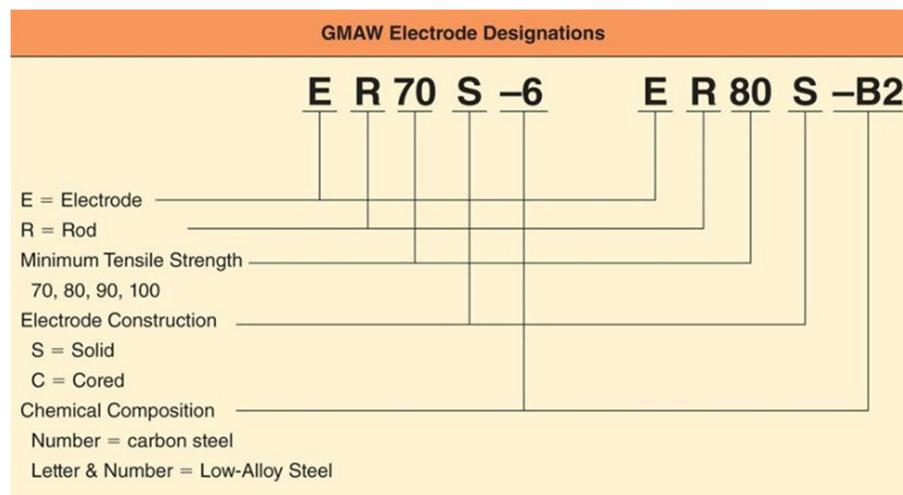
R : Rod (Dapat digunakan untuk GMAW, tanpa flux)

70 : Kekuatan tarik minimum KSI (70, 80 90, 100)

S : Solid (Jenis elektroda Solid atau tanpa flux)

6 : Komposisi kimia, 6: High Silicon

Untuk lebih detailnya, arti kode pada filler metal GMAW dapat dilihat pada gambar bb berikut ini :



**Gambar 2. 24** GMAW *Electrode Designations*

( sumber : pengelasan.net )

Berikut ini cara menentukan arus listrik mesin las berdasarkan ukuran elektroda dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut :

Tebal Pelat (mm)	Jenis Sambungan	Current, DCSP (amp)	Diameter Elektroda (mm)	Aliran gas Argon (cfh)	Diameter bahan tambah (mm)	Arc Speed (ipm)
1,6	Sambungan I	80-100	1,6	10	1,6	12
1,6	Sambungan T	90-110	1,6	10	1,6	10
2,38	Sambungan I	100-120	1,6	10	1,6	12
2,38	Sambungan T	120-140	1,6	10	1,6	10
3,18	Sambungan Sudut	120-140	1,6	10	2,38	12
3,18	Sambungan Tumpang	130-150	1,6	10	2,38	10
4,76	Sambungan Sudut	200-250	2,38	15	3,18	10
4,76	Sambungan tumpang	225-275	2,38	15	3,18	8

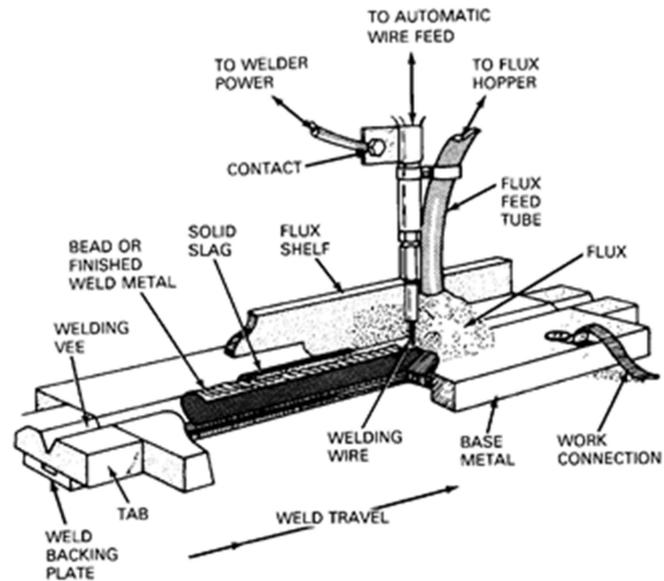
(Sumber : *Pengelasan.net*)

**Tabel 2.2** Ukuran Elektroda Pada GMAW

### 3. *Submerged Arc Welding (SAW)*

SAW adalah salah satu jenis las listrik dengan proses memadukan material yang dilas dengan cara memanaskan dan mencairkan metal induk dan elektroda oleh busur listrik yang terletak diantara metal induk dan elektroda. Arus dan busur lelehan metal diselimuti (ditimbun) dengan butiran flux di atas daerah yang dilas.

SAW tidak membutuhkan tekanan dan bahan pengisi (filler metal) dipasok secara mekanis terus ke dalam busur Isitrik yang terbentuk diantara ujung elektroda dan metal induk yang ditimbun oleh fluks. Elektroda pada proses SAW terbuat dari metal padat (solid). Prinsip pada pengelasan ini hampir sama dengan pengelasan pada SMAW.



**Gambar 2. 25** *Submerged Arc Welding (SAW)*

( sumber : pengelasan.com )

Kode Kawat Las SAW (Submerged Arc Welding):

**F7A2-EM12K**

Dimana :

F : Mengindikasikan Fluks

7 : 70-95 KSI kekuatan tarik minimum

A : Sebagai las lasan, jika P: Post Weld Heat treatment

N : Minimum kekuatan impact 20 ft-lbs pada 20 derajat F

E : Mengindikasikan Elektroda

M : Medium Manganese per AWS Spesifications

12 : 0,12% Kandungan karbon dalam elektroda

K : Produced from a heat of aluminium killed steel

Berikut ini cara menentukan arus listrik mesin las berdasarkan ukuran elektroda dapat dilihat pada tabel 2.3 berikut :

<b>Diameter Elektroda (mm)</b>	<b>Arus Las (Ampere)</b>
1,5	20-40
2,0	30-60
2,6	40-80
3,2	70-120
4,0	120-170
5,0	140-230

**Tabel 2.3** Ukuran Elektroda pada SAW

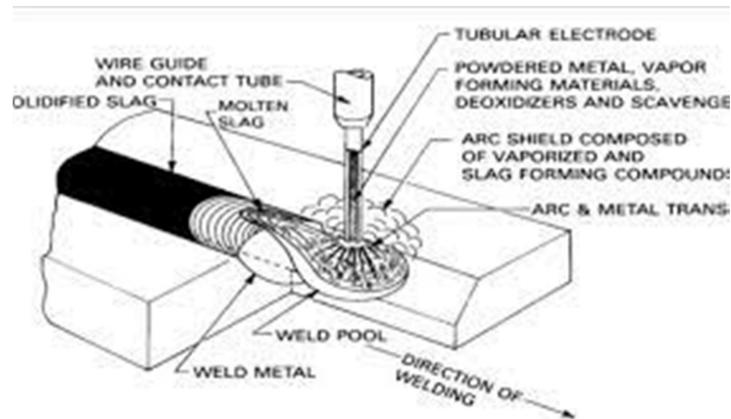
( sumber : pengelasan .net )

#### 4. *Flux Core Arc Welding ( FCAW )*

*Flux Core Arc Welding (FCAW)* adalah las busur berinti flux mirip dengan proses las *GMAW*, yaitu menggunakan *elektroda solid* dan turbular yang diumpankan secara kontinyu dari sebuah gulungan. *Elektroda* diumpankan melalui gun atau torch sambil menjaga busur yang terbentuk diantara ujung elektroda dengan *base metal*. *FCAW* menggunakan elektroda dimana terdapat serbukflux di dalam batangnya.

Butiran-butiran dalam inti kawat ini menghasilkan sebagian atau semua shielding gas yang diperlukan. Jadi berlawanan dengan *GMAW*, dimana seluruh gas pelindung berasal dari sumber luar. *FCAW* bisa juga menggunakan gas

pelindung tambahan, tergantung dari jenis elektroda, logam yang dilas, dan sifat dari pengelasan yang dikerjakan.



**Gambar 2. 26** Flux Core Arc Welding (FCAW)

(Sumber : dictio.id)

Arti Kode Filler Metal FCAW (*Flux Core Arc Welding*):

**E 71 T 1**

Dimana :

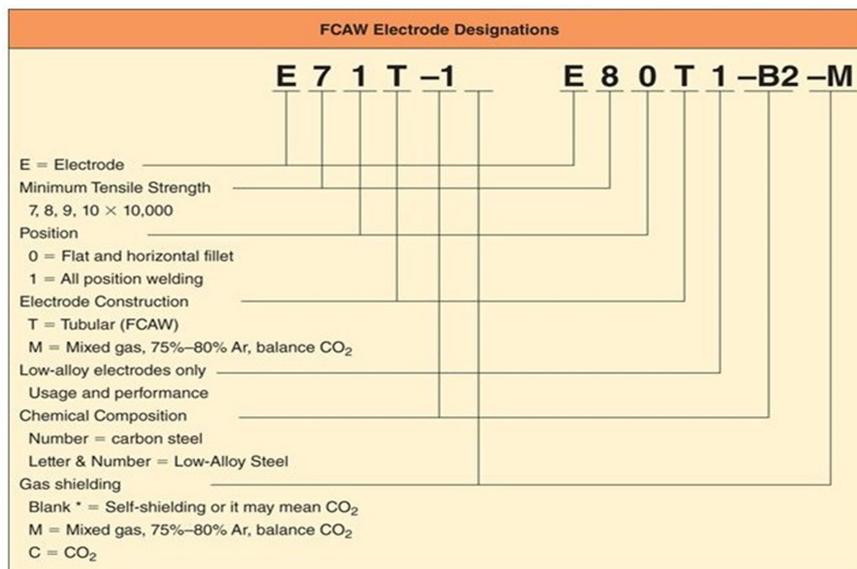
E : Elektroda

7 : Kekuatan tarik minimum (7, 8, 9, 10 x 10.000 psi)

1 : Posisi pengelasan (1: untuk semua posisi, 0: untuk posisi flat dan horizontal fillet)

T : Tubular (FCAW)

1 : Komposisi kimia (1: untuk baja karbon)



**Gambar 2. 27** FCAW *Electrode Designations*

(Sumber : pengelasan.net)

Berikut ini cara menentukan arus listrik mesin las FCAW :

a. *Rutile*

Tabel 2.4 berikut ini adalah ketentuan untuk DC Positif, gas pelindung CO<sub>2</sub>, pada penggunaan 8 - 12 L/min :

Diameter Kawat	Arus ( Amper )	Tegangan (Volt)	Stickout
1,2	150 – 320	25 – 34	19
1,6	200 – 400	26 – 35	25
2,4	290 - 525	26 - 36	25

**Tabel 2.4** *Rutile*

(Sumber : sukabumiwelding.com)

b. *Hydrogen Controlled*

Tabel 2.5 berikut ini adalah ketentuan untuk DC positif, gas pelindung 18% argon/CO<sub>2</sub> pada penggunaan 15 - 20 L/min :

Diameter Kawat	Arus ( Amper )	Tegangan (Volt)	Stickout
1,2	140 – 280	22 – 29	19
1,6	180 – 380	23 – 30	25

**Tabel 2.5** *Hydrogen Controlled*

(Sumber : sukabumiwelding.com)

c. Serbuk Besi

Diameter Kawat	Arus ( Amper )	Tegangan (Volt)	Stickout
1,6	350 – 400	31 – 32	30

**Tabel 2.6** Serbuk Besi

(Sumber : sukabumiwelding.com)

d. *Self-Shielding*

Pengelasan hanya menggunakan DC negatif :

Diameter Kawat	Arus ( Amper )	Tegangan (Volt)	Stickout
0,9	70 – 150	13 – 17	12
1,2	100 – 180	14 – 18	12
1,6	150 – 250	16 – 21	19
2,0	200 – 280	17 – 22	19
2,4	250 – 350	17 – 22	19

**Tabel 2.7** *Self-Shielding*

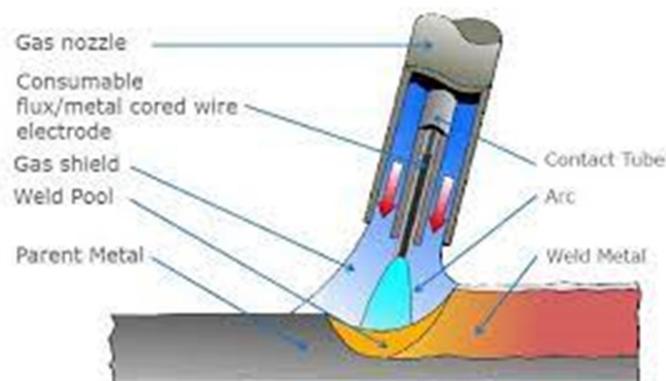
( Sumber : slideshare.net)

**5. Gas Tungsten Arc Welding (GTAW)**

Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) adalah proses las busur yang menggunakan busur antara tungsten elektroda (non konsumsi) dan titik pengelasan. Proses ini digunakan dengan perlindungan gas dan tanpa penerapan tekanan. Proses ini dapat digunakan dengan atau tanpa penambahan filler metal. GTAW telah menjadi sangat diperlukan sebagai alat pengelasan bagi banyak industri karena hasil lasnya berkualitas tinggi dan biaya peralatan yang rendah. Prinsipnya, panas dari busur terjadi diantara elektroda tungsten dan logam induk akan meleburkan logam pengisi ke logam induk di mana busumnya dilindungi oleh gas mulia (Ar atau He)

Las listrik TIG (Tungsten Inert Gas/Tungsten Gas Mulia) menggunakan elektroda wolfram yang bukan merupakan bahan tambah. Busur listrik yang terjadi antara ujung elektroda Wolfram dan bahan dasar merupakan sumber panas, untuk pengelasan.

Sebagian bahan tambah dipakai elektroda tanpa selaput yang digerakkan dan didekatkan ke busur yang terjadi antara elektroda wolfram dengan bahan dasar. Sebagai gas pelindung dipakai gas inert seperti argon, helium atau campuran dari kedua gas tersebut yang pemakaiannya tergantung dari jenis logam yang akan dilas.



**Gambar 2. 28** *Gas Tungsten Arc Welding (GTAW)*  
(Sumber : pengelasan.net)

Dalam pemilihan tungsten elektroda GTAW juga bermacam macam, pemilihan tersebut disesuaikan dengan jenis material yang digunakan. Oleh karena itu tidak boleh sembarangan dalam memilih tungsten agar hasil lasan yang dihasilkan dapat maksimal dan sesuai dengan standar pengelasan. Berikut ini spesifikasi dalam pemilihan Tungsten Elektroda GTAW.

Type	Color	Sizes (mm)	Features
<u>Pure Tungsten</u>	Green	0.8~15	Non-radioactive; suitable for AC welding of aluminum, magnesium, and their alloy
<u>Thoriated Tungsten</u>	Yellow	0.8~15	Excellent electron emission and overall performances; high current-carrying capacity; radioactivity; suitable for DC welding of carbon steel, stainless steel, nickel alloy and titanium alloy.
	Red	0.8~15	
<u>Lanthanum Tungsten</u>	Black	0.8~15	Non-radioactive; excellent electric conductivity and welding capacity; high current-carrying capacity; minimum ratio of burnt area; substitute for thoriated tungsten electrode; mainly used in DC welding.
	Golden Yellow	0.8~15	
	Blue	0.8~15	
<u>Cerium Tungsten</u>	Pink	0.8~15	Non-radioactive; easier arc initiation under low current circumstances, and low arc-maintaining current; suitable for the welding of pipelines, small components and discontinuous welding.
	Orange	0.8~15	
	Grey	0.8~15	
<u>Yttrium Tungsten</u>	Sky Blue	0.8~15	Non-radioactive; long and slim arc beam with high compression; deeper burning groove under medium and high current circumstances.
<u>Compound Rare Earth Tungsten</u>	Cyan	0.8~15	Compound rare-earth tungsten electrode; different additives contributing to better performance of tungsten electrode

**Tabel 2.8** Spesifikasi *Tungsten* Elektroda GTAW

(Sumber : pengelasan.net)

Berikut ini cara menentukan arus listrik mesin las GTAW berdasarkan jenis materialnya dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Diameter Elektroda (In)	Tebal Plat yang dilas (mm)	DCSP (amp)	Diameter bahan tambah (mm)	Kecepatan pengelasan (ipm)	Aliran gas argon (cfb)
0,25	0,25 – 0,30	15	0,5	12 – 18	8 – 10
0,50	0,31 – 0,50	5 – 20	0,5	12 – 18	8 – 10
1,0	0,50 – 08	15 – 80	1	12 – 18	8 – 10
1,60	0,90 – 1,5	100 - 140	1,6	12 – 18	8 – 10
2,40	1,6 – 3,2	140 – 170	2,4	12 – 18	8 – 10
3,2	3,2	150 - 200	3,2	10 – 12	8 – 10

**Tabel 2.9** Menentukan Arus Listrik Las GTAW

(Sumber : Modul pembelajaran Center of Excellence : TIG WELDING )

<b>Tebal plat (mm)</b>	<b>Jenis sambungan</b>	<b>Alternating Current (AC)</b>	<b>Diameter Elektroda (mm)</b>	<b>Aliran Gas Argon (cfb)</b>	<b>Diameter Bahan Tambah (mm)</b>	<b>Jumlah Jalur Las</b>
1,6	Sambungan I	70 – 100	1,6	20	2,4	1
3,2	Sambungan I	125 – 160	2,4	20	3,2	1
6,35	Sambungan V	225 – 275	4	30	4,75	2
9,53	Sambungan V	325 – 400	6,35	35	6,35	2
12,52	Sambungan V	375 – 450	6,35	35	6,35	3
25,4	Sambungan V	500 – 600	8 – 9,5	35 – 45	6,35 – 9,53	8 – 10

**Tabel 2.10** Tabel Arus Listrik

(Sumber : Modul pembelajaran Center of Excellence : TIG WELDING )

<b>Tebal plat (mm)</b>	<b>Jenis sambungan</b>	<b>Current, DSCP (amp)</b>	<b>Diameter Elektroda (mm)</b>	<b>Aliran Gas Argon (cfb)</b>	<b>Diameter Bahan Tambah (mm)</b>	<b>Arc Speed (ipm)</b>
1,6	Sambungan I	80 – 100	1,6	10	1,6	12
1,6	Sambungan T	90 – 110	1,6	10	1,6	10
2,38	Sambungan I	100 – 120	1,6	10	1,6	12
2,38	Sambungan T	120 – 140	1,6	10	1,6	10
3,18	Sambungan Sudut	120 – 140	1,6	10	2,38	12
3,18	Sambungan Tampung	130 – 150	1,6	10	2,38	10
4,76	Sambungan Sudut	200 – 250	2,38	15	3,18	10
4,76	Sambungan Tampung	225 – 275	2,38	15	3,18	8

**Tabel 2.11** Tabel Arus Listrik GTAW

(Sumber : Modul pembelajaran Center of Excellence : TIG WELDING )

### 2.3.2 Pengujian Hasil Pengelasan

Pengujian Las dan material adalah sebuah proses inspeksi, pengecekan atau pemeriksaan hasil pengelasan dan material agar diketahui apabila terdapat sebuah cacat atau tidak, serta memeriksa sifat mekanik dari sambungan dan material tersebut. Terdapat dua metode untuk mengetahui hasil dari pengelasan, yaitu dengan Uji Merusak atau DT (*Destructive Testing*) dan Uji Tanpa Merusak (*Non Destructive Testing*).

#### a. Uji Merusak (*Destructive Testing*)

Uji Merusak adalah pengujian yang dilakukan dengan memotong beberapa bagian hasil lasan dengan letak dan dimensi yang sudah diatur oleh Standard atau Code. Kemudian potongan yang kita sebut spesimen tersebut diuji dengan cara ditarik, lengkung, tumbuk, penekanan, puntir, pukul dan cara lain agar mendapatkan hasil yang berupa nilai dari sifat mekanik maupun dari bentuk patahannya, berikut macam-macam uji Merusak:

1. *Tensile Test*
2. *Bending Test*
3. *Hardness Test*
4. *Impact Test*
5. *Macro Examination*
6. *Micro Examination*

#### b. Uji Tanpa Merusak (*Non Destructive Testing*)

*Non Destructive Test (NDT)* adalah teknik analisis yang dilakukan untuk mengevaluasi suatu material tanpa merusak fungsi dari benda uji tersebut. Berikut macam-macam uji tanpa merusak :

1. *Penetrant Test*
2. *Magnetic Particle Test*
3. *Ultrasonic Test*

#### *4. Radiography Test*

### **2.4 Dasar-dasar Pemilihan Bahan**

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

#### 1. Sifat Mekanis Bahan

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

#### 2. Sifat Fisis Bahan

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

#### 3. Sifat Teknik Bahan

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

#### 4. Mudah Didapat di Pasaran

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

#### 5. Murah Harganya

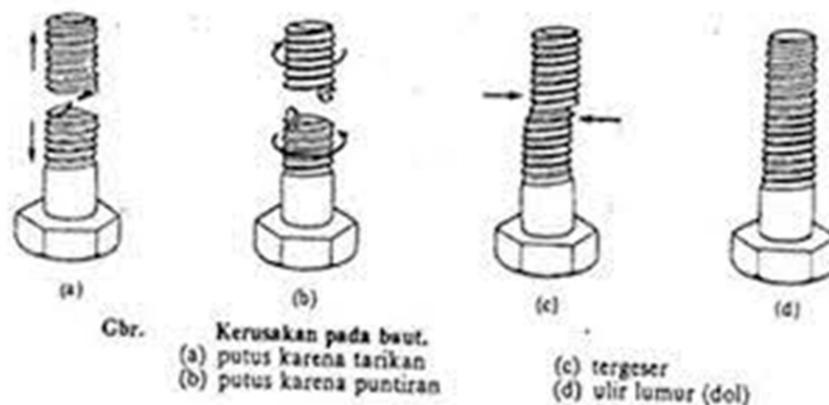
Harganya juga sangat menentukan bahan apa yang kita gunakan sesuai dengan kebutuhan.

## 2.5 Bahan dan Komponen

Didalam suatu perencanaan alat, kita harus menentukan alat dan komponen yang kita gunakan dalam proses pembuatan. Sebelum memulai perhitungan, seorang perencana haruslah terlebih dahulu memilih dan menentukan jenis material yang akan digunakan dengan tidak lepas dari faktor-faktor yang mendukungnya. Selanjutnya untuk memilih bahan nantinya akan dihadapkan pada perhitungan yaitu apakah komponen tersebut dapat menahan gaya yang besar, gaya terhadap beban puntir, beban bengkok, atau terhadap faktor tahanan tekanan, juga terhadap faktor koreksi yang cepat atau lambat akan sesuai dengan kondisi dan situasi tempat komponen tersebut digunakan. Didalam menentukan alat dan bahan yang akan kita gunakan nanti, beberapa faktor yang harus kita ketahui seperti ketersediaan, mudah dibentuk, dan harga yang relatif murah.

### 2.5.1 Baut dan Mur

Baut dan mur merupakan alat pengikat yang sangat penting untuk mencegah kecelakaan atau kerusakan pada mesin. Pemilihan baut dan mur sebagai alat pengikat harus dilakukan dengan seksama untuk mendapatkan ukuran yang sesuai. Seperti pada gambar 2.18. Diperlihatkan macam-macam kerusakan yang terjadi pada baut.



Gambar 2. 29 Baut dan Mur

Dari gambar diatas dapat dilihat kerusakan yang terjadi pada baut :

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

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

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

#### 1. Baut

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

##### 1. Baut penjepit dapat dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu :

- a. Baut tembus, untuk menjepit dua bagian melalui lubang tembus, dimana jepitan ketatkan dengan sebuah mur.
- b. Baut tap, untuk menjepit dua bagian dimana jepitan diketatkan dengan ulir yang di tap 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.

#### 2. Mur

Pada umumnya mur mempunyai bentuk segi enam, tetapi untuk pemakaian

husus dapat dipakai mur dengan bentuk yang bermacam-macam, seperti mur bulat, mur *flesns*, mur tutup, mur mahkota dan mur kuping.

### 2.5.2 Besi *Hollow*

Besi *Hollow* adalah besi yang memiliki rongga serta terdapat penampang segi empat atau bujur sangkar. Besi *hollow* juga seringkali dikenal dengan nama pipa kotak. Besi *hollow* biasanya terbuat dari besi *galvanis*, *stainless* atau besi baja. Besi *hollow* menjadi besi yang cukup populer pada saat ini karena fungsinya yang cukup banyak dan beragam. Mulai dari kanopi, pintu pagar, pagar, pintu besi, railing, teralis minimalis modern, bahkan pemasangan *gypsum* dan GRC board menggunakan besi *hollow* sebagai salah satu komponen utamanya.



**Gambar 2. 30** Besi *Hollow*

Panjang dari besi *hollow* sendiri berukuran 6 meter dengan ukuran lebar dan tinggi yang bervariasi yaitu, 40x40 mm, 50x50 mm, 60x60 mm, 75x75 mm, 100x100 mm, 125x125 mm, 150x150 mm, 175x175 mm dan 200x200 mm. Besi *hollow* juga mempunyai ketebalan yang berbeda-beda, yaitu dimulai dari 0.6 mm, 0.7 mm, 0.8 mm, 0.9 mm, 1.0 mm, 1.2 mm, 1.3 mm, 1.4 mm, 1.7 mm, 2.0 mm, 5.0 mm sampai dengan 10.0 mm.

Berikut adalah beberapa jenis besi hollow:

1. Besi *Hollow Galvanise*

Besi ini merupakan sebutan untuk pelapisan *finishing* yang terdiri dari 97% unsur *coating zinc* ( besi ), + 1% unsur *coating alumunium* dan sisanya adalah unsur bahan lain. Dengan komposisi bahan seperti ini, akan membuat besi *hollow* jenis ini menjadi korosif, terlebih lagi jika besi ini tergesek maupun terpotong. Oleh karena itu, pada penerapannya *hollow* ini harus diberikan anti karat dan jenis cat yang bagus agar tahan lebih lama meskipun diterpa hujan dan panas.

## 2. Besi *Hollow Galvalume*

*Galvalume* merupakan sebutan untuk *Zinc-Alume* yang pelapisannya mengandung unsur *Alume* ( *Aluminium* ) dan *Zinc* ( besi ). Untuk bahan *Galvalume* yang paling baik terdiri dari unsur *coatingnya* 55% *Aluminium*, unsur besi 43,5% dan unsur lapisan *silicon* 1,5%. Dilihat dari komposisi bahannya, *hollow galvalume* ini memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap korosi dibandingkan *hollow galvanise*. Dengan kualitas yang bagus, otomatis harga dari pada *galvalume* lebih mahal daripada *galvanise*.

## 3. Besi *Hollow Gypsum*

*Hollow Gypsum* adalah besi yang digunakan untuk kontruksi bangunan rangka plafon gedung ataupun rumah, dimana jenis ini dipilih karena kokoh dan juga tahan lama. Bahan yang digunakan untuk membuat *hollow gypsum* adalah besi yang terdiri dari *stainless*. Umumnya ukuran *hollow gypsum* 0.4 mm.

Rumus menghitung volume besi hollow dan berat rangka :

$$V = 2 \times (1 + t) \times P \times b \dots (\text{Lit. 18})$$

$$W = \rho \times V \dots (\text{Lit. 18})$$

Dimana :

$$V = \text{volume (m}^3\text{)}$$

$$W = \text{berat (kg)}$$

$$L = \text{lebar besi (m)}$$

$$\rho = \text{massa jenis besi (kg/m}^3\text{)}$$

$$t = \text{tinggi besi (m)}$$

$$P = \text{panjang besi (m)}$$

$b$  = tebal besi (m)

## 2.6 Proses Pembuatan Komponen

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

### 2.6.1 Mesin Bor

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

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

$$n = \frac{1000 \times Vc}{\pi \cdot d} \dots (\text{Lit. 2})$$

Dimana :

$n$  = Putaran benda kerja (Rpm)

$Vc$  = Kecepatan potong (m/menit)

$D$  = diameter pahat bor (mm)

$L$  = Panjang langkah (mm)

Rumus perhitungan waktu pengerjaan :

$$T_m = \frac{L}{S_r \times n} \dots (\text{Lit. 2})$$

$$L = l_a + 1 \dots (\text{Lit. 2})$$

Dimana :

- $T_m$  = waktu pengerjaan (menit)  
 $L$  = Kedalaman pengeboran (mm)  
 $S_r$  = Ketebalan pemakanan (mm/menit)  
 $L_a$  = Jarak awal pahat (mm)

### 2.6.2 Mesin Las Listrik

Las listrik dengan elektroda terbungkus merupakan cara pengelasan yang banyak digunakan. Prosesnya bila arus las tertutup dengan membenturkan elektroda diatas benda kerja dan menariknya sedikit keatas, busur api menyebabkan logam induk elektroda meneruskan energi listrik ke busur dan dilebur bersama-sama dengan lapisan *fluks*. Kekuatan api busur dibantu oleh gravitasi dan tegangan permukaan dapat memindahkan tetesa lebur kedalam genangan las, kemudian membeku dibawah tutup pelindung fluks dan 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 2,0 mm, elektroda 6013 dan arus listrik yang digunakan 30-80 A dengan menggunakan mesin las arus bolak-balik (AC). Untuk spesifikasi elektroda dan arus yang digunakan dapat dilihat pada tabel 2.12 berikut.

Ukuran	Diameter	1,6	2,0	2,6	3,2	4,0
(mm)	<i>Length</i>	250	300	350	350	400
<i>Current Range (Amp)</i>		20 – 40	30 -80	60 – 110	80 – 140	120 - 190

**Tabel 2.12** Ukuran Elektroda dan Arus Listrik

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

Adapun perhitungan sambungan las seperti di bawah ini :

a. Luas Penampang Las

$$A = 2 \frac{t \cdot l}{\sqrt{2}} = 1,414 \times s \times l \dots (\text{lit.5})$$

Dimana :

$l$  = Panjang pengelasan (mm)

$s$  = Lebar kampuh las = tebal pelat (mm)

$t$  = Tebal las (mm)

b. Tegangan geser las

$$T_g = \frac{F}{A} \text{ (N/mm}^2\text{)} \dots (\text{Lit. 5})$$

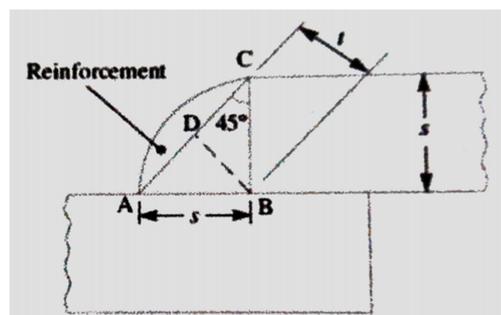
Dimana :

$F$  = Beban yang diterima ( N )

$A$  = Luas penampang las ( mm<sup>2</sup> )

c. Tebal Pengelasan

$$t = \sin 45^\circ \times s \dots (\text{Lit. 5})$$



**Gambar 2.31** Tebal Las Sudut  
(Sumber : Ahmad Zainuri, 2010)

d. Kekuatan Pengelasan

$$P = A \times T_{g \text{ ijin}} = 2,121 \times s \times 1 \times T_{g \text{ ijin}} \dots (\text{Lit. 5})$$

Dimana :

$P$  = Kekuatan pengelasan (N)

$T_{g \text{ ijin}}$  = Tegangan geser ijin bahan las (N/mm<sup>2</sup>)

### 2.6.3 Mesin Gerinda

Mesin gerinda tangan merupakan mesin yang berfungsi untuk menggerinda benda kerja. Menggerinda bertujuan untuk mengasah benda kerja seperti pisau dan pahat atau dapat juga bertujuan untuk memotong dan membentuk benda kerja, seperti merapikan hasil pemotongan, merapikan hasil las, membentuk lengkungan pada benda kerja yang bersudut, menyiapkan permukaan benda kerja untuk di las, 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 memotong benda logam dengan menggunakan batu gerinda yang dikhususkan untuk memotong.



**Gambar 2.32** Mesin Gerinda Tangan