

TUGAS AKHIR

ANALISA PENGARUH ARUS TIDAK SEIMBANG TERHADAP KERJA MOTOR CRANE DI TERMINAL PETIKEMAS PELABUHAN BELAWAN

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Program Strata – 1

Pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro

Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Disusun Oleh :

MUHAMMAD PAISAL AMRI NASUTION

1707220034



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

MEDAN

2022

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Paisal Amri Nasution

NPM : 1707220034

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Arus Tidak Seimbang Terhadap Kerja Motor
Crane Di Terminal Petikemas Pelabuhan Belawan

Bidang Ilmu : Sistem Tenaga Tinggi

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Mengetahui dan Menyetujui
Dosen Pembimbing



Elvy Sahnur Nasution, S.T., M.Pd.

Dosen Penguji I



Rohana, S.T, M.T

Dosen Penguji II



Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Elektro

Ketua



Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T.

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Muhammad Paisal Amri Nasution
Tempat/ Tanggal Lahir : Medan, 14 Januari 1999
NPM : 1707220034
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir Saya yang berjudul:

“Analisa Pengaruh Arus Tidak Seimbang Terhadap Kerja Motor Crane Di Terminal Petikemas Pelabuhan Belawan”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material maupun non material, ataupun segala kemungkinan lain, yang hakekatnya bukan merupakan karya tulis tugas akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan kesajanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya perbuat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan atau paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 21 April 2022

Saya yang menyatakan,



Muhammad Paisal Amri Nasution

ABSTRAK

Pelabuhan menjadi pintu gerbang penghubung antara satu pulau ke pulau lainnya. Pelabuhan berfungsi sebagai gerbang pertukaran barang maupun manusia yang diangkut kapal laut. proses bongkar muat barang dalam petikemas, Lamanya proses penumpukan petikemas bergantung pada beberapa faktor, salah satunya adalah kualitas dan kuantitas peralatan yang ada. Maka dari itu sejarah *Container Crane* dimulai. Namun dari berbagai hasil industri pembuatan *container Crane* belum bisa bergerak secara fleksibel dan sering terkendala diKerja arus listrik pada motor *Crane* secara tiba-tiba mengalami ketidakseimbangan arus untuk menggerakkan motor *Crane*. Berdasarkan hasil dari pengujian yang dilakukan terhadap motor *HoistCrane*, nilai torsi yang dihasilkan dari pengujian pada motor *Hoist Crane* sebesar 3,499 N.m. Pada fasa R nilai daya yang dihasilkan naik tidak terlalu signifikan dengan nilai sebesar 720,35 Kemudian untuk pengujian dengan fasa S nilai yang dihasilkan sebesar 709,18 W, nilai daya yang dihasilkan oleh fasa T sebesar 747,30 W,. Sisi efisiensi motor *Hoist Crane* yang telah diuji, nilai yang dihasilkan pada pengujian yaitu sebesar 96,71 % Nilai efisiensi yang dihasilkan pada pengujian tidak terlalu membahayakan motor *Hoist Crane* yang dioperasikan oleh pelabuhan peti kemas Belawan dikarenakan nilai yang diperoleh masih diatas standar yakni sebesar 90%-98% dengan standar pabrikasi sebesar 80% dan nilai tersebut masih layak gunakan untuk motor *Hoist Crane* beroperasi dengan baik

Kata Kunci : Arus Tidak Seimbang, Motor *Crane*, Petikemas

ABSTRACT

The port is a connecting gateway from one island to another. The port serves as a gateway for the exchange of goods and people transported by ships. the process of loading and unloading goods in containers, the length of the process of container stacking depends on several factors, one of which is the quality and quantity of existing equipment. Thus the history of the Container Crane begins. However, from various industrial products, the crane container has not been able to move flexibly and is often constrained by the fact that the electric current in the crane motor suddenly experiences an imbalance in the current to drive the crane motor. Based on the results of the tests carried out on the HoistCrane motor, the torque value resulting from testing on the Hoist Crane motor is 3,499 N.m. In the R phase the value of the power generated increases not too significantly with a value of 720.35 Then for the test with the S phase the resulting value is 709.18 W, the value of the power generated by the T phase is 747.30 W,. The efficiency side of the Hoist Crane motor that has been tested, the value generated in the test is 96.71% The efficiency value generated in the test is not too dangerous for the Hoist Crane motor operated by the Belawan container port because the value obtained is still above the standard, which is 90% -98% with a manufacturing standard of 80% and this value is still suitable for use for the Hoist Crane motor to operate properly.

Keywords: Unbalanced Current, Crane Motor, Container

KATA PENGANTAR



Puji syukur kehadiran ALLAH.SWT atas rahmat dan karunia-Nya yang telah menjadikan kita sebagai manusia yang beriman dan insya ALLAH berguna bagi alam semesta. Shalawat berangkaikan salam kita panjatkan kepada junjungan kita Nabi besar MUHAMMAD SAW yang mana beliau adalah suri tauladan bagi kita semua yang telah membawa kita dari zaman kebodohan menuju zaman yang penuh dengan ilmu pengetahuan. Tulisan ini dibuat sebagai tugas akhir untuk memenuhi syarat dalam meraih gelar kesarjanaan pada Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Adapun judul tugas akhir ini adalah Analisa Pengaruh Arus Tidak Seimbang Terhadap Kerja Motor *Crane* Di Terminal Petikemas Pelabuhan Belawan

Selesainya penulisan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ayahanda Ramlan Nasution tersayang dan ibunda Samsiah tercinta, yang dengan cinta kasih & sayang setulus jiwa mengasuh, mendidik, dan membimbing dengan segenap ketulusan hati tanpa mengenal kata lelah sehingga penulis bisa seperti saat ini.
2. Bapak Munawar Alfansury, S.T, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Faisal Irsan Pasaribu, S.T, M.T. selaku Ketua Prodi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Ibu Elvy Sahnur Nasution, ST, MPd. selaku Dosen Pembimbing dikampus yang telah memberi ide-ide dan masukan dalam menyelesaikan penulisan laporan tugas akhir ini.
5. Segenap Bapak & Ibu dosen di Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Tunangan Saya Tia Agustina, S.Pd yang telah mendukung dan memberi

masuk-masukan serta semangat yang tidak pernah henti untuk saya bisa menjadi sarjana.

7. Teman seperjuangan Juli Riandra, S.T. yang telah membantu dan mengarahkan saya dalam melakukan penulisan tugas akhir dari awal hingga tugas akhir saya selesai.
8. Segenap, kepada teman seperjuangan Fakultas Teknik yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu serta Keluarga Besar Teknik Elektro 2017 yang selalu memberikan semangat dan suasana kekeluargaan yang luar biasa. Salam Kompak.
9. Serta semua pihak yang telah mendukung dan tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari kata sempurna, hal ini disebabkan keterbatasan kemampuan penulis, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik & saran yang membangun dari segenap pihak.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga tulisan ini dapat menambah dan memperkaya lembar khazanah pengetahuan bagi para pembaca sekalian dan khususnya bagi penulis sendiri. Sebelum dan sesudahnya penulis mengucapkan terima kasih.

Medan, Januari 2022

M. PAISAL AMRI NASUTION

1707220034

DAFTAR ISI

ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6. Sistematis Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Tinjauan Pustaka Relevan	5
2.2. Landasan Teori	9
2.2.1. Daya Listrik	9
2.2.2. Arus Listrik	11
2.2.3. Motor <i>Hoist Crane</i>	13
2.2.4. Torsi Motor <i>Crane</i>	18
2.2.5. Efisiensi Motor <i>Crane</i>	19
2.2.6. Karakteristik Motor	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	24

3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan	24
3.2. Alat dan Bahan	24
3.3. Data Penelitian	25
3.4. Skema Rangkaian Motor <i>Hoist Crane</i>	25
3.4.1. Rangkaian Motor <i>Hoist Crane</i> Saat Arus Seimbang	25
3.4.2. Rangkaian Motor <i>Hoist Crane</i> Saat Arus Tidak Seimbang	25
3.5. Metode Penelitian	27
3.6. Prosedur Penelitian	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1. Pengaruh Arus Tidak Seimbang Terhadap Torsi Pada Motor <i>Crane</i>	30
4.1.1. Perhitungan Pengaruh Arus Tidak Seimbang Pada Torsi Motor	30
4.1.2. Perubahan Daya Kerja Motor Terhadap Pengaruh Arus Tidak Seimbang	31
4.1.3. Hasil Pengaruh Antara Arus Tidak Seimbang dan Daya Kerja Pada Torsi Motor	32
4.2. Pengaruh Arus Tidak Seimbang Terhadap Efisiensi Motor <i>Crane</i>	33
4.2.1. Perhitungan Pengaruh Arus Tidak Seimbang pada Efisiensi Motor	33
4.2.2. Hasil Pengaruh Antara Arus Tidak Seimbang dan Daya Kerja Pada Efisiensi Motor	34
BAB V PENUTUP	36
5.1 Kesimpulan	36
5.2. Saran	37

DAFTAR PUSTAKA	38
----------------------	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Segitiga Daya	9
Gambar 2.2. Penggunaan Faktor Daya Terhadap KVARH	11
Gambar 2.3 Skema Motor <i>Hoist Crane</i>	14
Gambar 2.4 Motor <i>Hoist Crane</i> Skala Beban Kecil	15
Gambar 2.5 <i>Overhead Hoist Crane</i>	16
Gambar 2.6 Gaya Fluks Magnet Pada Motor <i>Hoist Crane</i>	17
Gambar 2.7 Hubungan Antara Torsi, Gaya, dan Jarak	19
Gambar 3.1 Rangkaian Motor <i>Hoist Crane</i> Saat Arus Kerja Seimbang	26
Gambar 3.2. Rangkaian Motor <i>Hoist Crane</i> Saat Arus Kerja Tidak Seimbang	27
Gambar 3.3. Diagram Alir Penelitian	28
Gambar 4.1. Grafik Perubahan Torsi Terhadap Daya Kerja Motor <i>Crane</i>	32
Gambar 4.2. Grafik Perubahan Efisiensi terhadap Daya Kerja Motor <i>Crane</i>	34

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Data Motor <i>Hoist Crane</i> Saat Arus Kerja Tidak Seimbang	25
Tabel 4.1. Hasil Torsi Motor dan Daya Kerja Motor Akibat Arus Tidak Seimbang	3

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Indonesia memiliki pulau sebanyak 17.504 pulau yang terbentang dari Sabang sampai Merauke. Di Indonesia, Pelabuhan menjadi pintu gerbang penghubung antara satu pulau ke pulau lainnya. Pelabuhan berfungsi sebagai gerbang pertukaran barang maupun manusia yang diangkut kapal laut.(Rohman, 2016). Transportasi sebagai alat atau sarana untuk membawa atau memindahkan barang dari satu pulau ke pulau lain atau dari satu negara ke negara lain sangat berperan penting dan juga memiliki kontribusi yang cukup besar dalam menunjang perekonomian negara. (Khaldun et al., 2018)

Dalam hal ini pelabuhan dalam aktivitasnya mempunyai peran penting dan strategis untuk pertumbuhan industri dan perdagangan serta merupakan segmen usaha yang dapat memberikan kontribusi bagi pembangunan nasional. Terminal Peti Kemas memegang peranan yang strategis dalam menjamin kelancaran arus keluar-masuk peti kemas pada suatu wilayah. Oleh sebab itu perlu adanya Kerja operasional sebuah terminal peti kemas. (Sulistiana et al., 2010)

Belawan merupakan salah satu pelabuhan di Indonesia yang memiliki peran yang sangat penting dalam kegiatan arus barang baik itu impor maupun ekspor di wilayah pantai timur Indonesia yang berada di arus lalu lintas selat malaka yang sangat aktif dalam perdagangan internasional.(Aprilita, 2017) Belawan juga merupakan pelabuhan internasional yang merupakan pelabuhan utama sekunder yang berfungsi melayani kegiatan dan alih muat angkutan laut nasional dan internasional dalam jumlah besar dan jangkauan pelayanan yang luas serta merupakan simpul dalam jaringan transportasi laut internasional.(Gunawan

et al., 2013) Perkembangan Pelabuhan Belawan akan sangat ditentukan oleh perkembangan aktivitas perdagangannya. Semakin ramai aktivitas perdagangan di pelabuhan Belawan maka akan semakin besar Pelabuhan Belawan. Perkembangan perdagangan juga mempengaruhi jenis kapal dan lalu lintas kapal yang melewati pelabuhan tersebut. (Purwanto & Syahra, 2019)

Untuk proses bongkar muat barang dalam petikemas, Lamanya proses penumpukan petikemas bergantung pada beberapa faktor, salah satunya adalah kualitas dan kuantitas peralatan yang ada. Maka dari itu sejarah *Container Crane* dimulai. Namun dari berbagai hasil industri pembuatan *container Crane* belum bisa bergerak secara fleksibel dan sering terkendala di Kerja arus listrik pada motor *Crane* secara tiba-tiba mengalami ketidakseimbangan arus akibat dari tidak stabilnya tegangan dan arus listrik yang bekerja untuk menggerakkan motor *Crane* tersebut . (Arianto, 2014)

Mengingat pelabuhan Belawan merupakan sebagai objek vital dan pelabuhan internasional yang ada di Pulau Sumatera dan sering mengalami kendala pada motor *Crane* yang tiba-tiba mengalami ketidakseimbangan arus, maka penulis mengangkat penelitian ini dengan judul “Analisa Pengaruh Arus Tidak Seimbang Terhadap Kerja Motor *Crane* Di Terminal Petikemas Pelabuhan Belawan”

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan diatas maka dapat dirumuskan suatu permasalahan yaitu:

1. Bagaimana pengaruh arus tidak seimbang terhadap Torsi pada motor

Crane?

2. Bagaimana pengaruh arus tidak seimbang terhadap Efisiensi pada motor

Crane?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian dari “Analisa Pengaruh Arus Tidak Seimbang Terhadap Kerja Motor *Crane* Di Terminal Petikemas Pelabuhan Belawan” yaitu:

1. Menganalisis pengaruh arus tidak seimbang terhadap torsi pada motor *Crane* pada saat beroperasi.
2. Menganalisis pengaruh arus listrik tidak seimbang terhadap efisiensi pada motor *Crane* pada saat beroperasi.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Agar penelitian tugas akhir ini terarah tanpa maksud dan tujuan, maka ditetapkan ruang lingkup dalam penelitian sebagai berikut:

1. Melakukan perhitungan pengaruh arus tidak seimbang terhadap torsi pada motor *Crane* yang sedang beroperasi dengan beban tertentu
2. Melakukan perhitungan pengaruh arus listrik tidak seimbang terhadap efisiensi pada motor *Crane* yang sedang beroperasi dengan beban tertentu.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian dari meliputi beberapa aspek diantaranya, dari sisi efisiensi waktu, sisi pengetahuan, dan sisi ekonomi. Sisi efisiensi waktu yakni, memudahkan pekerjaan hingga sesuai dengan target waktu yang ditentukan. Sisi

pengetahuan yakni, memudahkan para pengguna motor *Crane* untuk melakukan perawatan. Dan dari sisi ekonomi yakni, semakin kecil kerusakan motor *Crane* maka semakin kecil juga biaya perawatan yang diperlukan.

1.6. Sistematis Penulisan

Adapun sistematis penulisan yang akan dipakai agar mencerminkan isi dari skripsi ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini mencakup latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, metode penelitian, serta sistematis penulisan.

BAB II TUJUAN PUSTAKA

Bab ini membahas teori yang merupakan penunjang di dalam perencanaan dan pembuatan tugas akhir.

BAB III METODELOGI PENELITIAN

Pada bagian bab iii ini akan dipaparkan tentang lokasi penelitian, alat dan bahan penelitian, data penelitian, jalannya penelitian, jadwal penelitian.

BAB IV ANALISA DAN HASIL PENGUJIAN

Bab ini membahas mengenai analisa berupa data dan hasil dari data yang diteliti.

BAB V PENUTUP

Adapun bab ini membahas kesimpulan dan saran dari penyusun skripsi ini.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka Relevan

Sistem distribusi yang lebih kompleks jaringannya adalah sistem distribusi Tegangan Rendah sistem distribusi tegangan rendah mempunyai cakupan jaringan yang sangat luas. Sistem distribusi tegangan rendah yang tidak seimbang tentunya akan berpengaruh terhadap banyak hal, seperti: Kerja trafo, panas berlebih pada phase beban lebih, arus mengalir pada kawat netral, drop tegangan ujung pada jaringan phase beban lebih. Dan pada akhirnya kualitas tenaga listrik di tingkat konsumen menurun. Dengan ketidakseimbangan beban ini maka solusi yang bisa dilaksanakan adalah melakukan penyeimbangan beban pada trafo. (Hidayat et al., 2018)

Dalam penyaluran tenaga listrik ternyata sukar diperoleh beban yang seimbang, terutama beban-beban satu fasa yang mendapat pelayanan dari sistem tiga fasa. Sehingga keadaan ini dapat mengakibatkan rugi-rugi daya dan bagi konsumen yaitu terjadinya penurunan tegangan. Hal ini terjadi karena adanya arus yang mengalir pada penghantar netral trafo. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ketidakseimbangan beban yang diakibatkan oleh beban satu fasa sistem distribusi tiga fasa, rugi daya jaringan, dan penghantar netral yang ditimbulkan akibat beban yang tidak seimbang serta melihat pengaruh dari segi kerugian energi yang ditimbulkan. (Hajriani et al., 2020)

Salah satu jenis motor listrik yang bekerja berdasarkan elektromagnetik *Hoist*. Masalah yang sering muncul akhir-akhir ini adalah terjadinya ketidakseimbangan tegangan. Tegangan tidak seimbang adalah nilai tegangan

yang tidak sama pada sistem tegangan tiga fasa yang terdapat pada sistem tenaga listrik. Atas dasar permasalahan tersebut, perlu dilakukan melakukan penelitian yang dapat menganalisis dinamika Kerja motor *Hoist*. Analisis dinamik dilakukan dengan memodelkan motor *Hoist* tiga fasa menggunakan arbitrer kerangka acuan dengan metode transformasi quadrature langsung di Matlab/Simulink. (Sentosa Setiadji et al., 2008)

Ketidakseimbangan beban pada suatu sistem distribusi tenaga listrik selalu terjadi dan penyebab ketidakseimbangan tersebut adalah pada beban-beban satu fasa pada pelanggan jaringan tegangan rendah. Akibat ketidakseimbangan beban tersebut muncullah arus di netral trafo. Arus yang mengalir di netral trafo ini menyebabkan terjadinya losses (rugi-rugi), yaitu losses akibat adanya arus netral pada penghantar netral trafo dan losses akibat arus netral yang mengalir ke tanah. Setelah dianalisa, diperoleh bahwa bila terjadi ketidakseimbangan beban yang besar. Maka arus netral yang muncul juga besar dan losses akibat arus netral yang mengalir ke tanah semakin besar pula. (Sularto, 2012)

Pasokan tegangan tidak seimbang adalah kasus yang tidak mungkin dihindari dan menimbulkan kerugian. Tegangan tidak seimbang tergantung pada tegangan saluran faktor yang tidak seimbang. Meningkatkan faktor yang tidak seimbang akan meningkatkan rugi-rugi daya dan menurunkan efisiensi motor *Hoist* tiga fasa. Menurut percobaan hasil di laboratorium, peningkatan daya yang hilang dan penurunan efisiensi jika motor beroperasi pada faktor tegangan tidak seimbang sedangkan secara teoritis perhitungan menghasilkan peningkatan rugi-rugi daya dan penurunan efisiensi. (Mashar, 2012)

Ketidakseimbangan tegangan sangat mempengaruhi unjuk kerja motor *Hoist* fasa tiga. Ketidakseimbangan tegangan pada motor *Hoist* memiliki standar maksimum untuk motor-motor yang berkapasitas besar. Walaupun dalam standar diperkenankan, namun ketidak-seimbangan tegangan diyakini mempunyai dampak pada unjuk kerja motor. Ketidakseimbangan tegangan terhadap unjuk kerja dari suatu motor yang berkapasitas kecil, yaitu motor *Hoist* fasa tiga akan dikaji pengaruh ketidakseimbangan tegangan ini terhadap faktor daya, putaran, efisiensi, suhu kerja dan umur mesin. Hasil dari kajian bahwa ketidakseimbangan tegangan yang diterapkan pada motor tersebut tidak selalu berdampak buruk. Namun ketidakseimbangan tegangan meningkatkan suhu kerja belitan yang bisa berdampak pada menurunnya umur dari umur desainnya. (Makarim et al., 2017)

Pada motor *Hoist* 3 fase, akibat kurang perawatan dan lingkungan yang buruk, dapat menyebabkan salah satu fase statornya menjadi rusak dan tidak berfungsi. Hal ini menimbulkan gangguan *Single-Phasing* yang menyebabkan ketidakseimbangan tegangan dan kenaikan suhu pada motor. Tulisan ini menganalisis ketidakseimbangan tegangan dan kenaikan suhu yang terjadi pada motor *Hoist* 3 fase ketika terjadi gangguan *Single-Phasing* dalam kondisi beban nol dan berbeban dengan menggunakan pembebanan *prony brake*. Oleh karena itu perlu dianalisa pengaruh gangguan *Single-Phasing* terhadap ketidakseimbangan tegangan dan kenaikan suhu dari kondisi normalnya. Dari hasil penelitian didapatkan akibat terjadinya *Single-Phasing* menimbulkan ketidaksetimbangan tegangan pada kondisi beban nol pada kondisi beban penuh. (Setiawan et al., 2019)

2.2. Landasan Teori

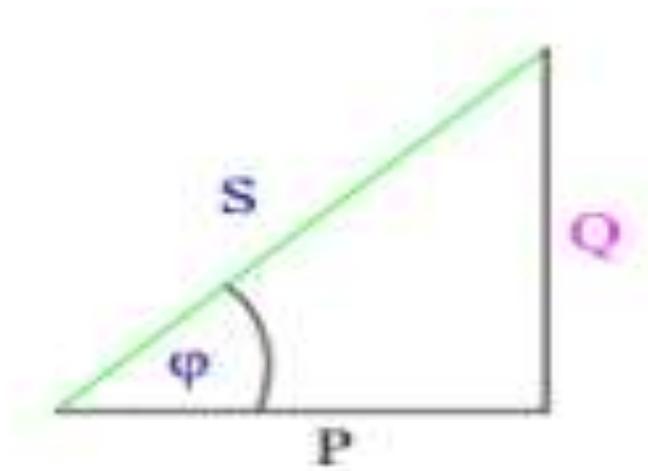
Landasan teori merupakan studi literature yang digunakan untuk sebagai landasan atas dasar penulisan tugas akhir sebagai acuan-acuan yang dibutuhkan untuk memperkuat argumentasi penulis terhadap penelitian yang dilaksanakan. Adapun beberapa literature yang digunakan untuk landasan teori pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

2.2.1. Daya Listrik

Daya adalah energi yang dikeluarkan untuk melakukan usaha. Dalam sistem tenaga listrik, daya merupakan jumlah energi yang digunakan untuk melakukan kerja atau usaha memiliki satuan Watt, yang merupakan perkalian dari Tegangan dan arus (Setyarso et al., 2013). Daya merupakan jumlah energi listrik yang digunakan untuk melakukan usaha di dalam sistem tenaga listrik. Fungsi utama dari energi listrik yakni Sebagai penerangan: Saat malam hari, listrik menjadi sumber penerangan yang dibantu oleh media berupa lampu. Oleh lampu, energi listrik menjadi energi cahaya. Energi listrik menjadi sumber energi bagi kehidupan manusia. Dikatakan sebagai sumber energi karena energi listrik bisa diubah menjadi energi lain. Misalnya energi listrik yang digunakan untuk menjalankan beberapa alat elektronik seperti kulkas dan laptop. Sarana hiburan: Energi listrik juga dapat dijadikan sebagai media hiburan, karena banyak alat hiburan yang menggunakan energi listrik. Pementasan hiburan juga membutuhkan listrik. Misalnya untuk penerangannya, untuk pengeras suaranya, untuk peralatan pementasannya, dan sebagainya. Dapat menghasilkan panas, listrik juga dapat menghasilkan panas. Misalnya pada oven listrik, energi listrik diubah menjadi

energi panas. Contoh lainnya ialah pada kompor listrik, penanak nasi, dan setrika. Menghasilkan gerak, energi listrik yang biasa kita gunakan sehari-hari ternyata juga dapat berubah menjadi energi gerak. Banyak kebutuhan rumah tangga yang membutuhkan listrik untuk menggerakkan sesuatu, salah satu contohnya ialah pada kipas angin. Contoh lainnya ialah, mesin cuci, motor, mobil, dan masih banyak lagi.

Satuan untuk daya listrik umumnya adalah Watt. Daya pada suatu sistem tegangan bolak-bali (AC) dikenal dengan tiga macam yaitu daya aktif (nyata) dengan simbol (P) satuannya adalah Watt (W), daya reaktif dengan simbol (Q) satuannya adalah volt ampere reactive (VAR) dan daya semu dengan simbol (S) satuannya adalah volt ampere (VA). (Suseno et al., 2006). Hubungan antara Daya semu, daya aktif, dan daya reaktif dapat dilihat pada gambar segitiga daya dibawah ini.



Gambar 2.1. Segitiga Daya

Sumber: (Suseno et al., 2006)

Segitiga daya merupakan trigonometri atau segitiga siku-siku yang digunakan untuk menghitung daya aktif, reaktif serta semu. Sedangkan jika dilihat dari kata daya ini sendiri artinya adalah sekumpulan energi listrik yang terpakai dalam aktivitas atau usaha tertentu. Segitiga daya mempunyai tiga jenis kategori. Yakni daya aktif, daya reaktif serta daya semu. Untuk mempermudah penyebutannya, P melambangkan daya nyata, Q melambangkan daya reaktif serta S melambangkan daya semu. Daya aktif adalah daya yang sebenarnya digunakan oleh konsumen. Daya aktif memiliki satuan Watt.

$$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi \dots\dots\dots (2.1)$$

$$P = \sqrt{3} \cdot V_{ln} \cdot I \cdot \cos \varphi \dots\dots\dots(2.2)$$

Daya Reaktif Daya reaktif merupakan daya yang digunakan untuk menghasilkan medan magnet.

$$Q = V_{ln} \cdot I \cdot \sin \varphi \dots\dots\dots(2.3)$$

$$Q = \sqrt{3} \cdot V_{ln} \cdot I \cdot \sin \varphi \dots\dots\dots(2.4)$$

Daya semu merupakan daya yang dibangkitkan oleh generator pada sistem pembangkit listrik. Daya semu diberi simbol S dan memiliki satuan VA (Volt Ampere).

$$S = V_{ln} \cdot I \dots\dots\dots(2.5)$$

$$S = \sqrt{3} \cdot V_{ln} \cdot I \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana:

P = Daya Aktif (Watt)

Q = Daya Reaktif (VAR)

S = Daya Semu (VA)

I = Arus (Ampere)

V_{in} = Tegangan Masuk (Volt)

Faktor daya atau faktor kerja adalah perbandingan antara daya aktif (watt) dengan daya semu/daya total (VA), atau sudut phasa antara daya aktif dan daya semu/daya total. Semakin tinggi faktor daya maka efektifitas dari alat-alat listrik akan semakin baik dan sebaliknya semakin rendah faktor daya berdampak pada rendahnya efektifitas dari alat-alat listrik, untuk menghitung faktor daya dirumuskan dengan (Rahardjo, Yadi Yunus, 2010)

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} \dots\dots\dots (2.7)$$

Di mana:

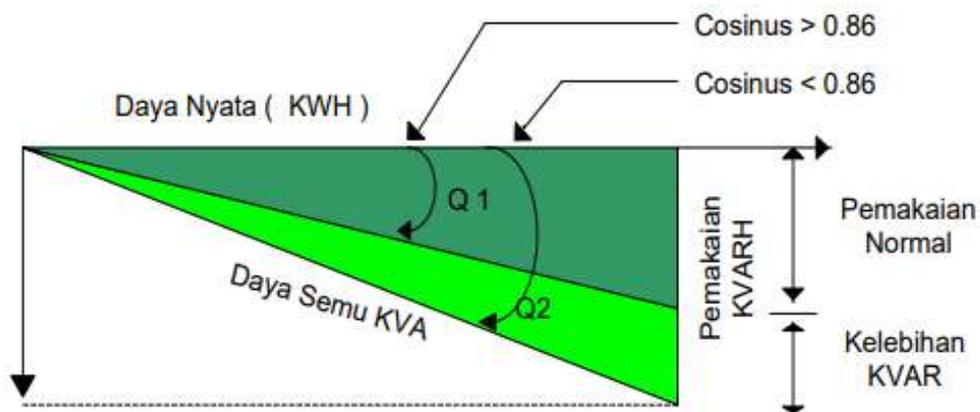
$\cos \varphi$ = Faktor daya

P = Daya nyata

S = Daya semu

Faktor daya sangat besar pengaruhnya terhadap kualitas dari sumber listrik dan Kerja dari alat-alat listrik. Akibat pemakaian KVARH yang tinggi menyebabkan pembentukan sudut faktor daya yang besar. hasil dari melebarnya

sudut daya tersebut berdampak pada rendahnya nilai faktor daya, kerugian-kerugian terhadap daya listrik dan menurunnya daya kerja efektif dari sumber listrik. Faktor daya yang lebih rendah dari $< 0,99$ atau $0,86$ menurunkan efisiensi kerja alat listrik. Daya kerja (KW) tidak dapat berkerja secara optimal atau sebanding dengan daya yang tersedia. (Putri & Pasaribu, 2018)



Gambar 2.2 Penggunaan Faktor Daya Terhadap KVARH

Sumber: (Putri & Pasaribu, 2018)

2.2.2. Arus Listrik

Arus listrik atau dalam bahasa Inggris sering disebut dengan *Electric Current* adalah muatan listrik yang mengalir melalui media konduktor dalam tiap satuan waktu. Muatan listrik pada dasarnya dibawa oleh Elektron dan Proton di dalam sebuah atom. Proton memiliki muatan positif, sedangkan Elektron memiliki muatan negatif. Namun, Proton sebagian besar hanya bergerak di dalam inti atom. Jadi, tugas untuk membawa muatan dari satu tempat ke tempat lainnya ini ditangani oleh Elektron. Hal ini dikarenakan elektron dalam bahan konduktor seperti logam sebagian besar bebas bergerak dari satu atom ke atom lainnya.

Atom dalam bahan konduktor memiliki banyak elektron bebas yang bergerak dari satu atom ke atom lainnya dengan arah yang acak (random atau tidak teratur) sehingga tidak mengalir ke satu arah tertentu. Namun ketika diberikan Tegangan pada konduktor tersebut, semua elektron bebas akan bergerak ke arah yang sama sehingga menciptakan aliran arus listrik.

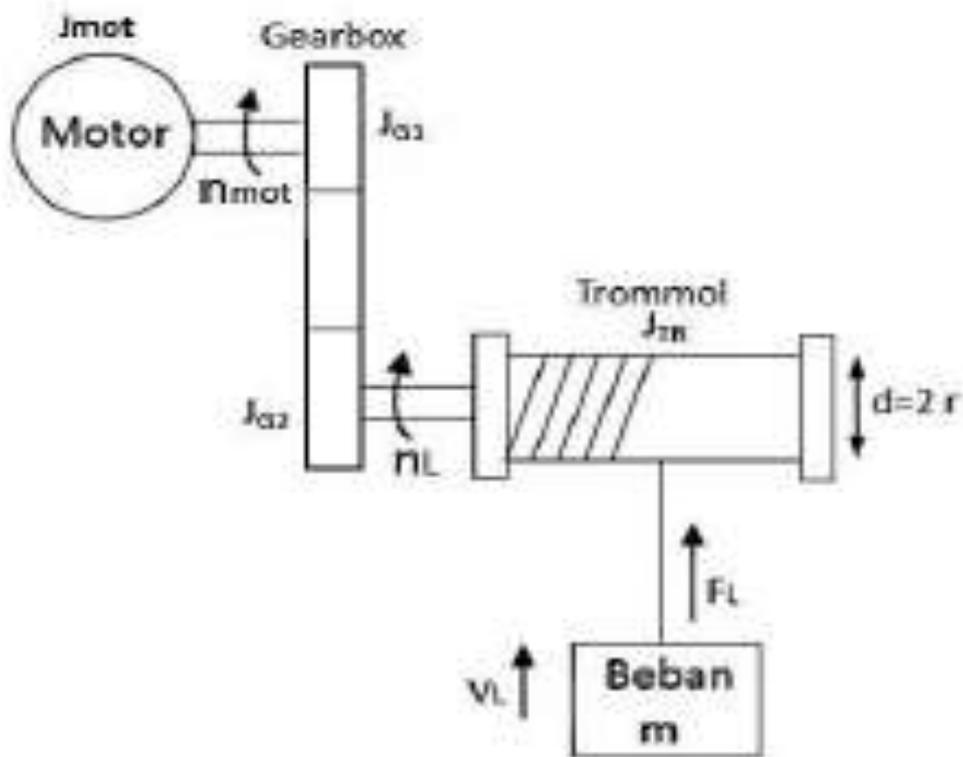
Arus listrik atau *Electric Current* biasanya dilambangkan dengan huruf “I” yang artinya “*intensity* (intensitas)”. Sedangkan satuan Arus Listrik adalah Ampere yang biasa disingkat dengan huruf “A” atau “Amp”. 1 Ampere arus listrik dapat didefinisikan sebagai jumlah elektron atau muatan (Q atau *Coulombs*) yang melewati titik tertentu dalam 1 detik. Sedang dalam Hukum Ohm menyatakan bahwa besarnya Arus Listrik (I) yang mengalir melalui sebuah penghantar atau konduktor adalah berbanding lurus dengan beda potensial atau Tegangan (V) dan berbanding terbalik dengan hambatannya (R) Atom dalam bahan konduktor memiliki banyak elektron bebas yang bergerak dari satu atom ke atom lainnya dengan arah yang acak (random atau tidak teratur) sehingga tidak mengalir ke satu arah tertentu. Namun ketika diberikan Tegangan pada konduktor tersebut, semua elektron bebas akan bergerak ke arah yang sama sehingga menciptakan aliran arus listrik.

2.2.3. Motor Hoist Crane

Motor listrik *Hoist Crane* merupakan jenis motor yang paling banyak digunakan pada perindustrian, salah satunya motor *Hoist* sebagai motor penggerak *Hoist* di gedung produksi, gedung packing (pengemasan) maupun gudang yang bertujuan untuk memindahkan suatu barang (beban). Pada *Crane/Hoist* di

perusahaan ini menggunakan 3 (tiga buah) motor listrik yang masing-masing satu motor untuk mengangkat beban, dua motor listrik lainnya untuk jalan di rel. Besar kecilnya daya motor listrik bergantung dari berdasarkan daya beban. Sistem kontrol yang digunakan pada *Crane/Hoist* jenis ini adalah menggunakan pengendali (pengontrolan) dengan kontaktor-kontaktor yang dilengkapi dengan saklar push-button, sehingga motor listrik dapat beroperasi secara maksimal ketika dibebani. Pada dunia industri pasti menggunakan aneka jenis *Crane* untuk memudahkan pekerjaan. Ada berbagai macam jenis *Crane* berdasarkan bentuk maupun fungsinya, salah satunya adalah *Hoist Crane*. *Hoist Crane* adalah salah satu alat yang berfungsi untuk memindahkan barang dari satu titik ke titik lainnya. Oleh karena itu, menggunakan *Hoist Crane* dalam pekerjaan tentunya lebih mudah dan efisien. Penting mengetahui tentang pengertian, jenis-jenis, komponen maupun cara kerja. Hal ini bertujuan untuk meminimalisir kecelakaan kerja sekaligus menentukan pilihan tepat penggunaan *Hoist* pada berbagai industri. *Hoist* menjadi salah satu alat angkat yang berfungsi memindahkan maupun mengangkat barang dari satu titik ke titik lainnya. Kemampuan gaya angkat *Hoist* diperoleh dari perubahan energi mekanik, hidrolis, elektrik dan pneumatik. Oleh sebab itulah, berikut jenis-jenis *Hoist* berdasarkan sistem pengoperasian dan mekanisme gerak yang perlu Anda ketahui. Electric *Hoist* Jenis *Hoist Crane* ini menggunakan chain atau wire rope yang dipasang pada sebuah drum serta dilengkapi dengan chain guide/rope guide. Pada bagian drum tersebut terhubung dengan gearbox dan electric motor sehingga bisa berputar untuk menurunkan atau menaikkan beban. Pneumatic *Hoist* Jenis *Hoist Crane* selanjutnya air *Hoist* atau pneumatic menggunakan tekanan udara untuk memberikan yang diperlukan dalam

mengangkat beban. Operator mengoperasikannya melalui pendant control untuk menurunkan beban atau menaikkan beban. Manual Jenis *Hoist* manual (chain block atau lever block) mirip dengan sebuah katrol yang yang mengubah arah gaya sehingga kerja yang dilakukan lebih mudah. Beberapa pasang roda gigi yang berbeda ukuran digunakan untuk memperoleh keuntungan mekanis saat operator memberikan gaya dengan menarik rantai kerekan atau menggerakkan tuas (lever). Hydraulic *Hoist* jenis ini menggunakan mekanisme piston yang berbasis oil dan bekerja berdasarkan hukum pascal. Hukum pascal itu berbunyi “ Tekanan yang diberikan pada zat cair di ruang tertutup akan diteruskan ke segala arah.”

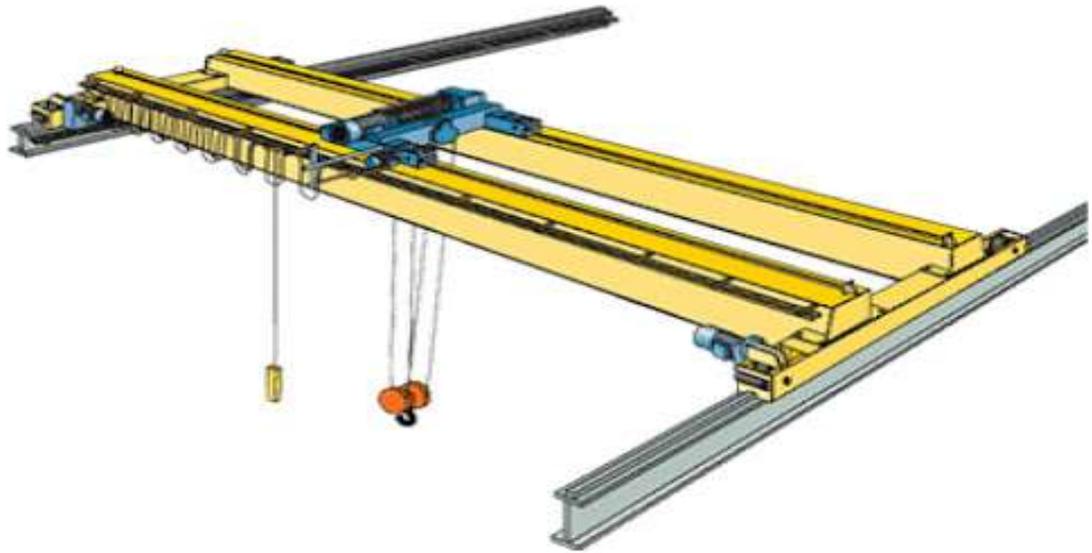


Gambar 2.3 Skema Motor *Hoist Crane*



Gambar 2.4 Motor *Hoist Crane* Skala Beban Kecil

Hoist Crane tersusun atas kata *Hoist* dan *Crane*. Secara bahasa, *Hoist* dapat diartikan sebagai katrol atau alat untuk mengangkat dan menurunkan benda berat yang sulit untuk diangkat secara manual. Di sisi lain, *Crane* secara umum merupakan alat transportasi pemindahan barang yang berukuran sangat besar. *Crane* atau kran umumnya dapat kita temukan di area terbuka. Cara dan prinsip kerja dari kedua alat tersebut dapat disatukan menjadi satu kesatuan yang bermakna sehingga muncullah apa yang dinamakan *Hoist Crane*. Cara kerja *Hoist Crane* atau fungsi utama dari *Hoist Crane* adalah memindahkan beban berat dari satu tempat ke tempat lain dengan beberapa jenis pergerakan yaitu maju, mundur, kiri, kanan, atas, dan bawah.



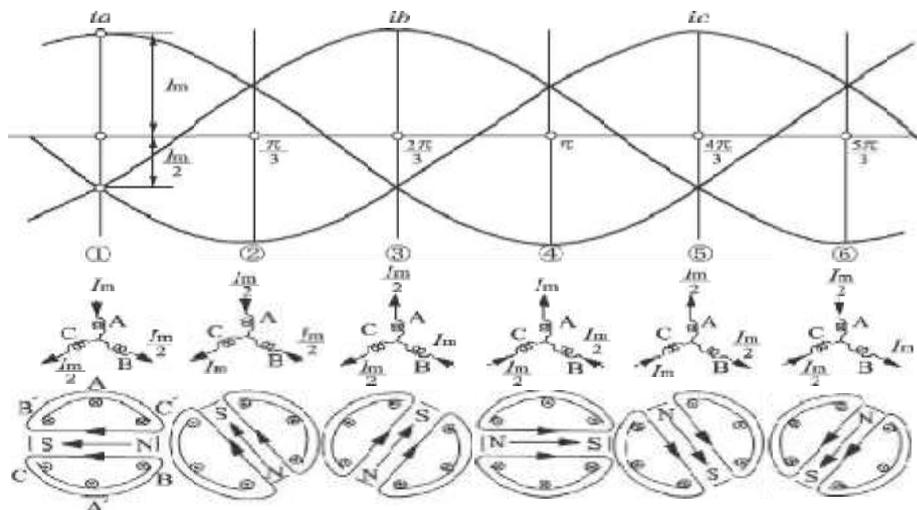
Gambar 2.5 *Overhead Hoist Crane*

Hoist Crane memiliki sifat custom dimana spesifikasi *Hoist Crane* akan disesuaikan dengan kebutuhan dan keadaan di lapangan. Akibatnya pada batang konduktor dari rotor akan timbul GGL induksi. Dalam motor yang lebih besar, batang rotor tidak dicor melainkan dibenamkan ke dalam alur rotor dan kemudian dilas dengan kuat ke cincin ujung. Batang rotor motor sangkar tupai tidak selalu ditempatkan paralel terhadap poros motor tetapi kerap kali dimiringkan. Hal ini akan menghasilkan torsi yang lebih seragam dan juga mengurangi derau dengung magnetik sewaktu motor sedang berputar. Pada ujung cincin penutup dilekatkan sirip yang berfungsi sebagai pendingin. Rotor jenis rotor sangkar standar tidak terisolasi, karena batangan membawa arus yang besar pada tegangan rendah. Karena batang konduktor merupakan rangkaian yang tertutup maka GGL akan menghasilkan arus (I). Adanya arus (I) di dalam medan magnet akan menimbulkan gaya (F) pada rotor. Bila kopel mula yang dihasilkan oleh gaya (F)

pada rotor cukup besar untuk memikul kopel beban, rotor akan berputar searah dengan medan putar stator.

Prinsip kerja motor induksi tiga fasa didasarkan pada hukum Faraday (tegangan induksi akan ditimbulkan oleh perubahan induksi magnetik pada suatu (lilitan) dan hukum Lorentz. (perubahan magnetik akan menimbulkan gaya). Prinsip dasar dapat dijelaskan sebagai berikut :

- 1 Tegangan induksi akan timbul pada setiap konduktor diakibatkan oleh medan magnet yang memotong konduktor (hukum Faraday).
- 2 Karena konduktor dihubungkan menjadi satu, membuat tegangan induksi menghasilkan arus yang mengalir dari konduktor ke konduktor lain.
- 3 Karena terjadi arus diantara medan magnet maka akan timbulah gaya (hukum Lorentz).
- 4 Gaya akan selalu menarik konduktor untuk bergerak sepanjang medan magnetik.



Gambar 2.6 Gaya Fluks Magnet Pada Motor *Hoist Crane*

2.2.4. Torsi Motor Crane

Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja, jadi Torsi adalah suatu energi. Sebelum dikurangi rugi-tembaga rotor, alih daya tersebut adalah sebesar daya celah udara an ini memberikan Torsi yang disebut Torsi elektromagnetik dengan perputaran sinkron. Pengaruh torsi beban terhadap Kerja motor *Hoist* tiga fasa dimanabesarnya torsi mekanik akan berdampak pada besarnya torsi induktif sehingga akan berpengaruh pula terhadap besar slip, semakin besar arus masuk, semakin besar arus rotor, semakin besar daya mekanik, semakin besar efisiensi. Torsi adalah gaya pada sumbu putar yang dapat menyebabkan benda bergerak melingkar atau berputar. Torsi disebut juga momen gaya. Momen gaya/torsi bernilai positif untuk gaya yang menyebabkan benda bergerak melingkar atau berputar searah dengan putaran jam, dan sebaliknya 4. Setiap gaya yang arahnya tidak berpusat pada sumbu putar benda atau titik massa benda dapat dikatakan memberikan Torsi pada benda tersebut. Torsi atau momen gaya momen yang diberikan tegak lurus dengan lengan gaya. Hukum Newton merupakan hukum yang menggambarkan hubungan antara gaya yang bekerja pada benda dan gerak yang disebabkan. Bunyi Hukum I Newton adalah “Setiap benda akan mempertahankan keadaan diam atau bergerak lurus beraturan, kecuali ada gaya yang bekerja untuk mengubahnya”. Jika resultan gaya yang bekerja pada suatu benda bernilai 0 maka benda yang awalnya diam akan tetap diam, sedangkan benda yang awalnya bergerak akan tetap bergerak dengan kecepatan konstan.

Bila kondisi ini terus berlangsung, maka akan dapat memperpendek umur motor, Karena inti dan kumparan motor menjadi panas dan akan merusak isolasi kumparan motor sehingga motor cepat rusak. Torsi pada motor listrik dapat diperoleh dari hasil bagi antara Energi (Joule) dengan kecepatan motor (rpm). Torsi terdiri dari gaya dikalikan dengan jarak, menghasilkan rotasi pada daya kerja kecepatan motor, hal ini menyebabkan objek untuk memutar. Berikut adalah persamaan untuk menghitung torsi.

$$T = \frac{5252 \cdot HP}{RPM} \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana:

T = Torsi (Nm)

HP = Energi (Joule)

RPM = Putaran (r/min)

5252 = Konstanta Putaran Motor Listrik x HP

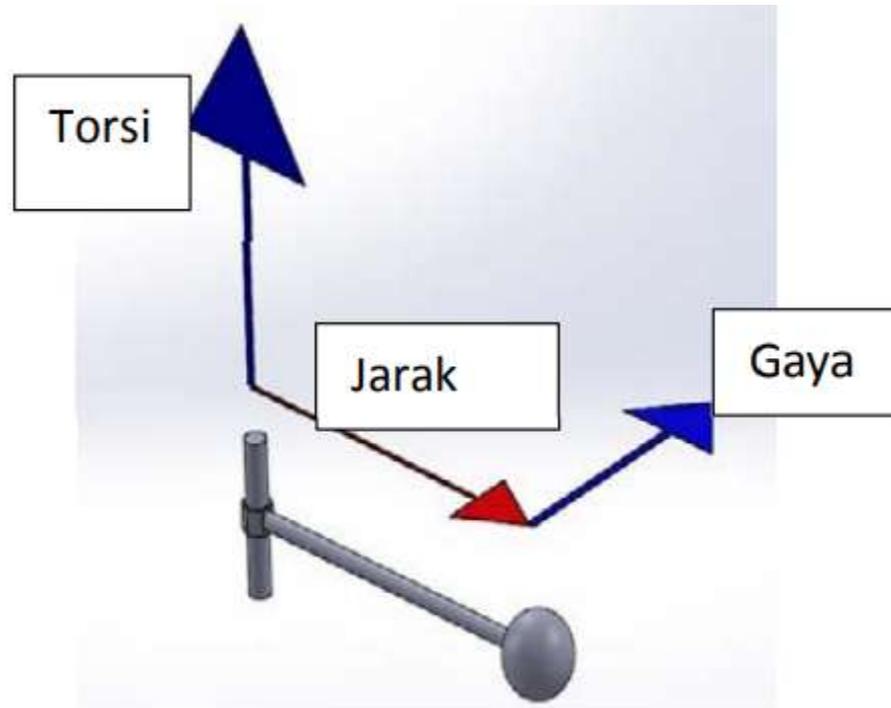
Besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya. Adapun perumusan dari torsi adalah sebagai berikut. Apabila suatu benda berputar dan mempunyai besar gaya sentrifugal sebesar F, benda berputar pada porosnya dengan jarijari sebesar b, dengan data tersebut torsinya adalah:

$$T = F \cdot r \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana:

F = Gaya Sentrifugal Benda Yang Berputar (N)

r = Jarak Benda Ke Pusat Torsi (m)



Gambar 2.7 Hubungan Antara Torsi, Gaya, dan Jarak

2.2.5. Efisiensi Motor Crane

Efisiensi motor listrik sangat diinginkan agar nilai efisiensinya besar, pada saat kenaikan beban efisiensi motor juga akan baik dan akan menurun kembali pada pembebanan yang lebih besar. Efisiensi yang baik diperoleh dengan penggunaan baja laminasi seperti yang ada pada inti stator motor listrik. Nilai efisiensi suatu motor listrik dapat diketahui dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \dots \dots \dots (2.10)$$

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{out} + P_{rt}} \dots \dots \dots (2.11)$$

Dimana ;

η = Efisiensi (%)

P_{out} = Daya output motor (watt)

P_{in} = Daya input motor (watt).

P_{rt} = Rugi-rugi daya total pada motor (watt)

Efisiensi dari motor *Hoist* dapat diperoleh dengan melakukan pengujian beban nol dan pengujian hubung singkat. Dari pengujian beban nol akan diperoleh rugi – rugi mekanik dan rugi – rugi inti. Rugi – rugi tembaga stator tidak dapat diabaikan sekalipun motor berbeban ringan maupun tanpa beban. Efisiensi motor ditentukan oleh rugi-rugi atau kehilangan dasar yang hanya dapat dikurangi oleh perubahan pada rancangan dasar motor dan kondisi sistem operasi. Kehilangan dapat bervariasi dari kurang lebih dua persen hingga 20 persen. Terdapat hubungan yang jelas antara efisiensi motor dan beban.

Pabrik motor membuat rancangan motor untuk beroperasi pada beban 50-100% dan akan paling efisien pada beban antara 75% sampai dengan 80%..Tetapi, jika beban turun dibawah 50% efisiensi turun dengan cepat seperti. Mengoperasikan motor dibawah laju beban 50% memiliki dampak pada faktor dayanya. Efisiensi motor yang tinggi dan faktor daya yang mendekati 1 sangat diinginkan untuk operasi yang efisien dan untuk menjaga biaya rendah untuk seluruh pabrik, tidak hanya untuk motor.

Efisiensi motor dapat didefinisikan sebagai perbandingan keluaran daya motor yang digunakan terhadap keluaran daya totalnya. Faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi adalah:

- 1 Lama Penggunaan Motor.
- 2 Kapasitas Motor
- 3 Kecepatan Putaran Motor
- 4 Jenis Motor yang digunakan
- 5 Temperatur Motor.

Terdapat hubungan yang jelas antara efisiensi motor dan beban. Pabrik motor membuat rancangan motor untuk beroperasi pada beban 50-100% dan akan paling efisien pada beban 75%. Tetapi, jika beban turun dibawah 50% efisiensi turun dengan cepat. Mengoperasikan motor dibawah laju beban 50% memiliki dampak pada faktor dayanya. Efisiensi motor yang tinggi dan faktor daya yang mendekati 1 sangat diinginkan untuk operasi yang efisiensi dan untuk menjaga biaya rendah untuk seluruh pabrik tidak hanya untuk motor saja.

Untuk alasan ini maka dalam mengkaji Kerja motor akan bermanfaat bila menentukan beban dan efisiensinya. Pada hampir kebanyakan negara, merupakan persyaratan bagi pihak pembuat untuk menuliskan efisiensi beban penuh pada plat label motor. Namun demikian, bila motor beroperasi untuk waktu yang cukup lama, kadang-kadang tidak mungkin untuk mengetahui efisiensi tersebut sebab plat label motor kadangkala sudah hilang atau sudah di cat.

Untuk mengukur efisiensi motor, maka motor harus dilepaskan sambungannya dari beban dan biarkan untuk melalui serangkaian uji. Hasil dari uji tersebut kemudian dibandingkan dengan grafik Kerja standar yang diberikan oleh pembuatnya. Jika tidak memungkinkan untuk memutuskan sambungan motor dari beban, perkiraan nilai efisiensi didapat dari tabel khusus untuk nilai efisiensi motor. Lembar fakta dari US DOE memberikan tabel dengan nilai efisiensi motor

untuk motor standar yang dapat digunakan jika pabrik pembuatnya tidak menyediakan data ini. Nilai efisiensi disediakan untuk:

1. Motor dengan efisiensi standar 900, 1200, 1800 dan 3600 rpm.
2. Motor yang berukuran antara 10 hingga 300 Hp.
3. Dua jenis motor: Motor anti menetes terbuka/*open drip-proof* (ODP) dan motor yang didinginkan oleh fan dan tertutup total/*enclosed fan-cooled motor* (TEFC).
4. Tingkat beban 25%, 50%, 75% dan 100%.

Lembar fakta juga menjelaskan tiga kategori metode yang lebih canggih untuk mengkaji efisiensi motor: Peralatan khusus, Metode perangkat lunak dan Metode analisis dengan kata lain, survei terhadap motor dapat dilakukan untuk menentukan beban, yang juga memberi indikasi Kerja motor.

2.2.6. Karakteristik Motor

Karakteristik torsi motor induksi gambar 2.10, disebut torsi fungsi dari $slipT=f(slip)$. Garis vertikal merupakan parameter torsi (0 - 100%) dan garis horizontal parameter slip (1,0– 0,0). Dikenal ada empat jenis torsi, yaitu:

1. MA, momen torsi awal
2. MS, momen torsi pull-up
3. MK, momen torsi maksimum
4. MB, momen torsi kerja.

Torsi awal terjadi saat motor pertama dijalankan (slip 1,0), torsi pull-up terjadi saat slip 0,7, torsi maksimum terjadi slip 0,2 dan torsi kerja berada ketikaslip 0,05. Torsi beban harus lebih kecil dari torsi motor. Bila torsi beban

lebih besar dari torsi motor, akibatnya motor dalam kondisi kelebihan beban dan berakibat belitan stator terbakar. Untuk mengatasi kondisi beban lebih dalam rangkaian kontrol dilengkapi dengan pengaman beban lebih disebut thermal overload, yang dipasang dengan kontaktor.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Dalam pelaksanaan penelitian tugas akhir saya ini dilakukan dengan pengambilan data langsung pada Motor *Crane* yang ada di Terminal Petikemas Pelabuhan Belawan. Pada tanggal 12 Juni 2021 sampai 27 Desember 2021.

3.2. Alat dan Bahan

Pada penelitian ini alat dan bahan yang digunakan untuk analisa dan pengolahan data sebagai berikut.

1. Motor *Hoist Crane*

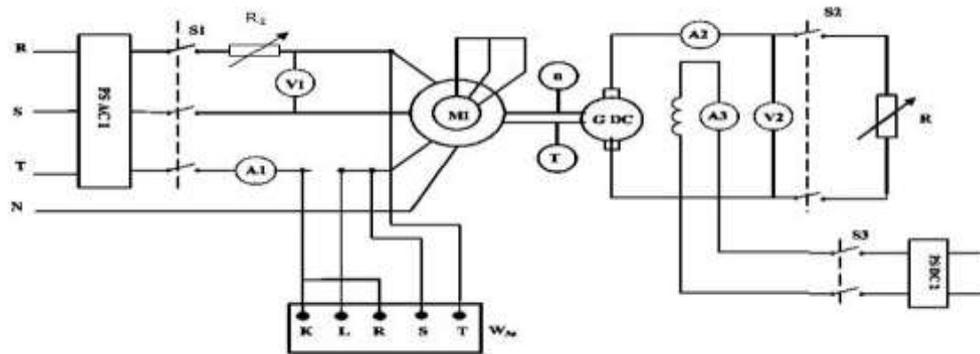
Spesifikasi:

Tipe	: MB 3160 L
Daya	: 17,3 kW
Faktor Daya	: 0,86
Arus	: 29 A/16,7 A
Putaran	: 1755/min
Tegangan	: 460 V (Delta)

2. Tang Ampere
3. Voltmeter
4. Kabel Penghubung
5. Sumber Tegangan Listrik

3.4.2. Rangkaian Motor *Hoist Crane* Saat Arus Tidak Seimbang

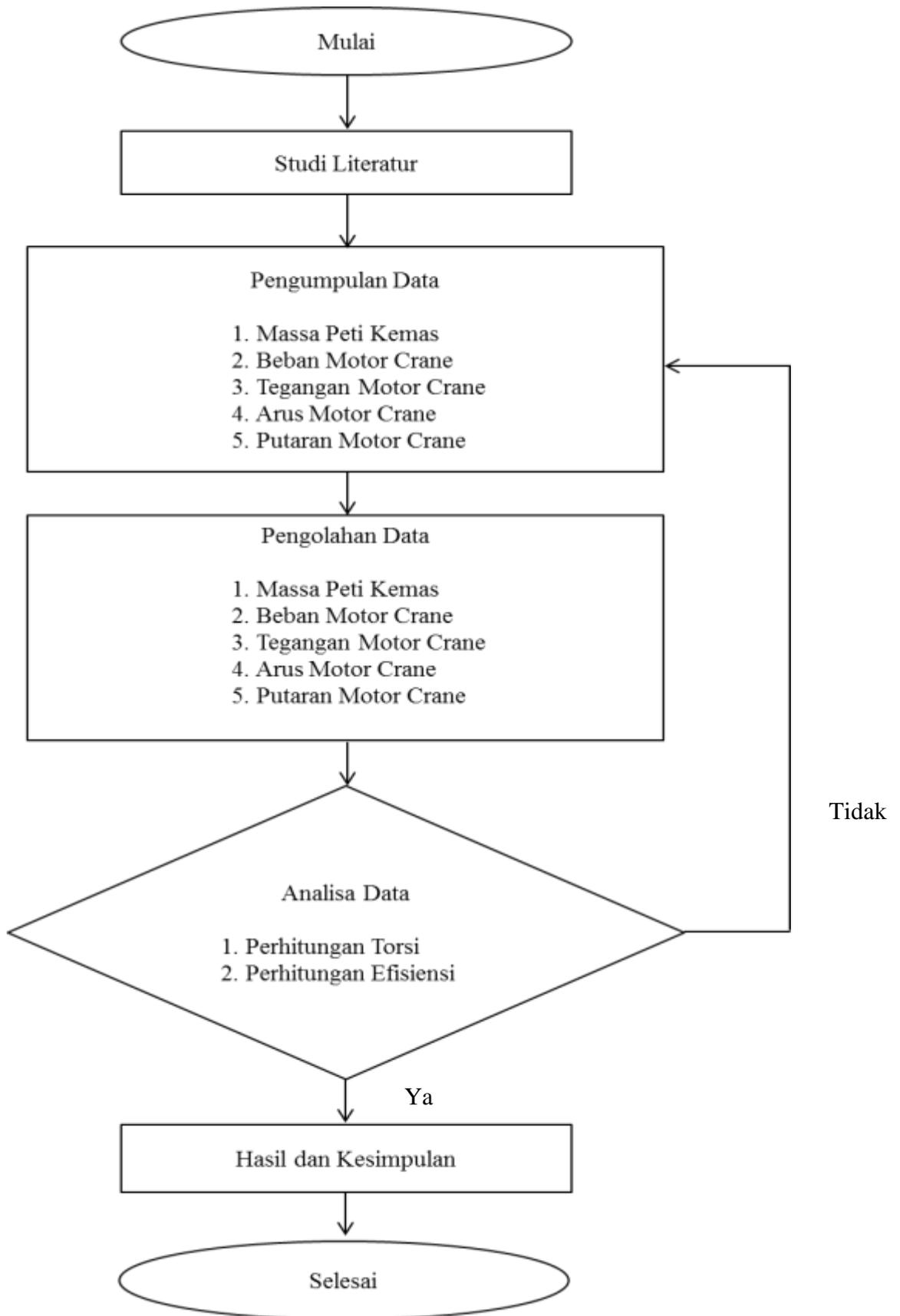
Untuk selanjutnya pada motor *Hoist Crane*, pengujian dilakukan dengan menggunakan arus seimbang pada ketiga fasa yang digunakan. Berikut skema rangkaian motor *Hoist Crane* saat diberi arus seimbang.



Gambar 3.2. Rangkaian Motor *Hoist Crane* Saat Arus Kerja Tidak Seimbang

3.5. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan melakukan kajian teoritis dan studi literatur, lalu melakukan riset lapangan dengan cara mengambil data yang ada di lapangan untuk selanjutnya dilakukannya analisa. Dari analisa yang telah dilakukan diharapkan akan dapat mengetahui hasil yang diperoleh dari data lapangan, sehingga dapat diterapkan hasil dari penelitian pada keadaan sebenarnya. Untuk selanjutnya, proses jalannya penelitian dapat dilihat pada gambar 3.3 berikut ini.



Gambar 3.3. Diagram Alir Penelitian

3.6. Prosedur Penelitian

Penelitian dan pengambilan data direncanakan akan dilakukan pada Juni 2021 – Oktober 2021 bertempat di Terminal Petikemas Pelabuhan Belawan. Adapun langkah-langkah yang harus dilakukan sebagai berikut.

1. Menentukan tema dengan cara melakukan studi literatur dan kajian teoritis untuk memperoleh berbagai sumber teori dan konsep untuk mendukung penelitian yang akan dilaksanakan.
2. Melakukan tinjauan lokasi
3. Menyiapkan alat dan bahan penelitian
4. Melakukan pengumpulan data penelitian
5. Melakukan analisa data terhadap Torsi dan Efisiensi Motor *Crane*
6. Melakukan pembahasan dari hasil analisa data terhadap Torsi dan Efisiensi Motor *Crane*
7. Menarik kesimpulan dari hasil penelitian dan analisa yang telah dilaksanakan.
8. Selesai

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisa Pengaruh Arus Tidak Seimbang Terhadap Torsi Pada Motor

Crane

4.1.1. Perhitungan Pengaruh Arus Tidak Seimbang Pada Torsi Motor

Berdasarkan studi literatur yang telah dibahas sebelumnya dan data yang dihasilkan, analisa perhitungan pengaruh arus seimbang pada torsi motor mengambil fasa R, S, dan T dengan arus yang paling rendah menggunakan persamaan (2.8) saat motor *Crane* sedang beroperasi sebagai berikut.

$$T_1 = \frac{5252.1}{1501} = 3,499 \text{ N.m}$$

$$T_2 = \frac{5252.1}{1500} = 3,501 \text{ N.m}$$

$$T_3 = \frac{5252.1}{1500} = 3,501 \text{ N.m}$$

$$T_4 = \frac{5252.1}{1499} = 3,503 \text{ N.m}$$

4.1.2. Perubahan Daya Kerja Motor Terhadap Pengaruh Arus Tidak Seimbang Pada Saat Beroperasi

Untuk mengetahui perubahan daya kerja motor terhadap pengaruh arus tidak seimbang pada torsi motor saat fasa R sedang bekerja menggunakan persamaan (2.2) dapat dilihat sebagai berikut.

$$\begin{aligned}P_1 &= \sqrt{3} \cdot 403 \cdot 1,29 \cdot 0,8 \\ &= 720,35 \text{ W}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P_2 &= \sqrt{3} \cdot 403 \cdot 1,66 \cdot 0,8 \\ &= 926,96 \text{ W}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P_3 &= \sqrt{3} \cdot 403 \cdot 1,72 \cdot 0,8 \\ &= 960,47 \text{ W}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P_4 &= \sqrt{3} \cdot 403 \cdot 1,75 \cdot 0,8 \\ &= 1221,52 \text{ W}\end{aligned}$$

Untuk selanjutnya perubahan daya kerja motor terhadap pengaruh arus tidak seimbang pada torsi motor saat fasa S sedang bekerja menggunakan persamaan (2.2) dapat dilihat sebagai berikut.

$$\begin{aligned}P_1 &= \sqrt{3} \cdot 403 \cdot 1,27 \cdot 0,8 \\ &= 709,18 \text{ W}\end{aligned}$$

$$P_2 = \sqrt{3} \cdot 403 \cdot 1,28 \cdot 0,8$$

$$= 714,78 \text{ W}$$

$$P_3 = \sqrt{3} \cdot 403 \cdot 1,30 \cdot 0,8$$

$$= 725,78 \text{ W}$$

$$P_4 = \sqrt{3} \cdot 403 \cdot 1,38 \cdot 0,8$$

$$= 770,61 \text{ W}$$

Berikutnya perubahan daya kerja motor terhadap pengaruh arus tidak seimbang pada torsi motor saat fasa T sedang bekerja menggunakan persamaan (2.2) dapat dilihat sebagai berikut.

$$P_1 = \sqrt{3} \cdot 406 \cdot 1,33 \cdot 0,8$$

$$= 747,3 \text{ W}$$

$$P_2 = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,93 \cdot 0,8$$

$$= 514,8 \text{ W}$$

$$P_3 = \sqrt{3} \cdot 397,5 \cdot 0,64 \cdot 0,8$$

$$= 352 \text{ W}$$

$$P_4 = \sqrt{3} \cdot 386,6 \cdot 0,43 \cdot 0,8$$

$$= 230 \text{ W}$$

4.1.3. Hasil Pengaruh Antara Arus Tidak Seimbang dan Daya Kerja Pada Torsi Motor

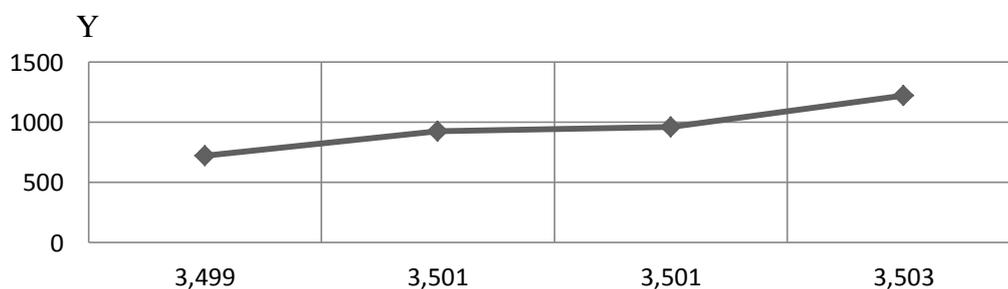
Hasil pengaruh antara arus tidak seimbang daya kerja pada torsi motor *Crane* dapat dilihat pada tabel 4.1 dibawah ini.

Tabel 4.1. Hasil Torsi Motor dan Daya Kerja Motor Akibat Arus Tidak Seimbang

Torsi Motor	Daya Kerja Motor		
	Fasa R (W)	Fasa S (W)	Fasa T (W)
3,499 N.m	720,35	709,18	747,8
3.501 N.m	926,96	714,78	514,8
3.501 N.m	960,96	725,78	352
3,503 N.m	1221,52	770,61	230

Berdasarkan hasil dari analisa perhitungan pengaruh arus tidak seimbang pada tabel 4.1 bahwa torsi motor bertolak belakang dengan daya kerja motor, sehingga semakin kecil torsi motor yang dihasilkan maka semakin besar daya kerja motor yang dibutuhkan untuk motor bekerja. Untuk perbandingan torsi motor dengan daya kerja motor dapat dilihat pada grafik dibawah ini.

Grafik Perubahan Torsi Terhadap Daya Kerja Motor *Crane*
(Fasa R)



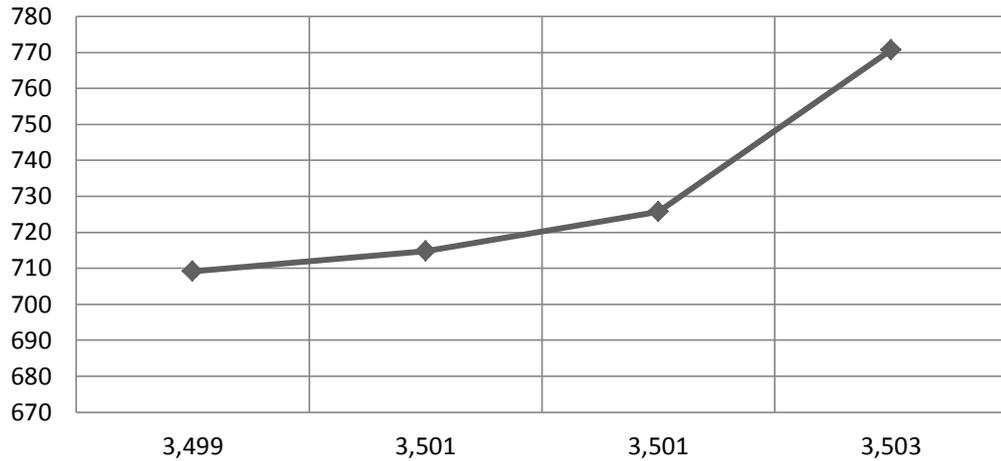
Keterangan:

X = Nilai Torsi Motor *Crane*

Y= Nilai Daya Kerja Motor *Crane*

Gambar 4.1. Grafik Perubahan Torsi Terhadap Daya Kerja Motor *Crane* Pada Fasa R

Grafik Perubahan Torsi Terhadap Daya Kerja Motor Crane
(Fasa S)



X

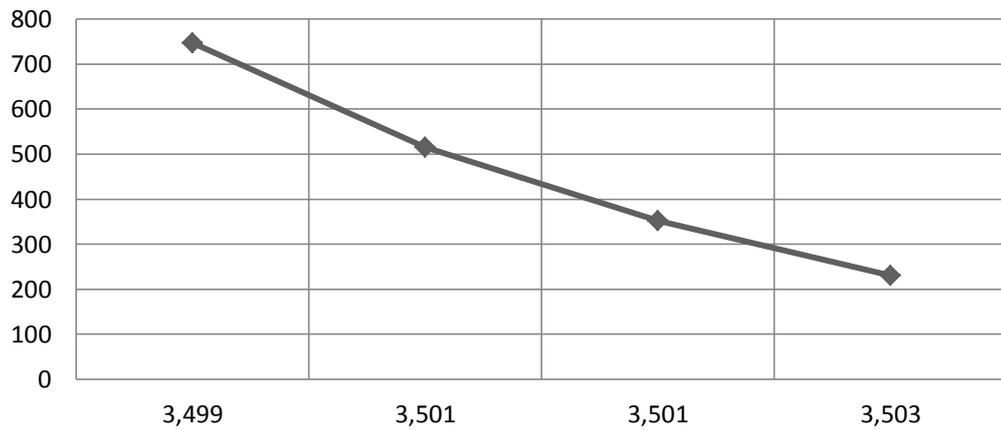
Keterangan:

X = Nilai Torsi Motor Crane

Y = Nilai Daya Kerja Motor Crane

Gambar 4.2. Grafik Perubahan Torsi Terhadap Daya Kerja Motor Crane
Pada Fasa S

Grafik Perubahan Torsi Terhadap Daya Kerja Motor Crane
(Fasa T)



X

Keterangan:

X = Nilai Torsi Motor Crane

Y = Nilai Daya Kerja Motor Crane

Gambar 4.2. Grafik Perubahan Torsi Terhadap Daya Kerja Motor Crane
Pada Fasa T

Pada gambar grafik diatas perubahan torsi sangat signifikan dengan adanya perubahan daya kerja yang diberikan pada motor *Crane*, terlihat bahwa nilai torsi berbanding terbalik dengan daya yang diberikan. Pada fasa R daya yang kerja yang digambarkan oleh grafik 4.1 terlihat nilai daya yang dihasilkan naik tidak terlalu signifikan, kemudian pada grafik 4.2 untuk pengujian dengan fasa S nilai yang dihasilkan naik dengan sangat signifikan dan pada grafik 4.3 nilai daya yang dihasilkan oleh fasa T berbanding terbalik dengan fasa R dan fasa T, terdapat penurunan nilai daya pada saat kecepatan motor *Crane* berputar dengan cepat, hal ini menyebabkan daya yang dihasilkan sedikit rendah yakni sebesar 230 W.

4.2. Pengaruh Arus Tidak Seimbang Terhadap Efisiensi Motor *Crane*

4.2.1. Perhitungan Pengaruh Arus Tidak Seimbang pada Efisiensi Motor

Berdasarkan studi literatur yang telah dibahas sebelumnya dan data yang dihasilkan, analisa perhitungan pengaruh arus tidak seimbang pada efisiensi motor *Crane* menggunakan persamaan (2.10) sebagai berikut.

$$\eta_1 = \frac{725,33}{750} \cdot 100\% = 96,71\%$$

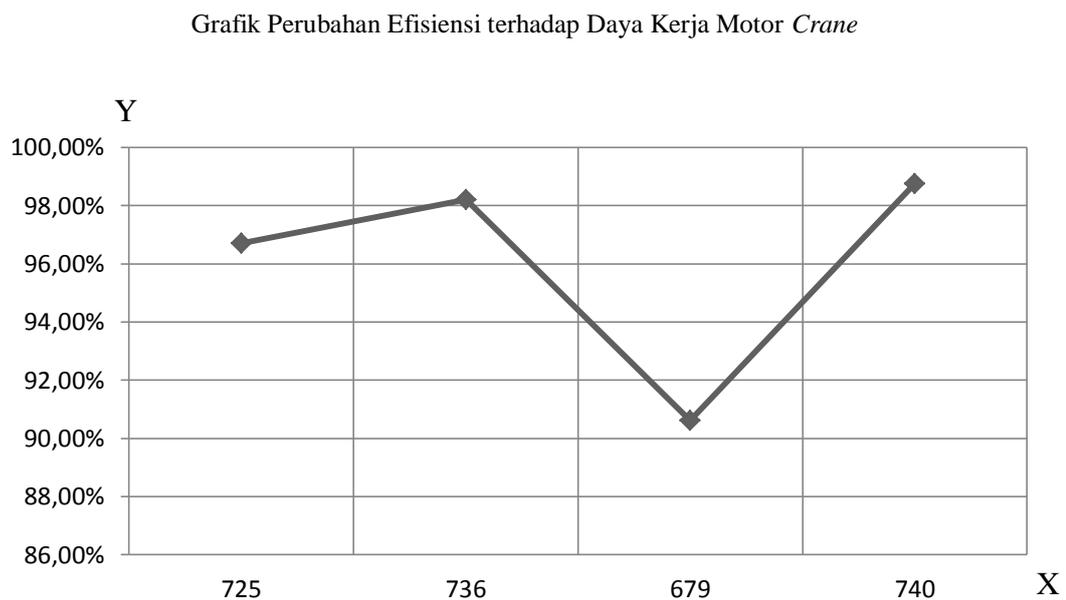
$$\eta_2 = \frac{736,57}{750} \cdot 100\% = 98,20\%$$

$$\eta_3 = \frac{679,58}{750} \cdot 100\% = 90,61\%$$

$$\eta_4 = \frac{740,71}{750} \cdot 100\% = 98,76\%$$

4.2.2. Hasil Pengaruh Antara Arus Tidak Seimbang dan Daya Kerja Pada Efisiensi Motor

Setelah melakukan analisa perhitungan pengaruh antara arus tidak seimbang dengan daya kerja terhadap efisiensi motor, dapat dilihat perubahan pengaruh arus tidak seimbang pada grafik dibawah ini.



Keterangan:

X = Nilai Daya Kerja Motor *Crane*

Y = Nilai Efisiensi Motor *Crane*

Gambar 4.4. Grafik Perubahan Efisiensi terhadap Daya Kerja Motor *Crane*

Dari gambar grafik 4.4. menunjukkan bahwa perubahan yang sangat signifikan dari perubahan daya kerja terhadap efisiensi motor *Crane* akibat adanya pengaruh arus tidak seimbang pada motor *Crane* dan dapat dilihat bahwa semakin besar efisiensi motor dipengaruhi oleh besarnya daya kerja yang diberikan untuk motor *Crane* bekerja dengan nilai efisiensi sebesar 98,76% dan

daya kerja yang diberikan sebesar 740 Watt sehingga dapat dipastikan pengaruh arus tidak seimbang pada motor *Crane* tidak berpengaruh terhadap motor *Crane* dengan arus tiga fasa.

BAB 5

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan, diantaranya sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil dari pengujian yang dilakukan terhadap motor *Hoist Crane*, perubahan torsi sangat signifikan dengan adanya perubahan daya kerja yang diberikan pada motor *Crane*, pada fasa R nilai daya yang dihasilkan naik tidak terlalu signifikan dengan nilai sebesar 720,35 W, 926,96 W, 960,96 W, dan 1221,52 W. Kemudian pengujian fasa S yakni sebesar 709,18 W, 714,78 W, 725,78 W, dan 770,61 W serta pada nilai daya yang dihasilkan oleh fasa T yakni sebesar 747,30 W, 578,80 W, 352,10 W dan 230,10 W. Dari pengujian yang dilakukan terdapat penurunan nilai daya pada saat kecepatan motor *Crane* berputar dengan cepat, hal ini menyebabkan daya yang dihasilkan sedikit rendah yakni sebesar 230 W.
2. Pada sisi efisiensi motor *Hoist Crane* yang telah diuji, nilai yang dihasilkan pada pengujian yaitu sebesar 96,71 % Nilai efisiensi yang dihasilkan pada pengujian tidak terlalu membahayakan motor *Hoist Crane* yang dioperasikan oleh pelabuhan peti kemas Belawan dikarenakan nilai yang diperoleh masih diatas standar yakni sebesar 90%-98% dengan standar pabrikasi sebesar 80% dan nilai tersebut masih layak gunakan untuk motor *Hoist Crane* beroperasi dengan baik dan untuk pengaruh arus

yang berubah-ubah dan tidak seimbang cukup kecil ditemukan di Pelabuhan Petikemas Belawan tersebut.

5.2. Saran

Pada penelitian ini disarankan untuk menggunakan stabilizer arus untuk rangkaian listrik 3 fasa agar kendala akan ketidakseimbangan arus pada setiap fasa yang dapat mengganggu Kerja motor *Hoist Crane* yang sedang beroperasi mengangkut petikemas di pelabuhan Belawan agar dapat menekan biaya anggaran Perbaikan motor *Hoist Crane* dan memaksimalkan operasional Kerja dari motor *Hoist Crane* sebagai salahsatu objek vital di Pelabuhan Petikemas Belawan. Untuk selanjutnya diharapkan ada pengembangan penelitian terkait dengan Analisa Pengaruh Arus Tidak Seimbang Terhadap Kerja Motor *Crane* atau sejenisnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprilita, L. (2017). Pemodelan Dan Simulasi Proses Bongkar Muat Di Belawan International Container Terminal Menggunakan Discrete Event Simulation Dan Agent Based Modelling. *Usu Press*, 3(1), 33–40. <https://www.usu.ac.id/id/fakultas.html>
- Arianto, D. (2014). Kebutuhan Pengembangan Dermaga Petikemas (Studi Kasus : Pelabuhan Biak) Needs Of The Development Containers Terminal (Case Study : Port Of Biak). *Jurnal Penelitian Transportasi Laut*, 16(3), 103–118.
- Guandi, R., Sobirin, I. (2013). Analisis Penggunaan Motor *Hoist Crane* Pada Pabrik Gula Hong Sun. *Jurnal Saindikom*, 12 (1), 100–110.
- Gani, A, Udin I. (2015). Studi Kelayakan Motor Tiga Fasa Sebagai Tenaga Angkut Barang. *Jurnal Stikomedia*, 12 (3), 28-40.
- Gunawan, R., Sobirin, & Santoso, I. (2013). Analisis Determinan Volume Bongkar Muat Barang Di Pelabuhan Belawan. *Jurnal Saindikom*, 12 (3), 201–208.
- Hajriani, W. O., Marwan, & Thaha, S. (2020). Studi Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Trafo Distribusi 20 Kilovolt Terhadap Rugi-Rugi Daya Pada Penyulang Toddopuli Pt . Perusahaan Listrik Negara (Persero) Unit Layanan Pelanggan Panakukkang Makassar. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro Dan Informatika (Sntei)*, 22–28.
- Hidayat, S., Legino, S., & Mulyanti, N. F. (2018). Penyeimbangan Beban Pada Jaringan Tegangan Rendah Gardu Distribusi Cd 33 Penyulang Sawah Di Pt Pln (Persero) Area Bintaro. *E-Journal Sekolah Tinggi Teknik -Perusahaan*

Listrik Negara, 8(1), 21–27.

- Handriyani, S., & Sylvia. (2012). Analisa Perbaikan Faktor Daya Untuk Penghematan Biaya Listrik Di Kud Tani Mulyo Lamongan. *Undergraduate Thesis Of Electrical Engineering, Rse 621.3 Han A*, 2012, 1–6.
- Khaldun, A. I., Muajir, & Suryailahi, V. I. (2018). Pelaksanaan Bongkar Muat Peti Kemas Dan Waktu Penyelesaian (Turn Round Time). *Jurnal Manajemen Bisnis Transportasi Dan Logistik (Jmbtl)*, 4(3), 297–302.
- Makarim, A. A., Sukmadi, T., & Winardi, B. (2017). Analisis Ketidakseimbangan Tegangan Dan Kenaikan Suhu Pada Motor *Hoist* 3 Fasa Akibat Gangguan *Single-Phasing*. *Transmisi*, 18 (4), 145–151. <https://doi.org/10.12777/Transmisi.18.4.145-151>
- Mashar, A. (2012). Pengaruh Ketidakseimbangan Tegangan Terhadap Unjuk Kerja Motor *Hoist* 5, 5 Kw. *Prosiding Industrial Research Workshop And National Seminar*, 3, 129–132.
- Putri, M., & Pasaribu, F. I. (2018). Analisis Kualitas Daya Akibat Beban Reaktansi Induktif (Xl) Di Industri. *Journal Of Electrical Technology*, 3(2), 81–85.
- P. M. Induksi, D. O. Line, And D. O. Line, “Motor Induksi Tiga Fasa.” A. B. Priahutama, T. Sukmadi, And I. Setiawan, “Perancangan Modul Soft Starting Motor Induksi 3 Fasa Dengan Atmega 8535,” Vol. 12, No. 4, Pp. 160–167, 2010.
- Purwanto, H., & Syahra, A. (2019). Evaluasi Performansi Sistem Terminal Peti

Kemas Di Belawan Internasional Container Terminal Pt. Pelabuhan Indonesia I (Persero) Dengan Metode Simulasi. *Jurutera-Jurnal Ilmiah Umum Teknik* <https://www.ejurnalunsam.id/index.php/jurutera/article/view/2394>

J. M. Listrik, P. M. Listrik, P. E. Energi, D. P. Opsi, And L. Kerja, “Pedoman Efisiensi Energi Untuk Industri Di Asia: Motor Listrik 1.,” *Energy Effic. Asia.Org* ©Unep 1, Pp. 1–26, 2004.

M. Listrik, “Mesin-Mein Listrik,” 2018

Rohman, F. M. (2016). Simulasi Bongkar Muat Tps (Terminal Petikemas Surabaya) Untuk Mengoptimalkan Produksi Bongkar Muat. In *Jurnal Its*. Institut Teknologi Sepuluh November.

Ariwibowo, W., Kartini, Unit T., & Haryudo, S. I. (2017). Analisis Perubahan Nilai Faktor Daya Terhadap Pemasangan Kapasitor Bank Pada Unit Boiler Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak Dan Gas Bumi Cepu. *Jurnal Teknik Elektro*, 10(2), 497–505.

Dedzky, R. A., & Atabiq, F. (2020). Perbaikan Faktor Daya Pada Peralatan Listrik Rumah Tangga. *Journal Of Applied Sciences, Electrical Engineering And Computer Technology*, 1(3), 23–29. <https://doi.org/10.30871/aseect.v1i3.2385>

Hamri, Pasarai, M., & Lahu, A. N. (2017). Analisis Tekanan Udara Pada Kompresor Sentrifugal Tingkat 2. *Jurnal Eknik Kimia*, 3(1), 93–99.

Irawan, D. (2016). Penggunaan Alat Kompresor Pada Motor Bakar Torak Sebagai Fungsi Tambahan Kendaraan Roda Dua. *Metro*, 4(10), 23–30.

- Irfan, M., Panjaitan, D. S., & Saleh, M. (2014). Sistem Kendali Dan Monitoring Faktor Daya Listrik Berbasis Mikrokontroler Dan Internet Of Things (Iot). *Jte-Itp Issn No.2252-3472*, 3(2), 80–88.
- Khadafi. (2013). Perancangan Kebutuhan Kapasitor Bank Untuk Perbaikan Faktor Daya Pada Line Mess I Di Pt. Bumi Lamongan Sejati (Wbl). *Jurnal Teknik Elektro*, 2(1).
- Pambudi, A. S., Facta, M., & Warsito, A. (2015). Perbandingan Kerja Rangkaian Perbaikan Faktor Daya Jenis Konverter Buckboost Topologi Satu Tingkat Dan Dua Tingkat Dengan Beban Lampu Fluorescent. *Transmisi*, 4(17), 8–20.
- Putri, M., & Pasaribu, F. I. (2018). Analisis Kualitas Daya Akibat Beban Reaktansi Induktif (Xl) Di Industri. *Journal Of Electrical Technology*, 3(2), 81–85.
- Rahmatullah, D. (2020). Perbaikan Kualitas Daya Menggunakan Optimal Capacitor Placement (Ocp) Pada Sistem Kelistrikan Pt . Fmc Agricultural. *Media ElektriKa*, 13(2), 80–89.
- Rofii, A., & Ferdinand, R. (2018). Analisa Penggunaan Kapasitor Bank Dalam Upaya Perbaikan Faktor Daya. *Jurnal Kajian Teknik Elektro*, 3(1), 39–51.
- Sirait, L. S., Sirait, B., & Arsyad, I. (2018). Studi Evaluasi Pemasangan Kapasitor Bank Pada Pusat Perbelanjaan A. Yani Megamal Pontianak. *Jurnal Teknik Elektro*, 1(1), 1–9.
- Somantri, A. M. (2017). Analisis Perbaikan Faktor Daya Untuk Memenuhi Penambahan Beban 300 Kva. *Sinusoida*, Xix(1), 33–44.

- Syawaluddin, & Yusuf, M. (2011). Perencanaan Kompresor Piston Pada Tekanan Kerja Max 2 N/Mm^2 . *Jurnal Umj*, 1(6), 18–29.
- Sulistiana, O., Wunas, S., & Sitepu, G. (2010). Analisis Kerja Operasional Terminal Peti Kemas Di Kawasan Timur Indonesia (Studi Komparasi Terhadap Tpm Dan Tpb) Analysis. *Jurnal Unhas*, 3(1), 13–17.
- Sentosa Setiadji, J., Machmudsyah, T., & Isnanto, Y. (2008). Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral Dan Losses Pada Trafo Distribusi. *Jurnal Teknik Elektro*, 7(2), 68–73. <https://doi.org/10.9744/jte.7.2.68-73>
- Setiawan, P., Aeronautika, D., Tinggi, S., & Adisutjipto, T. (2019). Analisis Pengaruh Tegangan Tidak Seimbang Pada Kerja Motor Hoist Menggunakan Metode Transformasi Direct Quadrature. 1(1), 15–28.
- Setyarso, A. B., Penangsang, O., & Wibowo, R. S. (2013). Penentuan Daya Reaktif Untuk Perbaikan Kualitas Daya Berdasarkan Voltage State Estimation Pada Jaringan Distribusi Radial 20 Kv Di Surabaya. *Jurnal Teknik Its*, 2(2), B153–B158.
- Sularto, H. (2012). Analisis Rugi-Rugi Daya Listrik Akibat Ketidak Seimbangan Tegangan Penyulang Pada Motor Hoist Tiga Fasa Rotor Sangkar. *Elkha*, 4(2), 1–4.
- Suseno, A., Ira, I. G., & Yudha, M. (2006). Faktor Daya Listrik. In M. Yuda (Ed.), *Erlangga* (3rd Ed.). Erlangga.
- Ulya, A. U. (2019). Analisis Dan Simulasi Pengaruh Pemasangan Capacitor Bank Untuk Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Simulink Pada Sistem Tenaga Listrik Di Pt. Bogowonto Primalaras. *Media ElektriKa*, 12(1), 1–11.

Zondra, E., & Arlenny. (2015). Analisis Perbaikan Faktor Daya Motor Induksi Tiga Phasa Di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Lancang Kuning. *Jurnal Sains Teknologi Dan Industri*, 12(2), 232–241.

LAMPIRAN



RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI PESERTA

Nama Lengkap : MUHAMMAD PAISAL AMRI NASUTION
Nama Panggilan : PAISAL
NPM (NIM) : 1707220034
Tempat/Tanggal Lahir : MEDAN/14 JANUARI 1999
Jenis Kelamin : LAKI-LAKI
Agama : ISLAM
Status : BELUM MENIKAH
Alamat Sekarang : LINK. 25 KEL. P. LABUHAN, KEC. MEDAN
LABUHAN - MEDAN
No. Telepon/ Whatsapp : 082287593029
E-mail : mhdpaisalambry18@gamil.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

SD AL- WASLIYAH 31 MEDAN (2004-2010)
SMP SWASTA NURAMI BELAWAN (2010-2013)
SMK SWASTA SINAR HUSNI HELVETIA (2013-2016)
S1 TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
SUMATERA UTARA (2017-2022)



UMSU

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

FAKULTAS TEKNIK

UMSU Terakreditasi A Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 150/KDAN-PT/Akred/PT/02/2018

Pusat Administrasi: Jalan Maktub Basri No. 1 Medan 20238 Telp. (061) 8823493 - 8823497 Fax. (061) 8823474 - 8823003

http://fatek.umsu.ac.id | fatek@umsu.ac.id | @umsuamedan | #umsuamedan | @umsuamedan | #umsuamedan

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 634/1H.3AU/UMSU-07/F/2021

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Elektro Pada Tanggal 6 April 2021 dengan ini Menetapkan :

Nama : MUHAMMAD PAISAL AMRI NASUTION
Npm : 1707220034
Program Studi : TEKNIK ELEKTRO
Semester : VIII (DELAPAN)
Judul Tugas Akhir : ANALISA PENGARUH ARUS CRANE TIDAK SEIMBANG TERHADAP
KERJA MOTOR INDUKSI TIGA FASA DI TERMINAL PETIKEMAS
PELABUHAN BELAWAN

Pembimbing : ELVY SAHNUR NASUTION, ST, M.Pd

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Elektro
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal,

Medan, 21 Sya'ban 1442 H

06 April 2021 M



Munawar Alfansury Siregar, ST, MT

NIDN: 0101017202





LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

NAMA : MUHAMMAD PAISAL AMRI NASUTION
NPM : 1707220034
JUDUL SKRIPSI : Analisa Pengaruh Arus Tidak Seimbang Terhadap Kerja Motor Crane Di Terminal Petikemas Pelabuhan Belawan

NO.	Hari / Tanggal	Kegiatan	Paraf
1	Senin 03/01/2022	miringkan tulisan Bimbingan	#
	Senin 04/01/2022	Perbaiki Bab II 2-2-4.	#
	Senin 10/01/2022	Jelaskan FORTEN U.S DOG	#
	Senin 25/01/2022	Perbaiki tabel data	#
	Rabu 02/02/2022	Perbaiki Fungsi Torsi	#
	Kamis 02/02/2022	Perbaiki: Tabel Arus + dan Simbol	#
	Jum 11/02/2022	Langkapi kesimpulan akhir.	#
		Ata Saminon revisi.	#

Dosen Pembimbing

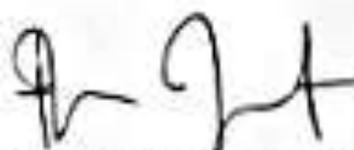
ELVI SAHNUR NASUTION, S.T., M.Pd

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

NAMA : MUHAMMAD PAISAL AMRI NASUTION
NPM : 1707220034
JUDUL SKRIPSI : ANALISA PENGARUH ARUS TIDAK SEIMBANG
 TERHADAP KERJA MOTOR CRANE DI TERMINAL
 PETIKEMAS PELABUHAN BELAWAN

No	Hari / Tanggal	Kegiatan	Paraf
1	Selasa 1/03/2022	Perbaiki Abtrak	
2	Jumada 09/03/2022	Martingap Amisun B. Ingris	
3	Senin 1/03/2022	Potretan gambar pada gambar	
4	Rabu 09/03/2022	Penyusunan gambar	
5	Senin 15/03/2022	Revisi 3 ditambahkan	#
6	Jumada 18/03/2022	Amisun data ditambahkan	#
7	Senin 28/03/2022	Penyusunan Yang Masih	
8	Rabu 30/03/2022	Kesimpulan di kerangka	
9		ACC Selang Maja Higas.	#

Dosen Pembimbing



ELVY SAHNUR NST S.T., M.Pd