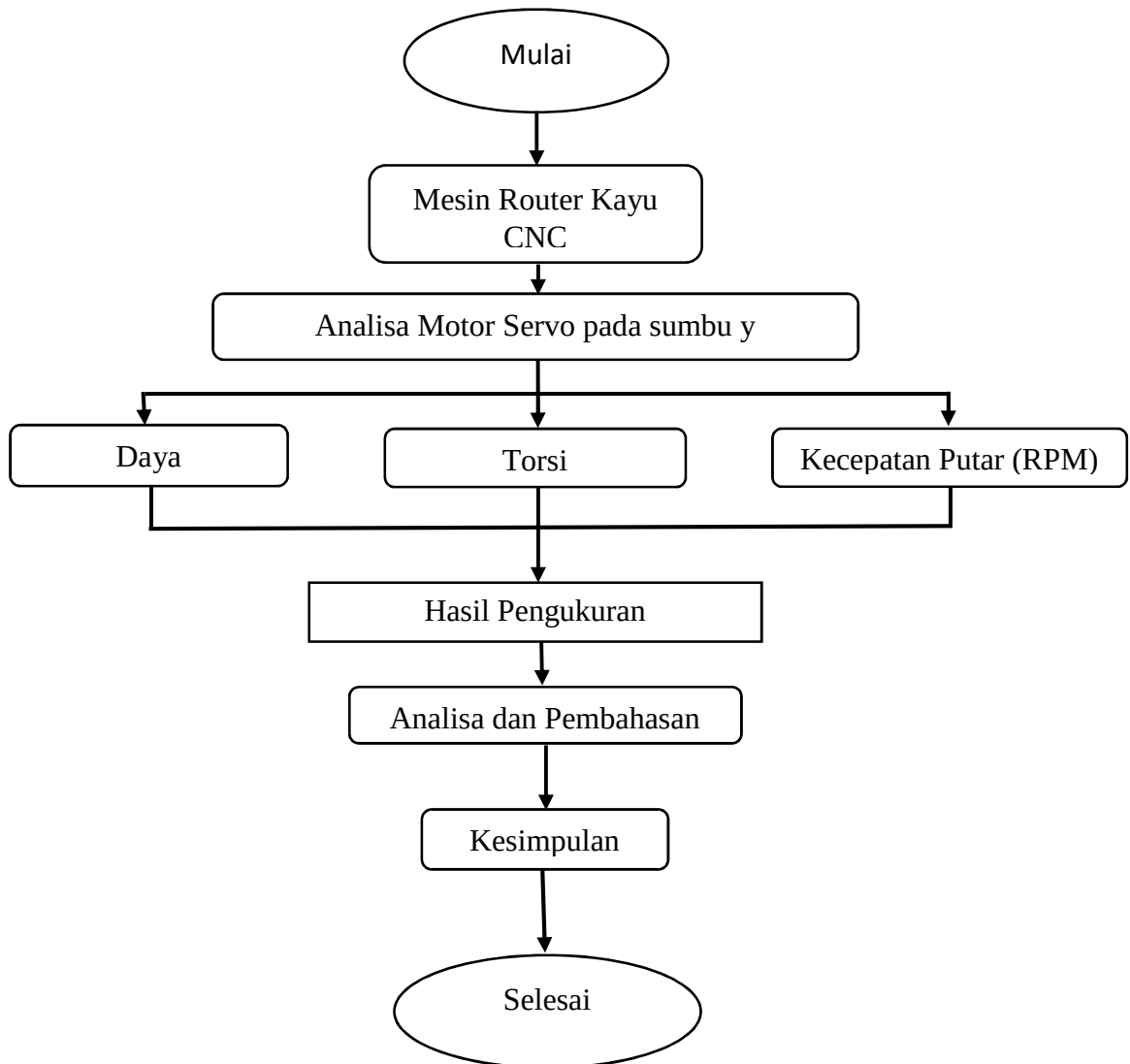


BAB III

METODELOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 : Diagram alir^[2]

3.2 Motor Servo

3.2.1 Definisi Motor Servo

Motor servo adalah sebuah motor dengan sistem closed feedback dimana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian control yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor, serangkaian gear, potensiometer, dan rangkaian kontrol. Motor servo biasa bergerak mencapai sudut tertentu saja dan tidak kontinu seperti motor DC. Motor servo mempunyai torsi yang cukup besar, biasa digunakan untuk aplikasi pada pergerakan lengan robot, pada mainan mobil remote kontrol, dan lain sebagainya.

Motor servo memiliki beberapa keunggulan, antara lain :

1. Output yang besar walaupun bentuk nya kecil.
2. Memiliki encoder untuk member tahu apabila ada *error*.
3. Efisiensi yang tinggi.
4. Memiliki torsi yang besar.

Selain itu motor servo juga memiliki beberapa kelemahan, antara lain :

1. Membutuhkan proses tuning untuk menstabilkan *feedback* nya.
2. Motor akan terus bergerak walaupun ada sesuatu yang menahannya.
3. Lebih kompleks dalam menggunakannya karena membutuhkan encoder.

4. *Brushnya* mempunyai umur pakai 2000 jam, sehingga dibutuhkan service.
5. Apabila membawa beban berlebihan, motor akan rusak.



Gambar 3.2 Motor Servo^[2]

3.3 Jenis jenis motor servo

a. Motor Servo Standar 180°

Motor servo jenis ini hanya mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) dengan defleksi masing-masing sudut mencapai 90° sehingga total defleksi sudut dari kanan – tengah – kiri adalah 180°.

b. Motor Servo Continuous

Motor servo jenis ini mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) tanpa batasan defleksi sudut putar (dapat berputar secara kontinyu).

3.4 Torsi dan Rpm

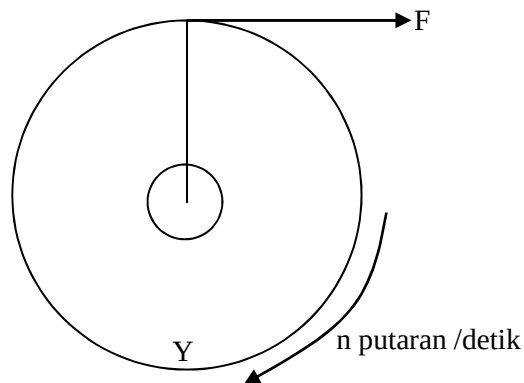
Torsi adalah perkalian antara gaya dengan jarak. Selama proses usaha maka tekanan-tekanan yang terjadi di dalam silinder motor menimbulkan suatu gaya yang luar biasa kuatnya pada torak. Gaya tersebut dipindahkan kepada pena engkol melalui batang torak, dan mengakibatkan adanya momen putar atau torsi pada poros engkol. Untuk mengetahui besarnya torsi digunakan alat *dynamometer*.

Erwin (2009) berpendapat bahwa torsi adalah puntir yang terjadi pada batang lurus apabila batang tersebut dibebani momen yang cenderung menghasilkan rotasi terhadap sumbu longitudinal batang. Sebagai contoh dalam kehidupan sehari-hari yaitu jika seseorang memutar obeng, maka tangannya memberikan torsi ke obeng.

Demikian pula halnya dengan komponen struktur suatu bangunan. Jika diperhatikan lebih seksama, sebenarnya balok-balok pada bangunan mengalami torsi akibat beban-beban pada pelat. Demikian pula halnya dengan kolom. Namun torsi pada kolom kebanyakan diakibatkan oleh gaya-gaya yang arahnya horizontal seperti gaya angin ataupun gempa.

1. Torsi Motor Arus Searah

Torsi merupakan putaran atau pemuntiran dari suatu gaya terhadap suatu poros. Torsi diperoleh dari hasil kali gaya tersebut dengan jari – jari lingkaran dimana gaya tersebut bekerja. Perhatikan Gambar berikut :



Gambar 3.3 Suatu Motor Berputar Karena Mengalami Suatu Gaya^[2]

Pada suatu motor dengan jari – jari r meter bekerja suatu gaya F newton yang menyebabkan benda berputar dengan kecepatan n putaran per detik. Maka torsi dari motor tersebut dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$T = F \times r \dots\dots\dots (3.1)^{[2]}$$

Dimana :

T = torsi benda (*Newton-meter*)

F = gaya yang bekerja pada benda (*Newton*)

R = jari – jari benda (*meter*)

Di dalam motor arus searah, setiap konduktor di bagian permukaan jangkar akan mengalami gaya F pada suatu jarak r yang merupakan jari jari jangkar.

Dengan demikian, masing-masing konduktor menghasilkan suatu torsi yang cenderung untuk memutar. Jumlah seluruh torsi yang dihasilkan oleh konduktor jangkar disebut torsi jangkar (T_a).

$$T_a = 9,55 \times \frac{E_a \times I_a}{n} \dots\dots\dots (3.2)^{[2]}$$

Dimana $003Ax$

T_a = torsi jangkar motor arus searah (Newton-meter)

E_a = gaya gerak listrik lawan motor arus searah (Volt)

n = putaran rotor (rpm)

I_a = arus jangkar motor arus searah (Ampere)

2. Jenis – Jenis Motor Arus Searah

Berdasarkan sumber tegangan penguatannya, motor arus searah dapat dibagi menjadi dua, yaitu :

- a. Motor arus searah penguatan bebas
- b. Motor arus searah penguatan sendiri

a. Motor Arus Searah Penguatan Bebas

Motor arus searah penguatan bebas adalah motor arus searah yang sumber tegangan penguatannya berasal dari luar motor. Pada motor ini, kumparan medan tidak terhubung dengan kumparan jangkar. Masing-masing kumparan tersebut disuplai dengan sumber tegangan DC tersendiri.

b. Motor Arus Searah Penguatan Sendiri

Motor arus searah penguatan sendiri adalah motor arus searah yang sumber tegangan penguatannya berasal dari motor itu sendiri. Dimana kumparan medan berhubungan langsung dengan kumparan jangkar. Kumparan medan dapat dihubungkan secara seri maupun paralel dengan kumparan jangkar dan dapat juga dihubungkan dengan keduanya, yaitu secara seri dan paralel, tergantung pada jenis penguatan yang diberikan terhadap motor.

Berdasarkan hubungan kumparan medan dengan kumparan jangkarnya, motor arus searah penguatan sendiri dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

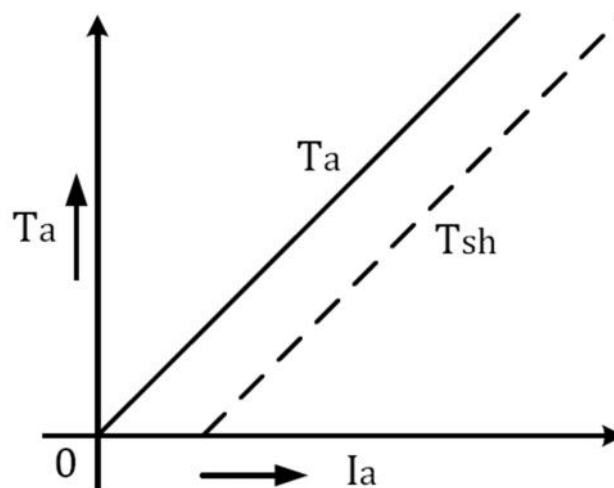
- a. Motor arus searah penguatan seri
- b. Motor arus searah penguatan shunt
- c. Motor arus searah penguatan kompon

3. Karakteristik Motor Arus Searah

Karakteristik dari suatu motor harus diketahui, karena karakteristik dari suatu motor akan mencerminkan performansi (unjuk kerja) dari motor listrik tersebut selama kondisinya. Untuk motor arus searah penguatan seri dan motor arus searah penguatan shunt hanya memiliki satu komponen medan. Sedangkan untuk motor arus searah penguatan kompon memiliki dua kumparan medan yakni kumparan medan shunt dan kumparan medan seri. Pada motor arus searah penguatan shunt terdapat tiga karakteristik, yaitu :

a. Karakteristik torsi – arus jangkar (T_a/I_a)

Arus medan I_{sh} besarnya konstan karena kumparan medan langsung terhubung dengan tegangan sumber (V_t) yang juga dianggap konstan. Oleh karena itu fluksi di dalam motor DC shunt hampir dapat dikatakan konstan. Dari persamaan $T_a \propto \phi \cdot I_a$ menunjukkan jika ϕ adalah konstan (pada motor DC shunt), maka besar torsi akan bertambah secara linear dengan bertambahnya I_a . Untuk lebih jelasnya, bentuk kurva karakteristik torsi – arus jangkar dapat dilihat pada Gambar berikut :

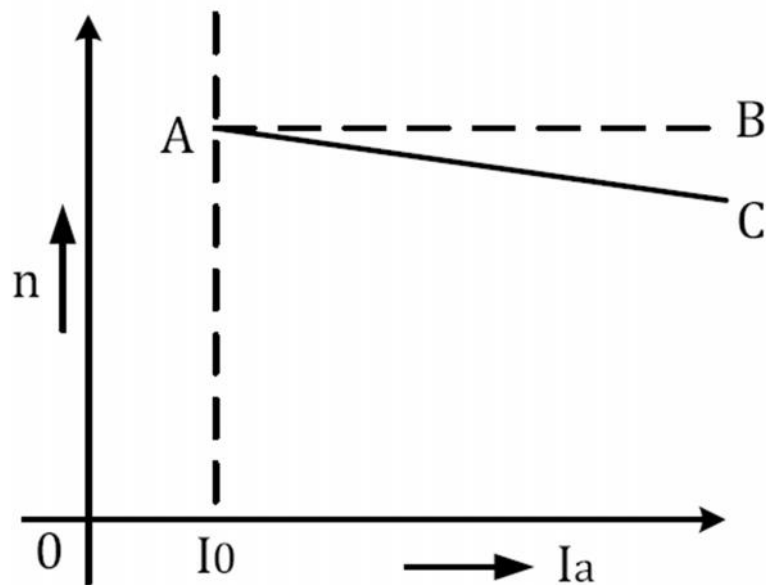


Gambar 3.4 Kurva karakteristik torsi – arus jangkar (T_a/I_a)^[2]

b. Karakteristik putaran – arus jangkar (n/I_a)

Kecepatan motor DC adalah [B.L Theraja hal 1008] : $n \propto E_a/\phi$. Fluksi ϕ dan ggl lawan E_a di dalam motor DC shunt hampir konstan di bawah kondisi normal. Dengan demikian, kecepatan motor DC shunt selalu konstan walaupun arus jangkar berubah – ubah nilainya. Dengan kata lain, ketika beban bertambah, E_a dan ϕ berkurang

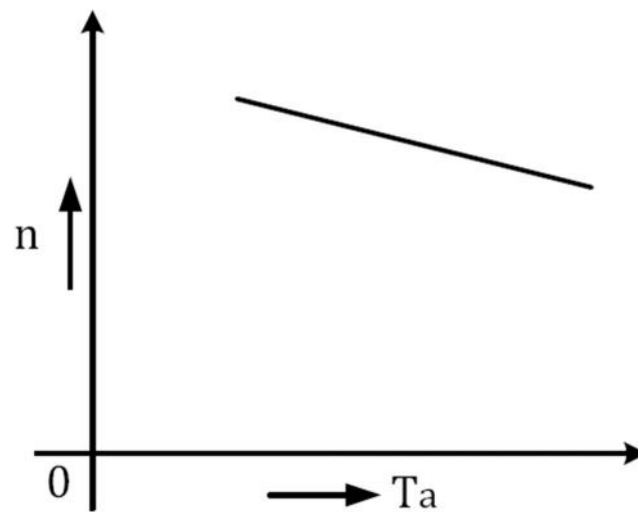
karena drop tahanan jangkar dan reaksi jangkar. Bagaimanapun, E_a berkurang lebih sedikit daripada ϕ sehingga dengan demikian kecepatan motor menurun sedikit dengan pertambahan beban (garis AC). Untuk lebih jelasnya bentuk kurva putaran – arus jangkar dapat dilihat pada Gambar berikut :



Gambar 3.5 Kurva karakteristik putaran – arus jangkar (n/I_a)^[2]

c. Karakteristik putaran – torsi (n/T_a)

Karakteristik putaran – torsi diperoleh dengan menggambarkan nilai n dan T_a untuk berbagai arus jangkar (I_a). Dari kurva dapat dilihat bahwa kecepatan sedikit menurun seiring dengan pertambahan beban. Untuk lebih jelasnya karakteristik putaran – torsi dapat dilihat pada Gambar berikut :



Gambar 3.6 ; Kurva karakteristik putaran – torsi (n/T_a)^[2]

3.5 Komponen Motor Servo



Gambar 3.7 : komponen motor servo^[2]

Motor servo adalah sebuah motor yang dilengkapi rangkaian kendali dengan sistem *feedback* yang terintegrasi dalam motor tersebut, sehingga dapat diatur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari

poros *out put* motor. Motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian *control*, dan *potensio meter*.

Prinsip kerja motor servo, motor servo di kendalikan dengan memberikan *signal* modulasi lebar pulsa (*pulse wide modulation* / PWM) melalui kabel *control*. Lebar pulsa *signal control* yang diberikan akan menentukan posisi sudut putaran dari motor servo, sudut putarnya adalah 180 derajat yang dapat di oprasikan dua arah (*clock wise* / *counter clock wise*) dan di atur oleh *driver* suatu bentuk khusus kendalian berbasis mikroprosesor yang memanfaatkan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan instruksi-instruksi dan untuk maengimplementasikan fungsi-fungsi isal logika, *sequencing*, pewaktuan (*timing*), pencacah (*counting*) dan aritmatika guna mengendalikan mesinmesin dan proses-proses.

Pada motor servo posisi putaran sumbu (*axis*) dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo.

Motor Servo terdiri atas 3 unsur: *motor*, *encoder*, dan *driver*. *Driver* memiliki peran membandingkan perintah posisi dan posisi encoder/informasi kecepatan dan mengendalikan *driver* saat ini. Servo motor selalu mendeteksi kondisi motor dari posisi *encoder* dan informasi kecepatan.

3.5.1 Kontruksi motor servo

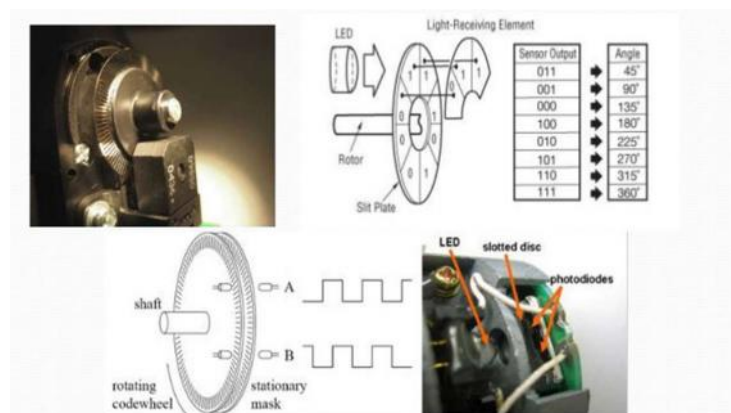
1. *Encoder*

Motor servo memiliki detektor putaran (*enconder*) yang terpasang pada bagian belakang poros motor untuk mendeteksi posisi dan kecepatan dari rotor.

Hal ini memungkinkan resolusi yang tinggi, respons yang cepat saat pengoprasian posisi.

Encoder adalah sebuah sensor untuk mendeteksi kecepatan dan posisi motor. Cahaya dari *LED* melewati pola deteksi posisi pada celah disk dan dibaca oleh elemen penerima cahaya.

Semua pola untuk pendeteksi posisi absolute tergantung pada sudut putaran pada encoder. CPU terpasang pada sudut putaran pada *encoder*. CPU terpasang pada encoder untuk menganalisis pola pendeteksi posisi absolut. Posisi data saat ini ditransmisikan menuju *servo driver* lewat transmisi serial.



Gambar 3.8 : *encoder*^[2]

Sebuah sinyal pulsa yang diterapkan secara eksternal (saat itu adalah jenis pulsa input) dan putaran terdeteksi oleh encoder motor servo, dihitung dan perbedaan (deviasi) dikeluarkan menuju unit pengendali kecepatan. Penghitungan ini merujuk pada penghitungan deviasi.

Selama motor berputar, sebuah akumulasi pulsa (posisi deviasi) dihasilkan pada penghitung deviasi dan dikendalikan sehingga menuju titik nol. Fungsi penahan posisi pengendali servo untuk menahan posisi arus dicapai dengan loop posisi (penghitung deviasi).

2. Driver motor servo

Terdapat tiga utas kabel dengan warna merah, hitam, dan kuning. Kabel merah hitam harus di hubungkan dengan sumber tegangan 4 – 6 volt dc agar motor servo dapat bekerja normal. Sedangkan kabel warna kuning adalah kabel data yang di pakai untuk mengatur arah gerak dan posisi servo.

Jika motor seharusnya diam atau berhenti, motor servo memberikan sebuah keluaran sinyal alarm menuju kontroler untuk mendeteksi kelainan. Motor servo harus mengatur parameter sistem kontrol untuk menyesuaikan kekakuan mekanisme dan kondisi beban meskipun dalam beberapa tahun terakhir, real time auto-tuning telah membuat penyesuain ini mudah.



Gambar 3.9 : driver motor servo^[2]

3.6 Jenis jenis motor servo

1. Motor servo setandar 180°

Motor servo jenis ini hanya mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) dengan defleksi masing masing sudut mencapai 90° sehingga total defleksi sudut kanan – tengah – kiri adalah 180°.

2. Motor servo continous

Motor servo jenis ini mampu bergerak dua arah (CW dan CCW)tanpa batasan defleksi sudut putar (dapat berputar secara continuo).

3.6.1 Aplikasi motor servo.

1. Motor axis mesin CNC
2. Arm robot
3. Moving camera

3.6.2 Keunggulan motor servo

1. Tidak bergetar dan tidak beresonansi saat beroperasi
2. Daya yang di hasilkan sebanding dengan ukuran dan berat motor.
3. Penggunaan arus listrik sebanding dengan beban yang di berikan.
4. Resolusi dan akurasi dapat di ubah dengan menggganti encoder yang di pakai.
5. Tidak berisik saat beroperasi dengan kecepatan tinggi.

3.6.3 Kelemahan motor servo

1. Memerlukan pengaturan yang tepat untuk menstabilkan umpan balik.
2. Motor menjadi tidak terkendali bila encoder tidak memberikan umpan balik.
3. Beban berlebih dalam waktu yang lama dapat merusak motor.

3.7 Perhitungan Daya Rencana

Jika P adalah daya nominal dari output motor penggerak, maka berbagai macam factor keamanan biasanya dapat diambil dalam perencanaan, sehingga koreksi pertama dapat diambil kecil. Jika factor koreksi adalah f_c maka daya rencana P_d (kW) sebagai patokan adalah [1]:

$$P_d = f_c \cdot P \dots\dots\dots (3.3)^{[1]}$$

Dimana:

P_d = Daya Rencana (kW)

f_c = Faktor Koreksi

P = Daya Motor (kW)

A. Tegangan geser yang diizinkan

Tegangan geser yang diizinkan untuk pemakaian umum pada poros dapat diperoleh dari berbagai cara, salah satu cara diantaranya dengan menggunakan perhitungan berdasarkan kelelahan puntir yang besarnya diambil 40% dari batas kelelahan tarik yang besarnya kira-kira 45% dari kekuatan tarik. Jadi batas kelelahan puntir adalah 18% dari kekuatan tarik, sesuai dengan standar ASME. Harga 5,6 ini diambil

untuk bahan SF dengan kekuatan yang dijamin dan 6,0 untuk bahan S-C dengan pengaruh masa dan baja paduan. Selanjutnya perlu ditinjau apakah poros tersebut akan diberi alur pasak atau dibuat bertangga karena pengaruh konsentrasi tegangan cukup besar. Pengaruh kekasaran permukaan juga harus diperhatikan. Untuk memasukan pengaruh ini kedalam perhitungan perlu diambil faktor yang dinyatakan dalam yang besarnya 1,3 sampai 3,0.

Dari hal tersebut diatas maka tegangan geser yang diizinkan dapat di hitung dengan rumus[1]:

$$\tau_a = \sigma_B S_{f2} \cdot S_{f1} \dots \dots \dots (3.4)^{[1]}$$

Dimana:

τ_a = Tegangan Geser Iizin (kg.mm)

σ_B = Kekuatan Tarik (kg/mm²)

S_{f1} = Faktor Keamanan Bahan

S_{f2} = Faktor Keamanan Akibat Alur Pasak Momen Rencana

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Perhitungan dan pembahasan dimulai dari proses pengambilan dan pengumpulan data. Data yang dikumpulkan meliputi data dan spesifikasi obyek penelitian dan hasil pengujian. Data-data tersebut diolah dengan perhitungan untuk mendapatkan variabel yang diinginkan kemudian dilakukan pembahasan. Berikut ini merupakan proses pengumpulan data, perhitungan, dan pembahasan.

Untuk menganalisis hubungan antara nilai tegangan supply terhadap torsi dan putaran (Rpm) pada motor servo, maka dilakukan pengujian dengan menurunkan tegangan yang diberikan ke terminal motor melalui *autotrafo* pada kondisi tanpa beban dan kondisi berbeban. Untuk menurunkan tegangan terminal pada motor servo perlu ditentukan beberapa nilai penurunan tegangan terminal. Pada penelitian ini, pengujian dilakukan dengan tiga nilai penurunan tegangan terminal, yaitu nilai tegangan nominal atau 220 volt diikuti dua nilai dibawah nilai tegangan nominal yaitu 200 dan 180 volt.

4.1 Alat dan Bahan

Dalam penelitian ini peralatan yang digunakan pada pengujian ini adalah sebagai berikut :

1. 1 unit Motor Servo 1.0 kW
2. 1 unit Tahanan Geser
3. 2 buah Voltmeter
4. 2 buah *Amperemeter*
5. 1 buah *Tachometer*
6. Kabel Penghubung

4.2 Data Motor Servo CNC Router Kayu

Spesifikasi motor servo yang akan digunakan pada mesin router kayu berbasis CNC ini adalah:

Daya	: 1,0 kW
n	: 1500 rpm
Beban rencana spindle (max)	: 10 kg
Beban rencana ball nut (max)	: 5 kg

4.3 Perhitungan Daya Rencana

Dengan mengacu pada spesifikasi motor servo, maka daya rencana poros dapat di hitung dengan rumus:

$$P_d = f_c \cdot P$$

Dimana:

P_d = Daya rencana (kW)

f_c = Faktor koreksi

P = Daya motor (kW)

Maka:

$$\begin{aligned}
 P_d &= f_c \cdot P \\
 &= 1 \times 1.0 \text{ kW} \\
 &= 1.0 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Faktor koreksi (f_c) ditentukan sebesar 1 yang mengacu pada tabel III-1, dikarenakan daya yang diketahui dari motor servo adalah daya maksimum.

4.4 Perhitungan torsi pada poros motor

$$M = \frac{P}{\omega} = \frac{P}{2 \cdot \pi \cdot n_1}$$

Dengan :

P = daya motor (kW)

M = Torsi (Nm)

Ω = kecepatan sudut putar

n_1 = putaran poros (Rpm)

sehingga :

$$\begin{aligned} M &= \frac{P}{\omega} = \frac{P}{2 \cdot \pi \cdot n_1} \\ &= \frac{1 \text{ kw}}{2.3,14 \cdot 1500 \text{ rpm}} \\ &= 0,0106 \text{ N.m} \\ &= 1060 \text{ N.m} \end{aligned}$$

Tabel 4.1 Faktor Koreksi

Daya yang ditransmisikan	fc
Daya rata-rata yang diperlukan	1.2 – 2.0
Daya maksimum yang diperlukan	0.8 – 1.2
Daya Normal	1.0 – 1.5

4.5 Prosedur Pengujian

4.5.1 Pengujian Motor Servo Kondisi Tanpa Beban.

1. Pada saat itu dicatat nilai I_L pada pembacaan A_1 , I_{sh} pada pembacaan A_2 , I_a pada pembacaan A_3 serta n pada pembacaan *tachometer*.
2. Setelah itu tegangan terminal motor diturunkan secara bertahap sesuai dengan nilai yang telah ditentukan, kemudian dicatat nilai I_L pada pembacaan A_1 , I_{sh} pada pembacaan A_2 , I_a pada pembacaan A_3 serta n pada pembacaan *tachometer* pada setiap tahapan penurunan nilai tegangan terminalnya.
3. Setelah selesai, tegangan terminal Motor Servo diturunkan hingga posisi nol.
4. Percobaan selesai

4.5.1 Pengujian Motor Servo Dengan Kondisi Memiliki Beban

1. Besar tahanan geser R_L dinaikkan hingga maksimum yaitu 100 Ohm.
2. Kemudian arus medan (I_f) listrik dinaikkan mencapai arus medan nominal arus listrik menjadi 0,64 Ampere.
3. Kemudian tegangan terminal motor dinaikkan secara perlahan dengan tegangan nominal motor yaitu 220 Volt sehingga motor berputar.
4. Pada saat itu dicatat nilai I_L pada pembacaan A_1 , I_{sh} pada pembacaan A_2 , I_a pada pembacaan A_3 , tegangan keluaran arus

listrik (E_g) pada pembacaan V_2 serta n pada pembacaan *tachometer*.

5. Setelah itu tegangan terminal motor servo diturunkan secara bertahap sesuai dengan nilai yang telah ditentukan, kemudian dicatat nilai I_L pada pembacaan A_1 , I_{sh} pada pembacaan A_2 , I_a pada pembacaan A_3 , tegangan keluaran generator (E_g) pada pembacaan V_2 serta n pada pembacaan *tachometer* pada setiap tahapan penurunan nilai tegangan terminalnya.
6. Setelah itu arus medan (I_f) dari arus listrik diturunkan.
7. Kemudian tegangan terminal motor diturunkan hingga posisi nol.
8. Percobaan selesai.

4.6 Analisis Data Pengujian

4.6.1 Data Pengujian Tegangan Motor Servo dengan Perancangan Gerak Sumbu Y Pada Mesin CNC Tanpa Beban

Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Tegangan Motor Servo Tanpa Beban

No	V_t (Volt)	I_L (A)	I_{sh} (A)	I_a (A)	n (rpm)
1	220	2.46	0.15	2.31	1420
2	200	2.31	0.15	2.16	1278
3	180	2.14	0.15	1.99	1150

4.3.2 Data Pengujian Tegangan Motor Servo dengan Perancangan Gerak Sumbu Y Pada Mesin CNC Kondisi Mempunyai Beban

Berdasarkan data diatas maka diketahui nilai $I_f = 0,64$ Ampere $R_L = 100$ Ohm, selanjutnya dilakukan pengujian.

Tabel 4.3 Data Tegangan Motor Servo Kondisi Mempunyai Beban

No	V _t (Volt)	E _g (Volt)	I _L (A)	I _{sh} (A)	I _a (A)	n (rpm)
1	220	218	6.04	0.13	5.91	1300
2	200	196	5.58	0.13	5.45	1170
3	180	184	5.17	0.13	5.04	1053

4.7 Analisis Data Perhitungan

Berdasarkan data-data yang diperoleh pada Tabel 4.2 dan Tabel 4.3 maka dilakukan perhitungan untuk mendapatkan torsi motor servo pada setiap tahap penurunan nilai tegangan terminal. Torsi motor servo (T_a) dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$T_a = 9,55 \times \frac{E_a \times I_a}{n}$$

1. Tegangan terminal (V_t) = 220 Volt

$$\begin{aligned} E_a &= V_t - (I_a \cdot R_a) \\ &= 220 - (5.91 \cdot 3.8) \\ &= 197.54 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_a &= 9,55 \times \frac{E_a \times I_a}{n} \\ &= 9,55 \times \frac{197.54 \times 5.91}{1300} \end{aligned}$$

$$= 9,55 \times 0.898$$

$$= 8.58 \text{ N-m}$$

2. Tegangan terminal (V_t) = 200 Volt

$$E_a = V_t - (I_a \cdot R_a)$$

$$= 220 - (5.45 \cdot 3.8)$$

$$= 179.29$$

$$T_a = 9,55 \times \frac{E_a \times I_a}{n}$$

$$= 9,55 \times \frac{179.29 \times 5.45}{1170}$$

$$= 9,55 \times 0.835$$

$$= 7.98 \text{ N-m}$$

3. Tegangan terminal (V_t) = 180 Volt

$$E_a = V_t - (I_a \cdot R_a)$$

$$= 180 - (5.04 \cdot 3.8)$$

$$= 160.85$$

$$T_a = 9,55 \times \frac{E_a \times I_a}{n}$$

$$= 9,55 \times \frac{160.85 \times 5.04}{1053}$$

$$= 9,55 \times 0.770$$

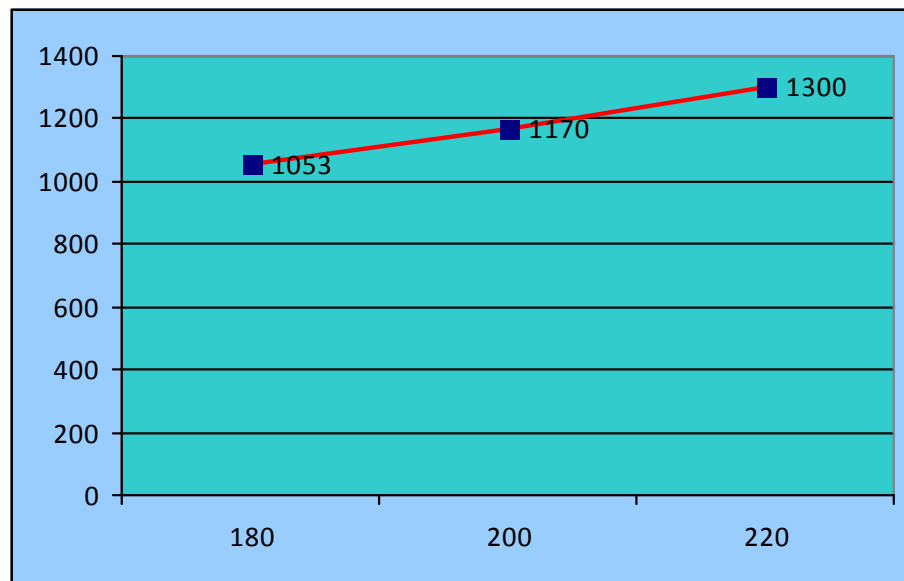
$$= 7.35 \text{ N-m}$$

Dari hasil analisis data yang diperoleh torsi dari Motor Servo dengan Perancangan Gerak Sumbu Y Pada Mesin CNC dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut :

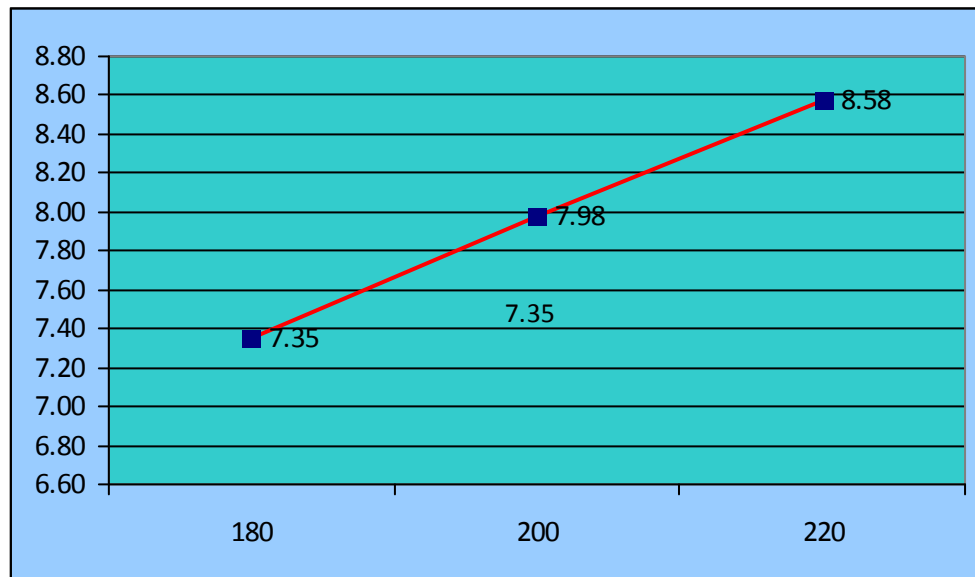
Tabel 4.4 Hasil Analisis Data Penurunan Tegangan Motor Servo

No	Vt (Volt)	E _g (Volt)	I _L (A)	I _{sh} (A)	I _a (A)	n (rpm)	Torsi (N-m)
1	220	218	6.04	0.13	5.91	1300	8.58
2	200	196	5.58	0.13	5.45	1170	7.98
3	180	184	5.17	0.13	5.04	1053	7.35

Grafik yang menunjukkan hubungan antara tegangan terminal dengan putaran Motor Servo dengan Perancangan Gerak Sumbu Y Pada Mesin CNC ditunjukkan pada Gambar 4.4

Grafik Vt vs Rpm**Gambar 4.1 Grafik Volt VS Putaran (Rpm) Motor Servo**

Dari analisis data diperoleh bahwa torsi dan putaran (Rpm) tertinggi diperoleh pada saat tegangan terminal bernilai 220 Volt yaitu sebesar 8.58 N-m dan 1300 rpm

Grafik Vt vs Torsi**Gambar 4.2 Grafik Volt vs Torsi Motor Servo**

sedangkan torsi dan putaran terendah diperoleh pada saat tegangan terminal bernilai 180 Volt yaitu sebesar 7.35 N-m dan 1170 rpm