

RANCANG BANGUN ALAT BANTU LAS MEJA PUTAR PENEPAT

Ipung Kurniawan¹⁾, Bayu Aji Girawan¹⁾, Ika Fitriyani¹⁾

*¹⁾ Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Cilacap
Jln. Dr Soetomo No 1, Sidakaya, Cilacap
Corresponding author: ipung.k.poltec@gmail.com*

ABSTRAK

Meja putar penepat adalah alat bantu yang dirancang untuk mempermudah proses pengelasan khususnya pada pipa. Alat bantu ini dapat membantu pengelasan dalam menempatkan benda kerja dan memutar benda kerja selama proses pengelasan sehingga diharapkan hasil lasan konsisten dan stabil. Tujuan dari penelitian ini yaitu; menentukan rancangan desain alat bantu, menghitung bagian-bagian elemen mesin dan menghitung estimasi waktu produksi. Dalam proses perancangan menggunakan pendekatan metode VDI 2222. Motor penggerak yang digunakan yaitu motor DC jenis power window. Pengatur kecepatan putar motor digunakan metode Pulse-Width Modulation (PWM). Hasil dari penelitian diperoleh desain alat menggunakan engsel dan pengatur sudut untuk mengatur sudut kerja dari meja putar. Hasil perhitungan elemen mesin didapat daya untuk memutar meja adalah 0,055 watt. Diameter roda gigi yang digunakan adalah 60 mm dan 48 mm. Diameter poros yang digunakan adalah 28,58 mm. Umur bantalan 2,5 tahun. Kapasitas beban maksimal yaitu 15 kg. Waktu proses produksi alat bantu las ini yaitu 2,5 hari.

***Kata kunci:** Desain, alat bantu, meja putar, las, pipa.*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Era modern sekarang ini dunia industri mengalami perkembangan teknologi yang cepat dikarenakan tuntutan dari kebutuhan masyarakat yang beragam. Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan serta semakin majunya cara berfikir manusia, tidaklah mengherankan apabila manusia ingin menciptakan peralatan yang dapat meringankan pekerjaan manusia, sehingga kegiatan yang dilakukan akan menjadi lebih efisien sesuai dengan taraf ekonomi dan tingkat kemajuan teknologi yang telah dimiliki oleh manusia. Maka dari itu otomasi mesin penunjang industri menjadi suatu kewajiban yang harus dipenuhi oleh para engineer. Penggunaan peralatan yang dapat membantu serta mengurangi beban

tenaga manusia sampai saat ini telah banyak diciptakan, sebagai contoh adalah dalam aktivitas pengelasan. Pengelasan merupakan salah satu pekerjaan untuk menunjang dalam pembuatan berbagai macam barang-barang industri. Pengelasan memiliki standarisasi dan benda las yang memiliki bentuk yang bermacam-macam serta memiliki berat yang bermacam-macam pula, mulai dari yang ringan sampai yang berat, sehingga proses pengelasan membutuhkan alat bantu. Meja putar penepat adalah alat bantu yang dirancang untuk mempermudah proses pengelasan pada pipa. Dengan adanya alat bantu ini dapat membantu pengelas dalam menempatkan benda kerja dan memutar benda kerja selama proses pengelasan sehingga hasil lasan konsisten dan stabil. Alat bantu ini juga digunakan dalam lembaga

pelatihan untuk meningkatkan kemampuan dalam bidang pengelasan, khususnya pengelasan pipa. *Rotary* berarti putaran, *positioner* berarti memposisikan, dalam hal ini sebagai alat bantu pengelasan maka *rotary positioner table* berarti alat bantu yang berguna untuk memutar dan atau memposisikan benda las agar proses pengelasan dapat berjalan dengan lebih efisien

Tujuan

Berdasarkan permasalahan diatas, tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mendesain alat bantu las *rotary positioner table*.
2. Menghitung bagian elemen mesin
3. Merancang sistem gerak pada alat bantu las *rotary positioner table*.
4. Menghitung estimasi waktu produksi alat bantu las *rotary positioner table*.
5. Uji fungsi alat bantu las *rotary positioner table*

TINJAUAN PUSTAKA

Menurut Saptono, Hery, dkk (2018) pada penelitian yang berjudul Analisa Daya Dan Kontrol Kecepatan Motor Pada Alat Bantu Las *Rotary Positioner Table* telah membuar alat bantu las *rotary positioner table* yang dapat bergerak memutar benda kerja, dengan sudut kerja 0 – 90° dan memiliki kecepatan putar sesuai dengan kebutuhan kecepatan pengelasan yaitu 1 s/d 20 rpm. Untuk mencapai putaran sesuai kebutuhan pengelasan dibutuhkan suatu alat untuk menurunkan kecepatan motor dengan menggunakan metode *Pulse-Width*

Modulation (PWM) yang berfungsi untuk menurunkan tegangan sehingga diharapkan putaran mesin akan turun. Dengan menganalisa tabel hubungan antara voltase, arus, rpm dan torsi maka dapat disimpulkan bahwa apabila voltase diturunkan maka arus akan turun dan rpm akan turun juga, begitu pula otomatis daya motor akan turun akan tetapi torsi motor secara hitungan teoritis akan naik.

METODOLOGI

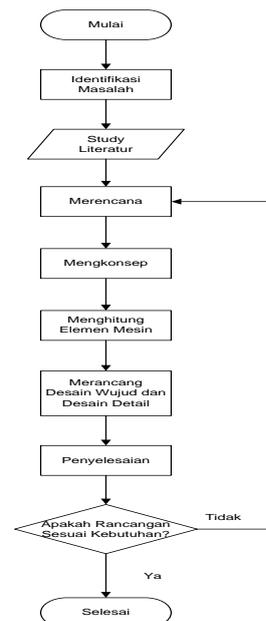
Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam proses desain dan perhitungan bagian-bagian elemen mesin yaitu komputer serta *software* gambar.

Alat yang digunakan untuk memproduksi mesin antara lain mesin gergaji, mesin bubut, mesin frais, mesin gurdi, dan mesin las.

Metode Perancangan

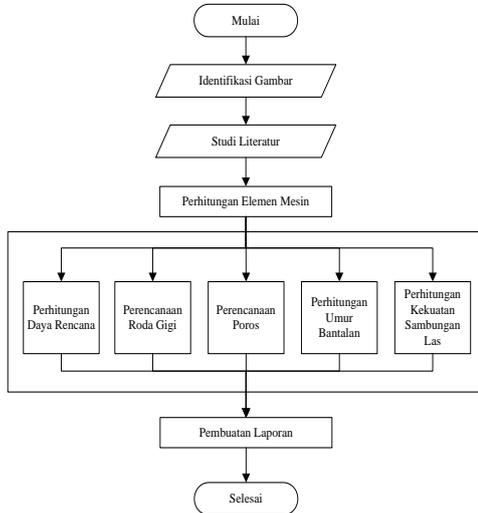
Metode yang digunakan dalam melakukan tahapan perancangan yaitu metode VDI 2222.



Gambar 1. Diagram alir proses perancangan

Perhitungan Elemen Mesin

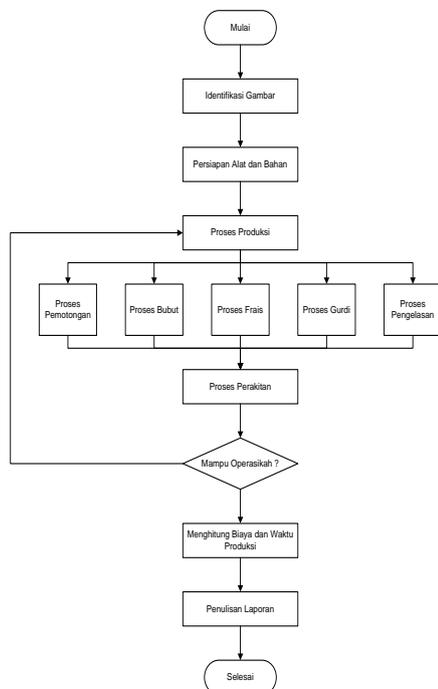
Pada tahap ini dilakukan perhitungan bagian-bagian elemen mesin.



Gambar 2. Diagram alir perhitungan elemen mesin.

Metode Proses Produksi

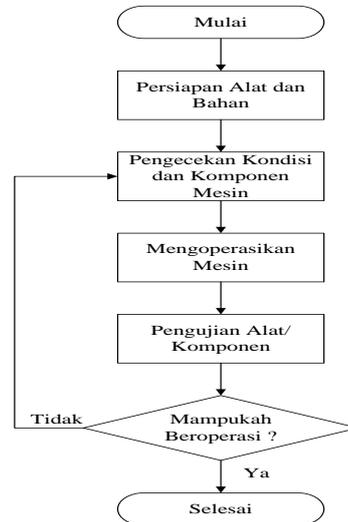
Diagram proses produksi alat bantu las *rotary positioner table*.



Gambar 3. Diagram alir proses produksi

Metode Pengujian

Langkah-langkah proses pengujian hasil digambarkan pada diagram alir sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4. berikut.



Gambar 4. Diagram alir uji fungsi alat bantu las

PEMBAHASAN

Perancangan

Terdiri dari 3 tahap, yaitu Merencana, Mengkonsep, Merancang.

Merencana

Melakukan studi literatur untuk membuat alat bantu dengan harga lebih murah dari yang ada di pasaran namun tetap dapat memenuhi kebutuhan konsumen akan fungsi alat bantu las tersebut.

Tabel 1.

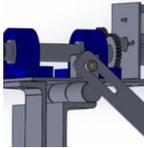
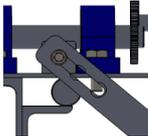
Kebutuhan mesin

No	Kebutuhan
1.	Meja putar yang dapat diatur sudut kerjanya
2.	Kecepatan putar meja dapat diatur
3.	Mampu menahan beban maksimal 15 kg
4.	Mudah dipindahkan (<i>portable</i>)

Mengkonsep

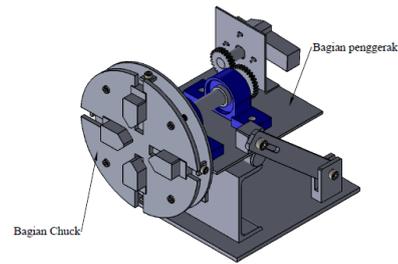
Konsep berupa sketsa awal yang didasarkan dari hasil kebutuhan.

Tabel 2.
Sketsa awal

No	Kebutuhan	Catatan	Gambar Konsep
1.	Meja putar yang dapat diatur sudut kerjanya	Pada bagian plat meja dipasang engsel agar meja dapat diatur sudut kerjanya.	
2.	Kecepatan putar meja dapat diatur	Penggerak yang digunakan yaitu motor DC. Hal ini bertujuan untuk mempermudah dalam pengaturan kecepatan meja putar.	
3.	Mampu menahan beban maksimal 25kg	Adanya alur pada pengatur sudut akan membantu menopang plat meja.	
4.	Mudah dipindahkan (portable)	Alat bantu las memiliki dimensi yang relatif kecil sehingga mudah dipindahkan.	

Merancang

Rancangan berupa desain dibuat setelah menentukan konsep yang akan digunakan.



Gambar 5. Desain alat bantu las meja putar penepat

Penyelesaian

Tahap penyelesaian berupa penyiapan dokumen untuk melakukan proses produksi.

Perhitungan Elemen Mesin

Terdiri dari 2 tahap yaitu Perhitungan daya rencana dan perancangan roda gigi.

Perhitungan Daya Rencana

Pembuatan alat bantu las menggunakan motor DC jenis power window sebagai penggerak dengan spesifikasi sebagai berikut:

Volt : 12 Volt
Putaran (n) : 90 rpm
Torsi : 3 N.m = 30 kg.cm

Maka daya rencana dapat diketahui dengan persamaan sebagai berikut:

$$P = T \times \omega$$

$$P = T \times \frac{2 \times \pi \times n}{60}$$

$$P = 3 \times \frac{2 \times 3,14 \times 90}{60}$$

$$P = 28,26 \text{ watt} = 0,028 \text{ kW}$$

Perencanaan Roda Gigi

Berikut ini merupakan tahapan perencanaan roda gigi pada alat bantu las *rotary positioner table* dengan daya (P) yang akan ditransmisikan adalah 0,028 kW, perbandingan reduksi (i) kurang lebih 4:5, jarak sumbu poros (α)

kurang lebih 55 mm, modul yang digunakan adalah 2.

Menghitung Diameter Sementara Lingkaran Jarak Bagi (D')

Menghitung diameter sementara lingkaran jarak bagi dapat diketahui dengan persamaan sebagai berikut:

$$d_1' = \frac{2\alpha}{1+i} \text{ (Sularso, 2004)}$$

$$d_1' = \frac{2 \cdot 55}{1+1,25} = 48,89 \text{ mm}$$

$$d_2' = \frac{2\alpha \times i}{1+i}$$

$$d_2' = \frac{2 \cdot 55 \times 1,25}{1+1,25} = 61,11 \text{ mm}$$

Menghitung Jumlah Gigi (Z) Dan Perbandingan Gigi (I)

Menghitung jumlah gigi dapat diketahui dengan persamaan sebagai berikut:

$$z \approx d'/m \text{ (Sularso, 2004)}$$

$$z_1 \approx 48,89/2 = 24,44$$

$$z_2 \approx 61,11/2 = 30,56$$

perbandingan 24:30, $i = 4:5$

$$z_1 = 24$$

$$z_2 = 30$$

Menghitung Jumlah Gigi (z) Dan Perbandingan Gigi (i)

Menghitung jumlah gigi dapat diketahui dengan persamaan sebagai berikut:

$$z \approx d'/m \text{ (Sularso, 2004)}$$

$$z_1 \approx 48,89/2 = 24,44$$

$$z_2 \approx 61,11/2 = 30,56$$

perbandingan 24:30, $i = 4:5$

$$z_1 = 24$$

$$z_2 = 30$$

Menghitung Diameter Lingkaran Jarak Bagi (D)

Menghitung diameter lingkaran jarak bagi dapat diketahui dengan persamaan sebagai berikut:

$$d = z \times m \text{ (Sularso, 2004)}$$

$$d_{01} = 24 \times 2 = 48 \text{ mm}$$

$$d_{02} = 30 \times 2 = 60 \text{ mm}$$

Menghitung Jarak Sumbu Poros (A_0)

Menghitung jarak sumbu poros dapat diketahui dengan persamaan sebagai berikut:

$$\alpha_0 = (d_{01} + d_{02})/2 \text{ (Sularso, 2004)}$$

$$\alpha_0 = (48 + 60)/2$$

$$\alpha_0 = 54 \text{ mm}$$

Perencanaan Poros

Perhitungan Daya Rencana

Dalam perhitungan poros ini diambil daya maksimum sebagai daya rencana dengan faktor koreksi daya yang akan ditransmisikan sebesar 1, sehingga besar daya rencana dapat diketahui dengan persamaan sebagai berikut:

$$P_d = f_c \times P \text{ (Sularso, 2004)}$$

$$P_d = 1,0 \times 0,028 \text{ kW}$$

$$P_d = 0,028 \text{ kW}$$

Perhitungan Momen Puntir

Rencana *output* putaran adalah 10 rpm, untuk menghitung momen puntir digunakan persamaan sebagai berikut:

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n_1} \text{ (Sularso, 2004)}$$

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{0,028 \text{ kW}}{10 \text{ rpm}}$$

$$T = 2727,2 \text{ kg.mm}$$

Perhitungan Tegangan Geser

Material yang digunakan untuk pembuatan poros pada alat bantu las *rotary positioner table* adalah S45C dengan:

✓ Kekuatan tarik (σ_B) = 58 kg/mm²

✓ Faktor keamanan (Sf_1) = 6,0

✓ Konsentrasi tegangan (Sf_2) = 2,5

Untuk menghitung tegangan geser digunakan persamaan sebagai berikut:

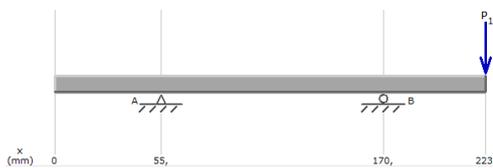
$$\tau_{\alpha} = \frac{G_B}{Sf_1 \times Sf_2} \text{ (Sularso, 2004)}$$

$$\tau_{\alpha} = \frac{58}{6,0 \times 2,5}$$

$$\tau_{\alpha} = 3,87 \text{ kg/mm}^2$$

Perhitungan Besar Gaya Reaksi Yang Terjadi Pada Poros

Menghitung besarnya gaya reaksi vertikal pada R_{vA} dan R_{vB}



Gambar 6. Beban vertikal pada poros

Menghitung besarnya R_{vB} dapat diketahui dengan persamaan sebagai berikut:

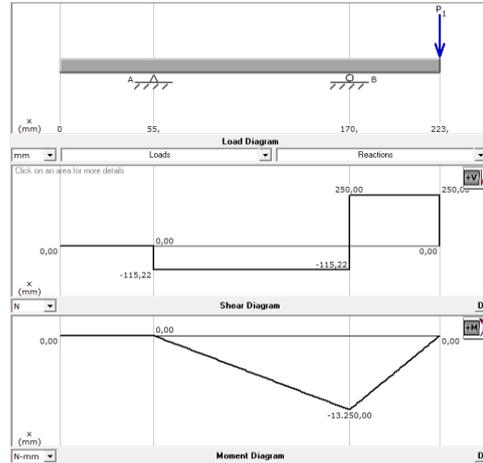
$$\begin{aligned} \Sigma M_A &= 0 \text{ (Sularso, 2004)} \\ (-R_{vB} \times 115) + (F \times 168) &= 0 \\ -115 R_{vB} + (250 \times 168) &= 0 \\ R_{vB} &= 42000/115 \\ R_{vB} &= 365,2 \text{ N} \end{aligned}$$

Menghitung besarnya R_{vA} dapat diketahui dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \Sigma M_B &= 0 \text{ (Sularso, 2004)} \\ (R_{vA} \times 115) + (F \times 53) &= 0 \\ 115 R_{vA} + (250 \times 53) &= 0 \\ R_{vA} &= 13250/115 \\ R_{vA} &= 115,2 \text{ N} \end{aligned}$$

Momen terbesar berada pada R_{vB} , $M_A = 0$

$$\begin{aligned} M_B &= F \times l \text{ (Sularso, 2004)} \\ M_B &= 250 \times 53 \\ M_B &= 13250 \text{ N.mm} \end{aligned}$$



Gambar 7. Momen vertikal diagram MD Solid

Menghitung besarnya gaya reaksi vertikal pada R_{vA} dan R_{vB}



Gambar 8. Beban horiZontal pada poros

Beban horiZontal pada poros berupa gaya tarik roda gigi. Torsi (T) yang digunakan adalah 2727,2 kg.mm, diameter roda gigi yang digunakan yaitu 60mm. Besar gaya tarik roda gigi dapat diketahui dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} F &= T/r \text{ (Sularso, 2004)} \\ F &= 2727,2/30 \\ F &= 90,91 \text{ kg} \end{aligned}$$

Menghitung besarnya R_{vB} dapat diketahui dengan persamaan sebagai berikut:

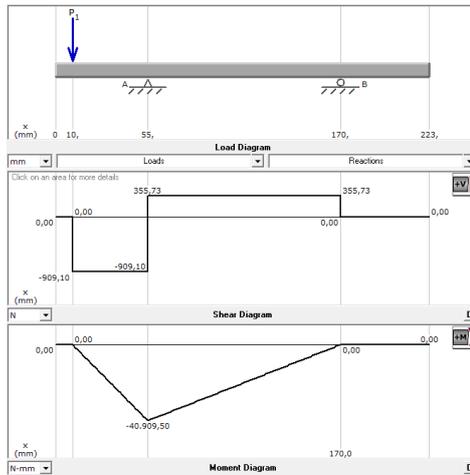
$$\begin{aligned} \Sigma M_A &= 0 \\ (R_{hB} \times 115) + (F \times 45) &= 0 \\ 115 R_{hB} + (90,91 \times 45) &= 0 \\ R_{hB} &= 4090,95/115 \\ R_{hB} &= 35,57 \text{ kg.mm} \end{aligned}$$

Menghitung besarnya R_{vA} dapat diketahui dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\Sigma M_B &= 0 \\ (-R h_A \times 115) + (F \times 160) &= 0 \\ 115 R h_A + (90.91 \times 160) &= 0 \\ R h_A &= 14545.6/115 \\ R h_A &= 126,48 \text{ kg.mm}\end{aligned}$$

Momen terbesar berada pada $R h_A$,
 $M_B = 0$

$$\begin{aligned}M_A &= R h_B \times l \\ M_A &= 35.57 \times 115 \\ M_A &= 4090,95 \text{ kg.mm}\end{aligned}$$



Gambar 9. Momen horiZontal diagram MD Solid

Menghitung momen lentur gabungan dapat diketahui dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}M_A &= \sqrt{(M v_A)^2 + (M h_A)^2} \text{ (Sularso, 2004)} \\ M_A &= \sqrt{(0)^2 + (4090,95)^2} \\ M_A &= 4090,95 \text{ kg.mm} \\ M_B &= \sqrt{(M v_B)^2 + (M h_B)^2} \\ M_B &= \sqrt{(26500)^2 + (0)^2} \\ M_B &= 26500 \text{ N.mm} = 2650 \text{ kg.mm}\end{aligned}$$

Menghitung Diameter Poros

Poros yang digunakan adalah poros beban puntir dan lentur dengan:

- ✓ Faktor koreksi momen lentur (K_m) = 1,5
- ✓ Faktor koreksi momen puntir (K_t) = 1,0

- ✓ Momen lentur (M) = 4090,95 kg.mm
- ✓ Momen puntir rencana (T) = 2727,2 kg.mm

Menghitung diameter poros dapat diketahui dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}d_s &\geq \left[\frac{5.1}{3.27} \sqrt{(K_m \times M)^2 + (K_t \times T)^2} \right]^{1/3} \text{ (Sularso, 2004)} \\ d_s &\geq \left[\frac{5.1}{3.27} \sqrt{(1.5 \times 4090,95)^2 + (1.0 \times 2727,2)^2} \right]^{1/3} \\ d_s &\geq [1,318 \sqrt{(6136,425)^2 + (2727,2)^2}]^{1/3} \\ d_s &\geq [1,318 \sqrt{37655711,78 + 7437619,84}]^{1/3} \\ d_s &\geq [1,318 \times 6715,16]^{1/3} \\ d_s &\geq 20,68 \text{ mm}\end{aligned}$$

Jadi diameter poros minimal yang diizinkan adalah 20,68 mm dan poros yang akan digunakan untuk meneruskan putaran motor adalah 28,58 mm.

Perhitungan Umur Bantalan

Bantalan yang digunakan pada alat bantu las *rotary positioner table* memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- Nomor bantalan : UCP206-18
- Lebar rumah bantalan (A) : 48 mm
- Jarak lubang baut (J) : 121 mm
- Diameter dalam bantalan (d): 1 1/8 in = 28,575 mm
- Diameter lubang baut (N) : 17 mm
- Tinggi bantalan (H) : 42,9 mm
- Kapasitas nominal dinamis spesifik (C): 4384 lbs = 1988,55 kg

Perhitungan Beban Ekuivalen (P_r)

Misalkan sebuah bantalan membawa beban aksial F_a (kg) dan beban radial F_r (kg) dengan:

1. Beban aksial (F_a)/beban yang sejajar dengan sumbu poros dapat dicari dengan cara sebagai berikut:
 $F_a = m_{\text{poros}} + m_{\text{beban}}$ (Sularso, 2004)

$$F_a = (\pi \times r^2 \times t \times \rho) + (m_{\text{chuck}} + m_{\text{benda kerja}})$$

$$F_a = (3,14 \times (0,0143\text{m})^2 \times 0,223\text{m} \times 7850\text{kg/m}^3) + 25\text{kg}$$

$$F_a = 1,124\text{kg} + 25\text{kg} = 26,124\text{kg}$$

2. Beban radial (F_r)/beban yang tegak lurus dengan sumbu poros dapat diambil dari gaya reaksi vertikal 126,48 kg
3. Pembebanan pada cincin dalam yang berputar bernilai (V) = 1
Faktor (X) = 0,56
Faktor (Y) = 2,30
Faktor beban untuk kerja biasa $f_w = 1,2$

Jadi besarnya beban total dikalikan faktor beban, sebagai berikut:

$$F_w = F_r \times f_w \text{ (Sularso, 2004)}$$

$$F_w = 126,48\text{ kg} \times 1,2$$

$$F_w = 151,78\text{ kg}$$

Jadi untuk menghitung ekuivalen dinamis dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$P_r = XVF_w + YF_a \text{ (Sularso, 2004)}$$

$$P_r = 0,56 \cdot 1 \cdot 151,78 + 2,30 \cdot 26,124$$

$$P_r = 84,99 + 60,09$$

$$P_r = 145,08\text{ kg}$$

Perhitungan Faktor Kecepatan (f_n)

Rencana output putaran (n) adalah 10 rpm. Jadi untuk menghitung faktor kecepatan dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$f_n = \left[\frac{[33,3]}{n} \right]^{1/3} \text{ (Sularso, 2004)}$$

$$f_n = \left[\frac{[33,3]}{10} \right]^{1/3}$$

$$f_n = 1,5$$

Perhitungan Faktor Umur (f_h)

Dengan beban nominal dinamis spesifik (C) = 1988,55 kg dan beban ekuivalen dinamis (P_r) = 145,08 kg,

maka untuk menghitung faktor umur dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$f_h = f_n \frac{C}{P_r} \text{ (Sularso, 2004)}$$

$$f_h = 1,5 \frac{1988,55}{145,08}$$

$$f_h = 20,56$$

Perhitungan UMUR NOMINAL BANTALAN (L_h)

Dengan faktor umur (f_h) = maka untuk menghitung umur nominal bantalan dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$L_h = 500 \cdot f_h^3 \text{ (Sularso, 2004)}$$

$$L_h = 500 \cdot 20,56^3$$

$$L_h = 500 \cdot 8690,99$$

$$L_h = 4345495 \text{ putaran}$$

1 hari bekerja 8 jam

$N = 10 \text{ rpm} \times 60 \text{ menit} = 600 \text{ rph}$

Maka 1 hari bekerja dalam 8 jam $\times 600 \text{ rph} = 4800$

Jadi umur nominal bantalan adalah :

$$L_h = \frac{4345495}{4800}$$

$$L_h = 905,3 \text{ hari dirubah ke bulan}$$

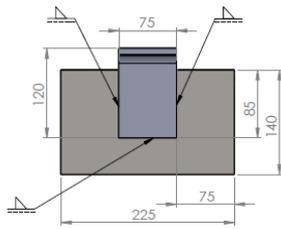
$$L_h = \frac{905,3}{30}$$

$$L_h = 30,18 \text{ bulan}$$

Jadi umur nominal bantalan (L_h) yang digunakan adalah 30,18 bulan atau sekitar 2,5 tahun.

Perhitungan Kekuatan Sambungan Las

Plat yang akan dilas memiliki ukuran lebar 75 mm dan tebal 6 mm, plat akan disambung dengan kanal dengan *single tranverse weld* dan *double parallel fillet* seperti pada Gambar 10.



Gambar 10. Sambungan las

Perhitungan Tegangan Tarik Ijin (σ_T) Dan Tegangan Geser Ijin (τ)

Elaktroda yang digunakan yaitu E6013 dimana kekutan tarik (α) adalah 60 Ksi = 413,68 MPa. Maka untuk mencari tegangan tarik ijin dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\sigma_t = \frac{\alpha}{S_{f1} \times S_{f2}} \text{ (Irawan, Agustinus P, 2009)}$$

$$\sigma_t = \frac{413,68}{6,0 \times 2,0}$$

$$\sigma_t = 34,47 \text{ Mpa}$$

Untuk mencari tegangan geser ijin dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\tau = \frac{\alpha}{S_{f1} \times S_{f2}} \text{ (Irawan, Agustinus P, 2009)}$$

$$\tau = \frac{413,68}{6,0 \times 2,0}$$

$$\tau = 34,47 \text{ Mpa}$$

Panjang lasan setiap *parallel fillet* untuk beban statis

✓ Panjang lasan melintang (*tranverse*) = $L_1 = 75 - 12,5 = 62,5 \text{ mm}$

✓ Beban maksimum yang dapat diterima plat: $F = A \times \sigma_t = 75 \times 6 \times 34,47 = 15511,5 \text{ N}$

✓ Beban yang dapat diterima *single tranverse weld*:
 $F_1 = 0,707 \times t \times L_1 \times \sigma_t$
 $F_1 = 0,707 \times 6 \times 62,5 \times 34,47 = 9138,86 \text{ N}$

✓ Beban yang dapat diterima *double parallel fillet weld*:

$$F_2 = 1,414 \times t \times L_2 \times \tau$$

$$F_2 = 1,414 \times 6 \times L_2 \times 34,47 = 292,4 L_2$$

✓ Beban maksimum (total):

$$F_{\text{tot}} = F_1 + F_2$$

$$15511,5 = 9138,86 + 292,4 L_2$$

$$L_2 = 21,79$$

✓ Panjang lasan setiap *parallel fillet*:

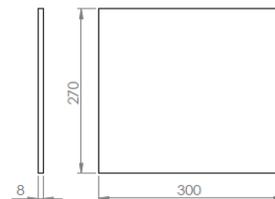
$$L = 21,79 + 12,5 = 34,29 \text{ mm}$$

Perhitungan Waktu Proses Produksi

Ada 3 tahap perhitungan, antara lain: 1) Perhitungan Waktu Proses Pemotongan. 2). 3) Perhitungan Waktu Proses Frais. 4) Perhitungan Waktu Proses Gurdi

Perhitungan Waktu Proses Pemotongan

Waktu proses pemotongan dilakukan secara manual (*stopwatch*), berikut perhitungan waktu proses pemotongan plat.



Gambar 11. Contoh material plat pada proses pemotongan
Diketahui:

$$A = 30 \text{ cm} \times 0,8 \text{ cm} = 24 \text{ cm}^2$$

$$t_1 = 532,2 \text{ detik}$$

$$t_2 = 530,8 \text{ detik}$$

$$t_3 = \frac{535,4 \text{ detik} + 1598,4 \text{ detik}}{3}$$

$$t_{\text{rata-rata}} = 532,8 \text{ detik}$$

Dari data diatas maka dapat mencari waktu pemotongan per satuan luas sebagai berikut:

$$t_c = \frac{T_{\text{rotasi}}}{A}$$

$$= \frac{532,8}{24}$$

$$= 22,2 \text{ detik/cm}^2$$

Maka waktu pemotongan sebagai berikut:

$$t_{\text{potong}} = t_c \times A \times \text{jumlah benda}$$

$$= 22,2 \text{ detik/cm}^2 \times 24 \text{cm}^2$$

$$\times 1$$

$$= 532,8 \text{ detik} = 8,88 \text{ menit}$$

Dengan cara yang sama, perhitungan waktu proses pemotongan pada komponen alat bantu las *rotary positioner table* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3.
Waktu proses pemotongan

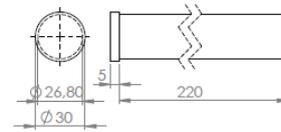
No	Jenis Komponen	Waktu produksi (menit)
1.	Plat alas	30,88
2.	Pengatur sudut	23,96
3.	Dudukan pengatur sudut 1	27,1
4.	Dudukan pengatur sudut 2	17,07
5.	Plat meja	23,9
6.	Dudukan motoran	16,14
7.	Tiang penyangga	31,4
8.	Penyangga bantu	16,66
9.	Dudukan pengunci	19,86
10.	Poros	21,73
11.	Poros engsel	19,67
12.	Engsel	23,3
Jumlah waktu pemotongan		271,67

Jadi, jumlah waktu yang diperlukan untuk proses pemotongan adalah 271,67 menit \approx **4,53jam**.

Perhitungan Waktu Proses Bubut

Proses pembubutan komponen alat bantu las *rotary positioner table* menggunakan mesin bubut konvensional. Berikut perhitungan waktu proses bubut pada komponen alat bantu las *rotary positioner table*. Adapun contoh

pengerjaan proses bubut dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Contoh proses bubut pada bagian penggerak

Diketahui data proses pembubutan kasar tingkat I:

Material ST37

$$V = 24,4 - 30,5 \text{ m/menit}$$

$$f = 0,208 \text{ mm/putaran}$$

(untuk bubut memanjang)

$$= 0,056 \text{ mm/putaran}$$

(untuk bubut *facing*)

$$d_o = 31,75 \text{ mm}$$

$$d_m = 30,25 \text{ mm}$$

$$l_{t1} = d_o/2$$

$$= 31,75/2$$

$$= 15,88 \text{ mm (facing)}$$

$l_{t2} = 225 \text{ mm}$ (bubut memanjang)

$$d = (d_o + d_m)/2$$

$$= (31,75 + 30,25)/2$$

$$= 31 \text{ mm}$$

Dari data diatas, maka waktu yang diperlukan dalam proses pembubutan kasar/*roughing* dapat dihitung dengan tahapan sebagai berikut :

a. Putaran *spindle*

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ (Rochim T., 1993)}$$

$$n = \frac{v \times 1000}{\pi \times d}$$

$$n = \frac{28 \times 1000}{3,14 \times 31} = 287,65 \text{ rpm}$$

Jadi putaran (n) yang digunakan adalah 360 rpm

b. Kecepatan makan

$$V_f = f \cdot n \text{ (bubut facing)}$$

$$\text{(Rochim T., 1993)}$$

$$= 0,056 \cdot 360$$

$$= 20,16 \text{ mm/menit}$$

$$V_f = f \cdot n \text{ (bubut memanjang)}$$

$$= 0,208 \cdot 360$$

$$= 74,88 \text{ mm/menit}$$

c. Waktu pemotongan

$$t_c = \frac{lt_1}{V_f} \text{ (bubut facing) (Rochim T., 1993)}$$

$$= \frac{15,88}{20,16} \times 1 \text{ kali pemakanan}$$

$$= 0,79 \text{ menit}$$

Proses pengerjaan *facing* dilakukan pada sisi kiri dan kanan benda, maka

$$t_c = 2 \times 0,79 = 1,58 \text{ menit.}$$

$$t_c = \frac{lt_2}{V_f}$$

$$= \frac{225}{74,88} \times 2 \text{ kali pemakanan}$$

$$= 6,01 \text{ menit}$$

Maka waktu proses bubut kasar/*roughing* tingkat I menjadi :

$$t_c = 6,01 \text{ menit} + 1,58 \text{ menit}$$

$$= 7,59 \text{ menit}$$

Diketahui data proses pembubutan *finishing* tingkat I:

$$V = 24,4 - 30,5 \text{ m/menit}$$

$$f = 0,104 \text{ mm/putaran}$$

(untuk bubut memanjang)

$$d_o = 30,25 \text{ mm}$$

$$d_m = 30 \text{ mm}$$

$$lt_2 = 225 \text{ mm (bubut memajang)}$$

$$d = \frac{(d_o + d_m)}{2}$$

$$= \frac{(30,25 + 30)}{2}$$

$$= 30,125 \text{ mm}$$

Sedangkan waktu yang diperlukan dalam proses pembubutan untuk *finishing* dapat dihitung dengan tahapan sebagai berikut :

d. Putaran *spindle*

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$n = \frac{V \times 1000}{\pi \times d}$$

$$n = \frac{28 \times 1000}{3,14 \times 30,125} = 296 \text{ rpm}$$

$$\text{Jadi, } n = 360 \text{ rpm}$$

e. Kecepatan makan

$$V_f = f \cdot n \text{ (bubut memanjang)}$$

$$= 0,104 \cdot 360$$

$$= 37,44 \text{ mm/menit}$$

f. Waktu pemotongan

$$t_c = \frac{lt_2}{V_f}$$

$$= \frac{225}{37,44} \times 1 \text{ kali pemakanan}$$

$$= 6,01 \text{ menit}$$

Maka waktu proses bubut untuk *finishing* tingkat I menjadi :

$$t_c = 6,01 \text{ menit}$$

Karena dalam proses pembubutan ada 2 tahap yaitu proses pembubutan kasar dan proses untuk *finishing*, sehingga :

$$t_{\text{total}} \text{ tingkat I} = t_{c(\text{roughing})} + t_{c(\text{finishing})}$$

$$= 7,59 + 6,01$$

$$= 13,6 \text{ menit}$$

Dengan cara yang sama, perhitungan waktu proses bubut pada komponen alat bantu las *rotary positioner table* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4.

Waktu proses bubut

No	Nama Komponen	Waktu produksi (menit)
1.	Poros engsel	55,29
2.	Poros	103
Jumlah waktu bubut		158,29

Jadi, jumlah waktu yang diperlukan untuk proses pembubutan adalah 158,29 menit \approx **2,64 jam**.

Perhitungan Waktu Proses Frais

Proses frais komponen alat bantu las *rotary positioner table* menggunakan mesin frais konvensional. Berikut perhitungan waktu proses frais pada komponen alat bantu las *rotary positioner table*. Adapun contoh pengerjaan proses frais dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Contoh proses frais pada bagian penggerak

Diketahui :

$$d = 10 \text{ mm}$$

$$z = 4 \text{ buah}$$

$$V_c = 25\text{-}50 \text{ m/menit}$$

$$f_z = 0,0254 \text{ - } 0,1524 \text{ mm/putaran}$$

$$l_v = 5 \text{ mm}$$

$$l_w \text{ sisi 1 dan 3} = 225 \text{ mm}$$

$$l_w \text{ sisi 2 dan 4} = 256 \text{ mm}$$

$$l_n = d/2 = 10/2 = 5 \text{ mm}$$

Dari data di atas maka :

- ✓ Putaran spindle

$$V_c = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ (Rochim T., 1993)}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot d}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 30}{3,14 \cdot 10} = 955,4 \text{ rpm}$$

$$\text{Jadi, } n = 1225 \text{ rpm}$$

- ✓ Kecepatan makan

$$V_f = F_z \cdot z \cdot n \text{ (Rochim T., 1993)}$$

$$= 0,03 \cdot 4 \cdot 1225$$

$$= 147 \text{ mm/menit}$$

- ✓ Waktu pemotongan

$$t_c \text{ sisi 1 dan 3} = \frac{l_t}{v_f} \text{ (Rochim T., 1993)}$$

$$1993)$$

$$l_t = l_v + l_w + l_n$$

$$= 5 + 225 + 5 = 235 \text{ mm}$$

$$t_c = \frac{235}{147} = 1,6 \text{ menit}$$

Pada masing-masing sisi dilakukan pemakanan sebanyak 3 kali, sehingga waktu proses frais sisi 1 dan 3 adalah :

$$= 1,6 \text{ menit} \times (3+3)$$

$$= 9,6 \text{ menit}$$

$$t_c \text{ sisi 2 \& 4} = \frac{l_t}{v_f}$$

$$l_t = l_v + l_w + l_n$$

$$= 5 + 256 + 5 = 266 \text{ mm}$$

$$= \frac{266}{147} = 1,81 \text{ menit}$$

Pada masing-masing sisi dilakukan pemakanan sebanyak 3 kali, sehingga waktu proses frais sisi 2 dan 4 adalah :

$$= 1,81 \text{ menit} \times (3+3) = 10,86 \text{ menit}$$

Sehingga waktu proses frais komponen alat bantu las *rotary positioner table* adalah t_c keseluruhan = 9,6 menit + 10,86 menit = 20,46 menit.

Dengan cara yang sama, perhitungan waktu proses frais pada komponen alat bantu las *rotary positioner table* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5.

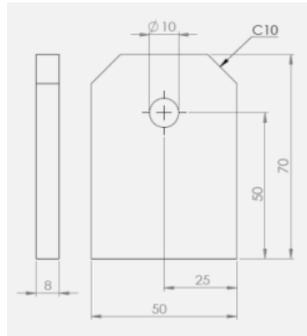
Waktu proses frais

No	Nama Komponen	Waktu produksi (menit)
1.	Plat meja	50,46
2.	Dudukan motoran	43,71
3.	Dudukan pengunci	50,35
4.	Dudukan pengatur sudut	77,19
5.	Pengatur sudut	75,28
Jumlah waktu frais		296,99

Jadi, jumlah waktu yang diperlukan untuk proses pengefraisan adalah 296,99 menit \approx **4,95 jam**.

Perhitungan Waktu Proses Gurdi

Proses gurdi komponen alat bantu las *rotary positioner table* menggunakan mesin gurdi konvensional. Berikut perhitungan waktu proses gurdi pada komponen alat bantu las *rotary positioner table*. Adapun contoh pengerjaan proses gurdi dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Contoh proses gurdi pada bagian penggerak

Diketahui :

Pelat ukuran 70x50x8mm

$$d = 10 \text{ mm}$$

$$kr = \frac{118^\circ}{2} = 59^\circ$$

$$V = 24,40 - 33,35 \text{ m/menit}$$

$$z = 2, l_v = 5 \text{ mm}, l_w = 8 \text{ mm}$$

Dari data di atas, maka :

a. Putaran mesin

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ (Rochim T., 1993)}$$

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 30}{\pi \cdot 10}$$

$$= 955,4 \text{ rpm}$$

Jadi putaran yang digunakan adalah 800

b. Kecepatan makan

$$V_f = F_z \cdot z \cdot n \text{ (Rochim T., 1993)}$$

$$F_z = 0,084 \cdot \sqrt[3]{d}$$

$$= 0,084 \cdot \sqrt[3]{10}$$

$$= 0,084 \cdot 2,15 = 0,18$$

$$\text{mm/putaran}$$

$$V_f = 0,18 \cdot 2 \cdot 800$$

$$= 288 \text{ mm/menit}$$

c. Waktu pemotongan

$$t_c = \frac{l_c}{V_f} \text{ (Rochim T., 1993)}$$

$$l_c = l_v + l_w + l_n$$

$$= 5 + 8 + \left\{ \frac{d}{2} \cdot \tan kr \right\}$$

$$= 13 + \left\{ \frac{10}{2} \cdot \tan 59^\circ \right\}$$

$$= 13 + (5/1,66)$$

$$= 16,01 \text{ mm}$$

$$t_c = \frac{16,01}{288}$$

$$= 0,06 \text{ menit}$$

Karena kedudukan pengatur sudut ada 2 buah maka waktu proses gurdi menjadi $t_c = 0,06 \times 2 = 0,12$ menit.

Dengan cara yang sama, perhitungan waktu proses gurdi pada komponen alat bantu las rotary positioner table dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6.

Waktu proses gurdi

No	Nama Komponen	Waktu produksi (menit)
1.	Plat meja	38,52
2.	Dudukan pengunci	18,29
3.	Dudukan pengatur sudut	25,17
4.	Dudukan motoran	25,12
5.	Pengatur sudut	20,09
Jumlah waktu gurdi		127,19

Jadi, jumlah waktu yang diperlukan untuk proses gurdi adalah 127,19 menit \approx 2,12 jam.

Uji Fungsi Alat Bantu Las

Uji fungsi alat dilakukan dengan menggunakan variasi beban dengan menggunakan variasi kecepatan putar yang divariasikan untuk mengetahui spesifikasi alat bantu tersebut.

Tabel 7.

Hasil uji fungsi alat bantu las

No	Pembebanan	Variasi kecepatan putar (rpm)					Keterangan
		1	3	5	8	10	
1.	Meja putar dan chuck, tanpa pembebanan benda kerja (10 kg).	*	*	✓	✓	✓	Meja tidak berputar pada putaran 1 dan 3 rpm
2.	Pembebanan benda kerja 5 kg.	*	*	✓	✓	✓	Meja tidak berputar pada putaran 1 dan 3 rpm
3.	Pembebanan benda kerja 10 kg.	*	*	✓	✓	✓	Meja tidak berputar pada putaran 1 dan 3 rpm
4.	Pembebanan benda kerja 15 kg.	*	*	✓	✓	✓	Meja tidak berputar pada putaran 1 dan 3 rpm

Berdasarkan tabel 7, meja putar tidak dapat bergerak pada putaran 1

dan 3 rpm dikarenakan voltase masih terlalu rendah sehingga motor listrik belum mampu memutar meja putar tanpa atau dengan adanya pembebanan. Pada putaran 5 rpm voltase telah cukup untuk menggerakkan motor listrik sehingga meja putar dapat berputar baik tanpa pembebanan ataupun dengan pembebanan

PENUTUP

Simpulan

Dalam penelitian ini didapat suatu kesimpulan sebagai berikut:

1. Desain wujud dan desain bagian serta gambar kerja dari perancangan mekanisme penggerak pada alat bantu las rotary positioner table.
2. Hasil perhitungan bagian-bagian elemen mesin :
 - a. Motor yang digunakan adalah motor DC jenis power window.
 - b. Diameter roda gigi yang digunakan adalah 48 mm dengan jumlah gigi 24 dan roda gigi diameter 60 mm dengan jumlah gigi 30.
 - c. Diameter poros yang digunakan adalah 28,58 mm.
 - d. Umur bantalan adalah 2,5 tahun.
 - e. Panjang sambungan minimum las fillet adalah 34,29 mm.
3. Sistem gerak pada alat bantu las rotary positioner table menggunakan pengatur sudut yang digunakan untuk mengatur pergerakan sudut kerja meja putar.
4. Total waktu produksi pada pembuatan alat bantu las rotary

positioner table adalah 20 jam = 2,5 hari.

5. Alat bantu tidak dapat berputar dengan putaran <5 rpm, alat bantu dapat berputar jika putaran ≥ 5 rpm.

DAFTAR PUSTAKA

- Irawan, Agustinus Purna. 2009. *Diktat Elemen Mesin*. Jakarta: Universitas Tarumanagara.
- Rohim, Taufiq. 1993. *Klasifikasi Proses, Gaya & Daya Pemesinan*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Saptono, Hery, Gatot Eka Pramono dan Hablinur Al Khindi. 2018. *Analisa Daya Dan Kontrol Kecepatan Motor Pada Alat Bantu Las Rotary Positioner Table*. <http://ejournal.uika-bogor.ac.id>. Diakses pada tanggal 4 Maret 2018.
- Sularso dan Kiyokatsu Suga. 2004. *Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: PT Pradnya Paramit.