



PERANCANGAN MESIN ROLL BENDING DENGAN PENGGERAK MOTOR LISTRIK UNTUK APLIKASI PIPA HOLLOW

**Moh. Nor Ali Aziz¹, Edwin Ramadhani Sampurna², Edi Santoso³,
Muhammad Alfath Widya Ashar⁴**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia
email: aliaziz@untag-sby.ac.id

ABSTRAK

Dalam menghadapi perkembangan dan persaingan yang semakin pesat di industri, terutama di industri rumahan dan bengkel las, kebutuhan akan alat pendukung dalam proses produksi menjadi sangat penting. Proses pelipatan manual pipa hollow dalam pembuatan pagar memakan waktu dan energi yang signifikan, merugikan bisnis dari segi efisiensi dan keamanan operator. Dengan melihat tingkat kebutuhan industri rumahan dan tukang las yang tinggi, dirancang sebuah mesin roll bending bertenaga motor untuk mempercepat penekukan pipa hollow, mengoptimalkan waktu dan profitabilitas bengkel. Tujuan utama penelitian ini adalah menciptakan mesin yang tidak hanya mempermudah dan mempercepat proses kerja, tetapi juga memberikan hasil yang lebih baik. Pemilihan material yang tepat dan desain yang baik menjadi fokus dalam pembuatan mesin ini, dengan harapan agar dapat berfungsi secara maksimal. Pengoperasian mesin ini dirancang agar sangat mudah, memungkinkan pengguna dengan berbagai tingkat keahlian untuk menggunakan mesin ini dengan baik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mesin roll bending dengan tenaga motor ini berhasil memenuhi tujuan, meningkatkan efisiensi produksi, dan mengurangi biaya secara signifikan. Dengan demikian, implementasi mesin ini di industri rumahan diharapkan dapat memberikan dampak positif pada penghematan waktu, tenaga, dan biaya, mendukung pertumbuhan bisnis, dan meningkatkan keamanan operasional.

Kata kunci: *Bending, pelipatan manual, Mesi Roll, Motor Listrik, Pipa Hollow*

PENDAHULUAN

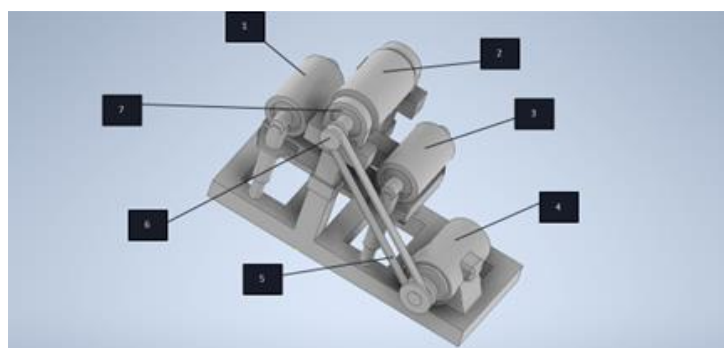
Dalam industri yang mengalami perkembangan dan persaingan yang semakin pesat, alat pendukung produksi menjadi sangat penting, terutama di industri rumahan seperti bengkel Las. Khususnya di bidang penekukan (Bending), proses manual tidak hanya memakan waktu dan energi, tetapi juga menimbulkan risiko keamanan bagi operator [1]. Seiring dengan kemajuan teknologi, penggunaan teknologi canggih dalam industri rumahan meningkatkan tingkat produksi secara kualitatif dan kuantitatif [2]. Dalam dunia industri, mencapai kemajuan memerlukan kreativitas dan inovasi. Pemikiran yang maju diperlukan untuk menghasilkan produk-produk inovatif yang dapat meningkatkan kualitas dan efisiensi. Untuk meningkatkan proses kerja penekukan (Bending) di bengkel pabrikan, diperlukan alat pendukung yang dapat

mempermudah dan mempercepat proses tersebut [3]. Mesin bending, khususnya untuk pipa hollow atau plat, menjadi kritis dalam memenuhi kebutuhan industri rumahan, seperti pembuatan kanopi, kisi pagar, kisi jendela, dan pintu kisi. Sebagian besar mesin bending yang digunakan saat ini masih manual, dengan tenaga manusia sebagai penggerakannya [3].

Dalam konteks ini, mesin bending bertenaga motor listrik menjadi solusi yang efisien dan inovatif. Mesin ini dirancang untuk membengkokkan pipa hollow dengan waktu produksi minimal dan biaya yang dapat ditekan seminimal mungkin [4]. Kebutuhan akan pembuatan pagar yang tinggi di berbagai daerah menuntut efisiensi waktu, tenaga, dan biaya, yang dapat dicapai dengan menggunakan mesin bending otomatis ini. Penelitian ini mengusulkan perancangan dan pembuatan mesin roll bending dengan sistem penggerak motor listrik sebagai jawaban atas tantangan industri rumahan. Selain memprioritaskan kemudahan pengoperasian, perancangan mesin ini juga mempertimbangkan pemilihan material yang sesuai dan desain yang optimal untuk mencapai kinerja maksimal [4]. Dengan demikian, diharapkan mesin ini tidak hanya memudahkan dan mempercepat proses kerja, tetapi juga menghasilkan produk dengan kualitas yang lebih baik.

PROSEDUR EKSPERIMEN

Konsep desain yang dihasilkan harus mematuhi standar material yang telah ditetapkan dan praktis dalam penggunaannya, termasuk pemilihan bahan yang memperhatikan keawetan dan kualitas material. Dalam hal ini, konsep desain mencakup penggunaan motor listrik sebagai penggerak utama, tiga buah poros sebagai penekan roller, dimmer sebagai reducer motor listrik, serta belt dan pulley sebagai sistem transmisi putaran. Setelah desain dibuat untuk menjaga kehandalan mesin dalam berbagai kondisi, pemilihan bahan menjadi aspek kritis. Pemilihan bahan harus sangat cermat untuk memastikan kualitas hasil produksi yang optimal dan tingkat keamanan yang tinggi. Meskipun komponen-komponen mesin bending ini tidak terlalu banyak, pemilihan bahan difokuskan pada komponen yang memiliki dampak besar terhadap keamanan dan ketahanan mesin. Material yang dipilih untuk proses bending adalah bahan karbon rendah dengan kandungan karbon kurang dari 0.3%. Bahan ini memiliki sifat mudah berubah wujud dan sangat cocok untuk proses seperti welding, forging, drilling, machining, cold drawing, dan heat treating. Ketebalan material yang dipilih adalah 0,30mm, sesuai dengan kebutuhan proses pembuatan mesin roll bending yang efisien.



Gambar 1. Mesin Roll Bending

Keterangan:

- | | |
|------------------|------------|
| 1. Roller 1 | 5. Sabuk |
| 2. Roller 2 | 6. Pulley |
| 3. Roller 3 | 7. Bearing |
| 4. Motor Listrik | |

Rancangan Rangka Mesin Bending menjadi tahap krusial sebelum memulai pengerjaan, mengingat rencana rancangan ini memberikan panduan yang signifikan dalam proses pembuatan. Keberadaan rancangan ini memudahkan proses konstruksi mesin dengan menyediakan ukuran komponen yang telah terencana.

Proses Permesinan yang Dilakukan:

- Proses pemotongan diperlukan untuk menyesuaikan ukuran yang telah direncanakan sebelumnya.
- Setelah pemotongan, proses penyambungan menggunakan metode pengelasan dengan jenis elektroda listrik SMAW.
- Proses pembubutan dilakukan untuk membubut puli, menciptakan lubang pada puli agar poros pada dinamo dan roller dapat berputar.
- Proses bor digunakan untuk membuat lubang pada dudukan motor dinamo.

Pemotongan benda kerja dilakukan secara cermat menggunakan gerinda tangan, mengikuti ukuran yang telah ditetapkan dalam perancangan desain. Pemotongan bahan-bahan melibatkan langkah-langkah seperti memotong dua batang baja stal dengan panjang 60cm untuk rangka bawah samping, lima buah baja stal dengan panjang 33cm untuk rangka bawah, dudukan dinamo, dan dudukan dongkrak, serta berbagai ukuran lainnya sesuai kebutuhan. Proses penggabungan benda kerja menggunakan mesin las listrik, bertujuan agar sambungan logam menjadi lebih kokoh dan tahan lama. Komponen benda kerja yang disambung melibatkan rangka utama dan rangka roller. Pengelasan dilakukan secara hati-hati dengan metode las SMAW. Proses pembubutan dilakukan untuk membubut kedua puli agar dapat dipasang pada dinamo dan poros roller. Setelah melalui proses pemotongan, pengelasan, dan pembubutan benda kerja, proses perakitan dilakukan dengan langkah-langkah berikut:

- Proses pengecatan guna mencegah karat pada alat.
- Proses pengeboran dudukan dinamo sebagai langkah persiapan pemasangan dinamo.
- Pemasangan dinamo sesuai dengan desain yang telah direncanakan.
- Pemasangan puli pada dinamo dan poros roller setelah proses pembubutan.
- Pemasangan v-belt pada puli untuk memastikan transmisi putaran yang optimal.
- Perakitan komponen elektronik, seperti pemasangan stop kontak, untuk melengkapi mesin.

Bending terdiri atas Komponen Utama yang secara langsung terlibat dalam proses bending, seperti Dinamo, Pulley, Belt, Poros tetap dan poros geser, Roller, Dimmer, dan Hidrolik/dongkrak. Komponen Pendukung, seperti Rangka Mesin, Pengunci, dan Handle, berperan sebagai pendukung dalam operasional mesin.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah mendalami bahan-bahan yang digunakan dalam merancang mesin bending otomatis, pemahaman terhadap desain mesin bending menjadi krusial. Desain tersebut tidak hanya bersumber dari pengalaman, perhitungan, dan analisis teknik, tetapi juga menjadi referensi yang sangat diperlukan. Meskipun implementasinya di lapangan jarang terjadi, desain mesin bending ditetapkan berdasarkan pertimbangan sebagai berikut:

- Penggunaan dinamo sebagai penggerak utama mesin bending.
- Pemanfaatan dimmer sebagai pengatur kecepatan untuk menggerakkan dinamo.
- Penggunaan tiga poros, satu poros tetap dan dua poros geser, dengan menggunakan belt dan pulley untuk menggerakkan roller.
- Kemudahan dan keterjangkauan dalam maintenance serta penggantian suku cadang mesin bending.



Gambar 2. Proses Bending

- Menghitung panjang sabuk

Rumus menghitung panjang sabuk/belt:

x = jarak antara pusat pulley (mm)

r_1 = jari – jari pulley 1 (mm)

r_2 = jari – jari pulley 2 (mm)

α = sudut antar pulley dan belt ($^\circ$)

Maka:

$$x = 356 \text{ mm}$$

$$r_1 = 37,2 \text{ mm}$$

$$r_2 = 101,5 \text{ mm}$$

$$\alpha = 0,388^\circ$$

Penyelesaian:

$$L = \pi (r_1 + r_2) + 2x + \frac{(r_1 - r_2)^2}{x}$$

$$L = 3,14 (37,2 + 101,5) + 2 \cdot 356 + \frac{(37,2 - 101,5)^2}{356}$$

$$L = 3,14 \cdot 138,7 + 2 \cdot 356 + \frac{4134,49}{356}$$

$$L = 435,518 + 712 + 11,61$$

$$L = 1159,128 \text{ mm}$$

Dari perhitungan dan tabel panjang sabuk V bersumber dari sularso, hal.168 diperoleh maka ukuran 46 inch dengan $L = 1168 \text{ mm}$. [6]

- Menghitung Kecepatan Sabuk-V

Kecepatan sabuk-V dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$V = \frac{\pi \cdot D_2 \cdot N_2}{60}$$

Dimana :

V = Kecepatan sabuk dalam m/s

D_2 = diameter pulley 2 (m)

$$N_2 = \text{putaran pulley 2 (rpm)}$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 0,575 \cdot 55}{60}$$

$$V = \frac{27,20025}{60}$$

$$V = 0,453 \text{ m/s}$$

- Menghitung Putaran Poros

$$1 \text{ Hp} = 0,746$$

$$\text{Daya Motor} = 1 \text{ hp} = 0,746 \text{ kw}$$

$$\text{Putaran Motor} = 1400 \text{ (rpm)}$$

Rumus menghitung putaran poros yaitu:

$$n_1 = \text{Putaran dinamo (penggerak) (mm)}$$

$$d_1 = \text{diameter pulley motor listrik (penggerak) (mm)}$$

$$d_2 = \text{diameter pulley poros (yang digerakan) (mm)}$$

$$n_2 = \text{putaran poros (yang digerakan) (mm)}$$

Maka :

$$n_1 = 1400 \text{ rpm}$$

$$d_1 = 74,4 \text{ mm}$$

$$d_2 = 203 \text{ mm}$$

$$\text{dit} = n_2 = \dots ?$$

Penyelesaian

$$n_2 = \frac{n_1 \cdot d_1}{d_2}$$

$$n_2 = \frac{1400 \cdot 74,4}{203}$$

$$n_2 = 513 \text{ rpm}$$

- Menghitung kapasitas tenaga motor

Rumus menghitung Tenaga Motor adalah sebagai berikut :

$$P = \frac{2\pi \cdot n + (10^{-3})}{60}$$

Dimana

$$P = \text{power/daya (kw)}$$

$$n = \text{putaran poros (rpm)}$$

$$T = \text{Torsi (n.m)}$$

$$10^{-3} = 0,001 \text{ (watt ke kilowatt)}$$

$$60 = \text{waktu (menit)}$$

Maka :

$$p = 0,746 \text{ kw}$$

$$n = 1400 \text{ rpm}$$

Penyelesaian :

$$p = \frac{2 \cdot \pi \cdot n \cdot T(10^{-3})}{60}$$

$$0,746 = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1400 \cdot T(10^{-3})}{60}$$

$$T = \frac{0,746 \cdot 60}{2 \cdot 3,14 \cdot 1400(10^{-3})}$$

$$T = \frac{44,76}{8,792}$$

$$T = 5 \text{ N}$$

- Menghitung Momen Torsi

Rumus menghitung torsi motor :

$$N = \frac{Mt \cdot n}{71620}$$

Karena Mt (momen torsi) belum diketahui maka harus mencari dengan rumus:

$$Mt = ft \cdot r$$

dimana :

$$Ft = \text{Gaya Tangensial (N)}$$

$$r = \text{jari - jari poros (m)}$$

$$Mt = \text{momen torsi (N.m)}$$

Gaya tangensial merupakan gaya yang ditentukan oleh gaya sentrifugal (gaya yang datang dari pusat ke luar) atau gaya sentripetal (gaya yang datang dari pusat menuju pusat). serta untuk mencari gaya tangensial (Ft):

$$ft = m \cdot a_c = m \frac{v^2}{r} = m \cdot \omega \cdot r$$

dimana :

$$Ft = \text{Gaya tangensial (N)}$$

$$c = \text{percepatan sentripetal (m/s}^2\text{)}$$

$$m = \text{massa roller (Kg)}$$

$$r = \text{jari - jari (m)}$$

Mencari percepatan tangensial (a_t) :

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

Dimana :

$$V = \text{laju masa mengelilingi lingkaran (m/s)}$$

$$r = \text{jari - jari (m)}$$

$$a_c = \frac{3,568^2}{0,025}$$

$$a_c = \frac{3,568^2}{0,025}$$

$$a_c = \frac{13,38}{0,025}$$

$$a_c = 535,2 \text{ m/s}^2$$

Mencari kecepatan :

$$V = \omega \cdot r$$

Dimana :

$$\omega = \text{kecepatan sudut (rad/s)}$$

$$r = \text{jari jari poros(m)}$$

$$V = 146,32 \cdot 0,025$$

$$V = 3,658 \text{ m/s}$$

Menentukan kecepatan sudut (ω)

$$\omega = 2\pi f$$

$$\omega = 2\pi \frac{n}{t}$$

Dimana :

$$f = \text{frekuensi (putaran/detik)}$$

$$t = \text{waktu (sekon)}$$

$$\pi = \text{konstanta lingkaran (3,14)}$$

$$\omega = 2\pi \frac{n}{t}$$

$$\omega = 2(3,14) \frac{1400}{60}$$

$$\omega = 2(3,14) \frac{1400}{60}$$

$$\omega = 6,28 \cdot 23,3$$

$$\omega = 146,32 \text{ rad/s}$$

Jika sudah mendapatkan gaya tangensial maka selanjutnya akan mencari Mt (Momen torsi)

$$Mt = ft \cdot r$$

$$Mt = 2,50 \cdot 25,3$$

$$Mt = 63,25 \text{ N.m}$$

Apabila nilai Mt (momen torsi) sudah diketahui maka untuk mencari daya motor menjadi :

$$N = \frac{Mt \cdot n}{71620}$$

$$N = \frac{63,25 \cdot 1400}{71620}$$

$$N = \frac{88550}{71620}$$

$$N = 1,23$$

Tabel 1. Hasil Perencanaan Mesin Roll Bending

No	Menghitung	Hasil
1	Rasio Pulley	4 : 8
2	Kecepatan Linear Sabuk	278,3 m/s
3	Sudut Kontak Pulley dan Belt	0,388°
4	Sudut Kontak Sabuk	3,12°
5	Panjang Sabuk	L = 1168

6	Kecepatan Sabuk-V	0,584,3m/s
7	Putaran Poros	497,7 rpm
8	Kapasitas Tenaga Motor	5 N
9	Momen Torsi	$N = 1,23$
10	Kapasitas Gaya Yang dibutuhkan	1,2 Ton
11	Tegangan Tekan pada Poros	10,4095 Mpa
12	Tegangan pada Roller	0,002765 Mpa



Gambar 3. Pipa hollow sebelum dan setelah di bending

KESIMPULAN

Proses manual dalam penekukan (Bending) tidak hanya memakan waktu dan energi, tetapi juga dapat membahayakan operator. Dalam menghadapi perkembangan teknologi, penggunaan mesin bending dengan penggerak motor listrik menjadi solusi efisien. Proses perancangan mesin roll bending melibatkan pemilihan bahan yang sesuai dan desain yang optimal. Desain mesin ini mempertimbangkan penggunaan motor listrik sebagai penggerak utama, tiga poros untuk menekan roller, dimmer sebagai pengatur kecepatan motor listrik, serta belt dan pulley sebagai sistem transmisi putaran. Proses pemotongan, pengelasan, pembubutan, dan perakitan merupakan tahapan-tahapan krusial dalam pembuatan mesin ini. Rangka mesin bending menjadi fokus utama sebelum pengerjaan dimulai, dan proses permesinan melibatkan pemotongan, pengelasan, pembubutan, dan pengecatan. Pemilihan bahan dengan ketelitian tinggi menjadi kunci untuk memastikan keamanan dan kualitas hasil produksi. Mesin ini dirancang untuk membengkokkan pipa hollow atau plat dengan efisiensi waktu dan biaya yang optimal. Hasil perencanaan mesin roll bending mencakup berbagai parameter, seperti rasio pulley, kecepatan linear sabuk, sudut kontak pulley dan belt, panjang sabuk, kecepatan sabuk-V, putaran poros, kapasitas tenaga motor, momen torsi, kapasitas gaya yang dibutuhkan, tegangan tekan pada poros, dan tegangan pada roller. Keseluruhan perhitungan dan perencanaan ini mendukung pencapaian tujuan desain mesin bending yang efisien dan aman. Dari hasil dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa mesin roll bending dengan penggerak motor listrik ini dapat meningkatkan efisiensi, kualitas, dan keamanan dalam proses penekukan pipa hollow atau plat di industri rumahan. Mesin ini menjadi solusi inovatif untuk memenuhi

kebutuhan produksi pagar, kisi pagar, dan produk serupa dengan waktu, tenaga, dan biaya yang terkontrol.

SARAN

Dari desain mesin Bending yang telah disajikan, terdapat beberapa saran yang dapat diterapkan guna mengoptimalkan kinerja dalam membending. Rekomendasi ini mencakup beberapa aspek perbaikan yang dapat meningkatkan efisiensi dan keamanan penggunaan mesin. Berikut adalah beberapa saran yang dapat dipertimbangkan:

1. Analisis Kekuatan Bahan Rangka Mesin: Perlu dilakukan analisis kekuatan bahan pada rangka mesin saat menerima beban tekan selama proses bending. Penggunaan software khusus dapat membantu memastikan bahwa rangka mesin mampu menanggung beban dengan aman dan efisien.
2. Pertimbangan Teliti pada Panjang Bahan: Diperlukan ketelitian yang lebih tinggi dalam menentukan panjang bahan yang akan dibentuk agar meminimalkan pemborosan material pada saat pemotongan. Hal ini dapat berkontribusi pada efisiensi penggunaan bahan.
3. Desain Bagian yang Bergerak dengan Keamanan Optimal: Bagian yang bergerak, seperti roller, perlu dirancang lebih baik untuk menghindari potensi bahaya bagi operator. Faktor keselamatan harus menjadi prioritas dalam desain mesin, sehingga risiko cedera dapat diminimalkan.
4. Penyesuaian Ukuran pada Ketinggian Roller Tekan: Menambahkan ukuran pada ketinggian roller tekan dapat membantu menentukan radius benda kerja dengan lebih akurat. Hal ini dapat meningkatkan presisi dan konsistensi dalam proses pembendingan.
5. Pemilihan Dimmer Berkualitas Tinggi: Memperhitungkan pemilihan dimmer dengan kualitas yang baik sangat penting. Dimmer yang baik dapat menghasilkan output listrik dari dinamo yang lebih stabil, memberikan kendali yang lebih baik, dan meningkatkan kemudahan penggunaan mesin.
6. Pertimbangan Penggunaan RULA (Rapid Upper Limb Assessment): Penerapan metode RULA dalam menganalisis postur tubuh pada saat pembendingan dapat membantu mengidentifikasi potensi masalah ergonomi. Dengan demikian, perbaikan dapat dilakukan untuk meningkatkan kenyamanan dan kesehatan operator.

REFERENSI

- [1] Suud, A., Franchitika, R. and Kuswandi (2020) 'JURNAL Teknik M esin', Jurnal Teknik Sipil, 11(2), pp. 1185–1194.
- [2] Antoni, H.T. (2018) 'Perancangan mesin bending dengan tenaga hidrolik'. Skripsi, Teknik Mesinpresident University
- [3] Ahmad Mustaqim. 2012. Perancangan Alat/Mesin Pengerol Pipa. Program studi Teknik Mesin Universitas Negeri Yogyakarta
- [4] Lhokseumawe, P.N. et al. (2020) 'Tugas Akhir Tugas Akhir', Jurnal Ekonomi Volume 18, Nomor 1 Maret201, 2(1), pp. 41–49.
- [5] Sumiati, R. and Ramadeto, G. (2020) 'Terbit online pada laman web jurnal Pembuatan Dan Pengujian Mesin Bending Rotary Baja Untuk Aplikasi Stand Pot Bunga Diameter 8 dan 10 Inch', JURNAL Teknik Mesin, 13(1), pp. 13–17.
- [6] Sularso dan Kiyokatsu Suga. 1997. "Dasar Perancangan dan Pemilihan Elemen Mesin". Jakarta : PT. Pradya Paramita.

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN