

PERANCANGAN MESIN BENDING BEGEL (RING) DENGAN SYSTEM PNEUMATIC

Miftahul Hasan⁽¹⁾, Priyagung Hartono⁽²⁾, Unung Lesmanah⁽³⁾

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang

Jl. Mt. Haryono no. 193 Malang, 65144, Indonesia

email : miftahulhasan46@gmail.com

Abstrak

Perancangan mesin bending begel dengan sistem *pneumatic* merupakan perangkat mesin untuk memudahkan dalam pembuatan bending begel dengan mengandalkan system *pneumatic*. Dengan adanya mesin bending begel maka pekerjaan dalam pembuatan begel ini akan lebih cepat dan presisi dalam pembuatan behel. Tujuan dari perencanaan *pneumatic* adalah mengembangkan dan menguji rancangan mesin dengan sistem semi otomatis menggunakan Arduino untuk meningkatkan produksi. Batasan masalah pada perencanaan ini meliputi hanya membahas perancangan mesin bending begel, menggunakan kontrol semi otomatis mikrokontroler arduino dengan aktuator pembengkok menggunakan *air pneumatic valve*, pengujian mesin bending dilakukan pada besi polos diameter 8 mm, Perhitungan dan analisis perancangan meliputi Segi cara kerja alat dalam pembuatan bending begel besi polos 8 mm. Hasil Perancangan mesin bending begel dapat membuat bentuk persegi dengan sudut 90°. Serta waktu produksinya yang cepat.

Kata kunci : begel, arduino, motor servo, *pneumatic*.

A. Pendahuluan

Pada proses pembuatan begel di Indonesia, banyak diantaranya masih menggunakan metode manual, yaitu proses pembuatan begel masih menggunakan tenaga manusia seperti menggunakan kunci begel, balok kayu dan paku yang disusun berdasarkan ukuran diameter dan panjang begel yang akan dibengkokkan. Proses ini akan membutuhkan waktu produksi yang lama dan memungkinkan adanya kelalaian dalam proses pembuatan begel serta dalam produksinya hanya dapat membuat satu ukuran saja. Oleh karenanya dibutuhkan alternative baru untuk proses pembuatan begel.

Mesin bending begel adalah sejenis perangkat mesin untuk memudahkan dalam pembuatan begel dengan mengandalkan sistem pneumatik. Sehingga akan

memudahkan proses pembuatan begel yang selama ini dibuat hanya mengandalkan tenaga manusia. Dengan adanya mesin bending begel maka pekerjaan membuat begel kini akan lebih cepat dan presisi serta mampu membuat begel dengan ukuran yang berbeda-beda. Menggunakan Mikrokontrol Arduino sebagai perangkat pengontrolnya maka kawat begel akan dibentuk sesuai dengan ukuran yang sudah ditentukan.

Mengingat luasnya permasalahan yang diteliti, maka perlu adanya batasan masalah agar dalam pemecahan masalah nanti nya tidak akan menyimpang dari tujuan perancangan yang hendak dicapai. Maka batasan masalah hanya membahas perancangan mesin bending begel, menggunakan Kontrol Semi otomatis mikrokontroler arduino dengan Aktuator pembengkok menggunakan *Air Pneumatic Valve*, pengujian mesin bending dilakukan pada besi polos diameter 8 mm, dan

Perhitungan dan Analisa perancangan meliputi Segi cara kerja alat dalam pembuatan bending begel besi polos 8 mm.

B. Metodologi penelitian

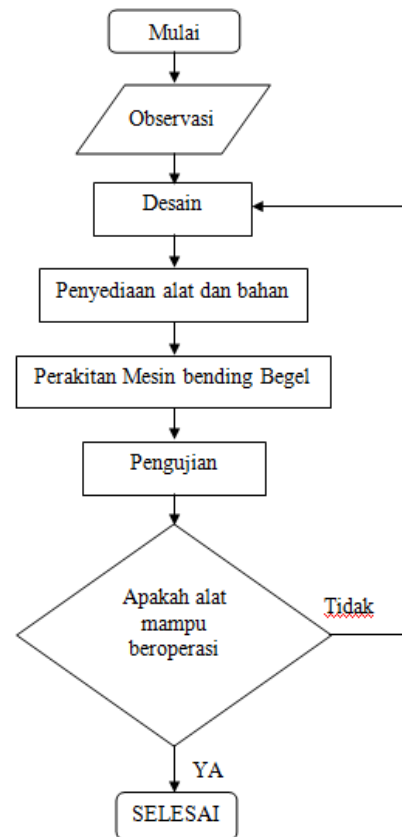
2.1 Observasi

Dalam penelitian ini dilakukan observasi dengan tujuan untuk melihat berbagai macam proses pembuatan begel yang sudah ada serta melakukan identifikasi masalah yang terjadi pada proses pembuatan begel meliputi identifikasi masalah dan membuat deskripsi terkait dengan desain yang dibuat.

2.2 Peralatan Dan Bahan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini meliputi Las listrik, Gerinda potong, Hand bor, Penggaris, Jangka sorong. Dan bahan yang digunakan pada penelitian Besi hollow 4x4, Besi plat tebal 2 mm, Besi siku tebal 2 mm, Silinder pneumatic, Bearing, Pillow blok bearing, Motor servo, Arduino uno.

2.3 Alir penelitian

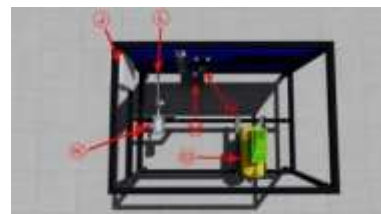


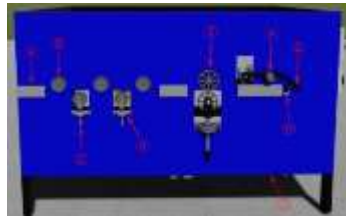
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

C. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Perancangan Mesin Bending Begel

Perancangan didesain menggunakan perangkat lunak atau *software sketchup*. Berikut hasil perancangan alat yang telah dibuat:



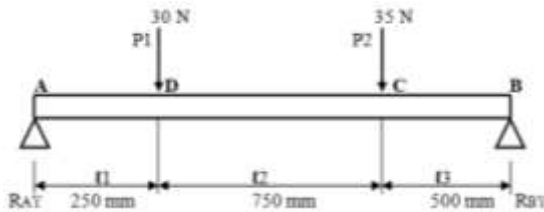


Gambar 2. Perancangan Mesin Bending

Keterangan:

- | | |
|----------------------|--------------------|
| a) Dudukan Kawat | h) Pemotong kawat |
| b) Bearing Pelurus | i) Plat |
| c) Baut Penyetel | j) Box Control |
| d) Klem mur penyetel | k) Pneumatic |
| e) Pulley | l) Lengan Pemotong |
| f) Baut Mur | m) Valve Pneumatic |
| g) Lengan Pembengkok | n) Motor Servo |
| | o) Kompresor |

3.2 Analisa pada batang A-B



$$P1 = m \cdot g = 3 \times 10 = 30 \text{ N}$$

$$P2 = m \cdot g = 3,5 \times 10 = 35 \text{ N}$$

g = gravitasi

Keterangan :

$P1$ = Berat Pulley 3 kg
 $P2$ = Berat pneumatic 3,5 kg

$$\Sigma MA = 0$$

$$P1 \cdot l1 + P2 \cdot (l1 + l2) - RBY \cdot (l1 + l2 + l3) = 0$$

$$30 \text{ N} \cdot 250 \text{ mm} + 35 \text{ N} \cdot (250 \text{ mm} + 750 \text{ mm}) - RBY \cdot (250 \text{ mm} + 750 \text{ mm} + 500 \text{ mm}) = 0$$

$$7500 \text{ Nmm} + 35000 \text{ Nmm} - 1500 \cdot RBY = 0$$

$$42500 - 1500 RBY = 0$$

$$RBY = \frac{42500}{1500} = 28,33 \text{ N}$$

$$\Sigma MB = 0$$

$$RAY \cdot (l1 + l2 + l3) - P1(l2 + l3) - P2 \cdot (l3) = 0$$

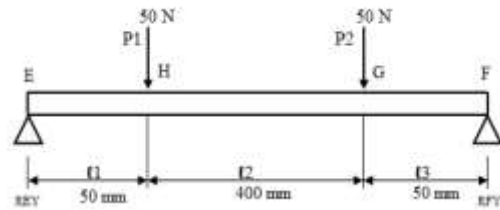
$$RAY \cdot 1500 - 30 \text{ N} \times 1250 \text{ mm} - 35 \text{ N} \times 500 \text{ mm} = 0$$

$$RAY \cdot 1500 - 37500 \text{ mm} - 17500 \text{ mm} = 0$$

$$RAY \cdot 1500 = 55000$$

$$RAY = \frac{55000}{1500} = 36,67 \text{ N}$$

3.3 Analisa batang E-F



$$\Sigma ME = 0$$

$$(P1 \times l1) + (P2 \times l1 + l2) - (RFY \cdot l1 + l2 + l3) = 0$$

$$(50 \text{ N} \times 50 \text{ mm}) + (50 \text{ N} \times 450 \text{ mm}) - (RFY \cdot 50 + 400 + 50) = 0$$

$$2500 \text{ Nmm} + 22500 \text{ Nmm} - 500 \text{ mm} \cdot RFY = 0$$

$$25000 \text{ Nmm} - 500 \text{ mm} \cdot RFY = 0$$

$$RFY = \frac{25000 \text{ Nmm}}{500 \text{ mm}} = 50 \text{ N}$$

$$\Sigma FY = 0$$

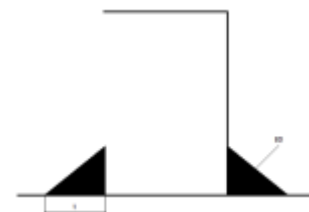
$$REY + RFY - 100 = 0$$

$$REY + 50 - 100 = 0$$

$$REY - 50 = 0$$

$$REY = 50 \text{ N}$$

3.4 Mencari panjang las bersih



Tebal las 4 mm

$$BD = a = \frac{t}{\sqrt{2}}$$

$$= \frac{4}{\sqrt{2}}$$

$$= \frac{4}{1,414} = 2,8288 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 l_{\text{bersih}} &= l_{\text{kotor}} - 2 \times a \\
 &= 26,5 - 6.2.2,8288 \\
 &= 7,2456 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Mencari gaya (F)

$$\begin{aligned}
 F &= m.g \\
 &= 4,583.10 \\
 &= 45,83 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Mencari tegangan geser pada penampang las :

$$\tau_g = \frac{F}{\sqrt{2} \cdot t \cdot l}$$

$$= \frac{45,83}{\sqrt{2} \cdot 4,7 \cdot 7,2456}$$

$$= 1,1183 \text{ N/mm}^2$$

Jadi tegangan geser yang terjadi pada las yaitu $1,1183 \text{ N/mm}^2$. Dari tegangan geser yang diijinkan untuk bahan jenis ST 37 yang memiliki tegangan geser maksimal 185 Nmm^2 , dengan angka keamanan (*sf*) untuk beban kejut yaitu 10.

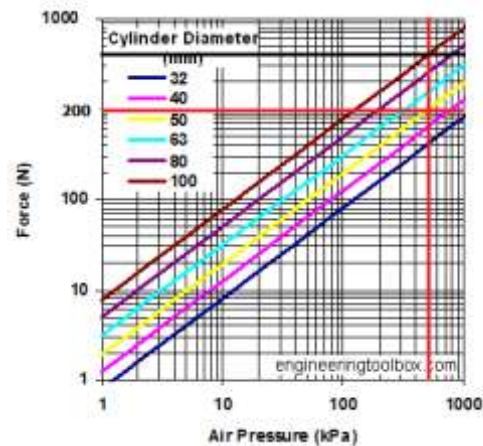
$$\begin{aligned}
 \tau_s \text{ ijin} &= \frac{\tau_g}{sf} \\
 &= \frac{185}{10} = 18,5 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

Sehingga τ_g penampang las $< \tau_s$ ijin (kekuatan sambungan las aman untuk menahan beban)

3.5 Perencanaan silinder pneumatic

F = Gaya 200.960 N

P = Tekanan kerja untuk pneumatic rata-rata menggunakan tekanan kerja 6 bar atau 600.000 N/m^2 atau 600 kpa



Dari grafik air pressure-force diagram untuk tekanan udara yang digunakan sebesar 600 kpa dan gaya sebesar 200,960 N maka diameter cylinder (d_s) ditentukan sebesar 50 mm.

3.6 Perhitungan Piston Pneumatic

a. Gaya Efektif Piston Saat Maju

$$F_a = A \times P$$

Dimana :

A = luas permukaan silinder pneumatic

$$A = (\pi/4) \cdot (0,05)^2 = 0,0019625 \text{ m}^2$$

P = Tekanan kerja untuk pneumatic rata-rata 600.000 N/m^2

Maka :

$$\begin{aligned}
 F_a &= 0,0019625 \text{ m}^2 \times 600000 \text{ N/m}^2 \\
 &= 1.177,5 \text{ N}
 \end{aligned}$$

b. Gaya Efektif Piston Saat Mundur

$$F_b = A \times P$$

Dimana :

$$A = (\pi/4) \times (d_s^2 - d_p^2)$$

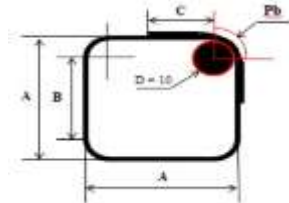
$$\begin{aligned}
 A &= 0,785 \times (0,05^2 - 0,05^2) \\
 &= 0,758 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned}
 F_b &= 0,758 \text{ m}^2 \times 600000 \text{ N/m}^2 \\
 &= 471.000 \text{ N}
 \end{aligned}$$

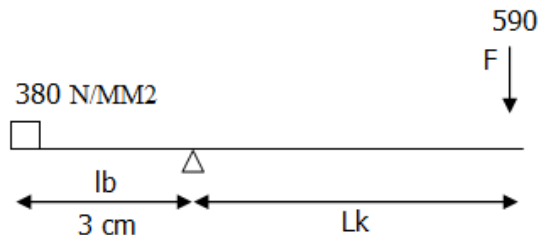
3.7 Perhitungan Dimensi Kawat

Pada kasus ini kawat yang diuji merupakan kawat besi BJTP24 dengan ukuran diameter 8mm dan akan dibentuk menjadi begel dengan 1 ukuran yaitu: 10x10 cm.



$$\begin{aligned}
 P_b &= 2\pi (r + 0.5h) 90:3 \\
 &= 2 \times 3,14 (5 + 0,5 \times 8) 90:3 = 14,13 \\
 B &= A - 2r - 2h \\
 &= 100 - 2(5) - 2(8) = 74 \text{ mm} \\
 \text{Panjang total} &= 4B + 5P_b + 2C \\
 &= (4 \times 74) + (5 \times 14,13) + (2 \times 33) = 432,65 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

3.8 Mencari Panjang Lengan Pemotong



$$W \times L_b = F \times L_k$$

Keterangan :

W = kekuatan uji tarik

Lb = lengan beban, yaitu jarak titik tumpu ke beban

F = gaya

Lk = lengan kuasa yaitu jarak titik tumpu ke gaya

Dimana :

m = 38 kg

Lb = 3 cm ; 0,03 m ; 30 mm

F = 590 N

W = m.g

$$= 38 \times 10$$

$$= 3800 \text{ N}$$

Mencari panjang lengan kuasa

$$W \times L_b = F \times L_k$$

$$3800 \times 3 = 590 \times L_k$$

$$11400 = 590 \times L_k$$

$$L_k = \frac{11400}{590} = 19,32$$

keuntungan mekanis

$$KM = \frac{W}{F}$$

KM = keuntungan mekanis

$$KM = \frac{W}{F} = \frac{3800}{590} = 6,44 \text{ N}$$

3.9 Perencanaan Bearing

Bantalan yang di gunakan 6003

Diameter dalam (d) : 17 mm

Diameter luar (D) : 35 mm

Lebar bantalan (B) : 10 mm

Kapasitas nominal dinamis spesifik C = 470 kg

Kapasitas nominal statis spesifik C₀ = 296 kg

Beban Radial Ekuivalen Spesifik (Pr)

$$Pr = X.V.F_r + Y.F_a$$

Dimana :

V: faktor bagian bantalan yang berputar untuk cincin dalam = 1

X : faktor radial = 0,56

Y : faktor aksial = 1,45

F_a : Beban aksial poros = 0,11 kg

F_r : gaya radial = 3 kg

Maka ,

$$Pr = 0,56 \cdot 1 \cdot 3 + 1,45 \cdot 0,11$$

$$= 1,8406 \text{ kg}$$

Faktor Kecepatan

$$f_n = \left(\frac{33,3}{n} \right)^{1/3}$$

$$f_n = \left(\frac{33,3}{93} \right)^{1/3}$$

$$= 1,19$$

Faktor Umur Bantalan

$$fh = fn \frac{c}{Pr}$$

$$fh = 1,19 \frac{470}{1,8406}$$

$$= 303,868 \text{ jam}$$

Umur Nominal Bantalan

$$Lh = 500 Fh^3$$

$$= 500 \cdot (303,868)^3$$

$$= 14,028,941 \text{ jam}$$

Keandalan Umur Bantalan

$$Ln = a1.a2.a3.Lh$$

$$Ln = 0,21.1.1.14,028,941$$

$$= 2,94607761 \text{ jam}$$

3.10 Perencanaan Pasak

Panjang pasak (L) = 4 cm = 40 mm

Tebal pasak (b) = 3 cm = 30 mm

Gaya (F) = 38 kg

Tegangan geser pasak (τ_k)

$$\tau_k = \frac{F}{b.l}$$

$$= \frac{38}{30 \times 40} = 0,031 \text{ kg/mm}^2$$

Jika pasak yang dipakai S30⁰C. $\sigma_b = 48 \text{ kg/mm}^2$, $Sf_1 = 6$, dan $Sf_2 = 2$ maka tegangan geser

$$\tau_a = \frac{\sigma_b}{Sf_1.Sf_2}$$

$$= \frac{48}{6.2} = 4 \text{ kg/mm}^2$$

3.11 Langkah-langkah Pengoperasian Mesin

Langkah-langkah untuk menjalankan / mengoperasikan mesin bending begel adalah:

- Set kawat pada titik nol
- Tekan tombol start, yang terjadi adalah motor servo aktif dengan instruksi arduino untuk mengumpan kawat yang akan di bending.
- Setelah motor servo berhenti / telah selesai beroperasi, maka pneumatic aktif dengan instruksi arduino untuk proses

penekukkan dengan arah bolak-balik yaitu dengan sudut tekukkan 90° dan - 90°.

- Setelah proses Pembengkokan selesai beroperasi maka motor servo aktif kembali dengan instruksi arduino untuk mengumpan kawat dan akan bergerak linier sejauh 100 mm.
- Setelah motor servo berhenti atau instruksi arduino telah selesai, maka pneumatic akan aktif untuk proses penekukan dengan arah bolak balik yaitu dengan sudut 90°.
- Proses nomor 4 dan nomor 5 berulang selama 3 kali atau hingga kawat baja berbentuk persegi empat sesuai dengan yang telah direncanakan.
- Setelah proses intruksi pembengkokan selesai beroperasi, maka pneumatic 2 aktif dengan intruksi (pemotongan) untuk proses pemotongan kawat.
- Setelah pneumatic 2 selesai beroperasi maka motor servo aktif kembali dengan instruksi arduino untuk proses pengumpanan dengan jarak sejauh 100 mm.
- Setelah proses intruksi motor servo selesai beroperasi, maka akan kembali proses pembengkokan dan seterusnya. Siklus ini berulang terus menerus hingga berhenti apabila tombol stop di tekan.
- Apabila tombol stop di tekan maka proses pengoperasian mesin secara program telah berhenti kemudian tekan tombol reset untuk proses set ulang jarak kawat ke titik nol.
- Jika sudah ke titik nol maka tekan tombol start untuk kembali menjalankan mesin sesuai dengan program arduino.

3.12 Perawatan Mesin Bending Begel

Perawatan adalah suatu bentuk kegiatan yang bertujuan untuk memperpanjang umur pemakaian mesin dan mengupayakan agar mesin selalu siap

untuk dipergunakan serta untuk menghindari kecelakaan kerja pada waktu pengoperasian mesin tersebut.

Perawatan pada mesin bending ini dilakukan agar mesin dapat bertahan lama. Hal-hal yang dilakukan pada perawatan mesin bending ini adalah dengan melakukan pengecekan pada pneumatic, selang angin, pulley, dan motor servo. Selain itu perawatan juga dilakukan pada rangka dengan melakukan pengecatan untuk perlindungan korosi.

D. Kesimpulan

- a) Mesin bending begel berbahan dasar besi polos BJTP24 dengan diameter 8 mm telah berhasil di rancang dan di buat.
- b) Sistem penekuk mampu membentuk begel segi empat dengan sudut 90°
- c) Mesin bending begel mampu membuat begel dengan ukuran 100 x 100 mm.

E. Daftar Pustaka

Automation Indo. n.d. 2016. "Bahasa Pemrograman Pada ARDUINO."

Joseph E. Shigley Dan Larry D. Mitchell
2018. "*Perencanaan Teknik Mesin*" Edisi Keempat Jilid 1

Sularso, Ir, MSME dan Suga Kiyokatsu. 2004 "*Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*".

Festo didactic 2007, "*tesk book festo pneumatic*"

Peter patient dan roy pickup norman powell 1985 "*pengantar ilmu teknik pneumatic*"

Unung lesmanah 2013 "optimasi sifat mekanis kekuatan tarik baja" mekanikal

CollegeLoan Consolidation. 2015. "Tegangan, Regangan, Dan Modulus Elastisitas." *Fisika Zone*.

Pramana Dwijaya. 2012. "Kegunaan Dan Ukuran Besi Begel." *Distributor & Jual Aneka Bahan Bangunan*.