

**ANALISA UNJUK KERJA MOTOR INDUKSI 3 FASA 1,5 KW PADA
CAROUSEL CONVEYOR DI BANDARA SULTAN AJI MUHAMMAD
SULAIMAN SEPINGGAN BALIKPAPAN**

LAPORAN TUGAS AKHIR



DISUSUN OLEH:

**ANDRE KUSUMA
NIM 30602100068**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG
2024**

***PERFORMANCE ANALYSIS OF A 1.5 KW 3 PHASE INDUCTION MOTOR ON
THE CAROUSEL CONVEYOR AT SULTAN AJI MUHAMMAD SULAIMAN
SEPINGGAN AIRPORT BALIKPAPAN AIRPORT***

FINAL PROJECT

As one the requirements to obtain a bachelor's degree in the Electrical Engineering
Department of Sultan Agung University



Arranged by :

Andre Kusuma

30602100068

ELECTRICAL ENGINEERING STUDY PROGRAM

INDUSTRIAL TECHNOLOGY FACULTY

SULTAN AGUNG ISLAMIC UNIVERSITY

SEMARANG

2024

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul **“ANALISA UNJUK KERJA MOTOR INDUKSI 3 FASA 1,5 KW PADA CAROUSEL CONVEYOR DI BANDARA SULTAN AJI MUHAMMAD SULAIMAN SEPINGGAN BALIKPAPAN”**

Disusun oleh:

Nama : Andre Kusuma

Nim : 30602100068

Program Studi : Teknik Elektro

Telah disahkan oleh dosen pembimbing pada:

Hari :

Tanggal :

Pembimbing I

Pembimbing II



Dr. Ir. Agus Adhi Nugroho, M.T.

NIDN.0628086501

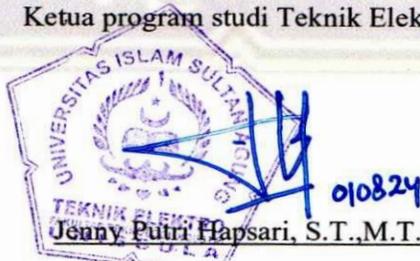


Dr. Gunawan, S.T., M.T.

NIDN.0607117101

Mengetahui

Ketua program studi Teknik Elektro



010824

Jenny Putri Hapsari, S.T., M.T.

NIDN. 0607018501

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul “ANALISA UNJUK KERJA MOTOR
INDUKSI 3 FASA 1,5 KW PADA *CAROUSEL CONVEYOR* DI BANDARA
SULTAN AJI MUHAMMAD SULAIMAN SEPINGGAN BALIKPAPAN” ini
telah dipertahankan di depan Penguji sidang Tugas Akhir pada:

Hari :

Tanggal :

Penguji I

Penguji II



Dr. Ir. Agus Adhi Nugroho, M.T.

NIDN.0628086501



Dr. Gunawan, S.T., M.T.

NIDN.0607117101

Ketua Penguji



Dr. Bustanul Arifin, S.T., MT.

NIDN. 0614117701

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andre Kusuma
NIM : 30602100068
Fakultas : Teknologi Industri
Program Studi : S1 Teknik Elektro

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang saya buat dalam rangka menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1) **Teknik Elektro di Fakultas Teknologi UNISSULA Semarang** dengan judul “**Analisa Unjuk Kerja Motor Induksi 3 Fasa 1,5 kW Pada Carousel Conveyor di Bandara Sultan Aji Muhammad Sulaiman Sepinggang Balikpapan**”, adalah asli (orisinal) dan bukan menjiplak (plagiat) dan belum pernah diterbitkan/dipublikasikan dimanapun dalam bentuk apapun baik sebagian atau keseluruhan, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab. Apabila di kemudian hari ternyata terbukti bahwa Karya Tugas Akhir tersebut adalah hasil karya orang lain atau pihak lain, maka saya bersedia dikenakan sanksi akademis.

Semarang, 26 Juli 2024

Yang Menyatakan



Andre Kusuma

NIM.30602100068

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Penulis yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andre Kusuma
NIM : 30602100068
Fakultas : Teknologi Industri
Program Studi : S1 Teknik Elektro

Dengan ini menyatakan Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir dengan judul **“Analisa Unjuk Kerja Motor Induksi 3 Fasa 1,5 kW Pada *Carousel Conveyor* di Bandara Sultan Aji Muhammad Sulaiman Sepinggang Balikpapan”** Menyetujui menjadi hak milik Universitas Islam Sultan Agung, serta memberikan hak bebas Royalti Non-Eksklusif untuk di simpan, dialihmediakan, di kelola dan pangkalan data di publikasi di internet dan media lain untuk kepentingan akademis selama tetap menyantumkan nama penulis sebagai pemilik hak cipta. Pernyataan ini penulis buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran hak cipta atau plagiatisme dalam karya ilmiah ini, maka segala bentuk tuntutan hukum yang timbul akan penulis tanggung secara pribadi tanpa melibatkan Universitas Islam Sultan Agung.

Semarang, 26 Juli 2024



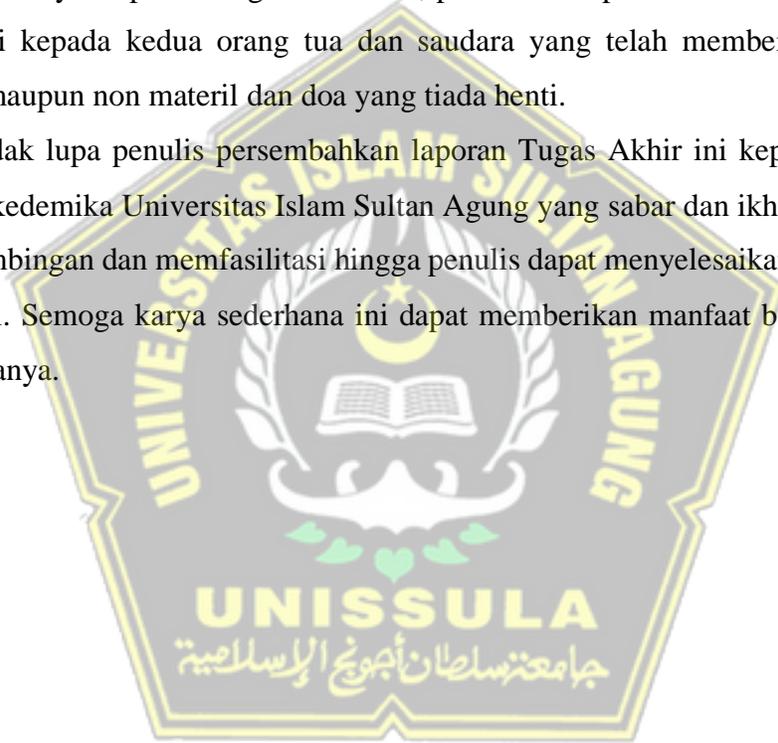
Andre Kusuma

NIM.30602100068

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji Syukur yang mendalam senantiasa penulis haturkan kepada Allah subhanahu wata'ala, atas nikmat iman, nikmat islam, nikmat sehat, yang telah diberikan kepada penulis, sholawat seta salam selalu tercurahkan kepada Baginda Agung, Rasulullah Nabi Muhammad Shallallahu alaihi wassalam, yang syafa'atnya selalu menjadi harapan seluruh umatnya kelak di Yaumul akhir. Dengan diselesaikannya Laporan Tugas Akhir ini, penulis mempersembahkan laporan Tugas Akhir ini kepada kedua orang tua dan saudara yang telah memberikan dukungan materil maupun non materil dan doa yang tiada henti.

Tidak lupa penulis persembahkan laporan Tugas Akhir ini kepada Dosen dan civitas akedemika Universitas Islam Sultan Agung yang sabar dan ikhlas memberikan ilmu, bimbingan dan memfasilitasi hingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Semoga karya sederhana ini dapat memberikan manfaat bagi semua yang membacanya.



HALAMAN MOTO

“Menyesali nasib tidak akan mengubah keadaan,
Terus berkarya dan berkejaalah yang membuat kita berharga”

-KH Abdurrahman Wahid-



KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan Nikmatnya sehingga masih berkesempatan untuk menuntut ilmu dalam keadaan sehat wal'afiat, Shalawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada baginda Rasulullah Muhammad SAW, semoga kelak kita mendapatkan syafaatnya. Aamiin Ya Rabbal Alamin.

Penyusunan Tugas Akhir ini adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Fakultas Teknologi Industri di Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Dalam penulisan Tugas Akhir ini tentunya banyak pihak yang memberikan bantuan secara moril maupun materil. Oleh karena itu, penulis menyampaikan upacara terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan ridhonya serta memberikan kesabaran dan kelapangan hati serta pikiran dalam menimba ilmu.
2. Kedua orang tua, Bapak Yusuf Abdullah dan Ibu Jumi'ati yang telah memberikan doa, kasih sayang, serta memberikan dukungan baik materil maupun non materil.
3. Dulur lanang Mas Lukman Hakim, Mas Bayu Adi Tama Anggoro, Raka Sekti Laksono yang telah memberikan dukungan baik materil maupun non materil.
4. Bapak Prof. Dr. Gunarto SH., MHum. selaku Rektor Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
5. Ibu Dr. Hj. Novi Marlyana, S.T., M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
6. Ibu Jenny Putri Hapsari, S.T., M.T. Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

7. Bapak Dr. Ir. Agus Adhi Nugroho, M.T. selaku dosen pembimbing I dan Bapak Dr. Gunawan, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II yang memberikan ilmu, arahan, dan dengan sabar membimbing, sehingga dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
8. Bapak Dr. Muhammad Khosyi'in, S.T., M.T. Selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung.
9. Seluruh dosen dan karyawan Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung Semarang atas ilmu, bimbingan, dan dukungan dalam penyusunan tugas akhir ini.
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu atas segala dukungan, semangat, ilmu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa di dalam penyusunan laporan ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran sangat diharapkan untuk mencapai hasil yang lebih baik. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak pada terutama Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang dan dapat menambah wawasan.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Semarang, 2024

Penulis

DAFTAR ISI

LAPORAN TUGAS AKHIR.....	i
FINAL PROJECT	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vii
HALAMAN MOTO.....	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACK	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Tugas Akhir	3
1.5 Manfaat Tugas Akhir	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	6
2.1 Tinjauan Pustaka.....	6
2.2 Dasar Teori.....	9
2.2.1 Motor Induksi 3 Fasa	9
2.2.2 <i>Carousel Conveyor</i>	17
2.2.3 <i>Gearbox</i>	21

2.2.4	<i>Thermal Overload Relay (TOR)</i>	22
2.2.5	Definisi,Karakteristik dan Prinsip Kerja Rangkaian <i>Direct On Line</i> ..	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		28
3.1	Model Penelitian	28
3.2	Tempat dan waktu penelitian	29
3.3	Alat dan Peralatan Penelitian	30
3.4	Data Penelitian	31
3.5	Diagram Alur Penelitian	33
BAB IV HASIL DAN ANALISA		34
4.1	Analisa Tegangan dan Arus Pada <i>Supply</i> Motor Induksi 3 Fasa 1,5 Kw	34
4.1.1.	Pengukuran tegangan menggunakan beban bervariasi yang telah di tentukan.....	34
4.1.2.	Pengukuran arus menggunakan beban bervariasi yang telah di tentukan.....	35
4.2	Penentuan pengaman pada motor induksi 3 fasa 1.5 KW menggunakan metode <i>direct on line</i> pada mesin <i>carousel conveyor</i>	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		42
5.1	Kesimpulan	42
5.2	Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA		44

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Tegangan terbaca (V) dengan beban (kg) bervariasi.....	35
Tabel 4. 2 Arus terbaca (A) dengan beban (kg) bervariasi.....	36



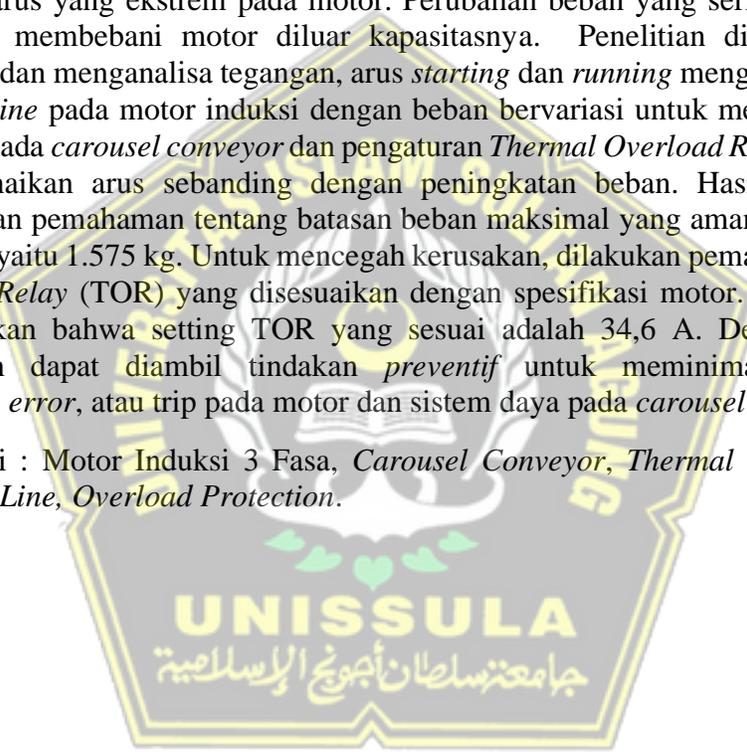
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Stator dan Rotor.....	12
Gambar 2. 2 a. Lempengan inti b. Tumpukan Inti dengan kertas isolasi.....	14
Gambar 2. 3 Tumpukan Inti Kumparan dalam Cangkang Stator	14
Gambar 2. 4 a. Tipikal Rotor Sangkar b. Bagian – bagian Rotor Sangkar	15
Gambar 2. 5 a. Konstruksi Motor Induksi Rotor Sangkar Ukuran Kecil.....	16
Gambar 2. 6 Skematik Diagram Motor Induksi Rotor Belitan.....	16
Gambar 2. 7 a. Rotor Belitan Pada Motor Induksi 3 Fasa.....	17
Gambar 2. 8 Carousel conveyor	17
Gambar 2. 9 Panel Kontrol.....	18
Gambar 2. 10 Motor Listrik 3 Fasa	19
Gambar 2. 11 Pallet	19
Gambar 2. 12 Rel Pallet.....	20
Gambar 2. 13 Rantai Penggerak	20
Gambar 2. 14 Photo cell atau sensor infrared.....	21
Gambar 2. 15 Gearbox.....	22
Gambar 2. 16 Thermal Overload Relay.....	23
Gambar 2. 17 Karakteristik Starting Motor DOL.....	25
Gambar 2. 18 Rangkaian kontrol dan pengawatan direct on line (DOL).....	26
Gambar 3. 1 Model Penelitian.....	29
Gambar 3. 2 Tempat penelitian	29
Gambar 3. 3 Multimeter	30
Gambar 3. 4 Tang Ampere	31
Gambar 3. 5 Obeng.....	31
Gambar 3. 6 Nameplate Motor Induksi	32
Gambar 3. 7 Flowchart diagram alur penelitian	33
Gambar 4. 2 Grafik Arus Start Terhadap Beban	39
Gambar 4. 3 Grafik Arus Running terhadap Beban	40

ABSTRAK

Salah satu perangkat utilitas bangunan pada bandara udara adalah *carousel conveyor* untuk mempermudah barang bagasi penumpang. Perangkat yang bekerja secara *intermittent* setiap dibebani muatan berat dan berangsur ringan membutuhkan karakteristik motor yang khusus. Motor induksi 3 fasa 1,5 kW yang digunakan pada sistem *carousel conveyor* di Bandara Sultan Aji Muhammad Sulaiman Sepinggang Balikpapan mengalami *overload* saat porter meletakkan bagasi, yang mengakibatkan kenaikan arus yang ekstrem pada motor. Perubahan beban yang sering dan tiba-tiba berpotensi membebani motor diluar kapasitasnya. Penelitian dilakukan dengan mengukur dan menganalisa tegangan, arus *starting* dan *running* menggunakan metode *direct on line* pada motor induksi dengan beban bervariasi untuk menentukan beban maksimal pada *carousel conveyor* dan pengaturan *Thermal Overload Relay* (TOR) yang tepat. Kenaikan arus sebanding dengan peningkatan beban. Hasil penelitian ini memberikan pemahaman tentang batasan beban maksimal yang aman untuk *carousel conveyor*, yaitu 1.575 kg. Untuk mencegah kerusakan, dilakukan pemasangan *Thermal Overload Relay* (TOR) yang disesuaikan dengan spesifikasi motor. Hasil pengujian menunjukkan bahwa setting TOR yang sesuai adalah 34,6 A. Dengan demikian, diharapkan dapat diambil tindakan *preventif* untuk meminimalisir terjadinya kerusakan, *error*, atau trip pada motor dan sistem daya pada *carousel conveyor*.

Kata kunci : Motor Induksi 3 Fasa, *Carousel Conveyor*, *Thermal Overload Relay*, *Direct On Line*, *Overload Protection*.

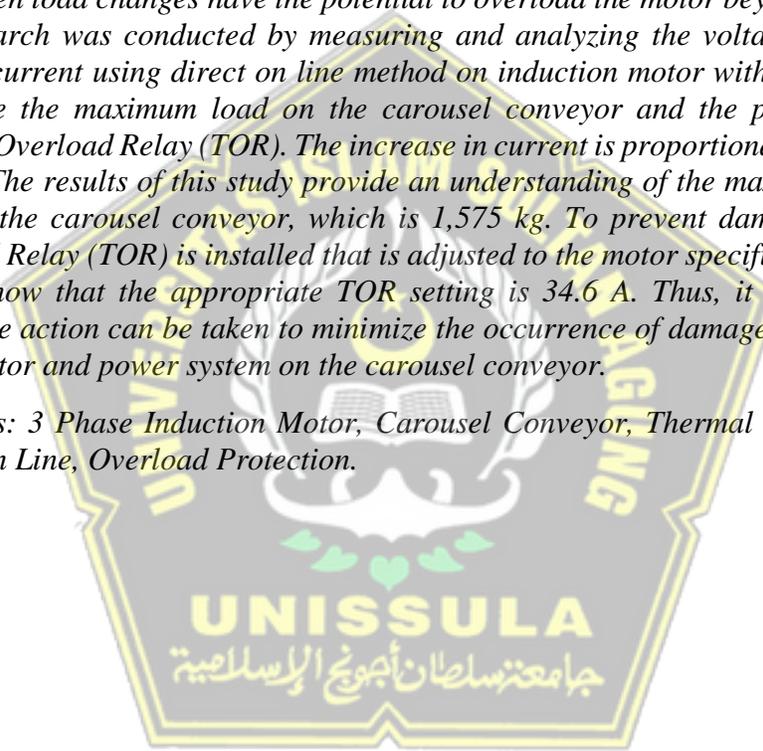


UNISSULA
جامعته سلطان أبجوع الإسلامية

ABSTRACT

One of the building utility devices at the airport is a carousel conveyor to facilitate passenger luggage. Devices that work intermittently every time they are loaded with heavy loads and gradually lighten require special motor characteristics. The 1.5 kW 3-phase induction motor used in the carousel conveyor system at Sultan Aji Muhammad Sulaiman Sepinggang Balikpapan Airport experiences overload when porters place luggage, resulting in extreme current increases in the motor. Frequent and sudden load changes have the potential to overload the motor beyond its capacity. The research was conducted by measuring and analyzing the voltage, starting and running current using direct on line method on induction motor with varying load to determine the maximum load on the carousel conveyor and the proper setting of Thermal Overload Relay (TOR). The increase in current is proportional to the increase in load. The results of this study provide an understanding of the maximum safe load limit for the carousel conveyor, which is 1,575 kg. To prevent damage, a Thermal Overload Relay (TOR) is installed that is adjusted to the motor specifications. The test results show that the appropriate TOR setting is 34.6 A. Thus, it is expected that preventive action can be taken to minimize the occurrence of damage, errors, or trips in the motor and power system on the carousel conveyor.

Keywords: 3 Phase Induction Motor, Carousel Conveyor, Thermal Overload Relay, Direct On Line, Overload Protection.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Motor induksi 3 fasa merupakan mesin listrik yang merubah energi listrik menjadi energi mekanik dengan menggunakan gandengan medan listrik dan mempunyai dua bagian utama yakni stator dan rotor. Motor listrik 3 fasa adalah jenis motor yang paling sering digunakan karena memiliki keunggulan baik dari segi teknis maupun ekonomis.[1] Rangkaian pengendali yang umum di gunakan motor listrik 3 fasa adalah rangkaian *direct on line* dan *star delta*. Rangkaian *direct on line* merupakan cara paling sederhana, dimana stator langsung di hubungkan langsung dengan sumber tegangan.[2] Kebanyakan rangkaian di gunakan untuk motor 3 fasa di bawah 5,5 KW. Jika motor lebih besar dari 5,5 KW menggunakan rangkaian *star delta*. Rangkaian *star delta* merupakan salah satu sistem rangkaian *start* motor yang digunakan untuk mengoperasikan motor listrik dengan tujuan untuk mengurangi lonjakan arus awal yang tinggi.[3]

Penggunaan motor induksi dipilih karena mempunyai sifat mudah di operasikan dan tidak menimbulkan polusi suara dibanding dengan penggunaan tenaga motor diesel, sehingga banyak digunakan di dunia industri ataupun pelayanan publik seperti rumah sakit atau bandar udara. Motor induksi digunakan untuk menggerakkan beban atau sebagai penggerak pengangkatan beban seperti mesin bubut, mesin skrap, mesin pemotong, lift, escalator dan penggerak pada konveyor. Motor jenis ini memiliki keunggulan baik dari segi teknis maupun ekonomis, dari segi teknis motor ini memiliki daya yang besar, konstruksi yang sederhana, kokoh dan perawatannya yang mudah dan lebih ekonomis. Namun dalam penggunaannya terdapat kekurangan yaitu lonjakan arus *start* yang diterima lilitan atau rotor pada motor induksi tiga fasa secara terus menerus sehingga dalam jangka waktu yang lama akan merusak belitan motor. Pada motor induksi,

terutama motor induksi 3 fasa, arus *start* bisa mencapai 4 hingga 7 kali lebih besar dari arus nominalnya.[1]

Pada konteks aplikasinya di Bandara Sultan Aji Muhammad Sulaiman Sepinggang Balikpapan, konveyor kedatangan memiliki peran krusial dalam menangani bagasi penumpang yang berfungsi pemindahan atau angkut barang bagasi penumpang dari pesawat terbang ke area bangunan terminal dengan cara berputar untuk membawa barang melalui suatu lintasan sehingga nantinya bisa di ambil oleh penumpang di area kedatangan penumpang. Di Bandara Sultan Aji Muhammad Sulaiman Sepinggang Balikpapan konveyor kedatangan sisi timur menggunakan jenis *carousel conveyor* atau di sebut *conveyor pallet loop* dengan merek Glidepath yang berasal dari negara Amerika Utara. Di kedatangan sisi timur (domestik) terdapat 4 *carousel conveyor* yang beroperasi, Setiap harinya 1 *carousel conveyor* beroperasi rata-rata sebanyak 12 kali dengan durasi 30 menit, yang secara keseluruhan memberikan layanan selama 6 jam setiap harinya.

Namun, ketidaknyamanan pada penumpang dapat terjadi apabila terjadi kerusakan, *error*, atau trip pada *carousel conveyor*, terutama jika disebabkan oleh *overload* pada saat porter meletakkan bagasi, sehingga mengakibatkan kenaikan arus yang ekstrim pada mesin *carousel conveyor*. Pentingnya perawatan dan kehandalan teknisi dalam menganalisa pencegahan terjadinya kerusakan, *error*, atau trip pada *carousel conveyor* menjadi fokus utama. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa arus pada beban maksimal motor induksi 3 fasa 1,5 KW menggunakan rangkaian metode *direct online* yang terdapat di mesin penggerak *carousel conveyor* dengan beban bervariasi. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman lebih lanjut terkait beban maksimal *carousel conveyor* pada saat motor beroperasi, sehingga dapat diambil tindakan *preventif* untuk meminimalisir terjadinya "*error*" pada motor *carousel conveyor*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan, maka dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara mencegah terjadi kerusakan, error, atau trip pada *carousel conveyor*, terutama jika di sebabkan oleh *overload* pada saat porter meletakkan bagasi, sehingga mengakibatkan arus yang ekstrim pada mesin *carousel conveyor*.
2. Bagaimana cara menentukan pengaman pada motor induksi 3 fasa 1.5 kW dengan menggunakan metode rangkaian *direct on line* pada mesin *carousel conveyor*.

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini dapat dilakukan dan mendalam, maka penulis memandang permasalahan penelitian yang diangkat perlu dibatasi variabelnya. penelitian ini hanya menganalisa pengukuran tegangan dan arus sistem kerja dari motor induksi 3 fasa 1,5 kW yang berkaitan dengan proses operasional mesin *carousel conveyor* di Bandara Sepinggang Balikpapan.

1.4 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan Tugas Akhir ini adalah menganalisa motor induksi 3 fasa 1,5 kW dengan menggunakan metode *direct on line* pada mesin *carousel conveyor* yang berkaitan dengan proses operasional bagasi di Bandara Sepinggang Balikpapan, sebagai berikut :

1. Melakukan pengukuran tegangan dan arus pada *supply* motor induksi 3 fasa 1,5 KW dengan beban bervariasi untuk mengetahui beban maksimal yang terjadi akibat kenaikan arus yang ekstrim pada mesin *carousel conveyor*.
2. Menentukan nilai pengaman dan menerapkan pada motor induksi 3 fasa 1,5 kW dengan metode rangkaian *direct on line* pada mesin *carousel conveyor*.

1.5 Manfaat Tugas Akhir

Manfaat dari penelitian dan penyusunan tugas akhir ini di harapkan dapat memberi manfaat bagi semua pihak yang terkait, diantaranya:

1. Manfaat untuk Perusahaan, sebagai bahan informasi bagi perusahaan dalam rangka menentukan waktu perawatan optimal pada komponen kritis yang dituju dari sudut perawatan pencegahan guna meningkatkan keadaan komponen.
2. Manfaat untuk Mahasiswa dan Teknisi *conveyor carousel* untuk memberikan pemahaman tentang aplikasi teori di lapangan.
3. Manfaat untuk Institusi Pendidikan sarana untuk meningkatkan kualitas dan kemampuan Mahasiswa mengenai pengetahuan tentang dunia kerja yang sesungguhnya.
4. Manfaat untuk masyarakat umum yang membaca dapat mengetahui analisis motor induksi 3 fasa 1,5 KW menggunakan metode *direct on line* pada mesin *carausel conveyor*.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam sistematika penulisan laporan penelitian ini dapat menggunakan sistematika untuk memperjelas pemahaman terhadap materi yang dijadikan objek pelaksanaan penelitian ini. Adapun sistematika penulisannya sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Bab I ini berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan tugas akhir, manfaat dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Bab II ini berisikan tentang tinjauan pustaka mengenai penelitian yang telah dilakukan,serta teori mengenai komponen-komponen yang terkait dengan analisa motor induksi 3 fasa 1,5 KW.

BAB III: METODE PENELITIAN

Bab III ini berisi tentang metodologi penelitian terkait proses melakukan pengambilan data dan analisis yang berasal dari pengukuran arus dan tegangan motor induksi 3 fasa.

BAB IV: HASIL DAN ANALISA

Bab IV ini berisi tentang pembahasan hasil dan analisa yang berasal dari pengukuran arus dan tegangan motor induksi 3 fasa.

BAB V : PENUTUP

Bab V ini berisi tentang kesimpulan akhir yang didapatkan setelah melakukan penelitian dan saran untuk pengembangan dari penelitian.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Pada penelitian ini memiliki referensi penelitian sebelumnya, sebagai pendukung dalam penyusunan tugas akhir ini antara lain :

1. Penelitian yang berjudul **Studi Perbandingan Metode *Starting Direct On Line* (DOL) dan *Variabel Speed Drive* (VSD) pada Motor Fan untuk Pendingin Tower di PT. RAPP (Riau Andalan Pulp Paper)** yang disusun oleh Martogi Ivan Putra Naibaho (2021). Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui perbedaan arus DOL dan VSD, perbandingan kecepatan putaran motor dengan metode *start* DOL dan VSD, Perbandingan efisiensi motor induksi dengan metode *start* DOL dan VSD, perbandingan biaya energi listrik antara rangkaian *start* DOL dan VSD, hubungan kecepatan putaran dan daya keluaran, analisis karakteristik metode *star* DOL dan VSD. Dari hasil penelitian pada kedua metode *start* untuk motor fan pada *cooling* tower, arus *start* pada metode DOL adalah 195,6 A, sedangkan dengan menggunakan metode VSD yaitu 122,48 A, Kecepatan putaran motor dengan metode DOL yaitu 1489 rpm, sedangkan dengan menggunakan metode VSD adalah 1271 rpm. Penggunaan listrik dengan metode *start* DOL yaitu 6000 kWh, dengan biaya sekitar Rp 6.688.440 per hari, sedangkan dengan menggunakan metode *start* VSD konsumsi listriknya yaitu 1992 kWh, dengan biaya yang dikeluarkan sekitar Rp 2.220.562,08 per hari.[2] Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa rangkaian VSD lebih ekonomis dalam hal konsumsi listrik.
2. Penelitian yang berjudul **Analisis Perbandingan Arus *Starting* pada Motor Induksi 3 Fasa dengan Rangkaian *Star Delta* dan *Variable Frequency Drive*** di susun oleh Muhammad Arifin (2021).[4] Penelitian ini bertujuan mengetahui dan membandingkan metode *direct on line*, *star delta*

dan *variable frequency drive*. Arus *starting* menggunakan rangkaian *direct on line* dapat mencapai 5 hingga 9 kali arus nominal motor, rangkaian ini sebaiknya tidak digunakan pada motor induksi dengan kapasitas lebih 30 kW. Sedangkan arus *starting* yang menggunakan rangkaian *star delta* mampu mengurangi lonjakan arus dari rangkaian *direct on line* yang sebelumnya mencapai 1,84 A menjadi 0,16 A. Sedangkan metode *variable frequency drive* lonjakan arusnya sangat kecil, mulai dari 0,13 A hingga 1,47 A. Metode ini dapat diterapkan pada motor induksi namun harga dan perawatannya cukup tinggi.

3. Penelitian yang berjudul **Analisa Sistem Starting Direct On Line (DOL) pada motor Listrik PT. Semen Baturaja** di susun oleh Muhammad Adjie Satria (2022). Tujuan dari penelitian ini adalah memahami prinsip kerja motor 3 fasa, memahami prinsip kerja dari *start direct on line*, dan menghitung daya pada *starting* DOL. Prinsip kerja motor induksi adalah mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Rangkaian *direct on line* adalah rangkaian motor listrik yang terdiri dari satu kontaktor, motor listrik, dan satu *thermal overload relay* (TOR). Rangkaian ini dianggap sebagai rangkaian paling dasar pada rangkaian motor listrik. Sistem kerja rangkaian *starting* DOL pada motor mendapat *supply* tenaga sebesar 100% dari sumber tegangan 380V. Karena motor ini tidak memiliki beban pada tegangan awal, dapat memberikan tegangan sumber maksimal untuk rotor sehingga *supply* sumber dapat dimaksimalkan. Ketika rotor mulai berputar, arus yang di alirkan kembali mengikuti kebutuhan motor.[5]
4. Penelitian yang berjudul **Analisis Pengaruh Ketidakseimbangan Tegangan Terhadap Unjuk Kerja Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Matlab Simulink** oleh Muhamad Andi Zahari (2023). Penelitian ini bertujuan mengetahui nilai parameter arus stator, arus rotor, kecepatan, torsi, faktor daya, daya input, daya output, daya terbuang, efisiensi dan membandingkan masing-masing nilai parameter pada motor induksi 3 fasa

ketika terjadi ketidakseimbangan tegangan. Dan memiliki kesimpulan ketidakseimbangan tegangan berpengaruh terhadap nilai parameter untuk kerja motor induksi 3 fasa, walaupun nilai penyimpangan tegangannya cukup kecil akan sangat berpengaruh ketika motor tersebut mempunyai beban yang besar, NEMA (National Electrical Manufacturers Association) hanya membatasi nilai ketidakseimbangan tegangan sebesar 5%. Dibuktikan ketika semakin tinggi nilai persentase input tegangan 3 fasa tidak seimbang maka arus stator akan semakin meningkat (melebihi arus maksimum 14,26 A), terjadi fluktuasi di dalam gelombang arus rotor, terjadi fluktuasi juga pada kecepatan dan torsi tidak dapat stabil, nilai daya input yang semakin besar, untuk daya output mekanik yang dihasilkan bernilai tetap, sedangkan untuk daya terbuang hasilnya meningkat karena merupakan hasil pengurangan antara daya input dengan daya output, untuk efisiensi semakin menurun saat kondisi beban penuh dari 90% menjadi 88%. [6]

5. Penelitian yang berjudul **Analisis beban pada Belt Conveyor dengan Motor Induksi 3 Fasa 1,5 kW dan VSD Sebagai Pengendali Kecepatan** oleh Sigi Syah Wibowo (2020). Penelitian ini mempunyai tujuan untuk mempelajari perancangan, pembuatan, dan pengujian belt *conveyor* yang menggunakan motor induksi 3 fasa 1,5 kW dan VSD sebagai pengatur kecepatan. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk memahami pengaruh variasi beban dan frekuensi terhadap kecepatan laju belt *conveyor*. Sehingga dengan model pembebanan tersebut, karakteristik modul serupa arus input motor, daya input, kecepatan motor, slip, efisiensi, dan kecepatan belt *conveyor* dapat diketahui. Dari pengukuran dengan pembebanan belt *conveyor* didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Penurunan kecepatan dari motor menuju belt *conveyor* dikonversi oleh gearbox dan transmission pulley hingga mendekati 0,05 m/s. Kapasitas

- motor yang terlalu besar menyebabkan motor terasa ringan saat pengujian beban.
2. Pada Percobaan dengan beban konstan dan frekuensi yang bervariasi, nilai frekuensi berbanding lurus dengan besar nilai arus input motor, daya input, kecepatan poros rotor, efisiensi, dan kecepatan belt *conveyor*. Namun besar nilai slip motor berbanding terbalik dengan nilai frekuensi.
 3. Berdasarkan hasil percobaan dengan frekuensi konstan dan beban bervariasi, besar pembebanan berbanding lurus dengan nilai arus.[7]

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Motor Induksi 3 Fasa

Motor induksi 3 fasa merupakan motor listrik arus bolak-balik (AC) yang paling banyak dipergunakan kehidupan sehari-hari baik di industri, pelayanan publik maupun di rumah tangga. Hal ini dikarenakan motor induksi memiliki daya yang besar, memiliki konstruksi yang sederhana, kokoh, dan perawatannya yang praktis dan ekonomis.[4] Motor induksi 3 fasa merupakan motor listrik yang putaran rotornya tidak sama dengan putaran medan stator, putaran rotor dengan putaran medan stator terdapat selisih putaran yang disebut slip.[5]

2.2.2.1 Prinsip Kerja Motor Induksi 3 Fasa

Motor induksi 3 fasa adalah alat yang mengubah energi listrik ke bentuk energi mekanik. Prinsip kerja motor induksi 3 fasa yaitu ketika kumparan pada stator dihubungkan dengan energi listrik 3 fasa, stator akan mengalir arus listrik 3 fasa, kemudian arus akan menghasilkan medan magnet yang berputar dengan kecepatan. Ketika stator menginduksikan medan putar ke rotor, medan putar stator tersebut akan memotong batang konduktor pada (kumparan) rotor, akibat pada kumparan rotor akan timbul tegangan induksi GGL (Gaya

Gerak Listrik). Karena kumparan rotor merupakan rangkaian tertutup maka tegangan induksi akan menghasilkan arus (I). Dengan adanya aliran arus pada kumparan rotor di dalam medan magnet yang dihasilkan stator maka akan menimbulkan gaya (F) yang dapat menggerakkan rotor.[6] Jika kopel awal yang dihasilkan oleh gaya (F) pada rotor sudah cukup besar untuk menggerakkan beban, maka rotor akan berputar searah dengan putar stator. Tegangan induksi terjadi karena terpotongnya konduktor rotor oleh medan putar, artinya agar terjadi tegangan induksi maka diperlukan adanya perbedaan kecepatan antara kecepatan medan putar stator (N_s) dengan kecepatan medan putar rotor (N_r). Perbedaan kecepatan antara N_s dengan N_r disebut Slip (S). Jika $N_r = N_s$ maka tegangan tidak akan terinduksi dan arus tidak akan mengalir, dengan demikian kopel tidak akan ada dan motor tidak berputar, kopel motor akan ditimbulkan apabila ada perbedaan antara N_r dengan N_s ($N_r < N_s$). Motor ini termasuk jenis motor asinkron, putaran rotornya tidak sama dengan putaran medan stator.[1]

2.2.2.2 Karakteristik Motor Induksi 3 Fasa

Karakteristik motor listrik menggambarkan performa motor dalam berbagai situasi operasional. Karakteristik utama yang perlu diperhatikan meliputi karakteristik torsi – arus, karakteristik kecepatan – arus, dan karakteristik torsi-kecepatan. Torsi dihasilkan pada poros motor atau mesin penggerak dengan kecepatan putaran (n). Dari kedua besaran ini, daya mekanis motor atau mesin penggerak dapat diketahui. Kecepatan putaran motor (n) adalah jumlah revolusi dalam jangka waktu tertentu, yang diukur dalam satuan revolusi per

menit (rpm) atau revolusi per detik (rps). Umumnya, putaran kecepatan motor listrik diukur dalam rpm. Untuk mengukur torsi, menggunakan tongkat penyeimbang, di mana hasil perkalian antara gaya dan panjang lengan penyeimbang menghasilkan torsi. Jika torsi yang satu arah jarum jam setara dengan torsi yang berlawanan arah jarum jam, posisi seimbang akan tercapai. Jika tidak, lengan akan berputar menuju arah torsi yang lebih besar. Selain itu, torsi juga dihasilkan oleh mesin listrik putar, di mana medan magnet menghasilkan garis gaya magnet (fluks) di dalam stator.

Berdasarkan prinsip dasar motor, gaya dihasilkan pada konduktor kumparan rotor yang dialiri arus. Gaya ini bekerja pada konduktor yang terletak pada jarak tertentu dari titik tengah poros rotor. Jika sejumlah konduktor (z) dialiri arus dalam garis gaya magnet, maka torsi akan dihasilkan.

Motor akan mencapai kecepatan konstan ketika torsi yang dihasilkan setara dengan torsi lawan (torsi pengereman) yang diakibatkan oleh rotor, gesekan, dan beban yang digerakkan. Pada mesin listrik putar, torsi dapat diukur menggunakan torsi meter, dinamometer (*cradle dynamometer*), atau rem arus pusar (*eddy current brake*). Terdapat hubungan antara torsi dan kecepatan putar motor, di mana kecepatan putar (n) akan menurun seiring dengan peningkatan torsi yang dihasilkan. Torsi dihasilkan pada poros motor atau mesin penggerak bersamaan kecepatan, putar dan dari kedua parameter ini, daya mekanis motor atau mesin penggerak dapat ditentukan. Kriteria penting untuk mengevaluasi dan memilih motor listrik mencakup faktor daya ($\cos \phi$), efisiensi (η), kecepatan putar (n), dan daya motor (P).[7]

2.2.2.3 Bagian – Bagian Motor Induksi 3 Fasa

Bagian-bagian motor induksi 3 fasa secara umum mempunyai komponen utama yaitu stator dan rotor. Stator adalah komponen motor induksi stasioner dan juga merupakan tempat medan putar ketika catu daya 3 phasa dihubungkan ke kumparan stator.[8] Rotor adalah bagian yang berputar pada motor induksi. Berputarannya rotor disebabkan oleh medan magnet yang dihasilkan oleh stator. Rotor motor induksi tidak berputar dengan kecepatan sinkron, namun terdapat sedikit penundaan atau perbedaan kecepatan putaran antara putaran medan stator dengan putaran rotor.[9]

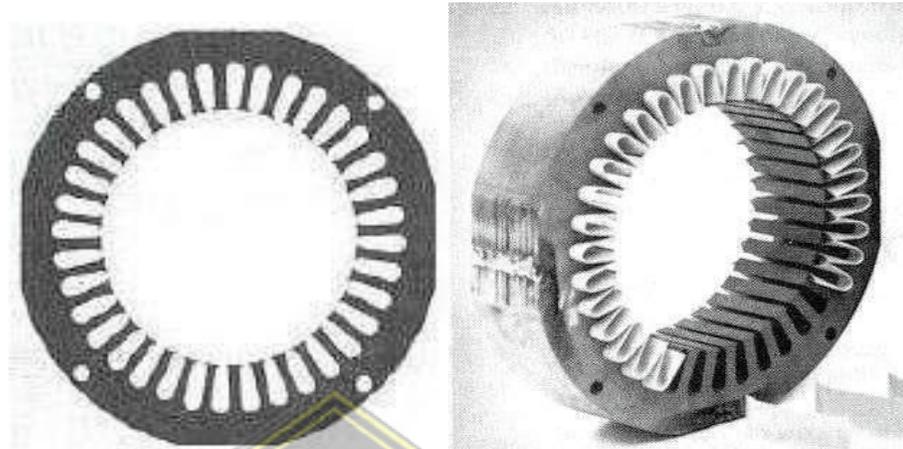


Gambar 2. 1 Stator dan Rotor

Stator adalah bagian terluar dari motor yang merupakan bagian yang diam dan mengalirkan arus fasa. Stator mempunyai belitan tembaga statis, biasanya ditempatkan di atas poros primer. Kemampuan stator untuk menghasilkan medan magnet yang menarik di sekitar rotor. Bagian ini terbuat dari beberapa plat besi yang dilipat di atas tembaga. Stator terdiri dari tumpukan pusat berlapis yang memiliki alur yang menjadi tempat kumparan dililitkan yang berbentuk

tabung, lekukan pada tumpukan penutup tengah dilindungi oleh kertas. Setiap komponen penutup tengah dibingkai dari lembaran plat besi dan tiap lembaran plat besi memiliki beberapa alur dan beberapa lubang pengikat untuk menyatukan inti. Tiap kumparan ditempatkan dalam slot yang disebut belitan fasa. Pada motor 3 fasa, belitan dipisahkan secara elektrik sebesar 120 derajat. Kawat melingkar yang digunakan terbuat dari tembaga yang dilapisi insulasi tipis. Tumpukan pusat dan belitan stator di tempatkan di rumah berbentuk tabung. Berikut contoh lempengan inti laminasi, lempengan inti yang telah disatukan dan belitan stator yang diletakan pada kulit terluar motor induksi 3 fasa. [10]





Gambar 2. 3 a.Lempengan inti b.Tumpukan Inti dengan kertas isolasi



Gambar 2. 2 Tumpukan Inti Kumparan dalam Cangkang Stator

2.2.2.4 Jenis Motor Induksi 3 Fasa dari Segi Rotor

Ada dua jenis motor induksi 3 fasa berdasarkan rotornya, kedua motor ini bekerja pada prinsip yang sama dan mempunyai konstruksi stator yang sama tetapi berbeda dalam konstruksi rotor, yaitu sebagai berikut :

- a. Motor induksi 3 fasa rotor sangkar tupai (*squirrel cage motor*).

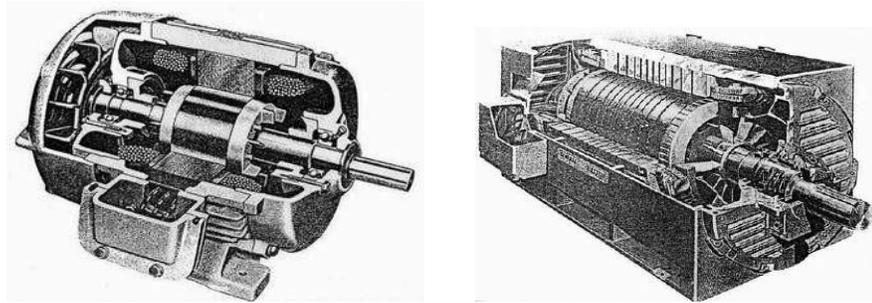
Rotor sangkar tupai merupakan jenis rotor konstruksi yang kokoh dan sederhana. Rotor ini dibuat dari inti besi berbentuk

tabung dan terbuat dari lapisan – lapisan plat baja beralur yang di dukung dalam rangka stator yang terbuat dari besi tuang atau plat baja yang di pabrikan. Dilengkapi dengan slot paralel untuk memasukkan batang konduktor. Rotor jenis ini terdiri dari sejumlah batang konduktor yang tersusun rapi dalam alur-alur di sekelilingi permukaan rotor. Ujung masing-masing konduktor dihubung singkat dengan cara dilas atau dibaut pada slot dua cincin hubung singkat.[8] Rotor jenis rotor sangkar tupai ditunjukkan pada gambar di bawah ini



Gambar 2. 4 a. Tipikal Rotor Sangkar **b.** Bagian – bagian Rotor Sangkar

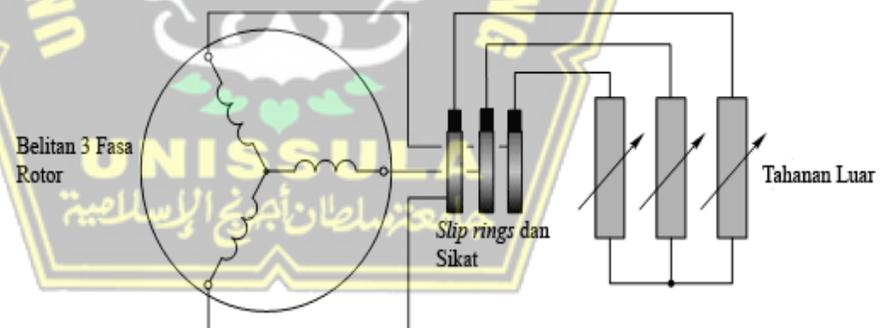
Rotor sangkar tupai terdiri lapisan pemandu yang sejajar dengan poros dan meliputi lapisan luar bagian tengah. Arus rotor biasanya akan mengalir ke arah yang hambatan paling kecil, yaitu pada pemandu rotor, sehingga pemandu ini tidak dapat dipisahkan dari pusatnya. Di kedua ujung rotor, semua pemandu motor dihubung singkat dengan cincin ujung, sehingga pemandu dan cincin terlihat seperti sangkar tupai yang berputar. Mesin induksi tipe *squirrel cage* merupakan mesin yang banyak digunakan karena bentuk dasarnya, mudah perawatannya dan biaya ekonomis.[10]



Gambar 2. 5 a. Konstruksi Motor Induksi Rotor Sangkar Ukuran Kecil
b. Konstruksi Motor Induksi Rotor Sangkar Ukuran Besar

b. Motor induksi rotor belitan (*Wound Rotor*)

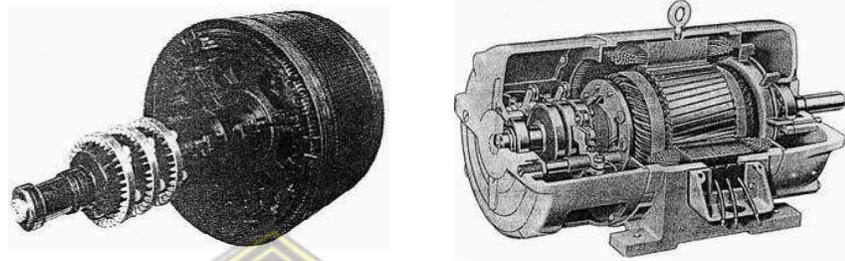
Motor induksi rotor belitan adalah motor yang mempunyai rotor terbuat dari lilitan. Lilitan fasa dihubungkan dengan Y dan masing – masing fasa terhubung ke slip cincin poros rotor. Belitan Phasa di hubung singkat dengan tahanan eksternal dengan melalui sikat brush yang dipasang pada slip cincin.[8]



Gambar 2. 6 Skematik Diagram Motor Induksi Rotor Belitan

Pada motor induksi rotor belitan ini, cincin slip yang terhubung ke sebuah tahanan variabel eksternal yang berfungsi membatasi arus pengasutan terhadap pemanasan rotor. Motor induksi rotor belitan ini juga menghasilkan kopel mula yang besar, tahanan luar yang diperlukan tadi membatasi arus mula start. Disamping itu dengan mengubah-ubah tahanan luar kecepatan motor dapat

diatur.[11] Kontruksi dari rotor belitan dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 a. Rotor Belitan Pada Motor Induksi 3 Fasa
b. Konstruksi Motor Induksi 3 Fasa dengan Rotor Belitan

2.2.2 Carousel Conveyor



Gambar 2.8 Carousel conveyor

Carousel Conveyor adalah alat pemindahan atau angkut barang bagasi penumpang dari pesawat terbang ke area brake down area building terminal dengan cara berputar untuk membawa barang melalui suatu lintasan sehingga nantinya bisa di ambil oleh penumpang di area kedatangan penumpang. [12]

2.2.1.1 Komponen Utama *Carousel Conveyor*

a) Panel kontrol

Panel kontrol adalah pusat pengendalian sistem *carousel conveyor* yang berfungsi sebagai sumber listrik kemudian menyuplai ke komponen-komponen lainnya, seperti motor dan sensor, sehingga memungkinkan pengendalian sistem secara keseluruhan sebagaimana mestinya sesuai prinsip kerja kelistrikan dan mengamankan komponen listrik supaya terlindungi dari hal-hal apapun yang bisa mempengaruhinya.



Gambar 2. 9 Panel Kontrol

b) Motor listrik 3 fasa

Motor listrik 3 fasa merupakan bagian utama *carousel conveyor* yang berfungsi sebagai motor penggerak. Motor listrik 3 fasa mengkonversi energi listrik menjadi energi mekanik guna menggerakkan rantai penggerak di *carousel conveyor*.



Gambar 2. 10 Motor Listrik 3 Fasa

c) Pallet

Pallet adalah platform datar tempat barang atau bagasi ditempatkan. Pallet berfungsi sebagai pijakan untuk barang yang akan dipindahkan oleh conveyor. Pallet juga berperan dalam mendistribusikan beban dengan merata sehingga pergerakan barang menjadi lebih stabil.



Gambar 2. 11 Pallet

d) Rel pallet

Rel pallet adalah jalur atau lintasan yang terdapat pada *carousel conveyor* yang mendukung dan memandu pergerakan pallet. Rel ini dirancang untuk memastikan gerakan yang lancar dan terkendali.



Gambar 2. 12 Rel Pallet

e) Rantai penggerak

Rantai penggerak adalah bagian utama pada *carousel conveyor* yang berfungsi sebagai penggerak yang menghubungkan motor dengan rel pallet. Ketika motor berputar, rantai bergerak. Karena terhubung dengan rel pallet, rantai penggerak mendorong rel pallet sehingga bergerak sepanjang lintasan *carousel conveyor*.



Gambar 2. 13 Rantai Penggerak

f) Photo cell atau infrared sensor

Photo cell atau infrared sensor berfungsi untuk mendeteksi keberadaan barang di atas *carousel conveyor*. Ketika sensor mendeteksi bahwa tidak ada barang di

atasnya, informasi ini diteruskan ke panel kontrol untuk menginstruksikan berhentinya motor dan menghentikan pergerakan *carousel conveyor* secara otomatis.



Gambar 2. 14 Photo cell atau sensor infrared

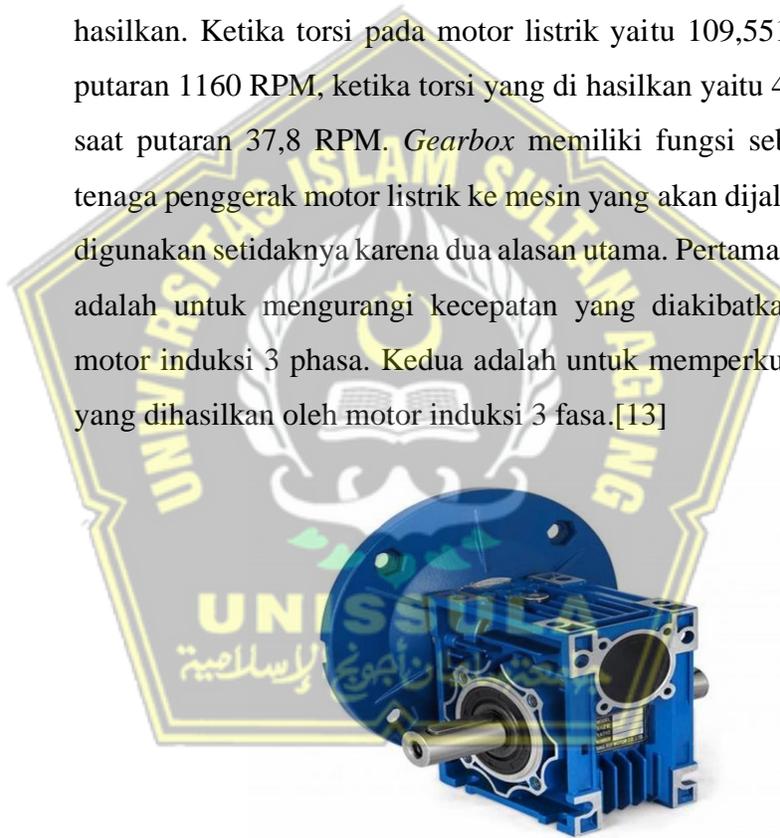
2.2.1.2 Cara Kerja *Carousel Conveyor*

Carousel conveyor beroperasi dengan langkah-langkah sederhana. Pertama, panel kontrol menyuplai listrik ke motor induksi 3 fasa. Motor ini menggerakkan rantai penggerak. Rantai penggerak kemudian mendorong rel pallet, menyebabkan gerakan pada *conveyor*. Keberadaan barang di atas *conveyor* dideteksi oleh photo cell atau sensor infrared. Ketika tidak ada barang di atasnya, *conveyor* berhenti secara otomatis. Proses ini diatur oleh *time delay relay*, yang memberikan jeda waktu sebelum *conveyor* berhenti setelah mendeteksi ketiadaan barang. Dengan cara ini, sistem dapat beroperasi efisien dan aman.

2.2.3 Gearbox

Gearbox di motor 3 fasa adalah alat yang dibutuhkan untuk mentransmisikan daya atau torsi mesin ke komponen lain sesuai dengan kebutuhannya, hal ini memungkinkan unit mesin untuk bergerak dan menghasilkan gerakan rotasi dan transisi, serta mengubah tenaga atau torsi dari motor yang berputar menjadi tenaga yang lebih besar. Torsi

adalah gaya pada gerak translasi yang menunjukkan kemampuan untuk membuat benda berotasi. Benda akan berotasi jika dikenai torsi, yang sering diukur dalam Newtonmeter (Nm). Torsi pada motor listrik dapat dihitung dari pembagian daya keluaran (watt) dengan kecepatan motor (rpm). Torsi berbanding lurus dengan daya dan berbanding terbalik dengan rpm, semakin tinggi putaran, semakin kecil torsi yang dihasilkan, dan semakin rendah putaran, semakin besar torsi yang dihasilkan. Ketika torsi pada motor listrik yaitu 109,551 Nm pada saat putaran 1160 RPM, ketika torsi yang dihasilkan yaitu 476,32 Nm pada saat putaran 37,8 RPM. *Gearbox* memiliki fungsi sebagai pemindah tenaga penggerak motor listrik ke mesin yang akan dijalankan. *Gearbox* digunakan setidaknya karena dua alasan utama. Pertama, fungsi *gearbox* adalah untuk mengurangi kecepatan yang diakibatkan oleh putaran motor induksi 3 fasa. Kedua adalah untuk memperkuat gaya putaran yang dihasilkan oleh motor induksi 3 fasa.[13]



Gambar 2. 15 Gearbox

2.2.4 Thermal Overload Relay (TOR)

Thermal Overload Relay (TOR) adalah sebuah alat elektronik untuk mengamankan beban lebih (*Overload*) berdasarkan suhu (*Thermal*) yang mempunyai *relay* untuk memutuskan sebuah rangkaian kontrol seperti *direct on line* dan *start delta*. Fungsi dari *overload relay*

adalah untuk proteksi motor listrik dari beban lebih. Seperti halnya MCB (*Miniature Circuit Breaker*) dan sekering (*fuse*) perangkat pengaman kelebihan beban ada yang beroperasi dengan cepat dan ada yang lambat. Saat motor dinyalakan, arus *start* dapat mencapai 6 kali arus nominalnya, jika menggunakan pengaman yang bekerja dengan cepat, maka pengamannya akan putus setiap menghidupkan motor.[14] Untuk penyetingan *Thermal overload relay* (TOR) dapat di hitung dengan cara berikut :

$$TOR = (I_n) \times 120\% \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana I_n adalah arus nominal motor (Ampere), 120 % nilai yang di tentukan oleh *National Electrical Manufactures Association* (NEMA).

[15]



Gambar 2. 16 *Thermal Overload Relay*

2.2.5 Definisi,Karakteristik dan Prinsip Kerja Rangkaian *Direct On Line*

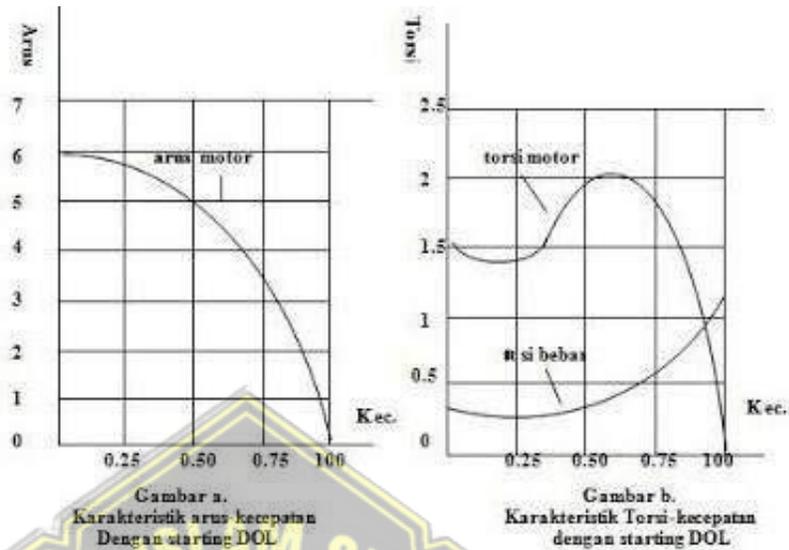
2.2.5.1 Definisi rangkaian *direct on line*

Rangkaian *direct on line* (DOL) adalah metode *starting* yang umum digunakan untuk *start* atau *stop* motor melalui suatu rangkaian kontrol atau bisa disebut sebagai rangkaian pengunci pada motor listrik. Rangkain DOL adalah metode paling sederhana dimana stator dihubungkan langsung ke

sumber tegangan, sehingga tidak diperlukan pengaturan atau penurunan tegangan pada saat *starting*. Cara ini sering digunakan untuk motor induksi yang mempunyai kapasitas daya di bawah 5,5 kW.[2]

2.2.5.2 Karakteristik rangkaian *direct on line*

Rangkaian *direct on line* (DOL) memiliki karakteristik motor induksi 3 fasa yang arus bebannya tinggi dengan *mensupply* tegangan penuh dari jaringan listrik secara langsung dan akan menghasilkan arus *start* dan lonjakan yang tinggi yang mengakibatkan penurunan tegangan sumber dan memengaruhi torsi transien pada sistem mekanik. Starter jenis ini umumnya digunakan untuk motor-motor listrik berukuran kecil. Rangkaian DOL stater digunakan ketika penurunan tegangan saat motor dinyalakan (*starting*) tidak menjadi masalah apabila tidak melebihi batas toleransi yang di ijinan mengingat arus *starting* untuk motor jenis ini bisa 4 sampai 7 kali lebih besar dari arus nominalnya, desain dan perawatannya yang sederhana dapat disesuaikan pada berbagai aplikasi di lapangan dan pengoperasiannya ekonomis. Rangkaian ini sangat menguntungkan baik dari segi harga maupun kualitas sebagai solusi pengendali motor induksi.[14]



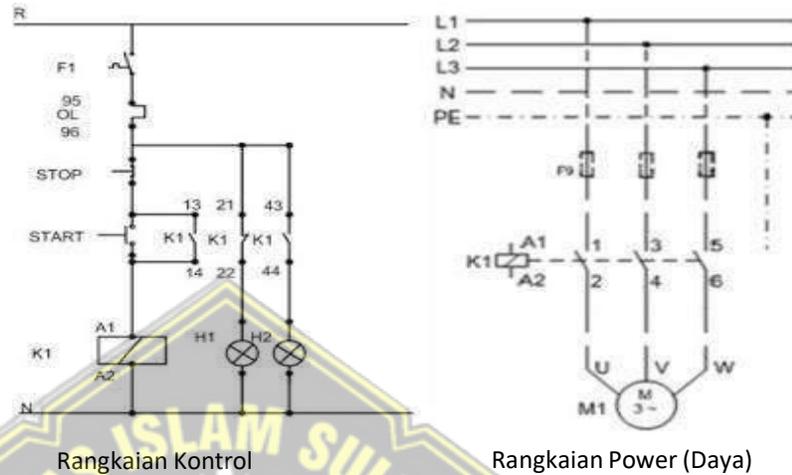
Gambar 2. 17 Karakteristik *Starting* Motor DOL

Di lihat dari gambar di atas, saat *start* motor akan menarik arus (I) yang besarnya hingga 6 kali lipat dari arus nominalnya. Saat motor secara perlahan mendekati kecepatan nominalnya maka arus motor akan berada pada kondisi nominal. Hal ini menandakan bahwa pada saat mesin pertama kali dihidupkan, akan terjadi kejutan yang sangat kuat pada motor listrik akibat arus yang sangat besar.

2.2.5.3 Prinsip kerja rangkaian *direct on line*

Pengawatan motor induksi 3 fasa dengan rangkaian *direct on line* terdiri dari rangkaian catu daya dan rangkaian kontrol. Komponen daya yang digunakan sangat sederhana, hanya membutuhkan satu buah *magnetic contactor*, atau sering disebut kontaktor, sebagai sakelar sistem listrik 3 fasa. Ketika Kontaktor mendapatkan *supply* tenaga sebesar 100 persen dari tegangan sumber 380 volt tegangan yang masuk ke motor listrik akan sama 100 persen tegangan nominal. Berikut ini merupakan

rangkaian pengawatan pengasutan untuk rangkaian kontrol *direct on line*



Gambar 2. 18 Rangkaian kontrol dan pengawatan *direct on line* (DOL)

Prinsip kerja rangkaian *direct on line* (DOL) saat menekan tombol “start” koil kontaktor (K1) akan aktif. Saat koil aktif, semua kontak NO (*Normally Open*) akan tertutup atau terhubung dan semua kontak NC (*Normally Close*) akan terbuka atau terputus. Hal ini dikarenakan koil merupakan magnet induktif akan aktif menjadi magnet ketika dialiri arus listrik. Saat koil berfungsi sebagai magnet, semua kontak akan tertarik, sehingga kontak NC yang semula tertutup menjadi terbuka dan kontak NO yang semula terbuka menjadi tertutup. Oleh karena itu saat menekan tombol “start” maka motor dan indikator hijau menyala. Hal tersebut di karenakan semua sambungan motor menggunakan kontak NO (*Normally Open*) pada rangkaian daya.[5] Saat menekan tombol “stop” maka arus yang mengalir ke koil kontaktor akan terputus dan memutus tegangan dari jaringan ke motor menyebabkan motor berhenti bekerja dan lampu indikator hijau mati. Jika terjadi kelebihan beban pada

motor maka TOR (*Thermal Overload Relay*) akan bekerja dan memutuskan tegangan motor dari jaringan listrik, dan mengaktifkan lampu indikator merah. Saat menekan tombol “emergency” maka arus yang masuk ke rangkaian pengendali akan terputus, sehingga motor akan berhenti bekerja.



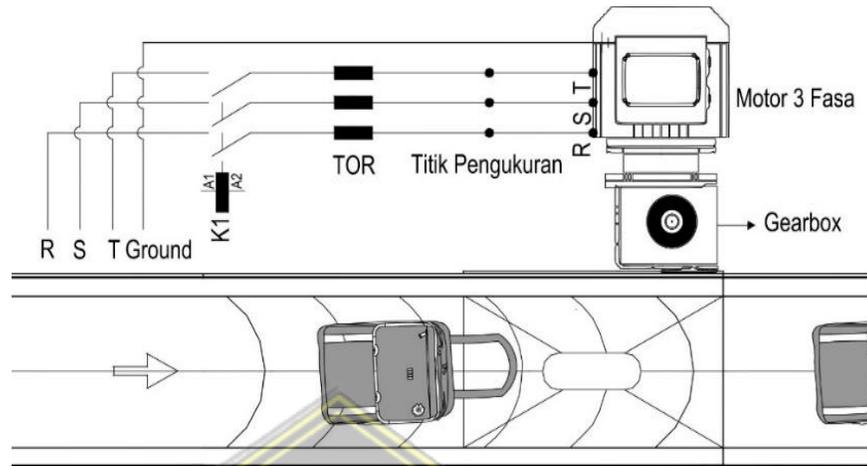
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Model Penelitian

Penelitian ini berlangsung di terminal kedatangan Bandara Sultan Aji Muhammad Sulaiman Sepinggian Balikpapan yang ditangani oleh PT Angkasa Pura, Dalam penelitian ini yang akan dijadikan subjek penelitian adalah motor induksi 3 fasa dengan daya 1,5 kW yang berfungsi sebagai motor penggerak mesin *carousel conveyor* untuk dianalisis tegangan dan arusnya untuk mengetahui berapa beban maksimal yang dapat dimuat dan menentukan pengaman yang sesuai pada mesin penggerak *carousel conveyor*.

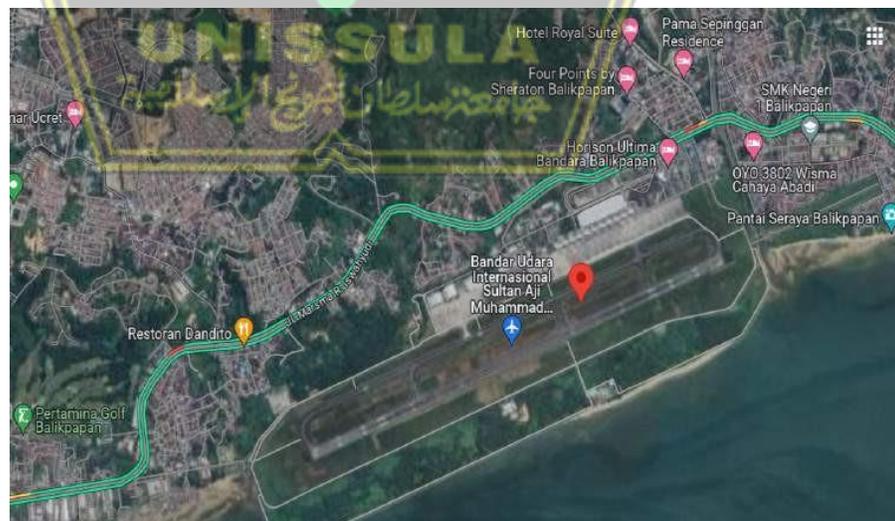
Model penelitian ini menggambarkan cara kerja sistem *carousel conveyor*. Kerusakan, *error*, atau trip pada *carousel conveyor* menjadi fokus utama pada penelitian ini. Pentingnya perawatan dan kehandalan teknisi dalam menganalisa pencegahan terjadinya kerusakan, *error*, atau trip pada *carousel conveyor*. Dilakukan pengukuran dan analisis arus *starting* dan *running* motor induksi 3 fasa 1,5 kW menggunakan rangkaian *direct online* pada kabel R, S, dan T selama 2 menit. Pengukuran dilakukan tanpa beban dan dengan beban yang bervariasi, yaitu dengan beban dirigen yang diisi air, batu timbangan, dan beban orang kemudian di ikuti data skunder atau pengumpulan informasi yang diperlukan dari *nameplate* motor tersebut, buku, jurnal atau penelitian yang telah dilakukan oleh orang lain yang berkaitan dengan analisa motor 3 fasa.



Gambar 3. 1 Model Penelitian

3.2 Tempat dan waktu penelitian

Penelitian di laksanakan di Bandara Sultan Aji Muhammad Sulaiman Sepinggang Balikpapan yang di tangani oleh PT. Angkasa Pura , penelitian dilaksanakan pada 15 Maret –5 Mei 2024. Lokasi Bandara Sultan Aji Muhammad Sulaiman Sepinggang Balikpapan yang berada di Jl Marsma R. Iswahyudi Sepinggang, Kecamatan Balikpapan Selatan, Kota Balikpapan, Kalimantan Timur 76115.



Gambar 3. 2 Tempat penelitian

3.3 Alat dan Peralatan Penelitian

Berikut adalah alat dan peralatan yang digunakan untuk mendukung penyusunan penelitian Tugas Akhir ini.

1. Multimeter

Multimeter atau sering di sebut AVO Meter. Secara umum, pengertian dari Multimeter adalah suatu alat untuk mengukur tegangan, baik tegangan bolak-balik atau *alternating current* (AC) maupun tegangan searah atau *direct current* (DC) dan hambatan listrik.



Gambar 3. 3 Multimeter

2. Tang ampere

Tang ampere atau tang listrik adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengukur arus, tegangan, daya dan tahanan dalam jumlah yang besar, tanpa memutus sirkit, yang dapat digunakan sebagai penguji alat penghemat listrik. Alat ini memiliki rahang yang dapat dibuka dan dijepitkan di sekitar konduktor (kabel) untuk mendeteksi medan magnet yang dihasilkan oleh aliran arus listrik.



Gambar 3. 4 Tang Ampere

3. Obeng plus dan obeng minus

Obeng plus dan minus, yaitu suatu alat yang dipakai untuk mengencangkan atau mengendorkan baut. Ada beberapa model obeng yang dipakai di seluruh dunia. Jenis yang umum dipakai di Indonesia yang populer disebut obeng plus (+) dan obeng minus (-)



Gambar 3. 5 Obeng

3.4 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data yang berasal dari pengukuran arus dengan beban bervariasi untuk mengetahui beban maksimal yang terjadi pada motor induksi 3 fasa yang diperoleh langsung dari lokasi penelitian di Bandara Sultan Aji Muhammad Sulaiman Sepinggian Balikpapan adapun model penelitian adalah metode pengujian, pengumpulan data dan

analisis yang berasal dari pengukuran arus motor induksi 3 fasa dan data - data yang diperlukan dari *nameplate* motor tersebut.



Gambar 3. 6 Nameplate Motor Induksi

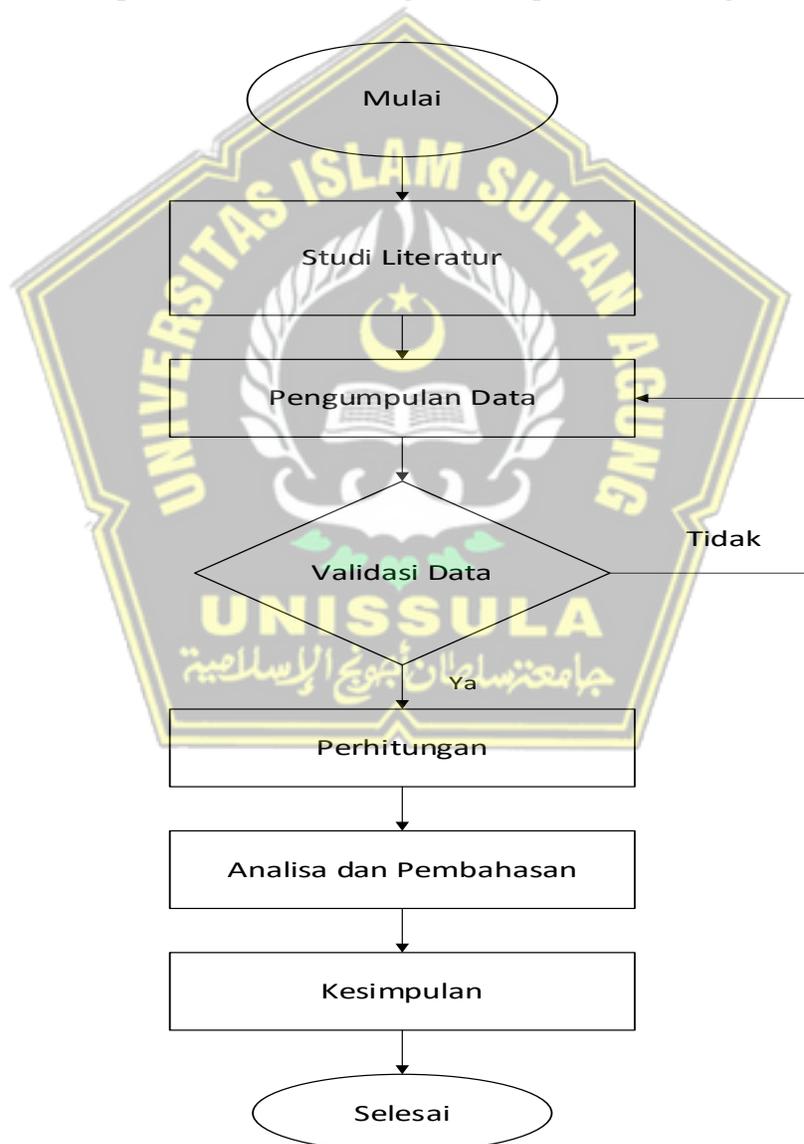
Motor induksi 3 fasa merk NORD Drivesystems dengan tipe SK90 LH/4 TF, nomor seri 301332914700 adalah motor induksi buatan perusahaan asal Jerman pada tahun 2013. Motor ini menggunakan 3 Fasa yang artinya menggunakan 3 aliran listrik bolak-balik yang berbeda fasa untuk menghasilkan medan magnet yang berputar.

- Daya Output: Motor ini memiliki daya output sebesar 1,5 kW, yang berarti kapasitas daya yang bisa dihasilkan motor saat beroperasi adalah 1,5 kW.
- Tegangan: Motor ini dapat dioperasikan pada dua tegangan, yaitu 230 volt (dalam konfigurasi delta) dan 400 volt (dalam konfigurasi star).
- Arus: Arus yang mengalir melalui motor adalah 5,80 ampere saat dioperasikan pada tegangan 230 volt, dan 3,34 ampere saat dioperasikan pada tegangan 400 volt.
- Kecepatan Putaran: Kecepatan putaran poros motor adalah antara 1415-1724 rpm.
- Faktor Daya (Cos phi): Faktor daya motor ini adalah 0,79, yang menunjukkan efisiensi penggunaan daya listrik oleh motor.
- Frekuensi: Motor ini beroperasi pada frekuensi 50 Hz, yang merupakan frekuensi standar yang digunakan di Indonesia.

- Kelas Proteksi (IP 55): Tingkat perlindungan motor terhadap debu dan air. Kode IP 55 berarti motor dilindungi dari debu dalam jumlah yang dapat mengganggu operasi normal dan dilindungi dari semburan air dari segala arah
- Instalasi: Motor ini diinstal pada tahun 2013, di Terminal Kedatangan Barat.

3.5 Diagram Alur Penelitian

Diagram alur penelitian menggambarkan proses yang dilakukan untuk memperoleh data penelitian. Berikut diagram alur penelitian sebagai berikut:



Gambar 3. 7 Flowchart diagram alur penelitian

BAB IV

HASIL DAN ANALISA

Berdasarkan metode penelitian yang telah dibahas sebelumnya, bab ini akan membahas hasil penelitian dan analisis terkait dengan hasil perbandingan hasil pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan beban yang bervariasi. Dilakukannya pengukuran dengan beban bervariasi untuk mengetahui beban maksimal yang dapat dimuat dan mengetahui besar arus pada motor penggerak *carousel conveyor*.

4.1 Analisa Tegangan dan Arus Pada Supply Motor Induksi 3 Fasa 1,5 kW

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dampak pada kenaikan arus ketika peningkatan beban pada motor induksi tiga fasa menggunakan metode *direct on line* (DOL) untuk mengoperasikan motor tersebut, maka dari itu peneliti perlu mengidentifikasi daya motor, tegangan sistem, dan efisiensi motor yang digunakan dalam pengoperasian *carousel conveyor*. Dari data tersebut, peneliti menghitung tegangan, arus *starting* dan arus *running* yang dihasilkan saat motor dihidupkan secara langsung (DOL) dengan menggunakan rumus yang sesuai. Selanjutnya, peneliti mempertimbangkan berbagai level beban yang mungkin terjadi pada *carousel conveyor*, mulai dari beban minimum hingga beban maksimum.

4.1.1. Pengukuran tegangan menggunakan beban bervariasi yang telah ditentukan

Dalam penelitian ini dilakukan pengukuran tegangan *motor carousel conveyor* dengan menggunakan 6 (enam) variabel beban dengan hasil yang tercantum pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4. 1 Tegangan terbaca (V) dengan beban (kg) bervariasi

No	Jam	Beban (kg)	Tegangan (Volt)		
			R-S	S-T	S-T
1	21.00	0	390	392	389
2	16.00	300	386	387	385
3	16.30	600	386	387	385
4	17.00	900	386	387	384
5	17.30	1200	386	387	384
6	20.30	1500	389	391	388

Sesuai standar perusahaan PT PLN (SPLN) drop tegangan dan batas toleransi kenaikan tegangan (+ 5%) dan drop tegangan (- 10%). Artinya jika tegangan standar 3 fasa adalah 380 Volt, Maka batas toleransi tegangan sebagai berikut:

$$\text{Toleransi kenaikan tegangan} = (380 + 5\% \times 380) = 399 \text{ volt}$$

$$\text{Toleransi drop tegangan} = (380 - 10\% \times 380) = 342 \text{ volt.}$$

Berdasarkan hasil pengukuran dengan menggunakan 6 (enam) variabel beban yang ditampilkan dalam tabel di atas nilai tegangan motor induksi 3 fasa stabil dan sesuai standar SPLN. Pengukuran dan analisis tegangan motor induksi 3 fasa menunjukkan bahwa motor beroperasi dalam kondisi aman dan sesuai dengan standar SPLN.[16]

4.1.2. Pengukuran arus menggunakan beban bervariasi yang telah di tentukan

Pengukuran arus dengan menggunakan variabel beban yang berbeda menghasilkan arus *starting* dan arus *running* yang tercantum pada tabel sebagai berikut:

Tabel 4. 2 Arus terbaca (A) dengan beban (kg) bervariasi

No	Jam	Beban (kg)	Arus Starting (A)			Arus Running (A)		
			R	S	T	R	S	T
1	21.00	0	7.21	6.75	7.75	2.03	2.17	2.17
2	16.00	300	8.24	7.46	7.87	2.08	2.19	2.17
3	16.30	600	9.24	9.43	9.42	2.16	2.28	2.30
4	17.00	900	9.97	10.11	10	2.57	2.64	2.53
5	17.30	1200	10.14	10.82	10.72	2.59	2.9	2.78
6	20.30	1500	11.61	11.57	11.62	3.08	3.18	2.93

Dari data pengukuran arus pada tabel 4.2 dapat ditentukan rata – rata arus *starting* dan rata – rata arus *running* dengan hasil berikut,

Rata – rata arus *starting* ketika tanpa beban = 7,23A

Rata – rata arus *running* ketika tanpa beban = 2,21 A

Rata – rata arus *starting* ketika beban 1.500 kg = 11,6 A

Rata – rata arus *running* ketika beban 1.500 kg = 3,06 A

Rata – rata dari keseluruhan beban arus *starting* = 9,43 A

Rata – rata dari keseluruhan beban arus *running* = 2,48 A

Dengan demikian, perbandingan antara arus *starting* dan arus *running* dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Ketika tanpa beban} = \frac{7,23 \text{ A}}{2,21 \text{ A}} = 3,41$$

$$\text{Ketika beban 1.500 kg} = \frac{11,6 \text{ A}}{3,06 \text{ A}} = 3,71$$

$$\text{Keseluruhan beban} = \frac{9,43 \text{ A}}{2,48 \text{ A}} = 3,80$$

Dari hasil perbandingan rata – rata arus *starting* dengan rata – rata arus *running* di dapatkan bahwa pada saat motor dihidupkan, arus *starting* akan mencapai nilai yang relatif tinggi. Ketika tanpa beban nilai perbandingannya yaitu 3,41 kali. Ketika beban 1.500 kg nilai perbandingannya yaitu 3,79 kali. Kemudian hasil perbandingan rata - rata arus dari keseluruhan beban yaitu 3,80 kali lebih tinggi. Lonjakan arus ketika *starting* hanya 1 – 2 detik saja, setelah itu arus akan turun dan menjadi stabil. Dapat disimpulkan bahwa arus *starting* akan mencapai nilai 3 hingga 4 kali lebih tinggi dari arus *running*. Kenaikan arus sebanding dengan peningkatan beban, namun perlu diperhatikan bahwa peningkatan beban yang menyebabkan peningkatan arus harus tetap berada dalam batas yang aman untuk mencegah kerusakan dan menjaga umur pakai pada motor atau sistem daya.

Penentuan beban maksimal pada *carousel conveyor* diperoleh dari hasil pengambilan data nilai arus motor dengan beban bervariasi dan disesuaikan dengan spesifikasi motor yang tercantum pada *nameplate* motor pada gambar 3.6. Dari data tersebut dapat diperoleh pemahaman untuk menentukan beban maksimal *carousel conveyor*. Maka di gunakan cara interpolasi dengan membandingkan arus nominal ($A_{nominal}$) pada *nameplate*. Arus nominal adalah nilai arus yang di gunakan untuk menentukan kapasitas maksimum motor listrik, sehingga beban maksimal di tentukan dari arus nominal motor listrik. Arus motor dengan beban uji (A_1) dan beban uji (m_1) untuk mencari beban maksimal (m_{max}).

$$A_{nominal} = 3,34 \text{ A}$$

$$A_1 = 3,18 \text{ A}$$

$$m_1 = 1.500 \text{ kg}$$

$$m_{max} = ?$$

$$\begin{aligned}
 m_{max} &= \frac{A_{nominal} \times m_1}{A_1} \\
 m_{max} &= \frac{3,34 \times 1.500}{3,18} \\
 m_{max} &= \frac{5.010}{3,18} \\
 m_{max} &= 1.575 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Dengan demikian, beban maksimal pada *carousel conveyor* adalah 1.575 kg.

4.2 Penentuan pengaman pada motor induksi 3 fasa 1.5 KW menggunakan metode *direct on line* pada mesin *carousel conveyor*

Kenaikan arus sebanding dengan peningkatan beban, perlu di ingat bahwa nilai arus tersebut harus tetap berada dalam batas yang aman untuk mencegah kerusakan pada motor atau sistem daya. Ada beberapa cara untuk menentukan pengaman. Pengaman beban lebih ada yang bekerja cepat dan ada yang lambat, Salah satu pengaman yang sesuai adalah pemasangan *Thermal overload relay* (TOR) yang digunakan sebagai melindungi motor dari beban lebih (*Overload*). TOR adalah alat elektronik untuk mengamankan beban lebih berdasarkan suhu. TOR memerlukan waktu lebih lama untuk memutuskan arus saat terjadi *overload*, sehingga memberikan waktu bagi motor untuk mengatasi beban sementara.

Dari data pengukuran, arus *starting* dengan beban 1500 kg dapat mencapai 11,62 ampere, sedangkan arus nominal pada *nameplate* yaitu 3,34 ampere. Dengan demikian, perbandingan antara arus *starting* dengan beban 1500 kg dan arus nominal dapat dihitung sebagai berikut :

$$\frac{\text{Arus starting beban 1500 kg} = 11,62 \text{ A}}{\text{Arus nominal pada nameplate} = 3,34 \text{ A}} = 3,47$$

Arus *starting* dapat mencapai 3,47 lebih tinggi dari arus nominal, Lonjakan arus ketika *starting* hanya 1 – 2 detik saja, penggunaan pengaman yang bekerja terlalu cepat dapat menyebabkan pemutusan setiap kali motor dihidupkan. *Thermal overload relay* beroperasi berdasarkan suhu yang dihasilkan oleh arus yang

mengalir melalui motor, penentuan pengaman di sesuaikan dengan perhitungan dari jenis dan spesifikasi motor tersebut yang berasal dari *nameplate* motor. lihat gambar 3.6 untuk mengetahui nilai arus nominal (I_n) pada motor.

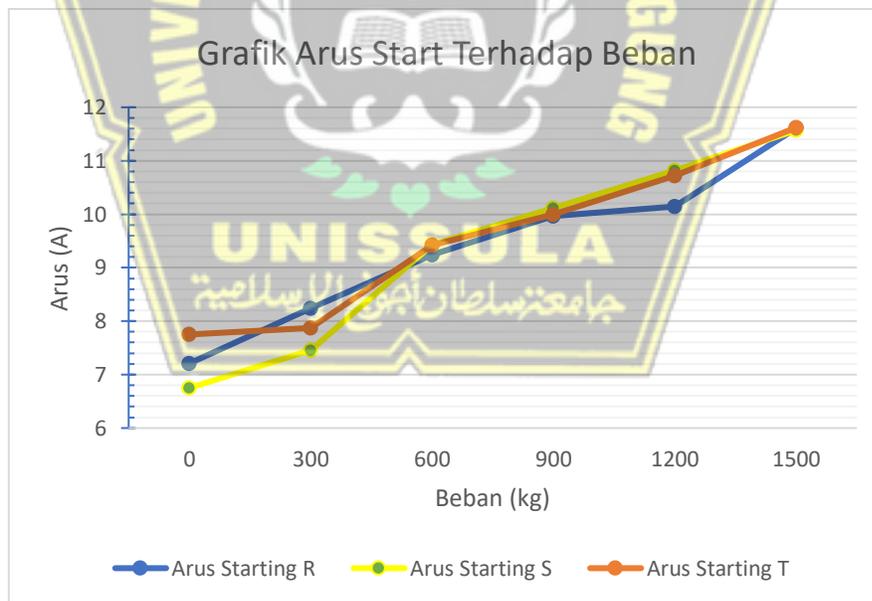
Selanjutnya dilakukan perhitungan untuk penyetingan *Thermal overload relay* (TOR). Untuk penyetingan (TOR) yang sesuai selanjutnya di lakukan pada persamaan (2.1), diketahui arus nominal pada motor induksi 3 fasa adalah 3,34 A untuk motor induksi 3 fasa 1,5 kW di *carousel conveyor* adalah arus nominal (I_n) X 120%.

$$TOR = \text{Arus nominal } (I_n) \times 120\%$$

$$TOR = 3,34 \times 120\%$$

$$TOR = 4,08 \text{ A.}$$

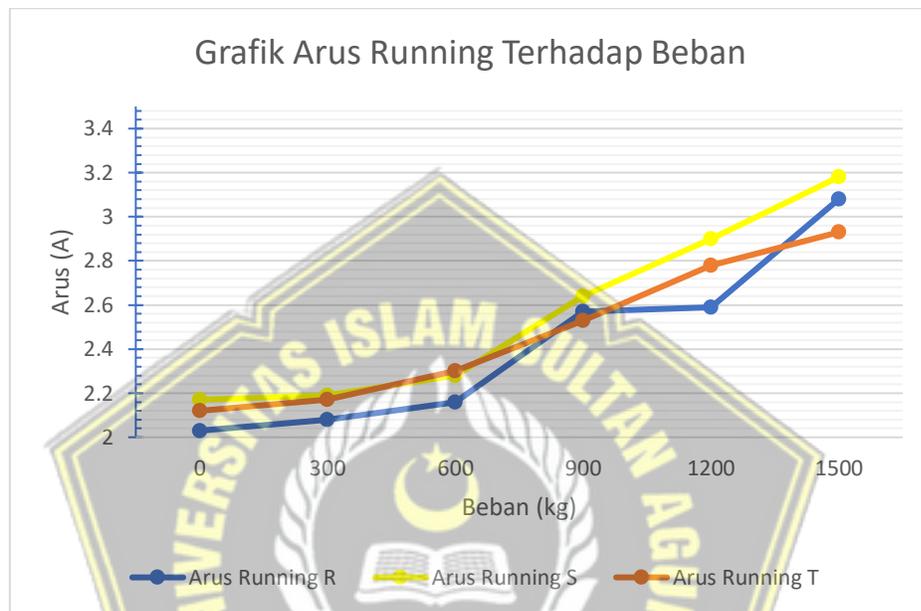
Jadi setting *Thermal overload relay* (TOR) yang sesuai untuk motor induksi 3 fasa 1,5 kW di *carousel conveyor* adalah 4,08 A.



Gambar 4. 1 Grafik Arus Start Terhadap Beban

Dari kondisi motor diam pembacaan arus *starting* ketika tanpa bagasi arus R,S,T mencapai nilai rata- rata 7,23 ampere dan nilai terus meningkat ketika beban

bertambah hingga beban 1500 kg. Di lihat grafik tabel di atas nilai arus *starting* variabelnya terus meningkat dan peningkatan akan terus terjadi ketika beban bertambah.



Gambar 4. 2 Grafik Arus Running terhadap Beban

Dari kondisi motor setelah *starting* pembacaan arus *running* ketika tanpa bagasi atau tanpa beban arus R,S,T mencapai nilai rata - rata 2,12 ampere dan nilai terus meningkat ketika beban bertambah hingga beban 1500 kg. Di lihat grafik tabel di atas nilai arus *running* variabelnya terus meningkat sehingga dapat mengakibatkan *overload* pada saat porter meletakkan bagasi yang berlebih, sehingga mengakibatkan kenaikan arus pada motor *carousel conveyor*. Dari data yang sudah di ambil dapat memberikan pemahaman lebih lanjut terkait beban *carousel conveyor* di mana *Thermal overload relay* memutuskan rangkaian kontrol guna melindungi motor pada saat motor beroperasi.

Maka digunakan cara interpolasi dengan membandingkan arus maksimal motor ketika dengan beban uji (A_1) , arus setting TOR (A_{TOR}) dan beban

maksimal motor ketika dengan beban uji (m_1) untuk mencari beban dengan acuan arus yang akan disetting pada TOR (m_{TOR})

$$A_{TOR} = 4,08 \text{ A}$$

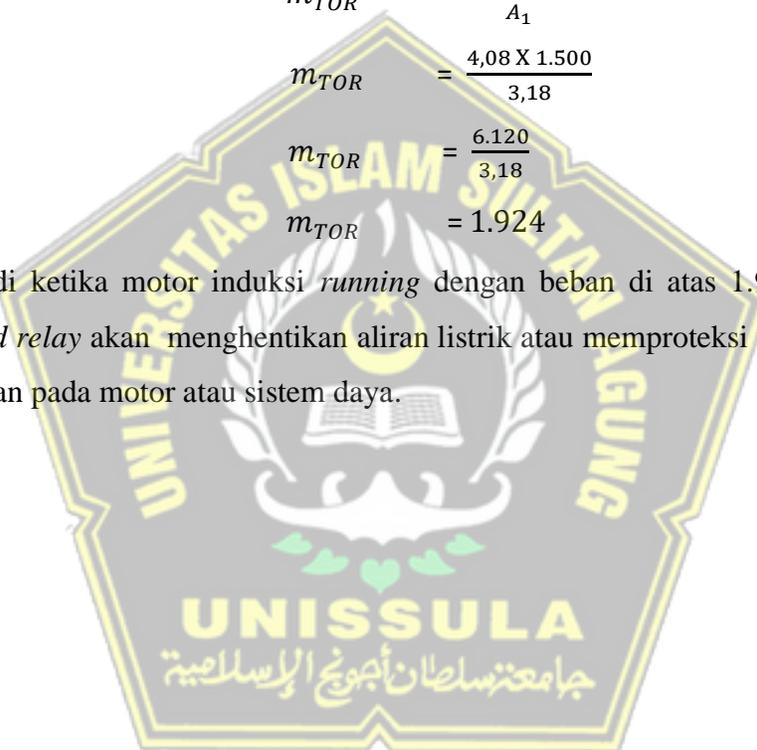
$$A_1 = 3,18 \text{ A}$$

$$m_1 = 1.500 \text{ kg}$$

$$m_{TOR} = ?$$

$$\begin{aligned} m_{TOR} &= \frac{A_{TOR} \times m_1}{A_1} \\ m_{TOR} &= \frac{4,08 \times 1.500}{3,18} \\ m_{TOR} &= \frac{6.120}{3,18} \\ m_{TOR} &= 1.924 \end{aligned}$$

Jadi ketika motor induksi *running* dengan beban di atas 1.924 kg, *thermal overload relay* akan menghentikan aliran listrik atau memproteksi untuk mencegah kerusakan pada motor atau sistem daya.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan terhadap unjuk kerja motor induksi 3 fasa 1,5 KW menggunakan metode rangkaian *direct on line* pada mesin *carousel conveyor*.

1. Kinerja motor induksi 3 fasa 1,5 kW dengan metode *direct on line* pada mesin *carousel conveyor* normal. Kenaikan arus sebanding dengan peningkatan beban. Hasil perbandingan rata - rata arus dari keseluruhan beban, arus *starting* mencapai nilai yang relatif tinggi yaitu 3,80 kali lebih tinggi dari arus *running* dan tegangan rata – rata dari keseluruhan 386 volt. Lonjakan arus ketika *starting* hanya 1 – 2 detik saja, setelah itu arus akan turun dan menjadi stabil. Dapat disimpulkan bahwa arus *starting* akan mencapai nilai 3 hingga 4 kali lebih tinggi dari arus *running*.
2. Berdasarkan data dari hasil pengujian, pengaman yang sesuai untuk motor tersebut yaitu *Thermal Overload Relay* (TOR) yang digunakan sebagai melindungi motor dari beban lebih (*Overload*). TOR memerlukan waktu lebih lama untuk memutuskan arus saat terjadi *overload*, sehingga memberikan waktu bagi motor untuk mengatasi beban sementara. Dari data pengukuran arus *starting* dapat mencapai 3,47 lebih tinggi dari arus nominal, Lonjakan arus ketika *starting* hanya 1 – 2 detik saja, penggunaan pengaman yang bekerja terlalu cepat dapat menyebabkan pemutusan setiap kali motor dihidupkan. Untuk penyetingan TOR yang sesuai untuk motor induksi 3 fasa 1,5 kW pada *carousel conveyor* adalah 4,08 A.

5.2 Saran

Berdasarkan dari hasil penelitian dan analisa yang sudah dibahas, beberapa saran yang dapat peneliti berikan, sebagai berikut:

1. Dalam penelitian ini di ketahui beban maksimal pada motor *carousel conveyor* yaitu 1.575 kg. Untuk menjaga sistem pada *carousel conveyor* tetap berjalan normal, mencegah kerusakan dan menjaga umur pakai pada motor atau sistem daya maka harus dilakukan batasan maksimal beban, yaitu maksimal beban sebesar 1.575 kg.
2. Untuk meningkatkan efisiensi dan kecanggihan sistem *carousel conveyor*, serta mencegah kerusakan akibat beban berlebih, disarankan untuk menambahkan display digital yang menampilkan berat barang yang sedang diangkat. Dengan adanya display ini, porter dapat memantau beban secara real-time dan memastikan bahwa beban tidak melebihi kapasitas maksimal yang di tentukan. Inovasi ini tidak hanya akan meningkatkan kinerja dan keandalan sistem, tetapi juga memperpanjang umur pakai motor dan komponen conveyor lainnya
3. Pada saat motor dihidupkan, arus *starting* akan mencapai nilai 3 hingga 4 kali lebih tinggi dari arus *running*. Kenaikan arus ini sebanding dengan peningkatan beban. Dalam penelitian ini, ketika beban sebesar 1.500 kg, arus *starting* mencapai 11,6 ampere mencapai nilai 3,47 lebih tinggi dari arus nominal. Oleh karena itu, untuk menjaga sistem pada *carousel conveyor* tetap berjalan normal, mencegah kerusakan, dan memperpanjang umur pakai motor. Peneliti menyarankan agar porter diberi pemahaman mengenai prosedur ketika meletakan barang ke *carousel conveyor*. Beban yang diangkat tidak boleh terlalu banyak secara langsung. Beban dapat diangkat dalam beberapa sesi atau barang dapat ditempatkan setelah sistem *starting* atau mulai berjalan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Siburian, Jumari, and A. Simangunsong, “Studi Sistem Star Motor Induksi 3 Fasa Dengan Metode Star Delta Pada Pt . Toba Pulp Lestari Tbk,” *Teknol. Energi Dua*, vol. 9, no. 2, pp. 84–85, 2020.
- [2] M. Ivan Putra Naibaho, I. K. Wijaya, and I. M. Mataram, “Studi Analisis Perbandingan Metode Starting Direct on Line (Dol) Dan Variabel Speed Drive (Vsd) Pada Motor Fan Untuk Cooling Tower Di Pt. Rapp (Riau Andalan Pulp Paper),” *J. SPEKTRUM*, vol. 8, no. 1, p. 268, 2021, doi: 10.24843/spektrum.2021.v08.i01.p30.
- [3] Y. Kristianto and J. Fat, “Analisis Perancangan Panel Star-Delta untuk Motor Induksi Pompa 3 Fasa dan Teknik Interlocking dengan Sensor Water Level,” *INTRO J. Inform. dan Tek. Elektro*, vol. 2, no. 2, pp. 77–85, 2023, doi: 10.51747/intro.v2i2.1753.
- [4] M. Arifin and Umar, “Simposium Nasional RAPI XX-2021 FT UMS,” no. 7, pp. 189–195, 2021, [Online]. Available: <https://proceedings.ums.ac.id/index.php/rapi/article/view/159>
- [5] M. A. Satria and A. D. Andre, “Analisa Sistem Starting Dol (Direct on Line) Pada Motor Listrik Pt. Semen Baturaja,” *J. ...*, pp. 395–402, 2022, [Online]. Available: <http://azramedia-indonesia.azramediaindonesia.com/index.php/bharasumba/article/view/286%0Ahttps://azramedia-indonesia.azramediaindonesia.com/index.php/bharasumba/article/download/286/255>
- [6] M. A. Zahari, “Analisis Pengaruh Ketidakseimbangan Tegangan Terhadap Unjuk Kerja Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Matlab Simulink,” no. x, pp. 1–51, 2023.

- [7] S. S. Wibowo, A. Manaf, and D. T. Umar, "Analisis Pembebanan Belt Conveyor Menggunakan Motor Induksi 3 Fase 1,5 Kw Dan Vsd Sebagai Speed Controller," *J. Tek. Ilmu dan Apl.*, vol. 08, no. 1, pp. 91–96, 2020.
- [8] F. Baskoro, I. Azhari, and A. I. Agung, "Studi Literatur Analisis Penerapan Mikrokontroler Pada Pengereman Dinamik Motor Induksi Tiga Fasa," *J. Tek. Elektro*, pp. 99–108, 2021.
- [9] R. Rusdi, Gilang Arrachman, and Bustani, "Evaluasi Pengendalian Kecepatan Putaran Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Variable Speed Drive ATV61 Terhadap Penghematan Energi Pada PLTGU Tanjung Batu," *PoliGrid*, vol. 4, no. 2, pp. 68–74, 2023, doi: 10.46964/poligrid.v4i2.31.
- [10] R. Alpha Kusuma and R. Setiawan, "Analisa Penyebab Terbakarnya Motor Induksi Tiga Fasa Dengan Menggunakan Simulasi Matlab," *J. Kaji. Tek. Elektro*, vol. 7, no. 2, pp. 55–63, 2022, doi: 10.52447/jkte.v7i2.6448.
- [11] Armansyah and Z. Pelawi, "Analisis Perbandingan Arus Motor Induksi Rotor Sangkar Dua Kutub Dengan Empat Kutub," *J. Electr. Technol.*, vol. 6, no. 3, pp. 127–135, 2021.
- [12] Angkasa Pura II, *SOP BAGGAGE ARRIVAL HANDLING SYSTEM PNK*, Dok.No: 14. Bandara Udara Supadio Pontianak.
- [13] P. Yericen, F. Mahmuddin, and S. Klara, "Analisa Efisiensi Gearbox pada Motor Penggerak Listrik Kapal Nelayan," vol. 2, pp. 26–32, 2023, doi: 10.25042/jrt2k.062023.04.
- [14] M. Mispan, A. A. Adam, N. Amin, and Y. S. Pirade, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Thermal Overload Relay Pada Motor Induksi 3 Fasa," *Foristek*, vol. 14, no. 2, 2023, doi: 10.54757/fs.v14i2.326.
- [15] T. Puspita and I. Akbar Darmawan, "Thermal Overload Relay (TOR) Sebagai

Sistem Proteksi Motor Induksi 3 Fasa Pada Mesin Molding Biofuel Pelletizer Di PT. Sejin Lestari Furniture,” *Jtmei*), vol. 2, no. 2, pp. 168–181, 2023, [Online]. Available: <https://doi.org/>

- [16] A. Hamid, B. Sukoco, and A. A. Nugroho, “Analisa Drop Tegangan Sambungan Rumah Pada Saluran Kabel Tegangan Rendah (Sktr) Transformator 1 Fasa Di Pt. Pln (Persero) Upj Juwana,” *Pros. Konstelasi Ilm.* ..., vol. 15, pp. 494–502, 2020, [Online]. Available: <http://jurnal.unissula.ac.id/index.php/kimueng/article/view/8622><http://jurnal.unissula.ac.id/index.php/kimueng/article/download/8622/3979>

