

**ANALISIS PROTEKSI *OVER CURRENT* RELAI MOTOR COAL
MILL 2B 6P-2343-RM-B ANSI 50/51 PADA PEMBANGKIT STG-BB
DI PT PUPUK SRIWIDJAJA PALEMBANG**



**Laporan Akhir Ini Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan
Pendidikan Diploma III Pada Jurusan Teknik Elektro
Progran Studi Teknik Listrik**

**OLEH
ARIF EKA NANDA
062330310533**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2026**

ANALISIS PROTEKSI *OVER CURRENT* RELAI MOTOR COAL MILL
2B 6P-2343-RM-B ANSI 50/51 PADA PEMBANGKIT STG-BB
DI PT PUPUK SRIWIDJAJA PALEMBANG



OLEH
ARIF EKA NANDA
062330310533

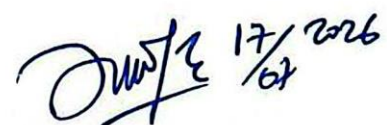
Menyetujui,

Palembang, 21 Juli 2026

Pembimbing II,

Pembimbing I,


Ir. Rumiasih, S.T., M.T.
NIP. 196711251992032002


Andri Suyadi, S.ST., M.T.
NIP. 196510091990031002

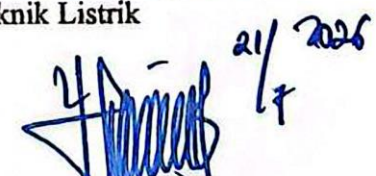
Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Koordinator Program Studi
Teknik Listrik



Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M. Kom., IPM.
NIP. 1979907222008011007


Yessi Marniati, S.T., M.T.
NIP. 197603023008122001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
Jalan Srijaya Negara Bukit Besar - Palembang 30139 Telepon (0711) 353414
Laman: <http://polsri.ac.id>, Pos El : info@polsri.ac.id

BERITA ACARA
PELAKSANAAN UJIAN LAPORAN AKHIR

Pada hari Rabu ini tanggal 24 bulan Juni tahun 2026 telah dilaksanakan Ujian Laporan Akhir kepada mahasiswa Program Studi DIII Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya:

Nama : Arif Eka Nanda
Tempat/Tgl Lahir : Palembang/12 Juni 2006
NPM : 062330310533
Ruang Ujian : 04
Judul Laporan Akhir : Analisis Proteksi *Overcurrent* Relai Motor Coal Mill 2B
6P-2343-RM-B ANSI 50/51 Pada Pembangkit STG-BB
Di PT Pupuk Sriwidjaja Palembang

Team Penguji :

NO	NAMA	JABATAN	TANDA TANGAN
1	Nofiansyah, S.T., M.T	Ketua	
2	Ir. Siswandi, S.T., M.T	Anggota	
3	Anton Firmansyah, S.T., M.T	Anggota	
4	Yonki Alexander Volta . S.ST., M.Tr.T.	Anggota	
5	Pertiwi Nurul Utami, S.T., M.T	Anggota	

Mengetahui,
Koordinator Program Studi

Yessi Marniati S.T., M.T.
NIP.197603022008122001

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan:

Nama : Arif Eka Nanda
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Tempat, Tanggal Lahir : Palembang, 12 Juni 2006
Alamat : Jalan Perintis Kemerdekaan No.20, Kecamatan Ilir Timur III, Kota Palembang
NIM : 062330310533
Jurusan / Program Studi : Teknik Elektro/ Diploma III Teknik Listrik
Judul Laporan Akhir : Analisis Proteksi *Over Current* Relai Motor Coal Mill 6P-2343-RM-B ANSI 50/51 Pada Pembangkit STG-BB Di PT Pupuk Sriwidjaja Palembang.

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Laporan Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri serta bebas dari tindakan plagiasi, dan semua sumber baik yang dikutip maupun di rujuk telah saya nyatakan dengan benar.
2. Dapat menyelesaikan segala urusan terkait pengumpulan revisi Laporan Akhir yang disetujui oleh dewan penguji paling lama 1 bulan setelah ujian Laporan Akhir.
3. Dapat menyelesaikan segala urusan peminjaman/penggantian alat/buku dan lainnya paling lama 1 bulan setelah ujian Laporan akhir.

Apabila dikemudian hari diketahui ada pernyataan yang terbukti tidak benar dan tidak dapat dipenuhi, maka saya siap bertanggungjawab dan menerima sanksi tidak diikutsertakan dalam prosesi wisuda serta dimasukkan dalam daftar hitam oleh Jurusan Teknik Elektro sehingga berdampak tertundanya pengambilan Ijazah dan Transkrip (ASLI dan COPY). Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya dan dalam keadaan tanpa paksaan.

Palembang, 2026

Yang Menyatakan

(Arif Eka Nanda)

MOTTO



“ Keberhasilan bukan milik Mereka yang paling Cepat, tetapi milik Mereka yang tidak pernah berhenti Mencoba ”

Dengan rasa syukur dan atas ridho Allah SWT, Laporan Akhir ini saya persembahkan kepada :

- ❖ Allah SWT berkat nikmat, rahmat, kesehatan, dan kesempatannya dalam setiap nafas yang terhembus.
- ❖ Ayah dan Ibu tercinta, Keluarga dan semuanya yang senantiasa memberikan dukungan dan mendoakan yang terbaik untukku.
- ❖ Dosen pembimbing yang terhormat Ibu Rumiasih, S.T.,M.T. Dan Bapak Andri Suyadi, S.ST.,M.T. yang telah memberikan arahan dan ilmu yang bermanfaat.
- ❖ Sahabat dan teman seperjuangan Jurusan Teknik Elektro Angkatan 2023
- ❖ Almamater kebanggaanku.
- ❖ Kedua adikku, semoga kalian dapat merasakan maupun mencapai menuntun ilmu sampai ke jenjang PTN.
- ❖ Diri Sendiri yang telah berjuang hingga saat ini.

ABSTRAK
ANALISIS PROTEKSI *OVER CURRENT* RELAI MOTOR COAL
MILL 2B 6P-2343-RM-B ANSI 50/51 PADA PEMBANGKIT STG-BB
DI PT PUPUK SRIWIDJAJA PALEMBANG
2026

(2026 : xvii + 62: Halaman + Daftar Pustaka + Lampiran)

ARIF EKA NANDA
062330310533
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

Keandalan motor induksi tegangan menengah, khususnya motor Coal Mill 2B 6P-2343-RM-B berkapasitas 400 kW pada unit pembangkit STG-BB PT Pupuk Sriwidjaja Palembang, sangat krusial dalam menjaga kontinuitas suplai bahan bakar batu bara. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja dan keandalan sistem proteksi *Over Current Relay* (OCR) berstandar ANSI 50 dan ANSI 51 tipe MiCOM P225 terhadap potensi gangguan hubung singkat dan fluktuasi beban mekanis tanpa melakukan pengujian *trip* secara langsung di lapangan. Metode penelitian yang digunakan meliputi analisis perhitungan matematis parameter setelan, pemodelan kurva *Time Current Characteristic* (TCC) berbasis standar IEC 60255-151, serta komparasi pembebanan harian melalui observasi aktual operasional selama 10 hari. Hasil analisis membuktikan bahwa penyetelan arus jatuh (*pickup*) pada 136 A dengan *Time Multiplier Setting* (TMS) 0,025 untuk ANSI 51, serta pemutusan seketika pada 1.680 A untuk ANSI 50, telah beroperasi secara presisi. Karakteristik kurva *Long Time Inverse* terbukti adaptif dalam memberikan toleransi lonjakan arus mula (*starting inrush current*) sekaligus mengamankan motor dari degradasi termal. Evaluasi data aktual menunjukkan bahwa motor beroperasi pada kondisi beban parsial dengan arus puncak 95,8 A, sehingga menyisakan margin keamanan (*safety margin*) yang sangat lebar, yakni di atas 40,2 A. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa koordinasi proteksi relai saat ini sangat selektif, stabil, dan sepenuhnya terhindar dari risiko pemutusan keliru (*false trip*) akibat variasi kekerasan material batu bara.

Kata Kunci: Motor Induksi, Relai Arus Lebih, Kurva TCC, *Long Time Inverse*, ANSI 50/51, MiCOM P225.

ABSTRACT
ANALYSIS OF COAL MOTOR RELAY OVER CURRENT PROTECTION
MILL 2B 6P-2343-RM-B ANSI 50/51 ON STG-BB POWER PLANT
AT PT PUPUK SRIWIDJAJA PALEMBANG
2026

(2026 : xvii + 62: Halaman + Daftar Pustaka + Lampiran)

ARIF EKA NANDA
062330310533
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

The reliability of medium-voltage induction motors, specifically the 400 kW Coal Mill 2B 6P-2343-RM-B motor at the STG-BB power plant of PT Pupuk Sriwidjaja Palembang, is crucial in maintaining the continuity of the coal fuel supply. This study aims to evaluate the performance and reliability of the ANSI 50 and ANSI 51 standard Over Current Relay (OCR) protection system, type MiCOM P225, against potential short-circuit faults and mechanical load fluctuations without conducting direct field trip tests. The research methods used include mathematical calculation analysis of setting parameters, Time Current Characteristic (TCC) curve modeling based on the IEC 60255-151 standard, and daily load comparison through actual operational observation for 10 days. The analysis results prove that the pickup current setting at 136 A with a Time Multiplier Setting (TMS) of 0.025 for ANSI 51, as well as the instantaneous cut-off at 1,680 A for ANSI 50, have operated precisely. The Long Time Inverse curve characteristic is proven to be adaptive in providing tolerance for starting inrush current while protecting the motor from thermal degradation. Evaluation of the actual data shows that the motor operates under part-load conditions with a peak current of 95.8 A, thereby leaving a very wide safety margin of over 40.2 A. Based on these results, it can be concluded that the current relay protection coordination is highly selective, stable, and completely secure from the risk of false trips due to variations in coal material hardness.

Keywords: *Induction Motor, Relay Over Current, Curve TCC, Long Time Inverse, ANSI 50/51, MiCOM P225.*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, dengan mengucapkan puji dan syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir yang berjudul **“ANALISIS PROTEKSI *OVER CURRENT* RELAI MOTOR COAL MILL 2B 6P-2343-RM-B ANSI 50/51 PADA PEMBANGKIT STG-BB DI PT PUPUK SRIWIDJAJA PALEMBANG”**. Penulisan Laporan Akhir ini dibuat untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Program Diploma III pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya. Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan dan dorongan dari semua pihak, maka penulisan Laporan Akhir ini tidak akan berjalan lancar. Oleh karena itu pada kesempatan ini, izinkanlah penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Irawan Rusnadi, S.T., M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
3. Ibu Lindawati, ST, M.T.I., selaku Sekretariat Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ibu Yessi Marniati, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik.
5. Ibu Ir. Rumiasih, S.T., M.T., selaku Pembimbing I Laporan Akhir yang telah membimbing dan memberikan saran selama proses penyusunan Laporan ini.
6. Bapak Andri Suyadi, S.ST., M.T., Pembimbing II Laporan Akhir yang telah membimbing dan memberikan saran selama proses penyusunan Laporan ini.
7. Teruntuk keluarga saya, terkhususnya kedua orang tua tersayang saya di dunia dan berjasa dalam hidup saya.
8. Bapak M. Sulaiman selaku Supervisor bagian Listrik STG-BB, dan seluruh karyawan PT Pupuk Sriwidjaja terkhususnya Listrik STG-BB. Terima kasih atas izin, waktu, bimbingan, arahan dan bantuannya yang diberikan selama proses penelitian.

9. Ayuk Anis (Anisa Wulandari) yang telah membantu memperbanyak print out Laporan Akhir ini.
10. Teman-teman seperjuangan kelas LE Politeknik Negeri Sriwijaya angkatan 2023, dan rekan-rekan Teknik Listrik D-III Angkatan 2023.

Saya menyadari dalam penyusunan Laporan Akhir ini masih banyak kekurangan, baik dari materi maupun penyajiannya, mengingat masih kurangnya pengetahuan dan pengalaman. Untuk itu, saya mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk pembelajaran kedepannya.

Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada semua pihak yang ikut serta dalam membantu dalam selama penelitian ini. Saya berharap semoga Laporan Akhir ini dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa, khususnya bagi mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.

Palembang, Juli 2026

penulis

DAFTAR ISI

	Hal
JUDUL HALAMAN	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
BERITA ACARA	iii
SURAT PERNYATAAN	iv
MOTTO	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR KURVA	xv
DAFTAR RUMUS	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penulisan.....	3
1.5 Manfaat Penulisan.....	3
1.6 Metodologi Penulisan.....	4
1.7 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Uap.....	7
2.1.1 Siklus Fluida dan Prinsip Kerja PLTU	7
2.1.2 Peran <i>Boiler</i> dan Sistem Penyiapan Bahan Bakar.....	8
2.2 Pengertian Motor Listrik	9

2.2.2	Macam-Macam Motor Listrik.....	10
2.2.2.1	Motor Arus Bolak-Balik (AC)	10
2.2.3	Motor Induksi Tiga Fasa Sangkar Tupai (<i>Squirrel Cage</i>)	12
2.3	Parameter Operasi dan Karakteristik Motor	14
2.3.1	Arus Nominal (<i>Full Load Ampere</i> - FLA)	14
2.4	Gangguan pada Motor Listrik	16
2.5	Sistem Proteksi Tenaga Listrik	17
2.5.1	Persyaratan Dasar Sistem Proteksi.....	17
2.5.2	Komponen Utama Sistem Proteksi	18
2.6	Klasifikasi Sistem Proteksi Tenaga Listrik.....	19
2.6.1	Klasifikasi Berdasarkan Objek (Peralatan Utama)	20
2.6.2	Gangguan Mekanis (Beban Lebih / <i>Overload</i>)	25
2.6.3	Gangguan Elektris (Arus Lebih dan Hubung Singkat)	26
2.7	Standar ANSI/IEEE C37.2 (<i>Device Function Numbers</i>)	26
2.7.1	Definisi dan Fungsi Penomoran Standar ANSI	26
2.7.2	Kode Proteksi pada Motor Induksi Berdasarkan Standar ANSI... 27	
2.8	Relai Arus Lebih (<i>Over Current Relay</i> - OCR)	28
2.8.1	Prinsip Kerja Relai Arus Lebih (OCR)	28
2.8.2	Karakteristik ANSI 50 dan ANSI 51	29
2.9	Karakteristik Kurva <i>Time Current</i> (TCC).....	30
2.9.1	Klasifikasi Kurva Standar IEC.....	30
2.10	Teknologi Relai Proteksi Numerik (Digital).....	33
2.11	Dasar Perhitungan Evaluasi Proteksi	34
2.11.1	Rasio Transformator Arus (<i>CT Ratio</i>)	34
2.11.2	Penyetelan Arus Jatuh (<i>Pickup Current</i> / <i>I-set</i>)	34
2.11.3	Penyetelan <i>Time Multiplier Setting</i> (TMS).....	34
BAB III METODE PENELITIAN		35
3.1	Umum.....	35
3.2	Peralatan.....	35
3.3	Bahan Penelitian.....	36

3.4	Metode Penelitian.....	36
3.4.1	Studi Literatur	37
3.4.2	Observasi lapangan	37
3.4.3	Pengumpulan Data Teknis	37
3.5	Tempat dan Tanggal Penelitian.....	38
3.6	Prosedur Penelitian.....	38
3.7	Flowchart	40
3.8	Data Hasil Penelitian.....	41
BAB IV PEMBAHASAN.....		46
4.1	Prinsip Kerja Sistem Proteksi Arus Lebih (ANSI 50/51) pada Motor Coal Mill 2B.....	46
4.2	Evaluasi Penyetelan dan Kurva Karakteristik Waktu Pemutusan (TCC).....	49
4.2.1	Analisis Perhitungan Parameter Setelan Relai	49
4.2.2	Analisis Karakteristik Kurva Berbanding Waktu Terbalik (<i>Long Time Inverse</i>).....	50
4.2.3	Visualisasi Waktu Pemutusan dan Pembuatan Kurva TCC.....	50
4.3	Analisis Komparatif Setelan Relai Terhadap Fluktuasi Beban Harian ..	55
4.3.1	Prosedur Pembacaan Data Operasional via HMI MiCOM P225..	55
4.3.2	Validasi Margin Keamanan (<i>Safety Margin</i>) Relai Proteksi.....	56
BAB V KESIMPULAN Dan SARAN.....		60
5.1	Kesimpulan	60
5.2	Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA.....		63
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2. 1 Skema PLTU	7
Gambar 2. 2 Motor Listrik Praktis	9
Gambar 2. 3 Macam-macam Motor Listrik.....	10
Gambar 2. 4 Macam-macam Motor AC	11
Gambar 2. 5 Konstruksi Motor Listrik AC	11
Gambar 2. 6 Bentuk gelombang sinusoida dan timbulnya medan	12
Gambar 2. 7 Jenis rotor induksi: rotor cincin selip dan rotor sangkar tupai	13
Gambar 2. 8 Karakteristik Torsi Motor Induksi	15
Gambar 2. 9 Blok Diagram Hubungan Komponen Sistem Proteksi	18
Gambar 2. 10 Klasifikasi Sistem Proteksi Tenaga Listrik	19
Gambar 2. 11 Bagan Generator dengan Mesin.....	20
Gambar 2. 12 Daerah Kerja Relai Proteksi pada TRAFO.....	22
Gambar 2. 13 Kurva Proteksi Saluran Transmisi (Relai Jarak)	24
Gambar 2. 14 Kurva Karakteristik ANSI 50 (Instantaneous) dan ANSI 51 (Inverse)	30
Gambar 2. 15 Kurva Time Current Characteristic (TCC)	31
Gambar 4. 1 Bagan Alir Logika Operasi Sistem Proteksi Relai MICOM P225- Motor Coal Mill 2B.....	47
Gambar 4. 2 Menu Organisasi Tampilan MICOM P225	55

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2. 1 Kode Fungsi Relai Menurut Standar ANSI IEEE C37.2	28
Tabel 2. 2 Koefisien Kurva Inverse Standard IEC	31
Tabel 3. 1 Data spesifikasi Motor Coal Mill 2B 6P-2343-RM-B.....	41
Tabel 3. 3 Informasi Relai MICOM P225	43
Tabel 3. 4 Relay Setting for Outgoing.....	44
Tabel 3. 5 Informasi TMS dan Kurva Inverse pada Relai.....	45
Tabel 3. 6 Data Actual motor Coal Mill selama Priode Pengamatan.....	45
Tabel 4. 1 Hasil Perhitungan Visualisasi Waktu Kerja Relai terhadap Arus Gangguan...53	
Tabel 4. 2 Hasil Evaluasi Persentase Pembebanan dan Margin Keamanan Harian	58

DAFTAR KURVA

	Hal
Kurva 4. 1 TCC Relai Arus Lebih - Motor Coal Mill 2B berbasis LongTime	
Inverse	54
Kurva 4. 2 Perbandingan Arus Aktual dengan Batas Setting Relai.....	59
Kurva 4. 3 Rasio Persentase dari Pembembanan Motor dalam Batas Waktu	
Pengamatan	59

DAFTAR RUMUS

	Hal
Rumus 1. Estimasi Rasio Pembebanan.....	14
Rumus 2. Formulasi Matematis Kurva <i>Inverse</i>	33
Rumus 3. Nilai setelan arus <i>pickup</i> (I-set) yang terbaca oleh Relai Digital.....	35

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** Lembar Rekomendasi Ujian Laporan Akhir
- Lampiran 2** Lembar Rekomendasi (SISAK) Ujian Laporan Akhir
- Lampiran 3** Lembar Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing I
- Lampiran 4** Lembar Bimbingan Laporan Akhir (SISAK) Pembimbing II
- Lampiran 5** Lembar Konsultasi Tugas Akhir (SISAK) Pembimbing I
- Lampiran 6** Lembar Konsultasi Tugas Akhir (SISAK) Pembimbing II
- Lampiran 7** Lembar Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing I
- Lampiran 8** Lembar Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing II
- Lampiran 9** Lembar Revisian Ujian Laporan Akhir
- Lampiran 10** Lembar Pelaksanaan Revisan Ujian Laporan Akhir
- Lampiran 11** Surat Permohonan ke Wakil Direktur 1
- Lampiran 12** Surat Permohonan dari Wakil Direktur 1
- Lampiran 13** Surat Balasan Pengambilan Data dari PT PUSRI
- Lampiran 14** Single Line Diagram STG As Built
- Lampiran 15** Outgoing Feeder Motor Coal Mill 2B
- Lampiran 16** Checksheet Pengambilan Data Lapangan
- Lampiran 17** Motor Coal Mill dan Nameplate 2B 6P-2343-RM-B beserta Penulis
- Lampiran 18** Komponen Metering dan Relai Proteksi di MCC Motor Coal Mill
- Lampiran 19** Tabel Setingan Relai ANSI 49, 50/51, 50/51G, dan 46 di area STG
- Lampiran 20** Daftar Setting TMS dan Jenis Kurva Inverse pada Relai
- Lampiran 21** Data Pengamatan Lapangan Selama Penelitian
- Lampiran 22** DataSheet Motor Coal Mill 2B 6P-2343-RM-B
- Lampiran 23** Fungsi Utama MICOM P225
- Lampiran 24** Kurva IDMT pada MICOM P225
- Lampiran 25** Bagan Organisasi Proses HMI pada MICOM P225
- Lampiran 26** Dokumentasi Penulis mengambil Data di area MCC STG-BB