

SKRIPSI

PENGARUH *STARTER DIRECT ON LINE (DOL)* TERHADAP PERFORMA MOTOR INDUKSI 3 FASA DI AIR *CIRCULATION* FAN PT TANJUNGENIM LESTARI *PULP AND PAPER*



Diajukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Program
Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
24 Agustus 2026

Dipersiapkan dan Disusun Oleh
MARTRIANSYAH
132022038

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
PALEMBANG
2026**

SKRIPSI

**PENGARUH *STARTER DIRECT ON LINE (DOL)* TERHADAP PERFORMA
MOTOR INDUKSI 3 FASA DI *AIR CIRCULATION FAN* PT. TANJUNGENIM
*LESTARI PULP AND PAPER***



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan di depan dewan penguji
24 Agustus 2026

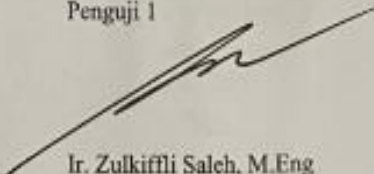
Dipersiapkan Dan Disusun Oleh
MARTRIANSYAH

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing 1

Penguji 1


Dr. Foby Ardianto, S.T., M.Cs
NIDN. 0207038101


Ir. Zulkifli Saleh, M.Eng
NIDN. 0212056402

Pembimbing 2

Penguji 2


Fadilah, S.T., M.T
NIDN. 0215089003


Taufik Barlian, S.T., M.Eng
NIDN. 0218017202

Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik

Menyetujui
Ketua Program Studi Teknik Elektro



PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka.

Palembang, 24 Agustus 2026
Yang membuat pernyataan



Martriansyah
132022038

MOTTO DAN LEMBAR PERSEMBAHAN

Motto

*"Dan tidak ada keberhasilanku melainkan dengan pertolongan Allah."
(QS. Hud [11]: 88)*

*"Karena sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya
bersama kesulitan ada kemudahan."
(QS. Al-Insyirah [94]: 5–6)*

“ Arus terbesar mengalir ketika hambatan terkecil menghalangi jalanya “
($V = I \cdot R$)

"Berusaha dengan sungguh-sungguh, berdoa dengan sepenuh hati, dan bertawakal kepada Allah adalah kunci untuk mencapai setiap tujuan."

Persembahan

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillahirabbil 'alamin, segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, nikmat, kesehatan, kekuatan, dan kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat, dan seluruh umatnya hingga akhir zaman.

Dengan penuh rasa syukur, karya sederhana ini penulis persembahkan kepada:

1. Untuk super hero penulis ayahanda tercinta Saprul, A.Md, terima kasih atas setiap tetes keringat, pengorbanan, kerja keras, doa, kasih sayang, serta perjuangan yang tidak pernah Ayah tunjukkan sebagai beban. Engkau adalah sosok yang selalu mengajarkan arti tanggung jawab, kejujuran, kerja keras, dan keteguhan hati dalam menjalani kehidupan. Terima kasih karena telah menjadi pelindung, penyemangat, sekaligus inspirasi terbesar dalam setiap langkahku. Di balik setiap keberhasilanku hari ini, ada doa-doa Ayah yang tidak pernah putus dan pengorbanan yang mungkin tidak akan pernah bisa kubalas dengan apa pun. Skripsi ini bukanlah akhir dari perjuanganku, melainkan awal untuk mewujudkan harapan dan membanggakan Ayah. Semoga setiap pencapaian yang kuraih kelak menjadi kebahagiaan dan

kebanggaan bagi Ayah. Terima kasih telah menjadi Super Hero terbaik dalam hidupku. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan kesehatan, umur yang penuh berkah, kebahagiaan, kemudahan dalam setiap langkah, serta membalas setiap kebaikan dan pengorbanan Ayah dengan pahala yang berlipat ganda. Aku bangga menjadi anak Ayah.

2. Untuk pintu surgaku Ibu tercinta Elvi Sukaisih, terima kasih atas cinta dan kasih sayang yang tak pernah bertepi, doa-doa yang selalu mengiringi setiap langkahku, serta pengorbanan yang tidak akan pernah mampu kubalas dengan apa pun. Engkau adalah sosok yang selalu menguatkan di saat lelah, menghibur di saat sedih, dan menjadi tempat terbaik untuk pulang. Terima kasih atas setiap pelukan yang menenangkan, setiap nasihat yang menuntunku menuju kebaikan, serta setiap air mata dan doa yang engkau panjatkan demi masa depanku. Di balik setiap keberhasilan yang kuraih hari ini, ada ketulusan cinta seorang ibu yang selalu menginginkan anaknya menjadi pribadi yang lebih baik. Skripsi ini adalah persembahan kecil sebagai wujud rasa hormat, cinta, dan terima kasihku kepada Ibu. Semoga setiap huruf yang tertulis dalam karya ini menjadi saksi atas perjuangan, doa, dan kasih sayang yang telah Ibu berikan tanpa mengenal lelah. Terima kasih telah menjadi pintu surgaku, tempat pertama aku belajar tentang cinta, keikhlasan, dan arti sebuah pengorbanan. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan kesehatan, kebahagiaan, umur yang penuh keberkahan, serta membalas setiap pengorbanan dan kasih sayang Ibu dengan pahala yang berlipat ganda. Semoga Allah SWT selalu menjaga Ibu dalam lindungannya di dunia maupun di akhirat. Aku bangga dan bersyukur terlahir sebagai anak Ibu. Aku mencintai Ibu, hari ini, esok, dan selamanya.
3. Karya sederhana ini kupersembahkan kepada saudara kandungku tercinta, Arcihka Elsa, S.Km, beserta istrinya Suciati, S.Kom, yang telah memberikan dukungan, motivasi, perhatian, serta bantuan yang begitu berarti selama proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih atas segala waktu, tenaga, dan bantuan yang telah diberikan, khususnya dalam membantu penulis memperoleh data penelitian sehingga proses penyusunan

skripsi ini dapat berjalan dengan lancar. Dukungan, kepedulian, dan semangat yang kalian berikan menjadi salah satu kekuatan bagi penulis untuk terus berjuang hingga mampu menyelesaikan penelitian ini. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan kesehatan, kebahagiaan, rezeki yang halal dan berkah, serta kemudahan dalam setiap langkah kehidupan kalian. Semoga segala kebaikan, bantuan, dan keikhlasan yang telah diberikan kepada penulis mendapatkan balasan pahala yang berlipat ganda dari Allah SWT. Terima kasih telah menjadi keluarga yang selalu hadir, mendukung, dan membantu penulis dalam setiap proses hingga skripsi ini dapat terselesaikan.

4. Dengan penuh rasa hormat dan kasih sayang, karya sederhana ini kupersembahkan kepada kakak tercintaku, Karvika Kuspida, S.Pd, yang selalu memberikan doa, dukungan, motivasi, serta semangat kepada penulis selama menempuh pendidikan hingga menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih atas perhatian, kepedulian, dan nasihat yang selalu diberikan. Kehadiran kakak menjadi salah satu sumber kekuatan bagi penulis untuk tetap percaya diri, bangkit ketika menghadapi kesulitan, dan terus berjuang hingga setiap proses dapat dilalui dengan baik. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan kesehatan, kebahagiaan, umur yang penuh keberkahan, rezeki yang halal dan berlimpah, serta kemudahan dalam setiap langkah kehidupan kakak.
5. Terima kasih kepada Paman (mamang) penulis Arman Sahrul dan Bibi Lely Apriani, yang telah memberikan begitu banyak bantuan, perhatian, dan dukungan kepada penulis, terutama di saat menghadapi berbagai kesusahan dan kesulitan dalam menjalani perkuliahan maupun proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih atas kepedulian, semangat, doa, serta uluran tangan yang selalu diberikan tanpa mengharapkan balasan. Kebaikan dan keikhlasan yang Paman dan Bibi berikan menjadi sumber kekuatan bagi penulis untuk tetap tegar, bangkit dari setiap kesulitan, dan terus berjuang hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
6. Keluarga Besarku Tercinta Keluarga Besar Abdul Rohim dan Ropina Serta

Keluarga Besar Hasan Hadim dan Senang Hati Dengan penuh rasa syukur dan hormat, karya sederhana ini kupersembahkan kepada keluarga besar Abdul Rohim dan Ropina, serta keluarga besar Hasan Hadim dan Senang Hati, yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, perhatian, dukungan, dan motivasi kepada penulis selama menempuh pendidikan hingga menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih atas segala bentuk dukungan, baik moril maupun materiil, serta kebersamaan yang selalu menghadirkan semangat bagi penulis dalam menghadapi setiap tantangan. Kehangatan dan kepedulian keluarga menjadi salah satu kekuatan terbesar yang mengantarkan penulis hingga mampu menyelesaikan perjalanan ini.

7. Terima kasih untuk sepupu penulis Abidhar Zaky Sahrul Al Ghifari, yang selalu menjadi tempat bercerita, teman nongkrong penulis. Terima kasih atas canda tawa, kebersamaan, doa, dan dukungan yang selalu kalian berikan. Kehadiran kalian menjadi pengingat bagi penulis untuk terus berjuang, tidak mudah menyerah, dan menjadi pribadi yang lebih baik serta dapat menjadi teladan bagi kalian.
8. Sahabat SD seperjuangan penulis Anggok, Wawan dan Wadik, terima kasih telah menjadi tempat untuk bertukar pikiran, masukan serta saran, terima kasih telah menjadi sahabat selama ini banyak perjuangan yang telah kita lewati secara bersama mungkin penulis tidak banyak yang bisa disampaikan selain ucapan terima kasih karena telah berjuang selama ini.
9. Kepada dosen pembimbing 1 Bapak Dr. Feby Ardianto, S.T., M.Cs, dan dosen pembimbing 2 Ibu Fadilah, S.T., M.T, terima kasih telah memberikan ilmu, arahan, bimbingan, motivasi, serta kesabaran selama proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih atas setiap waktu yang telah diluangkan, setiap masukan yang diberikan, serta kesediaan untuk membimbing penulis dalam menyelesaikan setiap tahapan penelitian. Bimbingan, kritik, dan saran yang diberikan menjadi bekal yang sangat berharga bagi penulis, tidak hanya dalam menyelesaikan skripsi ini, tetapi juga sebagai pelajaran untuk kehidupan dan dunia profesional di masa mendatang.

10. Kepada seluruh Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Elektro yang telah menjadi sumber ilmu, inspirasi, dan motivasi selama penulis menempuh pendidikan. Terima kasih atas segala ilmu pengetahuan, pengalaman, bimbingan, nasihat, serta dedikasi yang telah diberikan dengan penuh keikhlasan. Setiap pelajaran, arahan, dan pengalaman yang Bapak dan Ibu berikan telah menjadi bekal yang sangat berharga dalam membentuk karakter, wawasan, dan kompetensi penulis sebagai calon sarjana teknik.
11. Kepada PT Tanjungenim Lestari *Pulp and Paper* yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melaksanakan penelitian serta memperoleh pengalaman berharga dalam dunia industri. Terima kasih kepada pimpinan perusahaan, seluruh karyawan, serta pihak-pihak yang telah memberikan izin, arahan, bantuan, dan dukungan selama proses pengambilan data penelitian. Kesempatan yang diberikan telah memberikan pengalaman yang sangat berharga serta menambah wawasan penulis dalam mengaplikasikan ilmu Teknik Elektro secara langsung di lingkungan industri. Semoga PT Tanjungenim Lestari *Pulp and Paper* senantiasa berkembang, semakin maju, terus berinovasi, serta menjadi perusahaan yang unggul, berdaya saing, dan memberikan manfaat bagi masyarakat, dunia industri, serta pembangunan nasional. Terima kasih atas kesempatan, kepercayaan, dan kerja sama yang telah diberikan kepada penulis selama proses penelitian hingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
12. Untuk squad Qo'na Abil Dwi Junico, Jhassen Febriyan Saputra M. Rio Ferdinan Powa, Panji Alfalah Thorif dan Rahmat Alpian Agustino, Terima kasih atas kebersamaan selama kurang lebih 4 tahun ini. Persahabatan, kerja sama, dukungan, motivasi, serta berbagai pengalaman yang telah kita lalui bersama. Canda tawa, suka dan duka, serta perjuangan dalam menyelesaikan setiap tugas, praktikum, hingga penyusunan skripsi menjadi kenangan yang tidak akan pernah terlupakan. Terima kasih karena selalu hadir untuk saling membantu, saling menguatkan, berbagi ilmu, serta memberikan semangat ketika penulis menghadapi berbagai tantangan

selama masa perkuliahan. Kebersamaan yang telah terjalin menjadi salah satu anugerah terindah dalam perjalanan menuntut ilmu.

13. Terakhir terima kasih kepada pemilik Nim 132022038 Sang Ultraman Martriansyah, yang telah mampu bertahan dan berjuang hingga berada di titik ini. Terima kasih karena tidak memilih menyerah meskipun pernah merasa lelah, ragu, dan hampir kehilangan semangat. Terima kasih telah tetap bangkit setelah setiap kegagalan, terus melangkah meski jalan yang ditempuh tidak selalu mudah, serta percaya bahwa setiap usaha akan membuahkan hasil pada waktunya. Perjalanan menyelesaikan skripsi ini bukanlah perjalanan yang singkat. Banyak tantangan, pengorbanan, dan pelajaran berharga yang telah dilalui. Namun, semua itu menjadi bagian dari proses yang membentuk penulis menjadi pribadi yang lebih kuat, lebih dewasa, dan lebih menghargai setiap perjuangan. Skripsi ini bukan hanya menjadi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik, tetapi juga menjadi bukti bahwa dengan kerja keras, kesabaran, doa, dan tekad yang kuat, setiap impian dapat diwujudkan. Teruslah melangkah dengan rendah hati, jangan pernah berhenti belajar, tetaplah menjadi pribadi yang bermanfaat bagi agama, keluarga, masyarakat, bangsa, dan negara. Jadikan setiap keberhasilan sebagai motivasi untuk terus berkembang, dan jadikan setiap kegagalan sebagai pelajaran untuk menjadi lebih baik. Terima kasih telah bertahan sejauh ini. Aku bangga kepadamu, Martriansyah. Semoga setiap langkah setelah ini dipenuhi keberkahan, kesuksesan, dan ridha Allah SWT. Aamiin Ya Rabbal 'Alamin.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya jualah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **PENGARUH *STARTER DIRECT ON LINE (DOL)* TERHADAP PERFORMA MOTOR INDUKSI 3 FASA DI AIR *CIRCULATION FAN* PT TANJUNGENIM LESTARI *PULP AND PAPER*** yang disusun guna untuk syarat mendapatkan gelar sarjana pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Pada kesempatan ini penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada,

- Bapak Dr. Feby Ardianto, S.T., M.Cs, selaku Pembimbing I
- Ibu Fadilah, S.T., M.T, selaku Pembimbing II

dan tak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih kepada,

1. Bapak Prof. Dr. Abid Djazuli, S.E., M.M, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang
2. Bapak Ir. A. Junaidi, M.T, Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
3. Bapak Dr. Feby Ardianto, S.T., M.Cs, Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
4. Bapak Muhammad Huraiah, S.T., M.T, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
5. Bapak dan Ibu Staf Dosen pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
6. Bapak dan Ibu Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
7. Rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang

Yang telah banyak membantu penulis baik secara moril maupun material dalam menyelesaikan skripsi ini, semoga amal baik yang diberikan kepada penulis

mendapatkan imbalan yang sesuai dari Allah SWT. Penulis menyadari penulisan skripsi ini jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca akan penulis terima sangat senang hati. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis sendiri dan umumnya bagi rekan-rekan pembaca di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Palembang, 24 Agustus 2026
Penulis

Martriansyah

ABSTRAK

Motor induksi tiga fasa merupakan salah satu jenis motor listrik yang banyak digunakan pada sektor industri karena memiliki konstruksi yang sederhana, efisiensi tinggi, dan keandalan yang baik. Salah satu metode pengasutan yang umum diterapkan adalah *Direct On-Line* (DOL), namun metode ini menghasilkan arus starting yang tinggi sehingga berpotensi memengaruhi performa motor dan kondisi sistem kelistrikan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan *starter Direct On-Line* (DOL) terhadap performa motor induksi tiga fasa pada *Air Circulation Fan* di PT Tanjungenim Lestari *Pulp and Paper*. Metode penelitian dilakukan melalui studi literatur, pengumpulan data spesifikasi motor dan transformator, perhitungan teoritis, serta simulasi menggunakan MATLAB/Simulink. Parameter yang dianalisis meliputi arus starting, penurunan tegangan (*voltage dip*), dan performa motor selama proses starting. Hasil penelitian menunjukkan bahwa motor induksi tiga fasa berdaya 21 kW memiliki arus nominal sebesar 42 A dan arus starting sebesar 252 A atau sekitar enam kali arus nominal. Berdasarkan data transformator berkapasitas 2000 kVA dengan impedansi 5,8%, diperoleh nilai *voltage dip* sebesar 0,51%, sehingga tegangan saat starting masih berada pada kisaran 398 V dari tegangan nominal 400 V. Hasil simulasi menunjukkan karakteristik arus starting yang sesuai dengan hasil perhitungan teoritis, sehingga penggunaan *starter Direct On-Line* (DOL) masih layak diterapkan pada motor *Air Circulation Fan* karena mampu memberikan performa starting yang baik dengan pengaruh terhadap sistem kelistrikan yang relatif kecil.

Kata kunci: motor induksi tiga fasa, *Direct On-Line* (DOL), arus starting, *voltage dip*, MATLAB/Simulink.

ABSTRACT

Three-phase induction motors are widely used in industrial applications due to their simple construction, high efficiency, and reliable performance. One of the most commonly applied starting methods is the Direct On-Line (DOL) starter. However, this method produces a high starting current, which may affect motor performance and the electrical power system. This study aims to analyze the effect of the Direct On-Line (DOL) starter on the performance of a three-phase induction motor used in the Air Circulation Fan at PT Tanjungenim Lestari Pulp and Paper. The research method consisted of a literature review, collection of motor and transformer specification data, theoretical calculations, and simulation using MATLAB/Simulink. The parameters analyzed include starting current, voltage dip, and motor performance during the starting process. The results show that the 22 kW three-phase induction motor has a rated current of 42 A and a starting current of 252 A, which is approximately six times the rated current. Based on a 2000 kVA transformer with an impedance of 5.8%, the calculated voltage dip is 0.51%, resulting in a motor terminal voltage of approximately 398 V from the nominal voltage of 400 V during starting. The simulation results are consistent with the theoretical calculations, indicating that the Direct On-Line (DOL) starting method remains suitable for the Air Circulation Fan motor because it provides good starting performance while having only a minor impact on the electrical power system.

Keywords: *Three-phase induction motor, Direct On-Line (DOL), starting current, voltage dip, MATLAB/Simulink.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN.....	iii
MOTTO DAN LEMBAR PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	x
ABSTRAK	xii
ABSTRACT	xiii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penulisan	3
1.3 Batasan Penelitian	3
1.4 Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Motor Induksi 3 Fasa.....	5
2.1.1 Motor <i>hoyer</i>	6
2.1.2 Prinsip kerja motor induksi.....	7
2.1.3 Komponen motor induksi	8
2.1.4 Karakteristik kerja motor induksi	8
2.2 Starter Motor Induksi	11
2.2.1 Fungsi starter motor	11
2.2.2 Jenis-jenis starter motor	12
2.3 Starter <i>Direct On Line</i> (DOL)	14
2.3.1 Prinsip kerja <i>starter direct on line</i> (DOL)	15
2.3.2 Kelebihan dan kekurangan rangkaian <i>direct on line</i> (DOL).....	15
2.3.3 Karakteristik arus starting pada metode DOL	16
2.4 Arus Starting dan Dampaknya.....	17
2.4.1 Karakteristik arus starting.....	17
2.4.2 Dampak arus starting	19

2.4.3 Penurunan tegangan (<i>voltage drop</i>) akibat arus starting.....	20
2.4.4 Pengaruh Impedansi Transformator terhadap Penurunan Tegangan (<i>Voltage Dip</i>).....	22
2.4.5 Hubungan beban terhadap arus starting.....	23
2.5 Performa Motor Induksi	24
2.5.1 Parameter performa.....	25
2.5.2 Hubungan arus starting dengan performa motor	26
2.6 Penggunaan Aplikasi Matlab dalam melakukan Simulasi.....	26
2.6.1 Kelebihan dan kekurangan penggunaan matlab	28
2.6.2 <i>Simulink</i> pada matlab	29
2.6.3 Library <i>Simulink</i> yang Digunakan dalam Penelitian.....	30
2.6.4 Penerapan aplikasi matlab dalam melakukan simulasi.....	32
2.6.5 Persentase error (<i>Error Percentage</i>)	33
BAB 3 METODE PENELITIAN	34
3.1 Tempat dan Waktu	34
3.1.1 Profil perusahaan	34
3.1.2 Waktu pelaksanaan.....	35
3.2 <i>Fishbone</i> Penelitian	36
3.3 Objek Penelitian	38
3.3.1 Deskripsi air <i>circulation fan</i>	39
3.3.2 Single line diagram	41
3.3.3 Hasil pemodelan simulasi menggunakan matlab/ <i>simulink</i>	43
3.3.4 Parameter simulasi	45
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	47
4.1 Data Hasil Pengukuran di Lapangan	47
4.2 Analisa Hasil Simulasi.....	49
4.2.1 Analisa hasil perhitungan dan simulasi arus starting	49
4.2.2 Analisa Pengaruh Arus Starting terhadap Penurunan Tegangan (<i>Voltage Dip</i>).....	55
4.2.3 Analisa hasil simulasi kecepatan motor	57
4.2.4 Analisa hasil simulasi torsi	60
4.2.5 Hasil simulasi daya dan efisiensi	63
4.3 Validasi Hasil Simulasi terhadap Data Pengukuran Lapangan.....	68
4.4 Analisa Hasil Keseluruhan Penggunaan Starter <i>Direct On Line</i> (DOL) terhadap Motor Induksi 3 Fasa	70

BAB 5 PENUTUP.....	74
5.1 Kesimpulan.....	74
5.2 Saran	74
DAFTAR PUSTAKA.....	75
LAMPIRAN.....	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Motor induksi 3 fasa.....	5
Gambar 2. 2 Motor induksi 3 fasa jenis Hoyer	7
Gambar 2. 3 <i>Nameplate</i> motor	7
Gambar 2. 4 Stator dan Rotor	8
Gambar 2. 5 Diagram rangkaian <i>Direct On Line</i> (DOL)	12
Gambar 2. 6 Rangkaian <i>Starter Star Delta</i>	13
Gambar 2. 7 Rangkaian <i>Soft Starter</i>	14
Gambar 2. 8 Diagram Karakteristik arus starting	17
Gambar 2. 9 Aplikasi MATLAB	27
Gambar 3. 1 <i>Fishbone</i> Penelitian	36
Gambar 3. 2 <i>Air Circulation Fan</i>	40
Gambar 3. 3 Single Line Diagram	42
Gambar 3. 4 Model simulink	43
Gambar 4. 1 <i>Wiring Diagram</i> Motor PT Tanjungenim Lestari <i>Pulp and Paper</i> ...	47
Gambar 4. 2 Grafik arus starting tanpa beban.....	50
Gambar 4. 3 Grafik arus starting dengan beban.....	52
Gambar 4. 4 Grafik kecepatan motor	57
Gambar 4. 5 Grafik torsi motor.....	60
Gambar 4. 6 Grafik daya motor	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>Library/ blok Simulink</i>	31
Tabel 3. 1 Spesifikasi motor hoyer.....	39
Tabel 3. 2 Spesifikasi air <i>circulation fan</i>	40
Tabel 3. 3 Data Parameter Simulasi	45
Tabel 4. 1 Data Hasil pengukuran lapangan.....	48
Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan Arus Starting.....	49
Tabel 4. 3 Karakteristik Arus, Waktu dan Kondisi Motor.....	51
Tabel 4. 4 Karakteristik Arus , Waktu dan kondisi motor dengan beban	54
Tabel 4. 5 Hasil simulasi arus tanpa beban dan dengan menggunakan beban	54
Tabel 4. 6 Data Transformator	55
Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan Voltage Dip	56
Tabel 4. 8 Hasil simulasi kecepatan motor.....	58
Tabel 4. 9 Pengaruh kecepatan dengan waktu	59
Tabel 4. 10 Hasil simulasi torsi motor	61
Tabel 4. 11 Pengaruh torsi dengan waktu	62
Tabel 4. 12 Pengaruh daya terhadap waktu.....	65
Tabel 4. 13 Hasil simulasi daya dan efisiensi	66
Tabel 4. 14 Rangkuman Hasil simulasi.....	67
Tabel 4. 15 Validasi hasil simulasi terhadap pengukuran di lapangan	69

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. 1 Pengukuran arus starting motor	78
Lampiran 1. 2 Gambar <i>Single Line Diagram</i>	79
Lampiran 1. 3 Air <i>Circulation Fan</i>	79
Lampiran 1. 4 Data hasil Pengukuran di lapangan	80
Lampiran 1. 5 <i>Nameplate</i> Transformator	81
Lampiran 1. 6 <i>Wiring Diagram</i> PT Tanjungenim Lestari <i>Pulp and Paper</i>	81
Lampiran 1. 7 Surat Balasan Pt Tanjungenim Lestari <i>Pulp and Paper</i>	82
Lampiran 1. 8 Parameter Data simulasi	83
Lampiran 1. 9 Daftar Tugas dan Perbaikan.....	84
Lampiran 1. 10 Kartu Bimbingan	88

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Motor induksi tiga fasa merupakan salah satu jenis motor listrik yang banyak digunakan pada sektor industri karena memiliki konstruksi yang sederhana, kuat, dan mampu bekerja secara kontinu. Salah satu penerapannya adalah sebagai penggerak Air *Circulation Fan* yang digunakan untuk mendukung sirkulasi udara pada area produksi.

Permasalahan utama motor induksi terjadi pada saat proses starting. Ketika motor dihidupkan dari kondisi diam, motor membutuhkan arus yang jauh lebih besar dibandingkan arus pada kondisi operasi normal. Pada metode *Direct On Line* (DOL), motor langsung memperoleh tegangan penuh dari sumber sehingga menghasilkan arus starting yang tinggi. Arus starting pada motor induksi dapat mencapai sekitar lima hingga tujuh kali arus nominal dan dapat menyebabkan *voltage drop* pada jaringan yang berpotensi mengganggu peralatan lain yang terhubung pada saluran yang sama (Arifin, 2021).

Metode DOL banyak digunakan karena memiliki rangkaian yang sederhana, mudah dioperasikan, dan mampu menghasilkan torsi awal yang besar. Namun, arus starting yang tinggi menjadi salah satu kelemahan metode tersebut. Oleh karena itu, karakteristik arus pada saat starting perlu dianalisis untuk mengetahui perubahan arus sejak motor dalam kondisi diam, selama proses akselerasi, hingga mencapai kondisi *steady-state*.

Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas karakteristik arus starting pada berbagai metode pengasutan. Penelitian Arifin (2021) menunjukkan bahwa metode DOL menghasilkan arus starting yang lebih tinggi dibandingkan metode *star-delta* dan VFD, dengan arus starting DOL sebesar 3,16 A, *star-delta* sebesar 1,84 A, dan VFD sebesar 1,47 A. Penelitian lain oleh Naibaho (2021), membahas perbandingan metode starting DOL dan VSD pada motor fan untuk *cooling tower* di industri dan menunjukkan bahwa metode DOL menghasilkan arus starting yang lebih tinggi dibandingkan metode VSD. Hasil penelitian tersebut menunjukkan

bahwa metode pengasutan berpengaruh terhadap karakteristik arus motor selama proses starting, khususnya pada aplikasi motor *fan* di lingkungan industri.

Meskipun demikian, penelitian sebelumnya masih banyak berfokus pada perbandingan arus starting antar metode pengasutan. Analisis yang menghubungkan arus starting dengan kecepatan, torsi, daya, dan efisiensi motor secara bersamaan masih perlu dikaji lebih lanjut. Selain itu, kondisi beban juga perlu diperhatikan karena beban mekanis dapat memengaruhi proses akselerasi dan karakteristik arus motor. Oleh karena itu, diperlukan analisis yang lebih terpadu terhadap karakteristik starting dan performa motor pada kondisi tanpa beban dan berbeban.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini difokuskan pada motor induksi tiga fasa berdaya 21 kW, tegangan 380 V, frekuensi 50 Hz, dan kecepatan nominal 1.470 rpm sebagai penggerak Air *Circulation Fan* dengan metode starting DOL. Analisis dilakukan pada kondisi tanpa beban dan berbeban untuk mengetahui karakteristik arus starting serta performa motor selama proses akselerasi hingga mencapai kondisi steady-state. Pengamatan tidak hanya dilakukan berdasarkan nilai arus starting, tetapi juga terhadap respons kecepatan, torsi, daya, dan efisiensi motor.

Untuk memperoleh hasil yang lebih representatif, penelitian dilakukan melalui simulasi dan pengukuran lapangan. Hasil simulasi dibandingkan dengan data aktual untuk mengetahui tingkat kesesuaian model terhadap kondisi motor di lapangan. Perbandingan tersebut digunakan sebagai proses validasi sehingga hasil simulasi dapat digunakan untuk menggambarkan karakteristik motor pada kondisi penelitian.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis karakteristik arus starting motor induksi tiga fasa menggunakan metode DOL serta mengetahui pengaruh penggunaan DOL terhadap performa motor pada Air *Circulation Fan*. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai karakteristik starting dan performa motor pada kondisi aktual sehingga dapat menjadi bahan pertimbangan dalam pengoperasian motor induksi tiga fasa di lingkungan industri.

1.2 Tujuan Penulisan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditetapkan, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis karakteristik arus *starting* motor induksi 3 fasa yang menggunakan *starter* DOL.
2. Pengaruh penggunaan *starter* DOL terhadap performa motor induksi 3 fasa pada air *circulation fan*.

1.3 Batasan Penelitian

Untuk menjaga fokus penulisan dan ruang lingkup pembahasan dalam penelitian ini agar tidak menyimpang dan terlalu luas, maka ditetapkan batasan masalah sebagai berikut:

1. Analisis difokuskan pada arus *starting* motor induksi 3 fasa dengan *starter* DOL.
2. Mengkaji pengaruh DOL terhadap performa motor pada air *circulation fan*.
3. Parameter terbatas pada arus *starting*, kestabilan putaran, dan kinerja motor.
4. Tidak membahas metode *starter* lain, sistem kontrol lanjutan, efisiensi energi mendalam, maupun analisis ekonomi.
5. Pengujian dilakukan pada kondisi beban normal tanpa variasi beban kompleks.

1.4 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah pemahaman pembaca, penulisan laporan ini disusun secara sistematis dengan urutan sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi uraian mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, , batasan masalah, serta sistematika penulisan laporan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini membahas tentang teori-teori yang mendukung penelitian, meliputi motor induksi 3 fasa, metode *starter* DOL, karakteristik arus *starting*, serta konsep dasar air *circulation fan*. Selain itu, pada bab ini

disajikan penelitian terlebih dahulu yang relevan sebagai dasar perbandingan dan penguatan penelitian.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan tentang jenis penelitian, Lokasi dan waktu penelitian, alat dan bahan yang di gunakan, prosedur penelitian, serta metode pengumpulan dan analisis data yang digunakan dalam penelitian.

BAB 4 HASIL DAN PENELITIAN

Bab ini menyajikan hasil simulasi dan analisis penelitian yang meliputi karakteristik arus starting motor induksi tiga fasa menggunakan starter DOL, performa motor saat menggerakkan air circulation fan, serta pengaruh penggunaan starter DOL terhadap performa motor berdasarkan hasil simulasi menggunakan Simurelay.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian serta saran yang dapat digunakan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, M., *et al.* (2021). Analisis Pengasutan Motor Induksi Menggunakan *Softstarter* Dan *Inverter*. 2(2), 81–87.
- Addawami, F. (2022). Sistem Kerja Rangkaian Kontrol Star *Delta* Pada Motor 3 Fasa. 1(4), 56–65.
- Adjie, M., & Dwi, A. (2022). Analisa Sistem Starting Dol (*Direct On Line*) Pada Motor Listrik Pt .
- Amin, M. S. A., & Nurdiana, N. (2023). Pengaturan Dan Penggunaan Motor Listrik. Penerbit Nem. <https://Books.Google.Co.Id/Books?Id=Hd-Meaaaqbaj>
- Arifin, M. (2021). Analisis Perbandingan Arus Starting Motor Induksi 3 Fasa Rangkaian *Star Delta* Dengan *Variable Frequency Drive*. 7, 189–195.
- Arus, N., *et al.* (2024). Pengaruh Ukuran Kawat Dan Jarak Alur Stator Terhadap Nilai Arus Starting Motor Induksi 3 Fasa. 9(3), 261–275.
- Azum, M. D., & Harjanta, I. (2022). Rangkaian Dol (*Direct On line*) Di PT Urip Gumulya. In *Science and Engineering National Seminar (SENS)* (Vol. 7, No. 1).
- Baskoro, F., *et al.* (2021). Simulasi Pemodelan Pembangkit Listrik Tenaga Mikohidro/Pltmh Dengan Menggunakan Aplikasi Matlab/Simulink. *Jurnal Teknik Elektro*, 10(1), 73–80.
- Bilma, A., *et al.*, O. (2025). Rewinding Motor Induksi 3 Fase. 12(1), 239–249.
- Chang, C. *et al.* (2023). “A novel starting method with reactive power compensation for induction motors.” *IET Power Electronics*.
- Chapra, S. C., & Canale, R. P. (2020). *Numerical Methods for Engineers* (8th ed.). McGraw-Hill.
- Demerdash, N. A. O., He, J. B., & Chen, H. (2025). *Electric Machinery And Drives: An Electromagnetics Perspective*. Wiley. <https://Books.Google.Co.Id/Books?Id=Uvjgeqaaqbaj>
- Dwi, B., & Dwi, A. (2022). Analisis Sistem Starting *Soft Starter* Motor Listrik Pt . Semen Baturaja
- Fuchs, E. F., & Masoum, M. A. S. (2023). *Power Quality in Power Systems, Electrical Machines, and Power-Electronic Drives* (3rd ed.). Elsevier.
- Glover, J. D., Overbye, T. J., Sarma, M. S., & Birchfield, A. B. (2023). *Power System Analysis and Design* (7th ed.). Cengage Learning.
- Hardi, S., & Hasanuddin, T. (2024). *Elektronika Daya Dengan Simulasi Matlab/Simulink*. Penerbit Andi.

<https://Books.Google.Co.Id/Books?Id=Szuneqaaqbaj>

- Hari Putranto, M., Taopik, M. N. H., & Sujito, S. T. (2025). Modul Mesin - Mesin Listrik. Media Nusa Creative (*Mnc Publishing*). <https://Books.Google.Co.Id/Books?Id=Lnm9eqaaqbaj>
- Hernawati, H., & Wanudyatammi, D. (2022, June). Pengaruh motor listrik 3 fasa pada starting motor dengan rangkaian *direct online* (DOL). In *Vocational Education National Seminar (VENS)* (Vol. 1, No. 1).
- IEC. (2021). *IEC 60076-1: Power Transformers – Part 1: General*.
- IEC. (2024). *IEC 60034-12: Rotating Electrical Machines – Starting Performance of Single-Speed Three-Phase Cage Induction Motors*.
- IEC TS 61200-201:2026, *Application Guidance Based on IEC 60364*, International Electrotechnical Commission, 2026.
- IEEE C57.12.00-2021, *Standard General Requirements for Liquid-Immersed Distribution, Power, and Regulating Transformers*.
- Karla, J. (2022). Analisis Arus Starting Motor Induksi 3 Fasa Berkapasitas 3, 7 kW. *e-Proceeding FTI*.
- Kasikci, I. (2022). *Analysis and Design of Electrical Power Systems: A Practical Guide and Commentary on NEC and IEC 60364*. Wiley-VCH.
- Krause, P. C., et al . (2025). *Analysis of Electric Machinery and Drive Systems*, 4th Edition. Wiley. Buku ini merupakan referensi mutakhir mengenai analisis mesin listrik dan sistem penggerak, termasuk mesin induksi tiga fasa.
- Mukhlidi Muskhair, S. P. M. K., & Muhammad Rais Latif, S. P. (N.D.). Rangkaian Listrik. Unp Press. <https://Books.Google.Co.Id/Books?Id=Bddbeaaaqbaj>
- Naibaho, M. I. P., et al. (2021). 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*). Jurnal Spektrum, 8(1), 268–273. <https://doi.org/10.24843/Spektrum.2021.v08.i01.p30>
- Nuha, H. H. (N.D.). *Mean Absolute Percentage Error (Mape) Dan Pengertiannya Ringkasan Penjelasan Kelebihan Dan Kekurangan Mape Acknowledgment Referensi*.
- Pramurti, A. R., & Khambali, M. (2024). Analisis Performa Sistem Pengukuran Kinerja Motor Induksi Tiga Fasa Secara *Real-Time*. 05(1), 6–12.
- Pratama, A. K., & Yuvendius, H. (2020). Analisis Efisiensi Motor Induksi Tiga Fasa Akibat Perubahan Tegangan. 5(1), 35–43.
- Pujiono, A., & Apriadi, M. Z. (2024). Perawatan Dan Perbaikan Sistem Starter Pada Mesin *Daihatsu Espass Pick Up*. 9(1), 19–30.
- Qudsi, O. A., et al ., (2020). *Soft Starting Dengan Redaman Arus Starting Pada*

Motor *Bldc*. 2(September).

- Riyanto, S., & Supriadi, S. (2020). Analisa Starting Motor Induksi Tiga Fasa 5 Hp Menggunakan Metode Hubung Langsung/Dol (*Direct On Line*) Di Pdam Kampung Bugis Tarakan. In *International Conference On Industrial Technology And Business Proceeding (INTECHBIZ)* (Pp. 311-318).
- Salam, M. A. (2025). *Electrical Machines: Fundamentals and Analysis*. Scrivener Publishing/Wiley. Bab 8 secara khusus membahas Starting and Control of an Induction Motor, termasuk direct starting dan metode starting lainnya.
- Saprianto, S., et al, H. (2022). Analisis Arus Start Dan Torka Motor DC *Shunt* Saat Berbeban. *Jurnal teknik*, 16(1), 103-108.
- Sartika, L., et al ., (2025). Analisis Perbandingan Arus Starting Motor Induksi 3 Fasa. 23(2). <https://doi.org/10.33795/Eltek.V23i2.6461>
- Sianipar, R. H. (2015). *Simulink Matlab: Belajar Dari Contoh*. Penerbit Andi. <https://books.google.co.id/books?id=4gl2dwaaqbaj>
- Syaputra, A., et al ., (2023). Analisis Faktor Daya Motor Induksi Tiga Fasa Dengan Metoda Regresi Polinomial. 7(2), 81–89.
- Tarigan, E. R., et al. (2024). Sistem Start *Direct Online Motor Induksi 3 Phase Berbasis Internet Of Things System Starting Direct On Line Induction Motor 3 Phase*. 8(1), 166–172. <https://doi.org/10.31289/Jesce.V6i2.12624>
- Teknik, J., Naldi, H., Zondra, E., & Yuvendius, H. (2021). Studi Pengaruh Pemasangan *Soft Stater* Motor Induksi Tiga Fasa Pada Tisu Machine. 15, 104–112.