

**ANALISIS PENGALIHAN BEBAN AKIBAT PUTUSNYA KABEL AAAC-S PADA
SISTEM DISTRIBUSI BANDAR JAYA LAMPUNG**

TESIS



Oleh:

MUHAMMAD KHOIRUL ANAM

NIM. 23.131.001

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
KONSENTRASI TEKNIK TENAGA ELEKTRIK**

**PROGRAM PASCASARJANA
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2025

**ANALISIS PENGALIHAN BEBAN AKIBAT PUTUSNYA KABEL AAAC-S PADA
SISTEM DISTRIBUSI BANDAR JAYA LAMPUNG**

TESIS

Diajukan kepada

Institut Teknologi Nasional Malang

**Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Menyelesaikan Program Studi Magister Teknik Elektro**

Peminatann Teknik Energi Listrik

Oleh:

MUHAMMAD KHOIRUL ANAM

NIM. 23.131.001

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO

KONSENTRASI TEKNIK TENAGA ELEKTRIK

PROGRAM PASCASARJANA

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2025

LEMBAR PENGESAHAN

Tesis Judul Analisis Pengalihan Beban Akibat Putusnya Kabel AAAC-S pada Sistem Distribusi Bandar Jaya Lampung oleh MUHAMMAD. KHOIRUL ANAM. NIM. 23.131.001, ini telah diperiksa dan disetujui dalam ujian:

Malang, Agustus 2025

Pembimbing I



Prof. Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, M.T.
NIP. 19610503 199202 1 001

Pembimbing II



Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST, M.T.
NIP. 19770615200501 2 002

Mengetahui:
Institut Teknologi Nasional Malang
Program Pascasarjana

Direktur PPs ITN Malang



(Prof. Dr. Ir. Lalu Mulyadi, M.T.)
NIP. Y. 1018500108

Kaprodi TE PPs ITN Malang



(Dr. Michael Ardita, ST, M.T.)
NIP. P. 1031000434



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK**

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

BERITA ACARA UJIAN TESIS
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO

NAMA : MUHAMMAD KHOIRUL ANAM
NIM : 21.131.001
PROGRAM STUDI : Magister Teknik Elektro
PEMINATAN : Teknik Tenaga Elektrik
JUDUL : ANALISIS PENGALIHAN BEBAN AKIBAT PUTUSNYA KABEL
AAAC-S PADA SISTEM DISTRIBUSI BANDAR JAYA LAMPUNG

Dipertahankan di hadapan Tim Penguji Ujian Tesis Jenjang Program Studi Pascasarjana Magister Teknik (S-2)

Pada Hari : Jumat
Tanggal : 22 Agustus 2025
Dengan Nilai :

PANITIA UJIAN TESIS

Ketua

Sekretaris


(Dr. Michael Ardita, ST., MT.)
NIP. P. 1031000434


(Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto, ST., MT.)
NIP. Y. 1028700171

PENGUJI I


(Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto, ST., MT.)
NIP. Y. 1028700171

PENGUJI II


(Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE., IPU., ASEAN.Eng.)
NIP. Y. 1018500108

**PERNYATAAN
ORISINALITAS TESIS**

Saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah tesis ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar Pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Tesis ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur “plagiasi”, saya bersedia Tesis ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (Magister Teknik) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Malang, Agustus 2025



MUHAMMAD KHOIRUL ANAM

NIM. 23.131.001

ABSTRAK

ANALISIS PENGALIHAN BEBAN AKIBAT PUTUSNYA KABEL AAAC-S PADA SISTEM DISTRIBUSI BANDAR JAYA LAMPUNG

Oleh

MUHAMMAD KHOIRUL ANAM

NIM. 23.131.001

Program Studi Magister Teknik Elektro

Sistem distribusi tenaga listrik merupakan komponen terakhir yang terhubung ke konsumen dari sisi penyaluran energi listrik. Sistem distribusi rentan mengalami sambaran petir yang mengakibatkan putusnya kabel penghantar. Jaringan distribusi 20 kV Penyulang Rambutan, ULP Bandar Jaya Lampung, mengalami sambaran petir dan mengakibatkan putusnya kabel AAACS sehingga terjadi pemadaman listrik di wilayah layanan. Kondisi geografis Lampung dengan tingkat isokeraunik yang tinggi turut berkontribusi terhadap potensi terjadinya gangguan sambaran petir tersebut. Menggunakan data real, penelitian ini melakukan analisa dampak gangguan yang disebabkan oleh sambaran pada penyulang dan melakukan strategi mitigasi untuk meminimalkan dampak pemadaman yang diakibatkan dari gangguan tersebut.

Analisis menggunakan ETAP menunjukkan rekomendasi pengalihan suplai beban ke penyulang arimbi mampu menjaga tegangan bus berada pada rating 19,86 kV.

Kata Kunci: Sistem Distribusi, AAAC-S, Sambaran Petir, ETAP, Mitigasi.

ABSTRACT

ANALYSIS OF LOAD DIVERSION DUE TO AAACS CABLE BREAKS IN THE BANDAR JAYA LAMPUNG DISTRIBUTION SYSTEM

by

MUHAMMAD KHOIRUL ANAM

NIM. 23.131.001

Program Studi Magister Teknik Elektro

The electric power distribution system is the final component that is connected to consumers in the energy transmission chain. This distribution system is particularly vulnerable lightning strikes that can cause conductor cables to break. The 20 kV distribution network of the Rambutan Feeder, under Bandar Jaya ULP in Lampung, experienced a lightning strike that resulted in the disconnection of the AAACS cable, leading to a power outage in the service area. The geographical conditions of the Lampung region, which has a high isokeraunic level, contribute significantly to the likelihood of lightning-related disturbances. Based on real data, this study analyzes the impact of disturbances caused by lightning strikes on Feeder and proposes mitigation strategies to minimize the effects of resulting power outages.

Analysis using ETAP shows that the recommendation to divert the load supply to the arimbi feeder is able to maintain the bus voltage at a rating of 19,86 KV.

Keyword: *Distribution System, AAAC-S, Lightning Strike, ETAP, Mitigation*

KATA PENGANTAR

Rasa syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga tesis dengan judul “*Tesis Judul Analisis Pengalihan Beban Akibat Putusnya Kabel AAACS pada Sistem Distribusi Bandar Jaya Lampung*” dapat diselesaikan.

Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat akademis untuk memperoleh gelar Magister Teknik Elektro di Institut Teknologi Nasional Malang. Penyusunan tesis ini tidak terlepas dari dukungan, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Almarhum kedua orang tua atas doa dan wasiat untuk terus menuntut ilmu.
2. Istri tercinta Wiwik Wiranti serta anak-anak: A. Hudan Ahyaa, M. Dzulqarnain Ramadhan, dan Khairin Ashilla, yang selalu memberi semangat dan motivasi.
3. Bapak Awan Uji Krisyanto, ST., MT., Ph.D., R ektor ITN Malang.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MT., Direktur Pascasarjana ITN Malang.
5. Bapak Dr. Michael Ardita, ST., MT., Ketua Program Studi Pascasarjana Teknik Elektro ITN Malang.
6. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, MT., selaku Pembimbing I.
7. Ibu Dr. Ireine Budi Sulistiawati, ST., MT., selaku Pembimbing II.
8. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE, IPU, ASEAN Eng, selaku dosen penguji.
9. Bapak Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto, MT., selaku dosen penguji.
10. Seluruh karyawan ITN Malang yang telah membantu kelancaran penulisan tesis.
11. PT PLN (Persero) ULP Bandar Jaya.
12. PT MKA Mustika Kurnia Abadi, kontraktor PT PLN (Persero) Unit Induk Lampung.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan di masa mendatang. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Malang, Agustus 2025

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	IV
ABSTRACT	V
KATA PENGANTAR.....	VI
DAFTAR ISI	VII
DAFTAR TABEL	VIII
DAFTAR GAMBAR.....	IX
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan.....	3
1.4. Manfaat.....	3
1.5. Batasan Masalah.....	3
1.6. Sistematika Pembahasan.....	4
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Dasar Penelitian.....	5
2.2 Sistem Jaringan Distribusi	7
2.3. Proteksi Jaringan Distribusi.....	11
2.4. Perangkat Lunak ETAP dalam Analisis Sistem Tenaga	13
2.5. Mitigasi	14
BAB III	17
METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1 Sistem Distribusi	17
3.2 Gangguan Petir Pada Sistem	19
3.3 Kabel AAAC-S.....	23
3.4 Pegalihan Beban	23
3.5 Electrical Transient Analyzer Program / ETAP	25
3.6. Langkah-Langkah Penelitian.....	25
3.7. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	26
3.8 Metode Pengumpulan Data	27
3.9 Simulasi Single Line Diagram (SLD) menggunakan ETAP 19	32
BAB IV	35
ANALISIS DAN MITIGASI	35
4.1. Analisis Gangguan tidak langsung	35
4.2. Analisis Gangguan Langsung.....	53
4.3 MITIGASI	57
BAB V	61
KESIMPULAN DAN REKOMENDASI.....	61
5.1 Kesimpulan.....	61
5.2. Rekomendasi	61
DAFTAR PUSTAKA.....	63

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Monitoring Aktifitas Penyulang di ULP UP3 Metro Zona 1	6
Tabel 2. Ketahanan Panas Polimer	10
Tabel 3. Konstruksi & KHA Penghantar Berselubung AAAC-S.....	10
Tabel 4. Sampel Pengukuran Pembumian Penyulang Rambutan	19
Tabel 5. Daftar Beban TR Penyulang Rambutan.	29
Tabel 6. Data Panjang Jaringan Penyulang di ULP Bandar Jaya.....	32
Tabel 7. Tegangan Bus Penyulang Rambutan Sebelum Padam.....	39
Tabel 8. Tegangan Bus Setiap Gardu Sebelum Gangguan.....	41
Tabel 9. Arus pada Penghantar Rambutan Sebelum Gangguan.....	42
Tabel 10. Distribusi Arus Pada Ruas Penyulang Arimbi Sebelum Gangguan.....	44
Tabel 11. Tegangan Bus Penyulang Rambutan Sesudah Gangguan.....	46
Tabel 12. Tabel Tegangan Bus Penyulang Arimbi Sesudah Gangguan.....	48
Tabel 13. Besaran Arus Penyulang Rambutan Sesudah Gangguan	50
Tabel 14. Besaran Arus Penyulang Arimbi Sesudah Gangguan	51
Tabel 15. Losses Setelah Dan Sesudah Gangguan.....	52
Tabel 16. Spesifikasi Tegangan Tembus.....	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. AAAC-S Putus Akibat Petir	6
Gambar 2. Peta Penyebaran Petir	6
Gambar 3. Kabel XLPE dan AAAC-S	7
Gambar 4. Gardu tiang Gardu beton dan diagram satu garis	8
Gambar 5. Komponen Kabel AAAC-S	9
Gambar 6. Jaringan AAAC-S Di Pinggir Laut dan Pabrik.....	9
Gambar 7. Recloser	12
Gambar 8. Diagram Penempatan ectionalizer	13
Gambar 9. Sistem Distribusi.....	17
Gambar 10. Muatan Awan Positif dan Negative	19
Gambar 11. Nilai pengukuran pembumian	20
Gambar 12. Bentuk Gelombang Exponensial	21
Gambar 14. Singel Line Diagram.....	27
Gambar 15. SLD Proteksi.....	28
Gambar 16. Simulasi SLD ETAP Penyulang Rambutuan Sebelum Putus	36
Gambar 17. Simulasi SLD ETAP Penyulang Arimbi Sebelum Putus	37
Gambar 18. Grafik Tegangan Bus Penyulang Rambutuan Sebelum Kabel Putus	39
Gambar 19. Grafik Tegangan Bus Penyulang Arimbi Sebelum Gangguan	40
Gambar 20. Grafik Besaran Arus Pada Penghantar Penyulang Rambutuan Sebelum Gangguan	42
Gambar 21. Grafik Besaran Arus Pada Penghantar Penyulang Arimbi Sebelum Gangguan .	43
Gambar 22. Grafik Tegangan Bus Penyulang Rambutuan Sesudah Gangguan.....	46
Gambar 23. Grafik Tegangan Bus Penyulang Arimbi Sesudah Gangguan.....	48
Gambar 24. Grafik Besaran Arus Penyulang Rambutuan Sesudah Gangguan	50
Gambar 25. Grafik Besaran Arus Penyulang Arimbi Sesudah Gangguan	51
Gambar 26. Perbedaan Profil Tegangan Penyulang Arimbi Sebelum dan Setelah Tambahan Beban.....	52
Gambar 27. Grafik Penurunan Kekuatan Tarik Kabel AAAC-S Akibat Sambaran Petir Berulang	56
Gambar 28. Pemasangan Araster Tegangan Lebih	58