

**KLASIFIKASI TINGKAT DEGRADASI ISOLATOR *REACTOR*
CURRENT LIMITED BERBASIS *CITRA PHASE-RESOLVED*
PARTIAL DISCHARGE MENGGUNAKAN *CONVOLUTIONAL*
*NEURAL NETWORK***



Laporan Ini Disusun Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan
Pendidikan Diploma III Pada Jurusan Teknik Elektro
Program Studi Teknik Listrik

OLEH
AFIF TRI ATMADJA
062330310486

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2026

**KLASIFIKASI TINGKAT DEGRADASI ISOLATOR REACTOR CURRENT
LIMITED BERBASIS CITRA PHASE-RESOLVED PARTIAL DISCHARGE
MENGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK**



OLEH
AFIF TRI ATMADJA
062330310486

Menyetujui,

Palembang, Juli 2026

Dosen Pembimbing I

Anton Firmansyah, S.T., M.T.
NIP. 1975090242008121001

Dosen Pembimbing II

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

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM.
NIP. 197907222008011007

**Koordinator Program Studi
D-III Teknik Listrik**

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



**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 : Afif Tri Atmadja
Tempat/Tgl Lahir : Palembang/17 Februari 2004
NPM : 06233031086
Ruang Ujian : 4
Judul Laporan Akhir : Klasifikasi Tingkat Degradasi Isolator Reactor Current Limited Berbasis Citra Phase-Resolved Partial Discharge Menggunakan Convolutional Neural Network

Team Penguji :

NO	NAMA	JABATAN	TANDA TANGAN
1	Anto Firmansyah	Ketua	
2	Mutiara	Anggota	
3	Henni Lianur	Anggota	
4	Dyah Utari y.w	Anggota	

Mengetahui,
Koordinator Program Studi

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



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan :

Nama : Afif Tri Atmadja
Jenis Kelamin : Laki – laki
Tempat, Tanggal Lahir : Palembang, 17 Februari 2004
Alamat : Jl. Abikusno Cokro Suyoso No. 1199
NPM : 062330310486
Program Studi : D – III Teknik Listrik
Jurusan : Teknik Elektro
Judul Skripsi / Laporan Akhir : Klasifikasi Tingkat Degradasi *Isolator Reactor Current Limited* Berbasis Citra *Phase-Resolved Partial discharge* Menggunakan *Convolutional Neural Network*

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Skripsi/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 Skripsi/Laporan Akhir yang sudah disetujui oleh dewan penguji paling lama 1 bulan setelah ujian Skripsi/Laporan Akhir.
3. Dapat menyelesaikan segala urusan peminjaman/penggantiaan alat/buku dan lainnya paling lama 1 bulan setelah ujian Skripsi/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 diikutsertakan 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, Juni 2026



Afif Tri Atmadja
NIM. 062330310486

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

"Fa idzā faraghta fanshab. Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu kebajikan), tetaplah bekerja keras (untuk kebajikan yang lain)."

(QS. Al- Insyirah Ayat 7)

"Man Jadda Wajada, Barang siapa bersungguh-sungguh, maka ia akan berhasil".

(Pepatah Arab)

Dengan penuh rasa syukur kehadiran Allah SWT, Alhamdulillah, karya tulis ini saya persembahkan kepada:

- ❖ Kedua orang tua tercinta yang senantiasa memberikan dukungan, kasih sayang, doa, dan pengorbanan yang tiada henti demi keberhasilan dan masa depan saya.
- ❖ Kedua saudari saya selalu memberikan semangat, motivasi, serta dukungan moral selama proses penyusunan Laporan Akhir ini.
- ❖ Kedua Dosen pembimbing dan seluruh dosen Program Studi Teknik Elektro yang telah memberikan ilmu, arahan, serta bimbingan selama masa perkuliahan dan penyelesaian penelitian ini.
- ❖ Orang yang selalu menyayangi saya dan membantu saya dibalik layar dalam penyusunan karya ini.
- ❖ Diri Sendiri yang telah berusaha dan berjuang menyelesaikan apa yang telah dimulai dengan sebaik-baiknya.
- ❖ Teman-teman Seperjuangan Teknik Listrik Polsri 2023, terkhusus kelas LC 2023.
- ❖ Almamater Politeknik Negeri Sriwijaya.

ABSTRAK

**KLASIFIKASI TINGKAT DEGRADASI ISOLATOR *REACTOR*
CURRENT LIMITED BERBASIS CITRA *PHASE-RESOLVED PARTIAL*
DISCHARGE MENGGUNAKAN *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*
(2026: xvi + 61 Halaman + Daftar Gambar + Daftar Tabel + Lampiran)**

Afif Tri Atmadja

0623303010486

Jurusan Teknik Elektro

Program Studi DIII Teknik Listrik

Politeknik Negeri Sriwijaya

Klasifikasi tingkat degradasi isolasi pada reactor current limited berdasarkan citra *Phase-Resolved Partial discharge* (PRPD) menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dilakukan untuk mengidentifikasi kondisi isolasi yang dikategorikan ke dalam tiga kelas, yaitu Good, Moderate, dan *Bad*. Penelitian ini menggunakan dataset citra PRPD yang melalui tahapan prapemrosesan, pembagian data latih dan data uji, serta pelatihan model CNN dengan optimasi Stochastic Gradient Descent with Momentum (SGDM). Evaluasi kinerja model dilakukan menggunakan metrik akurasi, precision, recall, F1-score, dan *Confusion Matrix*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model CNN menghasilkan validation accuracy sebesar 95,45% dan testing accuracy sebesar 80%, dengan kelas Moderate memiliki performa terbaik dengan recall mencapai 100%, kelas Good menunjukkan performa yang relatif baik, sedangkan kelas *Bad* memiliki tingkat kesalahan klasifikasi tertinggi akibat kemiripan pola PRPD antar kelas. Secara keseluruhan, model CNN mampu mengekstraksi fitur penting dari citra PRPD dan melakukan klasifikasi tingkat degradasi isolasi secara efektif, meskipun peningkatan kinerja masih dapat dilakukan melalui penambahan data, penyeimbangan distribusi kelas, dan pengoptimalan arsitektur model.

Kata kunci: PRPD, CNN, Degradasi Isolasi, Klasifikasi, *Reactor Current Limited*

ABSTRACT

CLASSIFICATION OF INSULATION DEGRADATION LEVELS OF A REACTOR CURRENT LIMITED BASED ON PHASE-RESOLVED PARTIAL DISCHARGE IMAGES USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK

2026: xvi +61 Page + List of Pictures + List of Tables + List of Appendix)

Afif Tri Atmadja

0623303010486

Department of Electrical Engineering

Diploma III Program in Electrical Engineering

Sriwijaya State Polytechnic

Classification of insulation degradation levels in a reactor current limited based on Phase-Resolved Partial discharge (PRPD) images using a Convolutional Neural Network (CNN) was conducted to identify insulation conditions categorized into three classes: Good, Moderate, and Bad. This study utilized a PRPD image dataset that underwent preprocessing, dataset splitting into training and testing sets, and CNN model training using Stochastic Gradient Descent with Momentum (SGDM) optimization. Model performance was evaluated using accuracy, precision, recall, F1-score, and Confusion Matrix metrics. The results indicate that the CNN model achieved a validation accuracy of 95.45% and a testing accuracy of 80%, where the Moderate class demonstrated the best performance with a recall of 100%, the Good class showed relatively strong performance, and the Bad class exhibited the highest misclassification rate due to similarities in PRPD patterns across classes. Overall, the CNN model was able to effectively extract important features from PRPD images and perform insulation degradation classification, although further improvements can be achieved by increasing dataset size, balancing class distribution, and optimizing the CNN architecture.

Keywords: *PRPD, CNN, insulation degradation, classification, reactor current limited*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur dipanjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga proposal pengajuan pelaksanaan laporan akhir dapat dilaksanakan dengan baik dan proposal ini berhasil disusun sesuai dengan waktu yang telah direncanakan. Topik yang diangkat dalam proposal ini adalah "Klasifikasi Tingkat Degradasi Isolator Reactor Current Limited Berbasis Citra *Phase-Resolved Partial discharge* Menggunakan *Convolutional Neural Network*".

Ucapan terima kasih disampaikan kepada berbagai pihak yang telah memberikan dukungan dan bimbingan, baik secara langsung maupun tidak langsung selama pelaksanaan dan pembuatan proposal laporan akhir ini. Secara khusus, apresiasi dan terima kasih ditujukan 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 Ir. Hj. Lindawati, S.T., M.T.I. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ibu Yessi Marniati, S.T., M.T. selaku Koordinator Program Studi DIII Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Bapak Anton Firmansyah, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing penulis menyelesaikan pelaksanaan laporan akhir.
6. Bapak Andri Suyadi S.T., M. T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing penulis menyelesaikan pelaksanaan laporan akhir.
7. PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang yang telah memberikan kesempatan kepada kami untuk melaksanakan kerja praktik dan sekaligus memberikan ilmu yang bermanfaat bagi kami.
8. Bapak Yusya Eka Putra selaku pembimbing penelitian di PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang.
9. Bapak/Ibu Dosen Program Studi DIII Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.

10. Segenap karyawan PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang, khususnya pada Departemen PI B dan PIII yang turut membantu saya selama melakukan penelitian di lapangan.
11. Teristimewa buat kedua Orang tua tercinta, Bapak Eko Trismanto & Ibu Sunarti yang telah memberikan kasih sayang, nasehat, motivasi, memenuhi kebutuhan penulis, dukungan serta doa yang tiada henti kepada penulis sampai saat ini.
12. Teman seperjuangan yang telah saling mendukung selama melakukan kegiatan penelitian..

Kesadaran sepenuhnya dimiliki bahwa laporan ini masih memiliki keterbatasan dan belum sepenuhnya sempurna. Oleh karena itu, masukan dan kritik yang bersifat membangun sangat diharapkan agar dapat menjadi bahan evaluasi dan pembelajaran untuk perbaikan di masa yang akan datang. Permohonan maaf juga disampaikan apabila terdapat kekeliruan maupun kekurangan dalam penyusunan laporan akhir ini.

Palembang, Juni 2026

Penulis,

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
BERITA ACARA.....	iii
SURAT PERNYATAAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan dan Manfaat.....	4
1.4.1 Tujuan	4
1.4.2 Manfaat	4
1.5 Metode Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Sistem Isolasi pada Peralatan Tegangan Tinggi	7

2.2 <i>Reactor current limited</i> dan Peran Sistem Isolasinya.....	9
2.3 Degradasi Isolasi pada Reaktor	10
2.4 <i>Partial discharge</i> sebagai Indikator Degradasi Isolasi.....	12
2.5 Alat Ukur <i>Partial discharge</i> (PD Scan Megger)	14
2.5.1 Prinsip Kerja PD Scan Megger.....	15
2.5.2 Spesifikasi Teknis PD Scan Megger.....	15
2.5.3 Prosedur Penggunaan PD Scan Megger	16
2.5.4 Output Hasil Pengukuran.....	17
2.6 Phase-Resolved Partial Discharge	18
2.7 Hubungan PRPD dengan Tingkat Degradasi Isolasi.....	21
2.8 <i>Deep learning</i> untuk Analisis Citra PRPD	22
2.9 Convolutional Neural Network	25
2.10 Relevansi CNN terhadap Klasifikasi Degradasi Isolator Reaktor.....	26
BAB III METODE PENELITIAN	28
3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian.....	28
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian	28
3.3 Objek Penelitian	29
3.4 Jenis dan Sumber Data	29
3.5 Alat dan Bahan Penelitian	30
3.6 Tahapan Penelitian.....	30
3.7 <i>Preprocessing</i> Citra PRPD	32
3.8 Perancangan Model Convolutional Neural Network	32
3.9 Evaluasi Performa Model.....	33
3.10 Diagram Alir Penelitian.....	34
BAB IV PEMBAHASAN.....	37

4.1 Deskripsi Dataset Penelitian.....	37
4.1.1 Dataset Kelas <i>Good</i>	38
4.1.2 Dataset Kelas <i>Moderate</i>	39
4.1.3 Dataset Kelas <i>Bad</i>	41
4.2 Hasil <i>Preprocessing</i> Citra PRPD.....	42
4.2.1 Pembacaan Dataset Menggunakan MATLAB.....	42
4.2.2 Pelabelan Dataset.....	43
4.2.3 Standarisasi Ukuran Citra	44
4.3 Implementasi dan Perancangan Model CNN	45
4.3.1 Pembagian Dataset.....	45
4.3.2 Peran Dataset dalam Pelatihan dan Evaluasi	46
4.3.3 Arsitektur CNN yang Digunakan	46
4.3.4 Parameter Pelatihan Model.....	47
4.3.5 Alur Kerja Implementasi CNN	48
4.4 Hasil Pelatihan Model	49
4.4.1 Training <i>Accuracy</i>	49
4.4.2 Validation <i>Accuracy</i>	50
4.4.3 Analisis Kurva Loss dan <i>Accuracy</i>	51
4.5 Evaluasi Menggunakan <i>Confusion Matrix</i>	51
4.5.1 Hasil <i>Confusion Matrix</i>	52
4.5.2 Perhitungan <i>Accuracy</i>	53
4.5.3 Perhitungan Precision, Recall, dan F1-Score	53
4.6 Analisis Hasil Klasifikasi	54
4.7 Faktor yang Mempengaruhi Performa Model	55
4.7.1 Jumlah Dataset.....	55

4.7.2 Ketidakseimbangan Data	56
4.7.3 Kemiripan Pola PRPD Antar Kelas	56
4.7.4 Konfigurasi Arsitektur CNN.....	56
4.7.5 Kualitas Citra PRPD	57
4.7.6 Potensi Pengembangan Model.....	57
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	59
5.1 Kesimpulan.....	59
5.2 Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Gambar <i>Reactor Current Limited</i>	9
Gambar 2. 2 Mekanisme Penuaan dan Degradasi Isolasi pada Reaktor.....	11
Gambar 2. 3 Tahapan Degradasi Isolasi Berdasarkan Aktivitas <i>Partial discharge</i>	12
Gambar 2. 4 Mekanisme <i>Partial discharge</i> pada bahan dielektrik	13
Gambar 2. 5 Alat Ukur PD Scan Megger	14
Gambar 2. 6 Contoh citra PRPD pada kondisi cacat isolasi.....	19
Gambar 2. 7 Karakteristik Pola PRPD pada Berbagai Tingkat Degradasi Isolasi	20
Gambar 2. 8 Perbandingan Machine Learning dan <i>Deep learning</i> dalam Analisis Citra PRPD.....	24
Gambar 2. 9 Arsitektur dasar CNN untuk klasifikasi citra partial discharge	26

.DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Alat Ukur PD Scan.....	15
Tabel 4. 1 Distribusi Dataset Penelitian	38
Tabel 4. 2 Pembagian Dataset	46
Tabel 4. 3 Parameter Pelatihan CNN	48
Tabel 4. 4 Perhitungan <i>Precision</i> , <i>Recall</i> , dan <i>F1-Score</i>	53

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Lembar Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing
- Lampiran 2. Lembar Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing II
- Lampiran 3. Lembar Bimbingan
- Lampiran 4. Lembar Rekomendasi
- Lampiran 5. Dokumentasi Pengukuran Partial Discharge
- Lampiran 6. Dataset Kelas *Good*
- Lampiran 7. Dataset Kelas *Moderate*
- Lampiran 8. Dataset Kelas *Bad*
- Lampiran 9. Proses Training CNN Di Matlab
- Lampiran 10 Dokumentasi Display Alat Ukur