BAB II

TINJAUAN UMUM

2.1 Proses *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 proses pembendingan 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 membengkokan 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 mengunakan panas dari kumparan listrik untuk memanaskan area yang akan dibengkokan, dan kemudian logam dibengkokan 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 membengkokan logam.

6. *Bending* Panas

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

Adapun proses *bending* yang bekerja pada rancang bangun alat ini, yakni mengadopsi teknik atau proses bending dengan cara *rotary* atau putaran yang terdapat pada mesin *bending* pipa. Kemudian jenis jenis mesin *bending* yang akan digunakan pada saat rancang bangun ini akan di jelaskan pada point berikutnya.

2.2 Mesin *Bending Begel*

Sebagai alat bantu dalam proses pembendingan diperlukan sebuah sistem yang bekerja sehingga dapat diterapkan dengan baik adapun jenis jenis mesin bending yakni dibagi menjadi 3 sebagian yaitu :

a. Mesin *Bending Begel Manual*

   Mesin ini menggunakan tenaga manusia yang dibantu dengan bandul pemberat sehingga tidak menggunakan daya listrik sedikitpun, murni menggunakan tenaga manusia. Kelebihan mesin ini adalah murah dan hemat biaya opersionalnya sedangkan kelemahannya hanya cocok untuk logam dengan diameter kecil.

b. Mesin *Bending Begel Hidrolik*

   Mesin ini menggunakan sistem hidrolik sebagai sumber tenaga penekuknya. Mesin ini membutuhkan tenaga listrik yang lebih efisien untuk menggerakan pompa hidroliknya, Fluida yang digunakan berupa oli hidrolik yang secara berkala harus diganti. Kelebihan mesin ini adalah mampu menekuk logam yang berdiameter lebih besar dan akurasinya terkontrol. Sedangkan kekuranganya adalah kerjanya relatif lamban walaupun konsumsi listrik lebih efisien dibandingkan tipe mekanikal.

c. Mesin *Bending Begel Mekanikal*

Mesin ini menggunakan tenaga motor listrik yang dibantu dengan *gear box* yang berfungsi sebagai pengumpul tenaga. Kelebihan dari mesin ini adalah berkecepatan tinggi dan tenaganya besar. Kekurangannya yaitu listrik ysng digunakan lebih besar dan suaranya berisik serta tingkat kepresisianya rendah.

Sebelum melakukan penekukan atau proses pembendingan sebaiknya harus di perhatikan hal-hal yang berkaitan dengan proses pembendingan, yaitu sebagai berikut:

1. Periksalah terlebih dahulu dies atau sepatu pembentuk, sudut pembengkokan yang diinginkan.
2. Tandailah sisi bagian tepi begel yang akan dibengkokan.
3. Posisi tanda pembengkokan ini harus sejajar dengan dies pembengkok.
4. Penjepit begel harus kuat
5. Atur sudut pembengkokan sesuai dengan sudut pembengkokan yang dikehendaki.
6. Sesuaikan dies landasan dengan pembengkok yang diinginkan.
7. Mulailah proses pembengkokan dengan memperhatikan sisi-sisi yang akan dibengkokan, hal ini untuk menjaga agar lebih dahulu mngerjakan posisi yang mudah.
8. Jika ingin melakukan pembengkokan dengan jumlah yang banyak buatlah jig atau alat bantu untuk memudahkan proses pembengkokan. Jig ini bertujuan untuk memudahkan pekerjan sehingga menghasilkan bentuk pembengkok yang sama.
9. Periksalah terlebih dahulu dies atau sepatu pembentuk, sudut pembengkokan yang diinginkan.
10. Tandailah sisi bagian tepi begel yang akan dibengkokan.
11. Posisi tanda pembengkokan ini harus sejajar dengan dies pembengkok.
12. Penjepit begel harus kuat

13. Atur sudut pembengkokan sesuai dengan sudut pembengkokan yang dikehendaki.
14. Sesuaikan dies landasan dengan pembengkok yang diinginkan.
15. Mulailah proses pembengkokan dengan memperhatikan sisi-sisi yang akan dibengkokan, hal ini untuk menjaga agar lebih dahulu mngerjakan posisi yang mudah.
16. Jika ingin melakukan pembengkokan dengan jumlah yang banyak buatlah jig atau alat bantu untuk memudahkan proses pembengkokan. Jig ini bertujuan untuk memudahkan pekerjan sehingga menghasilkan bentuk pembengkok yang sama.

Dan didalam proses pembendingan terdapat faktor-faktor yang mempengaruhinya diantara lain:

1. Diameter Begel

   Proses bending akan mengakibatkan penarikan pada sisi luar dan pengkerutan pada sisi dalam diameter kelengkungan. Ketebalan plat/logam akan berpengaruh pada radius bending yang dibentuk dan kemampuan material untuk dapat mengalami peregangan tanpa terjadi distorsi.
2. Metode *Bending*

   Prosedur atau metode yang tepat dalam proses pembendingan 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. Peralatan Pendukung

   Peralatan yang digunakan meliputi cetakan, clamp dan mandrel
5. Pelumasan

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

2.2.1 Komponen Mesin Bending

a. Poros

Poros adalah suatu bagian stasioner yang beputar, biasanya berpenampang bulat dimana terpasang elemen-elemen seperti roda gigi (gear), pulley, flywheel, engkol, sprocket dan elemen pemindah lainnya. Poros berfungsi untuk mentransmisikan daya dan putaran dari poros penggerak ke poros yang digerakkan.

Macam-macam poros berdasarkan pembebanannya :

- Poros Transmisi (Transmission Shafts), poros transmisi lebih dikenal dengan sebutan shaft. Shaft akan mengalami beban puntir berulang, beban lentur berganti ataupun kedua-duanya. Pada shaft, daya dapat ditransmisikan melalui gear, belt pulley, sprocket rantai, dll.
- Gandar, poros gandar merupakan poros yang dipasang diantara roda-roda kereta barang. Poros gandar tidak menerima beban puntir dan hanya mendapat beban lentur.
- Poros Spindle, poros spindle merupakan poros transmisi yang relatif pendek, misalnya pada poros utama mesin perkakas dimana beban utamanya berupa beban puntiran. Selain beban puntiran, poros spindle juga menerima beban lentur (axial load). Poros spindle dapat digunakan secara efektif apabila deformasi yang terjadi pada poros tersebut kecil.

Hal-hal yang diperhatikan dalam perencanaan poros

- Kekuatan Poros, poros transmisi akan menerima beban puntir (twisting moment), beban lentur (bending moment) ataupun gabungan antara beban puntir dan lentur. Dalam perancangan poros perlu memperhatikan beberapa faktor, misalnya: kelelahan, tumbukan dan pengaruh konsentrasi tegangan bila menggunakan poros bertangga ataupun penggunaan alur pasak pada poros. Poros yang dirancang tersebut harus cukup aman untuk menahan beban-beban tersebut.

- Kekakuan Poros, meskipun sebuah poros mempunyai kekuatan yang cukup aman dalam menahan pembebanan tetapi adanya lenturan atau defleksi yang terlalu besar akan mengakibatkan ketidaktelitian (pada mesin perkakas), getaran mesin (vibration) dan suara (noise). Oleh karena itu disamping memperhatikan kekuatan poros, kekakuan poros juga harus diperhatikan dan disesuaikan dengan jenis mesin yang akan ditransmisikan dayanya dengan poros tersebut.
- Putaran Kritis, bila putaran mesin dinaikan maka akan menimbulkan getaran (vibration) pada mesin tersebut. Batas antara putaran mesin yang mempunyai jumlah putaran normal dengan putaran mesin yang menimbulkan getaran yang tinggi disebut putaran kritis. Hal ini dapat terjadi pada turbin, motor bakar, motor listrik, dll. Selain itu, timbulnya getaran yang tinggi dapat mengakibatkan kerusakan.
- Korosi, bahan-bahan tahan korosi harus dipilih untuk poros propeler dan pompa bila terjadi kontak dengan fluida korosif. Demikian pula untuk poros-poros yang terancam kavitasi dan poros-poros mesin yang sering berhenti lama sampai batas-batas tertentu dan dapat pula dilakukan perlindungan terhadap korosi (kromium).
- Perhitungan poros, pada poros yang berputar akan mengalami beberapa tegangan, diantaranya perencanaan poros pada torsi, tegangan geser, tegangan puntir dan tegangan bengkok, rumus perhitungan yang dipakai yaitu:

Perencanaan poros pada torsi :

$T = 9{,}74 \,.\, 10^5 \frac{P_2}{n_3}$ ..... (Lit 1 hal 7)

Dimana :

T = torsi poros

P_2 = daya yang masuk pada speed reducer

n_3 = putaran output speed reducer

Mencari tegangan geser

$\tau = \frac{5{,}1\ .T}{d_s^3}$ ..... (Lit 1 hal 7)

Dimana :

$\tau_p =$ tegangan geser (kg/mm^2)

T = torsi poros

d_s^3 = diameter poros

Mencari tegangan geser yang diizinkan ($\bar{\tau}_g$)

$\bar{\tau}_p = \frac{\sigma_b}{(Sf_1 x\ Sf_2)}$ ..... (Lit 1 hal 8)

Dimana :

$\bar{\tau}_p$ = tegangan geser yang diizinkan

σ_b = kekuatan tarik

Sf_1 = 6,0 karena menggunakan bahan S-C

Sf_2 = 3,0 karena merupakan poros bertingkat

Menghitung diameter poros (d_s)

$d_s = \left[\frac{5{,}1}{\tau_a}\ K_t C_b T\right]^{1/3}$ ..... (Lit 1 hal 8)

Dimana :

d_s = diameter poros

$\bar{\tau}_p$ = tegangan geser yang diizinkan

K_t = Faktor koreksi 1,5 ÷ 30 jika mengalami kejutan atau tumbukan besar

C_b = beban lentur 1,2 ÷ 2,3

T = torsi poros

b. Pulley, Mur dan Baut

- Pulley

Pulley merupakan salah satu elemen mesin yang berfungsi untuk mentramisikan daya seperti halnya sprocket rantai dan roda gigi. Pulley pada umumnya dibuat dari besi cor kelabu FC 20 atau FC 30 dan adapula yang terbuat dari baja. Perkembangannya sangat pesat dalam bidang penggerak pada berbagai mesin perkakas dengan menggunakan motor listrik telah membuat arti sabuk untuk alat penggerak menjadi berkurang. Akan tetapi sifat elastisitas daya dari sabuk untuk menampung kejutan dan getaran pada saat transmisi membuat sabuk tetap dimanfaatkan untuk mentrasmisikan daya dari penggerak pada mesin perkakas.

- Mur dan Baut

Mur dan baut sebagai alat pengikat yang sangat penting dalam suatu rangkaian mesin untuk mencegah kecelakaan dan kerusakan pada mesin. Pemilihan mur dan baut sebagai pengikat harus dilakukan dengan beban yang diterimanya. Pada mesin penekuk ini, mur dan baut digunakan untuk mengikat komponen antara lain:

a. Pengikat pada bantalan
b. Pengikat pada dudukan landasan
c. Pengikat pada pulley

Untuk mendapatkan jenis serta ukuran mur dan baut, harus memperhatikan berbagai faktor seperti sifat gaya yang bekerja pada mur dan baut, cara kerja mesin, kekuatan bahan dan lain sebagainya. Gaya-gaya yang bekerja pada baut dapat berupa :

- Beban statis aksial murni
- Bahan aksial bersama beban puntir
- Beban geser

Tegangan geser yang terjadi pada baut pengikat :

$Tg = \frac{F}{A}$.....(Lit 2 hal 83)

Luas penampang baut :

$$A = 2\frac{\pi}{4}d^2$$

Keterangan :

Tg = Tegangan geser (N/mm^2)

F = Beban (N)

A = Luas penampang baut

c. Pasak

Pasak merupakan suatu elemen yang digunakan untuk menahan atau pengunci bagians-bagian mesin dan sebagai pengaman apabila terjadi kelebihan beban maka pasak akan lebih dahulu rusak sebelum terjadi kerusakan pada poros. Dalam perencanaan ini pasak digunakan untuk menghubungkan antara poros speed reducer dan poros penekuk behel. Adapun rumus-rumus yang dipakai dalam perencanaan pasak:

Menghitung tegangan geser pasak :

Untuk mengetahui tegangan geser pasak, terlebih dahulu harus mengetahui gaya tangensial yang terjadi.

$F = \frac{T}{(d_s/2)}$ ..... (Lit 1 hal 25)

Dimana :

F = gaya tangensial (kg)

T = torsi poros (kg.mm)

d_s = diameter poros (mm)

Kemudian hitung tegangan geser yang terjadi pada pasak

$\tau_k = \frac{F}{b.l}$ ..... (Lit 1 hal 25)

Dimana :

b = lebar pasak

l = panjang pasak

Menghitung tegangan geser pasak yang diizinkan

$\bar{\tau}_k = \frac{\sigma_b}{(Sf_{k1} x\, Sf_{k2})}$ ..... (Lit 1 hal 8)

Dimana :

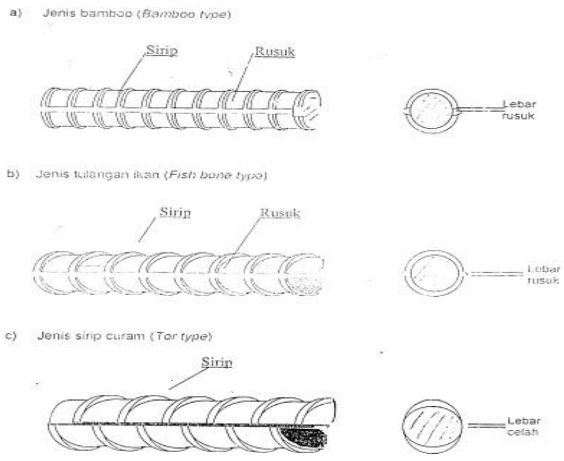
σ_b = kekuatan tarik pasak

Sf_{k1} = faktor keamanan umumnya diambil 6

Sf_{k2} = dipilih antara 2 ÷ 5 karena beban secara tiba-tiba dan tumbukan berat.

2.3 Klasifikasi Begel

Baja tulangan beton adalah baja yang berbentuk batang berpenampang lingkaran yang digunakan untuk penulangan beton, yang diproduksi dari bahan baku billet dengan cara *hot rolling*. Berdasarkan bentuknya, baja tulangan beton dibedakan menjadi 2 (dua) jenis yaitu baja tulangan beton polos dan baja tulangan beton sirip.



Gambar 2.1 Baja Tulangan Beton Sirip SNI 07-2052-2002

Baja tulangan beton polos (BJTP) adalah baja tulangan beton berpenampang lingkaran dengan permukaan rata tidak bersirip dan baja tulangan beton sirip (BJTS) adalah baja tulangan beton dengan bentuk khusus yang permukaannya memiliki sirip melintang dan rusuk memanjang yang dimaksudkan untuk rneningkatkan daya lekat dan menahan gerakan membujur dari batang secara relatif terhadap beton.

Gambar 2.2 Baja tulangan beton polos

Besi tulangan baja polos yang sering digunakan untuk membuat begel pada kolom beton rumah sederhana yaitu merek KS yang diproduksi oleh PT. Krakatau Steel Tbk. Besi beton KS telah mengikuti peraturan perencanaan beton bertulang untuk bangunan rumah dan gedung (SNI 03-2847-02 Pasal 23). PT. Krakatau Steel (KS) adalah satu-satunya industri baja terpadu di Indonesia. Dalam artian, KS memproduksi baja dari bahan mentah hingga menjadi baja beton siap pakai.

2.3.1 Ukuran Diameter Tulangan Baja

Ukuran diameter baja tulangan beton polos tercantum dalam tabel 2.1 dan baja tulangan beton sirip tercantum dalam tabel 2.2 yang disesuaikan dengan Standar Nasional Indonesia (SNI).

Tabel 2.1 Diameter Baja Tulangan Beton Polos SNI 07-2050-2002

No.	Penamaan	Diameter nominal (d) (mm)	Luas penampang Nominal (L) (cm^2)	Berat nominal per meter (kg/m)
1.	P.6	6	0,2827	0,222
2.	P.8	8	0,5027	0,395
3.	P.10	10	0,7854	0,617
4.	P.12	12	1,131	0,888
5.	P.14	14	1,539	1,12
6.	P.16	16	2,011	1,58
7.	P.19	19	2,835	2,23
8.	P.22	22	3,801	2,98
9.	P.25	25	4,909	3,85
10.	P.28	28	6,158	4,83
11.	P.32	32	8,042	6,31

Tabel 2.2 Diameter Baja Tulangan Beton Sirip SNI 07-2050-2002

No	Pena-maan	Dia-meter nominal (d)	Luas Penam-pang nominal	Dia-meter dalam nominal (d_o)	Tinggi sirip melintang		Jarak sirip melintang (maks)	Lebar rusuk me-manjang (maks)	Berat nominal
					min	maks			
		mm	cm^2	mm	mm	mm	mm	mm	Kg/m
1	S.6	6	0,2827	5,5	0,3	0,6	4,2	4,7	0,222
2	S.8	8	0,5027	7,3	0,4	0,8	5,6	6,3	0,395
3	S.10	10	0,7854	8,9	0,5	1,0	7,0	7,9	0,617
4	S.13	13	1,327	12,0	0,7	1,3	9,1	10,2	1,04
5	S.16	16	2,011	15,0	0,8	1,6	11,2	12,6	4,58
6	S.19	19	2,835	17,8	1,0	1,9	13,3	14,9	2,23
7	S.22	22	3,801	20,7	1,1	2,2	15,4	17,3	2,98
8	S.25	25	4,909	23,6	1,3	2,5	17,5	19,7	3,85
9	S.29	29	6,625	27,2	1,5	2,9	20,3	22,8	5,18
10	S.32	32	8,042	30,2	1,6	3,2	22,4	25,1	6,31
11	S.36	36	10,18	34,0	1,8	3,6	25,2	28,3	7,99
12	S.40	40	12,57	38,0	2,0	4,0	28,0	31,4	9,88
13	S.50	50	19,64	48,0	2,5	5,0	38,0	39,3	17,4

2.3.2 Sifat Mekanis

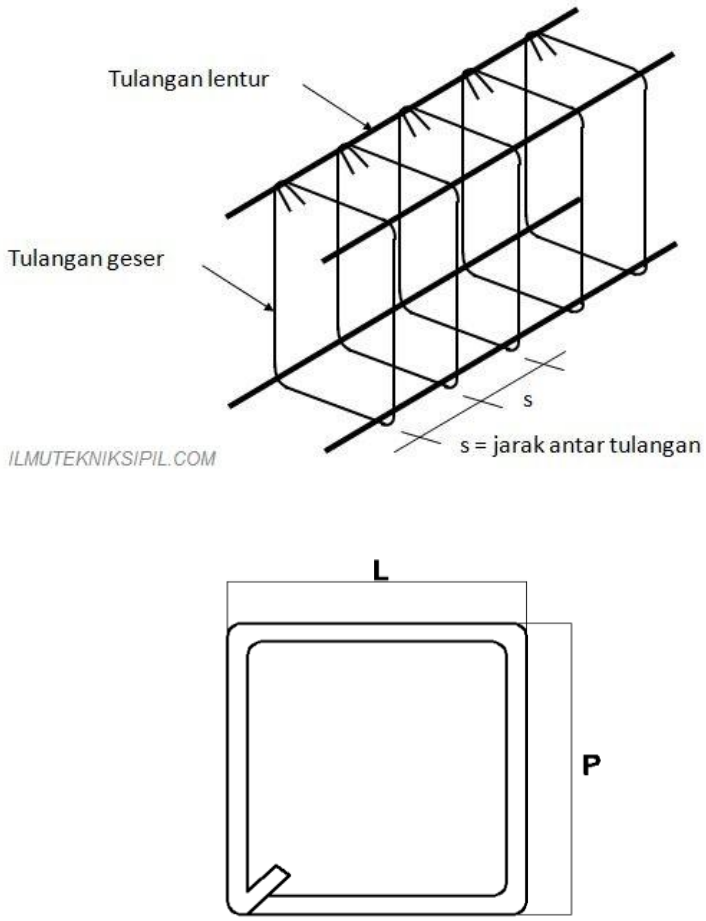
Baja tulangan struktur pada umumnya dikelompokkan berdasarkan tegangan leleh karakteristik dan kandungan karbonnya :

Tabel 2.3 Sifat Mekanik Baja Tulangan Beton SNI 07-2050-2002

Kelas baja tulangan	Nomor batang uji	Uji tarik			Uji lengkung	
		Batas ulur kgf/mm^2 (N/mm^2)	Kuat tarik kgf/mm^2 (N/mm^2)	Regangan (%)	Sudut lengkung	Diameter pelengkung
BjTP 24	No. 2	Minimum 24 (235)	Minimum 39 (380)	20	180^0	3 x d
	No. 3			24		
BjTP 30	No. 2	Minimum 30 (295)	Minimum 45 (440)	18	180^0	d > 16 = 3xd
	No. 3			20		d > 16 = 4xd
BjTP 30	No. 2	Minimum 30 (295)	Minimum 45 (440)	10	180^0	d ≤ 16 = 3xd
	No. 3			18		d > 16 = 4xd
BjTP 35	No. 2	Minimum 35 (345)	Minimum 50 (490)	18	180^0	d ≥ 16 = 3xd
	No. 3			20		16<d≤40 = 4xd
						d ≥ 40 = 5xd
BjTP 40	No. 2	Minimum 40 (390)	Minimum 57 (500)	16	180^0	5 x d
	No. 3			18		
BjTP 50	No. 2	Minimum 50 (490)	Minimum 57 (620)	12	180^0	d ≤ 25 = 5xd
	No. 3			14		d > 25 = 6xd
CATATAN	1. Hasil uji lengkung tidak boleh terletak pada sisi luar lengkungan 2. Untuk baja tulangan sirip ≥ S.32 nilai renggang dikurangi 2 % Untuk baja tulangan sirip S.40 dan S.50 dikurangi 4 % dari nilai yang tercantum pada tabel 6. 3. 1 kgf/mm^2 = 9,81 N/mm^2					

2.3.3 Tulangan Geser (Begel)

Dalam sistem struktur, beton perlu dibantu dengan memberikan perkuatan penulangan yang berfungsi menahan gaya tarik. Penulangan beton menggunakan bahan baja yang memiliki sifat teknis yang kuat menahan gaya tarik, istilah ini sering disebut tulangan geser atau disebut begel dalam istilah lapanagan. Di dalam beton terdapat sloof, kolom dan ring kolom pada penulangan yang terdiri dari *begel-begel* yang tersusun membentuk beton. Sifat-sifat beton sangat baik apabila hanya menerima gaya tekan seperti pada cincin kolom. Tulangan pada konstruksi beton sangat diperlukan untuk menahan gaya tarik yang terjadi sehingga dibutuhkan beberapa sloof begel untuk menahan/membentuk beton kolom.



Gambar 2.3 Begel/Tulangan Geser

Begel adalah unsur yang tak dapat disepelekan, maka perencanaan tulangan geser ini harus direncanakan sedemikian rupa sehingga memenuhi ketentukan teknis dan kuat dan mampu untuk memikul beban geser. *Begel* dibuat dari baja tulangan beton yang dibentuk sesuai ukuran kolom yang diinginkan. Biasanya para pekerja bangunan/konstruksi menggunakan baja tulangan beton berdiameter 4, 5, 6 mm untuk pembangunan rumah 1 lantai. Ukuran *begel* yang sering digunakan untuk pembuatan kolom beton rumah 1 lantai terdiri dari 9 x 12 cm, 9 x 15 cm, 15 x 15 cm dan 15 x 20 cm.

2.4 *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 pelubangan 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 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, ragum mesin, *chuck bor*, *collets*, yang banyak digunakan dalam bengkel dan biasanya disimpan di gudang untuk aplikasi umum. Tujuan penggunaan *Jig and Fixture* untuk meningkatkan efisiensi kerja dan mengoptimalkan penggunaan mesin. Adapun keuntungan penggunaan *Jig and Fixture* sebagai berikut :

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

2.5 Pengertian Otomisasi

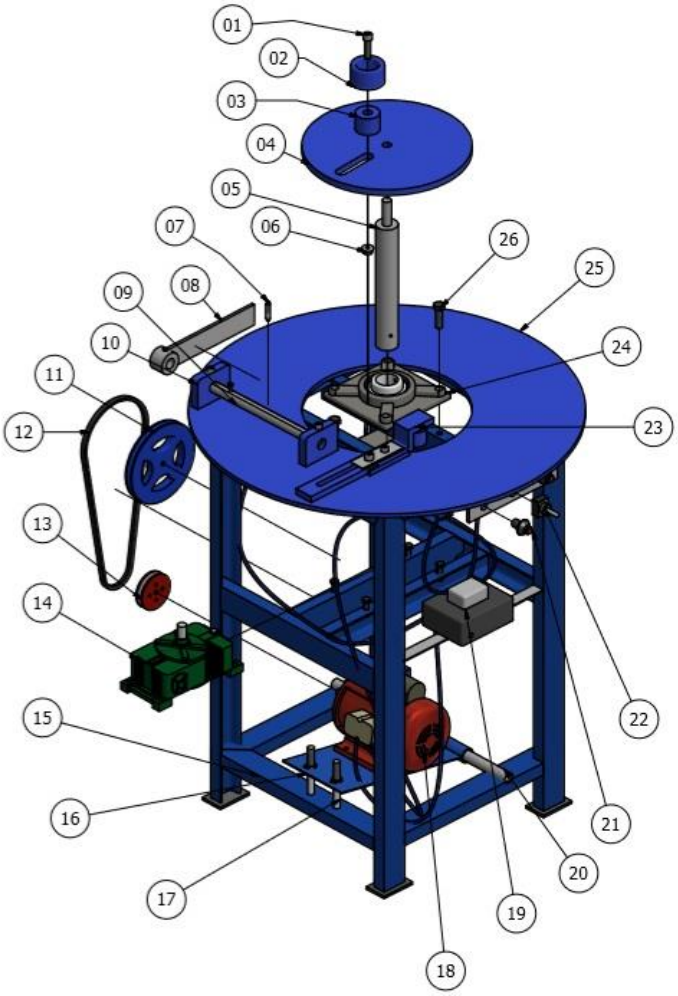
Otomasi merupakan teknologi yang didasari atas aplikasi mekanis, elektronis dan komputer, untuk operasi dan kontrol produksi. Teknologi yang dimaksud dapat meliputi :

1. Mesin-mesin yang memproses secara otomatis
2. Mesin perakitan yang otomatis
3. Robot-robot industri
4. Sistem pemindahan dan penyimpanan yang otomatis
5. Sistem inspeksi yang otomatis
6. Proses pengendalian terkomputerisasi
7. Sistem perencanaan, pengumpulan data, pengambilan keputusan untuk aktivitas manufaktur yang terkomputerisasi.

Pada **rancang bangun mesin *bending* otomatis untuk begel diameter 8mm**, ini juga merupakan otomisasi yakni pengontrolan arus listrik sehingga motor dapat *on/off* secara otomatis, otomisasi alat ini di kendalikan oleh sebuah sensor *Proximity Induktif* yang dirangkai dalam satu sirkuit yang terdiri dari beberapa komponen.

2.6 Mesin Otomatis Begel

Mesin begel otomatis atau mesin perangkai begel otomatis adalah sejenis perangkat mesin untuk memudahkan kita dalam membuat begel, dengan mengandalkan tenaga listrik dengan daya dan watt yang relatif rendah. sehingga akan memudahkan proses pembuatan begel yang selama ini dibuat hanya mengandalkan tenaga manusia. Dengan mesin pembuat begel otomaatis maka pekerjaan membuat begel yang tadinya memakan waktu lama dan biaya cukup tinggi karena harus mempekerjakan tenaga orang, kini akan lebih cepat dan murah.



Gambar 2.4 Mesin Bending Otomatis untuk Begel

Keterangan gambar diatas ialah :

1. *Baut Hexagon*
2. *Roller* penekan luar
3. Roller Penekan dalam
4. Meja bending
5. Poros penekuk
6. Mur
7. Sensor proximity
8. *Stopper*
9. Poros stopper
10. Dudukan stopper
11. Pulley gear reducer

12. V-belt
13. Pulley motor
14. Gear reducer
15. Frame
16. Dudukan motor
17. Baut dudukan motor
18. Motor listrik
19. Box elekrtonik
20. Poros dudukan motor
21. Switch (Toggle)
22. Pengarah begel
23. Housing bearing
24. Meja frame
25. Baut

2.6.1 Prinsip Kerja Mesin Bending Otomatis

Mesin bending otomatis merupakan mesin bending yang menggunakan Sensor *proximity* sebagai pengendali putaran ketika bending dilakukan. *Proximity Switch* atau Sensor Proximity adalah alat pendeteksi yang bekerja berdasarkan jarak obyek terhadap sensor. Karakteristik dari sensor ini adalah menditeksi obyek benda dengan jarak yang cukup dekat, berkisar antara 1 mm sampai beberapa centi meter saja sesuai type sensor yang digunakan. Pada prinsipnya fungsi Sensor Proximity ini dalam suatu rangkaian pengendali adalah sebagai kontrol untuk memati hidupkan suatu sistem *interlock* dengan bantuan peralatan semi digital.

Gambar 2.5 Sensor *Proximity*

Disaat *switch* di tekan, motor listrik akan aktif mengubah daya motor menjadi gerak rotasi yang di teruskan ke *pulley gear reducer* menggunakan *V-Belt.* Kemudian *gear reducer* akan memutar *saft gear reducer* sesuai putaran yang dikendalikan oleh sensor *proximity* membentuk sudut yang ditentukan.

2.7 Rumus Perhitungan Pada Mesin *Bending* Otomatis Untuk Begel

a. Tegangan Regangan

Pada material yang diperjualbelikan dipasaran (diperdagangkan), kekuatan dari material tersebut sering diberikan dalam bentuk hasil pengujian berupa tegangan tarik atau kekerasan, dimana besar tegangan tarik ini selalu berhubungan dengan angka kekerasan dari suatu material.

Besar tegangan tarik juga berhubungan dengan besar tegangan-tegangan yang lainnya misalnya tegangan lengkung, tegangan geser dan tegangan puntir. Hasil dari tegangan terik dari berbagai bahan (material) diperoleh dari hasil percobaan yaitu dengan menarik material tersebut sampai putus.

Gambar 2.6 Diagram Regangan

Untuk menentukan besar regangan adalah :

$\varepsilon = \Delta l/Lo$ ..... (Lit 10 diunduh)

Dimana :

$\varepsilon =$ besar regangan (%)

$\Delta l =$ pertambahan panjang (mm)

$Lo =$ panjang mula − mula (mm)

Sedangkan untuk menentukan besar tegangan tarik pada *begel.*

$\sigma = \frac{F}{A}$ (N/mm^2) ..... (Lit 10 diunduh)

Dimana :

F = beban (N)

σ = tegangan tarik (N/mm^2)

A = luas penampang (mm^2)

Untuk penggunaan yang praktis, tegangan dibolehkan 0,03 % dari regangan yang tetap, diambil dari batas limitnya (dari diagram percobaan)

Modulus elastisitas

$E = \sigma / \varepsilon$ ..... (Lit 10 diunduh)

Dimana :

E = Modulus elastisitas (N/mm^2)

σ = Tegangan tarik *begel* (N/mm^2)

ε = Besar regangan (%)

b. Perhitungan bentangan *begel*

Rumus :

Lt = L1 + A1 + L2 + A2 + L3 + A3 + L4 + A4 + L5 + A5.....(Lit 2 hal 82)

Panjang Busur $A = (R + X)\frac{2\pi . \alpha}{360}$ ....,..... (Lit 2 hal 82)

Lt = Panjang Total

L1-L5 = Panjang Bentangan

A1-A5 = Diameter Begel

Dimana R < 2t X = 0,33 . t

R = (2 - 4) t X = 0,4 . t

R > 4.t X = 0,5 . t

c. Perhitungan gaya pada alat bantu penekuk *begel*

Rumus :

$\varepsilon F_y = 0$.....(Lit 8 hal 12)

$\varepsilon M = 0$.....(Lit 8 hal 12)

d. Perhitungan permesinan

- Mesin Bubut

Putaran mesin :

$n = \frac{Vc \,.\, 1000}{\pi \,.\, D}$ .....(Lit. 1, hal. 44)

Keterangan :

n = putaran mesin (rpm)

V_c = kecepatan potong (mm/menit)

D = diameter poros (mm)

Pemakanan memanjang :

$Tm = \frac{L+5}{Sr \,.\, n}$ .....(Lit. 1, hal. 45)

Keterangan :

T_m = waktu pemakanan (menit)

L = panjang pemakanan (mm)

S_r = kedalaman pemakanan (mm)

Pemakanan melintang :

$Tm = \frac{r+5}{Sr \,.\, n}$ .....(Lit. 1, hal. 45)

Keterangan :

r = jari-jari poros (mm)

S_r = kedalaman pemakanan (mm)

n = putaran mesin (rpm)

- Mesin Milling

Putaran mesin :

$n = \frac{Vc \,.\, 1000}{\pi \,.\, D}$ .....(Lit. 4, hal. 70)

Keterangan :

n = putaran mesin (rpm)

V_c = kecepatan potong (mm/menit)

D = diameter cutter (mm)

Waktu pengerjaan pada mesin milling:

S = z . n. s

$Tm = \frac{L}{S}$ .....(Lit. 4, hal. 71)

Keterangan :

T_m = waktu pengerjaan (menit)

L = panjang langkah

$= l + \frac{d}{2} + 2$ .....(Lit.4, hal. 70)

l = panjang pemakanan

d = diameter cutter

S = kecepatan langkah (mm)

z = jumlah gigi *cutter*

n = putaran mesin (rpm)

s = kedalaman pemakanan per-gigi *cutter* (mm)

- Mesin Bor

Putaran mesin :

$n = \frac{Vc \,.\, 1000}{\pi \,.\, D}$ .....(Lit. 4, hal. 83)

Keterangan :

n = putaran mesin (rpm)

V_c = kecepatan potong (mm/menit)

D = diameter mata bor (mm)

Waktu pengerjaan :

$Tm = \frac{L}{Sr \,.\, n}$ .....(Lit. 4, hal. 83)

Keterangan :

T_m = waktu pemakanan (menit)

L = kedalaman pemakanan (mm)

= l + 0,3.d .....(Lit. 4, hal. 83)

l = tebal benda

S_r = kedalaman pemakanan (mm)