TUGAS AKHIR

ANALISIS KINERJA *RELAY CIRCUIT BREAKER FAILURE* MCTI40 PADA BAY BULUKANDANG DI GIS 150 KV BANGIL

Disusun Oleh :

PUNGKY SETIAWAN
1452300064

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI ELEKTRO DAN INFORMATIKA CERDAS
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

2026

TUGAS AKHIR

ANALISIS KINERJA *RELAY CIRCUIT BREAKER FAILURE* MCTI40 PADA BAY BULUKANDANG DI GIS 150 KV BANGIL

Disusun Oleh:

PUNGKY SETIAWAN **1452300064**

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI ELEKTRO DAN INFORMATIKA CERDAS
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

2026

FAKULTAS TEKNOLOGI ELEKTRO DAN INFORMATIKA CERDAS
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

LEMBAR PENGESAHAN PROPOSAL TUGAS AKHIR

Nama	:	PUNGKY SETIAWAN
NBI	:	1452300064
PROGRAM STUDI	:	TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS	:	TEKNIK
JUDUL	:	ANALISIS KINERJA *RELAY CIRCUIT BREAKER FAILURE* MCTI40 PADA BAY BULUKANDANG DI GIS 150 KV BANGIL

Menyetujui,

Dosen Pembimbing 1

Ir. Puji Slamet, S.T., M.T
NPP. 0702046806

Dosen Pembimbing 2

Reza Sarwo Widagdo, S.Tr.T., M.T
NPP. 0724099601

Mengetahui,

Dekan
Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas

Ir. Aris Heri Andriawan., S.T., M.T.
NPP. 0716097501

Ketua
Program Studi Teknik Elektro

Ir. Puji Slamet, S.T., M.T
NPP. 0702046806

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PROPOSAL TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : PUNGKY SETIAWAN
NBI : 1452300064
Program Studi : TEKNIK ELEKTRO

Menyatakan bahwa sebagian maupun keseluruhan Proposal Tugas Akhir yang berjudul:

"ANALISIS KINERJA *RELAY CIRCUIT BREAKER FAILURE* MCTI40 PADA BAY BULUKANDANG DI GIS 150 KV BANGIL"

Adalah benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan, dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri. Semua referensi yang dikutip maupun yang dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar Pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 22 Juni 2026
Yang Menyatakan



Pungky Setiawan
NBI. 1452300064

UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA

BADAN
PERPUSTAKAAN
Jl.Semolowaru 45 Surabaya
Tlp. 031 593 1800 (ex.311)

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMISI

Sebagai Civitas Akademika Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : PUNGKY SETIAWAN
NBI/NPM : 1452300064
Program Studi : TEKNIK ELEKTRO
Jenis Karya : PROPOSAL TUGAS AKHIR

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** ***(Nonexclusive Royalty-Free Right)***, atas karya saya yang berjudul:

"ANALISIS KINERJA *RELAY CIRCUIT BREAKER FAILURE* MCTI40 PADA BAY BULUKANDANG DI GIS 150 KV BANGIL"

Dengan **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** ***(Nonexclusive Royalty-Free Right)***, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentukpangkalan data (*database*), merawat, mempublikasikan karya ilmiah selama tetap tercantum.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Pada tanggal : 30 Juni 2026.

Yang Menyatakan,



Pungky Setiawan
NBI. 1452300064

ABSTRAK

Proteksi *Circuit Breaker Failure* (CBF) merupakan sistem proteksi cadangan yang berfungsi mengisolasi gangguan apabila pemutus tenaga (PMT) gagal membuka setelah menerima perintah *trip* dari relai utama. Kegagalan PMT pada sistem transmisi tegangan tinggi dapat menyebabkan arus gangguan tetap mengalir dan berpotensi menimbulkan gangguan meluas pada sistem tenaga listrik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik dan mekanisme kerja relai CBF MCTI40, mengidentifikasi faktor-faktor potensi penyebab penurunan kinerja sistem proteksi, serta menentukan strategi mitigasi untuk meningkatkan keandalan proteksi pada Bay Bulukandang GIS 150 kV Bangil.

Penelitian dilakukan menggunakan pendekatan deskriptif dan analitis berbasis rekayasa proteksi. Data penelitian diperoleh melalui studi literatur, pengumpulan data teknis peralatan proteksi, diagram pengawatan, hasil pengujian relai, hasil pengujian PMT, serta wawancara dengan tim proteksi dan operasi. Analisis dilakukan melalui perhitungan arus hubung singkat, evaluasi karakteristik CT proteksi, analisis logika pengawatan relai CBF, evaluasi koordinasi pewaktu MVTT14, serta simulasi sistem menggunakan ETAP 21.0.1.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa relai CBF MCTI40 bekerja menggunakan prinsip *current-based breaker failure* dengan sensitivitas dan respon kerja yang masih baik. Sistem proteksi telah mampu menjalankan fungsi *re-trip*, *adjacent trip*, dan *Direct Transfer Trip* (DTT) sebagai proteksi cadangan terhadap kegagalan PMT. Namun demikian, hasil evaluasi menunjukkan bahwa konfigurasi logika keluaran pewaktu masih menggunakan logika AND antara pewaktu t1 dan t2 sehingga tahapan operasi proteksi belum bekerja secara bertahap sesuai filosofi standar *breaker failure protection*. Selain itu, potensi faktor-faktor yang berpotensi menurunkan kinerja sistem proteksi CBF dipengaruhi oleh koordinasi logika pewaktu, keandalan jalur inisiasi, kondisi peralatan pendukung, serta tidak adanya fasilitas pemisah pengujian pada jalur keluaran proteksi. Oleh karena itu, dilakukan usulan perbaikan logika proteksi dan penambahan *isolation block* untuk meningkatkan kecepatan operasi, selektivitas, dan keandalan sistem proteksi CBF pada GIS 150 kV Bangil.

Kata kunci: *adjacent trip, Circuit Breaker Failure (CBF), PMT, MCTI40, pewaktu, re-trip.*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Analisis Kinerja *Relay Circuit Breaker Failure* (CBF) MCTI40 pada Bay Bulukandang di GIS 150 kV Bangil" dengan baik.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada bidang Teknik Elektro. Penulis ingin sampaikan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa atas segala ilham, rahmat dan karunia-Nya,
2. Orang tua dan keluarga, Bunda Yuyun, Kakak Syifa, Adik Iqo, atas doa, dukungan, dan motivasi,
3. Bapak Ir. Aris Heri Andriawan., S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas,
4. Bapak Ir. Puji Slamet, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Teknik elektro,
5. Bapak Ir. Gatut Budiono, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing,
6. Bapak Reza Sarwo Widagdo, S.Tr.T., M.T selaku Dosen Pembimbing,
7. Bapak/Ibu Dosen Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan masukan selama proses penyusunan skripsi,
8. Bapak Budi Santoso selaku Manager UPT Probolinggo,
9. Bapak Leo David selaku Manager ULTG Bangil,
10. Mas Ony yang membantu menyusun simulasi etap,
11. Mas Radit yang senantiasa menyampaikan informasi terbaru,
12. Tim Proteksi ULTG Probolinggo, Mas Fuad, Mas Rico, Mbak Nadine,
13. Tim GIS Bangil: TL GIS Bangil Mas Nafik, Jargi GIS Bangil Mas Rofi, Mas Ari, Mbak Alya, atas segala masukan, saran, data serta informasi yang membantu dalam penelitian ini,
14. Tim Pemeliharaan Gardu Induk: Mas Hendyka, Mas Purba, Mas Junaedi, Mas Hudi, Mas Huda, Mbak Nafita,
15. Tim Jaringan Gardu Induk: Mas Heru, Mas Ganda, Mas Yosua, Pak Bambang, Pak Agus,
16. Rekan - rekan mahasiswa yang telah memberikan dukungan dan semangat, dan
17. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan dan jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa yang akan datang.

Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat, baik bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknik elektro, khususnya sistem proteksi tenaga listrik, maupun bagi praktisi di dunia industri.

Surabaya, 22 Juni 2026
Pungky Setiawan

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PROPOSAL TUGAS AKHIR.....i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PROPOSAL TUGAS AKHIR.....ii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMISI iii
ABSTRAK iv
KATA PENGANTAR.....v
DAFTAR ISI.....vi
DAFTAR GAMBAR.....ix
DAFTAR TABEL.....xi
LAMPIRAN.....xii
BAB I PENDAHULUAN.....1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Rumusan Masalah 2
1.3. Tujuan Penelitian.....3
1.4. Kontribusi Penelitian.....3
1.5. Batasan Masalah.....3
1.6. Sistematika Penulisan.....4
BAB II DASAR TEORI.....7
2.1 State of The Art.....7
2.1.1 Research Gap (Kesenjangan Penelitian) 11
2.1.2 Novelty Penelitian (Kebaruan yang Diajukan) 12
2.1.3 Posisi Penelitian (Research Positioning).....13
2.2 Teori Pendukung 13
2.2.1 Sistem Proteksi Tenaga Listrik 13
2.2.2 Proteksi Kegagalan Pemutus Tenaga (Circuit Breaker Failure/CBF) 15
2.2.3 Relai Circuit Breaker Failure (CBF) Tipe MCTI40.....16
2.2.4 Pewaktu MVTT14.....19
2.2.5 Pemutus Tenaga 20
2.2.6 Transformator Arus (CT) 22
2.2.7 Dasar Teori Impedansi dan Arus Hubung.....27
2.2.7.1. Impedansi Seri.....28
2.2.7.2. Impedansi Paralel 28
2.2.7.3. Komponen Simetris.....29
2.2.7.4. Arus Hubung Singkat Tiga Fasa 30
2.2.7.5. Arus Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah.....30

2.2.7.6. Arus Hubung Singkat Dua Fasa 30
2.2.7.7. Arus Hubung Singkat Dua Fasa ke Tanah 31
2.2.7.8. Hubungan Arus Hubung Singkat dengan Proteksi CBF ..31
2.2.8. Koordinasi Waktu Proteksi *Circuit Breaker Failure* (CBF) 31
2.2.9. Logika Kerja CBF (*Circuit Breaker)* 35
2.2.10. Setelan Arus Relai CBF (*Circuit Breaker)* 38
2.2.11. Fungsi Blocking pada CBF 40
2.3 Analisis dan Kesimpulan Pengambilan Judul Penelitian 42
BAB III METODE PENELITIAN 45
3.1 Diagram Alir Penelitian 45
3.2 Pendekatan Penelitian 46
3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian 47
3.4 Jenis dan Sumber Data 48
3.4.1 Single Line Diagram (SLD) GIS Bangil 48
3.4.2 Data Teknik PMT 52
3.4.3 Data Teknis CT 53
3.4.4 Data Teknis Relai MCT140 55
3.4.5 Data Teknis Pewaktu MVTT14 56
3.4.6 Setelan Relai CBF 57
3.4.7 Diagram Pengawatan Bay Bulukandang 58
3.4.8 Laporan pengujian proteksi *Circuit Breaker Failure* 65
3.4.9 Hasil Uji PMT 68
3.4.10 Wawancara dengan Tim Proteksi dan Operasi 69
3.5 Kerangka Analisis Penelitian 69
BAB IV PEMBAHASAN 73
4.1. Analisis Kondisi Sistem Sebelum Evaluasi Relai CBF 73
4.1.1. Konfigurasi Jaringan Umum 73
4.1.2. Impedansi Saluran dan Pemodelan Sistem 74
4.1.3. Rangkaian Ekivalen Urutan Positif dan Negatif 77
4.1.4. Rangkaian Pengganti Urutan Nol 79
4.1.5. Perhitungan Arus Hubung Singkat 82
4.1.5.1. Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa ke Tanah 82
4.1.5.2. Gangguan Hubung Singkat 2 Fasa 83
4.1.5.3. Gangguan Hubung Singkat 2 Fasa ke Tanah 83
4.1.5.4. Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa 84
4.1.6. Analisis Hasil dengan Seting Relai CBF 84
4.1.6.1. Setelan Relai CBF 85

4.1.6.2. Analisis Sensitivitas Relai CBF 85
4.2. Analisis Relai CBF 86
4.2.1. Analisis Kelayakan Masukan CT 86
4.2.2. Analisis Berdasarkan Hasil Pengujian Relai CBF 88
4.2.3. Analisis Kelayakan Relai MCTI40 89
4.2.4. Analisis Kelayakan Relai Pewaktu MVTT14 90
4.2.5. Kesimpulan Analisis Kelayakan 92
4.3. Analisis Logika dan Diagram Pengawatan CBF 93
4.3.1. Analisis Masukan Arus Relai CBF 93
4.3.2. Analisis Masukan Inisiasi CBF 94
4.3.3. Analisis Tidak Digunakannya Status PMT dalam Logika CBF 95
4.3.4. Analisis Proses Re-Trip dan Adjacent Trip 96
4.3.5. Analisis Tidak Tersedianya Fungsi Blocking pada Sistem CBF 97
4.3.6. Analisis Logika Keseluruhan CBF Bay Bulukandang 97
4.4. Simulasi ETAP 101
4.4.1. Pemodelan Sistem pada ETAP 101
4.4.2. Studi Aliran Daya 102
4.4.3. Simulasi Hubung Singkat Menggunakan ETAP 103
4.4.4. Simulasi Sistem Kerja Tanpa CBF dengan ETAP 21.0.1 110
4.4.5. Simulasi Sistem Kerja Dengan CBF dengan ETAP 21.0.1 113
4.4.6. Perbandingan Kinerja Sistem Proteksi dengan dan tanpa CBF 117
4.5. Usulan Perbaikan Sistem Proteksi CBF 118
4.5.1. Evaluasi Logika Eksisting 119
4.5.2. Usulan Perbaikan Logika Re-Trip dan Adjacent Trip 120
4.5.3. Usulan Penambahan Terminal Blok Pemisah Pengujian 122
4.5.4. Logika CBF Hasil Perbaikan 124
4.5.6. Analisis Hasil Perbaikan 125
BAB V PENUTUP 127
5.1. Kesimpulan 127
5.2. Saran 128
DAFTAR PUSTAKA **129**
LAMPIRAN **133**

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram pengawatan dalam relai CBF MCTI40 [13]. 17
Gambar 2. 2. Prinsip kerja Relai CBF [9], [14], [15]. 18
Gambar 2. 3 Gambar Pengawatan Dalam Pewaktu Tunda Relai CBF[13]. 19
Gambar 2. 4 Dasar Operasi Pemutus Tenaga [19]. 21
Gambar 2. 5 Kondisi SF6 pada CB saat normal [19]. 21
Gambar 2. 6 Proses Pemadaman Busur Api pada PMT SF_6 [19]. 22
Gambar 2. 7 Posisi CT untuk Relai CBF. 23
Gambar 2. 8 Pemodelan sederhana dari CT[30], [31]. 24
Gambar 2. 9 Waktu kerja *Circuit Breaker Failure* [9], [14], [37]. 34
Gambar 2. 10 Logika Dasar Relai CBF. 36
Gambar 2. 11 Logika CBF dengan 52a [9]. 36
Gambar 2. 12 Logika tambahan *Re-Trip* [8], [9], [14]. 37
Gambar 2. 13 Logika keluaran Relai CBF 2 [9], [38]. 38
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian. 46
Gambar 3. 2 Single Line Diagram 150kV GIS Bangil [41]. 49
Gambar 3. 3 Single Line Bay Bulukandang [43]. 59
Gambar 3. 4 Masukan Arus Relai CBF [43]. 60
Gambar 3. 5 Masukan Inisiasi Relai CBF [43]. 61
Gambar 3. 6 Diagram Re-Trip dan Adjacent Trip Relai CBF [43]. 62
Gambar 3. 7 Kontak Trip untuk DTT[43]. 63
Gambar 3. 8 Diagram Trip Relai CBF [43]. 64
Gambar 4. 1 Diagram satu garis objek penelitian 74
Gambar 4. 2 Rangkaian Ekivalen Urutan Positif dan Negatif 1. 77
Gambar 4. 3 Rangkaian Ekivalen Urutan Positif dan Negatif 2. 78
Gambar 4. 4 Rangkaian ekivalen Urutan Positif dan Negatif 3. 78
Gambar 4. 5 Rangkaian Ekivalen Urutan Positif dan Negatif 4. 79
Gambar 4. 6 Rangkain Ekivalen Urutan Positif dan Negatif 5. 79
Gambar 4. 7 Rangkaian Ekivalen Urutan Nol 1. 80
Gambar 4. 8 Rangkaian Ekivalen Urutan Nol 2. 80
Gambar 4. 9 Rangkaian Ekivalen Urutan Nol 3. 81
Gambar 4. 10 Rangkaian Ekivalen Urutan Nol 4. 81
Gambar 4. 11 Rangkaian Ekivalen Urutan Nol 5. 81
Gambar 4. 12 Masukan Arus Relai CBF Bay Bulukandang. 94
Gambar 4. 13 Logika Inisiasi CBF Bay Bulukandang. 95
Gambar 4. 14 Logika Re-Trip dan Adjacent Trip CBF Bay Bulukandang. 97

Gambar 4. 15 Logika Lengkap CBF Bay Bulukandang. 99
Gambar 4. 16 SLD pada aplikasi ETAP 21.0.1.....101
Gambar 4. 17 Studi Aliran daya dengan aplikasi ETAP 21.0.1. 103
Gambar 4. 18 Simulasi hubung singkat satu fasa ke tanah. 104
Gambar 4. 19 Simulasi hubung singkat dua fasa. 105
Gambar 4. 20 Simulasi hubung singkat dua fasa ke tanah. 106
Gambar 4. 21 Simulasi hubung singkat tiga fasa. 107
Gambar 4. 22 Respon Sistem terhadap gangguan tanpa ada relai CBF. 110
Gambar 4. 23 Kurva kerja relai bay di GIS Bangil. 111
Gambar 4. 24 Respon Sistem terhadap gangguan dengan relai CBF. 114
Gambar 4. 25 Kurva kerja relai terpotong oleh CBF bulukandang. 115
Gambar 4. 26 Logika Eksisting Relai CBF Bay Bulukandang. 120
Gambar 4. 27 Perbaikan diagram pengawatan Re-Trip dan Adjacent Trip. 121
Gambar 4. 28 Logika setelah perbaikan diagram Re-Trip dan Adjacent Trip. 122
Gambar 4. 29 Penambahan terminal blok pada Jalur Re-Trip dan Adjacent Trip. .123
Gambar 4. 30 Penambahan terminal blok pemutus pisau pada Jalur DTT. 123
Gambar 4. 31 Logika CBF dengan pemisah. 125

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu Berdasarkan Objek dan Fokus Analisis. 8
Tabel 2. 2 Analisis Hasil Penelitian Terdahulu dan Keterkaitannya dengan CBF.....9
Tabel 2. 3 Tahapan Analisis State of the Art Penelitian. 10
Tabel 3. 1 Data Trafo Tenaga GIS Bangil.....49
Tabel 3. 2 Data Saluran Transmisi GIS Bangil. 50
Tabel 3. 3 Arus Hubung Singkat GIS Bangil per Juli 2025[42]. 51
Tabel 3. 4 Data Teknis PMT Bay Bulukandang GIS Bangil. 52
Tabel 3. 5 Data CT arah Bus Bar Bay Bulukandang.....53
Tabel 3. 6 Data CT arah Line Bay Bulukandang. 54
Tabel 3. 7 Data Relai CBF 1 dan CBF 2. 56
Tabel 3. 8 Data Penunda Waktu Relai CBF. 57
Tabel 3. 9 Tabel Seting Relai CBF1 dan CBF2 di GIS Bangil. 58
Tabel 3. 10 Hasil uji CBF1 [44]. 65
Tabel 3. 11. Hasil uji Pewaktu CBF1 [44]. 66
Tabel 3. 12 Hasil Uji CBF2[44]. 66
Tabel 3. 13 Hasil uji Pewaktu CBF1 [42]. 67
Tabel 3. 14 Hasil Uji PMT dari Posisi Close ke Open [44]. 68
Tabel 3. 15. Keterkaitan Tujuan Penelitian dengan Tahapan Analisis.....70
Tabel 4. 1 Data Impedansi Urutan Positif. 75
Tabel 4. 2 Data Impedansi Urutan Positif. 76
Tabel 4. 3. Hail Perhitungan Arus Hubung Singkat pada Bay Bulukandang.....84
Tabel 4. 4. Data CT Arah Bus Bay Bulukandang. 86
Tabel 4. 5 Penilaian Kelayakan Relai Berdasarkan Hasil Uji [46]. 89
Tabel 4. 6 Penilaian Kelayakan Pewaktu Berdasarkan Hasil Uji [46]. 91
Tabel 4. 7 Ringkasan Evaluasi. 92
Tabel 4. 8 Teori standar acuan CBF Bay Bulukandang [2], [3], [11]. 93
Tabel 4. 9 Evaluasi Sistem Proteksi CBF Bay Bulukandang [3]. 99
Tabel 4. 10 Perbandingan Hasil Perhitungan Manual dan Simulasi ETAP 108
Tabel 4. 11 Analisis Sensitivitas Relai CBF terhadap Arus Hubung Singkat.....109
Tabel 4. 12 Urutan Operasi Sistem Proteksi pada Kondisi CBF Tidak Aktif. 112
Tabel 4. 13 Urutan Operasi Sistem Proteksi pada Kondisi CBF Aktif. 116
Tabel 4. 14 Perbandingan Sistem Proteksi dengan dan tanpa CBF. 118
Tabel 4. 15. Perbandingan Logika Eksisting dan Logika Hasil Perbaikan. 126

LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Permohonan Penelitian Tugas Akhir.....133
Lampiran 2. Surat Persetujuan Penelitian Tugas Akhir 134
Lampiran 3. Surat Rekomendasi Seminar Progres Tugas Akhir.....135
Lampiran 4. Kartu Asistensi Bimbingan Tugas Akhir.....136
Lampiran 5. Surat Rekomendasi Seminar dan Sidang Tugas Akhir.....137
Lampiran 6. Single Line Diagram GIS Bangil.....138
Lampiran 7. Schematic Diagram Bay Bulukandang.....139
Lampiran 8. Arus Hubung Singkat Semester 2 Tahun 2025.....146
Lampiran 9. Data PMT Bay Bulukandang GIS Bangil.....147
Lampiran 10. Data CT Bay Bulukandang GIS Bangil.....147
Lampiran 11. Hasil Pengujian Relay CBF1 148
Lampiran 12. Hasil Pengujian Relay CBF2 149
Lampiran 13. Hasil Pengujian PMT.....150
Lampiran 14.Saran Perbaikan Diagram Diagram pengawatn 151
Lampiran 15. Perhitungan Arus Hubung SIngkat 153
Lampiran 16. Simulasi ETAP 21.0.1 168
Lampiran 17. Lembar Persetujuan Cetak Buku Tugas Akhir 175