

INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

***ANALISIS PRREDICTIVE MAINTENANCE TRANSFORMATOR
DENGAN METODE SUPERVISED LEARNING DI GARDU
DISTRIBUSI 20 kV.***

SKRIPSI

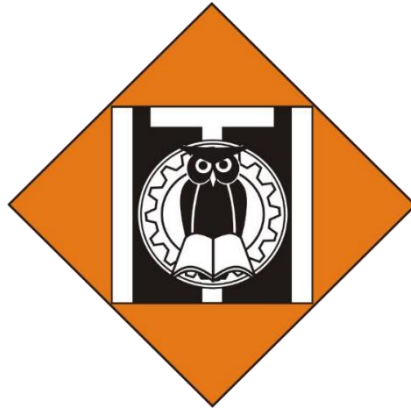
AHMAD FARHAN

1111800034

TEKNIK ELEKTRO

TANGERANG SELATAN

2023



INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

**ANALISIS *PRREDICTIVE MAINTENANCE* TRANSFORMATOR
DENGAN METODE *SUPERVISED LEARNING* DI GARDU
DISTRIBUSI 20 kV.**

SKRIPSI

AHMAD FARHAN

1111800034

TEKNIK ELEKTRO

TANGERANG SELATAN

2023

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
Dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
Telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Ahmad Farhan
NPM : 1111800034
Tanda Tangan :
Tanggal : 27 februari 2023

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Ahamad Farhan
NPM : 1111800034
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Analisis *Predictive Maintenance* Transformator Dengan Metode *Supervised Learning* Pada Gardu Distribusi 20 kV.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Pada Program Studi Teknik Elektro Institut Teknologi Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. Ulfah Khairiyah Luthfiyani S.T, M. Eng. (.....
Penguji 1 : Ir. Saharudin S.T, M. Eng, Sc, IPM. (.....
Penguji 2 : Dr. Tris Dewi Indraswati M. Si, IPM. (.....
Penguji 3 : Dra. Ir. Ratnawati M. Si, IPM. (.....
Ditetapkan di : Kampus Institut Teknologi Indonesia, Tangerang Selatan
Tanggal : 27 Februari 2023

KETUA PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO



(Ir. Saharudin, ST, MEngSc., IPM.)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji Syukur ke hadirat Tuhan YME karena telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Analisis *Predictive Maintenance* Transformator Dengan Metode *Supervised Learning* Pada Gardu Distribusi 20 kV”.

Tugas akhir ini dilaksanakan sebagai persyaratan untuk memenuhi program sarjana pada Studi Strata Satu (S1) di Program Studi Teknik Elektro Institut Teknologi Indonesia. Selama mengerjakan penyusunan Tugas Akhir, penulis menyadari bahwa tanpa bantuan, bimbingan dan do'a dari berbagai pihak, sangat sulit bagi penulis menyelesaikan tugas akhir ini, maka dari itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. ALLAH SWT yang selalu memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis dalam melaksanakan Kerja Praktek dan menyusun laporan ini.
2. Ayah dan Ibu penulis yang telah memberikan kasih sayang, doa restu, dukungan moril dan materi, serta adik penulis yang selalu memberikan semangat.
3. Bapak Ir. Saharudin, S.T., M.Eng.Sc, IPM, selaku Ketua Prodi Teknik Elektro Institut Teknologi Indonesia.
4. Ibu Ir. Ulfah Khairiyah Luthfiyani, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing yang telah membantu dan memberikan masukan kepada penulis dalam melaksanakan penulisan Tugas Akhir.
5. Ibu Ir. Tita Aisyah, MT, IPM., selaku Koordinator Tugas Akhir yang tak pernah lelah untuk selalu mengingatkan dan memberikan nasihatnya.
6. Bapak Foriyanto Wicaksono selaku Supervisor PT. PLN (Persero) UP3 Depok yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengambil data pembebanan pada wilayah PT. PLN (Persero) UP3 Depok.
7. Terima kasih kepada seluruh dosen Teknik Elektro Institut Teknologi Indonesia, yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan selama ini.
8. Kak Dea Putri Ananda yang telah memberikan semangat, masukan, dan bantuan untuk memperlancar penulisan Tugas Akhir.
9. Kepada kawan – kawan seperjuangan Roja, Bayong, Boyan, Pixel, Mila, Kemal, Ayu, Ichut yang memberikan *support system* dan doa dari jauh.

10. Kawan dekat di kampus ITI Syarah, Inal, Ariq dan lain lain yang telah memberikan semangat dan doa kepada penulis.
11. Angga, Arjun, Ade, Fajar, Fikri, Iqbal, Haris, Ryan, Arif, Irsyad, Qori, Zidane, Eko, Shafira, Aulia, dan seluruh teman-teman Teknik Elektro 2018 yang telah membuat masa perkuliahan penulis menjadi sangat berkesan.
12. Kepada Angkatan 2019 elektro ITI khususnya Adit, Muslikhan, Aji, Melin, Cica, dan lain – lain yang telah menghibur saat penulisan Tugas Akhir.
13. Terimakasih untuk penghuni SG yang telah menemani dan membantu dalam penulisan Tugas Akhir.
14. Keluarga Besar Himpunan Mahasiswa Elektro Institut Teknologi Indonesia beserta *Workshop* Himpunan Mahasiswa Elektro yang selalu memberikan masukan dan juga pengalaman.

Penulis mengucapkan permohonan maaf apabila terdapat kesalahan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini. Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan. Akhir kata, penulis berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak khususnya dalam menunjang kemajuan Teknik Elektro Institut Teknologi Indonesia dan Bangsa Indonesia. Aamiin.

Semoga ALLAH SWT membalas semua bantuan dan doa dengan kebaikan kepada seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam proses penulisan Tugas Akhir.

Wassalammualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR / SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Institut Teknologi Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ahmad Farhan

NPM : 1111800034

Program Studi : Teknik Elektro

Jenis Karya : Tugas Akhir / Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Teknologi Indonesia Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Analisis Predictive Maintenance Transformator Dengan Metode *Supervised Learning* Pada Gardu Distribusi 20 kV

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Institut Teknologi Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir/Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Tangerang Selatan

Pada Tanggal 6 Februari 2023

Yang Menyatakan,

(Ahmad Farhan)

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR / SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik	4
2.2 Gardu Distribusi.....	5
2.3 Komponen Gardu Distribusi	6
2.4 Komponen Papan Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB TR).....	7
2.5 Transformator	9
2.6 Gangguan Pada Gardu Distribusi	9
2.6.1 Hubung Singkat	10
2.6.2 Gangguan Beban Lebih	10
2.6.3 Gangguan Tegangan Lebih.....	11
2.7 Pengertian dan Tujuan Pemeliharaan	11
2.8 Pemodelan <i>Supervised Learning</i>	12

2.8.1	Neural network	12
2.8.2	K-Nearest Neighbor (KNN).	13
2.8.3	Naive Bayes	14
2.8.4	Logistic Regression	15
2.8.5	Random Forest.....	16
2.8.6	Decision Tree.....	17
2.9	Evaluasi Model	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		20
3.1	Objek Penelitian.....	20
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian.....	20
3.3	Perlengkapan Pendukung.....	20
3.4	Pengumpulan Data	20
3.5	Metode Penelitian	22
3.6	Metode Pemodelan	24
3.6.1	<i>Preprocessing</i>	24
3.6.2	Proses Modeling	25
3.6.3	<i>Model Evaluation</i>	25
BAB IV PEMBAHASAN		27
4.1.	Business Understanding.....	27
4.2.	Data Understanding	28
4.3.	Data Preprocessing	29
4.4.	Modeling	35
4.4.1	<i>Workflow</i> Pemodelan Menggunakan <i>Orange</i>	36
4.4.2	Analisis Pemodelan Menggunakan <i>Neural network</i>	46
4.4.3	Perbandingan <i>Model Supervised Learning</i>	53
4.5.	Evaluation	61

4.5.1	Widget Confution Matriks.....	63
4.5.2	Widget Scater Plot.....	65
4.5.3	Rekomendasi Pemeliharaan.....	68
BAB V KESIMPULAN		70
DAFTAR PUSTAKA.....		71
LAMPIRAN		73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Penyaluran distribusi tenaga listrik.....	5
Gambar 2. 2 Komponen gardu distribusi.....	6
Gambar 2. 3 Papan Bagi Hubung Tegangan Ringan (PHBTR).	8
Gambar 2. 4 Arsitektur Neural network	13
Gambar 3. 1 Metode Penelitian	22
Gambar 3. 2 Metode pemodelan.....	24
Gambar 4. 1 Workflow preprocessing.....	29
Gambar 4. 2 Output pada widget file.....	30
Gambar 4. 3 Distribusi data pada <i>widget future statistic</i>	31
Gambar 4. 4 <i>Widget preprocessing</i>	32
Gambar 4. 5 Percobaan 1 pada <i>select columns</i>	33
Gambar 4. 6 Percobaan 2 pada widget <i>select columns</i>	33
Gambar 4. 7 Pembagian dataset pada <i>widget data sampler</i>	35
Gambar 4. 8 <i>Workflow</i> pemodelan <i>orange data mining</i>	36
Gambar 4. 9 <i>Workflow</i> perbandingan model <i>supervised learning</i>	37
Gambar 4. 10 Model K-NN.....	38
Gambar 4. 11 Model <i>decision tree</i>	38
Gambar 4. 12 Model <i>random forest</i>	39
Gambar 4. 13 Model <i>neural network</i>	40
Gambar 4. 14 Model <i>naive bayes</i>	41
Gambar 4. 15 Model <i>logistic regresion</i>	41
Gambar 4. 16 Hasil perbandingan model pada <i>widget test and score</i>	42
Gambar 4. 17 Hasil pada <i>widget ROC analysis</i>	43
Gambar 4. 18 Hasil pada <i>widget confution matrixs</i>	43
Gambar 4. 19 <i>Workflow</i> prediksi klasifikasi.....	44
Gambar 4. 20 Hasil pada <i>widget prediction</i>	45
Gambar 4. 21 Hasil pada <i>widget scatter plot</i>	45
Gambar 4. 22 Pengujian 1 <i>neural network</i>	46
Gambar 4. 23 Hasil pengujian 1 <i>neural network</i>	46
Gambar 4. 24 Pengujian 2 <i>neural network</i>	47

Gambar 4. 25 Hasil pengujian 2 <i>neural network</i>	47
Gambar 4. 26 Pengujian 3 <i>neural network</i>	48
Gambar 4. 27 Hasil pengujian 3 <i>neural network</i>	48
Gambar 4. 28 Pengujian 4 <i>neural network</i>	48
Gambar 4. 29 Hasil pengujian 4 <i>neural network</i>	49
Gambar 4. 30 Pengujian 5 <i>neural network</i>	49
Gambar 4. 31 Hasil pengujian 5 <i>neural network</i>	49
Gambar 4. 32 Pengujian 6 <i>neural network</i>	50
Gambar 4. 33 Hasil pengujian 6 <i>neural network</i>	50
Gambar 4. 34 Pengujian 7 <i>neural network</i>	50
Gambar 4. 35 Hasil pengujian 7 <i>neural network</i>	51
Gambar 4. 36 Pengujian 8 <i>neural network</i>	51
Gambar 4. 37 Hasil pengujian 8 <i>neural network</i>	51
Gambar 4. 38 Pengujian 9 <i>neural network</i>	52
Gambar 4. 39 Hasil pengujian 9 <i>neural network</i>	52
Gambar 4. 40 Workflow perbandingan supervised learning dan output.....	53
Gambar 4. 41 Confution matriks model K-NN	54
Gambar 4. 42 <i>Confution matriks</i> model <i>decision tree</i>	55
Gambar 4. 43 <i>Confution matriks</i> model <i>naive bayes</i>	56
Gambar 4. 44 <i>Confution matriks</i> model <i>random forest</i>	57
Gambar 4. 45 <i>Confution matriks</i> model <i>logistic regression</i>	58
Gambar 4. 46 <i>Confution matriks</i> model <i>neural network</i>	59
Gambar 4. 47 ROC analysis pada status overload.....	60
Gambar 4. 48 ROC analysis pada status normal	60
Gambar 4. 49 <i>ROC analysis</i> pada status <i>underload</i>	61
Gambar 4. 50 Keterangan warna kurva	61
Gambar 4. 51 Hasil <i>widget predictions</i> pada pemodelan <i>neural network</i>	62
Gambar 4. 52 <i>Confution matriks</i> <i>neural networks</i> prediksi.....	63
Gambar 4. 53 <i>ROC analysis</i> pada status normal	64
Gambar 4. 54 <i>ROC analysis</i> pada status <i>overload</i>	64
Gambar 4. 55 <i>ROC analysis</i> pada status <i>underload</i>	65
Gambar 4. 56 Hasil <i>widget scatter plot</i>	66

Gambar 4. 57 *Scatter plot* status *overload* dengan label nama gardu 66

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Data sampel pembebanan transformator	21
Tabel 4. 1 Output pada widget file	30
Tabel 4. 2 Hasil dari percobaan 1	34
Tabel 4. 3 Hasil dari percobaan 2	34
Tabel 4. 4 Rekap hasil pengujian <i>neural network</i>	52
Tabel 4. 5 Hasil prediksi model K-NN	54
Tabel 4. 6 Hasil prediksi model <i>decision tree</i>	55
Tabel 4. 7 Hasil prediksi model naive bayes	56
Tabel 4. 8 Hasil prediksi model random forest.....	57
Tabel 4. 9 Hasil prediksi model logistic regression.....	58
Tabel 4. 10 Hasil prediksi model neural network.....	59
Tabel 4. 11 Hasil confusion matriks prediksi.....	63
Tabel 4. 12 Hasil prediksi transformator berstatus <i>overload</i>	67