

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1. Tinjauan Pustaka**

Dalam bagian judul tinjauan pustaka ini peneliti akan mengkomparasikan beberapa penelitian terdahulu yang di ambil dari karya ilmiah baik dalam bentuk jurnal atau pun sekripsi yang di tepatnya penyusunannya mulai 5 tahun kebelakang serta paralel dan relevan dengan penelitian yang sedang peneliti lakukan. Komparasinya itu dapat di peroleh dari rancang bangun *press bending*, bending klem plat dan sistem dongkrak hidrolik manual.

##### **2.1.1. Penelitian Terdahulu**

Adapun beberapa penelitian terdahulu yang dapat peneliti pilih adalah sebagai berikut :

1. Tugas akhir yang disusun oleh muhammad zulfikar, fakultas teknik universitas muhammadiyah sumatara utara yang berjudul rancang bangun *Punch dan Die* pada mesin press dengan variasi sudut untuk menekuk plat, yang memiliki rumusan masalah sebagai berikut. Bagaimana merancang punch dan die pada mesin *press* hidrolik untuk menekuk plat? Bagaimana pembuatan *punch* dan *dies* pada mesin dan bagaimana bentuk hasil akhir dari penekukan plat menggunakan *press* hidrolik ? hasil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) *Punch* yang berbentuk V yang dibuat dengan panjang 1000 mm, lebar 140 mm, dan tebal 20 mm. Yang berbentuk radius dibuat menggunakan bahan berbentuk lingkaran dengan panjang ukuran 100 mm dan berdiameter 38 mm. *Die* berbentuk polpo dibuat dengan panjang ukuran 1000 mm, lebar 8000 mm dan tebal 44 mm. *Die* berbentuk radius juga di buat dengan panjang ukuran 1000 mm, lebar 8000 mm dan tebal 44 mm.
- 2) *Punch* dan *die* dibuat menggunakan bahan baja *solid*. Baja *solid* memiliki ketahanan yang kuat terhadap tekanan proses pembuatan *punch* dan *die* menghabiskan waktu selama kurang lebih 3 bulan pengerjaan. Tidak banyak memiliki kendala pada saat proses pembuatan dikarenakan tidak sulitnya menentukan bahan dan ukuran yang akan dibuat.
- 3) Bentuk hasil akhir dari penekukan *punch* dan *die* V pada plat baja dengan ketebalan 2 mm diberi gaya 5 ton dapat membentuk sudut  $90^\circ$  dan adapun bentuk hasil akhir dari penekukan *punch* dan *die* yang berbentuk radius pada plat baja dengan ketebalan 2 mm yang diberi gaya 5 ton dapat mebentuk radius jari-jari 19 mm untuk masing-masing percobaan melakukan penekukan pada plat 2 mm dengan gaya 5 ton ini membutuhkan waktu kurang lebih 48 detik untuk mebentuk
- 4) sudut  $90^\circ$  kurang lebih 47 detik untuk membentuk radius jari-jari 19 mm tekanan dari hidrolik akan mempengaruhi hasil akhir tekukan yang dilakukan.

2. Jurnal yang disusun oleh muhammad Arsyad suyuti dengan judul rancang bangun simpel *press tool* untuk *bending V bottoming* dengan rumusan masalah yakni bagaimana rancang bangun mengsinergikan rancang bangun simpel *press tool* yang dapat menghasilkan *bending V bottoming*. Hasil penelitian ini adalah hasil rancang bangun simpel *press tool Vbottoming* sebagai alat bantu produksi *bending V* untuk memproduksi komponen atau produk berukuran kecil secara massal. Adapun spesifikasi simpel *press tool bending v bottoming* ini adalah
  - Lebar garis bending maksimal 50 mm.
  - Tebal plat maksimum 6 mm.
  - Radius tekukan punch (ri) 2 mm, 4 mm dan 6 mm.
3. Skripsi yang disusun oleh hengky trio antoni fakultas teknik president university dengan judul perancangan mesin bending dengan tenaga hidrolik yang memiliki rumusan masalah adalah sebagai berikut *loss time* saat proses pengerjaan manual banding sebagai motivasi pembuatan mesin *bending* otomatis. Hasil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :
  - 1) Berdasarkan data dan penelitian yang dilakukan pada material JIS G3101 : 1995 GRADE S400 spesifikasi material yang dilakukan penelitian adalah *hollow bar* 50 mm x 50 mm x 2500 mm dengan ketebalan 3 mm dapat di bending dengan gaya 10175 newton (1038 kgf = 1,1 ton )

- 2) Tegangan yang terjadi pada poros dan roller aman terhadap tegangan yang terjadi karena tidak melebihi dari tegangan izin. Dengan demikian konstruksi yang dibuat dapat menahan beban yang terjadi.
4. Jurnal yang disusun oleh Wachid siambar buka program studi pendidikan teknik mesin fakultas teknik universitas negri yogyakarta yang berjudul pembuatan rangka atas (handel) dan rangka bawah pada alat penekuk plat sistem hidrolik dengan rumusan masalah yakni penyetarahan pembuatan rangka atas dan rangka bawah yang terjadi pada alat penekuk plat sistem hidrolik. Hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:
- 1) Gambar kerja
    - Pada rangka penekuk plat dengan sistem hidrolik ini meliputi dimensi ukuran, jenis bahan yang digunakan dan jenis pengerjaan yang dilakukan dalam pembuatan kom- ponen tersebut.
    - Bahan yang digunakan dalam pembuatan komponen penekuk plat yaitu untuk handle (pegangan alat), profil, dan plat bahan yang digunakan adalah baja ST-60, sedangkan untuk komponen landasan penekuk plat profil U adalah DIN 1026/U120/600.
    - Mesin dan peralatan yang digunakan dalam pembuatan rangka tersebut adalah:
      - i. Mesin utama yang digunakan :
        1. Mesin las listrik SMAW
        2. Mesin bor meja
        3. Mesin gerinda lantai

ii. Peralatan pendukung yang digunakan :

- 1) Penggores (scriber)
- 2) Mistar baja
- 3) Pengaris siku
- 4) Mistar gulung
- 5) Plat
- 6) Gerinda tangan

iii. Alat perlindungan diri :

- 1) Alat pelindung mata (kacamata)
- 2) *Topeng las (auto-darkeninghelmet)*
- 3) Sarung tangan
- 4) Pelindung kaki

- Proses pembuatan poros meliputi identifikasi gambar, proses pemotongan pengepasan ukuran serta proses pengeboran, proses pemeriksaan ukuran, proses perakitan rangka, proses pengelasan, proses *finishing*, uji fungsional dan uji kinerja rangka atas dan bawah pada alat penekuk plat dengan sistem hidrolik.
- Proses pembuatan poros meliputi identifikasi gambar, proses pemotongan pengepasan ukuran serta proses pengeboran, proses pemeriksaan ukuran, proses perakitan rangka, proses pengelasan, proses *finishing*, uji fungsional dan uji kinerja

5. Tugas akhir yang disusun oleh andi rahmadani fakultas teknik universitas muhammadiyah sumatra utara dengan judul perancangan sistem hidrolik pada mesin kempa hidrolik untuk pembuatan produk jadi dari bahan komposit dengan rumusan masalah:
1. Bagaimana merancang sistem hidrolik pada mesin kempa hidrolik ?
  2. Bagaimana menentukan pemilihan konsep desain dalam pengerjaan perancangan sistem hidrolik pada mesin kempa hidrolik ?
  3. Bagaimana menentukan bahan yang digunakan dalam perancangan sistem hidrolik pada mesin kempa hidrolik ?

Hasil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil perancangan sistem hidrolik pada mesin kempa hidrolik, jika dengan pemberian gaya (F) 21,46 newton plat baja tersebut dengan tebal 10mm maka lendutan yang terjadi pada plat baja tersebut sebesar 0,0244 mm , jika jika pemberian gaya (F) pada plat baja dengan ketebalan 15 mm maka lendutan yang terjadi pada plat baja tersebut sebesar 0,0365 mm dan jika pemberian gaya (F) pada plat baja dengan ketebalan 20mm , maka lendutan yang terjadi pada plat baja tersebut adalah sebesar 0,0487 mm.
2. Dari sistem hidrolik yang di rancang menunjukkan bahwa semakin besar silinder yang di gunakan maka plat baja pun harus disesuaikan dengan besaran gaya yang dihasilkan dari tekanan silinder tersebut.
3. Sistem hidrolik yang di rancang juga menunjukkan bahwa semakin tebal plat baja yang digunakan maka sedikit nilai lendutan yang terjadi.

### **2.1.2 Penelitian sekarang**

Penelitian yang sekarang dilakukan oleh peneliti terfokus pada masalah pembuatan molding supaya normal, karena masih ada beberapa yang menekukan plat strip untuk membuat klem pipa pvc menggunakan tangan tetapi sangat berbahaya. Berdasarkan latar belakang yang telah dibahas sebelumnya, maka permasalahan yang akan dibahas adalah merancang mesin *press* dan dies untuk pembuatan klem pipa yang sangat mudah. Penelitian dilakukan tidak hanya berdasarkan tahap desain tetapi juga berdasarkan perhitungan waktu *machining* dan *assembly* yang saling berkaitan untuk perhitungan jumlah biaya yang diperlukan, termasuk juga penentuan harga jual mesin apabila rancang bangun ini akan dilanjutkan ke tahap pembuatan. Metode yang akan digunakan adalah metode *Design For Manufacturing* (DFM) untuk menyelesaikan permasalahan yang dihadapi. Hasil penelitian nantinya akan berupa rancang bangun mesin *press* dan *die* yang diharapkan dapat membantu untuk menyelesaikan masalahnya dalam pembuatan molding untuk pembbuatan klem 4 inchi.

## **2.2. Landasan Teori**

### **2.2.1 Pengertian Rancang Bangun Press**

Perancangan merupakan salah satu hal yang penting dalam membuat produksi prodak. Adapaun tujuan dari perancangan ialah untuk memberikan gambaran yang jelas dan lengkap kepada produsen yang terlibat. Perancangan harus berguna dan mudah di pahami sehingga mudah digunakan perancangan adalah sebuah proses untuk mendefinisikan sesuatu yang akan dikerjakan dengan menggunakan teknik yang bervariasi serta di dalamnya melibatkan deskripsi

mengenai rancang bangun serta perincian komponen dan juga keterbatasan yang akan di alami dalam proses pengerjannya. Menurut *Press* (man 2019) prancangan atau merupakan serangkaian prosedur untuk menterjemahkan hasil analisa dan sebuah sistem kedalam produk untuk mendeskripsikanya dengan terperinci bagaimana komponen-komponen sistem.

Masih menurut *press* (man 2019) yang juga menyusun pengertian tentang rancang bangun sistem adalah kegiatan menciptakan sitem baru maupun menganti atau memperbaiki sistem yang telah ada secara keseluruhan. *Press tool* adalah suatu peralatan yang digunakan untuk pengerjaan pemotongan dan pembentukan pelat logam lembaran menjadi barang produksi yang diinginkan dengan bantuan penekanan (Budiarto,2017). *Press tool* secara operasional dapat bekerja sebagai alat potong atau sebagai alat pembentuk saja, kadang-kadang dapat pula dalam satu alat bekerja bersama-sama antara pembentukan dan pemotongan sekaligus. *Press tool* dapat menghasilkan produk secara massal dengan kualitas yang seragam dan waktu yang singkat. *Press tool* dibuat memiliki beberapa keuntungan, antara lain dapat digunakan untuk membuat produk secara massal, dapat menghasilkan produk dengan bentuk dan ukuran yang seragam dan biaya lebih ekonomis dalam pembuatan produk massal (Bubphachot, 2019).

### **2.2.2. Pengertian Bending Klem Plat**

*Bending* merupakan pengerjaan dengan cara memberi tekanan pada bagian tertentu sehingga terjadi deformasi elastis pada bagian yang di berikan tekanan. Sedangkan, proses *bending* merupakan proses penekukan atau pembengkokan dengan menggunakan alat *bending* manual maupun menggunakan mesin *bending*



menurut para ahli *bending ram*, *bending* yang biasanya digunakan untuk membuat lengkungan besar untuk logam yang mudah bengkok. Cara ini cenderung membentuk menjadi bentuk oval baik bagian dalam dan luar lengkungan.

Pengertian hidrolik adalah teknologi yang memanfaatkan fluida (zat cair) untuk melakukan gerakan sejaris atau putaran. Dalam system hidrolik, fluida digunakan sebagai penerus gaya. Prinsip dasar hidrolik adalah jika suatu zat cair dikenakan tekanan, maka tekanan itu akan merambat ke segala arah dengan tidak bertambah atau berkurang kekuatannya (Hukum Archimedes). Bagian atas dari alat ini didukung oleh plat atas sebagai alat pemegang dan pengarah dari punch yang berfungsi sebagai *Jig*, sedangkan bagian bawah terdiri dari plat bawah dan *Dies* sebagai pendukung dan pengarah benda kerja yang berfungsi sebagai *fixture*. Proses kerja alat ini berdasarkan gaya tekan yang diteruskan oleh *punch* untuk memotong atau membentuk benda kerja sesuai dengan geometris dan ukuran yang diinginkan ( Budiarto, 2005 ).

#### 1. Unit Tenaga

Berfungsi sebagai sumber tenaga dengan *liquid* / minyak hidrolik.

Pada sistem ini, unit tenaga terdiri atas:

- a) Penggerak mula yang berupa motor listrik atau motor bakar.
- b) Pompa hidrolik, putaran dari poros penggerak mula memutar pompa hidrolik sehingga pompa hidrolik bekerja.
- c) Tangki hidrolik, berfungsi sebagai wadah atau penampung cairan hidrolik.
- d) Kelengkapan (accessories), seperti : *pressure gauge*, dan *relief valve*.

## 2. Unit Penggerak (Actuator)

Berfungsi untuk mengubah tenaga fluida menjadi tenaga mekanik.

Hidrolik *actuator* dapat dibedakan menjadi dua macam yakni:

- a) Penggerak lurus (*linier Actuator*) menggunakan silinder hidrolik
- b) Penggerak putar : motor hidrolik, *rotary actuator*

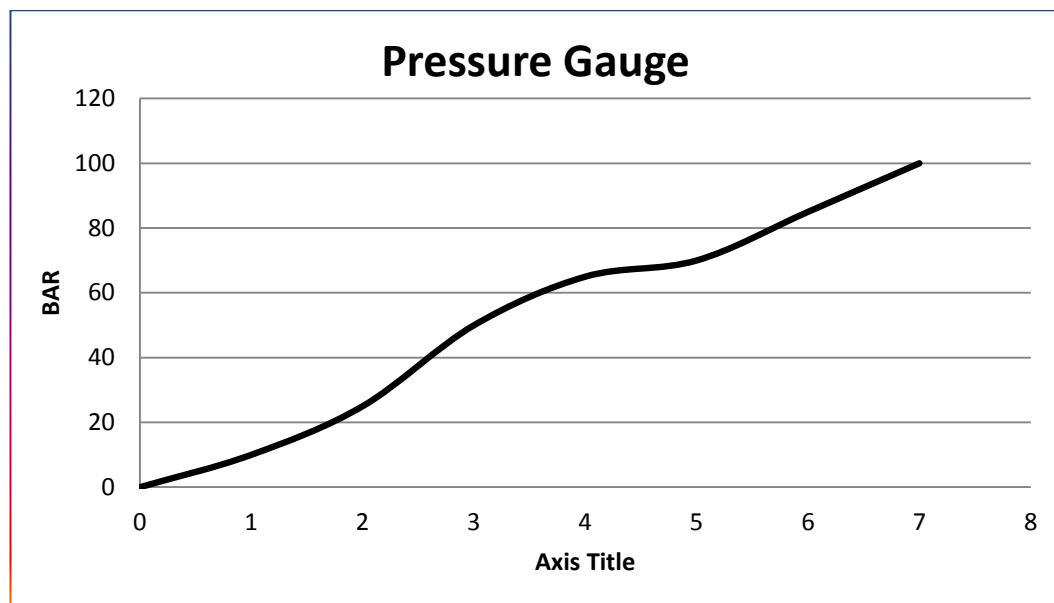
## 3. Unit Pengatur

Berfungsi sebagai pengatur gerak sistem hidrolik. Unit pengatur diwujudkan dalam bentuk katup atau valve yang macam-macamnya akan dibahas berikut :

- a) Katup Pengarah (*Directional Control Valve = DCV*) Katup (Valve) adalah suatu alat yang menerima perintah dari luar untuk melepas, menghentikan atau mengarahkan fluida yang melalui katup tersebut.
- b) Macam-macam Katup Pengarah Khusus
  - 1. *Check Valve* adalah katup satu arah, berfungsi sebagai pengarah aliran dan juga sebagai pressure control (pengontrol tekanan).
  - 2. Katup Pengatur Tekanan, Tekanan cairan hidrolik diatur untuk berbagai tujuan misalnya untuk membatasi tekanan operasional dalam sistem hidrolik, untuk mengatur tekanan agar penggerak hidrolik dapat bekerja secara berurutan, untuk mengurangi tekanan yang mengalir dalam saluran tertentu menjadi kecil.

### 2.3. Tekanan Pada Hidrolik

Dongkrak hidrolik manual bekerja pada bagian tuas sehingga dongkrak hidrolik yang di pompa akan mendapatkan performa maksimum, tegangan yang digunakan pada bar yaitu 100 sampai dengan 105 bar tetapi jika hasil yang sudah bisa dihasilkan mencapai di angka dari hasil tersebut maka plat sudah membentuk klem, jika material plat strip sudah membentuk produk klem pipa PVC 4 inci bahan yang sudah jadi tersebut bisa digunakan untuk umum sebagai kebutuhannya masing - masing. Pada dibawah ini adalah (gambar 2.1) grafik tekanan hidrolik.

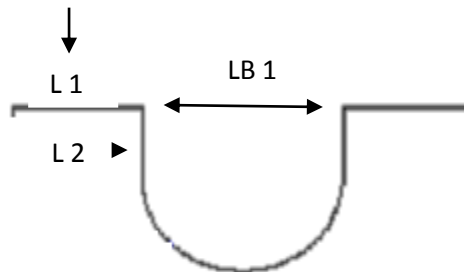


Gambar 2.1 . Grafik Tekanan Pada Hidrolik

### 2.4. Rumus Perhitungan bentangan

Untuk menghitung tekukan adalah besarnya yang terjadi pada daerah bagian tekukan, yang berupa panjang kurva sumbu dibidang netral pada area tekukan, yang bergeser ke arah permukaan sisi dalam besarnya pergeseran sumbu tersebut sangat dipengaruhi radius tekukan terhadap tebal plat ( $r_1 / s$ ) yang dinyatakan

dengan nilai konstan (k). Adapun perhitungan bentangan tekukan pada (gambar 2.2) dibawah ini.



Gambar 2.2. Perhitungan bentangan  
 Sumber: (Nanda Ridho Putra, 2017)

Panjang total bentangan (B) dapat dihitung dengan rumus dengan persamaan (2.1) yaitu:

$$\mathbf{B = a + b + c + d + e} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

$$b = d = (r + x) \cdot \frac{2\pi\alpha}{\alpha 60^\circ} \quad r_1 = r_2$$

$$a = e = L - (r + s)$$

$$c = p - 2 (r + s)$$

Besarnya pada harga x tergantung pada perbandingan tebal (s) dengan radius permukaan (r) plat.

$$r < 2 s \quad \dots\dots\dots x = 0,33 s$$

$$r = 2 s - 4 s \quad \dots\dots\dots x = 0,40 s$$

$$r > 4 s \quad \dots\dots\dots x = 0,50 s$$

### 2.4.1. Perhitungan Dimensi

#### 1. Panjang punch maksimal

Dalam menentukan panjang punch maksimal dapat dipakai punch yang memiliki diameter terkecil/yang paling kritis. Perhitungan punch pada (2.2) dibawah ini.

$$L = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{F}} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan:

$L$  maks = panjang punch maksimal (mm)

$E$  = Modulus elastisitas (N/mm<sup>2</sup>)

$I$  = Momen inersia bahan (mm<sup>2</sup>)

#### 2. Tebal dies

Persamaan untuk mencari tebal dies (pada 2.3)dibawah ini adalah:

$$L_{\text{bending}} = ((2.P) \times (2.L) \times t \times \sigma_t \times (\frac{l_o}{l_i} \times K)) \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan:

$P$  = Panjang Punch (mm)

$L$  = Lebar Punch (mm)

$T$  = Tebal plat (mm)

$\sigma_t$  = Tegangan Tarik (N/mm<sup>2</sup>)

$L_o$  = Panjang Sebelum Penekukan (mm)

$L_i$  = Panjang Setelah penekukan (mm)

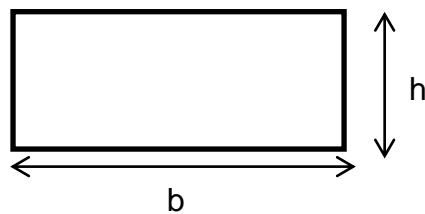
$K$  = Faktor Koreksi

Untuk mendapatkan harga faktor koreksi ( $a$ ) dapat dilihat pada faktor koreksi berikut.

### 2.4.2. Momen Inersia

Momen inersia suatu benda terhadap suatu garis atau titik adalah massa dikalikan dengan kuadrat jaraknya. Untuk penampang, momen inersianya adalah luas penampang dikalikan kuadrat jaraknya. Perhitungan momen inersia untuk beberapa penampang dapat dilihat sebagai berikut:

- a) Momen inersia untuk penampang persegi panjang



Momen inersia di sumbu x pada (2.4) yaitu :

$$I_x = \frac{b \times h^3}{12} \dots\dots\dots(2.4)$$

Momen inersia di sumbu y pada (2.5) yaitu :

$$I_y = \frac{b \times h^3}{12} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan :

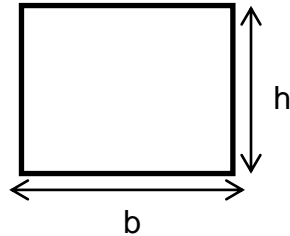
$b$  = lebar penampang ( $mm$ )

$h$  = tinggi penampang ( $mm$ )

$I_x$  = momen inersia di sumbu x ( $mm^4$ )

$I_y$  = momen inersia di sumbu y ( $mm^4$ )

b) Momen inersia untuk penampang persegi :



Karena  $h = b$ , maka momen inersia di sumbu  $x$  dan  $y$  pada (2.6) adalah :

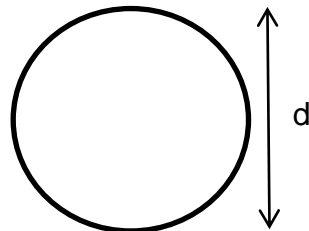
$$I_{x/y} = \frac{b^4}{12} \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan:

$B = h =$  tinggi dan lebar penampang ( $mm$ )

$I_{x/y} =$  momen inersi di sumbu  $x/y$  ( $mm^4$ )

c) Momen inersia untuk penampang lingkaran :



Momen inersia di  $x$  sama dengan momen inersia di  $y$ , maka pada persamaan (2.6)

yaitu:

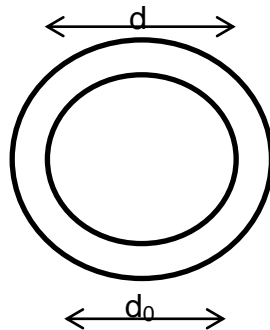
$$I_x = y = \frac{\pi x d^4}{64}$$

Keterangan:

$I_{x/y} =$  momen inersia di sumbu  $x/y$  ( $mm^4$ )

$d =$  diameter ( $mm$ )

d) Momen inersia untuk penampang dimater pipa pada (2.7) dibawah ini adalah :



$$I_x = I_y = \frac{\pi (D_i^4 - D_o^4)}{64} \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan:

$D_i$  = diameter luar ( $mm$ )

$D_o$  = diameter dalam ( $mm$ )

$I_x/y$  = momen inersia di sumbu x/y ( $mm^4$ )

### 2.4.3. Momen Tahanan Bengkok

a) Momen tahanan bengkok untuk penampang persegi panjang pada (2.8) dibawah ini :

$$W_b = \frac{b \times h^2}{6} \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan:

$W_b$  = momen tahanan bengkok ( $mm^3$ )

$b$  = lebar penampang ( $mm$ )

$h$  = tinggi penampang ( $mm$ )



b) Momen tahanan bengkok untuk penampang persegi pada persamaan (2.9)

yaitu:

$$Wb = \frac{b^3}{6} \dots\dots\dots(2.9)$$

Keterangan:

b = h = panjang dan lebar penampang (*mm*)

Wb = momen tahanan bengkok (*mm<sup>3</sup>*)

c) Momen tahanan bengkok untuk penampang lingkaran pada persamaan (2.10)

yaitu:

$$Wb = \frac{\pi \times d^3}{32} \dots\dots\dots(2.10)$$

Keterangan:

Wb = momen tahanan bengkok (*mm<sup>3</sup>*)

d = diameter penampang (*mm*)

d) Momen tahanan bengkok untuk penampang pipa pada persamaan (2.11) yaitu:

$$Wb = \frac{\pi Di^3 \times do^4}{32} \dots\dots\dots(2.11)$$

Keterangan:

Wb = Momen tahanan bengkok (*mm<sup>3</sup>*)

Di = Diameter luar penampang (*mm*)

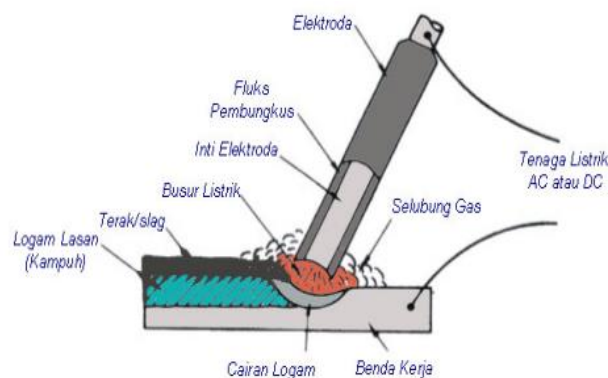
do = Diameter dalam penampang (*mm*)

## 2.5. Pengelasan

Pengertian pengelasan menurut Widharto (1996) adalah salah satu cara menyambung benda padat dengan jalan mencairkannya melalui pemanasan. Berdasarkan definisi dari *Deutche Industrie Normen* (DIN) las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Penyambungan dua buah logam menjadi satu dilakukan dengan jalan pemanasan atau pelumeran. Kedua ujung logam yang akan disambung dibuat lumer atau dilelehkan dengan busur nyala atau dengan logam itu sendiri sehingga kedua ujung atau bidang logam merupakan bidang masa yang kuat tidak mudah dipisahkan (Arifin, 1997). Jenis pengelasan dibedakan menjadi dua kelompok yaitu pengelasan lebur dan padat. Adapun macamnya yaitu Pengelasan busur (*Arc Welding, AW*), Pengelasan Resistansi Listrik (*Resistance Welding, RW*), Pengelasan Gas (*Oxyfuel Gas Welding, OFW*), dan macam pengelasan padat

Jauh sebelumnya, penyambungan logam dilakukan dengan memanasi dua buah logam dan menyatukannya secara bersama. Logam yang menyatu tersebut dikenal dengan istilah fusion. Las listrik merupakan salah satu yang menggunakan prinsip tersebut. Pada zaman sekarang pemanasan logam yang akan disambung berasal dari pembakaran gas atau arus listrik. Beberapa gas dapat digunakan, tetapi yang sangat populer adalah gas Acetylene yang lebih dikenal dengan gas Karbit. Selama pengelasan, gas Acetylene dicampur dengan gas Oksigen murni. Kombinasi campuran gas tersebut memproduksi panas yang paling tinggi diantara campuran gas lain.

Terkadang dua logam yang disambung dapat menyatu secara langsung, namun terkadang masih diperlukan bahan tambahan lain agar deposit logam lasan terbentuk dengan baik, bahan tersebut disebut bahan tambah (filler metal). Filler metal biasanya berbentuk batangan, sehingga biasa dinamakan welding rod (Elektroda las). Pada proses las, welding rod dibenamkan ke dalam cairan logam yang tertampung dalam suatu cekungan yang disebut welding pool dan secara bersama-sama membentuk deposit logam lasan, cara seperti ini dinamakan Las Listrik atau SMAW (Shielded metal Arch welding). Berikut ada bagian-bagian las dapat dilihat pada (gambar 2.3) di bawah ini.



Gambar 2.3. Bagaian Las Listrik

Sumber: (Arifin, 1997)

### 2.5.1. Reaksi Kimia Selama Proses Las

Dalam proses LSW bagian dari logam yang dilas harus dipanasi sampai mencair. Pemanasan logam dengan temperature yang sangat tinggi ini dapat mengakibatkan terjadinya reaksi kimia antara logam tersebut dengan Oksigen dan Nitrogen yang ada dalam udara. Jika selama proses las cairan logam las (welding

pool) tidak dilindungi dari pengaruh udara, maka logam akan bereaksi dengan Oksigen dan Nitrogen membentuk Oxides dan Nitrides yang dapat menyebabkan logam tersebut menjadi getas dan keropos karena adanya kotoran (slag inclusions), sedangkan kandungan unsur Karbon dalam logam akan membentuk gas CO yang dapat mengakibatkan adanya rongga dalam logam las (caviety). Gas Hydrogen dan uap air juga bisa menyebabkan terjadinya cacat pada las (welding defect). Hydrogen yang bereaksi dengan Oxides yang ada dalam logam dasar dapat menyebabkan terjadinya uap yang mengakibatkan terjadinya porositas pada logam lasan. Pada dibawah ini adalah (tabel 2.2) klasifikasi proses pengelasan.

**Tabel 2.2 Tabel Klasifikasi Proses Pengelasan Logam**

				Jenis Proses Las	Kode ISO	
<b>WELDING PROCESSES</b>	<b>LIQUID STATE WELDING</b>	<b>Electric Arc Welding</b>	Flash Butt	Stud Welding	781	
				Projection Welding		
			Consumable Electrode	Shielded Metal Arc Welding (SMAW)	111	
				Metal Inert Gas Welding (MIG)	131	
				Metal Active Gas Welding (MAG)	135	
				Flux Cored Arc Welding (FCAW)	114	
		Non Consumable Electrode	Tungsten Inert Gas (TIG)	141		
			Plasma Arc Welding (PAW)	15		
		<b>Resistance Welding</b>			Spot Welding	
					Seam Welding	
		<b>Thermal Welding</b>			Gas Welding	3
					Laser Welding	-
	<b>SOLID STATE WELDING</b>	<b>Friction Welding</b>				42
		<b>Cold Welding</b>	Explosive Welding			441
			Ultrasonic Welding			41
		<b>Forge Welding</b>				43
		<b>Diffusion Welding</b>				45

**Sumber:** (Djarmiko, 2008)

### **2.5.2. Praktis Las Listrik Busur**

Las listrik busur adalah sebuah proses penyambungan logam yang menggunakan energi panas untuk mencairkan benda kerja dan elektroda (bahan pengisi). Energi panas pada proses pengelasan SMAW dihasilkan karena adanya lompatan ion (katoda dan anoda) listrik yang terjadi pada ujung elektroda dan permukaan material. Pengertian pengelasan menurut Widharto (1996) adalah salah satu cara menyambung benda padat dengan jalan mencairkannya melalui pemanasan. Berdasarkan definisi dari Deutsche Industrie Normen (DIN) las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Penyambungan dua buah logam menjadi satu dilakukan dengan jalan pemanasan atau pelumeran. Kedua ujung logam yang akan disambung dibuat lumer atau dilelehkan dengan busur nyala atau dengan logam itu sendiri sehingga kedua ujung atau bidang logam merupakan bidang masa yang kuat tidak mudah dipisahkan (Arifin, 1997). Jenis pengelasan dibedakan menjadi dua kelompok yaitu pengelasan lebur dan padat.

Proses pengelasan dibedakan menjadi beberapa jenis, dan SMAW merupakan salah satu proses pengelasan yang umum digunakan, utamanya pada pengelasan singkat dalam produksi, pemeliharaan dan perbaikan, dan untuk bidang konstruksi. SMAW (*Shield Metal Arch Welding*) adalah las busur nyala api listrik terlindung dengan mempergunakan busur nyala listrik sebagai sumber panas pencair logam. Jenis ini paling banyak dipergunakan untuk hampir semua keperluan pekerjaan pengelasan. Tegangan yang dipakai hanya 23 sampai dengan 45 Volt AC atau DC, sedangkan untuk pencairan pengelasan dibutuhkan

arus hingga 500 Ampere. Namun secara umum yang dipakai berkisar 80–200 Ampere. Las busur listrik ini disebut juga *Stick Welding* atau *Manual Metal Arc Welding*. Prinsip kerjanya adalah menggunakan logam elektroda consumable dengan komposisi/kandungan yang tepat untuk menghasilkan *arc welding* antara elektroda dengan benda kerja. Logam elektroda yang meleleh akibat panas mengisi celah antara ujung elektroda dan bergabung dengan benda kerja. Elektroda dilapisi dengan *shielding flux* yang terbuat dari komposisi khusus. *Shielding flux* meleleh bersama dengan logam inti dari elektroda, membentuk gas dan kerak, dan melindungi *arc welding* dan *weld pool*. Fluks melakukan pembersihan permukaan logam, mensuplai beberapa elemen paduan untuk kontak *welding*, dan melindungi lelehan logam dari oksidasi dan menstabilkan *arc welding*. Kerak dihilangkan setelah dilakukan proses *solidification* yaitu proses transformasi dari fase lelehan dari paduan menjadi bagian padat dari paduan, melibatkan kristalisasi dari fase cair, pemisahan kotoran dan elemen paduan, pembebasan gas terlarut dalam lelehan dan pembentukan porositas. Dan dibawah ini adalah (tabel 2.3) data-data praktis las listrik busur.

**Tabel 2.3 Data-Data Praktis Las Listrik Busur**

Elektroda Las $\phi$ MM	2	2 ½	3 1/4	4	5	6	7	8
Panjang tiap batang MM	300	350	350	400	400	450	450	450
Kawat las yang lebur (CM <sup>3</sup> /bt.*)	0,7	1,3	2,5	3,7	5,8	9,5	13,0	17,0
Berat Elektroda Kg/100 bt	0,73	1,35	2,28	3,9	6,2	10,0	13,6	17,9
Amper yang diperlukan	65	90	150	190	240	290	360	420
Diameter Kabel las $\phi$ MM.	35	35	50	50	70	70	95	120

Sumber: (boy isma putra alfian hidayat jaka purnama, 2008)

### 2.5.3. Sambungan Las

Wiryosumarto dan Okumura (2008), menyatakan bahwa sambungan las dalam konstruksi baja pada dasarnya dibagi dalam bagian sambungan tumpul, sambungan T, sambungan sudut dan sambungan tumpang. Pada proses pengelasan terdapat lima (5) jenis dasar sambungan las adalah sambungan tumpul (*butt*), sudut (*corner*), T (*tee*), tumpang (*lap*), dan sisi (*edge*) Lima jenis dasar sambungan las dapat dibuat dalam empat posisi pengelasan yang berbeda, yaitu posisi *flat* (datar), *vertical*, *horizontal*, dan *di atas kepala*. Adapun jenis alur pada bagian sambungan las dapat dilihat pada (gambar 2.4) di bawah ini.

Jenis / Posisi	Sambungan Tumpang (Lap Joint)	Sambungan T (Tee Joint)	Sambungan Tumpul (Butt Joint)	Sambungan Sudut (Corner joint)	Sambungan Sisi (Edge Joint)
Flat					
Horizontal					
Vertikal					
di Atas Kepala					

Gambar 2.4 Jenis Sambungan Las

sumber: (Wiryosumarto dan Okumura, 2008)

### 2.6. Plat Strip Besi

Plat Strip yaitu plat baja yang memiliki ketebalan kurang lebih antara 2 mm sampai dengan 60 mm adalah sebuah material dengan bentuk kotak dan gepeng. Besi ini masuk kedalam kategori baja karbon rendah, dan biasanya

memiliki lebar kurang dari 600 mm dengan panjang 2 sampai 6 meter (toleransi 0.2 mm – 0.3 mm). Salah satu jenis baja dengan kandungan karbon yang rendah adalah plat strip, dan sudah dijelaskan di atas. Artinya plat strip terbuat dari material baja dengan kandungan karbon rendah tadi. Selain digunakan untuk pembuatan plat strip, baja dengan komposisi karbon rendah juga bisa digunakan untuk pembuatan wire, ship plate, dan juga sheet. Adapun bagian pada plat strip besi dapat dilihat pada (gambar 2.4) di bawah ini.



Gambar 2.4 Plat Strip Besi

Paling umum material besi plat ini digunakan untuk pembuatan pagar rumah, teralis untuk pintu maupun jendela, dan juga konstruksi pengaman lainnya di sebuah bangunan. Plat strip sendiri memiliki beberapa keunggulan, diantaranya adalah:

#### 1. Mudah untuk Dibentuk

Berhubung plat strip ini masuk ke dalam jenis baja dengan komposisi karbon yang rendah maka teksturnya cenderung lebih lunak. Sesuai dengan yang dijelaskan secara singkat di atas, sifat atau karakter ini membuatnya mudah untuk dibentuk. Proses pembentukan plat strip menggunakan mesin las yang memberi hasil maksimal karena memudahkan pekerja mengikuti desain yang dibuat. Inilah



alasan banyak pembuat pagar dan teralis baja memilih plat strip dibandingkan jenis baja lain. Sebab material ini jauh lebih mudah untuk dibentuk sehingga bisa menciptakan desain pagar maupun teralis yang indah, unik, dan memiliki desain yang terus berkembang.

## 2. Tahan Terhadap Korosi

Meskipun komposisi utama dari plat strip ini adalah besi namun dengan kombinasi karbon ternyata membuatnya tahan korosi. Tentunya menjadi pilihan tepat untuk Anda yang tidak ingin melihat pagar rumah atau teralis menjadi keropos karena digerogeti karat. Kelebihan ini pula yang membuat plat strip sering dipakai untuk pembuatan kapal karena tahan korosi meski kontak dengan air laut yang asin.

## 3. Kuat dan Tahan Lama

Meskipun masuk ke dalam kategori baja karbon rendah dengan karakter yang lunak. Namun baja jenis ini ternyata terbilang kuat dan tahan lama, sehingga tidak perlu cemas pagar atau teralis rusak dalam waktu cepat. Ketahanannya membuat konstruksi tidak mudah aus dan banyak dipilih.

## 4. Proses Pengerjaannya Cepat

Membangun pagar, membuat teralis jendela, atau mungkin membuat badan kapal dengan plat strip tidak akan memakan waktu lama. Plat strip yang mudah dibentuk membuat proses pengerjaannya cepat, sehingga hemat waktu dan hemat biaya.

## 2.7. Plat Galvanis

Adalah plat besi berlapis seng (Zn-Fe alloy) yang diproses sedemikian rupa sehingga permukaannya menjadi halus dan merata. Produk pelat galvanis dan galvanil LOKFOM baik yang lembaran maupun gulungan memiliki ketahanan karat yang baik, kemampuan cat yang luar biasa, dan pilihan bahan yang luas. Galvanization (atau galvanisasi) adalah proses penerapan protective zinc coating pada baja atau besi, untuk mencegah berkarat. Meskipun galvanis dapat dilakukan dengan elektrokimia dan proses elektrodeposisi, metode yang paling umum digunakan saat ini adalah hot-dip galvanisasi, bahan baja di rendam didalam bak zinc cair (molten zinc). Sedangkan disini lebih dikenal dua teknik dasar dalam pelapisan anti-karat pada besi yaitu Galvanis atau Galvanized atau Galvalume. Untuk Galvalum finishingnya terdiri dari: 55% unsur coatingnya adalah aluminium, 43,5% adalah unsur seng/zink dan 1,5% unsur silikon. Adapun bagian pada plat strip galvanis dapat dilihat pada (gambar 2.5) di bawah ini.



Gambar 2.5 Plat Galvanis

Teknik Kedua disebut Zinalume. Zinalume pelapisannya terdiri dari: 98% unsur coatingnya adalah seng/zinc dan 2% adalah unsur aluminium. Zinalume sering dipakai untuk pelapisan besi atau baja ringan dengan berat perbatangnya kurang dari 5 kg. Secara kasatmata apa beda antara galvanis dan zinalume? Galvanis dapat dikenali dengan warnanya yang silver atau bronze namun tidak mengkilat atau doff. Warna ini disebut juga dull silver. Sedangkan zinalume karena kandungan zinc-nya tinggi, maka akan berwarna silver mengkilat atau glossy silver. Meski tentunya tingkat kilapnya masih dibawah stainless steel galvanis punya tingkat ketebalan beragam. Mulai dari 1 micron (seperseribu milimeter) sampai 9 micron bahkan lebih. Untuk ketebalan 1 micron biasanya produsen memberi jaminan 3 tahun anti karat (3years rustfree) dan untuk ketebalan 7 micron produsen bisa memberi jaminan hingga 30 tahun.