

Otomatisasi Mesin Gergaji Kayu Berbasis PLC

Tresna Umar Syamsuri^{*a)}, Mohammad Noor H.^{a)}, Harrij Mukti K.^{a)}, Rohmanita Duanaputri^{a)}

(Artikel diterima: Juni 2022, direvisi: Juni 2022)

Abstract: The timber industry in the process of cutting is done several types of sawing machine that has been designed in accordance with the needs of use facilitate the process of cutting. Besides the saw machine simplify the work given the limited ability of the power human beings either in the form of materials to be cut and safety work of employees. If the company is just a racket manpower is very limited, so to increase that efficiency desirable will be difficult to achieve, therefore required appropriate technology to help improve the efficiency. Technology that can help is to use sawmill machine automatically. In the process of sawing there are several types of sawmill such as: disc saw, bandsaw, in this case the writer uses bandsaw, adjusted with observation data with the power of 22 Kw saws and at the train with power of 1.5Kw. In the manufacture of this control the autor uses the HMI program in the process of controlling the engine from a distance, and operates it. Inside the HMI can be seen on a running machine and a machine that is a trouble.

Keywords: saw, wood, HMI

1. Pendahuluan

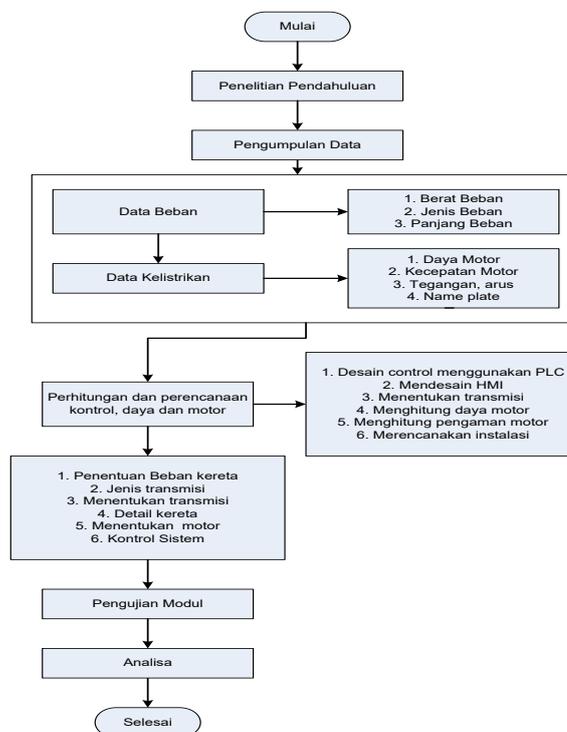
Dalam meningkatkan hasil produksi yang maksimal pada suatu usaha dan perusahaan adalah dengan cara meningkatkan efisiensi kerja pada perusahaan tersebut. Dengan adanya peningkatan efisiensi kerja maka biaya produksi akan lebih dapat ditekan, sehingga harga jual barang ke konsumen akan menjadi lebih murah produk yang dihasilkan akan lebih mudah bersaing dengan perusahaan-perusahaan lainnya.

Pada industri kayu dalam proses pemotongan dilakukan oleh beberapa jenis mesin gergaji yang telah dirancang sesuai dengan kebutuhan guna mempermudah dalam proses pemotongan tersebut. Selain itu mesin gergaji mempermudah dalam pekerjaan mengingat keterbatasan kemampuan tenaga manusia baik itu berupa bahan yang akan dipotong maupun keselamatan kerja dari karyawan. Pada pabrik-pabrik kayu bagian pemotongan, keberadaan mesin gergaji ini memegang peranan penting. Penggunaan alat pemotong yang sesuai akan membantu dalam kelancaran produksi. Berdasarkan prinsipnya mesin penggergajian ini memiliki beberapa jenis, yaitu: mesin gergaji piringan, mesin gergaji ukir, dan mesin gergaji pita atau (bandsaw). Mesin gergaji pita (bandsaw) merupakan alat pemotong horizontal yang banyak digunakan pada pabrik kayu. Material yang dipotong mulai dari kayu yang keras hingga kayu yang mudah dipotong. Dengan menggunakan alat tersebut, perusahaan mampu menghemat biaya produksi dan meningkatkan hasil produksi secara signifikan[1,2,3].

Dalam penelitian ini akan dirancang mesin penggergajian secara otomatis, dan memiliki kelebihan antara lain: fleksibel dalam penggunaan mempercepat proses produksi. Otomasi mesin gergaji ini dilakukan dengan menambahkan penggunaan Programmable Logic Controller (PLC), dimana PLC ini yang dapat mengerjakan berbagai fungsi-fungsi kontrol pada level-level yang kompleks. PLC dapat diprogram, dikontrol, dan dioperasikan oleh operator yang tidak berpengalaman dalam mengoperasikan komputer. Agar mesin penggergajian dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan maka dibutuhkan penggerak yang berupa motor induksi. Untuk menaikkan atau menurunkan kecepatan motor induksi salah satunya menggunakan gearbox yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga atau daya mesin ke salah satu bagian mesin lainnya, sehingga unit tersebut bergerak menghasilkan sebuah

penggerakan maupun pergeseran dan pengubah daya dari motor yang berputar menjadi tenaga yang lebih besar atau sebaliknya[4].

2. Metode Penelitian



Gambar 2.1. Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian

Keterangan Gambar 1 :

1. Penelitian pendahuluan
Penelitian pendahuluan meliputi penelitian referensi sebagai bahan acuan pelaksanaan penelitian, yaitu berupa buku atau E-book, jurnal.
2. Pengumpulan data.
Data-data yang dikumpulkan antara lain:
 - a. Data beban meliputi: berat beban, jenis beban, panjang beban yang digunakan.

* Korespondensi: tresna.umar@polinema.ac.id

a) Prodi Sistem Kelistrikan, Jurusan Teknik Elektro, Polinema.
Jalan Soekarno-Hatta No. 9 Malang 65141

- b. Data kelistrikan meliputi: daya motor, kapasitas motor, putaran motor, tegangan, arus, name plate.
3. Perhitungan dan perencanaan kontrol serta daya motor
Perhitungan dan perencanaan daya pada kereta dan motor dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut: memilih type Mendesain control dengan menggunakan PLC, mendesain HMI, menentukan transmisi yang di pakai, menghitung daya motor, menghitung pengaman motor.
4. Perencanaan rangkaian kontrol
Perencanaan rangkaian kontrol dilakukan dengan langkah – langkah sebagai berikut: penentuan beban pada kereta, jenis transmisi pulley, mentukan detail kereta (lebar, panjang, kecepatan, dan muatan), menentukan motor, kontrol sistem, mengatur jenis pengukuran yang diinginkan.
5. Pengujian Modul
Pengujian alat sesuai dengan perencanaan percobaan yang sudah dibuat yaitu mesin penggergajian kayu dengan menggunakan PLC yang sebelumnya digerakkan secara manual.
6. Analisa
Analisa dilakukan setelah mengambil data yang diperlukan, kemudian melakukan pengolahan data untuk menganalisis data.

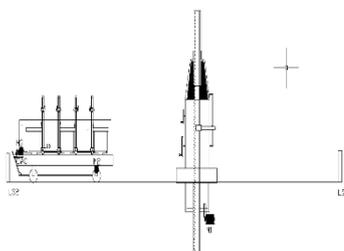
2.1. PLC (Programmable Logic Controller)

PLC (*Programmable Logic Controller*) adalah komputer berbasis mikroprosesor yang ramah pengguna. PLC menjalankan fungsi kontrol dengan banyak tipe dan tingkat kerumitan serta dapat dioperasikan oleh orang-orang yang tidak terampil dalam penggunaan komputer. PLC pada dasarnya membuat rangkaian dan gambar yang akan menggantikan sebagian besar komponen yang diperlukan untuk melakukan suatu proses. PLC akan mengoperasikan sistem apapun yang memiliki perangkat keluaran hidup atau mati. Ini juga dapat mengoperasikan apapun dengan keluaran variable dan dapat dioperasikan pada sisi input oleh perangkat nonaktif atau oleh perangkat input variable[5].

2.2. PLC OMRON CP-1E

SYSMAC CP-1E *Programmable Controller* adalah PLC tipe paket yang dibuat oleh OMRON yang dirancang untuk aplikasi yang mudah dalam pengoperasiannya. CP-1E termasuk E(S)-type CPU Units (model dasar) untuk kontrol standar, operasi menggunakan dasar, gerakan, aritmatika, dan instruksi perbandingan N/NA (S)-type CPU Unit (model aplikasi) yang mendukung koneksi ke terminal, inverter, dan pemograman.

2.3. Prinsip Kerja Kereta

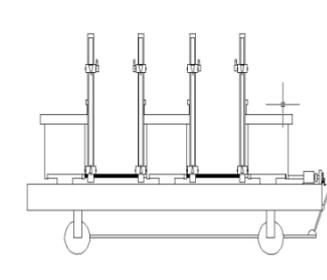


Gambar 2.2. Alat dari Samping

Prinsip kerja mesin penggergajian kayu adalah untuk menggergaji kayu dengan menggunakan kereta dan mesin penggergaji *bandshaw*, dimana kereta sudah di pasang mesin

penggerak (M2) di bagian roda yang sudah di transmisi dengan menggunakan pulley sehingga kecepatan di sesuaikan dengan kebutuhan. Kemudian untuk menggerakkan ke kanan dan ke kiri kayu dengan menggunakan ulir yang di hubungkan dengan mesin penggerak ulir yang di hubungkan dengan mesin penggerak (M3) yang sudah di transmisi dengan menggunakan gear. Serta sebuah silinder untuk menggerakkan kayu setelah proses penggergajian supaya kayu tidak tergesek oleh mata gergaji. Sedangkan di penggergajian terdapat gergaji pita (*bandshaw*) yang di putar menggunakan roda, serta roda tersebut terkopel oleh Motor 1. Dimana kayu di letak kan dan di kaitkan pada kereta yang menekan LS 5 menandakan bahwa kayu sudah terpasang, serta sensor fotoelektrik menandakan panjang kayu sudah memenuhi kapasitas.

Ketika push button on di tekan maka M1 berputar secara start delta memutar gergaji pita (*bandshaw*) ketika sudah mencapai kecepatan nominal M3 berputar memutar ulir dan menggerakkan kayu ke kiri beberapa senti. Kemudian M2 berputar mendorong kereta yang akan menggerakkan kayu menuju ke mesin gergaji pita (*bandshaw*) sehingga terjadi proses penggergajian. Ketika mencapai ujung rel menekan Ls 2 sehingga meng-aktifkan silinder, serta memutar balik M3 sehingga kereta berbalik arah sampai menyentuh LS 1, silinder kembali ke posisi semula dan M2 terhenti kemudian meng-aktifkan M3, proses ini terjadi berulang-ulang sampai kayu yang di potong selesai dan menyentuh LS 3 sehingga Motor 2 berbalik arah sampai menyentuh LS 4 dan semua mesin mati.



Gambar 2.3. Kereta Pada Proses Penggergajian Kayu

Kereta dapat dipergunakan untuk membawa muatan dalam arah horizontal, menentukan dimensi kereta dan kebutuhan daya motor data awal yang dibutuhkan adalah karakteristik muatan yang dipindahkan, kapasitas maksimum yang bisa dibawa per menit (kg/menit).Definisikan singkatan dan akronim ketika pertama kali digunakan pada teks, meskipun telah didefinisikan pada abstrak. Singkatan standar, seperti IEEE, SI, MKS, CGS, dan sebagainya, tidak perlu didefinisikan. Jangan menggunakan singkatan pada judul, baik judul makalah maupun judul bab/subbab kecuali hal tersebut tidak dapat dihindari. Untuk menentukan daya motor yang dibutuhkan menggerakkan kereta, dibutuhkan nilai berat W (kg) yang digerakkan secara horizontal dan pada kecepatan v (m/s), dengan memperhitungkan pada koefisien geser μ ,

$$P = 9,8 \mu Wv \times 10^{-3} \times \frac{100}{\mu} \quad (2-1)$$

Dengan,
 P = Daya Motor
 μ = Koefisiensi Geser

W = Beban (kg)
v = Kecepatan (m/s)

Akan tetapi, untuk menentukan sebenarnya keluaran motor, perlu dipertimbangkan berubah-ubahnya kopel asut dan tegangan sumber, faktor keselamatan dari rancangan dan produksi.

2.4. Komponen Mekanik Dasar

Konstruksi simulasi alat penggergajian kayu ini terdiri atas beberapa komponen dasar, yang masing-masing dilengkapi dengan motor dan alat penunjang lainnya.

Poros merupakan salah satu bagian penting dari setiap mesin. Hampir setiap mesin meneruskan tenaganya dalam bentuk putaran. Poros berfungsi untuk memindahkan tenaga mekanis dari salah satu elemen mesin lainnya. Poros pada umumnya meneruskan gaya memali sabuk dan puli, roda gigi dan rantai. Pada umumnya penampang poros berbentuk lingkaran, sedangkan poros dengan penampang berbentuk cincin digunakan pada konstruksi ringan. Poros dengan salah satu fungsinya penerus daya, menurut perbedaannya terhadap poros jenis transmisi. Poros transmisi atau lebih disebut poros pemindah, berfungsi untuk meindah gerak putar. Poros transmisi biasanya terbuat dari panduan baja hal ini dimaksudkan agar poros ini mempunyai ketahanan terhadap arus, panas, korosi, dan lainnya. Untuk memperkirakan garis tengah poros transmisi, biasanya yang diketahui adalah daya yang akan dipindahkan dan perputaran saat perpindahan itu terjadi [6,7,8,9].

Jika diameter dalam D_1 (mm), diameter luar D_2 (mm) dan tinggi h (mm) dari ulir untuk diameter poros d_s (mm) dapat ditentukan sebagai berikut:

$$D_1 = 1,2 d_s + 10 \text{ (mm)} \quad (2-2)$$

$$D_2 = 2 d_s + 25 \text{ (mm)} \quad (2-3)$$

Besarnya tekanan pada permukaan bidang gesek adalah tidak terbagi rata pada seluruh permukaan tersebut. Makin kecil besar sumbu poros, tekanannya semakin kecil. Jika besarnya tekanan rata-rata pada bidang gesek adalah p (kg/mm²), maka besarnya gaya yang menimbulkan tekanan ini adalah:

$$F = \frac{\pi}{4} (D_2^2 - D_1^2) p \quad (2-4)$$

Jika koefisiensi di bidang gesek, maka momen gesekan adalah:

$$T = \mu F \cdot \frac{D_1 - D_2}{4} \quad (2-5)$$

3. Hasil Penelitian

3.1 Perencanaan Mekanik Alat

a. Perencanaan Motor pada Kereta

Bila suatu obyek dengan berat 628 kg (W) digerakkan mendatar (horisontal) pada kecepatan motor v (m/s), dengan memperkirakan koefisien geser dinamis dan statis μ pada tabel.

Mencari daya motor (P_m) dapat diperoleh sebagai berikut:

Dengan :

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2 \quad \mu = 0,007$$

$$W = 628 \text{ kg} \quad v = 0,2 \text{ m/s}$$

$$\eta = 80 \%$$

maka :

$$P_m = 9,8 \mu W v \times 10^{-3} \times \frac{100}{\eta}$$

$$P_m = 9,8 \times 0,007 \times 628 \times 0,2 \times 10^{-3} \times \frac{100}{80\%}$$

$$= 1077,02 \times 10^{-3}$$

$$= 1,077 \text{ kW}$$

Maka dipilih daya motor sebesar 1,5 kW.

b. Perhitungan dan Perencanaan Transmisi Pulley

Rasio Gearbox : 1 : 30
Putaran motor (n_{motor}) : 1500 rpm
Diameter pulley : 2 dim
Diameter roda : 30 cm = 0,3 m
Keliling roda : 0,942 m
Kecepatan yang diinginkan (v) : 0,2 m/s
Maka dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut:

1. Rencana pulley transmisi 1 diletakkan sepusat dengan poros motor. Dipasaran tersedia pulley transmisi terkecil dengan diameter 2 dim. Maka, kecepatan menjadi :

$$\omega_{motor} = 2\pi \frac{n_{motor}}{60}$$

$$= 2\pi \frac{1500}{60}$$

$$= 157 \text{ rad/s}$$

$$d_{pulley \text{ transmisi } 1} = 2 \text{ dim}$$

$$= 2 \times 2,54 \text{ cm}$$

$$= 5,08 \text{ cm}$$

$$r_{pulley \text{ transmisi } 1} = 2,54 \text{ cm} = 2,54 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$v = \omega \cdot r_{pulley \text{ transmisi } 1}$$

$$= 157 \times 2,54 \cdot 10^{-2}$$

$$= 4 \text{ m/s}$$

2. Rencana pulley transmisi 2 diletakkan sepusat dengan poros input gearbox. Pulley transmisi 2 ini dihubungkan dengan pulley transmisi 1 menggunakan sabuk, sehingga kecepatan tangensial adalah sama (v sama).

$$d_{pulley \text{ transmisi } 2} = 8 \text{ dim}$$

$$= 8 \times 2,54 \text{ cm}$$

$$= 20,32 \text{ cm}$$

$$r_{pulley \text{ transmisi } 2} = 10,16 \text{ cm} = 10,16 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$v = 4 \text{ m/s (dihubungkan sabuk dengan pulley transmisi 1)}$$

$$\omega = \frac{v}{r_{pulley \text{ transmisi } 2}}$$

$$= \frac{4}{10,16 \cdot 10^{-2}}$$

$$= 39,37 \text{ rad/s}$$

Maka, putaran yang dihasilkan : $\omega = 2\pi \frac{n}{60}$

$$n = \frac{\omega \times 60}{2\pi} = \frac{39,37 \times 60}{2\pi} = 376,147 \text{ rpm}$$

Putaran tersebut di redaksi dengan gearbox dengan rasio 1 : 30 Sehingga putaran yang dihasilkan pada poros output gearbox:

$$\text{Out} = \frac{n}{30} = \frac{376,147}{30} = 12,538$$

$$V = \frac{W \times \text{keliling roda}}{60} = \frac{12.538 \times 0.942}{60} = 0,1968$$

Output pada poros gearbox di pasang pulley transmisi dengan ukuran 2 dim serta di hubungkan dengan pulley dengan ukuran yang sama yang di letak kan sepusat dengan poros roda sehingga kecepatannya sama.

3. Transmisi putaran motor ulir

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan yang diinginkan} &= 2 \text{ rps} = 120 \text{ rpm} \\ \text{Rasio transmisi 1} &= 1 : 2 \\ \text{Rasio transmisi 2} &= 1 : 6 \\ \text{Kecepatan motor} &= 1500 \text{ rpm} \end{aligned}$$

Transmisi 2 menggunakan gear dengan rasio $\frac{1}{6}$

$$N \text{ output} = \frac{n}{6} = \frac{1500}{6} = 250$$

ratio gear 1 adalah 1 : 2

$$n \text{ out} = \frac{250}{2} = 125 \text{ rpm}$$

c. Perhitungan Ulir

Diameter poros dalam $d_{s1} = 27 \text{ mm} = 0,27 \text{ m}$

Diameter poros dalam $d_{s2} = 30 \text{ mm} = 0,3 \text{ m}$

$\pi = 3,14$

$p = 0,13$

1. Daya yang bekerja pada poros ulir

$$\begin{aligned} D1 &= 1,2 \times d_{s1} + 10 \\ &= 1,2 \times 27 + 10 \\ &= 42,4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D2 &= 2 \times d_{s2} + 25 \\ &= 2 \times 30 + 25 \\ &= 85 \end{aligned}$$

2. Gaya yang bekerja pada poros ulir

$$\begin{aligned} F &= \frac{\pi}{4} (D2 - D1) p \\ &= \frac{3,14}{4} (85 - 42,4) 0,13 \\ &= 0,785 (5444,16) 0,13 \\ &= 555,57 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T &= \mu \times F \times \frac{D1 + D2}{4} \\ &= 0,20 \times 555,57 \times \frac{42,4 + 85}{4} \\ &= 111,11 \times 31,85 \\ &= 3538,98 \end{aligned}$$

3. Daya yang di transmisikan oleh motor terhadap poros (PM)

$$\begin{aligned} P_b &= \frac{(1000 / T) (2 \times \phi \times n_2 / 60)}{102} \\ &= \frac{(1000 / 3538,98) (2 \times 3,14 \times 120 / 60)}{102} \\ &= \frac{0,282 \times (12,56)}{102} \\ &= 0,034 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$= 34 \text{ W}$$

Karena ada 3 ulir dan di gerak kan oleh 1 motor maka daya yang di perlukan 3 kali lipat

$$P_{\text{total}} = P_b \times 3 = 34 \times 3 = 104,17 \text{ W} = 0,01 \text{ kW}$$

Maka daya motor yang dipilih sebesar 0,55 kW

d. Perhitungan Penghantar dan Pengaman Motor

1. Spesifikasi Motor pada Ulir

$$\begin{aligned} \text{Merk motor} &= \text{Alliance Motori} \\ \text{Type motor} &= \text{A-Y3-80M-4} \\ \text{In motor} &= 1,6 \text{ A} \\ \text{Kecepatan} &= 1500 \text{ Rpm} \\ \text{Kutub} &= 4 \text{ poles} \\ \text{Rated Power} &= 0,55 \text{ kW} \\ \text{Power factor } \cos \phi &= 71,1 \end{aligned}$$

• Dipilih kontaktor pada ulir

$$\begin{aligned} \text{Kontaktor minimum} &= 115\% \times I_n \\ &= 1,15 \times 1,6 \text{ A} \\ &= 1,84 \text{ A} \end{aligned}$$

Dipilih Kontakor SCHNEIDER dengan arus 9 A

• Perhitungan TOR Motor Pada ulir

$$\begin{aligned} \text{Rating maksimum} &= 115\% \times I_n \\ &= 1,15 \times 1,6 \text{ A} \\ &= 1,84 \text{ A} \end{aligned}$$

Maka dipilih TOR SCHNEIDER LRD 07 (katalog TOR dengan Range Setting 1,6A.....2,5A)

• Perhitungan Penghantar Motor Pada ulir

$$\begin{aligned} \text{KHA min} &= 125\% \times I_n \\ &= 1,25 \times 1,6 \text{ A} \\ &= 2 \text{ A} \end{aligned}$$

Derating Factor:

- 1) Variation in air temperature (PVC) $50^\circ = 0,71$
- 2) Laid on the racks in flat formation (PVC) $= 0,92$

$$\begin{aligned} \text{KHA derating} &= \frac{\text{KHA}}{\text{Derating Factor}} \\ &= \frac{2}{0,71 \times 0,92} \\ &= \frac{2}{0,6532} \\ &= 3,06 \text{ A} \end{aligned}$$

Maka dipilih kabel Supreme berdasarkan lampiran kabel NYY 1x(4x1,5 mm²), dengan KHA kabel 18 A setelah perhitungan = 3,06 A.

• Pemilihan pengaman

Pemilihan MCB menurut PUIL arus pengenalan GPHP harus di koordinasikan dengan KHA kabel, maka di pilih MCB schneider A9F74304 dengan arus pengenalan 4 A.

• Perhitungan Drop Tegangan Motor Pada ulir

$$\begin{aligned} \text{diketahui:} \\ I_n &= 1,6 \text{ A} \end{aligned}$$

$$l = 15 \text{ m}$$

$$x_{cu} = 56 \Omega$$

$$A = 1,5 \text{ mm}^2$$

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot l \cdot I_n}{x \cdot A} = \frac{\sqrt{3} \cdot 15 \cdot 1,6}{56 \cdot 1,5} = \frac{41,56}{84} = 0,494 \text{ V}$$

Standart perhitungan drop tegangan (ΔV) 3 fasa = 5% x 380V = 19 V, karena syarat maksimal drop tegangan yang diperbolehkan adalah 19 V tetapi perhitungan drop tegangan motor pada ulir sebesar 0,494 V atau kurang dari 19 V, maka drop tegangan tersebut masih diijinkan.

2. Spesifikasi Motor Pada Kereta

Merk motor	= Alliance Motori
Type motor	= A-Y3-90L-4
Torsi motor	= 235,5 Nm
In motor	= 3,7 A
Kecepatan	= 1500 Rpm
Kutub	= 4 poles
Ratet Power	= 1,5 kW
Power factor cos \emptyset	= 0,78

- Dipilih kontaktor

$$\text{Kontaktor min} = 115\% \times I_n$$

$$= 1,15 \times 3,7 \text{ A}$$

$$= 4,25 \text{ A}$$

Dipilih Kontaktor SCHNEIDER dengan kode LC1D09 dengan arus 9 A

- Perhitungan TOR Motor Pada Kereta [8]

$$\text{Rating Maksimum} = 115\% \times I_n$$

$$= 1,15 \times 3,7 \text{ A}$$

$$= 4,25 \text{ A}$$

Maka dipilih TOR SCHNEIDER LRD 08 berdasarkan pada lampiran katalog TOR dengan Range Setting 2,5A....4A

- Perhitungan Penghantar Motor Pada Kereta (PUIL 2011 ayat 510.5.3.1)

$$\text{KHA minimum} = 125\% \times I_n$$

$$= 1,25 \times 3,7$$

$$= 4,62 \text{ A}$$

Derating Factor :

- Variation in air temperature (PVC) 50° = 0,71
- Laid on the racks in flat formation (PVC) = 0,92

$$\text{KHA derating} = \frac{\text{KHA}}{\text{Derating Factor}}$$

$$= \frac{4,62}{0,71 \times 0,92}$$

$$= \frac{4,62}{0,6532}$$

$$= 7,072 \text{ A}$$

Maka dipilih kabel Supreme NYY 1x(4x1,5 mm²),

dengan KHA kabel 18 A setelah perhitungan = 7,072 A.

- Pemilihan pengaman

Pemilihan MCB menurut PUIL arus pengenal GPHP harus di koordinasikan dengan KHA kabel, maka di pilih MCB schneider A9F74304 dengan arus pengenal 6 A

- Perhitungan Drop Tegangan Motor Pada Kereta

diketahui:

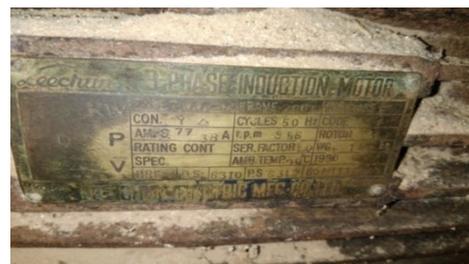
$$I_n = 3,7 \text{ A} \quad l = 15 \text{ m}$$

$$x_{cu} = 56 \Omega \quad A = 1,5 \text{ mm}^2$$

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot l \cdot I_n}{x \cdot A} = \frac{\sqrt{3} \cdot 15 \cdot 3,7}{56 \cdot 1,5} = \frac{96,015}{84} = 1,14 \text{ V}$$

Standart perhitungan drop tegangan (ΔV) 3 fasa = 5% x 380V = 19 V, karena syarat maksimal drop tegangan yang diperbolehkan adalah 19 V tetapi perhitungan drop tegangan motor pada kereta sebesar 1,14 V atau kurang dari 19 V, maka drop tegangan tersebut masih diijinkan.

3. Spesifikasi Motor Gergaji



Gambar 3.1. Name Plate Motor Gergaji

- Dipilih kontaktor line dan delta

$$K\Delta_{\text{minimum}} = \frac{I}{\sqrt{3}}$$

$$K\Delta_{\text{minimum}} = \frac{42,9}{\sqrt{3}}$$

$$K\Delta_{\text{minimum}} = 24,76$$

Dipilih Kontaktor SCHNEIDER berdasarkan dengan arus 32A.

- Perhitungan Penghantar pada hubungan Delta

$$\text{KHA minimum} = 125\% \times 24,76 = 1,25 \times 24,76 \text{ A} = 30,95 \text{ A}$$

Derating Factor :

- Variation in air temperature (PVC) 50° = 0,71
- Laid on the racks in flat formation (PVC) = 0,92

$$\text{KHA derating} = \frac{\text{KHA}}{\text{Derating Factor}} = \frac{30,95}{0,71 \times 0,92} = \frac{30,95}{0,6532} = 47,61 \text{ A}$$

Maka dipilih kabel Supreme NYY 1x(4x60 mm²), dengan KHA kabel 80 A setelah perhitungan = 47,61 A.

kontakor STAR :

$$KY \text{ minimum} = \frac{I}{3} = \frac{42,9}{3} = 14,3$$

Dipilih Kontakor SCHNEIDER dengan arus 18 A

- Perhitungan Penghantar pada hibungan Y

a) KHA minimum = 125% x 14,3 = 1,25 x 14,3 A = 17,87 A

b) Derating Factor :

1) Variation in air temperature (PVC) 50° = 0,71

2) Laid on the racks in flat formation (PVC) = 0,92

$$KHA \text{ derating} = \frac{KHA}{Derating \ Factor} = \frac{17,87}{0,71 \times 0,92} = 27,49 \text{ A}$$

Maka dipilih kabel Supreme NYY 1x(4x16 mm²), dengan KHA kabel 80 A setelah perhitungan = 27,49 A

- Perhitungan TOR Motor Pada gergaji

$$Rating \text{ maksimum} = 115\% \times I_n = 1,15 \times 42,9 \text{ A} = 49,33 \text{ A}$$

Karena thermal overload dipasang pada rangkaian di bawah kontakor dan dihubungkan secara star delta maka Arus nominal dibagi $\sqrt{3}$ sehingga $\frac{42,9}{\sqrt{3}} = 24,7 \text{ A}$ kemudian disetel diatas arus nominal yaitu 30 A agar pada saat terjadi beban yang melebihi arus tersebut thermal overload langsung bekerja sensitif.

Maka dipilih TOR SCHNEIDER LRD 332 berdasarkan pada lampiran katalog TOR dengan Range Setting 23A.....32A

- Pemilihan pengaman

Pemilihan MCB menurut PUIL arus pengenal GPHP harus di koordinasikan dengan KHA kabel, maka di pilih MCB schneider A9F74363 dengan arus pengenal 63 A (katalog MCB)

- Perhitungan Drop Tegangan Motor Pada gergaji

diketahui:

$$I_n = 42,9 \text{ A} \quad l = 15 \text{ m}$$

$$x_{cu} = 56 \ \Omega \quad A = 1,5 \text{ mm}^2$$

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot l \cdot I_n}{x \cdot A} = \frac{\sqrt{3} \cdot 15 \cdot 42,9}{56 \cdot 2,5} = \frac{1114,57}{1400} = 0,79 \text{ V}$$

Standart perhitungan drop tegangan (ΔV) 3 phasa = 5% x 380V = 19 V, karena syarat maksimal drop tegangan yang diperbolehkan adalah 19 V tetapi perhitungan drop tegangan motor pada mesin gergaji sebesar 0,79 V atau kurang dari 19 V, maka drop tegangan tersebut masih diijinkan.

- Perhitungan penghantar Utama

Menurut PUIL KHA kabel sirkit cabang tidak boleh kurang dari 3,7 A+ 1,6 A+ 42,9 A+10,72 =58,92 A

Derating Factor (Katalog Kabel LV SUPREME):

1) Variation in air temperature (PVC) 50° = 0,71

2) Laid on the roacks in flat formation (PVC) = 0,92

$$KHA \text{ derating} = \frac{KHA}{Derating \ Factor} = \frac{58,92}{0,71 \times 0,92} = \frac{58,92}{0,6532} = 90,23 \text{ A}$$

Maka dipilih kabel Supreme NYY 1x(4x35 mm²), dengan KHA kabel 130 A setelah perhitungan = 90,23 A

- a. Perhitungan pengaman

Pemilihan MCB menurut PUIL arus pengenal GPHP harus di koordinasikan dengan KHA kabel, maka di pilih MCB schneider 18807 dengan arus pengenal 80 A

Perhitungan Drop tegangan total, diketahui:

$$I_n = 48,2 \text{ A} \quad l = 15 \text{ m}$$

$$x_{cu} = 56 \ \Omega \quad A = 25 \text{ mm}^2$$

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot l \cdot I_n}{x \cdot A} = \frac{\sqrt{3} \cdot 15 \cdot 48,2}{56 \cdot 25} = \frac{1252,27}{1400} = 0,894 \text{ V}$$

5% x 380 V = 19 V 5% x 380V = 19 V, karena syarat maksimal drop tegangan yang diperbolehkan adalah 19 V tetapi perhitungan drop tegangan sebesar 0,894 V atau kurang dari 19 V, maka drop tegangan tersebut masih diijinkan.

4. Kesimpulan

- Mesin penggergajian kayu ini memiliki 3 motor dengan total daya motor 24,05 kW dengan daya motor yang paling besar yaitu motor pada mesin gergaji kayu sebesar 22 kW dan motor yang dayanya paling kecil yaitu motor pada ulir 0,55 kW.
- Mesin penggergajian kayu menggunakan pengaman utama MCB dengan rating sebesar 80A

Daftar Pustaka

- [1] Santoso, K. *Analisis Kinerja Mesin Pemotong Balok Kayu Dengan Sistem Kontrol Otomatis* Majapahit Techno, agustus 2018, hal 1-9.
- [2] Fatkhurrohman Rosid, *Ancang Bangun Mesin Pemotong Kayu Otomatis Berbasis Arduino*. Jurnal NOE, Vol 4, No 2 Oktober 2021
- [3] Adam, Leland, *Sistem Pemrograman Pada Trainer Mesin Gergaji Sistem Pneumatic Electric Berbasis PLC*. Jurnal Rekayasa Mesin. Vol 5 No 2 (2019)
- [4] Timothy L. Skavarenina dan William E. DeWitt, 2010, *Electrical Power and Control*.
- [5] John W. Werb dan Ronald A Reis, *Programmable Logic Controllers (Principles and Aplication)*
- [6] Soelaiman, Prof. Ts. Mhd. 1984, *Mesin Tak Serempak dalam Praktek*, PT. Pradya Paramitra, Jakarta.
- [7] Sularso, Ir. MSME dan Kiyokatsu Suga , 1980, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*,PT. Pradya paramitra, Jakarta
- [8] Badan Standarisasi Nasional, 2011, *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011)*, Yayasan PUIL, Jakarta
- [9] Manaf Abdul, Drs., MMT, 2012, *Buku Desain Instalsi 1*, Malang: Politeknik Negeri Malang