

**ANALISA MEDAN LISTRIK ISOLATOR PIRING TERPOLUSI
ABU BATUBARA BERBASIS COMSOL MULTIPHYSICS**



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

Oleh

Lukman Nulhakim

062330310473

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2026**

ANALISA MEDAN LISTRIK ISOLATOR PIRING TERPOLUSI ABU BATUBARA BERBASIS COMSOL MULTIPHYSICS



Oleh

Lukman Nulhakim

062330310473

Palembang, Juli 2026

Menyetujui

Pembimbing I

Pembimbing II

Anton Firmansyah, S.T., M.T.

NIP. 197509242008121001

Indah Susanti, S.T., M.T.

NIP. 198809132014042002

Menyetujui

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Koordinator Program Studi

DIII Teknik Listrik

Yessi Marniati, S.T., M.T.

NIP. 197603022008122001

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

NIP. 197907222008011007



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

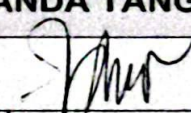
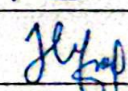
Jalan Sriwijaya Negara Bukit Besar - Palembang 30139 Telepon (0711) 353414
Laman: <http://polsri.ac.id>, Pos El : info@polsri.ac.id

BERITA ACARA
PELAKSANAAN UJIAN LAPORAN AKHIR

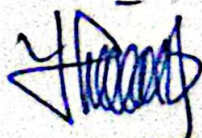
Pada hari ini, Selasa tanggal 23 bulan Juni tahun 2026 telah dilaksanakan Ujian Laporan Akhir kepada mahasiswa Program Studi DIII Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya:

Nama : Lukman Nulhakim
Tempat/Tgl Lahir : Palembang/01 Oktober 2005
NPM : 062330310473
Ruang Ujian : 5
Judul Laporan Akhir : Analisa Medan listrik Isolator Piring Terpolusi Abu Batubara Berbasis Comsol Multiphysics

Team Penguji :

NO	NAMA	JABATAN	TANDA TANGAN
1	Sudirman Yahya, S.T., M.T.	Ketua	
2	Nurhalida, S.T., M.T.	Anggota	
3	Ir. Kasmir, M.T.	Anggota	
4	Yonki Alexander Volta, S.ST., M.T.	Anggota	
5		Anggota	

Mengetahui,
Koordinator Program Studi



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

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan:

Nama	: Lukman Nulhakim
Jenis Kelamin	: Laki-Laki
Tempat, Tanggal Lahir	: Palembang, 10 Oktober 2005
Alamat	: Dusun IV Permata Baru
NPM	: 062330310473
Program Studi	: DIII Teknik Listrik
Jurusan	: Teknik Elektro
Judul Laporan Akhir	: ANALISA MEDAN LISTRIK ISOLATOR PIRING TERPOLUSI ABU BATUBARA BERBASIS COMSOL MULTIPHYSICS

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 dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.
2. Dapat menyelesaikan segala urusan terkait pengumpulan revisi Laporan Akhir yang sudah 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 bertanggung jawab dan menerima sanksi tidak diikuti sertakan dalam prosesi wisuda serta dimasukkan dalam daftar hitam oleh Jurusan Teknik Elektro sehingga berdampak tertundanya pengambilan Ijazah & Transkrip (ASLI & COPY). Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya dan dalam keadaan sadar tanpa paksaan.

Palembang, Juli 2026

Yang Menyatakan,



Lukman Nulhakim

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

"Tidak semua perjuangan harus terlihat oleh banyak orang. Terkadang, doa yang diam dan usaha yang konsisten adalah jalan menuju keberhasilan."

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT, Laporan Akhir ini ini saya persembahkan untuk:

- ❖ Kedua orang tua tercinta, yang selalu menjadi sumber kekuatan, doa, dan semangat dalam setiap langkah kehidupan saya. Terima kasih atas kasih sayang, pengorbanan, kerja keras, serta dukungan yang tidak pernah putus. Tidak ada kata yang mampu menggambarkan betapa besarnya jasa dan cinta yang telah diberikan. Semoga pencapaian ini dapat menjadi salah satu bentuk kebahagiaan dan kebanggaan untuk Ayah dan Ibu.
- ❖ Saudara-saudaraku, yang selalu memberikan dukungan, motivasi, dan semangat selama perjalanan pendidikan ini. Terima kasih atas kebersamaan, perhatian, dan doa yang selalu menyertai setiap langkah saya.
- ❖ Untuk diri saya sendiri terima kasih karena telah bertahan, berjuang, dan tidak menyerah dalam menghadapi setiap tantangan. Terima kasih karena tetap melangkah meskipun lelah, tetap berusaha meskipun banyak rintangan, dan tetap percaya bahwa setiap proses akan membawa pada hasil yang terbaik. Karya ini menjadi bukti bahwa setiap usaha, doa, dan kesabaran pada akhirnya akan menemukan jalannya.

ABSTRAK

ANALISA MEDAN LISTRIK ISOLATOR PIRING TERPOLUSI ABU BATUBARA BERBASIS COMSOL MULTIPHYSICS

(2026: xiii + Halaman + Gambar + Tabel + Lampiran)

LUKMAN NULHAKIM

062330310473

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

Isolator adalah elemen krusial dalam sistem kelistrikan yang berfungsi memisahkan konduktor bertenaga dari struktur pendukungnya. Dalam konteks pembangkit listrik tenaga uap, isolator dapat dengan mudah terkontaminasi oleh debu batu bara, yang berpotensi meningkatkan konduktivitas permukaan, khususnya dalam keadaan lembap dan basah, sehingga memengaruhi pola distribusi medan listrik. Studi ini mengeksplorasi distribusi medan listrik pada isolator piring yang terkontaminasi oleh debu batu bara dengan metode Finite Element Method (FEM) menggunakan software COMSOL Multiphysics. Beberapa variasi digunakan yaitu ketebalan polusi 0,1 mm, 0,2 mm, dan 0,3 mm yang diuji dalam kondisi kering, lembap, dan basah. Hasil simulasi memperlihatkan bahwa medan listrik tertinggi terletak di sekitar elektroda serta pinggiran isolator. Meningkatnya konduktivitas dan ketebalan lapisan polusi menghasilkan perubahan pada distribusi medan listrik dan meningkatkan nilai maksimum medan listrik. Dalam kondisi polusi yang basah, medan listrik yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi lembap dan kering. Temuan ini mengindikasikan bahwa ketebalan polusi serta tingkat kelembapan debu batu bara memiliki dampak signifikan terhadap efektivitas isolator dan berpotensi meningkatkan risiko arus bocor serta kemungkinan kegagalan isolasi.

Kata Kunci: Isolator piring, abu batubara, medan listrik, Finite Element Method (FEM), COMSOL Multiphysics.

ABSTRACT

ANALYSIS OF ELECTRIC FIELD DISTRIBUTION ON A COAL ASH POLLUTED DISC INSULATOR USING COMSOL MULTIPHYSICS

(2026: xiii + pages + figures + tables + Attachments)

LUKMAN NULHAKIM

062330310473

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING

DIPLOMA III PROGRAM IN ELECTRICAL ENGINEERING

STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA

Insulators are crucial elements in electrical systems that serve to separate energized conductors from their supporting structures. In the context of steam power plants, insulators can easily be contaminated by coal dust, which has the potential to increase surface conductivity, especially in humid and wet conditions, thus affecting the electric field distribution pattern. This study explores the electric field distribution on plate insulators contaminated by coal dust using the Finite Element Method (FEM) using COMSOL Multiphysics software. Several variations are used, namely pollution thicknesses of 0.1 mm, 0.2 mm, and 0.3 mm tested in dry, humid, and wet conditions. The simulation results show that the highest electric field is located around the electrodes and the edges of the insulator. Increasing conductivity and thickness of the pollution layer results in changes in the electric field distribution and increases the maximum value of the electric field. In wet pollution conditions, the resulting electric field is higher compared to humid and dry conditions. These findings indicate that the thickness of the pollution and the moisture level of the coal dust have a significant impact on the effectiveness of the insulator and potentially increase the risk of leakage current and the likelihood of insulation failure.

Keywords: Plate insulator, coal ash, electric field, Finite Element Method (FEM), COMSOL Multiphysics.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. karena atas berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan akhir yang berjudul, “Analisa Medan Listik Isolator Piring Terpolusi Abu Batubara Berbasis Comsol Multiphysics” dengan baik dan tepat pada waktunya.

Laporan akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan masa studi di Jurusan Teknik Elektro, Program Studi D-III Teknik Listrik, Politeknik Negeri Sriwijaya.

Dalam proses penyusunan laporan akhir ini, penulis mendapatkan banyak bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. H. Irawan Rusnadi, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.kom., IPM, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Ibu Yessi Marniati, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi D-III Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Anton Firmansyah, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I.
5. Ibu Indah Susanti, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II.
6. Ayah, Ibu dan Saudara penulis yang telah senantiasa memberikan semangat, motivasi, serta dukungan penuh baik dalam segi moral maupun materiel selama proses pengerjaan alat dan penyusunan laporan akhir ini.
7. Seluruh kakak-kakak di PT BEST yang telah memberikan bantuan, arahan, serta dukungan kepada penulis selama pelaksanaan pengambilan data dilapangan.
8. Rekan Penelitian Di PT BEST selaku satu tim yang telah berkontribusi besar melalui kerja sama, semangat, dan dedikasi selama proses Perancangan isolator dan mensimulasi medan listrik langkah ini.

9. Rekan-rekan LB 2023 selaku rekan seperjuangan selama menempuh Pendidikan di bangku perkuliahan dan penyusunan laporan akhir

10. Semua pihak yang telah membantu penulis selama proses penyusunan laporan akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis sangat terbuka terhadap kritik dan saran yang membangun. Akhir kata, semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan menjadi referensi yang berguna di masa depan.

Palembang, Juli 2026

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Dan Manfaat	3
1.4.1 Tujuan	3
1.4.2 Manfaat	3
1.5 Metode Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Isolator	6
2.1.1 Karakteristiki isolator.....	6
2.1.2 Bahan Isolator	7
2.1.3 Jenis Pemasangan Isolator.....	10
2.2 Isolator Piring	13
2.3 Sifat dan Kandungan Abu Batubara.....	15
2.4 Isolator Terpolusi	16
2.4.1 Pengukuran Tingkat Polusi	18
2.5 Medan Listrik.....	19
2.6 Metode Elemen Hingga	22

2.6.1 Sejarah Metode Elemen Hingga.....	22
2.7 COMSOL Multiphysics	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1 Tujuan, Tempat, dan Waktu Penelitian	24
3.1.1 Tujuan	24
3.1.2 Tempat	24
3.1.3 Waktu	24
3.2 Metode Penelitian	25
3.3 Instrumeen Penelitian	25
3.4 Bahan Penelitian	26
3.4.1 Isolator Piring.....	26
3.4.2 Abu Batu Bara.....	27
3.5 Prosedur Pengambilan Data.....	28
3.5.1 Pengukuran Dimensi Isolator.....	28
3.5.2 Pengukuran Ketebalan Polutan Abu Batu Bara	28
3.5.3 Pengukuran Suhu Sekitar Isolator.....	29
3.6 Prosedur Pengolahan Data.....	29
3.6.1 Pengelompokan Data Pengukuran	29
3.6.2 Input Data ke COMSOL Multiphysics.....	30
3.6.3 Proses Simulasi Menggunakan Metode FEM.....	30
3.6.4 Pengolahan Hasil Simulasi.....	30
3.6.5 Analisis Data	31
3.7 Diagram Alir Penelitian	32
BAB IV PEMBAHASAN	33
4.1 Pemodelan Dan Parameter Simulasi.....	33
4.1.1 Geometri isolator.....	33
4.1.2 Parameter simulasi	34
4.1.3 Kondisi Polusi Abu Batubara.....	35
4.2 Distribusi Medan Listrik pada Isolator Tanpa Polusi	36
4.2.1 Hasil Simulasi Distribusi Medan Listrik.....	36
4.2.2 Analisis Nilai Medan Listrik pada Isolator Tanpa Polusi.....	37

4.3 Pengaruh Variasi Konduktivitas dan Ketebalan Abu Batubara terhadap Distribusi Medan Listrik.....	39
4.3.1 Ketebalan Polusi 0,1 mm	39
4.3.2 Ketebalan Polusi 0,2 mm	43
4.3.3 Ketebalan Polusi 0,3 mm	46
4.4 Analisis Pengaruh Ketebalan dan Konduktivitas Abu Batubara terhadap Distribusi Medan Listrik.....	50
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	53
5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA.....	55
LAMPIRAN	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Isolator Porselin.....	8
Gambar 2.2 Isolator Gelas.....	9
Gambar 2.3 Isolator Polimer	9
Gambar 2.4 Isolator Jenis Pasak.....	11
Gambar 2.5 Isolator jenis Pos.....	11
Gambar 2.6 Isolator jenis gantung.....	12
Gambar 2.7 Kontruksi Isolator Piring	14
Gambar 2.8 Jenis Isolator Piring Berdasarkan Bentuknya:	14
Gambar 2.9 Element segitiga pada suatu domain	21
Gambar 2.10 Penggabungan dua element segitiga.....	21
Gambar 2.11 Aplikasi Comsol Multiphysics.....	23
Gambar 3.1 PLTU BEST 3x10 MW	24
Gambar 3.2 Lenovo Ideapad Gaming 3	25
Gambar 3.3 Comsol Multiphysics	26
Gambar 3.4 Isolator Piring	27
Gambar 3.5 Abu Batubara	27
Gambar 3. 6 Kamera Thermal	29
Gambar 4.1 Pemodelan Isolator	33
Gambar 4.2 Medan Listrik Tanpa Polusi.....	36
Gambar 4.3 Grafik Medan Listrik Tanpa Polusi	38
Gambar 4.4 Medan Listrik Kondisi Kering Ketebalan 0.1	40
Gambar 4.5 Medan Listrik Kondisi Lembab Ketebalan 0.1	40
Gambar 4.6 Medan Listrik Kondisi Basah Ketebalan 0.1	41
Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Distribusi Medan Listrik Ketebalan 0.1	42
Gambar 4.8 Medan Listrik Kondisi Kering Ketebalan 0.2	43
Gambar 4.9 Medan Listrik Kondisi Lembab Ketebalan 0.2	44
Gambar 4.10 Medan Listrik Kondisi Basah Ketebalan 0.2.....	44
Gambar 4.11 Grafik Perbandingan Distribusi Medan Listrik Tiga Kondisi Ketebalan 0.2.....	45

Gambar 4.12 Medan Listrik Kondisi Kering Ketebalan 0.3.....	46
Gambar 4.13 Medan Listrik Kondisi Lembab Ketebalan 0.3.....	47
Gambar 4.14 Medan Listrik Kondisi Basah Ketebalan 0.3	48
Gambar4.15 Grafik Perbandingan Distribusi Medan Listrik Tiga Kondisi Ketebalan 0.3	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan Senyawa Abu Batubara	15
Tabel 4.1. Parameter konduktivitas isolator piring	32
Tabel 4.2. konduktivitas abu Batubara	34
Tabel 4.2 Perbandingan Nilai Medan Listrik Maksimum pada Berbagai Kondisi Polusi Abu Batubara	49

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Lembar Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing 1
- Lampiran 2 Lembar Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing 2
- Lampiran 3 Surat Permohonan Pengambilan Data
- Lampiran 4 Surat Pengantar Pengambilan Data dari Lembaga ke PT. Best
- Lampiran 5 Surat Balasan Penerimaan Izin Pengambilan Data dari PT. Best
- Lampiran 6 Tabel Hasil Pengambilan Data pada Trafo Distribusi 1
- Lampiran 7 Lembar Bimbingan Laporan Akhir di sisak Pembimbing 1
- Lampiran 8 Lembar Bimbingan Laporan Akhir di sisak Pembimbing 2
- Lampiran 9 Lembar Rekomendasi Sidang Laporan Akhir
- Lampiran 10 Dokumentasi Pengambilan Data
- Lampiran 11 Lembar Revisian Laporan Akhir
- Lampiran 12 Lembar Pelaksanaan Revisian Laporan Akhir