



Kajian Analisis Perhitungan Sistem Penggerak Katrol Listrik di PT. Jasa Marina Indah

Rita Hariningrum¹, Sukarno Budi Utomo[✉]

¹Fakultas Kemaritiman Universitas IVET, ²Universitas Islam Sultan Agung

DOI: <https://doi.org/10.31331/maristec.v2i2>

Info Articles

Sejarah Artikel:

Disubmit November 2021

Direvisi Desember 2021

Disetujui Januari 2022

Keywords:

Pulley, Hoist, Trolley

Abstrak

Perkembangan teknologi yang semakin maju menuntut dunia perindustrian untuk melakukan proses produksi secara cepat dan mudah dengan mengutamakan kualitas dan kuantitas. Salah satu alat yang dapat membantu proses produksi (alat pengangkut) adalah katrol yang berfungsi sebagai sarana pendukung untuk mempercepat proses produksi atau memindahkan barang dari satu tempat ke tempat lain. Bagian utama katrol listrik meliputi Hoist, Katrol, Trolley. Penelitian ini menguraikan perencanaan sistem katrol listrik yang berkemampuan mengangkat beban 2000 kg. Dengan kecepatan angkat Hoist 20 m/dt, Katrol 10 m/dt, Trolley 5 m/dt. Hasil menunjukkan bahwa untuk disain sistem penggerak katrol listrik dengan spesifikasi di atas menghasilkan daya motor sebesar Hoist 61,393 kw, Katrol 30.6971 kw, Trolley 15.3482 kw.

Abstract

The development of increasingly advanced technology requires the industrial world to carry out the production process quickly and easily by prioritizing quality and quantity. One of the tools that can help the production process (transportation equipment) is a pulley that serves as a means of support to speed up the production process or move goods from one place to another. Main parts of electric pulley include Hoist, Pulley, Trolley. This study describes the design of an electric pulley system that is capable of lifting a load of 2000 kg. With a lifting speed of Hoist 20 m/s, Pulley 10 m/s, Trolley 5 m/s. The results show that the electric pulley drive system design with the above specifications produces a motor power of 61.393 kw Hoist, 30.6971 kw Pulley, 15.3482 kw Trolley.

[✉]Alamat Korespondensi:

E-mail: sukarno@unissula.ac.id

ISSN : 2746-1580

PENDAHULUAN

Penggunaan alat listrik oleh industri dipengaruhi pertimbangan akan komponen tenaga listrik sebagai unsur biaya industri dan keandalan sistemnya. Dengan biaya komponen alat listrik yang ekonomis keandalan sistem yang tinggi diharapkan semaksimal mungkin penggunaan alat listrik dapat tercapai.

Sumber daya manusia yang berkualitas akan mampu menjaga kinerja dan produktifitas yang tinggi, serta mampu melihat perkembangan dan mampu mengatasi kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi. Dalam perkembangan di berbagai bidang terutama industri perlu di tingkatkan dan disertai pula peningkatan kualitas peroduk dengan efisiensi waktu yang tinggi. Untuk peningkatan efisiensi dan intensitas kita perkenalkan teknologi bantu berupa katrol listrik.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa perhitungan daya motor penggerak, menganalisa perhitungan penghantar dan pengaman, mekanisme karakteristik serta konstruksi motor listrik.

Pada analisa katrol listrik ini, katrol hanya mengangkat dan mengangkut beban dalam jumlah besar dan jarak yang terbatas. Jadi katrol listrik berfungsi sebagai alat pengangkat dan pengangkut beban dari satu tempat ke tempat lain dengan jarak tertentu. Katrol listrik umumnya dipakai dalam gedung seperti di gudang, pabrik, bengkel dan industri. Selain itu katrol listrik juga bisa dipakai di luar gedung, misalnya dipakai di pelabuhan barang yang difungsikan sebagai alat unuk mengangkat barang dari kapal ke darat atau sebaliknya, katrol listrik dapat digerakkan dengan tiga macam gerakan antara lain:

- a. Unit gerakan angkat atau disebut *Unit HOIST*
- b. Unit gerakan ke kanan/ kiri disebut *Unit KATROL*
- c. Unit gerakan turun atau disebut *Unit TROLLEY*

Spesifikasi katrol listrik ialah sebagai berikut :

- Beban maksimum : 2000 kg
- Lebar bentangan : 8.5 meter
- Panjang bentangan : 66.8 meter
- Kecepatan angkat turun konstan : 30 meter/detik
- Kecepatan membujur konstan : 30 meter/detik
- Panjang ulir gerak membujur : 20 meter
- Panjang ulir gerak naik turun : 20 meter

Data di atas merupakan data spesifikasi dari data katrol listrik yang sebenarnya.

Motor Penggerak

Dalam perencanaan katrol listrik sebagai motor penggerak utamanya dapat dipakai motor-motor induksi rotor lilit tiga fasa, baik untuk gerak angkat turun gerak membujur ataupun gerak melintang. Motor Induksi Rotor Lilit Tiga Fasa. Motor induksi jenis ini mempunyai rotor dengan belitan kumparan tiga fasa sama seperti pada kumparan statornya. Kumparan stator dan rotor juga mempunyai jumlah katup yang sama. Lilitan stator dapat dihubungkan dengan tegangan kerjanya. Rotor motor terdiri dari belitan yang dihubungkan dengan ketiga cincin gesek (slip ring).

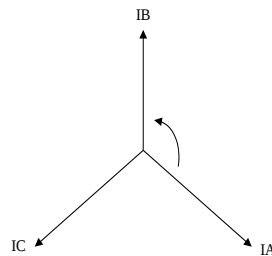
Penambahan hamparan luar pada rotor sampai harga tertentu membuat kopel mula mencapai harga kopel maksimumnya. Kopel mula yang besar sangat diperlukan pada awal jalan (star). Motor induksi dengan rotor belitan memungkinkan pengaturan hambatan luar, pada awal pengasutan hambatan luar tersebut dibuat besar dan setelah berputar mendekati putaran sinkronnya hambatan luar dibuat minimum. Hal ini dimaksudkan agar selain mendapatkan kopel mula yang besar juga diperlukan untuk membatasi arus mula yang besar pada saat awal jalan. Disamping itu untuk mengatur perubahan hambatan mula pada rotor, kecepatan motor dapat diatur. Untuk membalik arah putaran motor induksi rotor tiga fasa dapat dilakukan dengan menukar dua fasa yang terhubung pada motor tersebut.

Prinsip Kerja Motor Tiga Phase

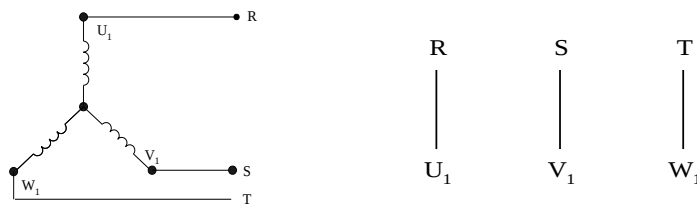
Pada motor tiga phase lilitan statornya tidak berbeda dengan lilitan stator pada generator 3 phase arus bolak-balik. Karena pada lilitan stator dimasukkan arus listrik bolak-balik, maka disekitar stator juga terjadi fluks magnet yang mengubah-ubah pula. Jadi pada motor arus bolak-balik ini magnet (fluks magnet) berputar. Untuk lebih jelasnya, prinsip terbentuknya medan magnet yang berputar pada motor 3 phase adalah :



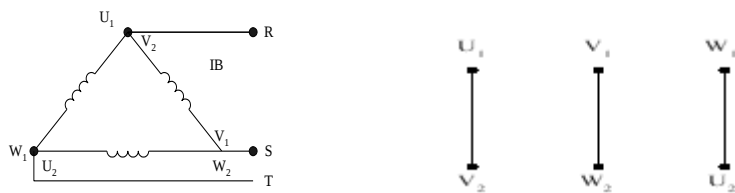
Gambar 1. Keadaan Arus Tiga Phase Yang Dimasukkan Pada Lilitan Stator Pada Suatu Saat Tertentu.



Gambar 2. Arah Fluks Magnet Pada Beberapa Keadaan



Gambar 3. Motor 1 (yang menggerakkan katrol ke kanan dan ke kiri) dalam Rangkaian Y. Menunjukkan Hubungan Y.



Gambar 4. Motor 2 (yang menggerakkan katrol ke atas dan ke bawah) dalam Rangkaian Δ. Menunjukkan Hubungan Δ.

Prinsip Kerja Motor Induksi

Secara umum motor listrik berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik yang berupa tenaga putar. Pada motor AC kumparan motor tidak menerima energi listrik langsung, tetapi secara induktif seperti yang terjadi energi kumparan sekunder transformator motor induktif dapat diidentifikasi dengan transformator yang kumparan primer sebagai kumparan stator, sedangkan kumparan sekunder sebagai kumparan rotor.

Motor Gerak Naik Turun

Pada pesawat pengangkat, beban digerakkan naik turun secara vertical, energi mekanik motor yang berupa putaran pada porosnya direduksi terlebih dahulu melalui transmisi roda gigi dengan kekuatan / ketahanan tertentu yang sesuai dengan kecepatan naik turun yang dikehendaki. Mekanisme mesin pengangkat terdiri dari :

- a. Kait
Kait merupakan alat yang dipergunakan untuk mengaitkan beban yang diikat besi baja.
- b. Besi Baja
Besi baja adalah alat yang dipergunakan untuk menarik kait yang terpasang pada system gear serta digunakan untuk mengikat beban pada kait.
- c. Sistem Gear dan Kontruksi Ulir
Sistem gear dan kontruksi ulir dipergunakan untuk menempatkan besi baja agar bergerak ke atas dan ke bawah karena putaran kontruksi ulir yang ada di kopel dengan motor. Pada motor yang menggerakkan beban ke kanan-kiri menggunakan gear dengan jumlah gigi 13 : 39 dengan panjang ulir 20 m. Sedangkan pada motor yang menggerakkan beban ke atas-bawah menggunakan gear dengan perbandingan 1 : 3 dan panjang ulir 20 m.
- d. Sistem Penggerak dan Transmisinya
Dipergunakan motor 3 phase sebagai penggerak pada hoist, trolley dan katrol.

Mekanisme kerja dari mesin pengangkat yaitu :

Kait sebagai alat untuk mengait beban diikat oleh besi baja. Besi baja ini ditarik oleh motor pada sebuah kontruksi ulir sehingga kait dapat bergerak ke atas dan ke bawah karena kontruksi putaran ulir. Motor listrik melalui transmisi daya dipergunakan untuk memutar ulir, untuk menjaga agar beban yang diangkat pada ketinggian tertentu agar seimbang. Pada unit ini dalam menentukan daya motor penggerak dipengaruhi oleh :

1. Beban Statis

Beban statis merupakan suatu beban yang terdiri atas dua macam beban, yaitu beban maksimum yang diangkat oleh katrol listrik, yang di konotasikan dengan huruf "Q" dan beban kait serta peralatan trolleynya, yang di konotasikan dengan "Gpk". Jadi perhitungan beban maksimum yang diangkat dengan beban kait serta peralatan trolleynya.

$$W_{\max} = Q + Gpk \dots\dots\dots(1.1)$$

Dengan:

$W_{\max}$: Beban statis total (Kg)

Q : Beban maksimum yang diangkat katrol listrik (Kg)

Gpk : Beban kait beserta peralatan trolleynya (Kg)

2. Beban Dinamis

Beban dinamis merupakan suatu beban yang tidak konstan, atau beban yang timbul karena adanya suatu percepatan atau perlambatan dari pengoperasian katrol listrik.

Beban dinamis meliputi :

- a. Beban dinamis karena percepatan pada waktu gerak angkat atau perlambatan pada waktu gerak turun. Jenis beban dinamis ini dapat dirumuskan dengan :

$$V_t = V_o + at \dots\dots\dots(1.2)$$

Maka :

$$a = \frac{\text{kecepatan angkat}}{\text{waktu start}}$$

Dengan :

V_t : Kecepatan pada waktu (m / det)

V_o : Kecepatan awal (m / det)

a : Pecepatan (m / det²)

t : Waktu (detik)

Jadi beban dinamis yang timbul :

$$Qd_1 = m \cdot a \dots\dots\dots(1.3)$$

Dengan:

Qd_1 : Beban dinamis (Kg)

m : Masa beban (Kg)

a : Percepatan (m/det^2)

- b. Beban dinamis gerak melintang bersama trolley.

Berdasarkan persamaan (1.2) jenis beban dinamis ini dapat dirumuskan dengan :

$$Qd_2 = m \cdot a \dots\dots\dots(1.4)$$

Dengan:

Qd_2 : Beban dinamis (Kg)

m : Masa beban (Kg)

a : Percepatan (m / det^2)

- c. Beban dinamis gerak membujur sepanjang jembatan.

Berdasarkan persamaan (1.2) jenis beban dinamis ini dapat dirumuskan dengan :

$$Qd_3 = m \cdot a \dots\dots\dots(1.5)$$

Dengan:

Qd_3 : Beban dinamis (Kg)

m : Masa beban (Kg)

a : Percepatan (m / det^2)

Berdasarkan persamaan (1.3), (1.4), (1.5) diperoleh total beban dinamis ini dapat dirumuskan dengan :

$$Qt = \sqrt{(Qd_1)^2 + (Qd_2)^2 + (Qd_3)^2} \dots\dots\dots(1.6)$$

Motor Gerak Membujur dan Melintang (Ke Kanan-Kiri)

1. Gerak membujur sepanjang jembatan (gerak ke kanan).

Pada motor gerak membujur langkah yang perlu diperhatikan adalah menghitung berat masing-masing komponen utama dan gesekan antar flens roda dengan rel komponen utamanya :

- a. Rangka utama plate girder, dikonotasikan dengan “ G_m “

- b. Trolley dan motor termasuk penggerak dikonotasikan dengan “ G_{tm} “

- c. Berat motor hoist dikonotasikan “ G_{mt} “

Untuk menentukan koefisien gerak dapat dihitung dengan :

$$\omega = \frac{0,1.d.1000}{D} \dots\dots\dots(1.7)$$

Dengan:

D : Diameter roda (cm)

d : Diameter poros (cm)

ω : Koefisien gesek antara roda dan poros

jadi tahanan roda saat berjalan atau berputar dapat dihitung dengan :

$$W = \beta \cdot \omega \cdot (Q + G_o) \dots\dots\dots(1.8.a)$$

Dengan:

W : Tahanan total atau tahanan jalan (Kg)

β : Faktor penggali (1,25 – 1,4 untuk bantalan roda)

ω : Koefisien gesek

Q : Beban maksimum yang diangkat (Kg)

G_o : Berat trolley dan berat jembatan (Kg)

Berdasarkan persamaan (1.7), dan (1.8), daya motor yang diturunkan untuk gerak membujur sepanjang jembatan dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$P = \frac{W \cdot V}{\eta \cdot 60 \cdot 75} \dots\dots\dots(1.9)$$

Dengan:

P : Daya motor (KW)

W : Besar tahanan roda (kg)

V : Kecepatan gerak membujur (m/det)

η : Efisiensi

2. Motor gerak melintang bersama trolley (gerak ke kiri)

Penentuan motor penggerak untuk gerak melintang kondisinya sama dengan penentuan daya untuk gerak membujur. Saat roda berputar terdapat gesekan antara poros roda dengan bantalan, selain itu terdapat gesekan antara poros roda dengan bantalan, selain itu terdapat gesekan antara flens dengan rel. Dari persamaan (1.7), besar tahanan roda jalan yang dibutuhkan pada ,motor gerak melintang bersama trolley dapat dirumuskan dengan :

$$W = \beta \cdot \omega \cdot (Q + Gtm) \dots\dots\dots(1.8.b)$$

Dengan:

W : Tahanan total atau tahanan jalan (Kg)

B : Faktor penggali (1,25 – 1,4 untuk bantalan roda)

ω : Koefisien gesek

Q : Beban maksimum yang diangkat (Kg)

Gtm : Berat trolley, drum dan motor penggerak (Kg)

METODE

Metode pengumpulan data yang digunakan meliputi :

1. Metode Observasi digunakan untuk mengungkap data kapasitas mesin katrol listrik, perencanaan sistem katrol listrik yang berkemampuan mengangkat beban 2000 kg. Dengan kecepatan angkat Hoist 20 m/dt, Katrol 10 m/dt, Trolly 5 m/dt. Dan hasil menunjukkan bahwa untuk disain sistem penggerak katrol listrik dengan spesifikasi di atas menghasilkan daya motor sebesar Hoist 61,393 kw, Katrol 30.6971 kw, Trolly 15.3482 kw. Dalam pengambilan data ini, peneliti mengadakan pengamatan terhadap obyek penelitian sesuai dengan data yang diperlukan.
2. Metode Dokumentasi digunakan untuk memperoleh data besar kemampuan mengangkat beban dan kecepatan daripada mesin katrol listrik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Beban

Untuk mencapai agar katrol listrik dapat difungsikan dengan baik, aman serta efisien tinggi, maka untuk motor masing-masing penggerak harus direncanakan sedemikian rupa sesuai dengan besar kecilnya beban yang diinginkan.

1. Motor Penggerak untuk mengangkat dan Menurunkan Beban.

Untuk mengangkat dan menurunkan beban besi baja yang digulung pada sebuah kotruksi ulir. Beban pada besi baja yang ditarik selama ada beban adalah beban statis dan beban dinamis.

Direncanakan :

- Beban statis yang diangkat

$$Q = 2000 \text{ Kg}$$

Beban kait peralatannya

$$Gpk = 280 \text{ Kg}$$

Jadi beban statis total ialah :

$$\begin{aligned} W_{\max} &= Q + G_{pk} \\ &= 2000 \text{ kg} + 280 \text{ Kg} = 2280 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

• Beban dinamis terdiri dari :

- a. Beban dinamis karena percepatan pada waktu gerak angkat atau perlambatan pada waktu gerak turun.

Dimana:

Kecepatan angkat = 20 meter/menit

$$\begin{aligned} a &= \frac{20 \text{ m/det}}{60} \\ &= 0.33 \end{aligned}$$

Waktu start = 5 detik

Berdasarkan persamaan (1.2) maka :

$$V_t = V_o + at$$

$$\begin{aligned} a &= \frac{\text{kecepatan angkat}}{\text{waktu start}} \\ &= \frac{0.33}{5} \\ &= 0,066 \text{ m/det}^2 \end{aligned}$$

Jadi berdasarkan persamaan (1.2) dan (1.3) beban dinamis yang timbul adalah

$$\begin{aligned} Q_{d1} &= m.a \\ &= \frac{2280}{9.8} \times 0.066 \\ &= 15,35 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

- b. Beban dinamis karena gerak melintang trolley.

Direncanakan :

- Kecepatan trolley konstan = 5 meter/menit

$$\begin{aligned} &= \frac{5 \text{ m/det}}{60} \\ &= 0.083 \text{ m/det} \end{aligned}$$

- Waktu start = 5 detik

Berdasarkan persamaan (1.2) maka percepatan kita ketahui:

$$V_t = V_o + at$$

$$\begin{aligned} a &= \frac{\text{kecepatan angkat}}{\text{waktu start}} \\ &= \frac{0.083}{5} \\ &= 0.0166 \text{ m/det} \end{aligned}$$

Jadi untuk mengetahui beban dinamis yang timbul dapat diketahui melalui persamaan (1.4).

$$\begin{aligned} Q_{d2} &= m.a \\ &= \frac{2280}{9.8} \times 0.0166 \\ &= 3.86 \text{ Kg} \end{aligned}$$

- c. Beban dinamis karena gerak membujur sepanjang jembatan katrol.

Direncanakan :

- Kecepatan gerak membujur konstan

$$(V) = 10 \text{ m/menit}$$

$$V = \frac{10}{60} = 0,166 \text{ m/detik}$$
- Waktu start = 5

$$V_t = V_o + at$$

$$a = \frac{\text{kecepatan gerak membujur}}{\text{waktu start}}$$

$$a = \frac{0,166}{5}$$

$$a = 0.033 \text{ m/det}$$

Jadi untuk mengetahui beban dinamis yang timbul dapat diketahui melalui pers (2.4) :

$$Q_{d3} = \frac{2280}{9.8} \times 0.033$$

$$= 7.755 \text{ Kg}$$

Jadi beban pada tali baja adalah :

$$Q_t = \sqrt{(Q + Q_{d1})^2 + (Q_{d2})^2 + (Q_{d3})^2}$$

$$Q_t = \sqrt{(2280 + 15,35)^2 + (3.86)^2 + (7.755)^2}$$

$$Q_t = \sqrt{(2295,35)^2 + (3.86)^2 + (7.755)^2}$$

$$Q_t = \sqrt{5268706.678}$$

$$Q_t = 2295.36$$

Jadi berat total komponen utama ialah :

$$G_i = G_{tm} + G_{ro} + G_{mp} + G_m$$

$$= 500 + 25 + 12 + 3$$

$$= 540 \text{ ton}$$

$$= 540.000 \text{ Kg.}$$

Perhitungan Daya

Dalam menentukan besar daya motor gerak membujur sepanjang jembatan, langkah-langkah yang kita ambil ialah menghitung berat komponen utama. Pada saat roda katrol berputar terdapat gesekan-gesekan antar poros roda dan bantalan, serta flens roda dengan rel berdasarkan persamaan (1.7) koefisien gesek dapat dihitung dengan :

$$\omega = \frac{0,1.d.1000}{D}$$

Dengan:

- Diameter gear : 10 cm
- Diameter poros : 2 cm

$$\omega = \frac{0,1.d.1000}{D}$$

$$\omega = \frac{0,1.2.1000}{10} = 20 \text{ kg/ton}$$

$$\omega = 0,02 \text{ kg/kg} = \text{kg.}$$

Berdasarkan persamaan (1.8) besar tahanan roda jalan ialah :

$$W = \beta \cdot \varpi \cdot (Q + G_{tm})$$

$$W = 1,4 \times 0,02 (2295,36 + 540.000)$$

$$W = 1,4 \times 0,02 \times 542295,36$$

$$W = 15184,27 \text{ Kg.}$$

Daya motor yang dibutuhkan pada unit Hoist ialah :

$$V = \rightarrow \text{Kec. Angkat (20 m/dt)}$$

$$P = \frac{w.v}{\eta \cdot 60.75} \quad \eta = \text{Efisiensi penggerak}$$

$$P = \frac{15184,27 \times 20}{0,82 \cdot 60.75}$$

$$P = \frac{303685,4}{3690}$$

$$P = 82,29 \text{ HP}$$

$$\begin{aligned} P &= 82,29 \times 746 = 61395,6 \text{ W} \\ &= 61,395 \text{ KW} \end{aligned}$$

Daya motor yang dibutuhkan pada unit Trolley ialah :

$$V = 5 \text{ m/dt}$$

$$P = \frac{15184,27 \times 5}{0,82 \cdot 60.75}$$

$$P = \frac{75921,35}{3690}$$

$$P = 20,57 \text{ HP}$$

$$\begin{aligned} P &= 20,57 \times 746 = 15348,87 \text{ W} \\ &= 15,3 \text{ KW} \end{aligned}$$

Daya motor yang dibutuhkan pada unit Katrol ialah :

$$V = 10 \text{ m/dt}$$

$$P = \frac{15184,27 \times 10}{0,82 \cdot 60.75}$$

$$P = \frac{151842,7}{3690}$$

$$P = 41,15 \text{ HP}$$

$$\begin{aligned} P &= 41,15 \times 746 = 30697,73827 \text{ W} \\ &= 30,7 \text{ KW} \end{aligned}$$

Perhitungan Penghantar

- a. Besarnya kemampuan hantar arus pada penghantar untuk motor gerak Hoist ialah :

Kemampuan hantar arus.

$$\begin{aligned} \text{KHA} &= 1,1 \times I_n 24A \\ &= 26,4 \text{ A} \end{aligned}$$

- b. Besarnya kemampuan hantar arus pada penghantar untuk motor gerak Trolley ialah :

Kemampuan hantar arus.

$$\begin{aligned} \text{KHA} &= 1,1 \times I_n 21A \\ &= 23,1A \end{aligned}$$

- c. Besarnya kemampuan hantar arus pada penghantar untuk motor gerak katrol ialah :
Kemampuan hantar arus.
$$KHA = 1,1 \times 23 \text{ A}$$
$$= 25.3 \text{ A}$$

Perhitungan Pengaman

Untuk motor pada katrol listrik. Pengaman yang dipakai pada hubung singkat adalah MCB (Mini Circuit Breaker atau Pembatas Mini). Penentuan MCB diambil berdasarkan arus nominal dengan mengacu standarisasi yang ditetapkan dalam PUIL, yaitu :

$$= 150\% \times I_n (\text{Ampere})$$

$$= 150\% \times 25 \text{ A}$$

$$= 37.5 \text{ A}$$

Jadi untuk pengaman yang digunakan adalah MCB dengan ukuran 40 A.

KESIMPULAN

1. Pada motor Hoist mempunyai kecepatan angkat 20m/dt, dan percepatan motor 0,066m/dt dengan demikian unit Hoist daya motor yang dihasilkan sebesar 61,393 kw
2. Pada motor Katrol mempunyai kecepatan angkat 10m/dt, dan percepatan motor 0.033m/dt dengan demikian unit Katrol daya motor yang dihasilkan sebesar 30.7 kw.
3. Pada motor Trolley mempunyai kecepatan angkat 5 m/dt, dan percepatan motor 0.0166m/dt dengan demikian unit Trolley daya motor yang dihasilkan sebesar 15.3 kw.
4. Kecepatan rendah pada Hoist dan Trolley diperlukan pada semua beban guna menghindari terjadinya kerusakan.
5. Rem darurat digunakan untuk mengatasi kemungkinan kegagalan rem otomatis.

DAFTAR PUSTAKA

Bambang Murdaka Eka Jati, Tri Kuntoro Priyambada, Fisika Dasar Edisi 2, 2013

Henny Sutrisno, Seri Teguh Wardoyo, Motor Listrik Arus Bolak Balik, Yogyakarta, 2011

George H. Martin, Ir. Setiyo Bakti, Kinematika dan Dinamika Teknik, Erlangga, 2020

Radita Arindya, Penggunaan dan Pengaturan Motor Listrik, 2013

Yakob Liklikwatil, Mesin – Mesin Listrik.