

BAB II

TINJAUAN UMUM

2.1 Bending (Penekukan)

Bending merupakan pengerjaan dengan cara memberi tekanan pada bagian tertentu sehingga terjadi deformasi plastis pada bagian yang diberi tekanan. Sedangkan proses bending merupakan proses penekukan atau pembengkokan menggunakan alat bending manual maupun menggunakan mesin bending. Adapun macam – macam dari pembendungan yaitu:

1. Bending Ram

Biasanya digunakan untuk membuat lengkungan besar untuk logam yang mudah bengkok. Dalam metode ini, plat atau pipa ditekan pada 2 poin eksternal dan ram mendorong pada besi pada poros tengah untuk menekuknya. Cara ini cenderung membentuk menjadi bentuk oval baik di bagian dalam dan luar lengkungan.

2. Bending Rotary Draw

Digunakan untuk membengkokkan besi sebagai pegangan tangan, yang lebih keras. *Bending rotary draw* imbang menggunakan 2 cetakan: cetakan bending stasioner dan cetakan bending dengan diameter tetap untuk membentuk lengkungan. Cara ini digunakan apabila plat atau pipa yang akan dibending perlu memiliki hasil akhir yang baik dengan diameter konstan di seluruh panjang.

3. Bending Mandrel

Selain cetakan yang digunakan dalam *rotary bending*, yakni dengan cara menggunakan *support fleksibel* yang ikut bengkok dengan logam untuk memastikan interior logam tidak cacat.

4. Bending Induksi Panas

Proses ini menggunakan panas dari kumparan listrik untuk memanaskan area yang akan dibengkokkan, dan kemudian logam dibengkokkan dengan cetakan mirip dengan yang digunakan *rotary draw*. Logam segera didinginkan dengan air setelah pembengkokan. Cara ini menghasilkan

lengkungan yang lebih kuat daripada *rotary draw*.

5. *Bending Roll*

Digunakan ketika diperlukan lengkungan yang besar pada logam. Banyak digunakan untuk pekerjaan konstruksi. *Bending roll* menggunakan 3 roller yang disusun membentuk segi tiga pada satu poros untuk mendorong dan membengkokkan logam.

6. *Bending Panas*

Sistem ini banyak digunakan dalam proses perbaikan, yaitu dengan cara logam dipanaskan didaerah penekukan sehingga menjadi lebih lunak.

2.2 Mesin Bending Pipa

Sebagai alat bantu dalam proses pembendingan diperlukan sebuah sistem yang bekerja sehingga dapat diterapkan dengan baik. Adapun jenis – jenis mesin bending yakni terbagi menjadi 2 bagian yaitu :

1. Mesin *Bending* Pipa Manual

Mesin ini menggunakan tenaga manusia yang dibantu oleh gagang/tuas penekan sehingga tidak menggunakan daya listrik apapun, murni menggunakan tenaga manusia. Kelebihan mesin ini adalah murah dan hemat biaya operasionalnya sedangkan kelemahannya hanya cocok untuk membending pipa dengan ketebalan tipis.

2. Mesin *Bending* Pipa Hidraulic

Mesin ini digunakan untuk menekuk benda kerja yang berbentuk silinder dengan bantuan hidraulic. Kelebihan mesin ini tidak sepenuhnya menggunakan tenaga manusia tetapi menggunakan bantuan hidraulik.

3. Mesin *Bending* Pipa Mekanikal

Mesin ini menggunakan tenaga motor listrik yang dibantu dengan gear box sebagai pengumpul tenaga. Kelebihan dari mesin ini adalah kecepatan tinggi dan tenaganya besar. Kekurangan yaitu listrik yang digunakan lebih besar dan suaranya berisik.

Dalam proses pembendingan terdapat faktor-faktor yang mempengaruhinya diantara lain :

1. Diameter pipa

Proses bending akan mengakibatkan penarikan sisi luar dan pengkerutan pada sisi dalam diameter lengkungan.

2. Metode *Bending*

Prosedur atau metode yang tepat proses bending yang dilakukan sangat berpengaruh pada kualitas produk yang dihasilkan.

3. Ukuran Material

Material dengan ukuran besar apabila dilengkungkan dengan radius yang kecil akan mudah mengalami distorsi dibandingkan material dengan ukuran kecil dan radius bending yang besar.

4. Pelumasan

Pelumasan diperlukan untuk mengurangi efek gesekan dan meningkatkan efisiensi proses pembentukan.

2.3 Dasar – Dasar Pemilihan Bahan

Di dalam merencanakan suatu alat perlu sekali memephitungkan dan memilih bahan – bahan yang akan digunakan, apakah bahan tersebut sudah sesuai dengan kebutuhan baik itu secara dimensi ukuran ataupun secara sifat dan karakteristik bahan yang akan digunakan. “Sifat-sifat baja sangat ditentukan oleh komposisi kimianya, untuk memproleh sifat yang diinginkan untuk tujuan pemakaian, ditambahkan lah elemen-elemen paduan kedalam baja” (Mulyadi, DKK, 2013:65). Berdasarkan pemilihan bahan yang sesuai maka akan sangat menunjang keberhasilan dalam perencanaan tersebut. Adapun hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan bahan yaitu :

1. **Fungsi Dari Komponen**

Dalam perencanaan ini, komponen-komponen yang direncanakan mempunyai fungsi yang berbeda-beda. Yang dimaksud dengan fungsinya adalah bagian-bagian utama dari perencanaan atau bahan yang akan dibuat dan dibeli harus sesuai dengan fungsi dan kegunaan dari bagian-bagian bahan masing-masing.

Namun pada bagian-bagian tertentu atau bagian bahan yang mendapat beban yang lebih besar, bahan yang dipakai tentunya lebih keras. Oleh karena itu penulis memperhatikan jenis bahan yang digunakan sangat perlu untuk diperhatikan.

2. Sifat Mekanis Bahan

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

3. Sifat Fisis Bahan

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

4. Bahan Mudah Didapat

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

5. Harga Relatif Murah

Harga Relatif Murah Untuk membuat komponen-komponen yang direncanakan maka diusahakan bahan-bahan yang akan digunakan harganya harus semurah mungkin dengan tanpa mengurangi karakteristik dan kualitas bahan tersebut. Dengan demikian dapat mengurangi biaya produksi dari komponen yang direncanakan. Berikut bahan dan komponen yang digunakan, antara lain :

- **Ulir Penggerak**

Ulir penggerak adalah bagian yang terpenting sebagai penggerak roller.

- **Roller**

Roller adalah bagian yang terpenting dalam proses pembendungan, dimana roller berfungsi sebagai dudukan pipa agar pipa bisa terjepit oleh pencekam.

- **Handle**

Handle sebagai tempat dudukan roller dan ulir penggerak.

- **Baut dan Mur**

Baut merupakan suatu batang atau tabung yang membentuk alur heliks atau tangga spiral pada permukaannya dan mur adalah pasangannya. Fungsi utama baut dan mur adalah menggabungkan beberapa komponen sehingga tergabung menjadi satu bagian yang memiliki sifat tidak permanen.

- **Pelat**

Digunakan sebagai dudukan komponen yang lain atau digunakan sebagai mejanya.

- **Poros**

Poros adalah suatu bagian stasioner yang berputar, biasanya berpenampang bulat dimana terpasang elemen – elemen.

2.4 Klasifikasi Pipa

Pipa baja umumnya tersedia dalam bentuk silinder namun tersedia juga dalam bentuk persegi, persegi panjang dan juga segitiga. Pipa baja digunakan dalam berbagai industri. Ketebalan dinding pipa baja bervariasi dari suatu aplikasi dengan aplikasi lainnya. Keuntungan dari pipa terletak pada prosesnya. Dibandingkan dengan beton, pipa yang jauh lebih ringan dan bermacam penggunaannya. Pipa dapat juga dipangkas dengan mudah menggunakan pemberat. Pipa baja memiliki kekuatan sangat tinggi. Ini adalah khusus digunakan dalam industri konstruksi dan tahan lama. Pipa-pipa berbentuk silinder digunakan sebagai jalur pipa untuk pasokan energi - minyak, gas, air dan cairan mudah terbakar lainnya. Bentuk persegi panjang atau persegi yang secara luas digunakan dalam struktural bangunan, penggunaannya seperti rak, trailer, dan umumnya untuk kerangka bangunan.

Secara umum pipa produksi pabrikan mempunyai 3 jenis bentuk ujung pipanya:

1. *Plain Ends* (PE) : yaitu ujung pipa yang dipotong persegi



Gambar 2.1 Plain ends

2. *Beveled Ends* (BE) : yaitu bentuk ujung pipanya dipotong membentuk bevel



Gambar 2.2 Beveled Ends

3. *Threaded Ends* (TE) : yaitu pipa yang dibuat mempunyai ulir pada ujungnya.

disini jenis TE ada dua pilihan :

1. berulir kedua sisi (TBE : *Threaded Both Ends*) .
2. Hanya pada satu sisi (TOE : *Threaded One Ends*).



Gambar 2.3 Threaded Ends

2.4.1 Ukuran Diameter Pipa

Ukuran diameter pipa tercantum dalam tabel 2.1 yang telah disesuaikan Standar Nasional (SNI).

Tabel 2.1 Ukuran pipa hitam Bos Ex Bakrie

No.	Size (Inch)	OD	ID	Tebal	Kg/m
1	½	21,4	21	1,80	0,870
2	¾	26,9	26,4	1,80	1,114
3	1	33,8	33,2	1,80	1,420
4	1 ¼	42,5	41,9	1,80	1,807
5	1 ½	48,4	47,8	1,80	2,068
6	2	60,2	59,6	1,80	2,592

2.4.2 Sifat Mekanis

Pipa baja struktur pada umumnya dikelompokkan berdasarkan komposisi kimia, uji tarik, batas ulur

Tabel 2.2 Sifat mekanis pipa hitam Bos Ex Bakrie

No.	Size (Inch)	OD	ID	Tebal	Kg/m
1	½	21,4	21	1,80	0,870
2	¾	26,9	26,4	1,80	1,114
3	1	33,8	33,2	1,80	1,420
4	1 ¼	42,5	41,9	1,80	1,807
5	1 ½	48,4	47,8	1,80	2,068
6	2	60,2	59,6	1,80	2,592

Komposisi kimia

1. Fosfor (P) 0.06%
2. Belerang (S) 0.06%

Sifat Mekanis

1. Kuat tarik (*Tensile Strength*) = 33.7 Kgf / mm² min
2. Batas ulur (*Yield Strength*) = 21.1 Kgf / mm² min
3. Renggang (*Elongation*) = 20% min
4. Tahan Tekanan Air (*Hydrostatic Test Pressure*) = 50 kgf/Cm²

Hydrostatic Test dapat diganti dengan Ultrasonic Test atau Eddy

Current Examination

PanjangPipa = 6m / batang

Toleransi

-Tebal = plus (+) tidak terbatas, min (-) 8%

-Panjang = +/- 2%

2.5 Jig and Fixture

Istilah *Jig and fixture* di industri mempunyai arti dan penggunaan yang berbeda-beda. Dalam industri pengolahan logam *Jig and Fixture* sering dikelompokkan sebagai salah satu alat bantu produksi. *Jig* adalah sebuah alat yang berfungsi untuk mengarahkan sebuah atau lebih alat potong pada posisi yang sesuai dengan proses pengerjaan suatu produk. Dalam proses produksi, *Jig* sering digunakan pada proses pembentukan atau pemotongan baik berupa perlubangan maupun perluasan lubang. Alat bantu ini merupakan peralatan yang terikat secara tetap pada mesin utama. Alat bantu ini banyak digunakan pada pertukangan kayu, pembentukan logam, dan beberapa kerajinan lainnya yang membantu untuk mengontrol lokasi atau gerakan dari alat potong.

Sedangkan *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 ragam pada mesin *milling*, pencekam pada mesin bubut, pencekam pada mesin gergaji, dan pencekam pada mesin gerinda. *Fixture* adalah elemen penting dari proses produksi pada mesin seperti yang diperlukan dalam sebagian besar manufaktur otomatis untuk inspeksi dan operasi perakitan dengan tujuan menepatkan 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 digudang untuk aplikasi umum. Tujuan penggunaan *Jig and Fixture* untuk meningkatkan efesiesi kerja dan mengoptimalkan penggunaan mesin. Adapun keuntungan penggunaan *Jig and Fixture* sebagai berikut :

- a. Untuk mendapatkan ketepatan ukuran
- b. Untuk mendapatkan keseragaman ukuran
- c. Mempersingkat waktu penyetingan
- d. Mengurangi kebutuhan alat ukur
- a. Mempercepat proses pengerjaan
- b. Mengurangi kesalahan pada waktu pengerjaan
- c. Mengurangi beban kerja fisik operator

2.6 Rumus Perhitungan Pada Alat Bending Kaki Kursi

a. Perhitungan bentangan pada pipa

Rumus :

$$L_t = L_1 + A_1 + L_2 + L_3 + A_2 + L_4 \dots\dots\dots(\text{Lit. 2 , hal 82})$$

$$\text{Panjang Busur A} = \frac{\alpha}{360} \times 2 \times \pi \times r$$

Dimana :

L_t = Panjang Total

L_1 - L_4 = Panjang Bentangan

A_1 - A_2 = Diameter bending Pipa

b. Tegangan Bengkok

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b} \text{ (N/mm}^2\text{)} \dots\dots\dots(\text{Lit. 3 ,}$$

Hal 6)

Ket :

M_b = Momen Bengkok (N/mm)

W_b = Beban Bengkok (N/mm)

c. Perhitungan permesinan

- Mesin Bubut

Putaran mesin :

$$n = \frac{Vc \cdot 1000}{\pi \cdot D} \dots\dots\dots(\text{Lit. 1 , hal 73})$$

Ket :

n = putaran mesin (rpm)

Vc = kecepatan potong (mm/menit)

D = diameter poros (mm)

Pemakanan memanjang :

$$Tm = \frac{L}{Sr \cdot n} \dots\dots\dots(\text{Lit. 1 , hal 73})$$

Ket :

Tm = waktu pemakanan (menit)

L = panjang pemakanan (mm)

Sr = kedalaman pemakanan (mm)

Pemakanan melintang :

$$Tm = \frac{r}{Sr \cdot n} \dots\dots\dots(\text{Lit. 1 , hal 74})$$

Ket :

r = jari-jari poros (mm)

Sr = kedalaman pemakanan (mm)

n = putaran mesin (rpm)

- Mesin Bor

Putaran mesin

$$n = \frac{Vc \cdot 1000}{\pi \cdot D} \dots\dots\dots(\text{Lit. 1 , hal 55})$$

Ket :

n = putaran mesin (rpm)

V_c = kecepatan potong (mm/menit)

D = diameter mata bor (mm)

Waktu pengerjaan :

$$T_m = \frac{L}{S_r \cdot n} \dots\dots\dots(\text{Lit. 1 , hal 55})$$

Keterangan :

T_m = waktu pemakanan (menit)

L = kedalaman pemakanan

$$= l + 0,3 \cdot d$$

l = tebal benda

S_r = kedalaman pemakanan (mm)

- **Mesin Shaping**.....(Lit. 1 , hal 67)

$$\text{Waktu pemakanan maju (} t_c \text{)} = \frac{\text{panjang langkah}}{\text{kecepatan potong maju}} = \frac{L}{V_c \times 1000}$$

$$\text{Waktu mundur (} t_r \text{)} = \frac{\text{panjang langkah}}{\text{kecepatan potong mundur}} = \frac{L}{V_r \times 1000}$$

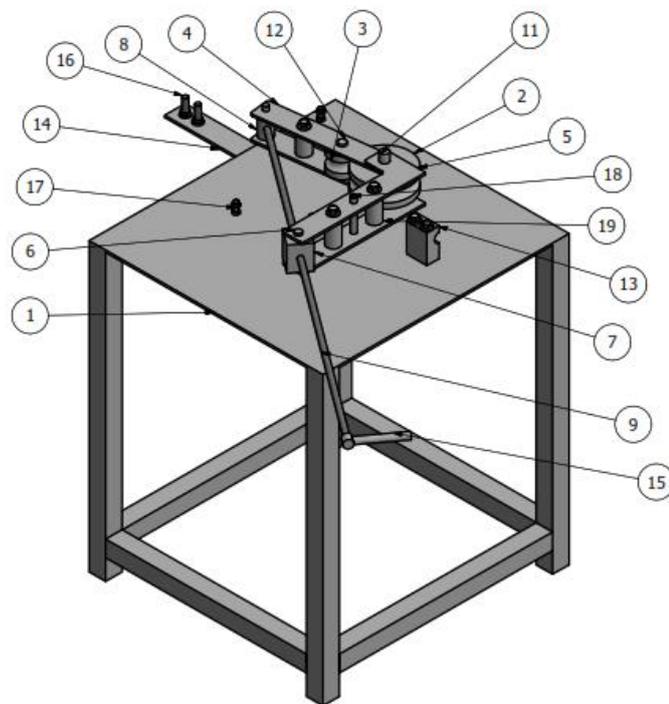
Banyak langkah kesamping (Z)

Z = lebar benda kerja / pemakanan perlangkah = b/s

$$\text{Waktu permesinan (} t_m \text{)} = b/s \left(\frac{L}{V_c \times 1000} + \frac{L}{V_r \times 1000} \right)$$

2.7 Alat Bending Kaki Kursi

Alat bending kaki kursi adalah alat yang mempermudah kita dalam membengkokkan material pipa besi diameter $\frac{3}{4}$ inch, dengan hanya mengandalkan tenaga manusia yang dibantu dengan ulir penggerak dimana hanya cukup memutar handle ulir poros penggerak tersebut. Dengan adanya alat ini dapat mengefisiensi waktu dalam melakukan pembekokkan pipa dengan biaya murah.



Gambar 2.4 Alat Bending kaki kursi

Nomor	Nama Komponen
1	Rangka
2	Roller 1
3	Roller 2
4	Handle 1
5	Handle 2
6	<i>Pin House</i>

7	<i>House</i> Poros Pendorong
8	Poros Bertingkat Pendorong
9	Modifikasi Poros Stood
10	Bushing
11	Poros Roller 1
12	Poros Roller 2
13	Landasan Kerangka
14	<i>Handle stopper pipe</i>
15	Handle Poros
16	Baut dan Mur 17
17	Baut dan Mur 10
18	Pin Handle
19	Pipa Penahan