



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

LAPORAN TUGAS AKHIR

**PERANCANGAN DAN ANALISIS SISTEM INSTALASI DAYA
LISTRIK 630 KVA PADA INDUSTRI PENGOLAHAN
BIOMASSA MENGGUNAKAN ETAP *SOFTWARE***

UNIVERSITAS
LIDIYA
41422110077
MERCU BUANA

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2024**



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**PERANCANGAN DAN ANALISIS SISTEM INSTALASI DAYA
LISTRIK 630 KVA PADA INDUSTRI PENGOLAHAN
BIOMASSA MENGGUNAKAN ETAP *SOFTWARE***

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata Satu (S1)

NAMA : LIDIYA
NIM : 41422110077
PEMBIMBING : Lukman Medriavin Silalahi, A.Md., S.T., M.T.

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

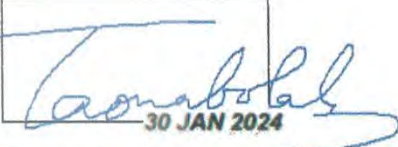
Nama : Lidiya
NIM : 41422110077
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : Perancangan dan Analisis Sistem Instalasi Daya Listrik
630 KVA pada Industri Pengolahan Biomassa Menggunakan
ETAP Software

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S1) pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana

Disahkan oleh:

Tanda Tangan

Pembimbing : Lukman Medriavin Silalahi, A.Md.,
S.T., M.T.
NIDN/NIDK/NIK : 0309059003



30 JAN 2024

Ketua Penguji : Dian Rusdiyanto, S.T., M.T.
NIDN/NIDK/NIK : 8898033420



Anggota Penguji : Ketty Siti Salamah, S.T., M.T.
NIDN/NIDK/NIK : 0430069101



Jakarta, Januari 2024

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Kaprodi S1 Teknik Elektro



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.
NIDN: 0307037202



Dr. Eng. Heru Suwoyo, S.T., M.Sc
NIDN: 0314089201

HALAMAN PERNYATAAN *SIMILARITY*

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dr. Eng. Heru Suwoyo, S.T., M.Sc.

NIDN/NIDK : 0314089201

Jabatan : Kaprodi S1 Teknik Elektro

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I, BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

Nama : Lidiya

N.I.M : 41422110077

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Tugas Akhir : Perancangan dan Analisis Sistem Instalasi Daya Listrik
630 KVA pada Industri Pengolahan Biomassa
Menggunakan ETAP *Software*

telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada Sabtu, 20 Januari 2024 dengan hasil presentase sebesar 11 % dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, Januari 2024



(Dr. Eng. Heru Suwoyo, S.T., M.Sc)

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Lidiya
N.I.M : 41422110077
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Perancangan dan Analisis Sistem Instalasi Daya Listrik
630 KVA pada Industri Pengolahan Biomassa
Menggunakan ETAP *Software*

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan plagiat, serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Apabila ternyata ditemukan di dalam Laporan Tugas Akhir saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Jakarta, Januari 2024

UNIVERSITAS
MERCU BUANA



Lidiya

KATA PENGANTAR

Dengan penuh rasa syukur, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir tepat waktu yang berjudul “Perancangan dan Analisis Sistem Instalasi Daya Listrik 630 KVA pada Industri Pengolahan Biomassa Menggunakan ETAP *Software*”. Laporan Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Strata Satu pada Program Studi S1 Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Orang tua saya, Ibu Yustira dan Bapak Ahmad Saleh, yang selalu memberikan cinta kasih. Beserta Kakak kandungku, Nursidah, dan pasangan saya atas dukungan moril yang tiada tara dan selalu ada di sisi saya.
2. Ibu Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Bapak Dr. Eng. Heru Suwoyo, S.T., M.Sc., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana
3. Bapak Lukman Medriavin Silalahi, A.Md.T., S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing atas bimbingannya hingga laporan ini tersusun dengan baik.
4. Bapak Zainal Walidin selaku *Chief Engineer* PT DPA dengan bimbingan dan dorongan motivasinya, penulis belajar banyak hal.
5. Seluruh dosen Program Studi Teknik Elektro, teman-teman dari kelas karyawan reguler II Universitas Mercu Buana, dan rekan kerja.

Penulis berharap laporan ini dapat bermanfaat menunjang perkembangan penelitian sistem distribusi dan instalasi tenaga listrik yang efisien guna mewujudkan industri berkelanjutan. Penulis menyadari bahwa terdapat kekurangan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini. Untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan laporan ini.

Jakarta, Januari 2024

Penulis,



Lidiya

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN <i>SIMILARITY</i>	iv
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR SINGKATAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu.....	6
2.2 Sistem Tenaga Listrik.....	15
2.2.1 Segitiga Daya	16
2.2.2 Faktor Daya (<i>Power factor</i>)	17
2.3 Biomassa	20
2.3.1 Pemanfaatan Biomassa Untuk Energi	22
2.3.2 Pellet Biomasa	23
2.4 Motor Induksi.....	24
2.4.1 Pengasutan <i>Direct On Line</i> (DOL).....	28
2.4.2 Pengasutan <i>Soft Starter</i> (SS).....	29

2.4.3	Variable Frequency Drive (VFD).....	30
2.5	Transformator.....	31
2.6	Kabel Penghantar	33
2.7	Aliran Daya	35
2.8	Penghitungan Emisi Gas Rumah Kaca.....	37
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		40
3.1	Alur Proses Pengolahan Biomassa.....	40
3.1.1	<i>Rotary Screener</i>	42
3.1.2	<i>Dryer</i>	43
3.1.3	Mesin Pelletisasi.....	44
3.2	Data Beban pada Industri Pengolahan Biomassa.....	45
3.3	Metodologi	49
3.3.1	Rancangan <i>diagram</i>	52
3.3.2	Arus mula jalan (<i>arus starting</i>).....	54
3.3.3	Pengaturan <i>Variable Frequency Drive</i> (VFD).....	56
3.3.4	<i>Circuit breaker</i> dan kabel penghantar	61
3.3.5	Kalkulasi pembebanan transformator.....	63
3.3.6	Perbaikan faktor daya.....	63
3.3.7	Efisiensi Energi dan Manfaat Lingkungan.....	65
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		67
4.1	Pengujian Metode <i>Starting</i>	67
4.1.1	Motor Peletisasi 208.....	67
4.1.2	Motor Pelletisasi 210.....	75
4.2	Pengujian <i>Variabel Frequency Drive</i> (VFD).....	83
4.2.1	Motor <i>Induced Draft Fan</i>	84
4.2.2	Motor drum dryer	93
4.2.3	Motor <i>feeding belt conveyor</i>	102
4.2.4	Motor <i>Fuel screw conveyor</i>	111
4.2.5	Motor <i>flexible screw conveyor</i>	118
4.2.6	Motor <i>Input Belt Conveyor</i> 101I.....	126
4.2.7	Motor <i>Input Belt Conveyor</i> 101F	133

4.3	Kebutuhan dan Kapasitas Daya Listrik.....	143
4.3.1	Perhitungan Beban Listrik.....	143
4.3.2	Kapasitas Circuit Breaker.....	148
4.3.3	Kapasitas Penghantar	153
4.3.4	Perbaikan Faktor daya	160
4.3.5	Kapasitas Transformator	162
4.4	Pengujian aliran daya sistem.....	165
4.5	Efisiensi Energi dan Manfaat Lingkungan.....	181
4.5.1	Efisiensi energi.....	182
4.5.2	Potensi Reduksi Emisi.....	184
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		189
5.1	Kesimpulan.....	189
5.2	Saran.....	191
DAFTAR PUSTAKA.....		192
LAMPIRAN.....		195



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Penyaluran Tenaga Listrik	15
Gambar 2.2 Segitiga Daya	16
Gambar 2.3 Level kompensasi Daya Reaktif	20
Gambar 2.4 Limbah biomassa kayu	20
Gambar 2.5 Roadmap menuju <i>net zero emission</i>	21
Gambar 2.6 Tiga skenario <i>co-firing</i> biomassa	23
Gambar 2.7 Motor Induksi Tiga Fasa	25
Gambar 2.8 Prinsip Kerja Motor Induksi	26
Gambar 2.9 Rangkaian ekuivalent motor	27
Gambar 2.10 Rangkaian DOL	28
Gambar 2.11 Rangkaian Soft Starter	29
Gambar 2.12 Rangkaian <i>Variable Drive</i>	30
Gambar 2.13 Kurva torsi terhadap kecepatan	31
Gambar 2. 14 Kontruksi Transformator	32
Gambar 2.15 Saluran Kabel Tegangan Rendah	34
Gambar 2.16 Tampilan perangkat lunak ETAP	36
Gambar 3.1 Layout mesin pelletisasi	41
Gambar 3. 2 Alur Proses Peletisasi	42
Gambar 3.3 Mesin <i>Rotary Screener</i> dan <i>nameplate</i> motor	43
Gambar 3.4 Mesin <i>dryer</i> dan <i>nameplate</i> motor	44
Gambar 3.5 Mesin pelet dan <i>nameplate</i> motor	45
Gambar 3.6 <i>Flow Chart</i> Penelitian	51
Gambar 3.7 <i>Single Line Diagram</i> di ETAP	53
Gambar 3.8 Input data motor (a) ID. 37.PA-MM-208; (b) ID. 48.PB-MM-210	54
Gambar 3.9 Pengaturan <i>Soft Starter</i>	55
Gambar 3.10 Pengaturan VFD pada motor 302	58
Gambar 3.11 Pengaturan VFD pada motor 203 A-D, 101D, dan 103E, A-C	60
Gambar 3.12 Pengaturan VFD pada motor 101 F dan 101 I	61
Gambar 3.13 Pengaturan Kapasitor Bank	65

Gambar 4.1 Hasil simulasi DOL motor 208 pada kondisi (a) $t_1=1$ s (b) $t_2=4,8$ s	68
Gambar 4.2 Kurva arus motor 208 terhadap waktu pada metode DOL	68
Gambar 4.3 Hasil simulasi Soft Starter motor 208 pada kondisi	69
Gambar 4.4 Kurva arus motor 208 terhadap waktu pada metode SS	70
Gambar 4.5 Kurva torsi start motor 208 terhadap waktu (a) DOL; (b) SS	71
Gambar 4.6 Kurva tegangan pada motor 208 terhadap waktu (a) DOL; (b) SS	73
Gambar 4.7 Hasil simulasi DOL motor 210 pada kondisi (a) $t_1=1$ s (b) $t_2=5,2$ s	76
Gambar 4.8 Kurva arus motor 210 terhadap waktu pada metode DOL	76
Gambar 4.9 Hasil simulasi <i>Soft Starter</i> motor 210 pada kondisi	77
Gambar 4.10 Kurva arus motor 208 terhadap waktu pada metode SS	78
Gambar 4.11 Kurva torsi start motor 210 terhadap waktu (a) DOL; (b) SS	80
Gambar 4.12 Kurva tegangan pada motor 210 terhadap waktu (a) DOL; (b) SS	81
Gambar 4.13 Kurva kecepatan terhadap waktu pada motor 302	85
Gambar 4.14 Kurva daya motor 302 terhadap waktu	89
Gambar 4.15 Kurva hubungan konsumsi daya dan kecepatan motor 302	91
Gambar 4.16 Kurva tegangan terhadap waktu pada motor 302	92
Gambar 4.17 Kurva kecepatan terhadap waktu pada motor 203	94
Gambar 4.18 Kurva daya pada motor 203 terhadap waktu	98
Gambar 4.19 Kurva hubungan pengurangan daya dan kecepatan motor 203	99
Gambar 4.20 Kurva tegangan terhadap waktu pada motor 203	100
Gambar 4.21 Kurva kecepatan terhadap waktu pada motor 101D	103
Gambar 4.22 Kurva daya motor 101D terhadap waktu	107
Gambar 4.23 Kurva hubungan antara daya dan kecepatan motor 101D	108
Gambar 4.24 Kurva tegangan terhadap waktu pada motor 101D	110
Gambar 4.25 Kurva kecepatan terhadap waktu pada motor 103 E	113
Gambar 4.26 Kurva daya terhadap waktu pada motor 103E	115
Gambar 4.27 Kurva tegangan terhadap waktu pada motor 101E	117
Gambar 4.28 Kurva kecepatan terhadap waktu pada motor 103A-C	120
Gambar 4.29 Kurva daya terhadap waktu pada motor 13 AC	122
Gambar 4.30 Kurva tegangan terhadap waktu pada motor 103A-C	125
Gambar 4.31 Kurva kecepatan terhadap waktu pada motor 101I	127

Gambar 4.32 Kurva daya terhadap waktu pada motor 101I	129
Gambar 4.33 Kurva hubungan konsumsi daya dan kecepatan motor 101I	131
Gambar 4.34 Kurva tegangan terhadap waktu pada motor 101F	133
Gambar 4.35 Kurva kecepatan terhadap waktu pada motor 101F	135
Gambar 4.36 Kurva daya terhadap waktu pada motor 101F	139
Gambar 4.37 Kurva hubungan konsumsi daya dan kecepatan motor 101F	141
Gambar 4.38 Kurva tegangan terhadap waktu pada motor 101F	142
Gambar 4.39 Motor Protection Circuit Breaker	149
Gambar 4.40 Hasil simulasi pembebanan trafo	165
Gambar 4.41 Diagram aliran daya	171
Gambar 4.42 <i>Single line diagram</i>	172
Gambar 4.43 Diagram Daya	174
Gambar 4.44 Diagram Daya Kapasitor Bank	175
Gambar 4.45 Layout gardu distribusi	176
Gambar 4.46 <i>Single line diagram</i> gardu	176
Gambar 4.47 Diagram Pengawatan Feeder 01 Dryer	179
Gambar 4.48 Diagram Pengawatan Feeder 02 Pelet A	180
Gambar 4.49 Diagram Pengawatan Feeder 01 Pelet B	181

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Studi Literatur Jurnal 1	6
Tabel 2.2 Studi Literatur Jurnal 2	7
Tabel 2.3 Studi Literatur Jurnal 3	7
Tabel 2.4 Studi Literatur Jurnal 4	8
Tabel 2.5 Studi Literatur Jurnal 5	9
Tabel 2.6 Studi Literatur Jurnal 6	10
Tabel 2.7 Studi Literatur Jurnal 7	10
Tabel 2.8 Studi Literatur Jurnal 8	11
Tabel 2.9 Studi Literatur Jurnal 9	12
Tabel 2.10 Studi Literatur Jurnal 10	13
Tabel 2.11 Rancangan Penelitian	14
Tabel 2.12 Nilai GWP	38
Tabel 2.13 Sistem Tier	38
Tabel 3.1 Data beban	46
Tabel 3.2 Identifikasi beban	49
Tabel 3.3 Konfigurasi <i>Soft Starter</i>	55
Tabel 3.4 Spesifikasi VFD	56
Tabel 3.5 Variasi frekuensi pada motor ID. 27. D-DF-302	57
Tabel 3.6 Variasi frekuensi pada motor 203 A-D, 101D, dan 103E, A-C	59
Tabel 3.7 Variasi frekuensi pada motor 101 F dan 101 I	61
Tabel 3.8 Spesifikasi kabel	62
Tabel 3.9 Spesifikasi transformator	63
Tabel 3.10 Data Bahan Bakar	65
Tabel 3.11 Faktor emisi GRK sistem ketenagalistrikan tahun 2019	66
Tabel 4.1. Hasil pengujian DOL dan SS pada motor 208	74
Tabel 4.2 Hasil pengujian DOL dan SS pada motor 210	82
Tabel 4.3 Hasil pengujian VFD terhadap kecepatan motor 302	87
Tabel 4.4 Hasil pengujian VFD terhadap daya motor 302	90
Tabel 4.5 Hasil pengujian VFD terhadap tegangan bus pada 27. D-DF-302	93

Tabel 4.6 Hasil pengujian VFD terhadap Kecepatan Motor 203 A-D	96
Tabel 4.7 Hasil pengujian VFD terhadap daya motor 203	98
Tabel 4.8 Hasil pengujian VFD terhadap tegangan bus pada 203 A-D	101
Tabel 4.9 Hasil pengujian VFD terhadap kecepatan motor 101D	105
Tabel 4.10 Hasil pengujian VFD terhadap daya motor 101D	107
Tabel 4.11 Hasil pengujian VFD terhadap tegangan bus pada 101D	110
Tabel 4.12 Hasil pengujian VFD terhadap kecepatan motor 103E	113
Tabel 4.13 Hasil pengujian VFD terhadap daya motor 103E	115
Tabel 4.14 Hasil pengujian VFD terhadap tegangan bus motor 101E	118
Tabel 4.15 Hasil pengujian VFD terhadap kecepatan motor 103 A-C	121
Tabel 4.16 Hasil pengujian VFD terhadap daya motor 103A-C	123
Tabel 4.17 Hasil pengujian VFD terhadap tegangan bus pada 103A-C	125
Tabel 4.18 Hasil pengujian VFD terhadap kecepatan motor 101I	128
Tabel 4.19 Hasil pengujian VFD terhadap terhadap daya motor 101I	130
Tabel 4.20 Hasil pengujian VFD terhadap tegangan bus pada motor 101I	133
Tabel 4.21 Hasil pengujian VFD terhadap kecepatan motor 101F	137
Tabel 4.22 Hasil pengujian VFD terhadap terhadap daya motor 101F	140
Tabel 4.23 Hasil pengujian VFD terhadap tegangan bus motor 101F	142
Tabel 4.24 Perhitungan konsumsi daya pada feeder 01 dryer	144
Tabel 4.25 Perhitungan konsumsi daya pada feeder 02 pelet A	146
Tabel 4.26 Perhitungan konsumsi daya pada feeder 03 pelet B	147
Tabel 4.27 Kapasitas circuit breaker tiap beban	151
Tabel 4.28 <i>Circuit Breaker Feeder</i>	153
Tabel 4.29 Rugi daya dan jatuh tegangan kabel NYY dan NA2XY	157
Tabel 4.30 Perbandingan kabel NYY dan NA2XY	157
Tabel 4.31 Kapasitas penghantar tiap beban	158
Tabel 4.32 Penentuan nilai kapasitor bank	162
Tabel 4.33 Perbandingan Segitiga Daya Sebelum dan Sesudah Kompensasi	162
Tabel 4.34 Data spesifikasi trafo 630 kVA	163
Tabel 4.35 Daftar pembebanan hasil simulasi sebelum optimalisasi	166
Tabel 4.36 Daftar pembebanan hasil simulasi setelah optimalisasi	168

Tabel 4.37 Perbandingan feeder hasil simulasi	170
Tabel 4.38 Penghematan energi dari VFD	182
Tabel 4.39 Kualitas daya efek optimalisasi	184
Tabel 4.40 Potensi Reduksi Emisi	185
Tabel 4.41 Nilai Ekuivalen Pengurangan Emisi	187



DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
DOL	<i>Direct on Line</i>
C	<i>Continous Load</i>
CB	<i>Circuit Breaker</i>
CO _{2e}	<i>Carbon Dioxide Equivalent</i>
EBT	Energi Baru dan Terbarukan
ETAP	<i>Electrical Transient Analyzer Program</i>
FLA	<i>Full Load Ampere</i>
GRK	Gas Rumah Kaca
I	<i>Intermitent Load</i>
KHA	Kuat Hantar Arus
PF	<i>Power Factor</i>
PLD	<i>Peak Load Demand</i>
S	<i>Standby Load</i>
SLD	<i>Single Line Diagram</i>
SS	<i>Soft Starter</i>
VFD	<i>Variable Frequency Drive</i>