

ANALISA DAYA DAN KONTROL KECEPATAN MOTOR PADA ALAT BANTU LAS *ROTARY POSITIONER TABLE*

Hery Saptono¹, Gatot Eka Pramono¹, Hablinur Al Khindi¹.

¹Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Ibn Khaldun Bogor
Corresponding author: saptonohery08@gmail.com.

ABSTRACT

Rotary Positioner Table is one of the welding aids that are widely used industrial world especially welding with the intention of facilitating welder to work on certain products. As the name implies Positioner which means positioning where the tool in this design can position the welding object freely according to the correct position and comfortable for people who are doing welding. This tool can be applied to drill the hole circle the same distance on the flange, to cut the round pieces, for welding pipes, welding shafts, discs, truck rims, etc. The selection of motor types and speed control becomes very important to support the performance of this tool which is expected to be used for welding with a maximum work load of 100 kg with vertical welding position. For that matter proper analysis is needed to determine the motor power and rotation speed of the turntable in order to get the best welding results. The way this Positioner tool works mechanically by rotating the rotary axis (lever) that has been made, to adjust the angle manually. This positioner can move on the X, Y, and Z axes.

Keywords: *Rotary Positioner Table, Electric motor, Speed Control.*

1. PENDAHULUAN

Dalam era modern sekarang ini dunia industri mengalami perkembangan teknologi yang cepat, dikarenakan tuntutan dari kebutuhan masyarakat yang beragam. Maka dari itu otomasi mesin penunjang industri menjadi suatu kewajiban yang harus dipenuhi oleh para engineering. Pengelasan merupakan salah satu pekerjaan untuk menunjang dalam pembuatan berbagai macam barang-barang industri, untuk mempermudah pengerjaan pengelasan berbagai alat bantu las telah dibuat, salah satunya adalah *Rotary Positioner Table*.

Rotary Positioner Table adalah alat bantu las semi otomatis yang dirancang untuk membantu welder dalam melakukan pengerjaan pengelasan agar lebih efisien. Alat ini dirancang untuk bisa bergerak memutar benda kerja, dengan sudut kerja 0 – 90°, mampu menanggung beban vertikal 100 kg, .

Pembuatan alat bantu las *Positioner Table* sebagai tugas Akhir mempunyai tujuan sebagai berikut :

1. Membuat Alat bantu las *Rotary Positioner Table* dengan kecepatan putar sesuai

kebutuhan kecepatan pengelasan yaitu 1 s/d 20 rpm.

2. Mengetahui karakteristik hubungan antara voltase listrik (V) dan kecepatan putaran motor (rpm).
3. Mengetahui besarnya Daya motor minimal yang dapat dipakai untuk memutar benda kerja yang akan di las yaitu 100 kg dalam posisi beban vertikal kecepatan putaran meja kerja 1 s/ d 20 rpm.

• **Alat Bantu Las *Rotary Positioner Table***

Rotary Positioner Table merupakan suatu alat bantu pengelasan yang digunakan untuk membantu serta mempermudah pekerja (welder) dalam melakukan proses pengelasan agar dapat lebih efisien. Positioner dapat bergerak berbagai arah yang memiliki 3 axis. Sehingga dapat membuat benda las bergerak dengan bebas sesuai keinginan pekerja pada proses pengelasan. Agar dapat digunakan benda kerja yang ingin ditempatkan pada meja kerja yang berlobang agar lebih mudah di cekam. Model alat bantu las *rotary positioner table* pada gambar 2.1 untuk menaik-turunkan lengan positioner agar titik berat seimbang serta agar membentuk sudut pengelasan yang diinginkan, yaitu dengan cara memutar tuas yang

terdapat pada lengan, putar vice ataupun benda kerja untuk menemukan sisi yang ingin di las kemudian kunci vice dengan menggunakan stopper [1].



Gambar 1. Model Alat Bantu Las Rotary Positioner Table

Pada gambar 1 menunjukkan model dari alat bantu las *Rotary Positioner Table* yang sudah ada dalam dunia industri. Alat bantu las tersebut biasanya digunakan untuk mengelas benda berbentuk silinder, seperti pelek mobil / truk, pipa dll.

• **Motor Listrik**

Salah satu komponen yang tidak dapat dilupakan dalam sistem pengaturan adalah aktuator. Aktuator adalah komponen yang selalu bergerak mengubah energi listrik menjadi pergerakan mekanik. Salah satu aktuator adalah motor listrik.[2]

Motor listrik dapat digolongkan menjadi motor DC dan motor AC tergantung dari suplai dayanya. Motor AC lebih menguntungkan dibandingkan dengan motor DC karena lebih kecil, lebih handal dan tidak terlalu mahal. Tetapi kecepatan motor AC tidak dapat diatur, kecepatannya selalu tetap sesuai dengan frekuensi dari jala-jala listrik. Sedangkan motor DC baik kecepatan, laju dan arah putarnya dapat diatur dengan mudah sesuai dengan keinginan. Motor DC yang kecil bahkan dapat digerakkan dengan tegangan DC yang kecil misalnya motor pada disk drive yang digerakkan dengan tegangan 12 Volt.[2]

• **Beban Benda Kerja Yang Diputar**

Benda kerja yang akan diputar oleh alat tersebut pada umumnya adalah pelek baja untuk mobil, truck, dan juga pipa yang akan

disambung dan dilas memutar. Untuk berat pelek baja mobil dan truck rata-rata 25 s/d 45 kg. Selain menanggung beban kerja dari benda kerja, motor listrik juga menanggung beban kerja dari kedudukan benda kerja yang terbuat dari baja plat, dengan asumsi berat kedudukan benda kerja 15 s/d 20 kg, sehingga dapat kita estimasikan berat beban benda kerja yang maksimal yang ditanggung motor adalah 40 s/d 65 kg.

• **Torsi Motor**

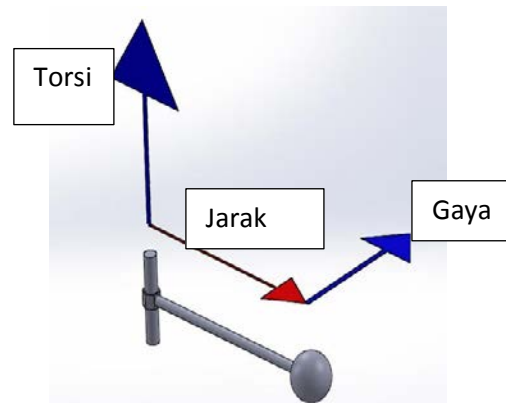
Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja, jadi torsi adalah suatu energi. Besaran torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya. Adapun perumusan dari torsi adalah sebagai berikut. Apabila suatu benda berputar dan mempunyai besar gaya sentrifugal sebesar F, benda berputar pada porosnya dengan jari-jari sebesar b, dengan data tersebut torsinya adalah:[3]

$$\tau = F \cdot r \text{ (N.m)} \dots\dots\dots (1)$$

τ : Torsi (N.m)

F : Gaya Sentrifugal Benda Yang Berputar (N)

r : Jarak Benda Ke Pusat Torsi (m)



Gambar 2. Hubungan Antara Torsi, Gaya, dan Jarak.

• **Daya Motor**

Daya pada mesin kendaraan bermotor adalah tenaga yang di hasilkan mesin tersebut. Daya ini di hasilkan oleh Torsi dan Kecepatan Sudut, dalam rumus:

$$P : \tau \cdot \omega \dots\dots\dots (2)$$

Pada System International (SI):

P : daya dalam satuan watt

T : adalah Torsi dalam satuan Nm (newton meter)

ω : adalah kecepatan sudut dalam satuan radian per detik.

Jika diketahui bukan Kecepatan Sudut, melainkan Kecepatan Putaran (RPM), maka rumusnya menjadi:

$$P = \frac{\tau \omega 2\pi}{60000} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana satuan yang digunakan adalah:

P: daya dalam kilowatt (kW)

τ : torsi dalam newton meter (Nm)

ω : kecepatan sudut dalam Revolution Per Minutes (RPM)

Daya yang didapat pada rumus diatas masih dalam satuan kWatt, untuk mengubah ke satuan hp (*horsepower*), gunakan rumus berikut

$$p = \frac{\tau \omega 2\pi}{33000} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana satuan yang digunakan adalah:

P : daya dalam horsepower (hp)

τ : torsi dalam pound feet (lbf.ft),

ω : kecepatan sudut dalam Revolution Per Minutes (RPM)

Lalu, Kecepatan Linier di dapat melalui Kecepatan Sudut pada *sprocket*, dengan rumus berikut:

$$V = \omega \cdot r \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan

V : Kecepatan linier (m/s)

ω : Kecepatan sudut (rad /s)

r : Jari-jari roda (m)

Karena Rumus diatas masih menggunakan kecepatan sudut (rad/s), maka untuk mengubah kecepatan putaran (RPM) menjadi kecepatan sudut (rad/s) gunakan rumus persamaan berikut:

$$\omega = \frac{2\pi N}{60} \dots\dots\dots(6)$$

ω : Kecepatan sudut (rad /s)

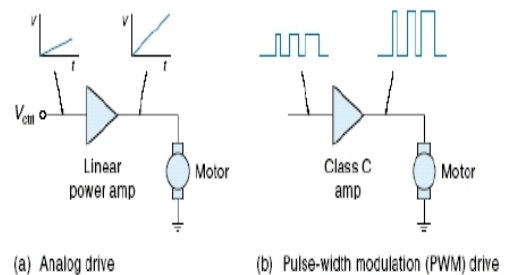
N:Kecepatan Putaran Per Menit (RPM)

Kesimpulannya, dari Tenaga dan Torsi kita bisa mendapatkan kecepatan sudut yang

nantinya digunakan untuk mendapatkan kecepatan linier.[4]

• **Kontrol Kecepatan Motor**

Terdapat beberapa rangkaian untuk mengatur laju putar motor. Sebenarnya penggunaan istilah pengaturan laju kurang tepat karena yang diubah adalah energi listrik menjadi torsi, sedangkan laju ditentukan oleh torsi dan bebannya.Terdapat dua teknik untuk menggerakkan (*drive*) motor yang pertama disebut analog drive yaitu suatu rangkaian interfacing yang digunakan untuk memperkuat sinyal dari pengatur (*controller*) agar cukup untuk menggerakkan motor, biasanya berupa Linear Power Amplifier, sedangkan teknik kedua adalah untuk menggerakkan motor dengan metode *Pulse-width modulation* (PWM). Pada teknik ini daya disuplai ke motor dalam bentuk pulsa DC dengan tegangan yang tetap. Lebar pulsa divariasikan untuk mengatur laju motor, semakin besar lebar pulsa maka semakin besar laju rata-rata motor. *Frekuensi* pulsa sangat besar sehingga membuat motor berputar secara halus.[5]



Gambar 3. Lebar Pulsa [2]

• **Kecepatan Las**

Kecepatan las yang dibutuhkan untuk mengelas alat bantu las rotary positioner table pada umumnya rata-2 adalah 1 s/ d 20 rpm, tergantung dari benda kerja yang akan dilas. Kecepatan pengelasan tergantung pada jenis elektroda, diameter inti elektroda, bahan yang dilas, geometri sambungan, ketelitian sambungan dan lain-lainnya.[6]

• **Roda Gigi reduksi**

Roda gigi adalah bagian dari mesin yang berputar yang berguna untuk mentransmisikan daya. Roda gigi memiliki gigi-gigi yang saling

bersinggungan dengan gigi dari roda gigi yang lain. Dua atau lebih roda gigi yang bersinggungan dan bekerja bersama-sama disebut sebagai transmisi roda gigi, dan bisa menghasilkan keuntungan mekanis melalui rasio jumlah gigi. Roda gigi mampu mengubah kecepatan putar, torsi, dan arah daya terhadap sumber daya. Tidak semua roda gigi berhubungan dengan roda gigi yang lain; salah satu kasusnya adalah pasangan roda gigi dan pinion yang bersumber dari atau menghasilkan gaya translasi, bukan gaya rotasi. Gigi reduksi (*wormgear*) seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.4 berfungsi untuk mengurangi kecepatan putaran motor dan juga untuk meningkatkan torsi poros motor, oleh karena itu pemilihan gigi reduksi penting dalam perencanaan perancangan alat *Rotary Positioner Table*. [7]



Gambar 4 Roda gigi Reduksi *Wormgear*

3. METODOLOGI PENELITIAN

• Waktu dan Tempat

Pembuatan alat dilakukan di laboratorium MAMP (Material and Manufacturing Proses UIKA), pada bulan November 2016 s/d Januari 2017, dengan berbagai tahapan.

• Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan untuk membuat *Rotary Positioner Table* adalah sebagai berikut :

a. Mesin Bor

Mesin bor berfungsi untuk membuat lubang-lubang pada meja positioner / meja putar

b. Gergaji Mesin

Gergaji mesin digunakan untuk memotong besi plat dan besi hollo

c. Mesin Las

Mesin las berfungsi untuk menyambung kerangka alat yang akan dibuat.

e. Gerinda Tangan

Gerinda tangan berfungsi untuk menghaluskan muka meja putar dan lasan pada sambungan besi plat dan besi hollo.

• Bahan

a. Long Dratt

Long drat digunakan untuk merubah posisi meja putar yang diinginkan dengan cara memutar tuas pada lengan putar.

b. Besi Hollo

Besi hollo digunakan untuk rangka alat dan harus mampu menahan beban benda kerja yang diinginkan.

c. Besi Plat

Besi plat digunakan untuk rangka alat bagian atas yang langsung menerima beban benda kerja.

d. Besi Plat Bulat

Besi plat bulat digunakan sebagai meja putar / positioner sebagai dudukan langsung benda kerja yang akan dilas.

e. Motor Dc dan Gear Box

Motor dc berfungsi untuk memutar meja kerja putar dengan kecepatan putar yang diinginkan sedangkan gear box digunakan untuk mereduksi / mengurangi kecepatan putaran yang dibutuhkan saat pengelasan.

f. Pillow Blok Bearing

Pillow blok bearing berfungsi sebagai dudukan poros untuk menahan beban motor dan meja putar.

g. Panel Control Box

Panel control box digunakan sebagai tempat kontrol kecepatan dan kontrol kelistrikan alat bantu las *Rotary Positioner Table*.

h. Limit Switch

Limit switch digunakan untuk membalik arah putaran motor dc

i. Trafo

Trafo digunakan untuk menurunkan tegangan dari 220 v menjadi 24 volt

j. Kabel Listrik

Kabel listrik berfungsi sebagai media untuk menyalurkan energi listrik ke komponen-komponen yang membutuhkan.

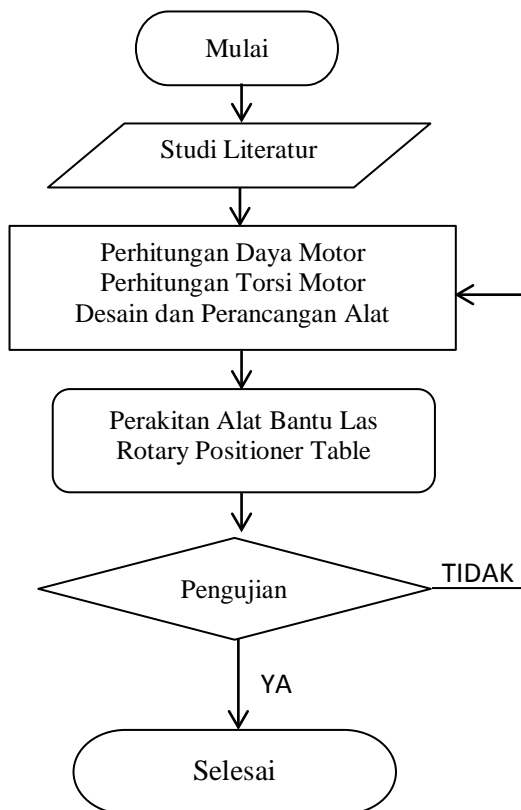
• Proses Produksi Pembuatan *Rotary Positioner Table*

Dalam pembuatan alat bantu las rotary positioner table tentunya ada tahapan-tahapan

dalam proses produksinya,tahapan- tahapan tersebut adalah sebagai berikut :

1. Pembuatan Rangka
Pembuatan rangka dilakukan sejak awal dengan menggunakan bahan besi hollo dan alat las untuk menyambungna.
2. Pemasangan Motor Dc dan Gear box
Gearbox berfungsi untuk mereduksi atau menurunkan kecepatan putaran motor disambung dengan motor dengan menggunakan flange
3. Pembuatan Meja Putar
Terbuat dari besi plat bulat,untuk melubangi meja tersebut menggunakan mesin bor.
4. Pemasangan Motor Dc di Rangka
Pemasangan motor dc yang telah tersambung dengan wormgear yang dipasang pada dudukan poros yang ditahan oleh pillow blox bearing,
5. Perakitan Limit Swich
6. Limit swicht berfungsi untuk membalik putaran sesuai keinginan welder dengan cara membalik polaritas tegangan,

Adapun proses penelitian mengikuti flowchart pada gambar 5 dibawah ini:



Gambar 5 Flowchart Penelitian

Penjelasan Gambar flowchart

1. Studi Literatur dengan cara mencari referensi yang relevan yang sesuai dengan penelitian yang akan dilakukan. Referensi didapatkan dari buku,jurnal,situs internet.
2. Perhitungan Daya dan torsi yang diperlukan untuk memutar benda kerja sesuai berat dan bentuk benda kerja.
3. Desain alat dibuat sedemikian rupa sehingga mampu menahan dan memutar benda kerja maksimal 100 kg,dengan arah beban vertikal.
4. Apabila pengujian alat baik maka dikatakan ya dan dianggap selesai,tapi apabila gagal/tidak dalam pengujian, maka perlu ditinjau kembali perhitungan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

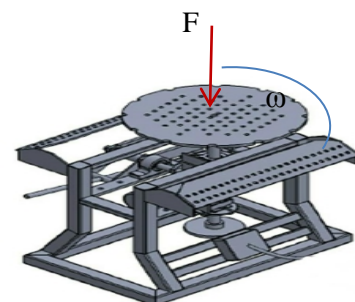
• Pemilihan Jenis Motor

Motor listrik yang akan kita gunakan sebagai penggerak benda kerja yang akan dilas adalah motor DC,dikarenakan motor tersebut dapat dikendalikan putaran sesuai kecepatan las yang dibutuhkan.Untuk mengendalikan laju putaran selain menggunakan gear box juga kita gunakan potensiometer.

• Menentukan Daya Motor Minimal

Motor listrik yang akan kita gunakan selain mudah dikendalikan putarannya juga harus mampu memutar benda kerja seberat 100 kg.Untuk memutar benda kerja dirancang dudukan dengan diameter 40 cm ($r = 20$ cm),dengan kecepatan putar meja antara 1 s/d 20 rpm,maka harus diketahui torsi dan daya minimal yang dibutuhkan.

Untuk menentukan daya yang dibutuhkan untuk memutar benda kerja seberat 100 kg beban vertikal dan dengan kecepatan putar 1 s/d 20 rpm kita harus mengetahui gaya-gaya yang bekerja pada motor listrik tersebut,



Gambar 6 Gaya yang bekerja pada Motor

Beban yang diterima tidak secara langsung diterima poros motor, akan tetapi melewati roda gigi reduksi. Roda gigi reduksi berfungsi mengurangi kecepatan putar yang tinggi menjadi lebih rendah, agar motor dapat menghasilkan torsi tinggi maka kita memilih motor putaran tinggi kemudian kita reduksi dengan gearbox rasio yang tinggi pula. Dalam hal ini penulis memilih motor dengan kecepatan putar 3000 rpm dengan gigi reduksi 1:50 (*worm gearbox*).

Tabel 1. Tabel *Wormgear* [8]

Worm gear units

DIN 3975/3976
Gearing right hand
Worm
171.....
hardened/ground
172.....
not hardened
not ground
Steel: 1.7131
(16 MnCr 5)

DIN 3975/3976
Verzahnung rechtsseitig
Schneckenwelle
171.....
gehärtet/geschliffen
172.....
nicht gehärtet
nicht geschliffen
Stahl: 1.7131
(16 MnCr 5)

Achseabstand 63 mm Centre distance

Modul	z_1	z_2	d_{a1}	d_{a2}	d	o	l_1	l_2	b_1	Bestell Nr. Part No.	Bestell Nr. Part No.	
7,25:1	3,15	4	33,5	39,6	27	40	75	126	40	1,03	171-431-433	172-431-433
9,75:1	2,5	4	26,5	31,5	27	40	75	126	40	0,882	171-425-426	172-425-426
12,25:1	2	4	28	32	27	35	75	126	32	0,931	171-420-426	172-420-426
14,50:1	3,15	2	33,5	39,6	27	35	75	126	40	1,04	171-431-233	172-431-233
19,50:1	2,5	2	26,5	31,5	27	35	75	126	40	0,900	171-425-226	172-425-226
24,50:1	2	2	28	32	27	35	75	126	32	0,931	171-420-226	172-420-226
29,00:1	3,15	1	33,5	39,6	27	35	75	126	40	1,04	171-431-133	172-431-133
39,00:1	2,5	1	26,5	31,5	27	35	75	126	40	0,900	171-425-126	172-425-126
49,00:1	2	1	28	32	27	35	75	126	32	0,931	171-420-126	172-420-126
61,00:1	1,6	1	28	31,2	27	30	75	126	30	0,935	171-418-126	172-418-126
83,00:1	1,25	1	22,4	24,9	25,5	25	75	126	25	0,785	171-412-122	172-412-122

Modul	z_1	z_2	d_{a1}	d_{a2}	d_2	d_2^{**}	b_2	l	(kg)	Bestell Nr. Part No.	Bestell Nr. Part No.	
7,25:1	3,15	4	29	102	60	25	66	26	32	1,50	176-431-429	1,31 175-431-429
9,75:1	2,5	4	39	107	60	25	78	22	32	1,57	176-425-439	1,36 175-425-439
12,25:1	2	4	49	104	60	25	80	20	32	1,44	176-420-449	1,25 175-420-449
14,50:1	3,15	2	29	102	60	25	66	26	32	1,50	176-431-229	1,31 175-431-229
19,50:1	2,5	2	39	107	60	25	78	22	32	1,57	176-425-239	1,36 175-425-239
24,50:1	2	2	49	104	60	25	80	20	32	1,44	176-420-249	1,25 175-420-249
29,00:1	3,15	1	29	102	60	25	66	26	32	1,50	176-431-129	1,31 175-431-129
39,00:1	2,5	1	39	107	60	25	78	22	32	1,57	176-425-139	1,36 175-425-139
49,00:1	2	1	49	104	60	25	80	20	32	1,44	176-420-149	1,25 175-420-149
61,00:1	1,6	1	61	104	60	20	81	20	32	1,46	176-418-161	1,29 175-418-161
83,00:1	1,25	1	83	107,4	60	20	87	16	26	1,32	176-412-183	1,15 175-412-183

Worm wheel
176.....
Specialbronze **
Hub: Stahl
175.....
Cast iron

Schneckenrad
176.....
Spezialbronze **
Nabe: Stahl
175.....
Gruß

* z_1, z_2 : Zähne - Gänge / Number of teeth - threads; d_2^{**} ca. \neq St / Bronze; i = Übersetzungsverh./ratio

Untuk menghitung torsi kita harus mengetahui beban benda kerja yang ditanggung/diputar dan jarak (r) beban ke titik pusat poros motor. Rumus Torsi adalah $\tau = F \cdot r$ (N.m), dengan F adalah gaya beban yang akan diputar, dengan rumus $F = w \cdot g$, w adalah berat benda dan g gaya gravitasi bumi (10 m/dt).[7]

Parameter untuk menghitung torsi yang belum didapatkan adalah jarak (r), untuk menentukan r dapat kita cari dari table 4.1. wormgear yang mempunyai perbandingan rasio 1:50.

Dari table 3.1. diatas dapat kita ketahui dimensi wormgear dengan gigi rasio 1:50 adalah diameter wormgear (gigi cacing) adalah $d = 28$ mm dan roda gigi pasangannya adalah berdiameter $d = 104$, dengan demikian r roda gigi 1 adalah 14 mm dan r roda gigi 2 adalah 52, sehingga r total sebagai jarak untuk menghitung torsi adalah 66 mm atau 0,066 meter, sehingga dapat dilakukan perhitungan torsi sebagai berikut :

$$F = w \cdot g = 100 \times 10 = 1000 \text{ N}$$

$$\tau = F \cdot r = 1000 \times 0,066 = 66 \text{ Nm}$$

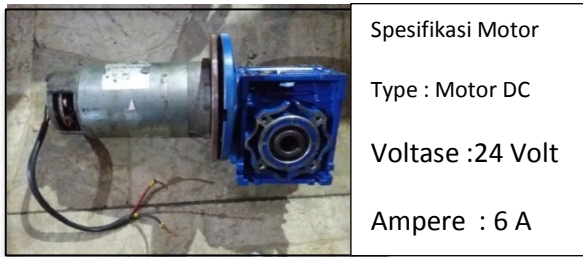
Dari perhitungan diatas dapat kita cari daya motor minimal, akan tetapi ada satu factor lagi yang harus kita ketahui yaitu kecepatan radial untuk memutar benda kerja seberat 100 kg. Seperti sudah kita ketahui bahwa alat bantu Rotary Positioner Table selain mampu menanggung beban 100 kg juga dapat dikendalikan kecepatan putarnya yaitu 1 s/d 20 rpm. Dapat kita asumsikan kecepatan putar motor 20 rpm, untuk menghitung daya motor (P) harus kita konversikan ke kecepatan radial dalam rad/dt, dengan rumus $(20 \times 2 \times 3,14) / 60 = 2,09$ rad/dt, sehingga dapat ditentukan daya motor sebesar:

$$P = \tau \cdot \omega = 66 \times 2,09 = 138 \text{ watt}$$

Analisa perhitungan daya diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa untuk memutar beban maksimal 100 kg dengan menggunakan wormgear dengan perbandingan rasio 1 : 50 dengan kecepatan putar 20 rpm dibutuhkan daya minimal motor adalah 138 watt, dengan demikian kita harus memilih motor yang mempunyai daya diatas daya minimal tersebut.

4.3. Spesifikasi Motor Dc yang Dipilih

Berdasarkan perhitungan diatas maka penulis memilih jenis motor Dc Amer, Voltase 24 volt, 3000 rpm dan gigi rasio 1 : 50, seperti gambar dibawah ini:



Spesifikasi Motor
 Type : Motor DC
 Voltase :24 Volt
 Ampere : 6 A

Gambar 7 Motor Listrik DC dengan Gear Box

Motor listrik yang dipakai dengan spesifikasi motor 24 v dc. 6A. 3000 rpm, diharapkan mampu memutar benda kerja sesuai beban benda kerja yang akan dilas, sedangkan gear box yang dipakai adalah mempunyai spesifikasi gigi rasio 1:50, sehingga putaran motor diharapkan menjadi 60 RPM.

• **Analisa Kecepatan, Daya dan Torsi Motor Beban Normal**

Putaran motor yang diharapkan untuk mengelas adalah dengan kecepatan 1 s/d 20 RPM, sehingga untuk mencapai putaran tersebut dibutuhkan suatu alat untuk menurunkan kecepatan motor tersebut dengan menggunakan metode PWM yang berfungsi untuk menurunkan tegangan sehingga diharapkan putaran mesin akan turun, untuk itu diperlukan beberapa langkah penelitian/pengujian yaitu dengan cara menaikkan dan menurunkan voltase dari sekala 1,2,4,6, dan 8 pada saklar speed kontrol pada gambar 4.3, untuk mengetahui perubahan yang dihasilkan arus dan kecepatan putaran motornya, dengan hasil yang disajikan pada tabel 4.2

Tabel 2. Hasil Penelitian

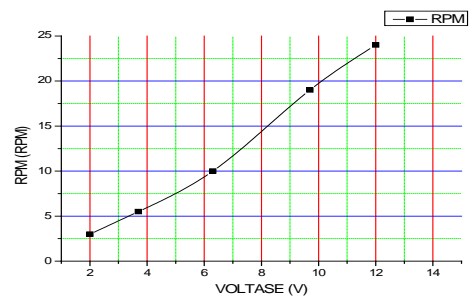
NO	voltase V	ARUS I	RPM
0	0	0	0
1	2	1,8	3
2	3,7	3,4	5,5
4	6,3	4	10
6	9,7	4,5	19
8	12	5,3	24



Gambar 8. Box Speed Kontrol

Penelitian pertama yang dilakukan adalah untuk mengetahui berapa voltase, arus dan kecepatan putar motor tanpa beban / beban hanya meja kerja (putar) seberat 17 kg.

Untuk memudahkan dalam menganalisa hubungan kecepatan putar motor dan voltase dari hasil tabel 2 akan kita gambarkan melalui gambar 9.



Gambar 9 Grafik Hub. Voltase dan RPM

Dari hasil gambar grafik 3.4 dapat ditarik kesimpulan bahwa grafik tersebut adalah grafik linier, dalam arti bahwa semakin tinggi voltasenya semakin tinggi pula RPM motornya.

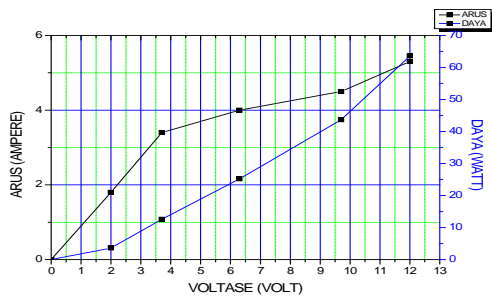
Dari hasil penelitian dalam table 2 kita dapat mencari besarnya daya motor dan torsi motor secara teoritis dengan menggunakan rumus Daya $P = V \cdot I$ dalam watt dan rumus Torsi $\tau = P / \omega$ dalam N.m, hasil perhitungan akan disajikan dalam bentuk tabel 3 dibawah ini,

Tabel 3. Daya dan Torsi Motor

NO	Voltase V	Arus I	RPM	DAYA Watt	ω rad/dt	TORSI Nm
0	0	0	0	0	0	0
1	2	1,8	3	3,6	0,315	11,5
2	3,7	3,4	5,5	12,6	0,6	21,9
4	6,3	4	10	25,2	1,1	24,1
6	9,7	4,5	19	43,7	2	22
8	12	5,3	24	63,6	2,5	25

Untuk menganalisa daya yang dibutuhkan dan hubungan antara voltase, arus dan daya

motor yang dihasilkan dapat digambarkan pada gambar grafik 4.5. sebagai berikut :



Gambar 10 Grafik Hubungan antara P,V dan I

Dari gambar 10 dapat dijelaskan bahwa apabila kita naikkan voltase listriknya maka akan ada kenaikan arus listrik dengan demikian daya motor akan naik pula.

Alat bantu las *positioner table* menggunakan meja putar sebagai dudukan atau tempat benda kerja dilas, dengan dimensi diameter 40 cm ($r = 20$ cm) dan berat 17 kg, selain itu arah gerakan tegak lurus dan dapat digerakan dengan sudut miring 45° dan 90° , seperti yang ditunjukkan pada gambar 11 dan gambar 12, untuk itu perlu diperhitungkan juga torsi sesuai diameter meja putar dan torsi ketika sudut 45° dan 90° . Tabel 4 merupakan tabel perhitungan torsi dengan beban kerja dengan meja putar dengan sudut tegak lurus dan sudut 45° dan 90° .



Gambar 11. Gambar Positioner Table Posisi Sudut 45°



Gambar 12. Positioner Table Posisi Sudut 90°

Tabel 4 Torsi Motor Beban Normal sudut Putar 45°

NO	DAYA Watt	ω rad/dt	TORSI Nm	TORSI KG.f.cm	sudut 45°
0	0	0	0	0	0
1	3,6	0,31	11,46	116,86	81,802
2	12,58	0,58	21,85	222,8	155,96
4	25,2	1,05	24,08	245,55	171,885
6	43,65	1,99	21,95	223,83	156,681
8	63,6	2,512	25,32	258,2	180,74

• **Pengujian Beban 100 kg**

Untuk pengujian beban maksimal dilakukan secara bertahap dengan beban awal tanpa beban, pengujian kedua dengan beban 50 kg, dan pengujian beban ketiga dengan beban 83 kg, dengan asumsi pengujian tanpa beban 17 kg (berat meja putar).

Tabel 5 Pengujian dengan beban maksimal 100 kg

No	Beban	RPM	KET
1	Tanpa beban (17 kg)	4	OK
2	Beban 33 kg (50 kg)	4	OK
3	Beban 100 kg (83 Kg)	4	OK



Gambar.13 Alat Peraga Beban 100 kg



Gambar 14 Uji Beban 100 Kg



Gambar15 Penimbangan Beban 30 kg



Gambar 16 Uji Beban 50 Kg Sudut 45°

Pengujian kedua adalah pengujian beban 50 kg dengan posisi sudut putar 90° dan 30 kg

dengan sudut 45°, dari hasil pengujian menunjukkan motor mampu memutar benda kerja posisi vertikal dengan beban kerja 100 kg dan mampu memutar beban kerja sudut 45 dan 90 derajat dengan beban 50 dan 30 kg.



Gambar 17 Pengujian Beban 30 kg sudut 90°

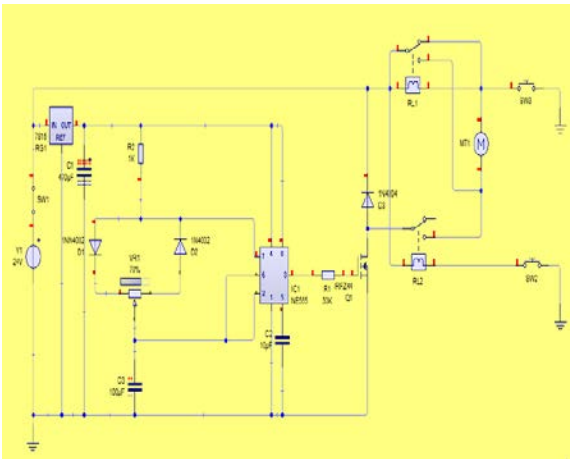
4.6. Kontrol Kecepatan

Untuk kontrol kecepatan kita menggunakan teknik PWM. Dengan metode ini motor DC diberikan sumber tegangan yang stabil dengan frekuensi kerja yang sama tetapi *ton duty cycle pulsa* kontrol kecepatan motor DC yang bervariasi. Konsep PWM pada driver motor DC adalah mengatur lebar sisi positif dan negative pulsa kontrol pada frekuensi kerja yang tetap. Semakin lebar sisi pulsa positif maka semakin tinggi kecepatan putar motor DC dan semakin lebar sisi pulsa negatif maka semakin rendah kecepatan putar motor DC.[3]



Gambar 18 PWM dan Spesifikasinya

Metode PWM pada driver motor DC secara singkat dapat dijelaskan menggunakan rangkaian driver motor DC satu arah dengan kontrol PWM menggunakan IC NE555 seperti pada rangkaian dibawah.

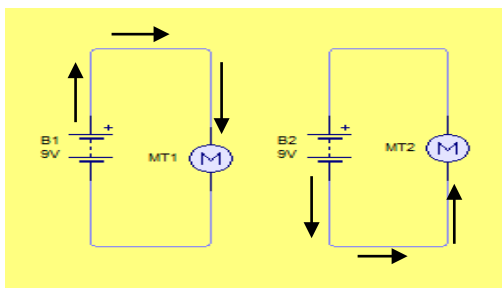


Gambar19. Rangkaian PWM Pada Motor Dc

Rangkaian sederhana diatas dapat memberikan gambaran tentang teknik PWM pada driver motor DC. IC555 diset sebagai astabil *multivibrator* dengan frekuensi kerja tetap (nilai RC tetap) dengan output diberikan ke rangkaian driver motor DC sederhana dengan *mosfet*. Konsep dasar kontrol PWM menggunakan rangkaian diatas terletak pada penambahan dua buah diode yang mengendalikan proses *charge* dan *discharge* kapasitor 100nF. Posisi tuas potensiometer 10K yang terhubung dengan dua buah diode tersebut akan menentukan waktu *charge* atau *discharge* kapasitor 100nF.

• **Pembalikan Putaran**

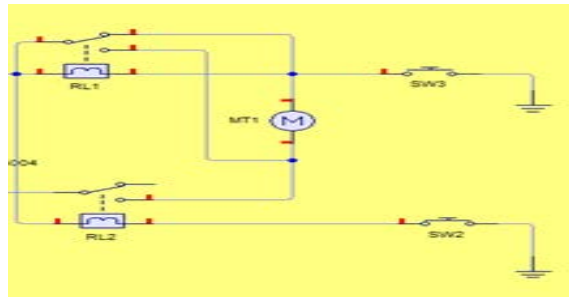
Dalam aplikasinya seringkali sebuah motor digunakan untuk arah yang searah dengan jarum jam maupun sebaliknya. Untuk mengubah putaran dari sebuah motor dapat dilakukan dengan mengubah arah arus yang mengalir melalui motor tersebut.



Gambar 20. Pengaturan Arah Putar Motor

Pada awalnya motor berputar searah jarum jam, kemudian dengan membalik polaritas tegangan yang diberikan, maka motor akan berubah arah putarannya. Agar perubahan polaritas tegangan motor dapat

dilakukan dengan mudah, maka hal ini dilakukan dengan menggunakan dua buah saklar seperti pada gambar dibawah ini.[4]



Gambar 21. Rangkaian Pembalik Putaran Motor

• **Cara Pengoperasian Mesin**

Untuk mengoperasikan mesin ini ada beberapa prosedur yang harus kita kerjakan,apabila proseddu ini tidak kita kerjakan maka alat ini tidak kan berfungsi dengan baik,prosedur tersebut adalah sebagai berikut :

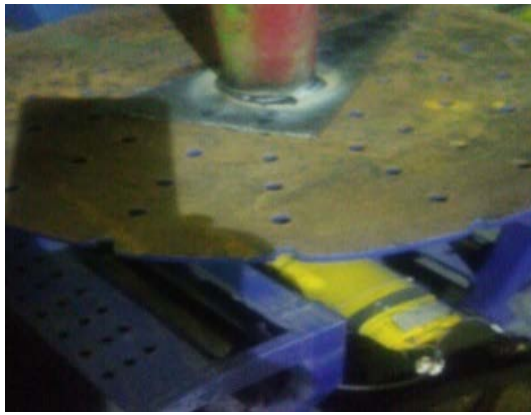
1. Hubungkan kabel Power ke Stop kontak
2. Hidupkan Saklar Power on/off
3. Tunggu kira-kira 60 detik/ 1 menit agar arus stanby maksimal
4. Saklar Potensiometer dalam posisi Minimal
5. Tekan pedal pembalik kiri / kanan sesuai putaran yang diinginkan
6. Untuk menurunkan putaran meja kerja dengan cara menurunkan voltasenya pada saklar potensiometer.
7. Setelah pemakaian kembalikan voltase minimal pada potensiometer.

• **Pengujian Pengelasan**

Pengujian lasan diperlukan untuk mengetahui sejauh mana kualitas lasan pada benda kerja yang diletakkan diatas meja kerja yang berputar dan berapa rpm kecepatan meja kerja tersebut berputar hingga dapat diketahui hasil lasan yang baik,pada gambar 3.18 dan 3.19 menunjukkan pengujian lasan dan hasil lasan:



Gambar 22 Uji Pengelasan



Gambar 23. Hasil Pengelasan

Percobaan pengelasan menggunakan pipa, yaitu dengan cara pengelasan diameter / keliling pipa dengan menggunakan las listrik dan kecepatan putar yang ideal untuk pengelasan pipa tersebut adalah 2,9 rpm.

4. SIMPULAN & SARAN

• Kesimpulan

Telah dilakukan perhitungan dan pengujian pengelasan dengan beban yang sudah ditentukan, maka dapat disimpulkan bahwa alat bantu las Rotary Positioner Table adalah :

1. Daya motor minimal yang dibutuhkan untuk memutar beban 100 kg dengan kecepatan lasan 1 s/d 20 rpm adalah 5 s/d 40 watt.
2. Kecepatan meja kerja las dapat diatur dengan mengatur voltase listrik dengan potensiometer (PWM) dengan kecepatan lasan 2 s/d 3 rpm.
3. Dengan menganalisa table 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.

• Saran

Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam penelitian atau perancangan alat ini adalah,

1. Dalam memilih spesifikasi motor dc hendaknya tidak jauh dari perhitungan daya secara teoritis (138 Watt)
2. Untuk lebih baiknya dimunculkan (visualisasi gambar) pengukuran secara digital untuk rpm dan arusnya untuk keakuratan penelitian.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Afandi, Ahmad (2015) Rancang Bangun *Positioner* Untuk Alat Bantu Pengelasan Dengan Beban Maksimum 250 Kg (Biaya Produksi I). eprints.polsri.ac.id/1659/, (diakses) pada tanggal 2 oktober 2017
- [2] Motor Dc ,elib. unikom.ac.id/files/disk1/389/jbptunikompp-gdl-yeffryhand-19449-9-bab9, diakses pada tanggal 8 oktober 2016.
- [3] Drs. K. Kamajaya, M.Sc.,2003, Fisika Untuk SMU, Jakarta, Grafindo Media Pratama.
- [4] George H. Martin,1995,Kinematika dan Dinamika Teknik, *second edition*, Jakarta, Penerbit Erlangga.
- [5] Kendali Putaran Motor DC dengan PWM, www.academia.edu/.../Kendali_Putaran_Motor_DC_dengan_PWM
- [6] Pengaruh Kecepatan Pengelasan pada *Submerged Arc Welding* Baja SM 490 Terhadap Ketangguhan Beban Impak, jurnalmesin.petra.ac.id/index.php/mes/article/view/16215, diakses pada 5 oktober 2017.
- [7] *Worm Gear European Standard, Worm gear units manufacture*, <http://www.powertransmissions.com/Gear&rack/Worm-20Gears-European-20Standard.htm>, (diakses)5 oktober 2017.
- [8] Roda Gigi, Jenis-jenis Roda Gigi, Roda Gigi Cacing, https://id.wikipedia.org/wiki/Roda_gigi#Roda_gigi_cacing, diakses 5 Oktober 2017.