

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS KINERJA MESIN INDUKSI TIGA FASA PADA MODE GENERATOR



Oleh:

Andhika Wicaksono Dwi Tangguh Klapoviq

18.F1.0014

**TEKNIK ELEKTRO
TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA
SEMARANG**

2023

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS KINERJA MESIN INDUKSI TIGA FASA PADA MODE GENERATOR

**Diajukan dalam Rangka Memenuhi
Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Elektro**



Oleh:

Andhika Wicaksono Dwi Tangguh Klapoviq

18.F1.0014

**TEKNIK ELEKTRO
TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA
SEMARANG**

2023

PERNYATAAN
KEASLIAN LAPORAN TUGAS AKHIR (SKRIPSI)

Memperhatikan Surat Keputusan Rektor Universitas Katolik Soegijapranata Nomor. 0047/SK.Rek/X/2013 tanggal 07 Oktober 2013, tentang Pernyataan Laporan Tugas Akhir, maka bersama ini Laporan Tugas Akhir Saya yang berjudul *"ANALISIS KINERJA MESIN INDUKSI TIGA FASA PADA MODE GENERATOR"*, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan 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 dalam daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari ternyata terbukti bahwa Tugas Akhir ini sebagian atau seluruhnya merupakan hasil plagiasi, maka saya rela untuk dibatalkan, dengan segala akibat hukumnya sesuai peraturan yang berlaku pada Universitas Katolik Soegijapranata dan / atau peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Semarang, 9 JANUARI 2023

Yang menyatakan,


MESEKAI
TEMPEL
AT 05AKX207829598

ANDHIKA WICAKSONO DWI

NIM. 18.F1.0014

HALAMAN PENGESAHAN



Judul Tugas Akhir: : ANALISIS KINERJA MESIN INDUKSI TIGA FASA PADA MODE
GENERATOR

Diajukan oleh : Andhika Wicaksono Dwi Tk

NIM : 18.F1.0014

Tanggal disetujui : 09 Januari 2023

Telah setuju oleh

Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Slamet Riyadi M.T.

Penguji 1 : Dr. Leonardus Heru Pratomo S.T., M.T.

Penguji 2 : Dr. Ir. Florentinus Budi Setiawan M.T.

Penguji 3 : Prof. Dr. Ir. Slamet Riyadi M.T.

Ketua Program Studi : Dr. Leonardus Heru-Pratomo S.T., M.T.

Dekan : Prof. Dr. Ir. Slamet Riyadi M.T.

Halaman ini merupakan halaman yang sah dan dapat diverifikasi melalui alamat di bawah ini.
sintak.unika.ac.id/skripsi/verifikasi/?id=18.F1.0014

HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Andhika Wicaksono Dwi Tangguh Klapoviq

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Laporan Tugas Akhir

Menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Katolik Soegijapranata Semarang Hak Bebas Royalti Non Eksklusif atas karya ilmiah berjudul **“ANALISIS KINERJA MESIN INDUKSI TIGA FASA PADA MODE GENERATOR”** beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif ini Universitas Katolik Soegijapranata berhak menyimpan, mengalihkan media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir ini selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis / pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Semarang, 9 Januari 2023

Yang menyatakan,



Andhika Wicaksono D.T.K

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha pengasih dan Maha pengampun, atas berkat ridho-Nya skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi yang berjudul **"ANALISIS KINERJA MESIN INDUKSI TIGA FASA PADA MODE GENERATOR"** ini disusun untuk memenuhi persyaratan kurikulum strata-1 (S-1) pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Soegijapranata Semarang.

Penulis mengucapkan rasa terima kasih sebesar-besarnya atas bantuan dan dukungan yang diberikan, baik bantuan secara langsung maupun bantuan tidak langsung selama proses penyusunan tugas akhir ini. Secara khusus rasa ucapan terima kasih saya berikan kepada:

1. Tuhan YME atas berkat karunia-Nya, serta kekuatan dan kasih yang diberikan dalam proses pelaksanaan tugas akhir dan penyusunan laporan akhir.
2. Orang tua dan saudara yang telah mendoakan dan memberikan dukungan semangat selama perkuliahan.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Slamet Riyadi, MT. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata dan sekaligus dosen pembimbing tugas akhir, yang telah bersedia membimbing dengan sabar dalam pelaksanaan tugas akhir hingga selesai.

4. Bapak Dr. Leonardus Heru Pratomo, MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro yang telah memberikan ijin dalam penggunaan fasilitas laboratorium yang digunakan sebagai penunjang pelaksanaan tugas akhir.
5. Bapak Dr. Florentinus Budi Setiawan, MT., IPM. Selaku dosen Program Studi Teknik Elektro, yang telah memberikan ilmu, semangat dan dukungan kepada penulis.
6. Bapak Arifin Wibisono, S.T., M.T. selaku dosen Program Studi Teknik Elektro yang telah memberikan ilmu kepada penulis.
7. Ibu Fransiska Tri Retno selaku Tata Usaha Teknik Elektro yang telah membantu dalam mengurus administrasi dan informasi saat masa perkuliahan.
8. Seluruh Karyawan Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata.
9. Satrio, Faizal, dan Eko yang selalu mendukung penulis disaat susah maupun senang.
10. Mayang, Ivan, Rivos, Ryan, dan Mikhael sebagai teman seperjuangan melewati masa tugas akhir.
11. Teman-teman Teknik Elektro angkatan 2018 yang telah menjadi teman seperjuangan dalam perkuliahan.
12. Teman-teman alumni dan adik tingkat yang selalu memberikan dukungan.
13. Seluruh pihak yang telah membantu dan mendukung penulis dalam menyelesaikan tugas akhir serta laporan yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih kurang sempurna, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak sebagai penunjang perbaikan serta kemajuan. Apabila terdapat kata-kata yang kurang berkenan dalam penulisan laporan tugas akhir ini, diucapkan permohonan maaf yang sebesar-besarnya. Besar harapan penulis semoga laporan tugas akhir ini dapat menjadi referensi bagi kemajuan teknologi energi terbarukan di Indonesia.

Semarang, 9 Januari 2023



Andhika Wicaksono D.T.K



ABSTRAK

Krisis energi yang sedang melanda dunia saat ini merupakan dampak dari meningkatnya kebutuhan energi dimana tidak diimbangi oleh sumber daya mencukupi. Oleh sebab itu, banyak negara dunia yang memulai meningkatkan penggunaan energi alternatif untuk mengatasi permasalahan krisis energi tersebut. Banyak penelitian yang dilakukan untuk mengembangkan energi alternatif salah satunya mesin induksi pada industri. Mesin induksi banyak diteliti karena memiliki kelebihan diantaranya ukuran yang kecil, harga yang lebih murah, dan perawatan yang mudah. Laporan tugas akhir ini akan menyajikan analisis mengenai kinerja mesin induksi tiga fasa pada mode motor dan generator yang terhubung paralel dengan grid. Tak seperti penelitian sebelumnya, laporan ini dibuat berdasarkan hasil simulasi dengan pengujian laboratorium untuk mendukung analisis data yang telah dilakukan. Analisis meliputi mode motoring, transisi, dan generating pada mesin induksi tiga fasa yang terhubung paralel dengan grid. Penelitian akan didasarkan pada kurva karakteristik yang dimiliki mesin induksi, dimana dalam penelitian ini kecepatan rotor mesin induksi akan ditingkatkan secara bertahap hingga melebihi kecepatan sinkronnya. Pengamatan perilaku perubahan sudut arus mesin induksi terhadap tegangan grid menjadi fokus utama dalam penelitian ini.

Kata Kunci: Motor dan generator, kurva karakteristik, grid, pergeseran sudut.

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN LAPORAN TUGAS AKHIR (SKRIPSI)	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Pembatasan Masalah	2
1.4 Tujuan dan Manfaat	3
1.5 Metodologi Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Pendahuluan	6
2.2 Konstruksi Mesin Induksi Tiga Fasa	7
2.2.1. Stator Mesin Induksi Tiga Fasa	7
2.2.2. Rotor Mesin Induksi Tiga Fasa	9
2.3 Karakteristik Mesin Induksi Tiga Fasa	10

2.3.1.	Sebagai Motor	11
2.3.2.	Sebagai Generator	12
2.4	Rangkaian Ekuivalen Mesin Induksi Tiga Fasa	16
2.5	Motor DC Penguat Terpisah (<i>Separately Excited DC Motor</i>)	18
2.6	<i>Kirchhoff Current Law</i>	20
2.7	Pergeseran Sudut Fasa Tegangan dan Arus	22
2.8	Teori Daya	23
2.9	Faktor Daya	24
BAB III SIMULASIDAN PENGUJIAN		25
3.1	Pendahuluan	25
3.2	Simulasi Kinerja Mesin Induksi Tiga Fasa	26
3.2.1.	Spesifikasi Peralatan Dalam Simulasi MATLAB	27
3.2.2.	Simulasi Motor Induksi Tiga Fasa Berbeban	27
3.2.3.	Simulasi Generator Induksi Tiga Fasa Terhubung Grid	29
3.3	Pengujian Generator Induksi Tiga Fasa Terhubung Grid	30
3.3.1.	Spesifikasi Peralatan Dalam Pengujian <i>Hardware</i>	30
3.3.2.	Pengujian Pembebanan Motor Induksi Tiga Fasa	32
3.3.3.	Pengujian Generator Induksi Terhubung Grid	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		35
4.1	Pendahuluan	35
4.2	Hasil Simulasi MATLAB	35
4.2.1	Hasil Simulasi Pada Kecepatan 1447 RPM	36
4.2.2	Hasil Simulasi Pada Kecepatan 1486 RPM	37

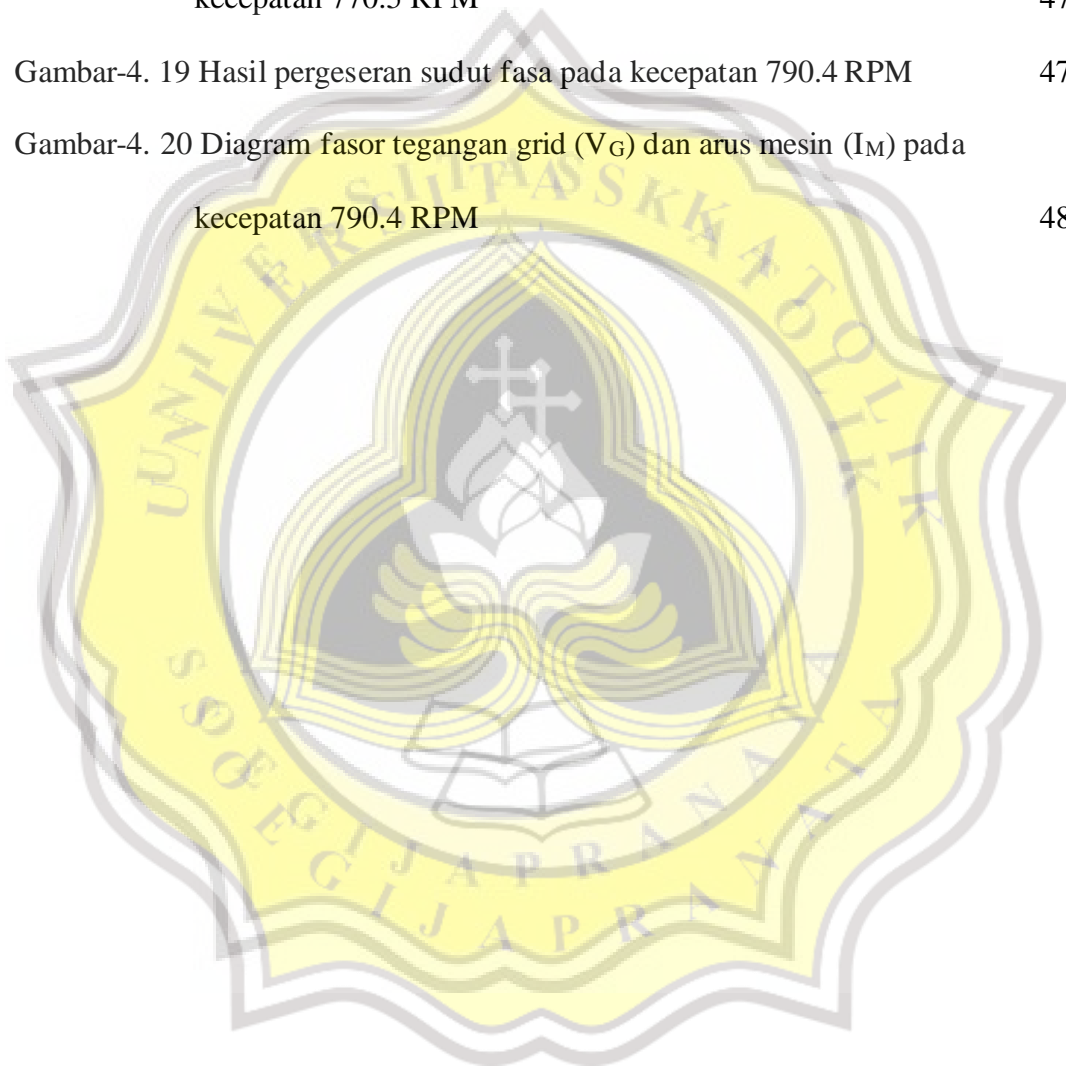
4.2.3	Hasil Simulasi Pada Kecepatan 1500 RPM	38
4.2.4	Hasil Simulasi Pada Kecepatan 1531 RPM	39
4.2.5	Hasil Simulasi Pada Kecepatan 1615 RPM	40
4.2.6	Hasil Pengamatan Faktor Daya	41
4.3	Hasil Pengujian <i>Hardware</i>	42
4.3.1.	Hasil Pengujian Pada Kecepatan 720.1 RPM	43
4.3.2.	Hasil Pengujian Pada Kecepatan 732.3 RPM	44
4.3.3.	Hasil Pengujian Pada Kecepatan 750 RPM	45
4.3.4.	Hasil Pengujian Pada Kecepatan 770.5 RPM	46
4.3.5.	Hasil Pengujian Pada Kecepatan 790.4 RPM	47
4.3.6.	Hasil Pengamatan Faktor Daya	48
4.4	Pembahasan	50
BAB V PENUTUP		54
5.1	Kesimpulan	54
5.2	Saran	54
DAFTAR PUSTAKA		55
LAMPIRAN		64

DAFTAR GAMBAR

Gambar-2. 1 Konstruksi stator mesin induksi tiga fasa	8
Gambar-2. 2 Konstruksi rotor sangkar tupai	9
Gambar-2. 3 Kurva karakteristik mesin induksi tiga fasa	10
Gambar-2. 4 Klasifikasi motor induksi	11
Gambar-2. 5 Skema generator induksi tiga fasa mandiri	13
Gambar-2. 6 Skema generator induksi tiga fasa terhubung grid	15
Gambar-2. 7 Rangkaian ekuivalen mesin induksi tiga fasa	16
Gambar-2. 8 Rangkaian ekuivalen motor DC penguat terpisah	19
Gambar-2. 11 <i>Kirchhoff current law</i>	20
Gambar-2. 12 Aliran arus pada mesin induksi tiga fasa yang terhubung grid	21
Gambar-2. 13 Pergeseran sudut fasa antara arus mesin terhadap tegangan grid	22
Gambar-2. 14 Aliran daya pada mesin induksi tiga fasa yang terhubung grid	23
Gambar-2. 15 Hubungan daya aktif, daya reaktif, dan daya semu	24
Gambar-3. 1 Desain generator induksi tiga fasa yang terhubung grid	25
Gambar-3. 2 <i>Flowchart</i> simulasi	26
Gambar-3. 3 Skema simulasi pembebanan motor induksi tiga fasa	28
Gambar-3. 4 Skema simulasi generator induksi tiga fasa terhubung grid	29
Gambar-3. 5 Motor DC penguat terpisah pada pengujian <i>hardware</i>	31
Gambar-3. 6 Mesin induksi tiga fasa pada pengujian <i>hardware</i>	32
Gambar-3. 7 Pengujian pembebanan motor induksi tiga fasa	33
Gambar-3. 8 Pengujian generator induksi tiga fasa terhubung grid	34

Gambar-4. 1 Hasil simulasi pergeseran sudut fasa pada kecepatan 1447 RPM	36
Gambar-4. 2 Diagram fasor tegangan grid (V_G) dan arus mesin (I_M) pada kecepatan 1447 RPM	36
Gambar-4. 3 Hasil simulasi pergeseran sudut fasa pada kecepatan 1486 RPM	37
Gambar-4. 4 Diagram fasor tegangan grid (V_G) dan arus mesin (I_M) pada kecepatan 1486 RPM	37
Gambar-4. 5 Hasil simulasi pergeseran sudut fasa pada kecepatan 1500 RPM	38
Gambar-4. 6 Diagram fasor tegangan grid (V_G) dan arus mesin (I_M) pada kecepatan 1500 RPM	38
Gambar-4. 7 Hasil simulasi pergeseran sudut fasa pada kecepatan 1531 RPM	39
Gambar-4. 8 Diagram fasor tegangan grid (V_G) dan arus mesin (I_M) pada kecepatan 1531 RPM	39
Gambar-4. 9 Hasil simulasi pergeseran sudut fasa pada kecepatan 1615 RPM	40
Gambar-4. 10 Diagram fasor tegangan grid (V_G) dan arus mesin (I_M) pada kecepatan 1615 RPM	40
Gambar-4. 11 Hasil pergeseran sudut fasa pada kecepatan 720.1 RPM	43
Gambar-4. 12 Diagram fasor tegangan grid (V_G) dan arus mesin (I_M) pada kecepatan 720.1 RPM	44
Gambar-4. 13 Hasil pergeseran sudut fasa pada kecepatan 732.3 RPM	44
Gambar-4. 14 Diagram fasor tegangan grid (V_G) dan arus mesin (I_M) pada kecepatan 732.3 RPM	45
Gambar-4. 15 Hasil pergeseran sudut fasa pada kecepatan 750 RPM	45

Gambar-4. 16 Diagram fasor tegangan grid (V_G) dan arus mesin (I_M) pada kecepatan 750 RPM	46
Gambar-4. 17 Hasil pergeseran sudut fasa pada kecepatan 770.5 RPM	46
Gambar-4. 18 Diagram fasor tegangan grid (V_G) dan arus mesin (I_M) pada kecepatan 770.5 RPM	47
Gambar-4. 19 Hasil pergeseran sudut fasa pada kecepatan 790.4 RPM	47
Gambar-4. 20 Diagram fasor tegangan grid (V_G) dan arus mesin (I_M) pada kecepatan 790.4 RPM	48



DAFTAR TABEL

Tabel-4. 1 Pengukuran arus mesin dan tegangan grid pada simulasi	41
Tabel-4. 2 Perubahan faktor daya pada simulasi	41
Tabel-4. 3 Pengukuran arus mesin dan tegangan grid pada pengujian alat	48
Tabel-4. 4 Perubahan faktor daya pada pengujian alat	49

