



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - EE 184801

PERANCANGAN APLIKASI FORM TERINTEGRASI PADA  
SUPERVISI PENGOPERASIAN GARDU DISTRIBUSI  
MENGUNAKAN SOFTWARE ANDROID STUDIO

Avian Lukman Setya Budi  
NRP 07111640000055

Dosen Pembimbing  
Ir. Sjamsjul Anam, MT.  
Dr. Ir. Ni Ketut Aryani, MT.

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO  
Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember





**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - EE184801

**PERANCANGAN APLIKASI FORM TERINTEGRASI PADA  
SUPERVISI PENGOPERASIAN GARDU DISTRIBUSI  
MENGUNAKAN SOFTWARE ANDROID STUDIO**

Avian Lukman Setya Budi  
NRP 07111640000055

Dosen Pembimbing  
Ir. Sjamsjul Anam, MT.  
Dr. Ir. Ni Ketut Aryani, MT.

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO  
Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas  
Institut Teknologi Sepuluh November  
Surabaya 2019





**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT - EE184801

**INTEGRATED FORM APPLICATION DESIGN ON POWER  
SUBSTATION OPERATION SUPERVISION WITH ANDROID  
STUDIO SOFTWARE**

Avian Lukman Setya Budi  
NRP 0711164000055

Supervisor  
Ir. Sjamsjul Anam, MT.  
Dr. Ir. Ni Ketut Aryani, MT.

ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT  
Faculty of Intelligent Electrical and Informatics Technology  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2019



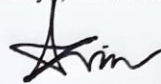
## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul "Perancangan Aplikasi Form Terintegrasi pada Supervisi Pengoperasian Gardu Distribusi menggunakan Software Android Studio" adalah merupakan hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

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

Surabaya, Desember 2019



Avian Lukman Setya Budi  
NRP 0711164000055





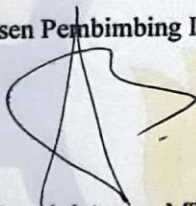
**PERANCANGAN APLIKASI FORM TERINTEGRASI  
PADA SUPERVISI PENGOPERASIAN GARDU  
DISTRIBUSI MENGGUNAKAN SOFTWARE  
ANDROID STUDIO**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk Memenuhi Sebagai Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada  
Bidang Studi Teknik Sistem Tenaga  
Departemen Teknik Elektro  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

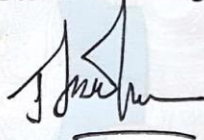
Menyetujui:

Dosen Pembimbing I



Ir. Sjamsjul Anam, MT.  
NIP. 196307251990031002

Dosen Pembimbing II



Dr. Ir. Ni Ketut Aryani, MT.  
NIP. 196509011991032002





# **PERANCANGAN APLIKASI FORM TERINTEGRASI PADA SUPERVISI PENGOPERASIAN GARDU DISTRIBUSI MENGGUNAKAN SOFTWARE ANDROID STUDIO**

Avian Lukman Setya Budi-0711164000055

Pembimbing: 1. Ir. Sjamsjul Anam, MT  
2. Dr. Ir. Ni Ketut Aryani, MT.

## **ABSTRAK**

Pada tugas akhir ini akan merancang sebuah aplikasi untuk menginput dan mengintegrasikan data pada setiap kegiatan pada pengoperasian gardu distribusi pada jaringan distribusi 20 kV. Pada aplikasinya dengan pembuatan aplikasi berbentuk form yang sudah siap untuk diinput, ditambahkan sebuah aplikasi terintegrasi dengan file laporan yang bisa segera dicetak. Karena dari cara kerja aplikasi tersebut, aplikasi ini bisa memberikan kepastian untuk pendataan gardu distribusi yang siap dioperasikan, berbeda dengan cara sebelumnya yang cenderung manual dan butuh waktu lama untuk penjadwalan hingga pengoperasian kemudian ke pembuatan laporan. Untuk menyelesaikan permasalahan ini, data yang telah diinput dalam aplikasi tersebut secara otomatis menginput data ke file laporan yang valid, dan untuk menampilkan gardu distribusi tersebut layak dioperasikan atau tidak harus dicek secara keseluruhan sehingga ketika mendapatkan keseluruhan datanya, bisa dicetak secara langsung dengan persetujuan, sebuah perintah kerja untuk kegiatan pengoperasian. Dari aplikasi tersebut diharapkan bisa mempercepat kinerja Supervisi Pengoperasian Gardu Distribusi.

**Kata kunci:** Aplikasi, Form, Gardu Distribusi, Integrasi, Supervisi Pengoperasian



# ***INTEGRATED FORM APPLICATION DESIGN ON POWER SUBSTATION OPERATION SUPERVISION WITH ANDROID STUDIO SOFTWARE***

Avian Lukman Setya Budi-07111640000055

*Supervisor:* 1. Ir. Sjamsjul Anam, MT.  
2. Dr. Ir. Ni Ketut Aryani, MT.

## ***ABSTRACT***

*This final project will design an application to input and integrate data on each activity in the operation of distribution substations on a 20 kV distribution network. In its application by making an application in the form of a dataform that is ready to be inputted, added an integrated application with a report file that can be printed immediately. Because of the way the application works, this application can provide certainty for data collection in distribution substations that are ready to operate, different from the previous way that tends to be manual and takes a long time for scheduling until operation then to report generation. To solve this problem, the data that has been inputted in the application automatically inputs the data into a valid report file, and to display the distribution substation is feasible to operate or does not have to be checked as a whole so that when getting the entire data, it can be printed directly with approval, a work order for operating activities. The application is expected to accelerate the performance of the Distribution Substation Operation Supervision.*

***Key words:*** Application, Form, Distribution Substation, Integration, Operation Supervision.



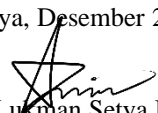
## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan atas rahmat dan karunia yang telah diberikan oleh Allah Subhanahu wa Ta'ala sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir yang berjudul “Perancangan Aplikasi Form Terintegrasi pada Supervisi Pengoperasian Gardu Distribusi menggunakan Software Android Studio”. Penulis ingin mengucapkan banyak terimakasih atas bantuan dan dukungan yang telah diberikan selama pengerjaan tugas akhir ini kepada:

1. Bapak Iwan Setya Budi dan Ibu Evida Mei Milawati selaku orang tua yang senantiasa memberikan semangat dan doa, tidak lupa juga kepada Abah H. M. Soetikno dan .Umik Hj. Siti Rachmah Moeljani.
2. Bapak Sjamsul Anam selaku dosen pembimbing satu yang memberikan pengarahan, saran dan motivasi.
3. Ibu Ni Ketut Aryani selaku dosen pembimbing dua sekaligus dosen wali yang selalu memberikan ilmu dan bimbingan.
4. Bapak Dedet Candra Riawan, Bapak Ronny Mardiyanto, Bapak I Made Yulistya, dan Bapak Ardyono Priyadi yang telah memberikan kesempatan untuk melaksanakan Program Magang Mahasiswa Bersertifikat di PT PLN (Persero) Batch 2.
5. Seluruh rekan Elektro 2016, rekan organisasi dan rekan kepanitiaan yang telah memberikan kerja sama yang baik.
6. Helmi Handani, Andri Adnan Kholis, dan Shely Cintia Pratiwi beserta seluruh rekan kantor PT PLN (Persero) UP3 Surabaya Utara dan ULP Perak yang telah memberikan inspirasi untuk judul ini.
7. Ratri Bodromulatsih, Hanif Solvianto, dan Fitra Alghifari Suhardi sebagai katalisator utama.

Dalam penulisan tugas akhir ini dimungkinkan tidak luput dari kesalahan. Kritik dan saran sangat diharapkan untuk memperbaiki semua kesalahan. Harapan terakhir semoga tugas ini dapat bermanfaat bagi seluruh mahasiswa dan dapat dijadikan sebagai acuan di dunia insdustri.

Surabaya, Desember 2019

  
Avian Lukman Setya Budi  
NRP 07111640000055





# DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	v
TUGAS AKHIR	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xxi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Permasalahan .....	2
1.3. Tujuan .....	2
1.4. Batasan Masalah .....	2
1.5. Metodologi .....	3
1.6. Sistematika .....	4
1.7. Relevansi .....	4
BAB 2 DASAR TEORI	5
2.1. <i>Gardu Distribusi Pasangan Luar</i> [5][8][12] .....	5
2.2. Integrasi Aplikasi <i>Android</i> .....	10
2.3. Analisa Data Trafo.....	10
2.3.1. Kapasitas Daya dan Vektor Grup.....	10
2.3.2. Kondisi Trafo dan Susut Usia Trafo.....	11
2.4. Analisa Sempurna Konstruksi[5][12] .....	12
2.4.1. Jenis Tiang dan Tinggi Tiang[12] .....	12
2.4.2. <i>Travers (Cross Arm)</i> dan Dudukan Trafo.....	17
2.4.3. Pondasi Tiang[12] .....	17
2.4.4. Andongan[12] .....	18

2.4.5.	Pembumian.....	19
2.4.6.	<i>Pole Supporter</i> .....	20
2.4.7.	<i>Fuse Link (Fuse Cut Out)</i> .....	21
2.4.8.	<i>NH Fuse</i> .....	22
2.4.9.	<i>Lightning Arrester</i> .....	22
2.4.10.	Panel Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR).....	23
2.5.	Analisa Sempurna Right of Way (RoW)[8].....	24
2.6.	Analisa Sempurna Pengukuran.....	26
2.6.1.	Tahanan Pembumian[3].....	26
2.6.2.	Tahanan Isolasi Transformator[3] .....	27
2.6.3.	Tegangan Pengenal (Tap Transformator)[5][8] .....	28
2.6.4.	Ketidakseimbangan Beban[13] .....	28
2.6.5.	Jatuh Tegangan[13] .....	29
2.6.6.	<i>Artificial Neural Network</i> [2][9].....	31
<b>BAB 3 PERANCANGAN ALS-PRO</b>		<b>33</b>
3.1.	Garis Besar Kerja Aplikasi[1][10].....	33
3.2.	Rincian langkah kerja aplikasi.....	34
3.2.1.	<i>Login</i> .....	34
3.2.2.	Foto pekerjaan, tanda tangan, dan target trafo .....	35
3.2.3.	Pengisian data trafo .....	35
3.2.4.	Pengisian sempurna konstruksi .....	35
3.2.5.	Pengisian sempurna <i>Right of Way</i> .....	37
3.2.6.	Pengisian sempurna pengukuran.....	38
3.2.7.	Berita Acara dan Rekomendasi .....	38
3.3.	<i>Big Data</i> [2][11] .....	39
3.4.	Metode <i>Deep Learning</i> [11].....	40

3.4.1.	<i>Neural Network Architecture</i> [9][11] .....	40
3.4.2.	<i>Multilayer Perceptron</i> [4][14].....	42
3.5.	Peramalan Beban[7].....	43
3.5.1.	Data Awal Peramalan Beban .....	43
3.5.2.	Peramalan Beban Jangka Menengah .....	48
3.5.3.	Terminasi[10].....	49
3.6.	Faktor Pembebanan Distribusi[6].....	50
3.6.1.	<i>Demand</i> .....	50
3.6.2.	<i>Maximum Demand</i> .....	51
3.6.3.	Beban Terpasang .....	51
3.6.4.	Beban Rata-rata .....	51
3.6.5.	<i>Load Factor</i> .....	52
3.6.6.	<i>Demand Factor</i> .....	52
3.6.7.	<i>Utility Factor</i> .....	52
3.6.8.	<i>Diversity Factor</i> .....	53
3.6.9.	Faktor Kebersamaan / Keserempakan .....	54
3.6.10.	Faktor Rugi-rugi beban.....	54
3.7.	Penentuan Rekomendasi .....	54
<b>BAB 4 PENGUJIAN DAN ANALISA</b>		<b>61</b>
4.1.	Pengujian Aplikasi .....	61
4.1.1.	Pengujian Keamanan dan Validasi Personal.....	61
4.1.2.	Validasi Laporan Supervisi[11] .....	63
4.1.3.	Penentuan Target Trafo[9] .....	68
4.1.4.	Pengisian Data dan Tombol Bantuan .....	70
4.1.5.	Pengujian Form Data Trafo.....	73
4.1.6.	Pengujian Form Sempurna <i>Right of Way (RoW)</i> .....	76

4.1.7.	Pengujian Form Sempurna Konstruksi.....	78
4.1.8.	Pengujian Form Sempurna Pengukuran .....	80
4.1.9.	Pengujian Tombol Detail .....	83
4.1.10.	Validasi Data Supervisi[14].....	85
4.1.11.	Pengujian <i>Layer</i> Cek Ulang dan Berita Acara[11].....	87
4.2.	Analisa Hasil .....	94
4.2.1.	Pemetaan Karakteristik Beban .....	94
4.2.2.	Form Rekomendasi Kegiatan.....	103
4.2.3.	Waktu proses.....	107
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	109
5.1.	Kesimpulan.....	109
5.2.	Saran .....	109
DAFTAR PUSTAKA		xiii
LAMPIRAN		xv
BIODATA PENULIS		xxv

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Saluran Udara Tegangan Menengah .....	6
<b>Gambar 2.2</b> Transformator.....	7
<b>Gambar 2.3</b> Panel Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR) .....	8
<b>Gambar 2.4</b> Konstruksi dan Instalasi Gardu.....	9
<b>Gambar 2.5</b> Jenis Tiang dan Tinggi Tiang Gardu 1 Tiang[12].....	15
<b>Gambar 2.6</b> Jenis Tiang dan Tinggi Tiang Gardu 2 Tiang[12].....	16
<b>Gambar 2.7</b> <i>Cross Arm (Travers)</i> dan Dudukan Trafo sesuai standar .	17
<b>Gambar 2.8</b> Andongan sesuai standar .....	19
<b>Gambar 2.9</b> <i>Pole Supporter</i> sesuai standar .....	20
<b>Gambar 2.10</b> <i>Fuse Cut Out and Fuse Link</i> .....	21
<b>Gambar 2.11</b> <i>NH Fuse</i> .....	22
<b>Gambar 2.12</b> <i>Lightning Arrester</i> .....	23
<b>Gambar 2.13</b> Jarak Aman sesuai standar .....	25
<b>Gambar 2.14</b> Vektor Diagram Arus .....	29
<b>Gambar 3.2</b> Logika <i>Artificial Neural Network</i> .....	31
<b>Gambar 3.3</b> Proses Matematis Logika <i>Artificial Neural Network</i> .....	32
<b>Gambar 3.1</b> Logo ALS-PRO.....	33
<b>Gambar 3.4</b> Konsep Arsitektur <i>Artificial Neural Network</i> .....	40
<b>Gambar 3.5</b> Konsep Arsitektur <i>Multi-layer Artificial Neural Network</i>	41
<b>Gambar 3.6</b> <i>Multilayer Perceptron</i> .....	42
<b>Gambar 3.8</b> <i>Flow chart</i> penggunaan aplikasi ALS-PRO[10].....	56
<b>Gambar 3.9</b> <i>Flow chart</i> pengerjaan tugas akhir.....	57
<b>Gambar 3.10</b> <i>Flow chart</i> perhitungan <i>utility factor</i> dengan perbandingan <i>forecast</i> beban[6] .....	58
<b>Gambar 3.11</b> <i>Flow chart</i> pembuatan aplikasi ALS-PRO dengan <i>Multilayer Perceptron</i> .....	59
<b>Gambar 3.12</b> Kontribusi ALS-PRO pada pelaksanaan supervisi PLN....	60
<b>Gambar 4.25</b> Wilayah Kerja ULP Perak dan Pemetaan beban berdasarkan pelanggan setiap daerah.....	43
<b>Gambar 4.1</b> Grafik antara jumlah gardu terhadap beban dalam Persen	46
<b>Gambar 4.1</b> Perbandingan peramalan beban jangka pendek dan menengah.....	48

<b>Gambar 4.2</b>	Tampilan awal untuk keamanan aplikasi.....	62
<b>Gambar 4.3</b>	Pemilihan jenis pekerjaan .....	65
<b>Gambar 4.4</b>	Masukan validasi laporan .....	65
<b>Gambar 4.5</b>	Pengambilan foto pra-pekerjaan .....	66
<b>Gambar 4.6</b>	Pengambilan tanda tangan pengawas pekerjaan .....	67
<b>Gambar 4.7</b>	Masukan target trafo.....	69
<b>Gambar 4.8</b>	Pilihan pengisian data.....	71
<b>Gambar 4.9</b>	Tombol Bantuan.....	72
<b>Gambar 4.10</b>	Masukan data trafo .....	74
<b>Gambar 4.11</b>	Tampilan setelah form terisi .....	75
<b>Gambar 4.12</b>	Masukan sempurna <i>right of way</i> .....	77
<b>Gambar 4.13</b>	Masukan sempurna konstruksi.....	79
<b>Gambar 4.14</b>	Masukan sempurna pengukuran 1.....	81
<b>Gambar 4.15</b>	Masukan sempurna pengukuran 2.....	82
<b>Gambar 4.16</b>	Tombol detail .....	83
<b>Gambar 4.17</b>	Isi tombol detail.....	84
<b>Gambar 4.18</b>	Masukan foto pasca-pekerjaan yang sudah terisi.....	86
<b>Gambar 4.19</b>	Masukan foto pasca-pekerjaan dengan <i>GPS Map Camera</i> .....	87
<b>Gambar 4.20</b>	Cek Ulang Berita Acara.....	89
<b>Gambar 4.21</b>	Validasi Berita Acara .....	90
<b>Gambar 4.22</b>	<i>Form</i> Rekomendasi .....	91
<b>Gambar 4.23</b>	Validasi Foto Pra Pekerjaan dan Pasca Pekerjaan .....	92
<b>Gambar 4.24</b>	Hasil PDF Berita Acara .....	93
<b>Gambar 4.26</b>	<i>Utility Factor</i> untuk Pengukuran Siang.....	95
<b>Gambar 4.27</b>	<i>Utility Factor</i> untuk Pengukuran Malam.....	95
<b>Gambar 4.28</b>	Komparasi <i>Utility Factor</i> dengan rata-rata .....	96
<b>Gambar 4.29</b>	<i>Demand Factor</i> untuk Pengukuran Siang.....	97
<b>Gambar 4.30</b>	<i>Demand Factor</i> untuk Pengukuran Malam .....	97
<b>Gambar 4.31</b>	Komparasi <i>Demand Factor</i> dengan rata-rata.....	98
<b>Gambar 4.32</b>	Beban rata-rata untuk Pengukuran Siang .....	99
<b>Gambar 4.33</b>	Beban rata-rata untuk Pengukuran Malam .....	99
<b>Gambar 4.34</b>	Komparasi Beban rata-rata terhadap beban tahunan....	100
<b>Gambar 4.35</b>	Beban puncak untuk Pengukuran Siang .....	101
<b>Gambar 4.36</b>	Beban puncak untuk Pengukuran Malam .....	101
<b>Gambar 4.37</b>	Komparasi Beban puncak terhadap beban tahunan.....	102

**Gambar 4.38** Komparasi Beban puncak terhadap beban tahunan..... 103  
**Gambar 4.39** Optimasi total kapasitas beban terpasang ..... 104  
**Gambar 4.40** Optimasi *load factor* pada pengukuran siang ..... 105  
**Gambar 4.41** Optimasi *load factor* pada pengukuran malam. .... 105  
**Gambar 4.42** Waktu inspeksi ..... 108







## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1.</b> Vektor Grup terhadap Kapasitas Daya	11
<b>Tabel 2.2.</b> Batasan bagian komponen transformator	11
<b>Tabel 2.3.</b> Pemilihan <i>HRC Fuse</i> sesuai standar SPLN pada Buku Distribusi Kriteria Desain Konstruksi TM	12
<b>Tabel 2.4.</b> Pemilihan Pembatas Arus TM dan TR sesuai standar 1 tiang	13
<b>Tabel 2.5.</b> Batas panjang kabel udara jaringan TR sesuai standar 1 tiang	13
<b>Tabel 2.6.</b> Pemilihan Pembatas Arus TM dan TR sesuai standar 2 tiang	13
<b>Tabel 2.7.</b> Batas panjang kabel udara jaringan TR sesuai standar 2 tiang	14
<b>Tabel 2.8.</b> Pemilihan Pondasi gardu sesuai standar	18
<b>Tabel 2.9.</b> Batas maksimal andongan kabel sesuai standar	18
<b>Tabel 2.10.</b> Spesifikasi PHB-TR sesuai standar	24
<b>Tabel 2.11.</b> Batas jarak aman sesuai standar	24
<b>Tabel 2.12.</b> Batas minimal dan standar tahanan isolasi pada transformator	27
<b>Tabel 2.13.</b> Standar tegangan sadapan pada transformator	28
<b>Tabel 4.1</b> Pemetaan Beban Berdasarkan Peta Statistik Beban Pelanggan .....	44
<b>Tabel 4.8</b> Usulan pengubahan kapasitas trafo.....	46
<b>Tabel 4.2</b> Hasil pencatatan bentangan nilai <i>demand factor</i> , <i>diversity factor</i> , dan <i>load factor</i> untuk beban di ULP Perak.....	94
<b>Tabel 4.3</b> Hasil perhitungan <i>utility factor</i> untuk menentukan peramalan beban .....	94
<b>Tabel 4.4</b> Hasil perhitungan <i>demand factor</i> untuk menentukan peramalan beban .....	96
<b>Tabel 4.5</b> Hasil perhitungan beban rata-rata untuk menentukan peramalan beban dengan satuan ampere .....	98
<b>Tabel 4.6</b> Hasil perhitungan beban puncak untuk menentukan peramalan beban dengan satuan ampere .....	100
<b>Tabel 4.7</b> Hasil peramalan beban .....	102

**Tabel 4.9** Hasil perhitungan *load factor* untuk optimasi keandalan . 104  
**Tabel 4.10** Hasil perhitungan faktor rugi-rugi beban untuk optimasi keandalan..... 106  
**Tabel 4.11** Hasil pencatatan waktu rata-rata 271 trafo dengan ALS-PRO dalam satuan jam..... 107



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Instalasi Jaringan Tegangan Menengah 20 kV adalah instalasi yang saat ini dipakai sebagai stakeholder Distribusi Tenaga Listrik. Pada instalasi jaringan tegangan menengah ini kita harus mengoperasikannya terlebih dahulu sebelum listrik bisa disalurkan menjadi sistem jaringan tegangan rendah atau saluran rumah.

Pada pelaksanaannya seringkali ketika ada kegiatan pengoperasian, di lapangan sangat lama untuk menentukan gardu distribusi tersebut atau yang sudah dipasang, sudah boleh dioperasikan atau belum. Seringkali pengecekan yang dilakukan oleh pihak pertama atau PLN terlalu lama dalam proses persetujuan pengoperasian dikarenakan terkendala proses pelaporan kelengkapan dan kesiapan gardu distribusi.

Pada masa ini, telah berkembang banyak aplikasi yang dioperasikan dengan *smartphone* dan mayoritas *smartphone* tersebut dikuasai oleh platform *Android*. Dengan membeludaknya pengguna *smartphone* berbasis *Android* di dunia saat ini, penulis ingin memanfaatkan teknologi kecerdasan buatan yang ada didalam platform *Android* ini menjadi suatu aplikasi yang bisa membantu pelaksanaan kinerja pemeliharaan dan pengoperasian sistem tenaga listrik.

Pekerjaan yang saat ini sering dilaksanakan oleh PLN di Jaringan Tegangan Menengah yaitu untuk melakukan supervisi pekerjaan pemeliharaan atau pengoperasian Gardu Distribusi. Gardu Distribusi banyak dijumpai dalam bentuk Gardu Cantol dan Gardu Portal. Supervisi Pengoperasian dalam pelaksanaannya dilakukan harus dengan *Standing Operational Procedure* yang berlaku pada saat itu, namun jarak antara perencanaan hingga penulisan laporan berbentuk berita acara tidak dilakukan pengkajian ulang.

Pada sistem pelaporan yang ada saat ini, menjadwalkan pengoperasian gardu distribusi dalam bentuk apapun seperti pengoperasian Trafo sisipan, pengoperasian uprating trafo butuh banyak hal yang harus dicek seperti konstruksi, pengukuran, hingga kelengkapan aksesoris, hal ini menjadi terlampau lama dan seringkali mengambil data sebelumnya sebagai dasar pengoperasian.

Berangkat dari motif dimana ingin mempercepat kinerja pengoperasian pada saat kegiatan pelaksanaan dan mengoptimalkan

waktu, maka diperlukan sebuah aplikasi yang bisa secara langsung menerbitkan laporan pengoperasian sehingga bisa mempercepat waktu untuk gardu distribusi tersebut dioperasikan.

Di PLN, sudah ada cara manual sebelumnya dimana ketika akan dijadwalkan pengoperasian pasti diwajibkan kehadiran salah satu personil dari PLN untuk melakukan pengecekan secara total, namun masih belum terlalu efektif mengingat kegiatan pengoperasian harus menunggu laporan validasi hasil pengecekan dan melihat data historis sedangkan saat ini sudah menggunakan Internet of Things.

## **1.2. Permasalahan**

Proses perencanaan pekerjaan hingga evaluasi pekerjaan dituliskan dalam bentuk laporan yang terstruktur. Namun belum ada yang mengoleksi data historis yang secara *real-time* bisa diakses oleh pelaksana supervisi pekerjaan gardu distribusi, sehingga analisa harus dilakukan secara manual, bahkan seringkali diabaikan karena keterbatasan material saat pekerjaan. Maka kondisi ini juga memperjelas dibutuhkannya desain alat yang bisa secara langsung melakukan analisa sekaligus melihat rekomendasi perencanaan yang ada, sehingga pelaksana supervisi bisa memberikan keputusan pelaksanaan pekerjaan guna optimasi keandalan jaringan tegangan menengah di area tersebut.

## **1.3. Tujuan**

Tujuan dari tugas akhir ini adalah mempermudah pelaksana supervisi pekerjaan pemeliharaan atau dan pengoperasian gardu distribusi tegangan menengah dalam menganalisa dan memberikan rekomendasi baik untuk perencanaan pekerjaan selanjutnya maupun memberikan arahan kerja kepada pelaksana teknis pada saat dilakukan pekerjaan dengan mempertimbangkan data historis dari lokasi dilaksanakan pekerjaan..

## **1.4. Batasan Masalah**

1. Tidak membahas prinsip kerja dan penurunan rumus masing-masing aspek sempurna analisa secara detail.
2. Membahas bagaimana penerapan aplikasi *ALS-PRO* dalam pekerjaan.
3. Membandingkan data yang sudah ada dengan yang telah dilakukan optimasi menggunakan alat.
4. Membahas sekilas tentang eksternal sistem.

## 5. Hanya membahas Gardu Distribusi Pasangan Luar.

### 1.5. Metodologi

Dalam pengerjaan tugas akhir ini, proses yang pertama kali dilakukan adalah melakukan studi literatur karena dalam tugas akhir ini akan diterapkan sebuah aplikasi berbasis *Android* yang siap operasi di lingkungan pekerjaan. Studi literatur bertujuan untuk mendapatkan pemahaman bagaimana proses pengerjaan dari aplikasi berbasis *Android* ini hingga mencapai tujuan akhir yaitu terapan aplikasi ini sendiri, mengoptimasi keandalan pada jaringan tegangan menengah melalui pengumpulan data, analisa, hingga rekomendasi perencanaan kegiatan.

Perancangan aplikasi ini dimulai dengan penentuan data awal dan peninjauan data yang diharapkan yang dilanjut dengan menentukan proses yang dilakukan pada data awal untuk mencapai kondisi data yang diharapkan. Dari data yang sudah ada kemudian bisa diperoleh bahan analisa yang kemudian dilakukan perancangan kode untuk masing-masing bahan analisa. Dalam perancangan kode ini dibuatlah sebuah tabel yang berisi tiap data masukan dan parameter yang menjadi batasan untuk setiap bahan analisa untuk mempermudah perancangan kode berbasis fungsi hasil. Dari tabel yang telah dirancang itu kemudian dapat ditentukan kembali bahan analisa yang seperti apa yang menjadi bahan rekomendasi dan bahan analisa yang seperti apa yang butuh diberikan detail dasar analisa dan sumber standarnya.

Bahan analisa yang telah didefinisikan untuk detail dasar analisa dan bahan rekomendasi akan dilakukan validasi dengan foto pekerjaan, jika tidak ada foto pekerjaan yang dimasukkan di awal dan di akhir pekerjaan, maka data tidak akan dilakukan validasi sehingga data awal akan hangus, sedangkan yang telah ada foto pekerjaan akan dilakukan validasi selanjutnya. Bahan analisa yang sudah dianggap valid membutuhkan peran pelaksana supervisi pekerjaan hingga sudah dapat diyakini pekerjaan tersebut sudah berjalan dengan lancar tanpa ada kesalahan. Setelah selesai pekerjaan, dilakukan pencetakan berkas berita acara dan rekomendasi perencanaan kegiatan selanjutnya. Tahap terakhir dari pengerjaan tugas akhir ini sendiri adalah membuat pembukuan untuk laporan dari proses dan hasil dari pembuatan tugas akhir ini.

## 1.6. Sistematika

Dalam penulisan tugas akhir akan dibagi menjadi lima bab. Penjelasan dari masing-masing bab adalah sebagai berikut:

### **Bab I** Pendahuluan

Pendahuluann berisikan latar belakang, permasalahan, tujuan dan manfaat, batasan masalah, metodologi, sistematika dan relevansi.

### **Bab II** Dasar Teori

Dasar teori berisikan teori-teori pendukung dalam pengerjaan tugas akhir. Teori pendukung berupa dasar-dasar dari komponen bahan analisa dan atau bahan rekomendasi hingga penjelasan dari tatacara pembuatan aplikasi menggunakan *software Android Studio*.

### **Bab III** Perancangan ALS-PRO

Perancangan aplikasi akan membahas masing-masing data awal dalam bentuk bahan analisa pada *big data* dan bagaimana proses dari masing-masing analisa sehingga didapatkan rekomendasi pekerjaan. Serta membahas bagaimana proses perancangan kode pada *software Android Studio* hingga pengoperasian aplikasi *ALS-PRO* pada pekerjaan.

### **Bab IV** Hasil dan Analisa

Hasil dan analisa membahas hasil dari penerapan aplikasi *ALS-PRO* dan membandingkan dengan data sebelumnya yang belum dilakukan optimasi. Output dari aplikasi ini adalah sebuah *big data*.

### **Bab V** Penutup

Penutup berisikan kesimpulan dan saran dari hasil pembuatan tugas akhir.

## 1.7. Relevansi

Perancangan aplikasi form yang terintegrasi dengan big data yang lebih terstruktur dan dapat dipertanggungjawabkan sangat dibutuhkan dalam menjaga keandalan sistem jaringan tegangan menengah. Dengan menggunakan *software Android Studio* dalam pembuatan aplikasi *ALS-PRO*, pembuatan diharapkan akan menjadi lebih terarah dan pada saat terjadi masalah akan lebih mudah diidentifikasi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai acuan atau referensi dalam perancangan aplikasi selanjutnya, baik untuk proses pembelajaran maupun untuk proses pelaksanaan pekerjaan.

## **BAB 2**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1. Gardu Distribusi Pasangan Luar[5][8][12]**

Pengertian umum gardu distribusi tenaga listrik yang paling dikenal adalah suatu bangunan gardu listrik berisi atau terdiri dari instalasi Perlengkapan Hubung Bagi Tegangan Menengah (PHB-TM), Transformator Distribusi (TD) dan Perlengkapan Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR) untuk memasok kebutuhan tenaga listrik bagi para pelanggan baik dengan Tegangan Menengah (TM 20 kV) maupun Tegangan Rendah (TR 220/380V). Konstruksi gardu distribusi dirancang berdasarkan optimalisasi biaya terhadap maksud dan tujuan penggunaannya yang kadang kala harus disesuaikan dengan peraturan Pemda setempat.

Gardu distribusi pasangan luar yang dimaksudkan disini adalah sebuah gardu distribusi dari tegangan menengah menuju tegangan rendah dengan spesifikasi yang sering digunakan pada frekuensi 50 Hertz dan tegangan menengah 20kV. Bagian dari gardu distribusi pasangan luar ada 4 bagian utama:

1. Saluran Udara Tegangan Menengah

Jaringan distribusi tenaga listrik saluran udara ini, terutama untuk distribusi tenaga..listrik yang beroperasi secara radial, dengan jangkauan luas, biaya murah, dengan keandalan kontinuitas penyaluran minimal tingkat-2.

Pemakaian Saluran Udara sebagai sistem distribusi daerah perkotaan dapat dilakukan dengan memperpendek panjang saluran dan didesain menjadi struktur "*Radial Open Loop*".

Pemakaian penghantar berisolasi guna mengurangi akibat gangguan tidak menetap dan pemasangan kawat petir dapat meningkatkan tingkat kontinuitas penyaluran.

Tujuan daripada suatu sistem proteksi pada Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) adalah mengurangi sejauh mungkin pengaruh gangguan pada penyaluran tenaga listrik serta memberikan perlindungan yang maksimal bagi operator, lingkungan dan peralatan dalam hal terjadinya gangguan yang menetap (permanen).



Gambar 2.1 Saluran Udara Tegangan Menengah

## 2. Transformator

Transformator adalah bagian / komponen yang paling mahal dari instalasi gardu dan ditempatkan pada posisi yang paling jauh dari pintu gardu. Pada gardu kontruksi dalam, transformator dilindungi dengan *HRC Fuse (current limiting type)* pada kubikel protection transformer.

Transformator didudukkan pada tempat khusus. Roda transformator ditempatkan pada besi *UNP 15*. Dinding pada bagian bawah transformator harus diberikan jendela. Jendela ini harus diberi kisi baja tahan karat untuk mencegah masuknya binatang kecil atau melata. Trafo Jarak antara badan transformator minimal 60 cm dari dinding bangunan. Satu buah gardu beton dapat dimuati 2 buah transformator @630 kVA. Gardu jenis *metalclad* dilengkapi 1 buah transformator 400 kVA. Transformator bekerja optimal pada suhu maksimum 65 derajat Celcius dan pada suhu sekitar 40 derajat Celcius.

(Sesuai IEC *ambient 20 C*, IEEE 30 C. Bila 40 C maka ada penurunan kapasitas dan penuaan, serta kenaikan suhu harus turun). Oleh karena itu ruang dalam gardu harus disediakan yang cukup memadai.





Gambar 2.2 Transformator

### 3. Panel Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR)

PHB tegangan rendah adalah jenis PHB *metalclad* yang disimpan di dalam lemari panel yang tahan hujan dan debu (sekurang-kurangnya IP 45), minimal terdiri atas:

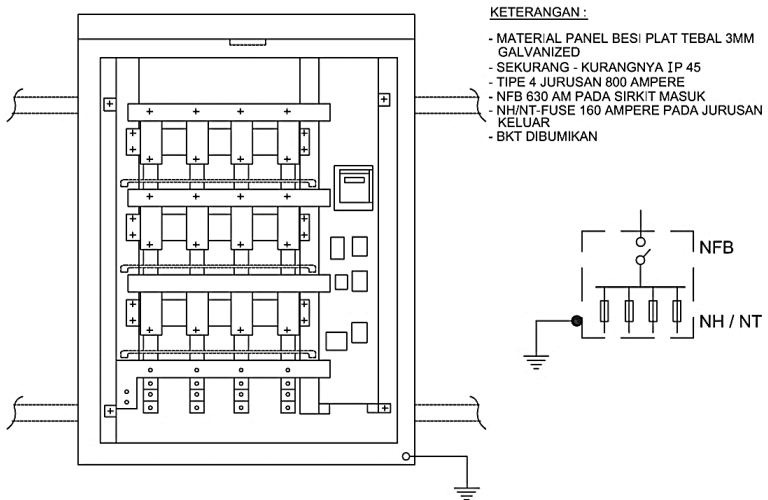
- Sebuah saklar *NFB* (*No Fuse Breaker*) atau pemisah
- Sebanyak - banyak 4 jurusan keluar jaringan tegangan rendah dengan proteksi pengaman lebur jenis *HRC* (*NH, NT Fuse*).

*NFB* yang dipakai adalah dari jenis 3 pisau dengan penghantar netral tanpa pisau (sistem pengaman TN – C).

Arus pengenal *NFB* sekurang-rata sama dengan 115% arus nominal transformator sisi Tegangan Rendah.

Rel atau *busbar* PHB harus mampu menahan arus hubung singkat dalam waktu singkat (0,5 detik) sekurang-rendah 125% dari hasil perhitungan sesuai dengan karakteristik transformatornya atau sekurang-tinggi 16 kA selama 0,5 detik (waktu singkat menahan arus).

PHB TR ini dipasang sekurang-tinggi 1,2 meter dari permukaan tanah atau bebas terkena banjir. Penghantar antara PHB - TR dengan jaringan tegangan rendah dapat digunakan kabel *NYG* yang dimasukkan ke dalam 1 pipa pelindung galvanis, namun bukan jenis kabel pilin (kabel bengkok) untuk Saluran Udara Tegangan Rendah..

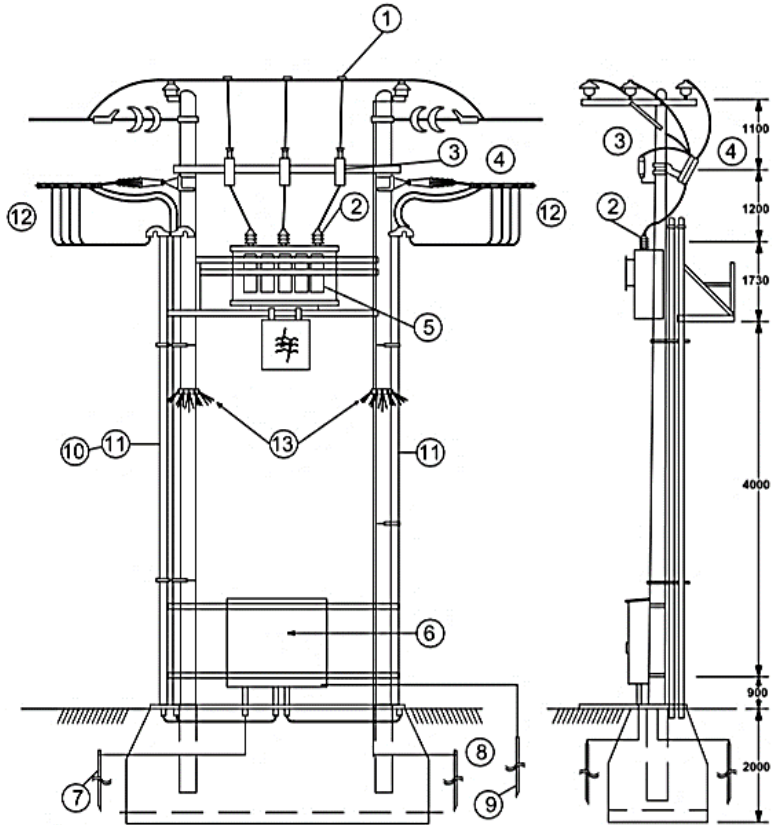


**Gambar 2.3** Panel Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR)

#### 4. Konstruksi dan Instalasi Gardu

Hubungan antara terminal tegangan rendah transformator dengan PHB - TR memakai kabel inti NYY. Untuk tujuan - maksud setiap fasa pakai 2 kabel sementara penghantar netral 1 (satu) kabel. Kabel TM inti tunggal dan kabel TR inti tunggal masing-masing dipasang sejajar satu sama lain dengan jarak sekurang 2 kali diameter.

Penempatan pada rak kabel, kabel ketiga masing-masing harus pada satu lubang kisi-rak kabel dengan jari-jari lengkungan tidak kurang dari 15 kali diameter luar. Kemampuan hantar arus (KHA) kabel sekurang - 115% dari arus maksimal transformator. Semua terminasi kabel harus memakai sepatu kabel. Khusus kabel TM harus memakai polimer balutan. Pemasangan terminasi harus dilakukan oleh petugas yang disetujui. Sambungan pada terminal isolator atau bushing harus pada posisi lurus (lurus melalui sambungan) dengan menggunakan sepatu kabel yang sesuai dan telah menggunakan bahan anti oksidasi.



**KETERANGAN:**

- |  |  |
|--|--|
| 1. PARALLEL GROOVE ( LIVE - LINE - CONNECTOR ) | 7. ELEKTRODA BUMI TITIK NETRAL TRANSFORMATOR |
| 2. BIMETAL AL - CU - LUG                       | 8. ELEKTRODA BUMI DAN LA                     |
| 3. LIGHTING ARRESTER - LA                      | 9. ELEKTRODA BUMI BKT                        |
| 4. FUSED CUT OUT                               | 10. PIPA GALVANIS Ø 41 MCI                   |
| 5. TRANSFORMATOR                               | 11. PIPA GALVANIS Ø 5/8 MCI                  |
| 6. PHB - TR                                    | 12. JARINGAN TR                              |
|  | 13. RANJAU PANJAT                            |

**Gambar 2.4** Konstruksi dan Instalasi Gardu

## **2.2. Integrasi Aplikasi *Android***

Hohpe, Gregor (2003:39) dalam bukunya *Enterprise Integration Patterns* mendefinisikan enterprise integration atau integrasi aplikasi sebagai : “Enterprise integration has to deal with multiple applications running on multiple platforms in different locations, making the term simple integration pretty much an oxymoron”. Dari definisi di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa enterprise integration (EI) atau integrasi aplikasi merupakan tugas untuk membuat agar aplikasi-aplikasi yang bekerja pada berbagai platform di lokasi yang berbeda dapat bekerja sama guna menghasilkan suatu kesatuan fungsionalitas, sehingga dapat saling berbagi informasi, layanan dan proses bisnis baik di dalam enterprise maupun antar enterprise.

## **2.3. Analisa Data Trafo**

Data yang dibutuhkan untuk transformator secara umum, dan akan digunakan sebagai basis data untuk acuan perhitungan, sebagai berikut:

- MERK
- KAPASITAS DAYA
- NO SERI
- VEKTOR GRUP
- TAHUN
- BERAT
- OLI
- JUMLAH BAUT
- KONDISI TRAFO
- JENIS TRAFO

### **2.3.1. Kapasitas Daya dan Vektor Grup**

Untuk transformator fase tiga, merujuk pada SPLN, ada tiga tipe vektor grup yang digunakan oleh PLN, yaitu Yzn5, Dyn5 dan Ynyn0. Titik netral langsung dihubungkan dengan tanah. Untuk konstruksi, peralatan transformator distribusi sepenuhnya harus merujuk pada SPLN D3.002-1: 2007. Transformator gardu pasangan luar dilengkapi bushing Tegangan Menengah isolator keramik. Sedangkan Transformator gardu pasangan dalam dilengkapi bushing Tegangan Menengah isolator keramik atau menggunakan isolator plug-in premoulded.

**Tabel 2.1.** Vektor Grup terhadap Kapasitas Daya

NO	Vektor Group	Daya (kVA)	Keterangan
1	Yzn5	50 100 160	Untuk sistem 3 kawat
2	Dyn5	200 250 315 400 500 630	Untuk sistem 3 kawat
3	Ynyn0	50 100 160 200 250 315 400 500 630	Untuk sistem 4 kawat

### 2.3.2. Kondisi Trafo dan Susut Usia Trafo

Transformator adalah bagian / komponen yang paling mahal dari instalasi gardu dan ditempatkan pada posisi yang paling jauh dari pintu gardu. Pada gardu kontruksi dalam, transformator dilindungi dengan *HRC Fuse (current limiting type)* pada kubikel protection transformfer.

**Tabel 2.2.** Batasan bagian komponen transformator

Bagian	Batas Kenaikan Suhu K
Minyak bagian atas (kenaikan suhu diukur dengan termometer)	60
Kelas suhu isolasi A (kenaikan suhu belitan dengan metode resistansi)	65
Hot spot belitan	78

Sesuai IEC 60076-1: 2011

Transformator didudukkan pada tempat khusus. Roda transformator ditempatkan pada besi *UNP 15*. Dinding pada bagian bawah transformator harus diberikan jendela. Jendela ini harus diberi kisi baja tahan karat untuk mencegah masuknya binatang kecil atau melata. Trafo Jarak antara badan transformator minimal 60 cm dari dinding bangunan. Satu buah gardu beton dapat dimuati 2 buah transformator @630 kVA. Gardu jenis metalclad dilengkapi 1 buah transformator 400 kVA.

Transformator bekerja optimal pada suhu maksimum 65 derajat Celcius dan pada suhu sekitar 40 derajat Celcius.

**Tabel 2.3.** Pemilihan *HRC Fuse* sesuai standar SPLN pada Buku Distribusi Kriteria Desain Konstruksi TM

<b>KVA Trafo</b>	<b>I<sub>R</sub></b>
250 KVA	16 A
315 KVA	16 A
400 KVA	16 A
500 KVA	32 A

(Sesuai IEC ambient 20 C, IEEE 30 C. Bila 40 C maka ada penurunan kapasitas dan penuaan, serta kenaikan suhu harus turun). Oleh karena itu ruang dalam gardu harus disediakan yang cukup memadai.

#### **2.4. Analisa Sempurna Konstruksi[5][12]**

Pada Analisa Sempurna Konstruksi adapun beberapa perbedaan yaitu untuk jenis 1 tiang dan 2 tiang terkait jenis tiang dan tinggi tiang. Berikut Aspek yang akan dianalisa untuk Sempurna Konstruksi sesuai dengan standar.

##### **2.4.1. Jenis Tiang dan Tinggi Tiang[12]**

Pada GTT 1 (satu) tiang; trafo di topang hanya dengan satu tiang dengan spesifikasi: Tiang Beton tinggi minimal 13 meter dan E atau 14 meter 350 dan E

Panel TR yang digunakan adalah PHB-TR 2 Group / Jurusan, dari bahan Fiber dan atau plat dengan tebal minimal 2,8 mm sistem pelapisan anti karat Hot Dip galvanis dengan ketebalan minimal 70 mikron dan dicat dengan cat desain khusus subirat logam non ferrous untuk galvanis aluminium dan atau dengan disetujui cat sistem powder coating sesuai spesifikasi pada kontrak

Pembatas utama TM menggunakan CO sedang pembatas utama TR menggunakan NH fuse atau MCCB, pembatas jurusan menggunakan NH fuse / MCCB / NFB 1 Phasa dengan Kapasitas menyesuaikan kapasitas trafo distribusi.

**Tabel 2.4.** Pemilihan Pembatas Arus TM dan TR sesuai standar 1 tiang

Trafo	Pembatas Utama TM	Pembatas Utama TR	Pembatas Jurusan
50 kVA	2	63	35-50
100 kVA	3	125	63-80

**Tabel 2.5.** Batas panjang kabel udara jaringan TR sesuai standar 1 tiang

Beban (A)	Panjang JTR max. (m)
35	512
50	410
63	273
80	512
100	410
125	273

Pada GTT 2 (dua) tiang, trafo di topang oleh 2 tiang dengan spesifikasi : Tiang Beton tinggi minimal 13 meter 350 daN E atau 14 meter 500 daN E

Panel TR yang digunakan adalah PHB-TR 4 Group/Jurusan, dari bahan Fiber dan atau plat minimal 2,8 mm sistem pelapisan anti karat Hot Dip Galvanized dengan ketebalan minimal 70 micron dan dicat dengan cat desain khusus untuk substrat metal non ferrous untuk galvanis, aluminium dan atau dengan dilapisi cat sistem powder coating sesuai spesifikasi pada kontrak

Pembatas utama TM menggunakan Cut Out sedang Pembatas utama TR menggunakan NH fuse atau MCCB, pembatas jurusan menggunakan NH fuse / MCCB / NFB I Fasa dengan Kapasitas disesuaikan kapasitas trafo distribusi.

**Tabel 2.6.** Pemilihan Pembatas Arus TM dan TR sesuai standar 2 tiang

Trafo	Pembatas Utama TM	Pembatas Utama TR	Pembatas Jurusan
160 kVA	5	200	63-80
200 kVA	6	250	80-100
250 kVA	8	315	100-125

**Tabel 2.7.** Batas panjang kabel udara jaringan TR sesuai standar 2 tiang

<b>Beban (A)</b>	<b>Panjang JTR max. (m)</b>
80	512
100	410
125	273

Umumnya konfigurasi Gardu Tiang yang dicatu dari SUTM adalah T section dengan peralatan pengaman Pengaman Lebur Cut-Out (FCO) sebagai pengaman hubung singkat transformator dengan elemen pelebur (pengaman lebur link type expulsion) dan Lightning Arrester (LA) sebagai sarana pencegah naiknya tegangan pada transformator akibat surja petir.

Untuk Gardu Tiang pada sistem jaringan lingkaran terbuka (open-loop), seperti pada sistem distribusi dengan saluran kabel bawah tanah, konfigurasi peralatan adalah  $\pi$  section dimana transformator distribusi dapat di catu dari arah berbeda yaitu posisi Incoming – Outgoing atau dapat sebaliknya.

Guna mengatasi faktor keterbatasan ruang pada Gardu Portal, maka digunakan konfigurasi switching/proteksi yang sudah terakit ringkas sebagai RMU (Ring Main Unit). Peralatan switching incoming-outgoing berupa Pemutus Beban atau LBS (Load Break Switch) atau Pemutus Beban Otomatis (PBO) atau CB (Circuit Breaker) yang bekerja secara manual (atau digerakkan dengan remote control).

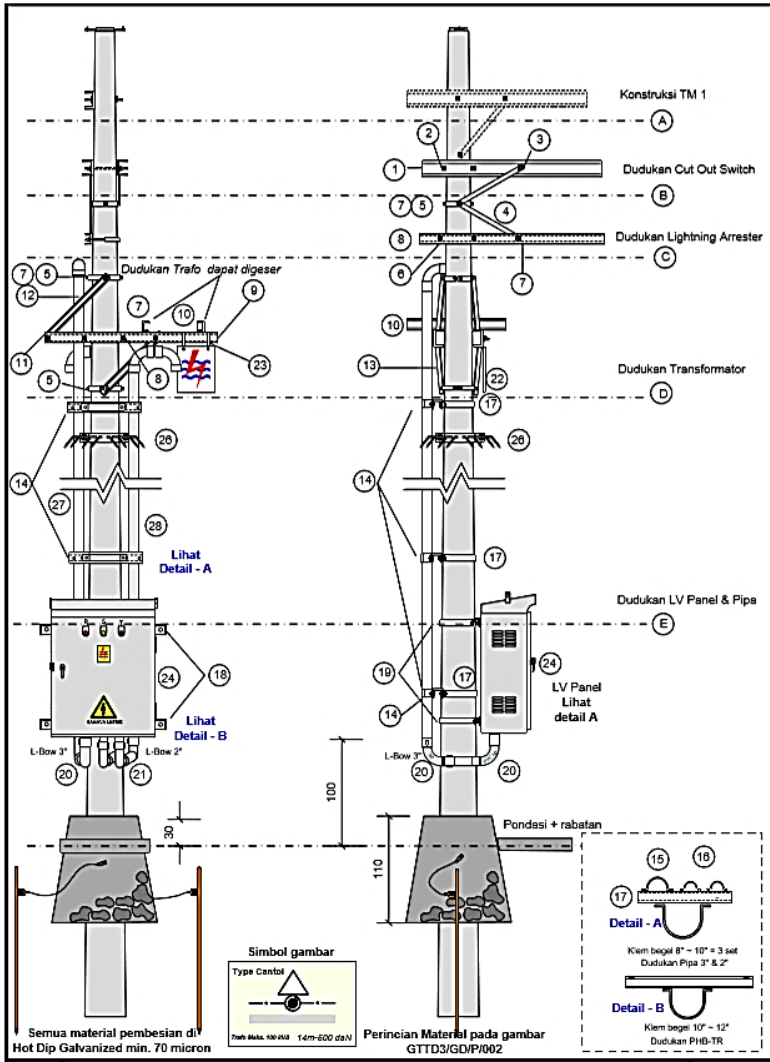
Fault Indicator (dalam hal ini PMFD : Pole Mounted Fault Detector) perlu dipasang pada section jaringan dan percabangan untuk memudahkan pencarian titik gangguan, sehingga jaringan yang tidak mengalami gangguan dapat dipulihkan lebih cepat.

Pada Gardu Distribusi tipe cantol, transformator yang terpasang adalah transformator dengan daya  $\leq 100$  kVA Fase 3 atau Fase 1. Transformator terpasang adalah jenis CSP (Completely Self Protected Transformer) yaitu peralatan switching dan proteksinya sudah terpasang lengkap dalam tangki transformator.

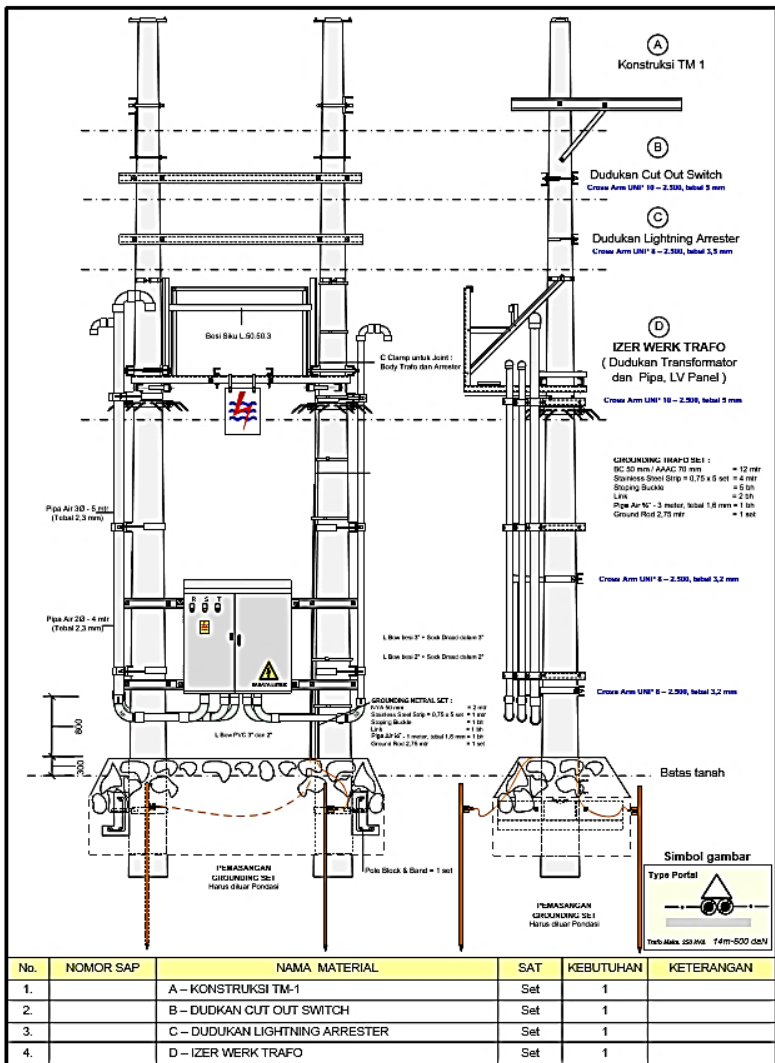
Perlengkapan perlindungan transformator tambahan LA (Lightning Arrester) dipasang terpisah dengan Penghantar pembumiannya yang dihubung langsung dengan badan transformator. Perlengkapan Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR) maksimum 2 jurusan dengan saklar pemisah pada sisi masuk dan pengaman lebur (type NH, NT) sebagai pengaman jurusan. Semua Bagian Konduktif Terbuka (BKT) dan Bagian



Konduktif Ekstra (BKE) dihubungkan dengan pembumian sisi Tegangan Rendah.



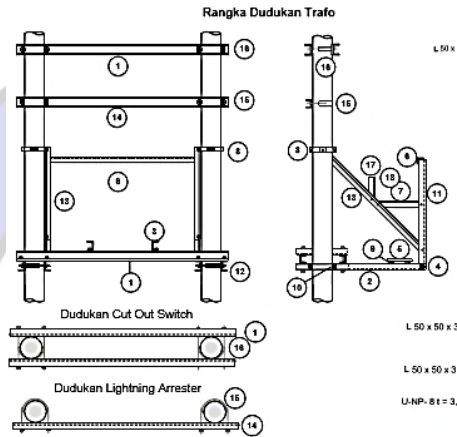
Gambar 2.5 Jenis Tiang dan Tinggi Tiang Gardu 1 Tiang[12]



Gambar 2.6 Jenis Tiang dan Tinggi Tiang Gardu 2 Tiang[12]

### 2.4.2. Travers (Cross Arm) dan Dudukan Trafo

Palang (Cross Arm) adalah tempat dudukan isolator. Beban mekanis pada palang arah horizontal akibat dari gaya regangan penghantar dan beban vertikal akibat berat penghantar. Umumnya beban vertikal diabaikan. Bahan palang adalah besi (ST.38) profil UNP galvanis dengan panjang berbeda.



**Gambar 2.7** *Cross Arm (Travers)* dan Dudukan Trafo sesuai standar

### 2.4.3. Pondasi Tiang[12]

Pondasi pada akhirnya digunakan pada semua tiang, baik tiang tumpu, tiang awal / akhir atau tiang sudut. Jenis dari konstruksi pondasi disesuaikan dengan kondisi tanah dimana tiang tersebut akan didirikan.

Penopang gardu adalah tiang besi yang mampu menahan gaya mekanis:

- Akibat tarikan mekanis penghantar jika gardu berada pada ujung jaringan (~ 507 daN)
- Akibat tekanan angin baik pada transformator badan maupun tiang (~ 105 daN)

Total gaya mekanis yang harus digantung oleh tiang penopang tidak kurang dari 612 daN, jadi kekuatan tiang yang dipakai minimal 2 x 500 daN. Tiang ditanam dengan tinggi sekurang-tinggi 1/6 kali tiang panjang dilengkapi dengan pondasi beton.

**Tabel 2.8.** Pemilihan Pondasi gardu sesuai standar

Kelas tanah	Tipe Tanah	Kondisi Tanah	Maksimum daya dukung Tanah	Parameter (C) dan sudut gesek $\Phi^{\circ}$
1	Cohesive granular	Sangat lunak tanpa pasir	1000 daN/m <sup>2</sup>	C : 1500-2500 daN/m <sup>2</sup> $\Phi$ : 25 <sup>o</sup> - 30 <sup>o</sup>
2	Cohesive Granular	Tanah lunak, endapan lumpur sedikit pasir	2500-7500 daN/m <sup>2</sup>	C : 2500-5000 daN/m <sup>2</sup> $\Phi$ : 30 <sup>o</sup> - 35 <sup>o</sup>
3	Cohesive Granular	Tanah keras berpasir coarsif berpasir gravel (tanah liat)	7500-1500 daN/m <sup>2</sup>	C : 5000-8000 daN/m <sup>2</sup> $\Phi$ : 35 <sup>o</sup> - 40 <sup>o</sup>
4	Cohesive Granular	Lumpur keras, endapan keras	15.000-30.000 daN/m <sup>2</sup>	C : 8000-11000 daN/m <sup>2</sup> $\Phi$ : 40 <sup>o</sup> - 45 <sup>o</sup>
5	Cohesive Granular	Lumpur sangat keras, tanah liat keras berpasir	30.000-60.000 daN/m <sup>2</sup>	C : 11000-14000 daN/m <sup>2</sup> $\Phi$ : 45 <sup>o</sup> - 50 <sup>o</sup>
6	Rock	Batu cadas	3.000 daN/m <sup>2</sup>	C : 20000-28000 daN/m <sup>2</sup> $\Phi$ : 90 <sup>o</sup> - 100 <sup>o</sup>

#### 2.4.4. Andongan[12]

Jarak Gawang (rentang) rata-rata adalah 40 meter dan tidak lebih dari 50 meter. Tinggi Andongan atau lenduran (sag) minimal 60 cm pada suhu 20 C tanpa angin, atau 1 meter pada suhu penghantar 90 C.

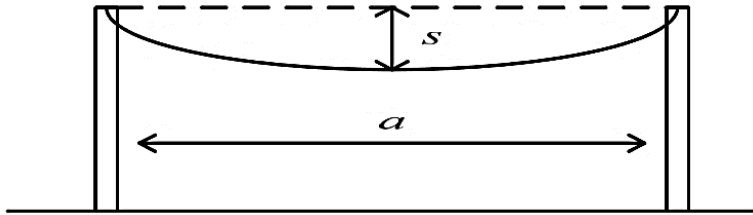
Jumlah yang harus dilakukan agar pada suhu rendah (20 C) tiang tidak menerima beban horisontal lain kecuali beban berat penghantar itu sendiri. Dalam kondisi khusus (listrik desa) jarak gawang dapat mencapai 60 meter.

Berikut perhitungan andongan yang diusulkan PLN dengan dasaran memperhitungkan tekanan mekanis dan tekanan angin:

$$\text{Panjang Kabel} = a + \frac{8s^2}{3a}$$

**Tabel 2.9.** Batas maksimal andongan kabel sesuai standar

Jenis	Andongan
AAAC	1,5%
AAACS	2%



**Gambar 2.8** Andongan sesuai standar

#### 2.4.5. Pembumian

Terdapat perbedaan sistem pembumian pada transformator utama di Gardu Induk / sumber pembangkit, namun tidak ada perbedaan pembumian sistem pada Transformator Distribusi dan Jaringan Tegangan Rendah. Lilitan sekunder / sisi Tegangan Menengah transformator daya pada Gardu Induk disetujui oleh bintang (Y). Titik netral lilitan dibumikan melalui:

- Pembumian dengan tahanan 12 Ohm untuk sistem SKTM. Untuk kawasan industri yang peka terhadap kedip, nilai  $R_n$  dapat lebih besar dari pada 12 Ohm untuk mengukur ketinggian kedip tegangan.
- Pembumian dengan tahanan 40 Ohm untuk sistem SUTM, atau campuran antara SKTM dan SUTM.
- Pembumian dengan tahanan 500 Ohm untuk sistem SUTM.
- Pembumian langsung / solid membumi
- Tanpa pembumian / sistem hiburan

Sistem yang menggunakan pembumian dengan nilai tahanan beralih nol (solid ground) menyebabkan arus perpindahan tanah sangat besar. Kabel tanah yang menggunakan pita tembaga (perisai tembaga) hanya mampu menahan arus gangguan 1000 Ampere selama satu detik sehingga tidak dapat digunakan.

Sistem SUTM tanpa pembumian pada transformatornya hanya dapat digunakan pada sistem kelistrikan listrik desa yang kecil.

Nilai tahanan pembumian transformator pada Gardu Induk dikembalikan arus hubung singkat ke tanah menjadi 1000 A untuk  $R = 12$  Ohm, 300 A untuk  $R = 40$  Ohm dan 25 A untuk  $R = 500$  Ohm. Kriterianya adalah kapasitas penyulang atau pusat listrik dibatas sebesar 10 MVA, jadi arus per fasa sebesar 300 A. Besar arus gangguan tanah mencapai 300

A pada SUTM atau campuran SUTM dan SKTM; sebesar 1000 A pada SKTM; dan sebesar 25 A pada putusan pentanahan 500 Ohm. Pertimbangan memilih sistem pembumian ini merupakan pertimbangan manajemen perancangan dengan memperhatikan aspek:

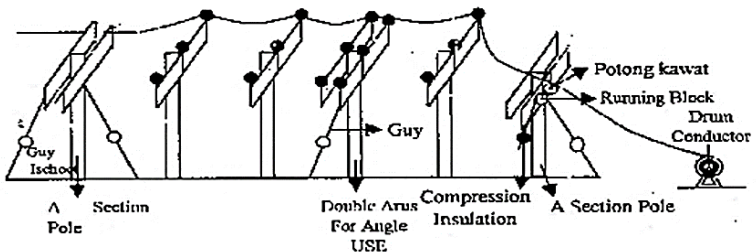
- (a) Aman terhadap manusia
- (b) Selektifitas penyulang yang mengalami gangguan.
- (c) Kerusakan akibat hubungan pendek
- (d) Pengaruh terhadap sistem telekomunikasi
- (e) Pertimbangan teknis kepadatan beban.

Faktor a, c, d menghendaki arus gangguan rendah, sedangkan faktor b menghendaki arus gangguan besar. Untuk faktor e, bila perlu memuat tinggi maka gunakanlah SKTM dengan tahanan pembumian minimal 12 Ohm..

#### 2.4.6. Pole Supporter

Sebelum instalasi, perhatikan kesiapan petugas instalasi baik fisik bersangkutan maupun kelengkapan alat kerja dan keselamatan kerja. Pasang cross-arm pembantu pada tiang sebagai pijakan kerja petugas instalasi 1,2 m dari rencana posisi cross-arm. Pasang cross-arm pada tiang sesuai rancangan konstruksi SUTM tersebut dan kencangkan masing-masing baut pengikat minimal 20 Nm dengan menggunakan kunci 19 atau 22. Pada pemasangan isolator, naikan isolator dengan katrol dan segera ikatkan pada cross-arm. Perhatikan kesesuaian isolator tumpu atau tarik dengan sudut tiang

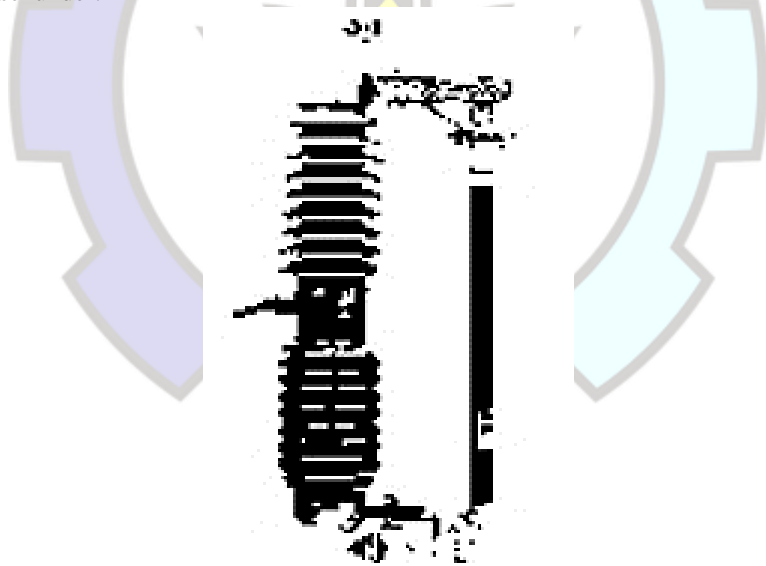
Sebelum penarikan penghantar, pasang guy-wire atau tiang topang tarik pada tiang awal, tiang akhir atau tiang sudut sesuai rancangan konstruksi SUTM pada trase bersangkutan. Periksa ketentuan instalasi guywire, topang tarik, penguatan khusus pondasi tiang



Gambar 2.9 Pole Supporter sesuai standar

#### **2.4.7. Fuse Link (Fuse Cut Out)**

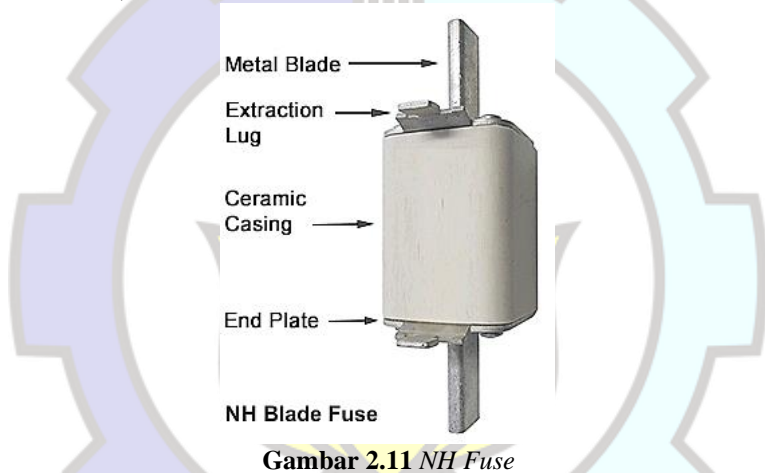
Pengaman lebur untuk gardu distribusi pasangan luar dipasang pada Fused Cut Out (FCO) dalam bentuk Fuse Link. Terdapat 3 jenis karakteristik Fuse Link, tipe-K (cepat), tipe-T (lambat) dan tipe-H yang tahan terhadap arus surja. Data aplikasi pengaman lebur dan kapasitas transformatornya dapat dilihat pada tabel. Apabila tidak terdapat petunjuk yang lengkap, nilai arus pengenal pengaman lebur sisi primer tidak melebihi 2,5 kali arus nominal primer transformator. Jika sadapan Lightning Arrester (LA) sesudah Fused Cut Out, dipilih Fuse Link tipe-H. Jika sebelum Fused Cut Out (FCO) dipilih Fuse Link tipe-K. Sesuai Publikasi IEC 282-2 (1970)/NEMA di sisi primer berupa pelebur jenis pembatas arus. Arus pengenal pelebur jenis letupan (expulsion) tipe-H (tahan surja kilat) tipe-T (lambat) dan tipe-K (cepat) menurut publikasi IEC No. 282-2 (1974) – NEMA untuk pengaman berbagai daya pengenal transformator, dengan atau tanpa koordinasi dengan pengamanan sisi sekunder.



**Gambar 2.10** *Fuse Cut Out and Fuse Link*

#### 2.4.8. *NH Fuse*

Pengaman lebur adalah suatu alat pemutus yang dengan meleburnya bagian dari komponennya yang telah dirancang dan disesuaikan ukurannya untuk membuka rangkaian dimana sekering tersebut dipasang dan memutuskan arus bila arus tersebut melebihi suatu nilai tertentu dalam jangka waktu yang cukup (SPLN 64:1985:1). Fungsi pengaman lebur dalam suatu rangkaian listrik adalah untuk setiap saat menjaga atau mengamankan rangkaian berikut peralatan atau perlengkapan yang tersambung dari kerusakan, dalam batas nilai pengenalnya (SPLN 64:1985:24).



**Gambar 2.11** *NH Fuse*

#### 2.4.9. *Lightning Arrester*

Pada beberapa konstruksi saluran udara terdapat pemasangan penangkal petir pada tiang dan gardu pasangan luar. Demikian pula pemasangan lightning arrester pada tiap-tiap isolator tumpu SUTM. Pengkajian ulang diperlukan atas kebutuhan

pemakaian penangkal petir dan lightning arrester jenis tersebut. Khususnya yang berhubungan dengan tingkat IKL dan kepadatan petir suatu daerah.

Sudut perlindungan elektroda penangkap petir adalah sebesar  $30^\circ$

Untuk melindungi Transformator distribusi, khususnya pada pasangan luar dari tegangan lebih akibat surja petir. Dengan



pertimbangan masalah gangguan pada SUTM, Pemasangan Arester dapat saja dipasang sebelum atau sesudah FCO

Untuk tingkat IKL diatas 110, sebaiknya tipe 15 KA. Sedang untuk perlindungan Transformator yang dipasang pada tengah-tengah jaringan memakai LA 5 KA, dan di ujung jaringan dipasang LA – 10 KA.



**Gambar 2.12** *Lightning Arrester*

#### **2.4.10. Panel Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR)**

PHB-TR adalah suatu kombinasi dari satu atau lebih Perlengkapan Hubung Bagi Tegangan Rendah dengan peralatan kontrol, peralatan ukur, pengaman dan kendali yang saling berhubungan. Keseluruhannya dirakit lengkap dengan sistem pengawatan dan mekanis pada bagian-bagian penyangganya. Secara umum PHB TR sesuai SPLN 118-3-1-1996, untuk pemasangan dalam adalah jenis terbuka.

Rak TR pasangan dalam untuk gardu distribusi beton. PHB jenis terbuka adalah suatu rakitan PHB yang terdiri dari susunan penyangga peralatan proteksi dan peralatan Hubung Bagi dengan seluruh bagian-bagian yang bertegangan, terpasang tanpa isolasi. Jumlah jurusan per transformator atau gardu distribusi sebanyak-banyaknya 8 jurusan, disesuaikan dengan besar daya transformator dan Kemampuan Hantar Arus ( KHA ) Penghantar JTR yang digunakan.

Pada PHB-TR harus dicantumkan diagram satu garis, arus pengenal gawai proteksi dan kendali serta nama jurusan JTR. Sebagai peralatan sakelar utama saluran masuk PHB-TR, dipasangkan Pemutus Beban (LBS) atau NFB (No Fused Breaker).

Instalasi rak PHB TR terdiri sebanyak-banyaknya 8 jurusan dengan kapasitas transformator maksimum 630 kVA.

**Tabel 2.10.** Spesifikasi PHB-TR sesuai standar

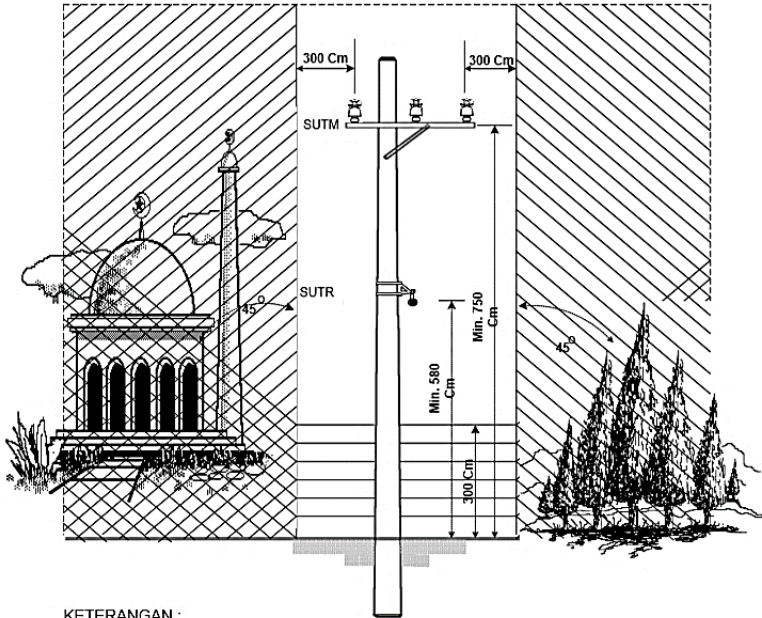
No.	Uraian	Spesifikasi
1.	Arus pengenal saklar pemisah	Sekurang-kurangnya 115 % $I_N$ transformator distribusi
2.	KHA rel PHB	Sekurang-kurangnya 125 % arus pengenal saklar pemisah
3.	Arus pengenal pengaman lebur	Tidak melebihi KHA penghantar sirkit keluar
4.	Short breaking current (Rms)	Fungsi dari kapasitas Transformator dan tegangan impedansinya
5.	Short making current (peak)	Tidak melebihi 2,5 x <i>short breaking current</i>
6.	Impulse voltage	20 kV
7.	Indeks proteksi – IP (International Protection) untuk PHB pasangan luar	Disesuaikan dengan kebutuhan, namun sekurang-kurangnya IP-45

## 2.5. Analisa Sempurna Right of Way (RoW)[8]

Jarak aman adalah jarak antara bagian aktif/fase dari jaringan terhadap benda-benda disekelilingnya baik secara mekanis atau elektromagnetis yang tidak memberikan pengaruh membahayakan. Secara rinci Jarak aman jaringan terhadap bangunan lain dapat dilihat pada tabel 1.11.

**Tabel 2.11.** Batas jarak aman sesuai standar

No.	Uraian	Jarak Aman
1.	Terhadap permukaan jalan raya	≥ 6 meter
2.	Balkon rumah	≥ 2,5 meter
3.	Atap rumah	≥ 2 meter
4.	Dinding Bangunan	≥ 2,5 meter
5.	Antena TV/ radio, menara	≥ 2,5 meter
6.	Pohon	≥ 2,5 meter
7.	Lintasan kereta api	≥ 2 meter dari atap kereta
8.	Underbuilt TM – TM	≥ 1 meter
9.	Underbuilt TM – TR	≥ 1 meter



**KETERANGAN :**

- SUTM : Saluran Udara Tegangan Menengah
- SUTR : Saluran Udara Tegangan Rendah



: Ruang bebas untuk semua bangunan dan segala macam tanaman



: Daerah yang dipergunakan untuk bangunan dan tanaman yang tingginya tidak melebihi 3 Meter



: Daerah yang dipergunakan untuk bangunan dan tanaman keras kecuali tanaman yang lentur ( Cemara dan Bambu )



: Daerah yang dipergunakan untuk bangunan dan segala macam tanaman

**Gambar 2.13** Jarak Aman sesuai standar

Khusus terhadap jaringan telekomunikasi, jarak aman minimal adalah 1 m baik vertikal atau horisontal. Bila dibawah JTM terdapat JTR, jarak minimal antara JTM dengan kabel JTR dibawahnya minimal 120 cm.

## 2.6. Analisa Sempurna Pengukuran

Sempurna Pengukuran adalah aspek terpenting dari perhitungan dalam aplikasi ALS-PRO dan digunakan sebagai basis data untuk membuat big data pra dan pasca pelaksanaan optimasi pada gardu distribusi di jaringan.

### 2.6.1. Tahanan Pembumian[3]

Pembumian pada konstruksi gardu trafo tiang ini dengan cara mengkopel pembumian menjadi satu di tanah diperbolehkan karena masih sesuai referensi. Dijelaskan bahwa tidak boleh membumikan bagian-bagian (Semua bagian konduktif terbuka, bagian konduktif ekstra, terminal netral sisi tegangan rendah transformator distribusi, lightning arrester) sendiri-sendiri kecuali lightning arrester. Penghantar pembumian bagian-bagian tersebut dihubungkan pada suatu ikatan potensial, selanjutnya ikatan tersebut dibumikan, sehingga gradien kenaikan tegangan terhadap bumi akibat gangguan ke tanah pada semua bagian instalasi sama besarnya. Nilai tahanan pembumian tidak melebihi  $1 \Omega$ .

Pada gardu portal dan gardu cantol model lama, penghantar pembumian lightning arrester disatukan dengan badan transformator dan selanjutnya dibumikan. Sedangkan untuk gardu portal dan gardu cantol model baru, pembumian dilakukan terlebih dahulu kemudian disatukan dibawah tanah agar nilai pembumian bisa lebih baik.

Titik netral dan badan transformator memiliki tahanan pembumian berdasarkan sumber sebagai berikut:

- Dikatakan baik apabila nilainya kurang dari  $1,7 \Omega$
- Dikatakan cukup apabila nilainya sama dengan  $1,7 \Omega$  sampai dengan kurang dari  $5 \Omega$
- Dikatakan kurang apabila nilainya sama dengan  $5 \Omega$  sampai dengan kurang dari  $10 \Omega$
- Dikatakan buruk apabila nilainya sama dengan lebih dari  $10 \Omega$

Adapun rumus perhitungan yang diusulkan oleh PLN terkait tahanan pada ground stick atau ground rod.

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \cdot \left( Ln \frac{4L}{a} - 1 \right)$$

Keterangan :

$\rho$	=	Tahanan Jenis Tanah ( $\Omega/\text{cm}$ )
$L$	=	Panjang Rod/Stick (cm)
$a$	=	Jari-jari elektroda Rod/Stick (cm)

R = Tahanan Pembumian Rod/Stick ( $\Omega$ )

### 2.6.2. Tahanan Isolasi Transformator[3]

Pengukuran tahanan isolasi belitan trafo adalah proses pengukuran dengan suatu alat ukur Insulation Tester untuk memperoleh hasil (nilai / besaran) tahanan isolasi / kumparan trafo tenaga antara bagian yang diberi tegangan (fasa) terhadap badan (kasing) serta antar belitan primer dan sekunder.

Pengukuran tahanan isolasi dilakukan pada awal pengujian untuk mengetahui secara dini kondisi isolasi trafo, demi keselamatan kerja, dan untuk menghindari kegagalan yang fatal dan untuk memastikan untuk persiapan dilakukan pengujian selanjutnya.

Harga tahanan isolasi ini digunakan untuk kriteria kering atau tidak kering transformator, juga untuk mengetahui apakah ada bagian-bagian yang ada gangguan hubung singkat.

IEC 62271-200 mengenai Standard for Switching Installations tahanan minimum isolasi trafo  $\geq 100 \text{ M}\Omega$ .

Nilai tahanan isolasi trafo antara primer – primer dan sekunder - sekunder tidak memiliki tahanan isolasi karena tidak terpisah (satu belitan) sehingga nilai tahanan isolasi adalah  $0 \Omega$ .

Pengujian umumnya dilakukan dengan standar pengujian berikut:

- Inject DC 1000 volt nilai tahanan isoalasi yang baik adalah  $>100 \text{ M}\Omega$
- Inject DC 5000 volt niai tahanan isolasi yang baik adalah  $>1000 \text{ M}\Omega$
- Trafo sisi 220/380 V diuji dengan 1000 V DC
- Trafo sisi 11,547/20 kV diuji dengan 5000 V DC

Tabel 2.12. Batas minimal dan standar tahanan isolasi pada transformator

- Primer – Ground	$>1000 \text{ M}\Omega$
- Sekunder – Ground	$>100 \text{ M}\Omega$
- Primer – Sekunder	$>1000 \text{ M}\Omega$
- Primer – Primer	$=0 \text{ M}\Omega$
- Sekunder – Sekunder	$=0 \text{ M}\Omega$

### 2.6.3. Tegangan Pengenal (Tap Transformator)[5][8]

Tap changer adalah alat perubah perbandingan transformasi untuk mendapatkan tegangan operasi sekunder yang lebih baik (diinginkan) dari tegangan jaringan / primer yang berubah-ubah.

Untuk memenuhi kualitas tegangan pelayanan sesuai kebutuhan konsumen (PLN Distribusi), tegangan keluaran (sekunder) transformator harus dapat dirubah sesuai keinginan. Untuk memenuhi hal tersebut, maka pada salah satu atau pada kedua sisi belitan transformator dibuat tap (penyadap) untuk merubah perbandingan transformasi (rasio) trafo.

Penyadapan pada belitan primer dengan langkah sadapan 2.5% dibedakan menjadi:

- Tipe 1 : 5 (lima) langkah, julat sadapan  $\pm 2 \times 2.5\%$
  - Tipe 2 : 7 (tujuh) langkah, julat sadapan  $\pm 2 \times 2.5\%$ ,  $-4 \times 2.5\%$
- Sadapan No. 3 merupakan sadapan utama.

**Tabel 2.13.** Standar tegangan sadapan pada transformator

No. Sadapan	Sistem JTM 3 kawat		Sistem JTM 4 kawat			
	Fase tiga dan fase tunggal		Fase tiga		Fase tunggal	
	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 1	Tipe 2
1	21 kV	21 kV	21 kV	21 kV	21/ $\sqrt{3}$ kV	21/ $\sqrt{3}$ kV
2	20,5 kV	20,5 kV	20,5 kV	20,5 kV	20,5/ $\sqrt{3}$ kV	20,5/ $\sqrt{3}$ kV
3	20 kV	20 kV	20 kV	20 kV	20/ $\sqrt{3}$ kV	20/ $\sqrt{3}$ kV
4	19,5 kV	19,5 kV	19,5 kV	19,5 kV	19,5/ $\sqrt{3}$ kV	19,5/ $\sqrt{3}$ kV
5	19 kV	19 kV	19 kV	19 kV	19/ $\sqrt{3}$ kV	19/ $\sqrt{3}$ kV
6	-	18,5 kV	-	18,5 kV	-	18,5/ $\sqrt{3}$ kV
7	-	18 kV	-	18 kV	-	18/ $\sqrt{3}$ kV

### 2.6.4. Ketidakseimbangan Beban[13]

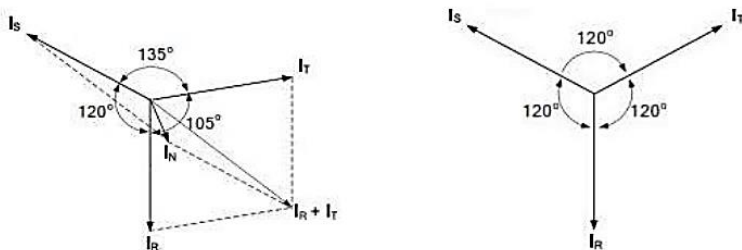
Ketidakseimbangan adalah suatu keadaan yang terjadi apabila salah satu atau semua fasa pada transformator mengalami perbedaan. Perbedaan ini bisa dilihat dari besarnya vektor arus/tegangan dan sudut dari masing-masing fasa tersebut.

Tiap-tiap fasa transformator dinyatakan dengan keadaan seimbang apabila memenuhi syarat berikut:

- Ketiga vektor arus dari masing-masing fasa (R, S, T) mempunyai nilai yang sama besar
- Perbedaan sudut dari ketiga vektor fasa adalah masing-masing berbeda  $120^\circ$

Sebaliknya, apabila salah satu atau kedua syarat diatas tidak terpenuhi, maka bisa dikatakan bahwa trafo tersebut mengalami keadaan tidak seimbang. Dilihat dari vektornya, ada beberapa hal yang terjadi apabila transformator mengalami keadaan tidak seimbang:

- Vektor arus pada fasa R, S, dan T mempunyai nilai yang sama besar tetapi sudut antar fasa satu dengan yang lain tidak membentuk  $120^\circ$
- Sudut pada vektor antar fasa sebenarnya sudah membentuk  $120^\circ$  namun nilai vektor pada fasa R, S, dan T terdapat perbedaan
- Nilai vektor pada fasa R, S, dan T terdapat perbedaan sekaligus sudut pada vektor antar fasa tidak membentuk  $120^\circ$



**Gambar 2.14** Vektor Diagram Arus

Gambar 2.14 sebelah kanan adalah contoh keadaan seimbang. Masing-masing nilai pada vektor diatas apabila dijumlahkan akan bernilai nol. Keadaan ini tidak akan memunculkan arus netral ( $I_N$ ). Gambar 2.14 sebelah kiri adalah contoh keadaan tidak seimbang. Terdapat perbedaan nilai pada masing-masing fasa, dan apabila dijumlahkan tidak bernilai nol. Selain itu, sudut antar fasanya juga tidak membentuk  $120^\circ$ . Keadaan ini akan memunculkan arus netral ( $I_N$ ) dan besar dari arus netral ini berpengaruh pada besar dari faktor ketidakseimbangannya. Dalam sistem tenaga tiga fasa ideal, arus netral adalah jumlah vektor dari arus tiga fasa, harus sama dengan nol. Di bawah kondisi operasi normal, beberapa ketidakseimbangan fasa terjadi mengakibatkan arus netral kecil

### 2.6.5. Jatuh Tegangan[13]

Jatuh tegangan merupakan besarnya tegangan yang hilang pada suatu penghantar. Jatuh tegangan pada saluran tenaga listrik secara umum berbanding lurus dengan panjang saluran dan beban serta berbanding

terbalik dengan luas penampang penghantar. Besarnya jatuh tegangan dinyatakan baik dalam persen atau dalam besaran Volt.

Poin penting dari jatuh tegangan yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut:

- Jatuh tegangan merupakan besarnya tegangan yang hilang pada suatu penghantar.
- Jatuh tegangan atau jatuh tegangan pada saluran tenaga listrik secara umum berbanding lurus dengan panjang saluran dan beban serta berbanding terbalik dengan luas penampang penghantar.
- Besarnya jatuh tegangan dinyatakan baik dalam % atau dalambesaran Volt. Besarnya batas atas dan bawah ditentukan oleh kebijaksanaan perusahaan kelistrikan.
- Perhitungan jatuh tegangan praktis pada batas-batas tertentu dengan hanya menghitung besarnya tahanan masih dapat dipertimbangkan, namun pada sistem jaringan khususnya pada sisitem tegangan menengah masalah indukstansi dan kapasitansinya diperhitungkan karena nilainya cukup berarti.

Variasi tegangan pelayanan sebagai akibat rugi tegangan karena adanya perubahan beban dan pengaturan tegangan, diperbolehkan maksimum +5% dan minimum -10% terhadap tegangan normal.

Berikut perhitungan yang diusulkan oleh PLN untuk penentuan jatuh tegangan atau penampang saluran bila diketahui besarnya arus:

$$q = \frac{\sqrt{3} \times L \times I \times \cos \varphi}{\Delta v \times \lambda} [mm^2]$$

Keterangan :

- P : Beban dalam [Watt]  
V : Tegangan antara 2 saluran [Volt]  
q : Penampang saluran [mm<sup>2</sup>]  
 $\Delta v$  : Jatuh tegangan [volt]  
 $\Delta u$  : Jatuh tegangan [%]  
L : Panjang saluran total [meter sirkuit]  
I : Arus beban [A]

Maka, bila mencari jatuh tegangan jika diketahui penampang saluran menjadi:



$$\Delta v = \frac{\sqrt{3} \times L \times I \times \cos \varphi}{q \times \lambda} \text{ [volt]}$$

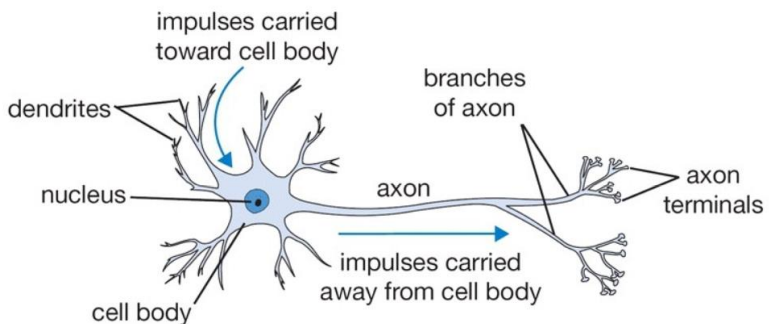
Maka bisa dikembangkan ketika diketahui daya, menjadi:

$$q = \frac{L \times P}{V \times \Delta v \times \lambda} \text{ [mm}^2\text{]}$$

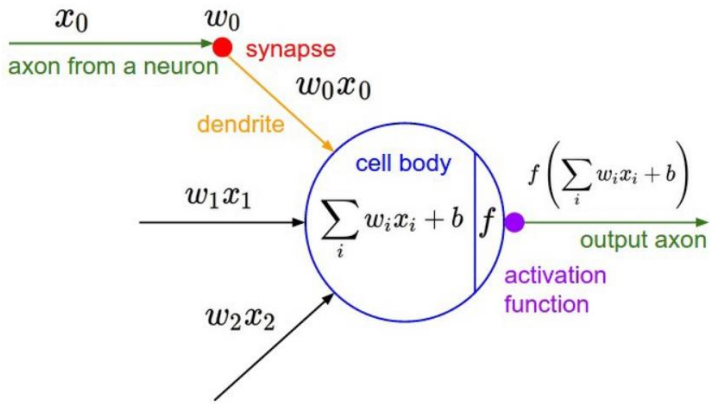
Selanjutnya perhitungan ini akan mempertimbangkan masukan data terkait kabel penghantar hingga kapasitas hantar arus dari kabel penghantar.

### 2.6.6. Artificial Neural Network[2][9]

Neural network adalah model yang terinspirasi oleh bagaimana neuron dalam otak manusia bekerja. Tiap neuron pada otak manusia saling berhubungan dan informasi mengalir dari setiap neuron tersebut. Gambar di bawah adalah ilustrasi neuron dengan model matematisnya.



**Gambar 3.1** Logika Artificial Neural Network



**Gambar 3.2** Proses Matematis Logika *Artificial Neural Network*

Tiap neuron menerima input dan melakukan operasi dot dengan sebuah weight, menjumlahkannya (weighted sum) dan menambahkan bias. Hasil dari operasi ini akan dijadikan parameter dari activation function yang akan dijadikan output dari neuron tersebut.

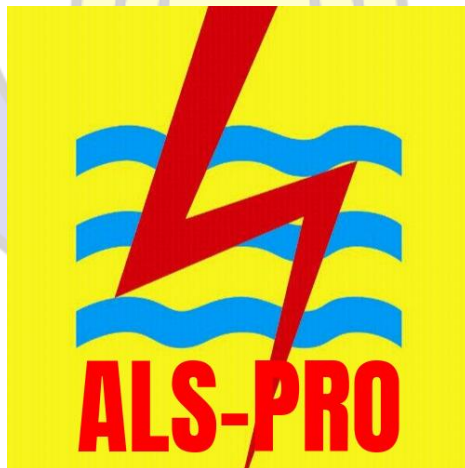
## BAB 3

### PERANCANGAN ALS-PRO

#### 3.1. Garis Besar Kerja Aplikasi[1][10]

Dalam penelitian tugas akhir ini digunakan sebuah aplikasi yang bernama *Android Studio*. *Android Studio* memiliki prinsip dasar dari proses yang ada di komputasi *artificial intelligence* seperti masukan fitur, pemrosesan data, pengamanan data dan lainnya. Prinsip-prinsip dasar yang ada pada *Android Studio* menggunakan prinsip dasar *Applicable Neural Network*.

Pada dasarnya masukan yang diterima aplikasi berupa data hasil pengamatan atau inspeksi yang dilakukan di lapangan. Beberapa data yang bisa diolah akan menjadi bahan analisa dan beberapa data yang tidak bisa diolah akan disimpan menjadi data sekunder yang nantinya akan tetap dicantumkan sebagai data pelengkap pada berita acara. Pemrosesan data berada di proses *background* dan tidak ditampilkan pada *interface* aplikasi. Penulis ingin membuat aplikasi *ALS-PRO* ini sebagai aplikasi yang *user-friendly* sehingga pengguna di lapangan tidak kesusahan dalam mencari analisa dan standar yang dipakai dalam pelaksanaan, maka penulis juga memberikan opsi *detail* pada setiap data yang diolah.



Gambar 3.3 Logo ALS-PRO

Data awal yang telah diolah akan dilakukan beberapa perhitungan yang akan dijelaskan pada sub-bab berikutnya. Kemudian data-data ini

akan dimasukkan kedalam sebuah berita acara sebagai keluaran dari aplikasi yang telah ada tanda tangan sebagai validasi berita acara sehingga pengguna di lapangan bisa langsung melihat kolom rekomendasi yang diberikan oleh aplikasi ini sebagai acuan sekaligus arahan pekerjaan. Data-data yang telah direkapitulasi akan dibuat sebuah *big data* dan kemudian akan menjadi representasi kinerja unit tersebut di kemudian hari.

### **3.2. Rincian langkah kerja aplikasi**

Dalam penelitian tugas akhir ini, *ALS-PRO* dibagi kedalam tujuh langkah penggunaan dan pemrosesan data. Berikut urutan dari ke tujuh langkah penggunaan:

1. *Login*
2. Foto sebelum pekerjaan, tanda tangan, dan target trafo
3. Pengisian data trafo
4. Pengisian sempurna konstruksi
5. Pengisian sempurna *Right of Way*
6. Pengisian sempurna pengukuran
7. Foto setelah pekerjaan untuk berita acara dan rekomendasi kegiatan

#### **3.2.1. Login**

Pada langkah ini memiliki fungsi untuk memasukan *username* dan *password* ke aplikasi untuk validasi apakah pengguna memang benar pelaksana supervisi dari PLN. Berikut rincian langkah kerja:

1. Jika tidak ada masukan *username*, *password*, atau keduanya, maka tidak ada proses selanjutnya
2. Jika ada masukan *username* atau *password* saja, maka tidak ada proses selanjutnya.
3. Jika *username* dan *password* sudah dimasukkan maka akan menuju kepada *layer* pemilihan jenis pekerjaan.
4. Pemilihan jenis pekerjaan “HAR” untuk jenis pemeliharaan dan “OP” untuk pengoperasian, pilih salah satu untuk melanjutkan.
5. Ketika memilih “HAR” beberapa opsi pada sempurna pengukuran tidak ada, lanjut ke *layer* Data Trafo.
6. Ketika memilih “OP” akan muncul *layer* tambahan berupa pemilihan opsi pilihan pasang baru dan simpan data.

### **3.2.2. Foto pekerjaan, tanda tangan, dan target trafo**

Pada langkah ini memiliki fungsi untuk memasukkan foto gardu yang akan dikerjakan dan tanda tangan sebagai validasi laporan berita acara ke pelaksana pekerjaan dan pelaksana supervisi dari PLN. Berikut rincian langkah kerja:

1. Masukkan tanda tangan *Supervisor* pekerjaan.
2. Setelah tanda tangan klik *submit* hingga muncul tanda centang pada kolom tanda tangan..
3. Masukkan foto gardu yang akan dikerjakan dari bawah hingga seluruh gardu.
4. Setelah foto dengan *GPS Map Camera* (lihat rekomendasi penggunaan aplikasi pada kolom bantuan) klik *submit* hingga muncul tanda centang pada kolom foto pra-pekerjaan.
5. Klik *submit* setelah kedua kolom bercentang hijau untuk lanjut ke pengisian target trafo.
6. Masukkan data trafo sesuai dengan yang dibutuhkan.
7. Klik *simpan* untuk lanjut ke pengisian data trafo

### **3.2.3. Pengisian data trafo**

Pada langkah ini memiliki fungsi untuk memasukan seluruh data *visual-observable* dari trafo yang akan dilakukan pekerjaan ke aplikasi untuk mendapatkan data awal kegiatan pelaksanaan supervisi dari PLN. Berikut rincian langkah kerja:

1. Masukkan data merk trafo sesuai dengan *nameplate* trafo.
2. Masukkan kapasitas daya trafo.
3. Masukkan nomor seri trafo sesuai dengan *nameplate* trafo.
4. Masukkan vektor grup dari trafo sesuai dengan *nameplate* trafo.
5. Lihat detail dari vektor grup untuk mengetahui ketentuan dari vektor grup trafo.
6. Masukkan tahun trafo dibuat / dipakai lagi jika rekondisi.
7. Masukkan berat trafo sesuai dengan *nameplate* trafo.
8. Masukkan kondisi trafo sesuai dengan *visual-observe* trafo.
9. Lihat detail dari kondisi trafo untuk mengetahui ketentuan dari kondisi trafo.

### **3.2.4. Pengisian sempurna konstruksi**

Pada langkah ini memiliki fungsi untuk memasukan seluruh data *visual-observable* dari konstruksi trafo yang akan dilakukan pekerjaan ke

aplikasi untuk mendapatkan data awal kegiatan pelaksanaan supervisi dari PLN. Berikut rincian langkah kerja:

1. Masukkan data letak gardu sesuai dengan *visual-observe* gardu.
2. Masukkan data jenis tiang sesuai dengan *visual-observe* gardu.
3. Lihat detail dari jenis tiang gardu untuk mengetahui ketentuan dari jenis tiang gardu.
4. Masukkan bahan.tiang sesuai dengan *visual-observe* gardu.
5. Masukkan data tinggi tiang sesuai dengan *visual-observe* gardu.
6. Lihat detail dari tinggi tiang gardu untuk mengetahui ketentuan dari tinggi tiang gardu.
7. Masukkan jenis kabel *invoer* sesuai dengan *visual-observe* trafo.
8. Masukkan jenis kabel *tovoer* sesuai dengan *visual-observe* trafo.
9. Masukkan kondisi *travers / cross arm* sesuai dengan *visual-observe* trafo.
10. Masukkan kondisi dudukan trafo sesuai dengan *visual-observe* trafo.
11. Lihat detail dari dudukan trafo untuk mengetahui ketentuan dari dudukan trafo.
12. Masukkan pondasi sesuai dengan *visual-observe* gardu.
13. Masukkan *pole-support* sesuai dengan *visual-observe* gardu.
14. Jika ada *pole-support (guywire)*, masukkan kesesuaian dengan *visual-observe* gardu.
15. Masukkan jenis andongan sesuai dengan *visual-observe* gardu.
16. Jika ada andongan, masukkan kesesuaian dengan *visual-observe* gardu.
17. Masukkan kondisi tiang penumpu sesuai dengan *visual-observe* gardu.
18. Masukkan jenis tiang penumpu sesuai dengan *visual-observe* gardu.
19. Masukkan kondisi pembumian (*ground*) untuk *lightning arrester* dengan *visual-observe* gardu.
20. Masukkan kondisi pembumian (*ground*) untuk netral dengan *visual-observe* trafo.
21. Masukkan kondisi pembumian (*ground*) untuk *body* trafo dengan *visual-observe* trafo.
22. Masukkan jenis pembumian (*ground*) untuk *lightning arrester*, netral, dan *body* dengan *visual-observe* trafo dicek dengan hasil pengukuran menggunakan *earth-tester*.

23. Masukkan bahan kabel pembumian sesuai dengan *visual-observe* trafo, jika tidak memungkinkan maka harus dicek ada pondasi atau tidak.
24. Masukkan kondisi *fuse cut out (FCO)* sesuai dengan *visual-observe* gardu.
25. Masukkan kondisi kabel *schoon* sesuai dengan *visual-observe* gardu.
26. Masukkan kondisi *tap connector* sesuai dengan *visual-observe* trafo.
27. Masukkan kapasitas dan tipe *fuse link* sesuai dengan *visual-observe* gardu.
28. Masukkan kondisi PHB-TR dan *bus bar* PHB-TR sesuai dengan *visual-observe* gardu.
29. Masukkan jumlah jurusan PHB-TR sesuai dengan *visual-observe* PHB-TR.
30. Masukkan jenis saklar utama dan *NH-fuse* dari PHB-TR sesuai dengan *visual-observe* PHB-TR.
31. Masukkan jenis *lightning arrester* sesuai dengan *visual-observe* gardu.
32. Masukkan kapasitas dan tipe *NH-fuse* sesuai dengan *visual-observe* PHB-TR.

### **3.2.5. Pengisian sempurna *Right of Way***

Pada langkah ini memiliki fungsi untuk memasukan seluruh data *visual-observable* dari gardu yang akan dilakukan pekerjaan terhadap jarak aman gardu ke aplikasi untuk mendapatkan data awal kegiatan pelaksanaan supervisi dari PLN. Berikut rincian langkah kerja:

1. Masukkan jarak aman dari gardu terhadap jalan raya sesuai dengan *visual-observe* gardu.
2. Masukkan jarak aman dari gardu terhadap balkon rumah sesuai dengan *visual-observe* gardu.
3. Masukkan jarak aman dari gardu terhadap atap rumah sesuai dengan *visual-observe* gardu.
4. Masukkan jarak aman dari gardu terhadap dinding bangunan sesuai dengan *visual-observe* gardu.
5. Masukkan jarak aman dari gardu terhadap antenna televisi, radio, atau menara sesuai dengan *visual-observe* gardu.
6. Masukkan jarak aman dari gardu terhadap pohon dan ranting-rantingnya sesuai dengan *visual-observe* gardu.

7. Masukkan jarak aman dari gardu terhadap lintasan kereta api sesuai dengan *visual-observe* gardu.
8. Masukkan jarak aman dari gardu terhadap tiang tegangan menengah lainnya sesuai dengan *visual-observe* gardu.
9. Masukkan jarak aman dari gardu terhadap tiang tegangan rendah sesuai dengan *visual-observe* gardu.
10. Masukkan jarak aman dari gardu terhadap instalasi milik pelanggan sesuai dengan *visual-observe* gardu.

### **3.2.6. Pengisian sempurna pengukuran**

Pada langkah ini memiliki fungsi untuk memasukan seluruh data dengan pengukuran langsung dari trafo yang akan dilakukan pekerjaan ke aplikasi untuk mendapatkan data awal kegiatan pelaksanaan supervisi dari PLN. Berikut rincian langkah kerja:

1. Masukkan hasil pengukuran tahanan isolasi untuk primer-ground, sekunder-ground, primer-sekunder, primer-primer, dan sekunder-sekunder dari gardu dengan pengukuran menggunakan *insulation tester*.
2. Masukkan hasil pengukuran tahanan pembumian untuk *ground lightning arrester*, *ground* netral, dan *ground body* dari gardu dengan pengukuran menggunakan *earth tester*.
3. Masukkan tingkat tegangan sadapan / *tap* trafo sesuai dengan *visual-observe* trafo..
4. Masukkan tegangan tiap fasa menuju netral sesuai dengan pengukuran dengan tang ampere.
5. Masukkan tegangan tiap fasa menuju fasa lainnya sesuai dengan pengukuran dengan tang ampere.
6. Masukkan arus dari jalur utama tiap fase sesuai dengan pengukuran dengan tang ampere.
7. Masukkan arus dari jalur bagian tiap fase sesuai dengan pengukuran dengan tang ampere.
8. Masukkan jenis putaran fasa sesuai dengan pengukuran dengan tang ampere.

### **3.2.7. Berita Acara dan Rekomendasi**

Pada langkah ini memiliki fungsi untuk memasukan foto pasca pekerjaan dari gardu yang telah dilakukan pekerjaan ke aplikasi untuk mendapatkan berita acara yang valid dan rekomendasi kegiatan



selanjutnya kepada pelaksana supervisi dari PLN. Berikut rincian langkah kerja:

1. Setelah semua bercentang hijau, klik *submit*.
2. Hingga muncul berita acara, cek ulang data hingga tidak ada data yang belum diisi.
3. Klik buat file PDF.
4. Muncul hasil berita acara yang valid sehingga pekerjaan bisa dilakukan dengan lebih efisien secara waktu.

### **3.3. Big Data[2][11]**

Big data yang ada pada ALS-PRO ini mencakup total keseluruhan aspek perhitungan arus yang diambil pada waktu puncak dan rata-ratanya, hingga hasil perhitungan aplikasi seperti faktor kebutuhan, faktor kebersamaan, faktor kegunaan, hingga peramalan beban untuk tahun berikutnya sesuai dengan data historisnya.

Jumlah data yang telah dibuat dan disimpan pada tingkat global hari ini hampir tak terbayangkan jumlahnya. Data tersebut terus tumbuh tanpa henti. Artinya, Big Data memiliki potensi tinggi untuk mengumpulkan wawasan kunci dari informasi bisnis. Sayangnya sampai saat ini, baru sebagian kecil data yang telah dianalisis. Big Data dalam bisnis menjadi strategi yang baik dalam mengolah informasi mentah menjadi keuntungan yang terus mengalir ke organisasi bisnis setiap hari.

Pentingnya Big Data, tidak hanya berputar pada jumlah data yang organisasi miliki, tetapi hal yang penting adalah bagaimana mengolah data internal dan eksternal. Kita dapat mengambil data dari sumber manapun dan menganalisisnya untuk menemukan jawaban yang diinginkan dalam bisnis seperti: 1) pengurangan biaya; 2) pengurangan waktu; 3) pengembangan produk baru dan optimalisasi penawaran produk; dan 4) pengambilan keputusan yang cerdas.

Ketika PLN mampu menggabungkan jumlah data besar yang dimilikinya dengan analisis bertenaga tinggi, organisasi dapat menyelesaikan tugas-tugas yang berhubungan dengan bisnis seperti:

- Menentukan akar penyebab kegagalan untuk setiap masalah bisnis.
- Menghasilkan informasi mengenai titik penting permasalahan berdasarkan kebiasaan solusi yang diberikan.
- Menghitung kembali seluruh risiko yang ada dalam waktu yang singkat.

- Mendeteksi perilaku yang menyebabkan kerugian yang dapat mempengaruhi organisasi.

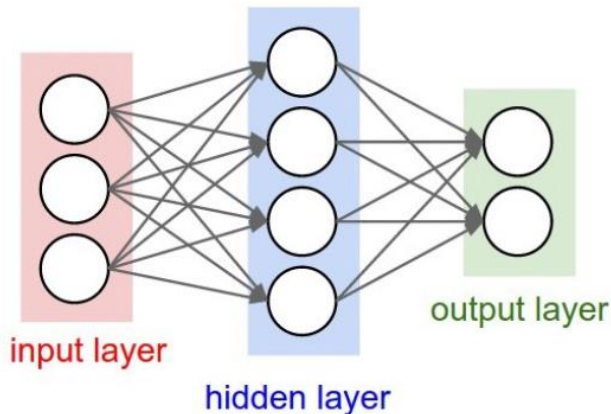
Istilah Big Data relatif baru, dan bagian penting konsep Big Data diantaranya adalah Volume, Kecepatan, Varietas, Variabilitas, dan Kompleksitas. Adapun potensi Big Data hari ini benar-benar menggiurkan untuk strategi kedepannya.

### 3.4. Metode *Deep Learning*[11]

ALS-PRO dalam proses pengerjaannya menggunakan metode *Deep Learning* yang salah satu cabang *Machine Learning*(ML) untuk menggunakan *Deep Neural Network* untuk menyelesaikan permasalahan pada domain ML dan menyelesaikan pembentukan aplikasi.

#### 3.4.1. *Neural Network Architecture*[9][11]

Berikut adalah visualisasi yang mendeskripsikan masukan dan keluaran dari sistem aplikasi ALS-PRO. 3 input layer merepresentasikan jenis input yang dimasukkan, yaitu array, gambar, dan *free-form* pada hal ini ALS-PRO dengan tandatangan. 2 output yang ada adalah representatif dari hasil supervisi dan rekomendasi. 4 hidden layer masing-masing merepresentasikan tentang keempat sempurna pengukuran.



**Gambar 3.4** Konsep Arsitektur *Artificial Neural Network*

Arsitektur diatas biasa disebut sebagai Multi Layer Perceptron (MLP) atau Fully-Connected Layer. Arsitektur pertama mempunyai 3 buah neuron pada Input Layer dan 2 buah node Output Layer. Diantara

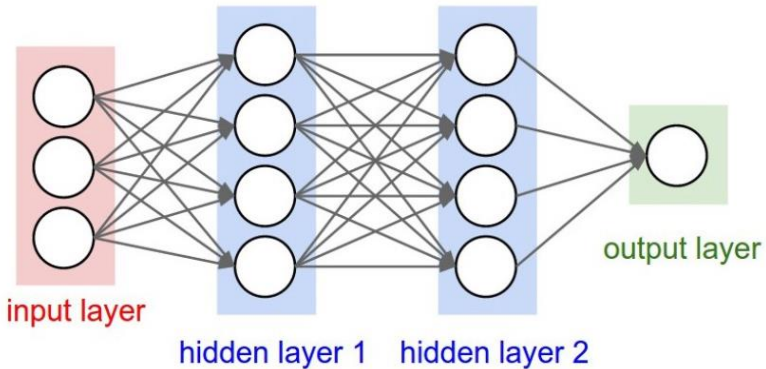
Input dan Output, terdapat 1 Hidden Layer dengan 4 buah neuron. Sedangkan spesifikasi Weight dan Activation function seperti dijelaskan berikut ini.

ALS-PRO pada beberapa kasus menggunakan ANN 1 hidden layer pada sempurna konstruksi dan sempurna Right of Way.

Hidden layer yang lebih dari 1 dan output layer memiliki tambahan “input” yang biasa disebut dengan bias (Tidak disebutkan pada gambar diatas). Pada ALS-PRO yang memiliki hidden layer lebih 1 dengan bias adalah lampiran foto kegiatan dan tanda tangan sebagai masukan akhir.

Sehingga pada arsitektur di gambar 3.4. terdapat  $3 \times 4$  weight + 4 bias dan  $4 \times 2$  weight + 2 bias. Total adalah 26 parameter yang pada proses training akan mengalami perubahan untuk mendapatkan hasil yang terbaik. Sedangkan pada arsitektur gambar 3.5. terdapat 41 parameter.

Neuron pada input layer tidak memiliki activation function, sedangkan neuron pada hidden layer dan output layer memiliki activation function yang kadang berbeda tergantung daripada data atau problem yang kita miliki.



**Gambar 3.5** Konsep Arsitektur *Multi-layer Artificial Neural Network*

Pada Supervised Learning menggunakan Neural Network, pada umumnya Learning terdiri dari 2 tahap, yaitu training dan evaluation. Namun kadang terdapat tahap tambahan yaitu testing, namun sifatnya tidak wajib.

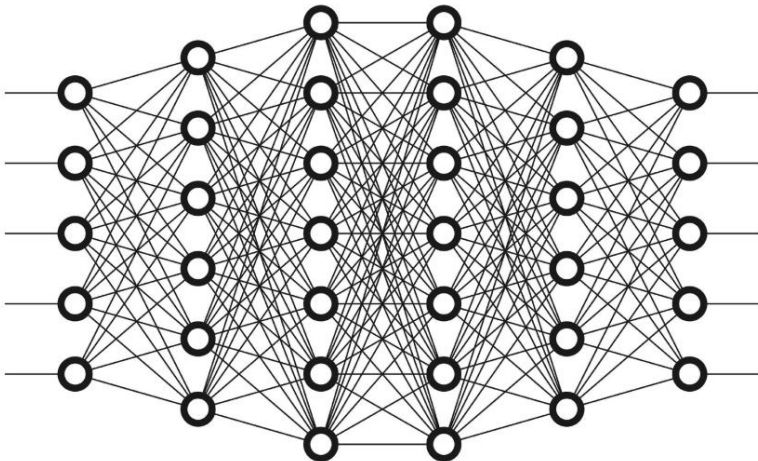
Pada tahap training setiap weight dan bias pada tiap neuron akan diupdate terus menerus hingga output yang dihasilkan sesuai dengan harapan. Pada tiap iterasi akan dilakukan proses evaluation yang biasanya

digunakan untuk menentukan kapan harus menghentikan proses training (stopping point).

Adapun 2 proses training yang dilakukan, forward pass dan backward pass. Forward pass dipakai sebagai pondasi dari aplikasi ALS-PRO ini.

### 3.4.2. *Multilayer Perceptron*[4][14]

Pada ALS-PRO digunakan 5 input dan 5 output beserta data-data yang dimasukkan ada didalam 4 lapis hidden layer. Namun ada juga yang memiliki fungsi regresi non linier yang melakukan 3 proses yaitu untuk cek ulang hasil, menentukan proses berikutnya, dan melakukan eksekusinya.



**Gambar 3.6** *Multilayer Perceptron*

Sehingga untuk non-linear regression kita membutuhkan setidaknya 3 layer neural network atau yang biasa disebut Multilayer Perceptron (MLP) atau Fully-Connected Layer dengan menggunakan non-linear activation function pada seluruh neuron di hidden layer.

Pada ALS-PRO ini yang menggunakan Multilayer Perceptron mayoritas adalah perhitungan pada sempurna pengukuran.



**Tabel 4.1** Pemetaan Beban Berdasarkan Peta Statistik Beban Pelanggan

<b>Kecamatan</b>	<b>Kelurahan</b>	<b>Kode Pos</b>	<b>Jenis</b>	<b>Peak</b>
Semampir	Ampel	60151	Rumah	Malam
	Sidotopo	60152	Rumah	Malam
	Pegirikan	60153	Industri 1	Siang
	Wonokusumo	60154	Kantor	Siang
	Ujung	60155	Rumah	Malam
Simokerto	Kapasari	60141	Rumah	Malam
	Tambakrejo	60142	Industri 1	Siang
	Simokerto	60143	Rumah	Malam
	Simolawang	60144	Kantor	Siang
	Sidodadi	60145	Rumah	Malam
Pabean Cantian	Bongkaran	60161	Kantor	Siang
	Krembangan Utara	60162	Kantor	Siang
	Nyamplungan	60163	Industri 1	Siang
	Perak Timur	60164	Industri 1	Siang
	Perak Utara	60165	Industri 2	Malam
Krembangan	Krembangan Selatan	60175	Industri 1	Siang
	Kemayoran	60176	Industri 2	Malam
	Morokrembangan	60177	Industri 1	Siang
	Perak Barat	60178	Kantor	Siang
	Dupak	60179	Industri 2	Malam

Untuk pengecekan, perlu dibuktikan bahwa beban puncak malam lebih tinggi daripada beban puncak siang, ini dikarenakan jumlah daya yang diserap industry berat meningkatkan beban puncak dikala malam hari rumah-rumah juga sedang aktif mengonsumsi beban.

Dari data pemetaan diketahui beban puncak dari setiap daerah berbeda sesuai dengan jenis tempat tersebut. Maka bisa dilakukan pemetaan berdasarkan setiap trafo pada daerah tersebut dengan perhitungan siang dan malam.

Berikut data gardu yang terdata oleh aplikasi ALS-PRO pada saat pemakaian uji coba aplikasi, beserta gardu induk dan penyulanganya.

**Tabel 4.2** Data Awal Gardu Per Jenis Beban Penyulang

<b>Penyulang</b>	<b>Kategori Beban Mayoritas</b>	<b>Penyulang</b>	<b>Kategori Beban Mayoritas</b>
Bogasari 1	Industri 1	Nilam 2	Kantor
Bogasari 2	Kantor	PAL 1	Industri 2
Bumumoro	Kantor	PAL 2	Industri 2
Dermaga	Industri 1	PAL 3	Kantor
Hangtuah	Kantor	Panti Mulya	Rumah
ITC	Industri 1	Pasar Turi	Industri 1
Jakarta	Rumah	Pegirian	Rumah
Jamrud	Kantor	Pelabuhan	Industri 2
Kaliondo	Rumah	Perak Timur	Rumah
Kapasari	Rumah	Pragoto	Rumah
Kertopaten	Rumah	Prapat Kurung	Rumah
Lantamal 1	Kantor	Rawabaru	Rumah
Lantamal 2	Industri 1	Samudera	Kantor
Lumba-Lumba	Rumah	Sidorame	Rumah
M Nasir	Industri 1	Tanjung Priok	Kantor
Mutiara	Industri 1	TPS	Industri 1
Nilam 1	Industri 1	Wonosari	Rumah

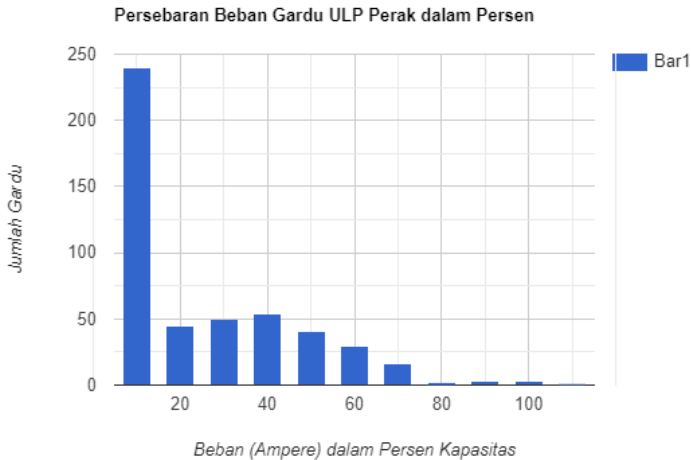
Keterangan:

Industri 1 = Industri rumah tangga, skala kecil, dan menengah

Industri 2 = Industri skala besar

Kantor = Perkantoran

Rumah = Daerah perumahan dan utilitas jalan raya



**Gambar 4.2** Grafik antara jumlah gardu terhadap beban dalam Persen

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa perlu adanya perubahan kapasitas beberapa trafo pada gardu karena beban diatas 60-70% sudah memiliki rugi-rugi yang tinggi sehingga membuat suhu trafo naik. Sesuai dengan standar suhu trafo IEC, beban yang mencapai titik 60-70% keatas harus diturunkan agar menurunkan susut usia trafo. Penurunan juga dilakukan karena dengan usulan *supervisor* untuk melakukan pemeliharaan yang bersifat prediktif.

Berikut perubahan kapasitas sejumlah 102 trafo yang dilakukan untuk optimasi biaya pemeliharaan, melihat perhitungan kapasitas hantar arus untuk tegangan menengah dan tegangan rendah pada kapasitas trafo sebelumnya terhadap *demand* dan beban aktual yang didapat dengan aplikasi ALS-PRO.

**Tabel 4.2** Usulan perubahan kapasitas trafo

No Trafo	Kapasitas Sebelum	Kapasitas Sesudah	No Trafo	Kapasitas Sebelum	Kapasitas Sesudah
AD002	100	160	AD279	160	200
AD003	100	200	AD283	100	160
AD008	160	200	AD290	160	250

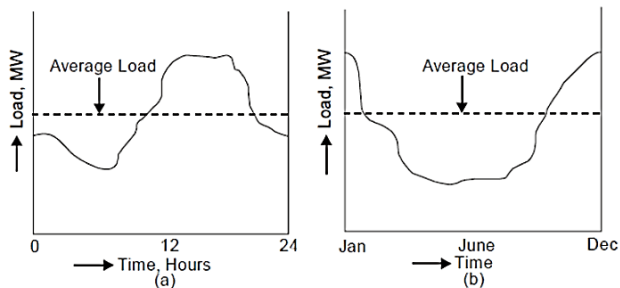


No Trafo	Kapasitas Sebelum	Kapasitas Sesudah	No Trafo	Kapasitas Sebelum	Kapasitas Sesudah
AD013	160	250	AD294	160	315
AD014	100	160	AD295	160	250
AD028	160	400	AD297	160	200
AD034	200	315	AD299	160	250
AD039	200	250	AD300	160	315
AD040	200	400	AD305	160	315
AD055	160	250	AD308	200	250
AD066	250	315	AD312	160	200
AD084	100	315	AD317	200	400
AD088	160	200	AD320	100	250
AD093	160	200	AD321	250	315
AD099	100	160	AD328	250	315
AD102	100	160	AD329	160	200
AD103	100	160	AD332	200	400
AD104	160	315	AD333	250	315
AD113	160	250	AD335	160	250
AD117	160	200	AD341	160	315
AD122	160	315	AD354	160	315
AD123	160	250	AD358	160	315
AD128	100	160	AD359	200	315
AD129	160	250	AD360	160	315
AD130	160	250	AD363	160	250
AD131	160	250	AD365	160	315
AD138	100	160	AD371	160	200
AD143	160	250	AD373	160	200
AD144	160	250	AD374	160	315
AD147	100	160	AD377	200	315
AD153	160	315	AD378	200	315
AD157	200	315	AD385	250	400
AD159	160	250	AD389	100	250
AD160	160	250	AD390	250	400
AD161	160	250	AD392	160	315
AD163	160	315	AD394	160	315
AD167	160	400	AD403	100	200
AD185	160	200	AD406	100	160

No Trafo	Kapasitas Sebelum	Kapasitas Sesudah	No Trafo	Kapasitas Sebelum	Kapasitas Sesudah
AD189	100	200	AD410	100	200
AD204	160	200	AD411	100	200
AD205	160	315	AD412	100	250
AD206	160	315	AD423	100	200
AD214	160	250	AD430	250	400
AD232	160	250	AD447	100	160
AD240	160	315	AD471	100	160
AD243	100	160	AD480	160	250
AD244	160	200	AD484	160	315
AD245	160	250	AD493	160	315
AD248	200	250	AD495	160	200
AD253	200	315	AD504	160	250
AD257	160	250	AD015	160	315

### 3.5.2. Peramalan Beban Jangka Menengah

Peramalan beban jangka menengah merupakan peramalan yang meramalkan beban dalam jangka mingguan hingga satu tahun. Dalam peramalan jangka menengah, faktor-faktor manajerial perusahaan merupakan faktor utama yang menentukan. Masalah-masalah manajerial misalnya kemampuan teknis memperluas jaringan distribusi, kemampuan teknis menyelesaikan proyek pembangkit listrik baru, serta juga kemampuan teknis menyelesaikan proyek saluran transmisi.



**Gambar 4.3** Perbandingan peramalan beban jangka pendek dan menengah

### 3.5.3. Terminasi[10]

Terminasi adalah pembagian waktu untuk menentukan peramalan beban dalam bentuk pemanfaatan hasil perhitungan *hidden neuron neural network* yaitu *utility factor* dan faktor kebersamaan. Keempat tahapan pembagian waktu diharapkan bisa memproyeksikan kondisi sebenarnya dari trafo dan gardu distribusi yang perlu diganti komponennya, atau trafo nya juga.

Ada empat tahapan dalam terminasi dalam ALS-PRO ini:

1. Pra-Termin (Musim Kemarau)

Tahapan pra-termin ini menjadi tolok ukur pertama pengambilan data dengan ALS-PRO karena dalam tahap ini belum dilakukan perubahan komponen dari gardu sehingga bisa diproyeksikan kondisi pra-termin diasumsikan sebagai *initial state* yang merepresentasikan satu semester sebelum kondisi perbaikan di Termin 1 dan seterusnya. Pra Termin ini mencakup waktu awal 3 bulan kegiatan magang (Maret-April-Mei).

2. Termin 1 (Musim Kemarau)

Tahapan termin 1 adalah kondisi pengambilan data setelah dilakukan evaluasi data pra termin dengan memberikan berita acara valid setelah 2 bulan sehingga bisa dibandingkan data sebelum adanya perbaikan dan sesudah adanya perbaikan. Termin 1 ini mencakup waktu paruh kedua 3 bulan akhir kegiatan magang (Juni-Juli-Agustus).

3. Termin 2 (Musim Hujan)

Tahapan termin 2 adalah kondisi pengambilan data setelah dilakukan evaluasi data termin 1 dengan memberikan berita acara valid setelah 2 bulan sehingga bisa dibandingkan data sebelum adanya perbaikan dan sesudah adanya perbaikan. Termin 2 ini mencakup waktu pasca magang dan proses rekapitulasi data awal (September-Oktober-November).

4. Termin 3 (Musim Hujan)

Tahapan termin 3 adalah kondisi pengambilan data setelah dilakukan evaluasi data termin 2 dengan memberikan berita acara valid setelah 2 bulan sehingga bisa dibandingkan data sebelum adanya perbaikan dan sesudah adanya perbaikan. Termin 3 ini mencakup waktu pasca magang setelah termin 2 (Desember-Januari-Februari).

Ada dua fase dalam terminasi dalam ALS-PRO ini:

1. Siang

Siang hari mencakup kegiatan optimal mulai kegiatan operasional aktivitas warga (bekerja, sekolah, kuliah, dan kegiatan sehari-hari) dimana banyak mesin industri dan perkantoran dinyalakan. Fase ini mencakup 06.00-18.00 WIB sebagai waktu pengambilan data sebagai representatif pembagian fase.

2. Malam

Malam hari mencakup kegiatan istirahat pasca kegiatan pada siang hari dimana banyak listrik perumahan yang dinyalakan seperti AC dan lampu-lampu, mesin industri berat yang beroperasi 24 jam, pembangunan infrastruktur yang membutuhkan daya besar, kegiatan pengajian dan acara-acara warga. Fase ini mencakup 18.00-06.00 WIB sebagai waktu pengambilan data sebagai representatif pembagian fase.

Gambar 3.9. sampai gambar 3.13. adalah *flow chart* dari metode dan metodologi dalam pelaksanaan pembuatan ALS-PRO ini.

### 3.6. Faktor Pembebanan Distribusi[6]

Karakteristik beban di ALS-PRO ini merupakan faktor utama yang paling penting dalam perencanaan sistem tenaga listrik. Hal ini diperlukan agar sistem tegangan dan pengaruh dari pembebanan dapat dianalisis dengan baik. Di lain pihak sangat penting artinya dalam menentukan rating peralatan pemutus rangkaian, analisa rugi-rugi dan menentukan kapasitas pembebanan dan cadangan tersedia dari suatu gardu serta dapat memilih kapasitas transformator secara tepat dan ekonomis. Data yang dapat dari ULP Perak adalah arus rata-rata, arus puncak, arus total, faktor keseragaman, dan seluruh data arus dalam satuan rms.

#### 3.6.1. Demand

*Demand* (D) atau Kebutuhan sistem listrik adalah beban pada terminal terima secara rata-rata dalam suatu selang (interval) waktu tertentu. Beban tersebut bisa dalam satuan Ampere, kiloAmpere, kiloWatts dan kiloVoltAmpere. Kebutuhan beban listrik pada suatu daerah tergantung dari keadaan penduduk, pertumbuhan ekonomi, rencana pengembangannya dalam waktu dekat dan waktu yang akan datang. Sehingga kebutuhan mendatang sangat bergantung pada faktor-faktor yang dapat diketahui tersebut. *Demand* bisa diketahui dengan

mengetahui data pelanggan. Pada tugas akhir ini yang dipakai adalah satuan *Ampere*.

### 3.6.2. *Maximum Demand*

Kebutuhan maksimum dapat terjadi selama waktu satu jam, harian, mingguan, bulanan atau tahunan. Kebutuhan maksimum adalah sebagai kebutuhan yang terbesar yang dapat terjadi dalam suatu selang tertentu, biasanya terjadi dalam selang 15 menit, selang 30 menit atau dalam hal-hal tertentu 60 menit. Dalam ALS-PRO ini yang dilakukan adalah melakukan perkalian dari total beban terpasang dikalikan dengan *demand factor*.

*Maximum Demand* sistem dapat dicari dengan kurva beban atau dengan menghitung beban terpasangnya. *Maximum Demand* merupakan perkalian antara beban terpasang dalam ampere dengan *Demand Factor*

$$D_{\max} = I_{\text{connect}} \times DF$$

Keterangan:

DF	=	<i>Demand Factor</i>
$I_{\text{connect}}$	=	Beban Terpasang (Ampere rms)
$D_{\max}$	=	<i>Maximum Demand</i> (Ampere rms)

### 3.6.3. *Beban Terpasang*

Beban terpasang dimaksudkan adalah jumlah kapasitas dari semua beban dengan kapasitas yang tertera pada papan nama (name plate) dan peralatan-peralatan listrik. Perbandingan beban puncak terhadap beban terpasang merupakan derajat pelayanan serentak pada seluruh beban terpasang. Beban terpasang ini dapat diketahui dengan melakukan survei ke lapangan ataupun data sekunder dari perusahaan penyedia daya listrik.

### 3.6.4. *Beban Rata-rata*

Beban rata-rata didefinisikan sebagai perbandingan antara energi yang terpakai dengan waktu pada periode. Atau dituliskan menurut persamaan 1 periode tahunan.

$$I_{\text{avg}} = \frac{I_{1\text{year}}}{365 \times 24} [kWh]$$

Keterangan:

$I_{\text{avg}}$	=	Beban rata-rata (Ampere rms)
$I_{1\text{year}}$	=	Beban selama satu tahun (Ampere rms)

### 3.6.5. Load Factor

Didefinisikan sebagai perbandingan antara beban rata-rata pada waktu tertentu dengan beban puncak yang diukur untuk suatu periode waktu tertentu. Beban puncak (*peak load*) yang dimaksud adalah beban puncak sesaat atau beban puncak rata-rata dalam interval tertentu, pada umumnya dipakai beban puncak pada waktu 15 menit atau 30 menit. Untuk prakiraan besarnya faktor beban pada masa yang akan datang dapat didekati dengan data statistik yang ada.

$$LF = \frac{I_{avg}}{I_{peak}}$$

Keterangan:

LF	=	Load Factor
$I_{avg}$	=	Beban rata-rata waktu tertentu (Ampere rms)
$I_{peak}$	=	Beban Puncak (Ampere rms)

### 3.6.6. Demand Factor

Faktor kebutuhan adalah perbandingan beban puncak dengan seluruh beban terpasang pada system.

Faktor kebutuhan selalu bernilai lebih kecil dari satu. Besarnya faktor kebutuhan dipengaruhi oleh beberapa hal :

- Besarnya beban terpasang Sebagai contoh : Rumah tinggal yang mempunyai beban terpasang yang relatif besar, pada umumnya memiliki faktor kebutuhan yang lebih rendah bila dibandingkan dengan rumah tinggal yang mempunyai beban terpasang lebih kecil.
- Sifat pemakaian, sebagai contoh toko-toko, pusat perbelanjaan, kantor-kantor dan industri memiliki faktor kebutuhan tinggi sedangkan gudang dan tempat rekreasi memiliki faktor kebutuhan rendah.

$$DF = \frac{I_{peak}}{I_{connect}}$$

Nilai DF pada prinsipnya lebih kecil atau sama dengan satu. Bisa saja terjadi lebih besar dari satu, yaitu saat terjadi dibeban lebih.

Keterangan:

DF	=	Demand Factor
$I_{peak}$	=	Beban Puncak (Ampere rms)
$I_{connect}$	=	Beban Terpasang (Ampere rms)

### 3.6.7. Utility Factor

Didefinisikan sebagai perkalian antara *Load Factor* dengan *Demand Factor* atau juga bisa didekati dengan perbandingan antara demand maksimum dengan kapasitas nominal rata-rata dari sistem pencatu daya. Persamaan dibawah ini menggambarkan definisi ini.

$$UF = LF \times DF = \frac{UF_n}{UF_{avg}} \text{ per average}$$

Utility Factor per rata-rata bernilai lebih dari 1 apabila arus penggunaan lebih besar dari penggunaan rata-rata dalam satu tahun, sedangkan akan bernilai kurang dari 1 apabila arus penggunaan dibawah rata-rata penggunaan, utility factor akan berubah sesuai dengan perubahan musim dan kegiatan kegiatan tertentu yang ada pada suatu interval waktu tertentu.

Keterangan:

LF	=	<i>Load Factor</i>
DF	=	<i>Demand Factor</i>
UF	=	<i>Utility Factor</i>

### 3.6.8. Diversity Factor

Faktor keragaman didefinisikan sebagai perbandingan antara jumlah beban maksimum dari masing masing unit beban yang ada pada suatu sistem terhadap beban maksimum sistem secara keseluruhan

Metode yang dilakukan oleh rayon penulis dan pembuat ALS-PRO untuk mendapatkan *diversity factor* ini adalah dengan menghitung total dalam waktu seminggu normal (tanpa hari libur) di gardu yang sama dan di waktu yang sama untuk beban puncaknya. Selisih naik atau turunnya waktu beban puncak kemudian dilakukan rata-rata, dan dilakukan perhitungan presentase variasi waktu beban puncak dalam satu minggu.

Cara lain yaitu bisa melakukan pendekatan berdasarkan data pelanggan maka bisa didapatkan nilai dari *diversity factor*.

$$f_{div} = \frac{\sum_1^n |t_{lavg} - t_{in}|}{\sum_1^n t_{lavg}} = \frac{\sum_1^n D}{D_{max}}$$

Keterangan:

$\sum_1^n D$	=	Beban total per interval waktu (Ampere)
$D_{max}$	=	<i>Maximum Demand (Ampere)</i>
$f_{div}$	=	<i>Diversity Factor</i>
$t_{lavg}$	=	Waktu rata-rata peak dalam seminggu (jam)

$t_{In}$  = Waktu pada hari n dari seminggu (jam)

### 3.6.9. Faktor Kebersamaan / Keserempakan

Faktor keserempakan adalah kebalikan dari faktor keragaman, yang didefinisikan sebagai perbandingan antara beban maksimum dari suatu kumpulan beban dari sistem terhadap jumlah beban maksimum dari masing-masing unit beban.

Definisi pada ALS-PRO ini yaitu cara untuk mencari waktu kesamaan nyala / mati nya beban, ketika bernilai 1 maka seluruh beban dalam satu trafo tersebut nyala bersama-sama. Pada prinsipnya nilai faktor kebersamaan ini adalah kurang dari sama dengan 1.

$$CF = \frac{1}{f_{div}}$$

Keterangan:

CF = *Coincidence Factor* (Keserempakan)

$f_{div}$  = *Diversity Factor*

### 3.6.10. Faktor Rugi-rugi beban

Didefinisikan sebagai perbandingan antara rugi daya rata-rata terhadap rugi daya pada beban puncak pada periode waktu tertentu.

Faktor rugi-rugi beban merupakan rugi-rugi sebagai fungsi waktu, berubah sesuai dengan fungsi dari waktu kuadrat. Oleh karena itu, faktor rugi-rugi ini tidak dapat ditentukan langsung dari faktor beban. Berdasarkan pengalaman dan percobaan yang dilakukan oleh Buller dan Woodrow dengan menganalisa ratusan grafik diperoleh persamaan pendekatan empiris sebagai berikut:

$$f_{loss} = (0,3 \times LF) + (0,7 \times LF^2)$$

Keterangan:

LF = *Load Factor*

$f_{loss}$  = *Load Loss Factor*

### 3.7. Penentuan Rekomendasi

Penggantian suatu komponen harus didasari oleh penentuan rekomendasi yang dianalisis melalui *big data* yang akan terpenuhi setelah dilakukan inspeksi dengan aplikasi ALS-PRO

$$L\% = \%_{trafocap} \times UF \times CF$$



Maka bisa didapatkan ketika hasil peramalan beban diatas 100% akan dilakukan penentuan rekomendasi untuk penggantian trafo dengan melihat indeks beban pada musim tersebut.

Keterangan:

$\%_{\text{trafocap}}$	=	<i>Kapasitas Beban per Trafo</i>
CF	=	<i>Coincidence Factor (Keserempakan)</i>
UF	=	<i>Utility Factor</i>
L%	=	<i>Hasil Aktual terhadap kapasitas total (%)</i>
$f_{\text{loss}}$	=	<i>Load Loss Factor</i>

Berikut adalah contoh perhitungan yang digunakan dalam perhitungan untuk mendapatkan hasil presentase pembebanan untuk AD012 Siang.

Data Awal :

$I_{\text{avg}}$	=	130 A
$I_{\text{peak}}$	=	184 A
$I_{\text{connect}}$	=	308 A
$D_{\text{max}}$	=	184 A
$t_{\text{lavg}}$	=	13.15 WIB
$f_{\text{div}}$	=	1,31
$\%_{\text{trafocap}}$	=	74%

Maka Bisa didapatkan :

$$DF = \frac{I_{\text{peak}}}{I_{\text{connect}}} = \frac{184}{308} = 0,61$$

$$LF = \frac{I_{\text{avg}}}{I_{\text{peak}}} = \frac{130}{184} = 0,71$$

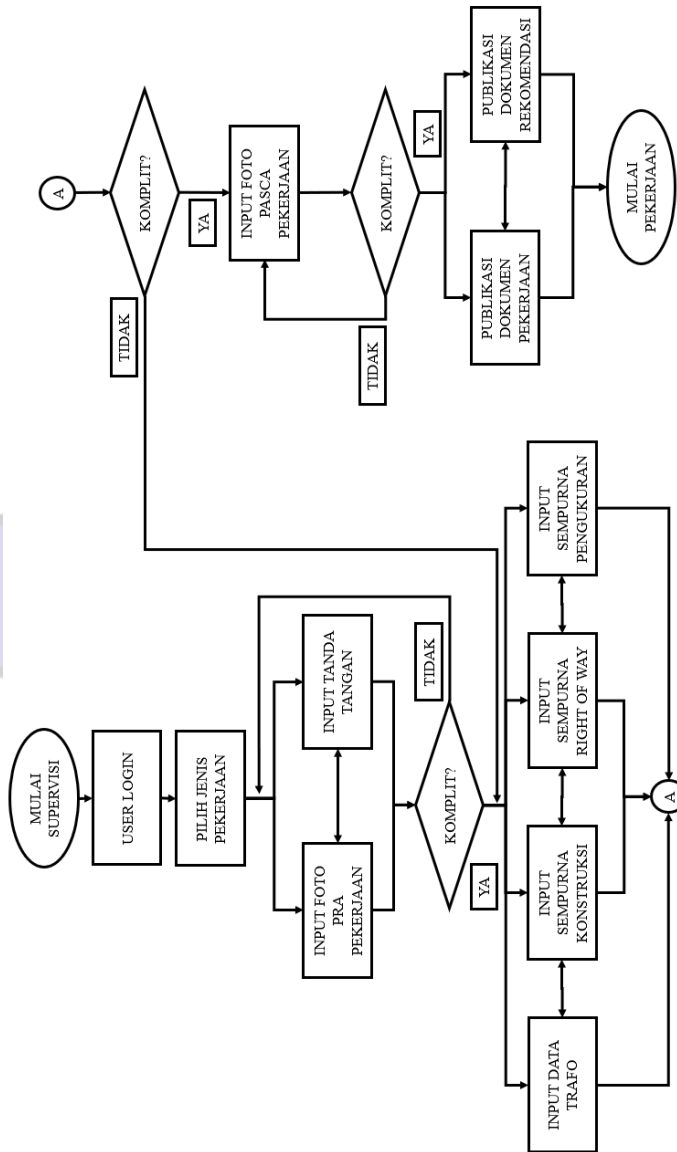
$$UF = LF \times DF = 0,61 \times 0,71 = 0,42$$

$$CF = \frac{1}{1,31} = 0,76$$

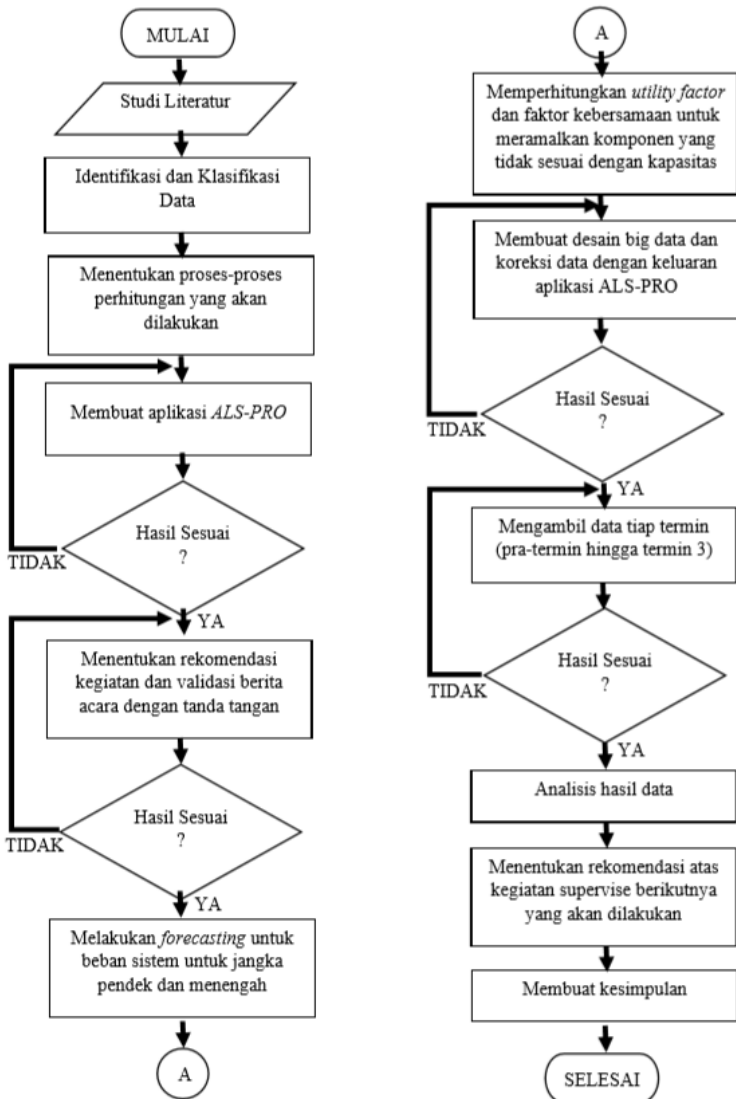
$$f_{\text{loss}} = (0,3 \times 0,71) + (0,7 \times 0,71^2) = 0,56$$

$$L\% = 0,74 \times 0,71 \times 0,42 = 24\%$$

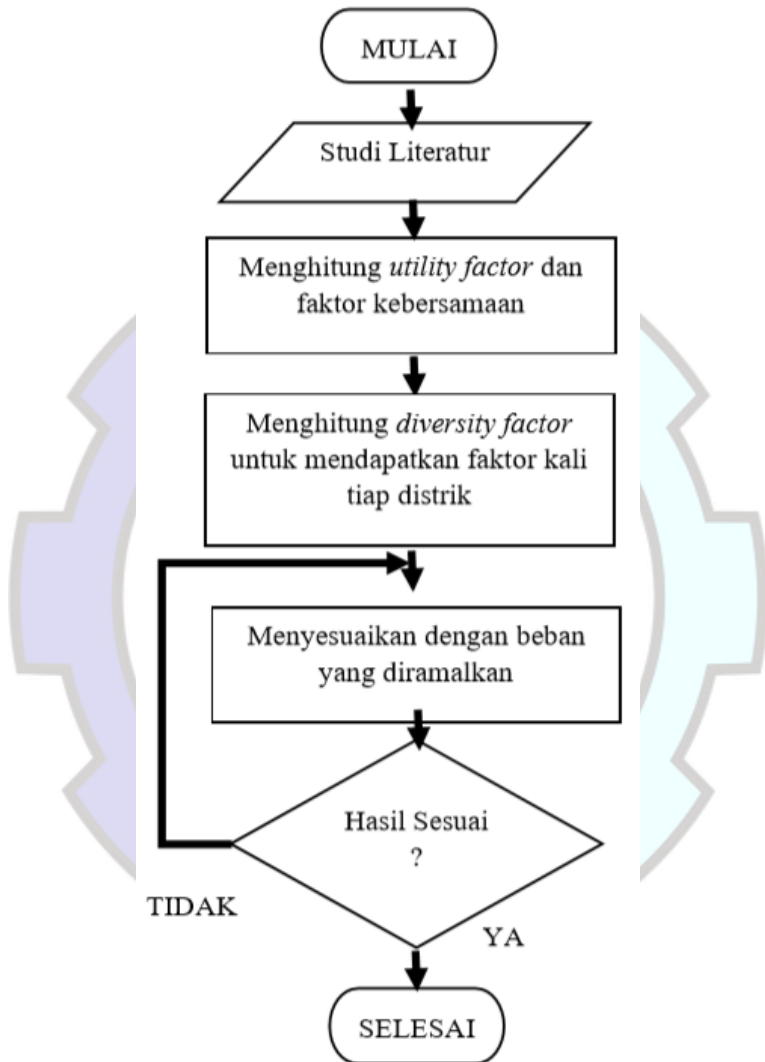
Maka Bisa didapatkan pembebanan pada AD012 harus dilakukan optimasi peningkatan kapasitas trafo karena pembebanan diatas 60-70% adalah tinggi, dengan cara pemeliharaan prediktif. Pengubahan didasarkan pada beban aktual sebesar 24% yang dihitung diatas 20% dan disarankan oleh *supervisor* untuk mengantisipasi pertumbuhan beban di tahun berikutnya.



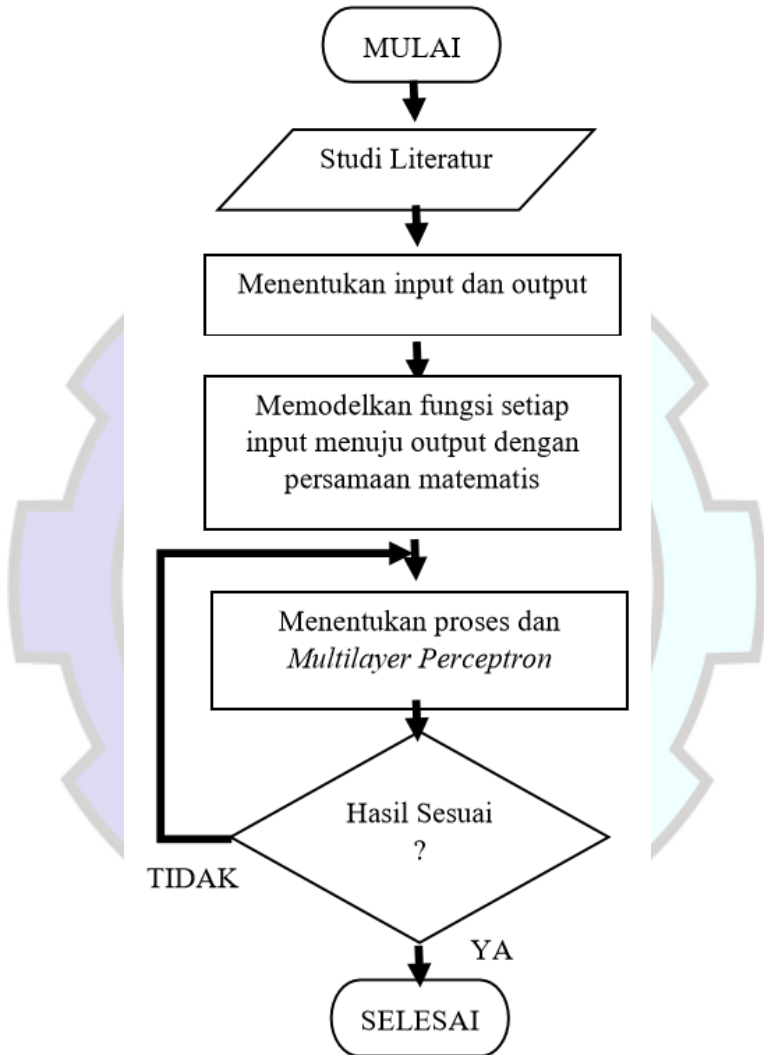
Gambar 3.7 Flow chart penggunaan aplikasi ALS-PRO[10]



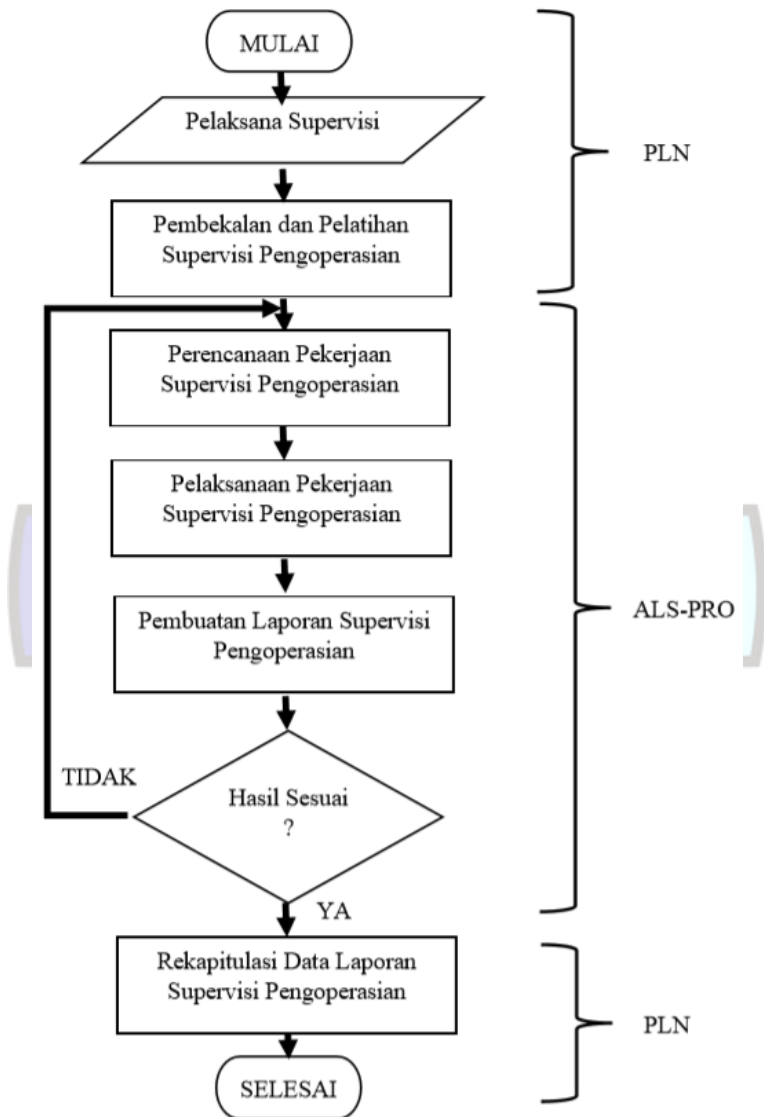
Gambar 3.8 Flow chart pengerjaan tugas akhir



**Gambar 3.9** *Flow chart* perhitungan *utility factor* dengan perbandingan *forecast* beban[6]



**Gambar 3.10** Flow chart pembuatan aplikasi ALS-PRO dengan *Multilayer Perceptron*



**Gambar 3.11** Kontribusi ALS-PRO pada pelaksanaan supervisi PLN

## BAB 4 PENGUJIAN DAN ANALISA

### 4.1. Pengujian Aplikasi

Pengujian aplikasi dilakukan mulai dari tahap sebelum pembuatan program hingga pengujian aplikasi setelah dimasukkan sebuah masukan data hingga data yang sudah melewati proses dan menjadi keluaran utuh.

#### 4.1.1. Pengujian Keamanan dan Validasi Personal

Tahapan dalam pengujian ini adalah uji keamanan dan validasi pelaksana sekaligus pengguna dari aplikasi ini. Ada dua macam masukan yang harus di masukkan sebelum pelaksanaan, sebagai berikut:

1. ID / Email dan Password.

Dalam tahap pengujian masukan dan keluaran dari aplikasi dilakukan secara manual. Pada tampilan dimunculkan sebuah tombol untuk masukan berupa huruf, angka, dan simbol.

Ketika tombol untuk kolom email ditekan maka logika selanjutnya adalah menampilkan keyboard yang berisi huruf, angka, dan simbol. Selain itu juga dilihat dari pembacaan dari kolom password. Untuk kolom password akan diatur untuk menjadikan masukan hasil dari keyboard yang diisi secara manual akan di enkripsi secara otomatis sehingga pelaku *illegal data mining / hacker* tidak bisa mengakses password lewat direktori aplikasi yang terinstal meskipun versi android yang digunakan pengguna merupakan versi yang lama. Validasi dilakukan secara *online*

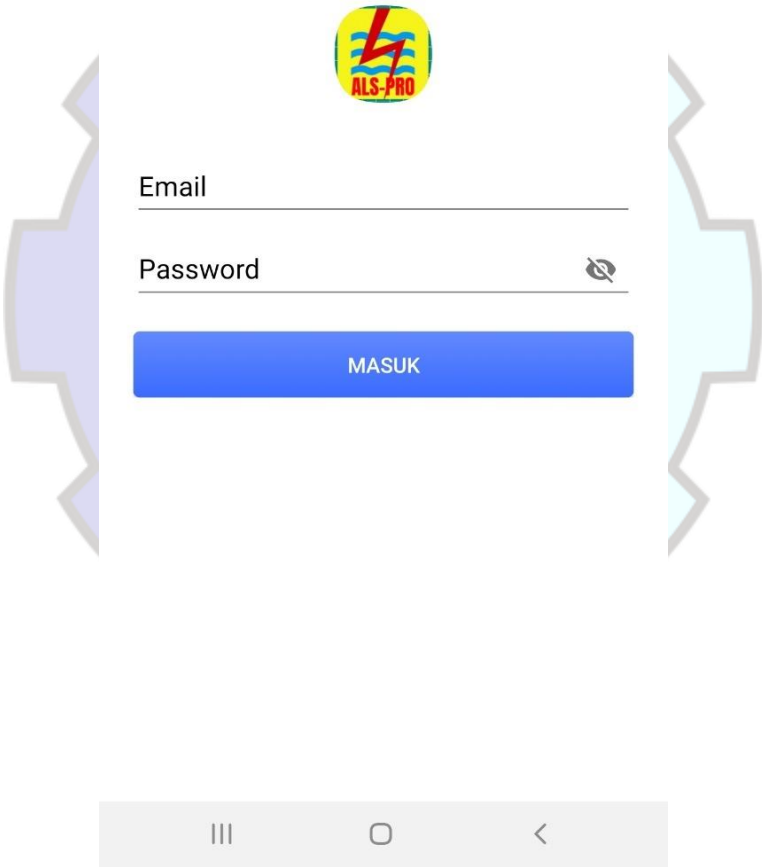
Kekurangan dari enkripsi data yang tertanam pada aplikasi ini adalah aplikasi ini akan secara otomatis *hang / force close* apabila dijalankan pada versi *android* kurang dari versi 4.0 (*Ice Cream Sandwich iOS*).

Namun kekurangan dari enkripsi ini mencegah adanya *bug* atau kesalahan yang ada pada *hidden layer* pada *multilayer perceptron* pada proses masukan data selanjutnya.

2. Tombol Masuk

Dalam tahap pengujian masukan dan keluaran dari aplikasi dilakukan secara manual. Pada tampilan dimunculkan sebuah tombol untuk masukan berupa digital tombol (1/0).

Ketika tombol digital *one-zero* ini ditekan maka secara otomatis akan mengirimkan sinyal 1 untuk aplikasi melakukan operasi selanjutnya. Pada aplikasi demo nantinya tombol ini tidak akan dinyalakan fungsinya. Dalam hal ini yang akan dilakukan oleh aplikasi ini melakukan validasi.



Gambar 4.4 Tampilan awal untuk keamanan aplikasi



#### 4.1.2. Validasi Laporan Supervisi[11]

Tahapan dalam pengujian ini adalah uji akses validasi berupa tanda tangan dan foto pra pekerjaan dan validasi dilakukan secara otomatis ketika kedua aspek tersebut sudah dimasukkan kedalam aplikasi. Ada dua tahapan dan dua macam masukan yang harus di masukkan sebelum pelaksanaan, sebagai berikut:

##### 1. HAR / OP.

Dalam tahap pengujian masukan dan keluaran dari aplikasi dilakukan secara manual. Pada tampilan dimunculkan sebuah tombol untuk masukan berupa digital tombol (1/0).

Ketika tombol digital *one-zero* ini ditekan maka secara otomatis akan mengirimkan sinyal 1 untuk aplikasi melakukan operasi selanjutnya. Pada aplikasi demo nantinya tombol ini tidak akan dinyalakan fungsinya. Dalam hal ini yang akan dilakukan oleh aplikasi ini melakukan masuk kedalam *multilayer perceptron* baru berikutnya yang berisi validasi pekerjaan berupa upload foto pra-pekerjaan dan tanda tangan pengawas.

Pada poin ini yang terpenting dan bisa meningkatkan efisiensi pekerjaan yaitu mencetak sebuah file PDF dengan menggunakan validasi.

##### 2. Tombol Tanda Tangan

Dalam tahap pengujian masukan dan keluaran dari aplikasi dilakukan secara otomatis. Pada tampilan dimunculkan sebuah tombol untuk masukan berupa digital tombol (1/0).

Ketika tombol digital *one-zero* ini ditekan maka secara otomatis akan mengirimkan sinyal 1 untuk aplikasi melakukan operasi selanjutnya. Pada aplikasi demo nantinya tombol ini dinyalakan fungsinya. Dalam hal ini yang akan dilakukan oleh aplikasi ini melakukan validasi laporan supervisi berupa tanda tangan pengawas pekerjaan atau *supervisor* teknik dari ULP dimana tempat gardu tersebut berada.

##### 3. Tombol Upload Gambar

Dalam tahap pengujian masukan dan keluaran dari aplikasi dilakukan secara otomatis. Pada tampilan dimunculkan sebuah tombol untuk masukan berupa digital tombol (1/0).

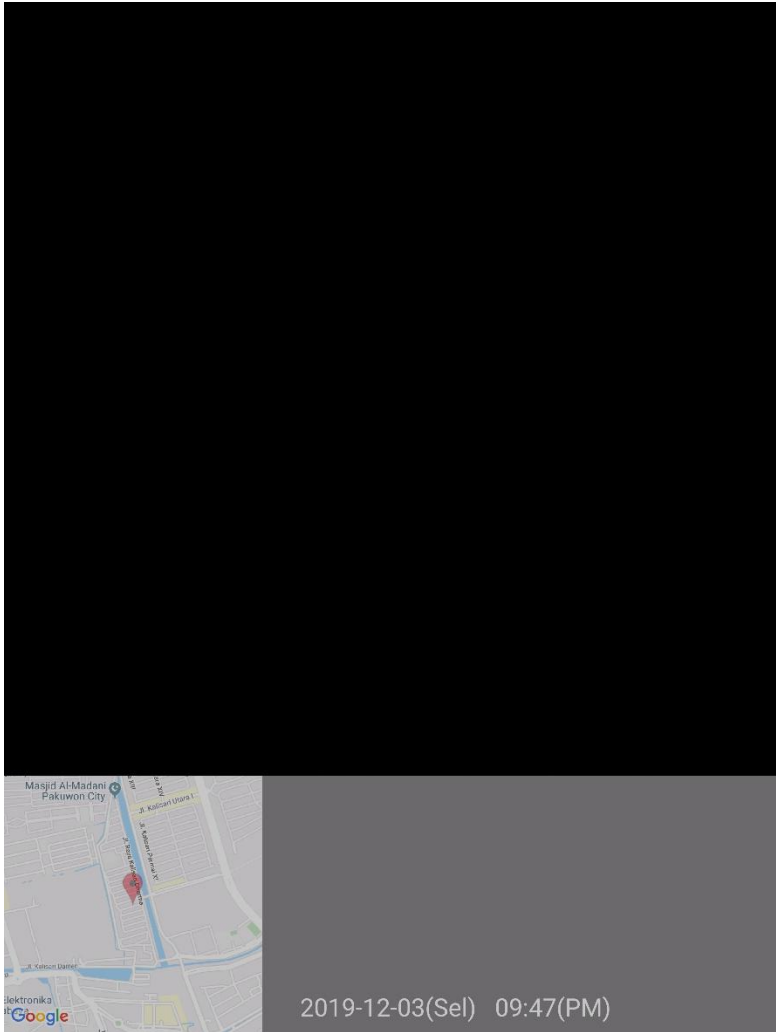
Ketika tombol digital *one-zero* ini ditekan maka secara otomatis akan mengirimkan sinyal 1 untuk aplikasi melakukan operasi selanjutnya. Pada aplikasi demo nantinya tombol ini dinyalakan fungsinya. Dalam hal ini yang akan dilakukan oleh aplikasi ini mengambil foto pra-pekerjaan dari gardu yang akan dilakukan pekerjaan pada tempat gardu berada.



Gambar 4.5 Pemilihan jenis pekerjaan



Gambar 4.6 Masukan validasi laporan



**Gambar 4.7** Pengambilan foto pra-pekerjaan

← Berikan Tanda Tangan



**Gambar 4.8** Pengambilan tanda tangan pengawas pekerjaan

#### 4.1.3. Penentuan Target Trafo[9]

Tahapan dalam pengujian ini adalah uji masukan untuk target trafo dilakukan secara otomatis ketika semua aspek target sudah dimasukkan kedalam aplikasi. Ada tiga tahapan masukan yang harus di masukkan sebelum pelaksanaan, sebagai berikut:

1. Nama, Alamat, Unit, Nomor Gardu

Dalam tahap pengujian masukan dan keluaran dari aplikasi dilakukan secara manual. Pada tampilan dimunculkan sebuah tombol untuk masukan berupa huruf, angka, dan simbol.

Ketika tombol untuk keempat kolom ditekan maka logika selanjutnya adalah menampilkan keyboard yang berisi huruf, angka, dan simbol. Seluruh data ini akan dimasukkan pada data *trivia* (yang tidak ditampilkan pada laporan kecuali jika diminta).

Pada poin ini yang terpenting dan bisa meningkatkan efisiensi pekerjaan yaitu mengubah nama *file* PDF dari keluaran aplikasi ini menjadi nama gardu agar tidak ada tumpang tindih pekerjaan pada gardu yang sama.

2. Tarif / Daya dan Penyulang / *Section*

Dalam tahap pengujian masukan dan keluaran dari aplikasi dilakukan secara manual. Pada tampilan dimunculkan sebuah tombol untuk masukan berupa huruf, angka, dan simbol.

Ketika tombol untuk kedua kolom ditekan maka logika selanjutnya adalah menampilkan keyboard yang berisi huruf, angka, dan simbol. Kedua data ini akan dimasukkan pada data *semi-trivia* (yang tidak ditampilkan pada laporan kecuali jika diminta namun digunakan dalam perhitungan).

3. Tombol Simpan

Dalam tahap pengujian masukan dan keluaran dari aplikasi dilakukan secara otomatis. Pada tampilan dimunculkan sebuah tombol untuk masukan berupa digital tombol (1/0).

Ketika tombol digital *one-zero* ini ditekan maka secara otomatis akan mengirimkan sinyal 1 untuk aplikasi melakukan operasi selanjutnya. Pada aplikasi demo nantinya tombol ini dinyalakan fungsinya. Dalam hal ini yang akan dilakukan oleh aplikasi ini menyimpan seluruh data masukan beserta fiksasi data sehingga sudah tidak ada data yang akan diubah lagi dari gardu yang akan dilakukan pekerjaan tersebut.

← Target Trafo

Nama

AD020

Alamat

Jalan Tanjung Sadari

Unit

ULP Perak

Tarif / Daya

250 kVA

Penyulang / Sec

Bumimoro

No. Gardu

AD020

Simpan



Gambar 4.9 Masukan target trafo

#### 4.1.4. Pengisian Data dan Tombol Bantuan

Tahapan dalam pengujian ini adalah uji masukan untuk pilihan pengisian data dan tombol bantuan dilakukan secara otomatis ketika semua aspek target sudah dimasukkan kedalam aplikasi. Ada tiga tahapan masukan yang harus di masukkan sebelum pelaksanaan, sebagai berikut:

##### 1. Data Trafo, Sempurna Konstruksi, *RoW*, dan Pengukuran

Dalam tahap pengujian masukan dan keluaran dari aplikasi dilakukan secara manual. Pada tampilan dimunculkan sebuah tombol untuk masukan berupa digital tombol (1/0).

Ketika tombol untuk keempat kolom ditekan maka logika selanjutnya adalah menampilkan *form* yang siap untuk dimasukkan data. Seluruh data ini akan dimasukkan pada data *trivia* (yang tidak ditampilkan pada laporan kecuali jika diminta).

Pada poin ini yang terpenting dan bisa meningkatkan efisiensi pekerjaan yaitu proses *reset* data setelah submit setiap *form* agar pengguna tidak perlu mengganti setiap isian data pada setiap *form*.

##### 2. Tombol Bantuan

Dalam tahap pengujian masukan dan keluaran dari aplikasi dilakukan secara otomatis. Pada tampilan dimunculkan sebuah tombol untuk masukan berupa digital tombol (1/0).

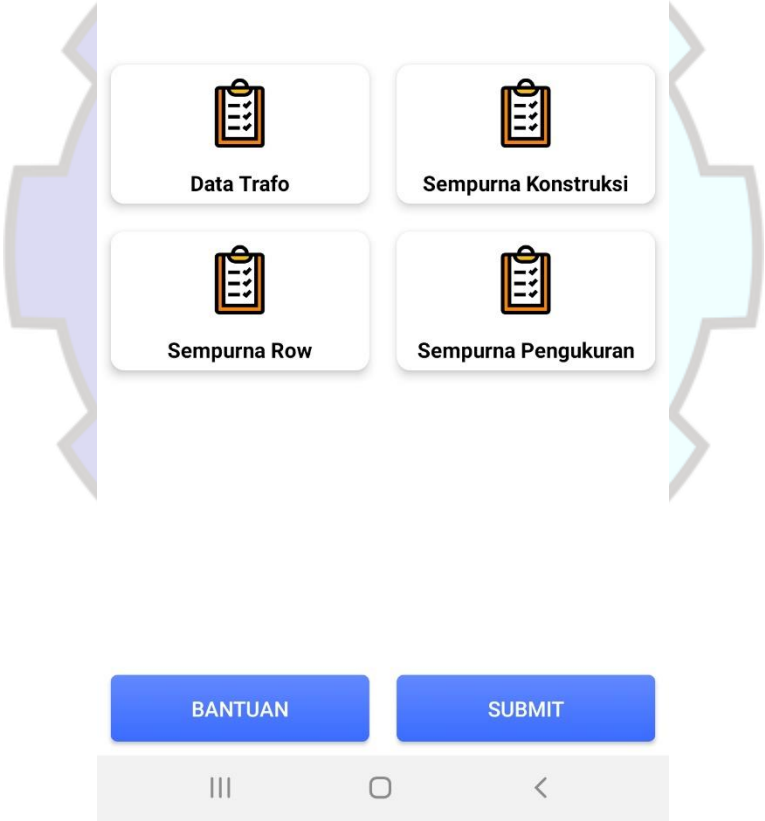
Ketika tombol pada kolom ini ditekan maka logika selanjutnya adalah menampilkan tampilan bantuan. *Layer* pada tombol bantuan ini berbeda dengan *layer* pilihan pengisian data, sehingga tidak bisa menekan apapun selain menampilkan informasi cara pengisian data.

##### 3. Tombol Submit

Dalam tahap pengujian masukan dan keluaran dari aplikasi dilakukan secara otomatis. Pada tampilan dimunculkan sebuah tombol untuk masukan berupa digital tombol (1/0).

Ketika tombol digital *one-zero* ini ditekan maka secara otomatis akan mengirimkan sinyal 1 untuk aplikasi melakukan operasi selanjutnya. Pada aplikasi demo nantinya tombol ini dinyalakan fungsinya. Dalam hal ini yang akan dilakukan oleh aplikasi ini menyimpan seluruh data masukan beserta fiksasi data sehingga sudah tidak ada data yang akan diubah lagi dari gardu yang akan dilakukan pekerjaan tersebut. Tombol ini tidak akan bisa ditekan apabila semua data belum dimasukkan.





**Gambar 4.10** Pilihan pengisian data

### TAHAP PENGISIAN ALS-PRO

1. Isi keempat form hingga muncul centang hijau
2. Masukkan gambar pasca pengerjaan
3. Tanda tangan oleh Manajer Rayon
4. Cetak berita acara Form Rekomendasi
5. Silahkan gunakan GPS Map Camera jika memiliki aplikasi tersebut

BANTUAN

SUBMIT



Gambar 4.11 Tombol Bantuan

#### 4.1.5. Pengujian Form Data Trafo

Tahapan dalam pengujian ini adalah uji masukan untuk data trafo dilakukan secara otomatis ketika semua aspek target sudah dimasukkan kedalam aplikasi. Ada tiga tahapan masukan yang harus di masukkan sebelum pelaksanaan, sebagai berikut:

##### 1. Form Data

Dalam tahap pengujian masukan dan keluaran dari aplikasi dilakukan secara manual. Pada tampilan dimunculkan sebuah tombol untuk masukan berupa huruf, angka, dan simbol.

Ketika tombol untuk keempat kolom ditekan maka logika selanjutnya adalah menampilkan keyboard yang berisi huruf, angka, dan simbol. Seluruh data ini akan dimasukkan pada data *trivia* (yang tidak ditampilkan pada laporan kecuali jika diminta).

Pada poin ini yang terpenting dan bisa meningkatkan efisiensi pekerjaan yaitu proses *reset* data setelah submit setiap *form* agar pengguna tidak perlu mengganti setiap isian data pada setiap *form*.

##### 2. Lihat Form Lainnya

Dalam tahap pengujian masukan dan keluaran dari aplikasi dilakukan secara otomatis. Pada tampilan dimunculkan sebuah tombol untuk masukan berupa digital tombol (1/0).

Ketika tombol untuk ketiga kolom ditekan maka logika selanjutnya adalah menampilkan isian data yang sudah diisikan kedalam form tersebut. Ketiga *form* ini akan menampilkan data *memory-fixed* (yang tidak bisa diubah jika tidak mengisi ulang *form* tersebut / *rewrite and replace*).

##### 3. Tombol Simpan

Dalam tahap pengujian masukan dan keluaran dari aplikasi dilakukan secara otomatis. Pada tampilan dimunculkan sebuah tombol untuk masukan berupa digital tombol (1/0).

Ketika tombol digital *one-zero* ini ditekan maka secara otomatis akan mengirimkan sinyal 1 untuk aplikasi melakukan operasi selanjutnya. Pada aplikasi demo nantinya tombol ini dinyalakan fungsinya. Dalam hal ini yang akan dilakukan oleh aplikasi ini menyimpan seluruh data masukan beserta fiksasi data sehingga sudah tidak ada data yang akan diubah lagi dari gardu yang akan dilakukan pekerjaan tersebut.

## ← Data Trafo

Lihat Form Sempurna Pengukuran >

Lihat Form Sempurna Row >

Lihat Form Sempurna Kontruksi >

Merk

B&D

Kapasitas Daya

250

KVA

No Seri

026781

Vektor Grup

DYn5

[Detail](#)

Tahun

2018

Berat

1080

kg

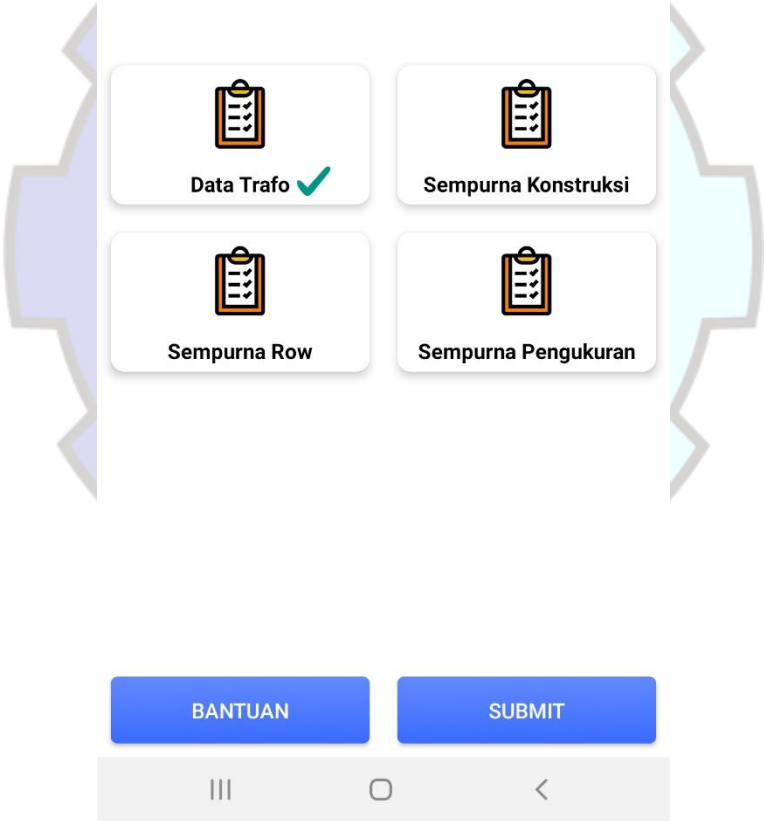
Oli

64

Liter



**Gambar 4.12** Masukan data trafo



**Gambar 4.13** Tampilan setelah form terisi

#### 4.1.6. Pengujian Form Sempurna *Right of Way (RoW)*

Tahapan dalam pengujian ini adalah uji masukan untuk sempurna *right of way* gardu dilakukan secara otomatis ketika semua aspek target sudah dimasukkan kedalam aplikasi. Ada tiga tahapan masukan yang harus di masukkan sebelum pelaksanaan, sebagai berikut:

##### 1. Form Data

Dalam tahap pengujian masukan dan keluaran dari aplikasi dilakukan secara manual. Pada tampilan dimunculkan sebuah tombol untuk masukan berupa huruf, angka, dan simbol.

Ketika tombol untuk keempat kolom ditekan maka logika selanjutnya adalah menampilkan keyboard yang berisi huruf, angka, dan simbol. Seluruh data ini akan dimasukkan pada data *trivia* (yang tidak ditampilkan pada laporan kecuali jika diminta).

Pada poin ini yang terpenting dan bisa meningkatkan efisiensi pekerjaan yaitu proses *reset* data setelah submit setiap *form* agar pengguna tidak perlu mengganti setiap isian data pada setiap *form*.

##### 2. Lihat Form Lainnya

Dalam tahap pengujian masukan dan keluaran dari aplikasi dilakukan secara otomatis. Pada tampilan dimunculkan sebuah tombol untuk masukan berupa digital tombol (1/0).

Ketika tombol untuk ketiga kolom ditekan maka logika selanjutnya adalah menampilkan isian data yang sudah diisikan kedalam form tersebut. Ketiga *form* ini akan menampilkan data *memory-fixed* (yang tidak bisa diubah jika tidak mengisi ulang *form* tersebut / *rewrite and replace*).

##### 3. Tombol Simpan

Dalam tahap pengujian masukan dan keluaran dari aplikasi dilakukan secara otomatis. Pada tampilan dimunculkan sebuah tombol untuk masukan berupa digital tombol (1/0).

Ketika tombol digital *one-zero* ini ditekan maka secara otomatis akan mengirimkan sinyal 1 untuk aplikasi melakukan operasi selanjutnya. Pada aplikasi demo nantinya tombol ini dinyalakan fungsinya. Dalam hal ini yang akan dilakukan oleh aplikasi ini menyimpan seluruh data masukan beserta fiksasi data sehingga sudah tidak ada data yang akan diubah lagi dari gardu yang akan dilakukan pekerjaan tersebut.

## ← Sempurna Row

Lihat Form Trafo >

Lihat Form Sempurna Kontruksi >

Lihat Form Sempurna Pengukuran >

### Jalan Raya

9 Meter

### Balkon Rumah

6 Meter

### Atap Rumah

5 Meter

### Dinding Bangunan

5 Meter

### Antena TV / Radio / Menara

4 Meter

### Pohon

6 Meter

### Lintasan Kereta Api

50 Meter



**Gambar 4.14** Masukan sempurna *right of way*

#### 4.1.7. Pengujian Form Sempurna Konstruksi

Tahapan dalam pengujian ini adalah uji masukan untuk sempurna konstruksi dilakukan secara otomatis ketika semua aspek target sudah dimasukkan kedalam aplikasi. Ada tiga tahapan masukan yang harus di masukkan sebelum pelaksanaan, sebagai berikut:

##### 1. Form Data

Dalam tahap pengujian masukan dan keluaran dari aplikasi dilakukan secara manual. Pada tampilan dimunculkan sebuah tombol untuk masukan berupa huruf, angka, dan simbol.

Ketika tombol untuk keempat kolom ditekan maka logika selanjutnya adalah menampilkan keyboard yang berisi huruf, angka, dan simbol. Seluruh data ini akan dimasukkan pada data *trivia* (yang tidak ditampilkan pada laporan kecuali jika diminta).

Pada poin ini yang terpenting dan bisa meningkatkan efisiensi pekerjaan yaitu proses *reset* data setelah submit setiap *form* agar pengguna tidak perlu mengganti setiap isian data pada setiap *form*.

##### 2. Lihat Form Lainnya

Dalam tahap pengujian masukan dan keluaran dari aplikasi dilakukan secara otomatis. Pada tampilan dimunculkan sebuah tombol untuk masukan berupa digital tombol (1/0).

Ketika tombol untuk ketiga kolom ditekan maka logika selanjutnya adalah menampilkan isian data yang sudah diisikan kedalam form tersebut. Ketiga *form* ini akan menampilkan data *memory-fixed* (yang tidak bisa diubah jika tidak mengisi ulang *form* tersebut / *rewrite and replace*).

##### 3. Tombol Simpan

Dalam tahap pengujian masukan dan keluaran dari aplikasi dilakukan secara otomatis. Pada tampilan dimunculkan sebuah tombol untuk masukan berupa digital tombol (1/0).

Ketika tombol digital *one-zero* ini ditekan maka secara otomatis akan mengirimkan sinyal 1 untuk aplikasi melakukan operasi selanjutnya. Pada aplikasi demo nantinya tombol ini dinyalakan fungsinya. Dalam hal ini yang akan dilakukan oleh aplikasi ini menyimpan seluruh data masukan beserta fiksasi data sehingga sudah tidak ada data yang akan diubah lagi dari gardu yang akan dilakukan pekerjaan tersebut.



## ← Sempurna Konstruksi

Lihat Form Sempurna Pengukuran >

Lihat Form Sempurna Row >

Lihat Form Trafo >

Letak Gardu

Ujung Jaringan  Tengah Jaringan

Jenis Tiang

Cantol  Portal [Detail](#)

Tiang

Besi  Beton

Tinggi Tiang

14 [Detail](#)

Jenis Kabel Invoer

A3C 70  A3C 150  A3CS 70  A3CS 150

Jenis Kabel Tovoer

A3C 70  A3C 150  A3CS 70  A3CS 150

Travers

Lama  Baru

Dudukan Trafo

[Detail](#)

Lama  Baru

Pondasi

III

○

<

**Gambar 4.15** Masukan sempurna konstruksi

#### 4.1.8. Pengujian Form Sempurna Pengukuran

Tahapan dalam pengujian ini adalah uji masukan untuk sempurna pengukuran dilakukan secara otomatis ketika semua aspek target sudah dimasukkan kedalam aplikasi. Ada tiga tahapan masukan yang harus di masukkan sebelum pelaksanaan, sebagai berikut:

##### 1. Form Data

Dalam tahap pengujian masukan dan keluaran dari aplikasi dilakukan secara manual. Pada tampilan dimunculkan sebuah tombol untuk masukan berupa huruf, angka, dan simbol.

Ketika tombol untuk keempat kolom ditekan maka logika selanjutnya adalah menampilkan keyboard yang berisi huruf, angka, dan simbol. Seluruh data ini akan dimasukkan pada data *trivia* (yang tidak ditampilkan pada laporan kecuali jika diminta).

Pada poin ini yang terpenting dan bisa meningkatkan efisiensi pekerjaan yaitu proses *reset* data setelah submit setiap *form* agar pengguna tidak perlu mengganti setiap isian data pada setiap *form*.

##### 2. Lihat Form Lainnya

Dalam tahap pengujian masukan dan keluaran dari aplikasi dilakukan secara otomatis. Pada tampilan dimunculkan sebuah tombol untuk masukan berupa digital tombol (1/0).

Ketika tombol untuk ketiga kolom ditekan maka logika selanjutnya adalah menampilkan isian data yang sudah diisikan kedalam form tersebut. Ketiga *form* ini akan menampilkan data *memory-fixed* (yang tidak bisa diubah jika tidak mengisi ulang *form* tersebut / *rewrite and replace*).

##### 3. Tombol Simpan

Dalam tahap pengujian masukan dan keluaran dari aplikasi dilakukan secara otomatis. Pada tampilan dimunculkan sebuah tombol untuk masukan berupa digital tombol (1/0).

Ketika tombol digital *one-zero* ini ditekan maka secara otomatis akan mengirimkan sinyal 1 untuk aplikasi melakukan operasi selanjutnya. Pada aplikasi demo nantinya tombol ini dinyalakan fungsinya. Dalam hal ini yang akan dilakukan oleh aplikasi ini menyimpan seluruh data masukan beserta fiksasi data sehingga sudah tidak ada data yang akan diubah lagi dari gardu yang akan dilakukan pekerjaan tersebut.

## ← Sempurna Pengukuran

Lihat Form Trafo >

Lihat Form Sempurna Row >

Lihat Form Sempurna Kontruksi >

Tahanan Isolasi Trafo Primer-Ground

16.8 Mega Ohm

Tahanan Isolasi Trafo Sekunder-Ground

12.7 Mega Ohm

Tahanan Isolasi Trafo Primer-Sekunder

14.6 Mega Ohm

Tahanan Isolasi Trafo Primer-Primer

0 Mega Ohm

Tahanan Isolasi Trafo Sekunder-Sekunder

0 Ohm

Tahanan Grounding Arrester

1.5 Ohm

Tahanan Grounding Netral

1.5 Ohm



**Gambar 4.16** Masukan sempurna pengukuran 1

## ← Sempurna Pengukuran

Cos Phi

0.92

Arus Utama R

84.6

Ampere

Arus Utama S

67.5

Ampere

Arus Utama T

73.6

Ampere

Arus Utama N

8.3

Ampere

Arus R Jalur A

42.3

Ampere

Arus S Jalur A

33.8

Ampere

Arus T Jalur A

36.8

Ampere

Arus N Jalur A

III

O

<

**Gambar 4.17** Masukan sempurna pengukuran 2

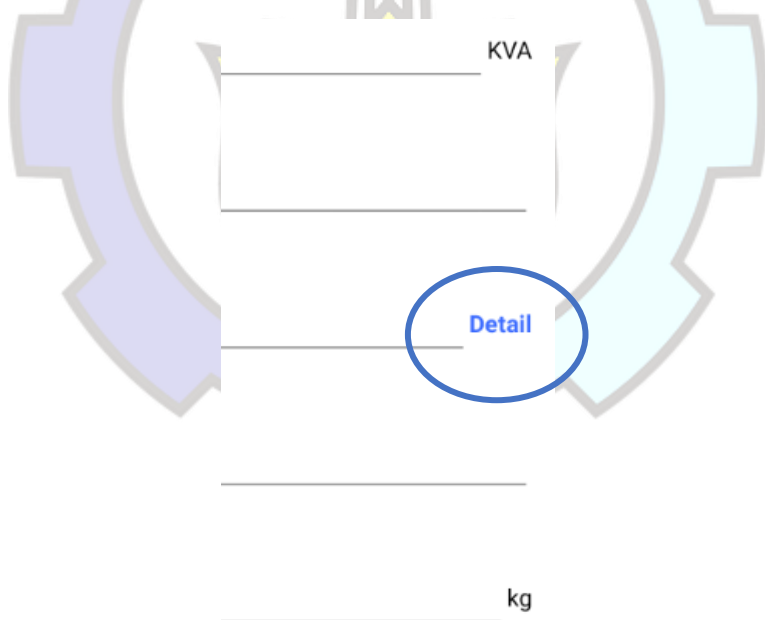
#### 4.1.9. Pengujian Tombol Detail

Tahapan dalam pengujian ini adalah uji masukan untuk tombol detail dilakukan secara otomatis ketika semua aspek target sudah dimasukkan kedalam aplikasi.

Dalam tahap pengujian masukan dan keluaran dari aplikasi dilakukan secara otomatis. Pada tampilan dimunculkan sebuah tombol untuk masukan berupa digital tombol (1/0).

Ketika tombol untuk kolom detail ditekan maka logika selanjutnya adalah menampilkan keterangan lanjutan yang berisi ketentuan-ketentuan komponen pekerjaan sesuai dengan SOP yang ada pada SPLN.

Pada poin ini yang terpenting dan bisa meningkatkan efisiensi pekerjaan yaitu menampilkan dalam aplikasi secara langsung pekerjaan sesuai dengan SPLN agar pelaksana pekerjaan tidak perlu membuang waktu untuk mengoreksi ulang hasil pekerjaan.



**Gambar 4.18** Tombol detail

## ← Data Trafo

NO	Vektor Group	Daya (kVA)	Keterangan
1	Yzn5	50 100 160	Untuk sistem 3 kawat
2	Dyn5	200 250 315 400 500 630	Untuk sistem 3 kawat
3	Ynyn0	50 100 160 200 250 315 400 500 630	Untuk sistem 4 kawat

Untuk transformator fase tiga , merujuk pada SPLN, ada tiga tipe vektor grup yang digunakan oleh PLN, yaitu Yzn5, Dyn5 dan Ynyn0. Titik netral langsung dihubungkan dengan tanah. Untuk konstruksi, peralatan transformator distribusi sepenuhnya harus merujuk pada SPLN D3.002-1: 2007. Transformator gardu pasangan luar dilengkapi bushing Tegangan Menengah isolator keramik. Sedangkan Transformator gardu pasangan dalam dilengkapi bushing Tegangan Menengah isolator keramik atau menggunakan isolator plug-in premoulded.



**Gambar 4.19** Isi tombol detail

#### 4.1.10. Validasi Data Supervisi[14]

Tahapan dalam pengujian ini adalah uji akses validasi berupa foto pasca pekerjaan dan validasi dilakukan secara otomatis ketika aspek tersebut sudah dimasukkan kedalam aplikasi. Ada tiga macam masukan yang harus di masukkan sebelum pelaksanaan, sebagai berikut:

1. Seluruh data telah masuk.

Dalam tahap pengujian masukan dan keluaran dari aplikasi dilakukan secara otomatis. Pada tampilan tidak dimunculkan dan berada pada *Hidden Layer* karena dilakukan *bypass* kedalam laporan supervisi.

Ketika tombol digital submit ditekan maka secara otomatis akan mengirimkan sinyal 1 untuk aplikasi melakukan operasi selanjutnya. Pada aplikasi demo nantinya tombol ini akan dinyalakan fungsinya. Dalam hal ini yang akan dilakukan oleh aplikasi ini melakukan pengumpulan data pada *multilayer perceptron* sebelumnya yang berisi data-data pekerjaan berupa *value* huruf, angka, atau *one-zero choices*.

Pada poin ini yang terpenting dan bisa meningkatkan efisiensi pekerjaan yaitu mencetak sebuah file PDF dengan menggunakan validasi.

2. Tombol Submit

Dalam tahap pengujian masukan dan keluaran dari aplikasi dilakukan secara otomatis. Pada tampilan dimunculkan sebuah tombol untuk masukan berupa digital tombol (1/0).

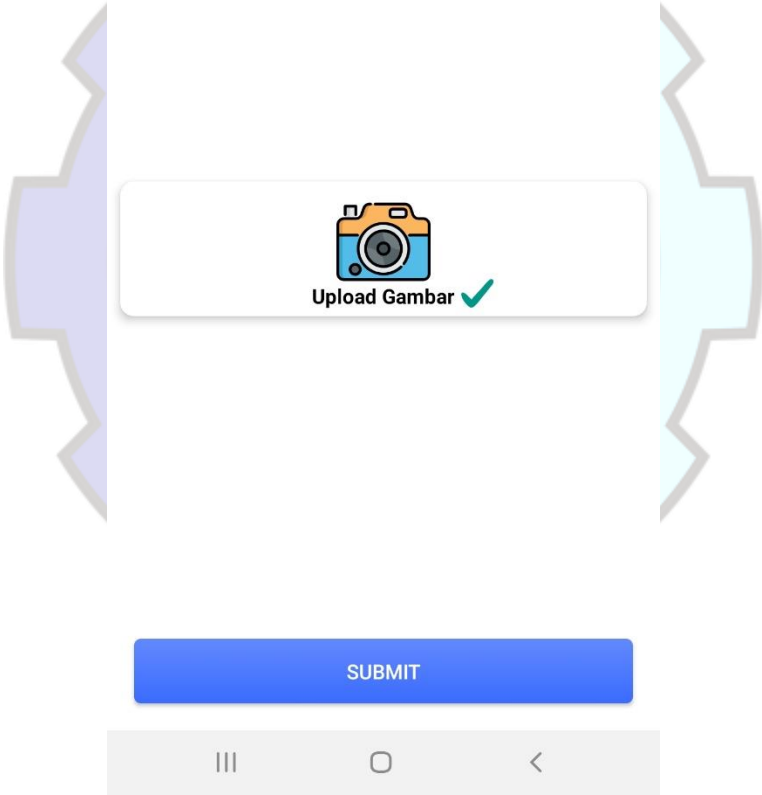
Ketika tombol digital *one-zero* ini ditekan maka secara otomatis akan mengirimkan sinyal 1 untuk aplikasi melakukan operasi selanjutnya. Pada aplikasi demo nantinya tombol ini dinyalakan fungsinya. Dalam hal ini yang akan dilakukan oleh aplikasi ini melakukan validasi laporan supervisi berupa memasukkan seluruh data sebelumnya bersama gambar pasca-pekerjaan dimana tempat gardu tersebut berada.

3. Tombol Upload Gambar

Dalam tahap pengujian masukan dan keluaran dari aplikasi dilakukan secara otomatis. Pada tampilan dimunculkan sebuah tombol untuk masukan berupa digital tombol (1/0).

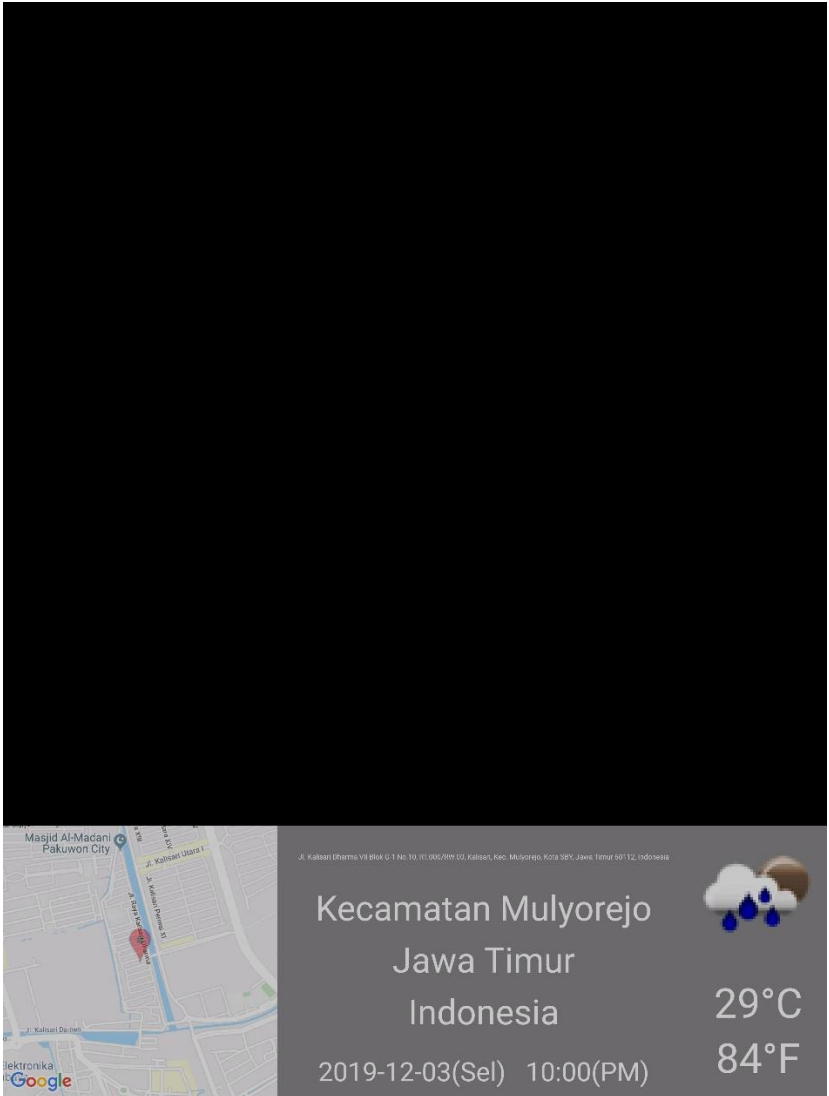
Ketika tombol digital *one-zero* ini ditekan maka secara otomatis akan mengirimkan sinyal 1 untuk aplikasi melakukan operasi selanjutnya. Pada aplikasi demo nantinya tombol ini dinyalakan fungsinya. Dalam hal ini yang akan dilakukan oleh aplikasi ini mengambil foto pasca-pekerjaan dari gardu yang telah dilakukan pekerjaan pada tempat gardu berada.

← Pasca Pekerjaan



Gambar 4.20 Masukan foto pasca-pekerjaan yang sudah terisi





**Gambar 4.21** Masukan foto pasca-pekerjaan dengan *GPS Map Camera*

#### **4.1.11. Pengujian *Layer* Cek Ulang dan Berita Acara[11]**

Tahapan dalam pengujian ini adalah uji tampilan cek ulang laporan sebelum dilakukan fiksasi menjadi *file* PDF dan dilakukan secara otomatis ketika semua aspek target sudah dimasukkan kedalam aplikasi. Ada dua tahapan masukan yang harus di masukkan saat pelaksanaan, sebagai berikut:

1. Tampilan cek ulang sesuai PDF

Dalam tahap pengujian masukan dan keluaran dari aplikasi dilakukan secara otomatis. Pada tampilan dimunculkan *value* yang tersimpan pada *Hidden Layer* kedalam laporan supervisi.

Ketika tombol digital submit pada validasi sebelumnya ditekan maka secara otomatis akan mengirimkan sinyal 1 untuk aplikasi melakukan operasi selanjutnya. Pada aplikasi demo nantinya tombol ini akan dinyalakan fungsinya. Dalam hal ini yang akan dilakukan oleh aplikasi ini melakukan pengumpulan data pada *multilayer perceptron* sebelumnya yang berisi data-data pekerjaan berupa *value* huruf, angka, atau *one-zero choices*.

Pada poin ini yang terpenting dan bisa meningkatkan efisiensi pekerjaan yaitu mengecek ulang hasil isian data yang akan dilaporkan sebelum dilakukan fiksasi apabila masih ada data yang tidak sesuai atau belum terpenuhi pengisiannya.

2. Tombol Buat File PDF[14]

Dalam tahap pengujian masukan dan keluaran dari aplikasi dilakukan secara otomatis. Pada tampilan dimunculkan sebuah tombol untuk masukan berupa digital tombol (1/0).

Ketika tombol untuk kolom ditekan maka logika selanjutnya adalah membuka aplikasi pembaca *file* PDF yang sudah ada dari bawaan *android*. Semua data yang dipilih untuk ditampilkan akan ditampilkan termasuk yang digunakan dalam perhitungan, namun tidak menampilkan perhitungan keseluruhan karena sudah berbentuk form rekomendasi setelah masukan foto pra dan pasca pekerjaan.

Ketika tombol digital *one-zero* ini ditekan maka secara otomatis akan mengirimkan sinyal 1 untuk aplikasi melakukan operasi selanjutnya. Pada aplikasi demo nantinya tombol ini dinyalakan fungsinya. Dalam hal ini yang akan dilakukan oleh aplikasi ini membuat *file* berita acara laporan supervisi yang sudah fiksasi dan siap untuk di rekapitulasi oleh PLN.



PT. PLN (PERSERO)  
 UID JAWA TIMUR  
 UP3 SURABAYA UTARA

**BERITA ACARA PENGOPERASIAN GTT**  
**Nomer: ...../OPS/JAR/AREA-SBU/...../2019**

Pada hari ini, Selasa tanggal 03 bulan Desember tahun 2019 telah

Dilaksanakan pengoperasian Gardu Trafo Tiang ( GTT ), dengan data sebagai berikut:

Nama	: AD020	Tarif/Daya	: 250 kVA
Alamat	: Jalan	Penyulang/S	Bumimoro
	Tanjung	ec	:
	Sadari		
Unit	: ULP Perak	No. Gardu	: AD020

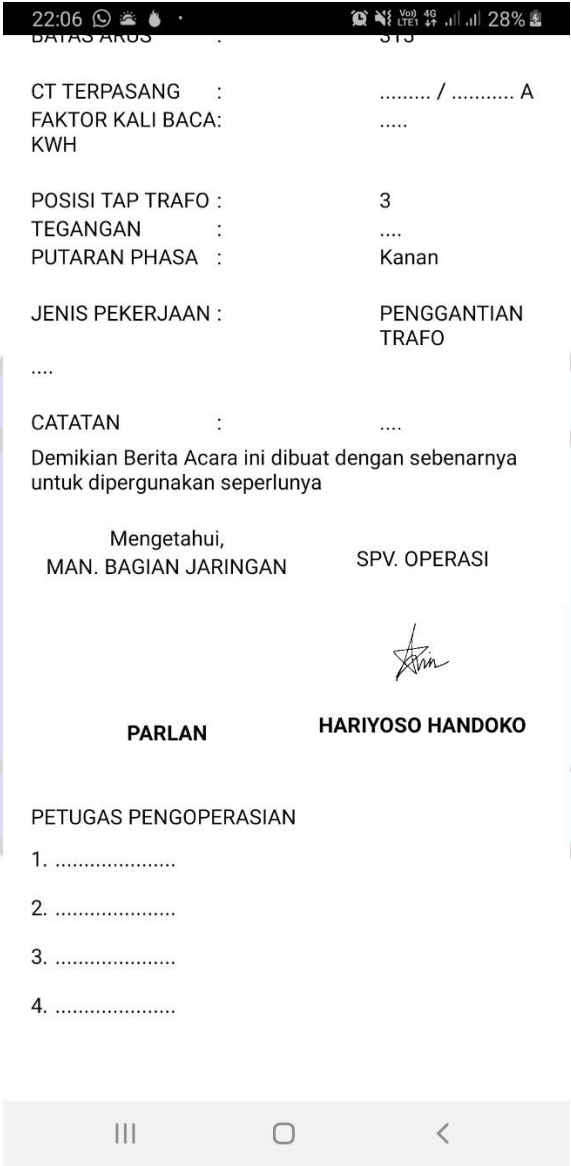
Dengan hasil pekerjaan sebagai berikut :

**DATA TRANSFORMATOR**

MERK	:	B&D
DAYA	:	250
NO.SERI	:	026781
VEKTOR	:	DYn5
TAHUN	:	64
BERAT	:	1080
OLI	:	64
JUMLAH BAUT	:	29
KONDISI	:	BARU
REKONDISI	:	.....
TAHUN	:	
JENIS TRAFU	:	Distribusi



**Gambar 4.22** Cek Ulang Berita Acara



**Gambar 4.23** Validasi Berita Acara

## Rekomendasi Sempurna Konstruksi

Ground Netral

Segera lakukan pengadaan Ground Netral

### Rekomendasi Sempurna Row

Jalan Raya

Lebar jalan raya masih di bawah 6 M

### Rekomendasi Sempurna Pengukuran

Tahanan Isolasi Trafo Primer-Ground  
Masih di bawah 5000 megaOhm

Tahanan Isolasi Trafo Sekunder-Ground  
Masih di bawah 1000 megaOhm

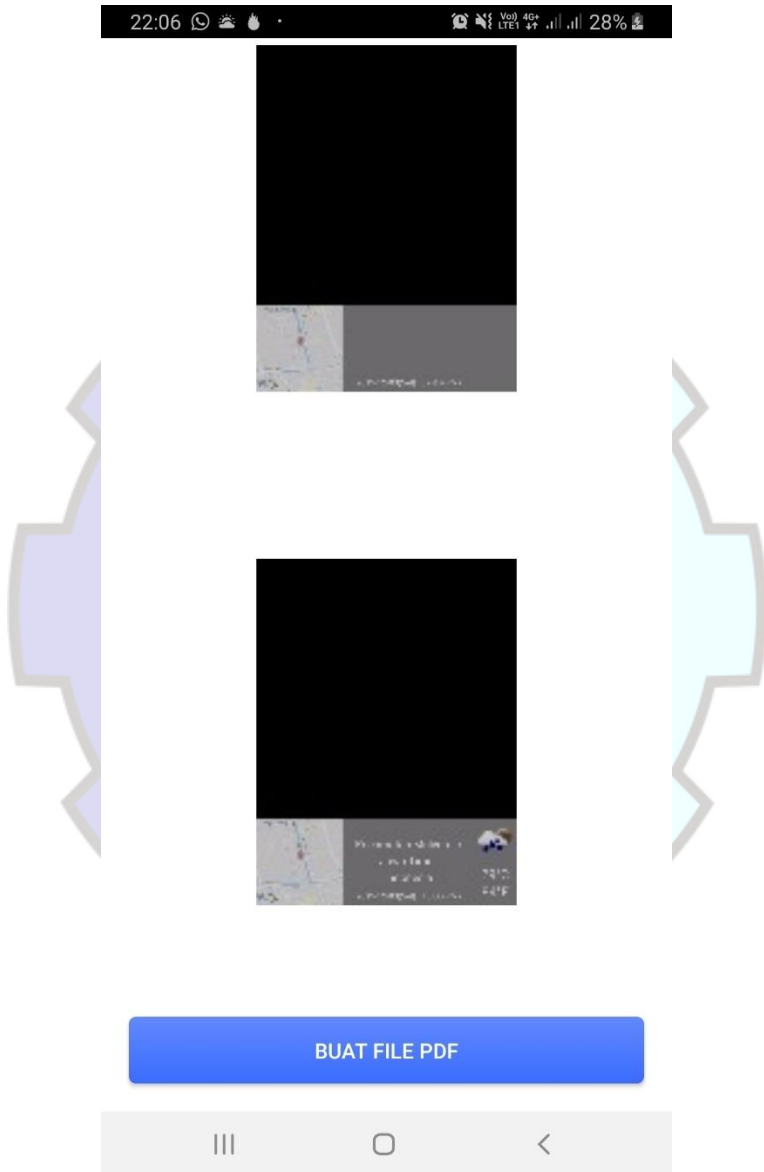
Tahanan Isolasi Trafo Primer-Sekunder  
Masih di bawah 5000 megaOhm

Tahanan Isolasi Trafo Primer-Primer  
Tidak mencapai 0 Ohm

Tahanan Grounding Arrester  
Masih di bawah 1.7 Ohm




**Gambar 4.24** Form Rekomendasi



**Gambar 4.25** Validas Foto Pra Pekerjaan dan Pasca Pekerjaan

← AD020.pdf



 PT. PLN (PERSERO)  
UID JAWA TIMUR  
UP3 SURABAYA UTARA

**BERITA ACARA PENGOPERASIAN GTT**  
**Nomer: ...../OPS/JAR/AREA-SBU/...../2019**

Pada hari ini, Selasa tanggal 03 bulan Desember tahun 2019 telah Dilaksanakan pengoperasian Gardu Trafo Tiang ( GTT ), dengan data sebagai berikut:

Nama	: AD020	Tarif/Daya	: 250 kVA
Alamat	: Jalan Tanjung Sadari	Penyulang/S ec	: Bumimoro
Unit	: ULP Perak	No. Gardu	: AD020

Dengan hasil pekerjaan sebagai berikut :

**DATA TRANSFORMATOR**

MERK	:	B&D
DAYA	:	250
NO.SERI	:	026781
VEKTOR	:	DYn5
TAHUN	:	64
BERAT	:	1080
OLI	:	64
JUMLAH BAUT	:	29
KONDISI	:	BARU
REKONDISI	:	.....
TAHUN	:	
JENIS TRAF0	:	Distribusi

**TAHANAN ISOLATOR TRANSFORMATOR**

PRIMER-BODY	:	16.8 megaOhm
SEKUNDER-BODY	:	12.7 megaOhm
PRIMER-SEKUNDER	:	14.6 megaOhm
PRIMER-PRIMER	:	0.0 megaOhm
SEKUNDER-SEKUNDER	:	0.0 megaOhm
ARRESTER	:	1.5 megaOhm

**GROUNDING**

ARRESTER TRAF0	:	10 KA
BODY	:	1.5
NETRAL	:	1.5
GROUND-SKUTM	:	.....
ARRESTER	:	Ada
KABEL	:	
GROUND BARU	:	.....
DIPASANG	:	
JENIS GROUND	:	Kopel
TAHANAN	:	Rod

Gambar 4.26 Hasil PDF Berita Acara

## 4.2. Analisa Hasil

Analisa hasil dilakukan untuk menganalisa hasil dari hasil aplikasi yang telah dibuat. Hal-hal yang dianalisa mencakup *big data* yang dibuat hasil dari enkripsi rekapitulasi pekerjaan, pencatatan waktu dalam pekerjaan hingga selesai dan membandingkan dengan hasil dari metode sebelumnya.

### 4.2.1. Pemetaan Karakteristik Beban

Berikut rekapitulasi dari pencatatan *demand factor*, *diversity factor*, dan *load factor* berdasarkan penyulang-penyulang yang menyuplai jenis beban tersebut.

**Tabel 4.3** Hasil pencatatan bentangan nilai *demand factor*, *diversity factor*, dan *load factor* untuk beban di ULP Perak

Data	DF	f <sub>div</sub>	LF
Rumah	0,3 – 1	1,2 – 1,4	0,1 – 0,8
Kantor	0,35 – 1	1 – 1,3	0,2 – 0,7
Industri 1	0,3 – 1	1 – 1,2	0,5 – 0,8
Industri 2	0,85 – 1	1,1 – 1,2	0,5 – 0,9
Rata-rata	0,31	1,21	0,81

Keterangan:

Industri 1 = Industri rumah tangga, skala kecil, dan menengah

Industri 2 = Industri skala besar

Kantor = Perkantoran

Rumah = Daerah perumahan dan utilitas jalan raya

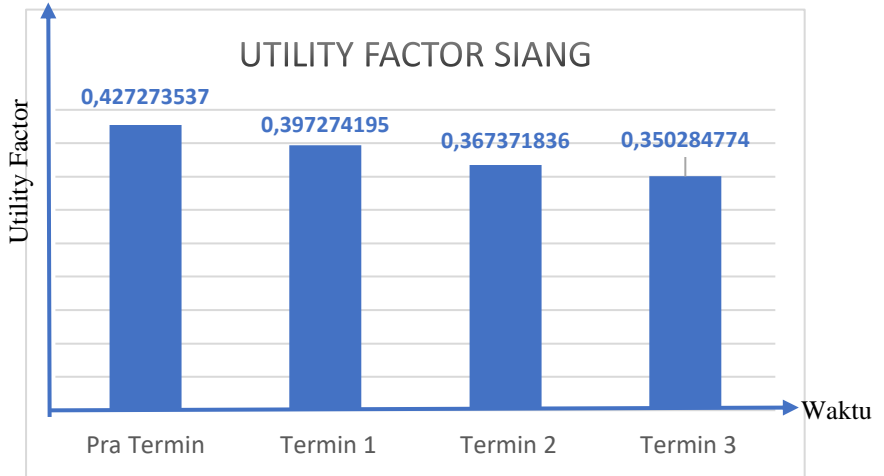
Dari data pra-termin hingga termin 3 (terlampir) sebagai data awal hasil pekerjaan supervisi, maka dapat dilakukan perbandingan untuk pengecekan *utility factor* rata-rata dari keseluruhan trafo untuk peramalan beban.

**Tabel 4.4** Hasil perhitungan *utility factor* untuk menentukan peramalan beban

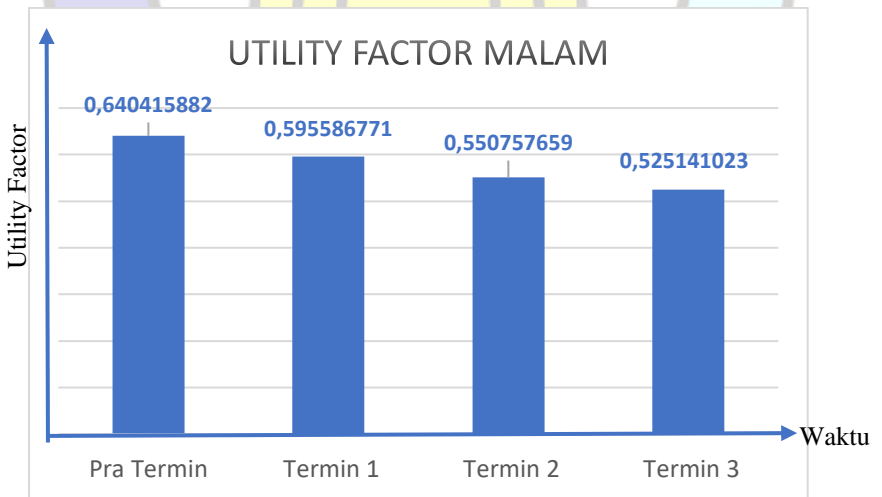
Periode	Siang	Malam
Pra Termin	0,427274	0,640416
Termin 1	0,397274	0,595587
Termin 2	0,367372	0,550758



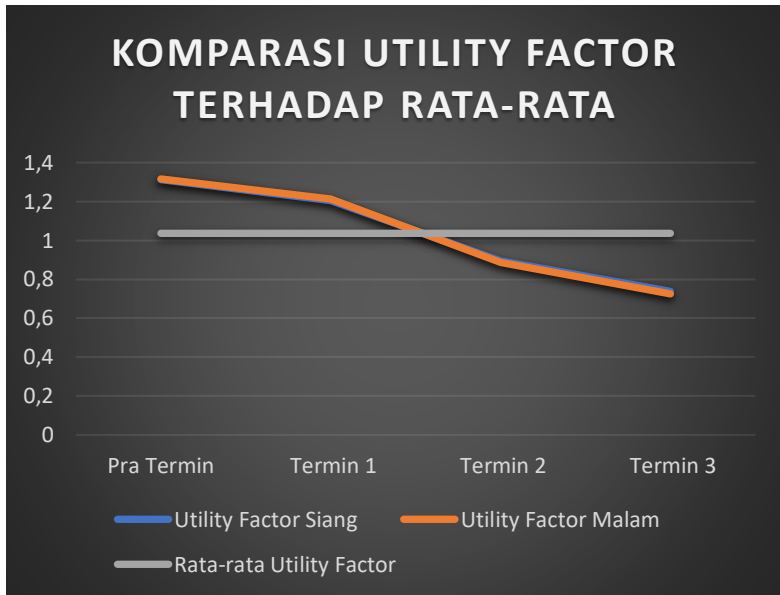
Periode	Siang	Malam
Termin 3	0,350285	0,525141
Rata-rata	0,385551	0,577975



**Gambar 4.27** Utility Factor untuk Pengukuran Siang



**Gambar 4.28** Utility Factor untuk Pengukuran Malam



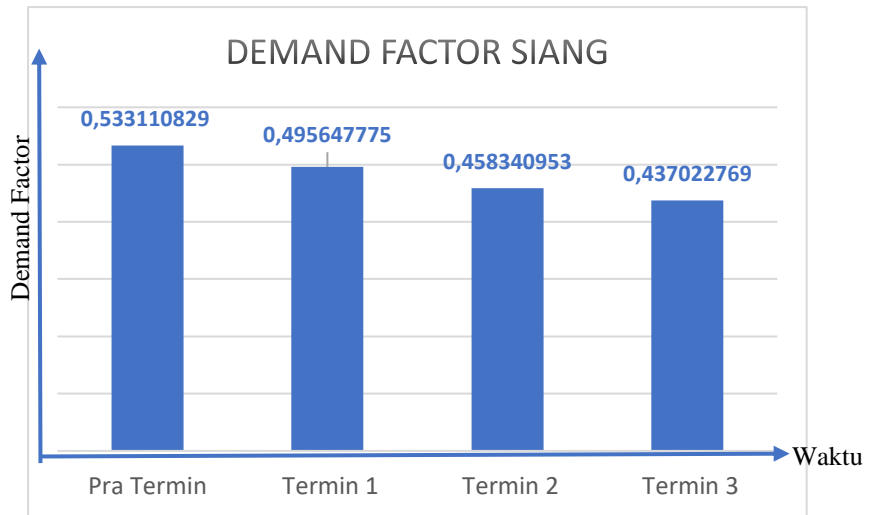
**Gambar 4.29** Komparasi *Utility Factor* dengan rata-rata

Maka dapat dibuktikan bahwa perhitungan *utility factor* benar karena mengikuti alur karakteristik beban sesuai musim, dimana saat musim kemarau lebih tinggi dari rata-rata dan saat musim hujan lebih rendah dari rata-rata.

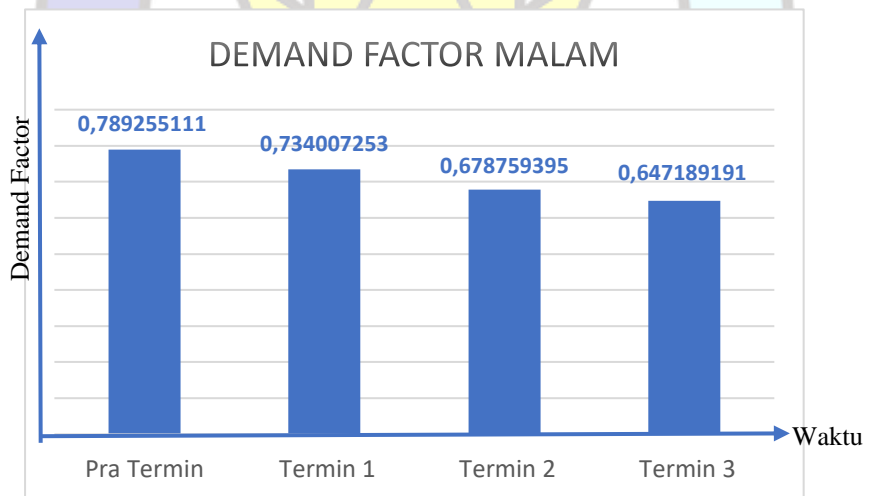
Dari data pra-termin hingga termin 3 (terlampir) sebagai data awal hasil pekerjaan supervisi, maka dapat dilakukan perbandingan untuk pengecekan *demand factor* rata-rata dari keseluruhan trafo untuk peramalan beban.

**Tabel 4.5** Hasil perhitungan *demand factor* untuk menentukan peramalan beban

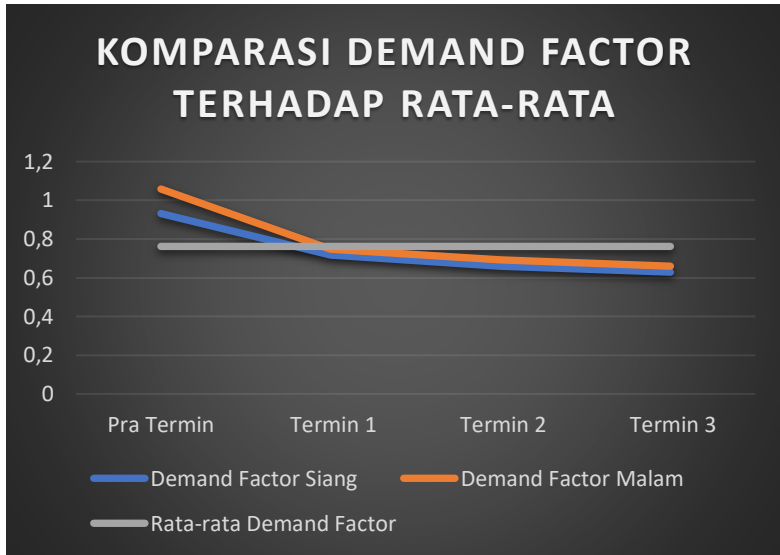
Periode	Siang	Malam
Pra Termin	0,533111	0,789255
Termin 1	0,495648	0,734007
Termin 2	0,458341	0,678759
Termin 3	0,437023	0,647189
Rata-rata	0,481031	0,712303



Gambar 4.30 Demand Factor untuk Pengukuran Siang



Gambar 4.31 Demand Factor untuk Pengukuran Malam



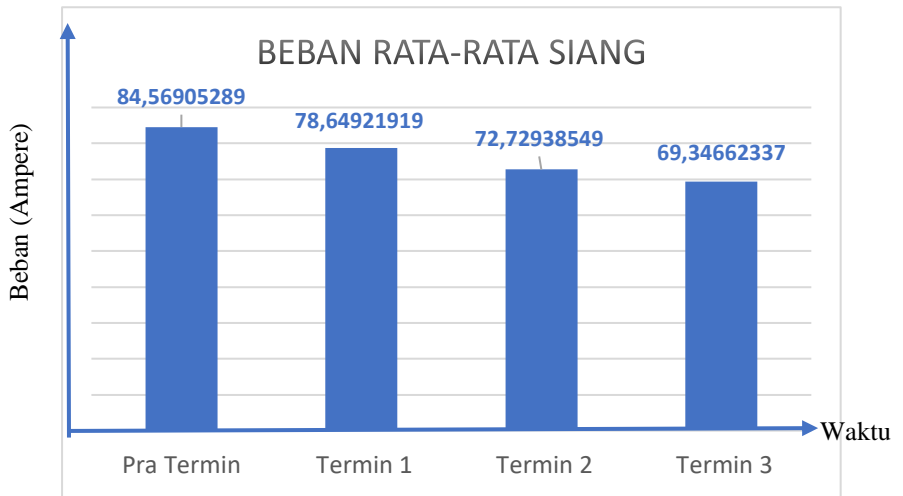
**Gambar 4.32** Komparasi *Demand Factor* dengan rata-rata

Maka dapat dibuktikan bahwa perhitungan *demand factor* benar karena mengikuti alur karakteristik beban sesuai musim, dimana saat musim kemarau lebih tinggi dari rata-rata dan saat musim hujan lebih rendah dari rata-rata. Untuk *demand factor* lebih dari 1 juga dijelaskan pada form rekomendasi bahwa turunnya dikarenakan perubahan kapasitas trafo.

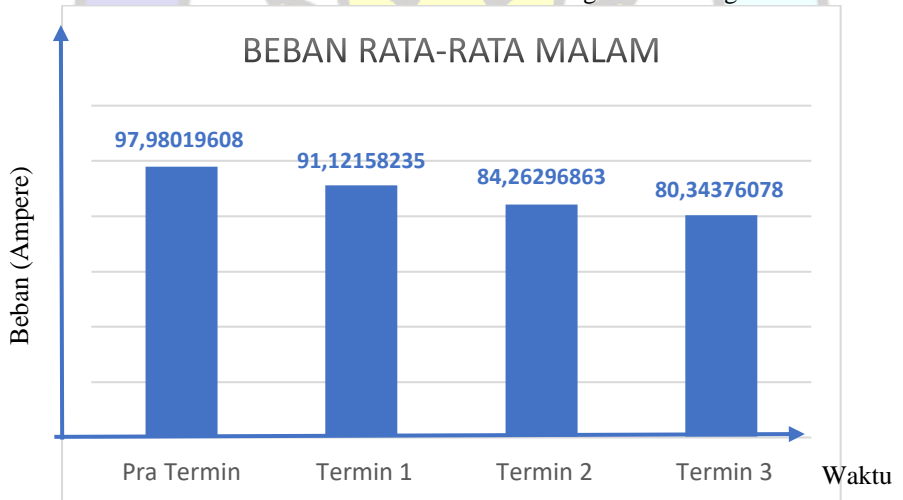
Dari data pra-termin hingga termin 3 (terlampir) sebagai data awal hasil pekerjaan supervisi, maka dapat dilakukan perbandingan untuk pengecekan beban rata-rata dari keseluruhan trafo untuk peramalan beban.

**Tabel 4.6** Hasil perhitungan beban rata-rata untuk menentukan peramalan beban dengan satuan ampere

Periode	Siang	Malam
Pra Termin	84,56905	97,9802
Termin 1	78,64922	91,12158
Termin 2	72,72939	84,26297
Termin 3	69,34662	80,34376
Rata-rata	76,32357	88,42713

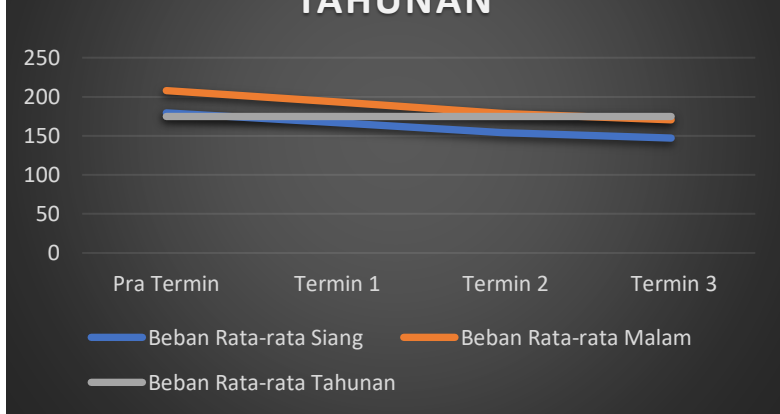


**Gambar 4.33** Beban rata-rata untuk Pengukuran Siang



**Gambar 4.34** Beban rata-rata untuk Pengukuran Malam

## KOMPARASI BEBAN RATA-RATA TERHADAP BEBAN TAHUNAN



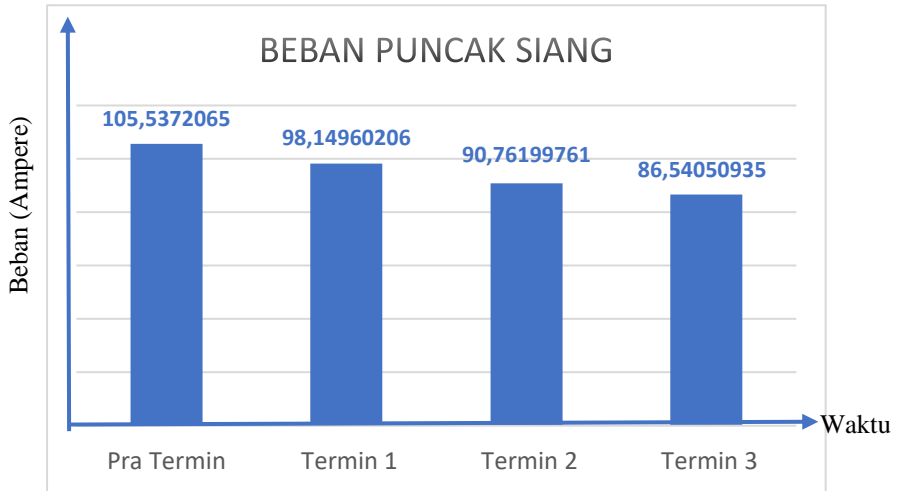
**Gambar 4.35** Komparasi Beban rata-rata terhadap beban tahunan

Maka dapat dibuktikan bahwa beban rata-rata sesuai dengan pemetaan dari tiap-tiap daerah pelanggan

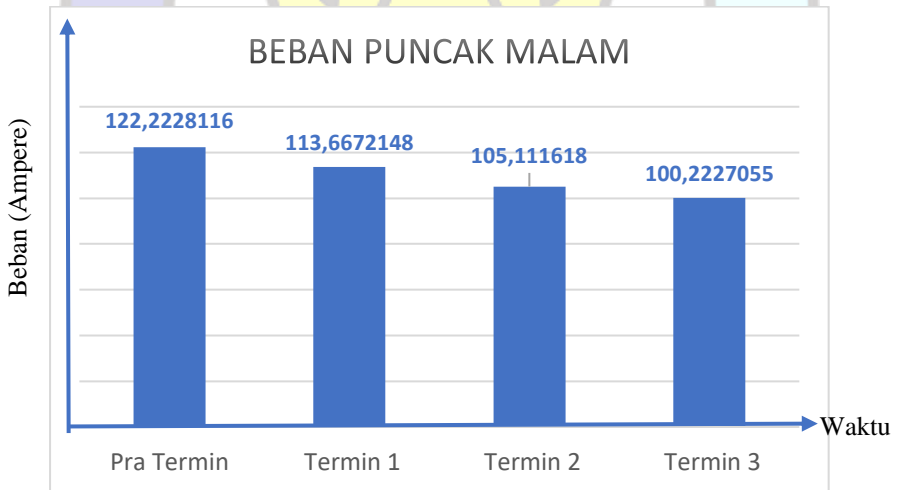
Dari data pra-termin hingga termin 3 (terlampir) sebagai data awal hasil pekerjaan supervisi, maka dapat dilakukan perbandingan untuk pengecekan beban puncak dari keseluruhan trafo untuk peramalan beban.

**Tabel 4.7** Hasil perhitungan beban puncak untuk menentukan peramalan beban dengan satuan ampere

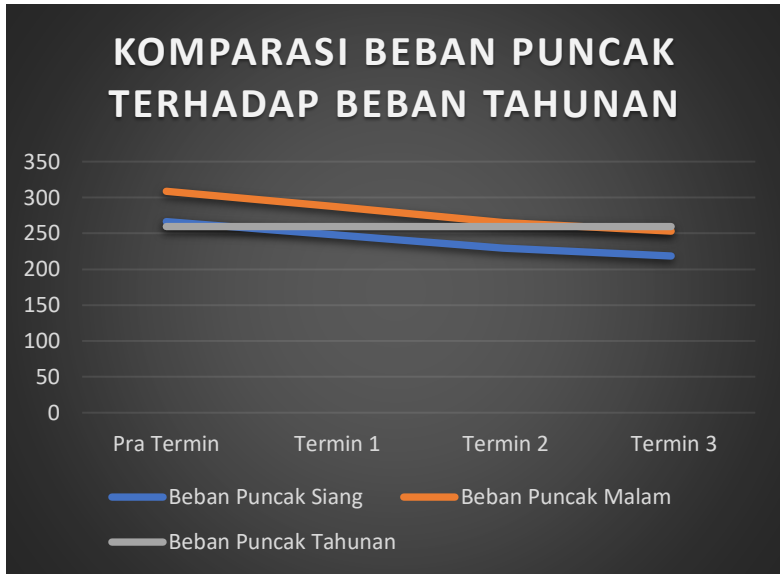
Periode	Siang	Malam
Pra Termin	105,5372	122,2228
Termin 1	98,1496	113,6672
Termin 2	90,762	105,1116
Termin 3	86,54051	100,2227
Rata-rata	95,24733	110,3061



**Gambar 4.36** Beban puncak untuk Pengukuran Siang



**Gambar 4.37** Beban puncak untuk Pengukuran Malam



**Gambar 4.38** Komparasi Beban puncak terhadap beban tahunan

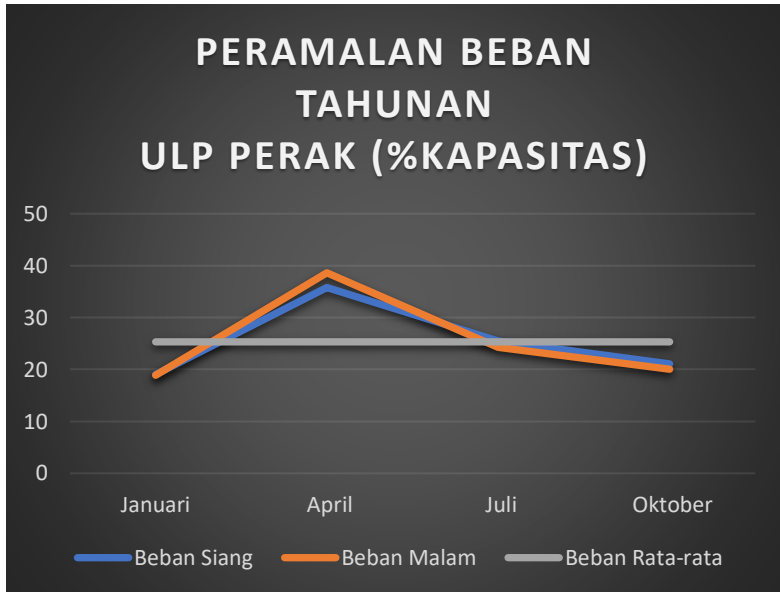
Maka dapat dibuktikan bahwa beban puncak sesuai dengan pemetaan dari tiap-tiap daerah pelanggan.

Berikut adalah tabel hasil peramalan beban aktual untuk siang dan malam yang didapatkan dengan mempertimbangkan karakteristik beban terhadap kapasitas beban terpasang dan beban total dari seluruh trafo.

**Tabel 4.8** Hasil peramalan beban

Periode	Bulan	Beban Siang	Beban Malam
Pra Termin	April-Juni	35,778%	38,619%
Termin 1	Juli-September	25,514%	24,267%
Termin 2	Oktober-Desember	21,041%	20,049%
Termin 3	Januari-Maret	19,036%	18,883%
Rata-rata	-	25,342%	25,298%





**Gambar 4.39** Komparasi Beban puncak terhadap beban tahunan

#### 4.2.2. Form Rekomendasi Kegiatan

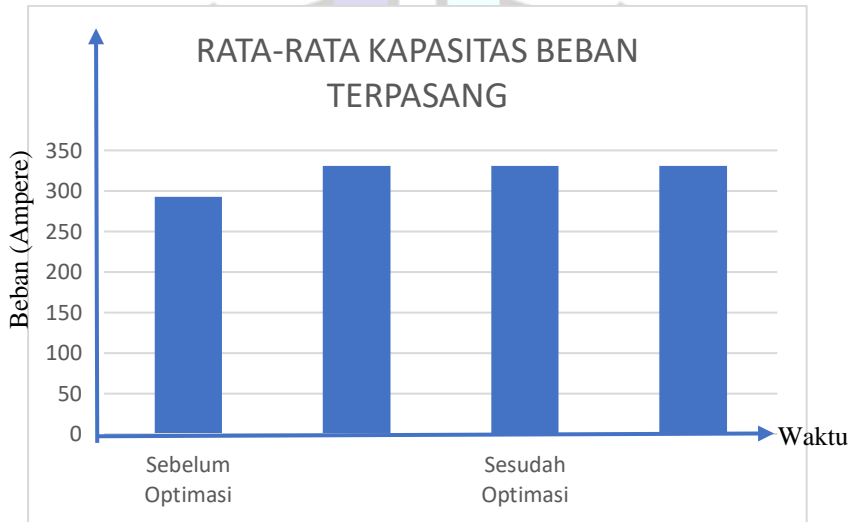
Untuk mempertahankan keandalan tenaga listrik tetap pada titik nol gangguan, maka yang menjadi fokus utama pada form rekomendasi kegiatan adalah peningkatan kapasitas beban terpasang ( $I_{total}$ ), penurunan *load factor* (LF), dan penurunan faktor rugi-rugi pada beban ( $f_{loss}$ ) dengan cara pengubahan kapasitas trafo sejak awal data pra termin didapatkan. Setelah itu bisa didapatkan berapa biaya yang dapat dihemat dengan turunnya faktor rugi-rugi pada beban.

Adapun beberapa perubahan yang terjadi pada ketiga aspek optimasi, yaitu naiknya kapasitas total beban terpasang, turunnya *Load Factor* (LF), dan turunnya faktor rugi-rugi pada beban.

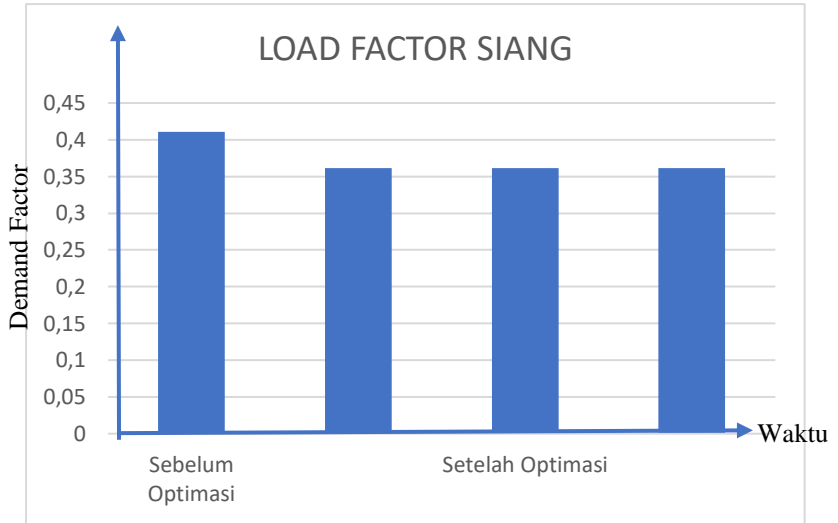
Pada kapasitas total beban terpasang yang memiliki rata-rata beban terpasang trafo beroperasi 255,279 A menjadi 287,487 A. Sedangkan untuk *Load Factor* (LF) mengalami penurunan seperti tabel berikut.

**Tabel 4.9** Hasil perhitungan *load factor* untuk optimasi keandalan

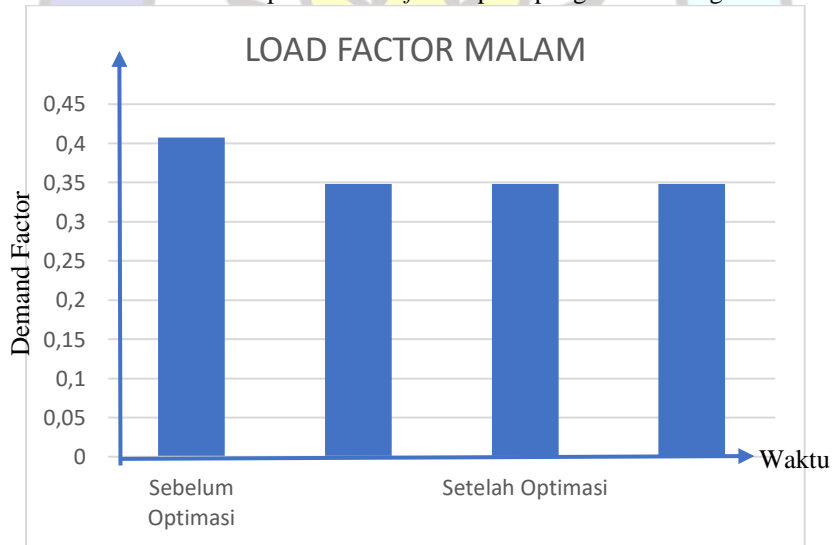
<b>Periode</b>	<b>Siang</b>	<b>Malam</b>
Pra Termin	0,4109	0,4074
Termin 1	0,3676	0,3586
Termin 2	0,3613	0,3484
Termin 3	0,3613	0,3484
Rata-rata	0,3738	0,3684



**Gambar 4.40** Optimasi total kapasitas beban terpasang



**Gambar 4.41** Optimasi *load factor* pada pengukuran siang



**Gambar 4.42** Optimasi *load factor* pada pengukuran malam.

Adapun faktor rugi-rugi pada beban yang berkurang setelah dilakukan optimasi. Berikut tabel dan perhitungan penghematan biaya setelah adanya optimasi faktor rugi-rugi beban.

**Tabel 4.10** Hasil perhitungan faktor rugi-rugi beban untuk optimasi keandalan

Optimasi	Sebelum	Sesudah	Selisih
Siang	0,2461	0,2078	0,0383
Malam	0,2432	0,1978	0,0453

Diketahui beban siang sebesar 330,826 kVA dan beban malam 330,609 kVA setelah dilakukan optimasi.

- Dengan asumsi *power factor* normal SPLN (0,95) maka beban siang dan beban malam menjadi 314,285 kVA dan 314,079 kVA. [3]

Berikut perhitungan untuk penghematan biaya:

$$P_{\text{save}} = \Delta f_{\text{loss}} \times pf \times P_{\text{total}} [kWh]$$

- Dengan asumsi harga jual daya pembangkitan Rp1000 di siang hari dan Rp1200 di malam hari. Maka:

$$C_{\text{save}} = P_{\text{save}} \times C_{\text{rating}} [Rp]$$

Keterangan:

- \_  $P_{\text{save}}$  = Daya hemat
- \_  $\Delta f_{\text{loss}}$  = Selisih faktor rugi-rugi beban
- \_  $pf$  = *Power Factor*
- \_  $P_{\text{total}}$  = Total kapasitas beban terpasang
- \_  $C_{\text{save}}$  = Biaya hemat
- \_  $C_{\text{rating}}$  = Biaya jual daya pembangkitan

Maka untuk beban siang:

$$P_{\text{save}} = 0,383 \times 0,95 \times 330,826$$

$$P_{\text{save}} = 120,371 \text{ kWh}$$

$$C_{\text{save}} = 120,371 \times 1000$$

$$C_{\text{save}} = 120.371 [Rp]$$

Maka untuk penghematan per hari (siang diasumsikan 12 jam)

$$C_{\text{save}} = 120.371 \times 12$$

$$C_{\text{save}} = 1.444.452 [Rp]$$

Maka untuk penghematan per tahun (satu tahun diasumsikan 365,25 hari memperhitungkan tahun kabisat)

$$C_{\text{save}} = 1.444.452 \times 365,25$$

$$C_{\text{save}} = 527.586.268 \text{ [Rp]}$$

Dan untuk beban malam:

$$P_{\text{save}} = 0,453 \times 0,95 \times 330,609$$

$$P_{\text{save}} = 142,278 \text{ kWh}$$

$$C_{\text{save}} = 142,278 \times 1200$$

$$C_{\text{save}} = 170.733 \text{ [Rp]}$$

Maka untuk penghematan per hari (siang diasumsikan 12 jam)

$$C_{\text{save}} = 170.733 \times 12$$

$$C_{\text{save}} = 2.048.797 \text{ [Rp]}$$

Maka untuk penghematan per tahun (satu tahun diasumsikan 365,25 hari memperhitungkan tahun kabisat)

$$C_{\text{save}} = 2.048.797 \times 365,25$$

$$C_{\text{save}} = 748.323.176 \text{ [Rp]}$$

Jadi, untuk biaya penghematan total satu tahun dijumlahkan biaya hemat beban siang dan biaya hemat beban malam:

$$C_{\text{total save}} = 527.586.268 + 748.323.176 \text{ [Rp]}$$

$$C_{\text{total save}} = \text{Rp}1.275.909.445$$

#### 4.2.3. Waktu proses

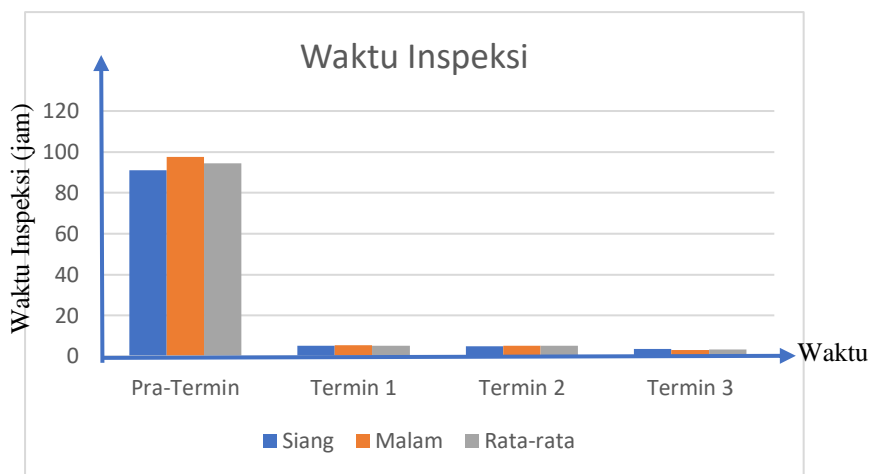
Pencatatan waktu proses dalam pelaksanaan pendataan dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu:

1. Mencatat seluruh waktu inspeksi pra termin siang dan malam
2. Mencatat seluruh waktu inspeksi termin 1 siang dan malam
3. Mencatat seluruh waktu inspeksi termin 2 siang dan malam
4. Mencatat seluruh waktu inspeksi termin 3 siang dan malam
5. Menghitung rata-rata waktu di semua termin

Masing-masing tahap tersebut dilakukan sampai keseluruhan 271 trafo yang beroperasi bisa tercatat [10]

**Tabel 4.11** Hasil pencatatan waktu rata-rata 271 trafo dengan ALS-PRO dalam satuan jam

Waktu	Pra Termin	Termin 1	Termin 2	Termin 3
Siang	91,10	5,10	4,94	3,65
Malam	97,51	5,39	5,25	3,03
Rata-rata	94,31	5,24	5,09	3,34



**Gambar 4.43** Waktu inspeksi

Berdasarkan tabel dan gambar, rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk inspeksi siang hari dan malam hari jika dilakukan hingga selesai pekerjaan supervisi adalah sekitar 94,31 jam. Untuk pekerjaan siang hari pra termin dari 271 trafo memiliki rata-rata 91,10 jam. Sedangkan untuk pekerjaan malam hari pra termin dari 271 trafo rata-rata sekitar 97,51 jam.

Hasil pencatatan waktu untuk pekerjaan supervisi dengan menggunakan ALS-PRO dapat meningkatkan efisiensi waktu pekerjaan. Dibuktikan dengan hasil pencatatan waktu dari pekerjaan supervisi untuk termin 1 sudah mencapai kurang dari 8 jam (waktu kerja satu hari) yaitu 5,24 jam dengan hasil pencatatan siang hari yaitu rata-rata 5,10 jam dan hasil pencatatan malam hari rata-rata 5,39 jam. Begitu pula untuk termin 2 dan termin 3, pada termin 2 waktu rata-rata menjadi 5,09 jam. Untuk pencatatan siang hari 4,94 jam, dan pencatatan malam hari 5,25 jam. Pada termin 3 didapatkan hasil yang lebih baik dikarenakan sudah stabilnya aplikasi, sehingga pada termin 3 waktu pekerjaan supervisi memiliki rata-rata 3,34 jam dengan pencatatan siang 3,65 jam dan pencatatan malam 3,03 jam. Dari hasil tersebut, dalam penggunaan aplikasi tugas akhir ini dapat meningkatkan efisiensi waktu hingga sekitar 85% waktu dibanding dengan metode manual. Hal tersebut disebabkan pada aplikasi ini dapat mencetak *file* PDF berita acara pekerjaan bersamaan dengan rekomendasi kegiatan yang valid tanpa harus menunggu pembuatan laporan pada setiap tahapan kerjanya sehingga lebih cepat diproses.

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

Penggunaan aplikasi ini pada pelaksanaan kegiatan supervisi pengoperasian gardu distribusi terbukti meningkatkan tingkat efisiensi waktu pekerjaan dan dapat mengurangi *fixed cost* dan presentase terjadinya gangguan yang terjadi dengan pemeliharaan trafo dan pemeliharaan gardu dengan menampilkan hasil *forecasting* dalam bentuk *form rekomendasi*. Hal tersebut disebabkan adanya kombinasi antara teori dan pekerjaan lapangan yang membuat pengerjaan di lapangan lebih pasti dan dapat dilakukan validasi, tanpa harus menerka-nerka dalam pelaksanaan. Selain itu juga dapat melakukan monitoring secara berkala dalam bentuk *paperless*, yang jika dibandingkan dengan membuat tanpa menggunakan aplikasi tidak dapat melakukan validasi pelaksanaan dan memperbanyak penggunaan kertas untuk laporan. Hal itu disebabkan karena ada waktu yang digunakan untuk perhitungan dan hasil perhitungan yang masih memiliki kemungkinan kesalahan / *error rate* yang tidak nol jika tidak dilakukan oleh manusia.

Penggunaan aplikasi juga dapat mempermudah mengidentifikasi masalah jika terjadi suatu gejala potensi gangguan melalui *big data* yang berisi data hasil masukan seluruh PDF hasil laporan. Dapat mempermudah karena ada beberapa data formula pada *big data* agar bisa mengetahui aspek selain yang terhitung oleh aplikasi sesuai SOP, sehingga ketika terjadi kendala akan lebih terarah bagian mana yang harus dianalisa.

Diharapkan pembuatan aplikasi ini dapat memberikan dampak yang baik kepada keandalan sistem tenaga listrik di Indonesia. Pengembangan aplikasi ini akan dilanjutkan sesuai dengan kebutuhan.

#### **5.2. Saran**

Dalam pembuatan aplikasi terdapat beberapa macam metode yang masing-masing mempunyai keunggulannya tersendiri. Hal selanjutnya yang dapat dilakukan adalah membandingkan beberapa macam metode pelaksanaan pekerjaan. Dengan membandingkan beberapa metode, maka bisa diketahui sisi positif dan negatif untuk masing-masing metode untuk sebuah sistem kelistrikan yang sama. Sehingga dapat diketahui metode mana yang lebih efektif dalam pelaksanaan pekerjaan.



*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] PT PLN (Persero). 2017. "Berita Acara Pengoperasian Gardu Distribusi". Surabaya: PT PLN (Persero) UP3 Surabaya Utara.
- [2] N. Safaat. 2015. "Android: Pemrograman Aplikasi Smartphone dan Tablet PC Berbasis Android". Bandung: Informatika
- [3] PT PLN (Persero). 2010. "Kriteria Disain Enjineriing Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik Buku 1". Jakarta : PT PLN (Persero).
- [4] G. Hohpe, B. Woolf. 2004. "*Enterprise Integration Patterns : Designing, Building, and Deploying Messaging Solutions*", Massachusetts, US: Pearson Education, 2004.
- [5] PT PLN (Persero). 2010. "Standar Konstruksi Gardu Distribusi dan Gardu Hubung Tenaga Listrik Buku 4". Jakarta : PT PLN (Persero).
- [6] S. Daman, "Sistem Distribusi Tenaga Listrik : Karakteristik Beban Tenaga Listrik". Aceh: Universitas Syiah Kuala.
- [7] S. M. Bahtiar. 2011. "Peramalan Beban Dengan Menggunakan Metode Time Series Untuk Kebutuhan Tenaga Listrik Gardu Induk Sungai Raya". Pontianak: Universitas Tanjungpura.
- [8] PT PLN (Persero). 2010. "Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik Buku 5". Jakarta : PT PLN (Persero).
- [9] S. Kuldeep. 2016. "*An Introduction to Artificial Neural Network*". Bangalore: International Journal of Advance Research and Innovative Ideas in Education. 1. 27-30.
- [10] PT PLN (Persero). 2019. "Data Ujicoba Aplikasi ALS-PRO ULP Perak". Surabaya : PT PLN (Persero) UP3 Surabaya Utara ULP Perak.
- [11] M. Nielsen. 2018. "*Neural Networks and Deep Learning*". US: Cambridge University.

- [12] PT PLN (Persero). 2013. "Revisi Keputusan General Manager PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur: Pemberlakuan Konstruksi Jaringan Distribusi". Surabaya: PT PLN (Persero) UID Jawa Timur.
- [13] G. A. Kartikasari. 2018. "Analisa Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Rugi-Rugi pada Trafo Distribusi Studi Kasus pada PT PLN (Persero) Rayon Blora. Surabaya : Universitas Muhammadiyah Surabaya.
- [14] Google Developer Training Team. 2016. "Android Developer Fundamental Course". US: Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0.



# LAMPIRAN

## 1. Tabel Data Gardu Distribusi

No Gardu	Gardu Induk	Penyulang	No Gardu	Gardu Induk	Penyulang
AD001	Morokreimbangan	Perak Timur	AD270	Perak	Mutiara
AD002	Morokreimbangan	Perak Timur	AD272	Morokreimbangan	Lumba - Lumba
AD003	Morokreimbangan	Perak Timur	AD273	Perak	M Nasir
AD004	Morokreimbangan	Perak Timur	AD274	Ujung	Hang Tuah
AD005	Morokreimbangan	Perak Timur	AD275	Morokreimbangan	Lumba - Lumba
AD006	Morokreimbangan	Perak Timur	AD276	Perak	M Nasir
AD007	Morokreimbangan	Perak Timur	AD277	Morokreimbangan	Perak Timur
AD008	Morokreimbangan	Perak Timur	AD278	Ujung	Hang Tuah
AD010	Morokreimbangan	Perak Timur	AD279	Ujung	Rawa Baru
AD011	Morokreimbangan	Perak Timur	AD280	Morokreimbangan	Tanjung Priuk
AD012	Morokreimbangan	Perak Timur	AD283	Morokreimbangan	Tanjung Priuk
AD013	Morokreimbangan	Perak Timur	AD284	Morokreimbangan	Tanjung Priuk
AD014	Morokreimbangan	Perak Timur	AD285	Morokreimbangan	Pelabuhan
AD015	Morokreimbangan	Perak Timur	AD287	Morokreimbangan	Pelabuhan
AD016	Morokreimbangan	Lumba - Lumba	AD288	Morokreimbangan	Pelabuhan
AD017	Morokreimbangan	Lumba - Lumba	AD290	Perak	Mutiara
AD020	Morokreimbangan	Lumba - Lumba	AD291	Perak	Mutiara
AD021	Morokreimbangan	Lumba - Lumba	AD292	Perak	Mutiara
AD022	Morokreimbangan	Lumba - Lumba	AD293	Perak	Mutiara
AD023	Morokreimbangan	Lumba - Lumba	AD294	Perak	Mutiara
AD026	Morokreimbangan	Lumba - Lumba	AD295	Morokreimbangan	Lumba - Lumba
AD028	Morokreimbangan	Lumba - Lumba	AD296	Morokreimbangan	Lumba - Lumba

No Gardu	Gardu Induk	Penyulang	No Gardu	Gardu Induk	Penyulang
AD029	Morokreimbangan	Lumba - Lumba	AD297	Morokreimbangan	Lumba - Lumba
AD031	Morokreimbangan	Lumba - Lumba	AD298	Morokreimbangan	Lumba - Lumba
AD032	Morokreimbangan	Lumba - Lumba	AD299	Morokreimbangan	Lumba - Lumba
AD033	Morokreimbangan	Lumba - Lumba	AD300	Morokreimbangan	Lumba - Lumba
AD034	Morokreimbangan	Lumba - Lumba	AD301	Ujung	Rawa Baru
AD035	Morokreimbangan	Lumba - Lumba	AD302	Ujung	Rawa Baru
AD036	Morokreimbangan	Bumimoro	AD303	Ujung	Rawa Baru
AD037	Morokreimbangan	Bumimoro	AD304	Ujung	Rawa Baru
AD038	Morokreimbangan	Bumimoro	AD305	Ujung	Rawa Baru
AD039	Morokreimbangan	Pasar Turi 2	AD306	Perak	M Nasir
AD040	Morokreimbangan	Rajawali	AD307	Perak	M Nasir
AD041	Morokreimbangan	Lumba - Lumba	AD308	Perak	M Nasir
AD042	Morokreimbangan	Lumba - Lumba	AD309	Perak	M Nasir
AD043	Morokreimbangan	Lumba - Lumba	AD310	Morokreimbangan	Bumimoro
AD044	Morokreimbangan	Lumba - Lumba	AD311	Morokreimbangan	Bumimoro
AD045	Morokreimbangan	Perak Timur	AD312	Morokreimbangan	Bumimoro
AD046	Morokreimbangan	Perak Timur	AD313	Morokreimbangan	Pasar Turi 2
AD047	Morokreimbangan	Perak Timur	AD314	Morokreimbangan	Lumba - Lumba
AD048	Morokreimbangan	Perak Timur	AD315	Morokreimbangan	Lumba - Lumba
AD049	Morokreimbangan	Perak Timur	AD316	Morokreimbangan	Lumba - Lumba
AD050	Morokreimbangan	Perak Timur	AD317	Morokreimbangan	Lumba - Lumba
AD051	Morokreimbangan	Perak Timur	AD318	Morokreimbangan	Lumba - Lumba
AD052	Morokreimbangan	Perak Timur	AD319	Morokreimbangan	Perak Timur
AD053	Morokreimbangan	Perak Timur	AD320	Morokreimbangan	Perak Timur

No Gardu	Gardu Induk	Penyulang	No Gardu	Gardu Induk	Penyulang
AD054	Morokreimbangan	Perak Timur	AD321	Morokreimbangan	Perak Timur
AD055	Morokreimbangan	Perak Timur	AD322	Morokreimbangan	Perak Timur
AD056	Morokreimbangan	Perak Timur	AD323	Morokreimbangan	Perak Timur
AD057	Morokreimbangan	Pelabuhan	AD324	Morokreimbangan	Perak Timur
AD059	Morokreimbangan	Pelabuhan	AD325	Morokreimbangan	Perak Timur
AD061	Morokreimbangan	Pelabuhan	AD326	Morokreimbangan	Perak Timur
AD062	Morokreimbangan	Pelabuhan	AD327	Morokreimbangan	Perak Timur
AD066	Morokreimbangan	Pelabuhan	AD328	Morokreimbangan	Perak Timur
AD067	Morokreimbangan	Pelabuhan	AD329	Morokreimbangan	Perak Timur
AD068	Morokreimbangan	Pelabuhan	AD330	Morokreimbangan	Pelabuhan
AD069	Morokreimbangan	Pelabuhan	AD331	Morokreimbangan	Pelabuhan
AD070	Morokreimbangan	Pelabuhan	AD332	Morokreimbangan	Pelabuhan
AD071	Morokreimbangan	Sidorame	AD333	Morokreimbangan	Pelabuhan
AD072	Morokreimbangan	Sidorame	AD335	Morokreimbangan	Pelabuhan
AD073	Morokreimbangan	Sidorame	AD336	Morokreimbangan	Pelabuhan
AD074	Morokreimbangan	Sidorame	AD337	Perak	M Nasir
AD075	Morokreimbangan	Sidorame	AD338	Perak	M Nasir
AD076	Morokreimbangan	Sidorame	AD339	Morokreimbangan	Jakarta
AD077	Morokreimbangan	Sidorame	AD340	Morokreimbangan	Jakarta
AD078	Morokreimbangan	Sidorame	AD341	Morokreimbangan	Jakarta
AD079	Morokreimbangan	Sidorame	AD342	Morokreimbangan	Lumba - Lumba
AD083	Morokreimbangan	Sidorame	AD344	Morokreimbangan	Lumba - Lumba
AD084	Morokreimbangan	Sidorame	AD345	Morokreimbangan	Lumba - Lumba
AD085	Morokreimbangan	Sidorame	AD346	Morokreimbangan	Lumba - Lumba
AD086	Morokreimbangan	Sidorame	AD347	Morokreimbangan	Lumba - Lumba
AD087	Morokreimbangan	Sidorame	AD348	Morokreimbangan	Lumba - Lumba

No Gardu	Gardu Induk	Penyulang	No Gardu	Gardu Induk	Penyulang
AD088	Morokreimbangan	Sidorame	AD349	Morokreimbangan	Lumba - Lumba
AD089	Morokreimbangan	Sidorame	AD350	Morokreimbangan	Lumba - Lumba
AD090	Morokreimbangan	Sidorame	AD351	Morokreimbangan	Lumba - Lumba
AD091	Morokreimbangan	Sidorame	AD352	Morokreimbangan	Lumba - Lumba
AD092	Morokreimbangan	Sidorame	AD353	Morokreimbangan	Lumba - Lumba
AD093	Morokreimbangan	Sidorame	AD354	Morokreimbangan	Lumba - Lumba
AD094	Morokreimbangan	Sidorame	AD355	Morokreimbangan	Lumba - Lumba
AD095	Morokreimbangan	Sidorame	AD356	Morokreimbangan	Lumba - Lumba
AD097	Morokreimbangan	Lumba - Lumba	AD357	Morokreimbangan	Sidorame
AD098	Morokreimbangan	Lumba - Lumba	AD358	Morokreimbangan	Sidorame
AD099	Morokreimbangan	Lumba - Lumba	AD359	Morokreimbangan	Sidorame
AD100	Morokreimbangan	Lumba - Lumba	AD360	Morokreimbangan	Sidorame
AD101	Morokreimbangan	Lumba - Lumba	AD361	Morokreimbangan	Sidorame
AD102	Morokreimbangan	Lumba - Lumba	AD362	Morokreimbangan	Sidorame
AD103	Morokreimbangan	Jakarta	AD363	Morokreimbangan	Sidorame
AD104	Morokreimbangan	Jakarta	AD364	Morokreimbangan	Sidorame
AD105	Morokreimbangan	Jakarta	AD365	Morokreimbangan	Sidorame
AD106	Morokreimbangan	Jakarta	AD367	Morokreimbangan	Sidorame
AD108	Morokreimbangan	Jakarta	AD368	Morokreimbangan	Sidorame
AD109	Morokreimbangan	Jakarta	AD369	Morokreimbangan	Sidorame
AD110	Morokreimbangan	Jakarta	AD371	Morokreimbangan	Sidorame
AD111	Morokreimbangan	Jakarta	AD372	Morokreimbangan	Sidorame
AD112	Morokreimbangan	Jakarta	AD373	Morokreimbangan	Sidorame
AD113	Morokreimbangan	Sidorame	AD374	Ujung	Rawabaru
AD115	Morokreimbangan	Sidorame	AD375	Ujung	Rawabaru

No Gardu	Gardu Induk	Penyulang	No Gardu	Gardu Induk	Penyulang
AD116	Morokreimbangan	Sidorame	AD377	Ujung	Rawabaru
AD117	Morokreimbangan	Sidorame	AD378	Ujung	Rawabaru
AD119	Morokreimbangan	Sidorame	AD379	Ujung	Rawabaru
AD120	Morokreimbangan	Jakarta	AD380	Ujung	Rawabaru
AD121	Morokreimbangan	Perak Timur	AD381	Ujung	Rawabaru
AD122	Morokreimbangan	Perak Timur	AD382	Ujung	Rawabaru
AD123	Morokreimbangan	Lumba - Lumba	AD383	Ujung	Rawabaru
AD124	Morokreimbangan	Lumba - Lumba	AD384	Ujung	Rawabaru
AD125	Morokreimbangan	Lumba - Lumba	AD385	Ujung	Rawabaru
AD126	Morokreimbangan	Lumba - Lumba	AD386	Morokreimbangan	Sidorame
AD127	Morokreimbangan	Jakarta	AD387	Ujung	Rawabaru
AD128	Morokreimbangan	Sidorame	AD388	Ujung	Rawabaru
AD129	Morokreimbangan	Lumba - Lumba	AD389	Ujung	Rawabaru
AD130	Morokreimbangan	Sidorame	AD390	Morokreimbangan	Lumba-Lumba
AD131	Morokreimbangan	Jakarta	AD391	Morokreimbangan	Lumba-Lumba
AD132	Morokreimbangan	Sidorame	AD392	Morokreimbangan	Lumba-Lumba
AD133	Morokreimbangan	Jakarta	AD393	Morokreimbangan	Lumba-Lumba
AD134	Kenjeran	Kaliondo	AD394	Morokreimbangan	Lumba-Lumba
AD135	Perak	M Nasir	AD395	Morokreimbangan	Lumba-Lumba
AD136	Morokreimbangan	Prapat Kurung	AD396	Morokreimbangan	Lumba-Lumba
AD137	Morokreimbangan	Prapat Kurung	AD397	Morokreimbangan	Pelabuhan
AD138	Kenjeran	Kaliondo	AD398	Morokreimbangan	Tanjung_Priok
AD139	Morokreimbangan	Pelabuhan	AD399	Morokreimbangan	Tanjung_Priok
AD140	Morokreimbangan	Pelabuhan	AD400	Morokreimbangan	Tanjung_Priok
AD141	Morokreimbangan	Prapat Kurung	AD401	Morokreimbangan	Prapat Kurung
AD142	Morokreimbangan	Prapat Kurung	AD402	Morokreimbangan	Prapat Kurung

No Gardu	Gardu Induk	Penyulang	No Gardu	Gardu Induk	Penyulang
AD143	Ujung	Hang Tuah	AD403	Morokreimbangan	Prapat Kurung
AD144	Morokreimbangan	Sidorame	AD404	Morokreimbangan	Prapat Kurung
AD145	Morokreimbangan	Tanjung Priuk	AD405	Morokreimbangan	Prapat Kurung
AD146	Kenjeran	Kaliondo	AD406	Morokreimbangan	Prapat Kurung
AD147	Perak	M Nasir	AD407	Morokreimbangan	Lumba-Lumba
AD148	Perak	M Nasir	AD408	Morokreimbangan	Lumba-Lumba
AD149	Perak	M Nasir	AD409	Morokreimbangan	Lumba-Lumba
AD150	Perak	M Nasir	AD410	Morokreimbangan	Lumba-Lumba
AD151	Perak	M Nasir	AD411	Morokreimbangan	Jakarta
AD152	Perak	M Nasir	AD412	Morokreimbangan	Jakarta
AD153	Perak	M Nasir	AD413	Morokreimbangan	Jakarta
AD154	Perak	M Nasir	AD414	Morokreimbangan	Jakarta
AD155	Perak	M Nasir	AD415	Morokreimbangan	Jakarta
AD156	Perak	M Nasir	AD416	Morokreimbangan	Jakarta
AD157	Perak	M Nasir	AD417	Morokreimbangan	Jakarta
AD159	Perak	M Nasir	AD418	Morokreimbangan	Jakarta
AD160	Kenjeran	Kaliondo	AD419	Morokreimbangan	Jakarta
AD161	Morokreimbangan	Prapat Kurung	AD420	Morokreimbangan	Jakarta
AD162	Morokreimbangan	Prapat Kurung	AD421	Morokreimbangan	Jakarta
AD163	Perak	M Nasir	AD422	Morokreimbangan	Jakarta
AD164	Perak	M Nasir	AD423	Morokreimbangan	Jakarta
AD165	Perak	M Nasir	AD424	Morokreimbangan	Jakarta
AD166	Kenjeran	Kaliondo	AD425	Morokreimbangan	Jakarta
AD167	Kenjeran	Kaliondo	AD426	Morokreimbangan	Jakarta
AD168	Kenjeran	Kaliondo	AD427	Morokreimbangan	Jakarta
AD169	Kenjeran	Kaliondo	AD428	Morokreimbangan	Jakarta
AD170	Kenjeran	Kaliondo	AD429	Morokreimbangan	Jakarta



No Gardu	Gardu Induk	Penyulang	No Gardu	Gardu Induk	Penyulang
AD171	Kenjeran	Kaliondo	AD430	Morokreimbangan	Jakarta
AD172	Kenjeran	Kaliondo	AD431	Morokreimbangan	Jakarta
AD173	Kenjeran	Kaliondo	AD432	Morokreimbangan	Jakarta
AD174	Kenjeran	Kaliondo	AD433	Morokreimbangan	Jakarta
AD175	Kenjeran	Kaliondo	AD434	Ujung	Hangtuah
AD176	Kenjeran	Kaliondo	AD436	Ujung	Hangtuah
AD177	Kenjeran	Kaliondo	AD437	Ujung	Hangtuah
AD180	Kenjeran	Kaliondo	AD439	Ujung	Hangtuah
AD181	Kenjeran	Kaliondo	AD440	Ujung	Hangtuah
AD182	Kenjeran	Kaliondo	AD441	Ujung	Hangtuah
AD183	Morokreimbangan	Sidorame	AD443	Ujung	Hangtuah
AD184	Perak	M Nasir	AD444	Ujung	Hangtuah
AD185	Perak	M Nasir	AD445	Ujung	Hangtuah
AD186	Perak	M Nasir	AD446	Ujung	Hangtuah
AD187	Kenjeran	Kaliondo	AD447	Ujung	Hangtuah
AD188	Kenjeran	Kaliondo	AD448	Ujung	Hangtuah
AD189	Kenjeran	Kaliondo	AD449	Morokreimbangan	Prapat Kurung
AD190	Kenjeran	Kaliondo	AD450	Morokreimbangan	Jakarta
AD191	Kenjeran	Kaliondo	AD451	Morokreimbangan	Lumba-Lumba
AD192	Kenjeran	Kaliondo	AD452	Morokreimbangan	Lumba-Lumba
AD193	Kenjeran	Kaliondo	AD453	Morokreimbangan	Lumba-Lumba
AD194	Kenjeran	Kaliondo	AD455	Morokreimbangan	Sidorame
AD195	Kenjeran	Kaliondo	AD456	Morokreimbangan	Sidorame
AD196	Kenjeran	Kaliondo	AD457	Morokreimbangan	Sidorame
AD197	Kenjeran	Kaliondo	AD458	Morokreimbangan	Sidorame
AD198	Kenjeran	Kaliondo	AD459	Morokreimbangan	Sidorame
AD199	Kenjeran	Kaliondo	AD460	Morokreimbangan	Sidorame

No Gardu	Gardu Induk	Penyulang	No Gardu	Gardu Induk	Penyulang
AD200	Kenjeran	Kaliondo	AD461	Morokreimbangan	Sidorame
AD201	Morokreimbangan	Prapat Kurung	AD462	Morokreimbangan	Sidorame
AD202	Morokreimbangan	Prapat Kurung	AD463	Morokreimbangan	Jakarta
AD203	Morokreimbangan	Prapat Kurung	AD464	Morokreimbangan	Sidorame
AD204	Morokreimbangan	Prapat Kurung	AD465	Morokreimbangan	Sidorame
AD205	Morokreimbangan	Prapat Kurung	AD466	Morokreimbangan	Sidorame
AD206	Morokreimbangan	Sidorame	AD467	Kenjeran	Kaliondo
AD207	Morokreimbangan	Sidorame	AD468	Kenjeran	Kaliondo
AD208	Morokreimbangan	Sidorame	AD469	Kenjeran	Kaliondo
AD209	Morokreimbangan	Sidorame	AD470	Kenjeran	Kaliondo
AD210	Kenjeran	Kaliondo	AD471	Kenjeran	Kaliondo
AD212	Kenjeran	Kaliondo	AD472	Kenjeran	Kaliondo
AD213	Kenjeran	Kaliondo	AD473	Kenjeran	Kaliondo
AD214	Kenjeran	Kaliondo	AD474	Kenjeran	Kaliondo
AD215	Kenjeran	Kaliondo	AD475	Kenjeran	Kaliondo
AD216	Kenjeran	Kaliondo	AD476	Kenjeran	Kaliondo
AD217	Kenjeran	Kaliondo	AD477	Kenjeran	Kaliondo
AD218	Kenjeran	Kaliondo	AD478	Kenjeran	Kaliondo
AD219	Kenjeran	Kaliondo	AD480	Kenjeran	Kaliondo
AD220	Kenjeran	Kaliondo	AD481	Kenjeran	Kaliondo
AD221	Kenjeran	Kaliondo	AD482	Kenjeran	Kaliondo
AD222	Kenjeran	Kaliondo	AD483	Kenjeran	Kaliondo
AD225	Kenjeran	Kaliondo	AD484	Kenjeran	Kaliondo
AD226	Kenjeran	Kaliondo	AD485	Kenjeran	Kaliondo
AD227	Kenjeran	Kaliondo	AD486	Morokreimbangan	Jakarta
AD228	Kenjeran	Kaliondo	AD487	Morokreimbangan	Jakarta

No Gardu	Gardu Induk	Penyulang	No Gardu	Gardu Induk	Penyulang
AD229	Kenjeran	Kaliondo	AD488	Morokreimbangan	Jakarta
AD230	Kenjeran	Kaliondo	AD489	Morokreimbangan	Jakarta
AD231	Morokreimbangan	Tanjung Priuk	AD490	Morokreimbangan	Jakarta
AD232	Morokreimbangan	Pelabuhan	AD491	Kenjeran	Kaliondo
AD233	Morokreimbangan	Pelabuhan	AD492	Kenjeran	Kaliondo
AD234	Morokreimbangan	Pelabuhan	AD493	Kenjeran	Kaliondo
AD235	Morokreimbangan	Pelabuhan	AD494	Kenjeran	Kaliondo
AD236	Morokreimbangan	Prapat Kurung	AD495	Kenjeran	Kaliondo
AD238	Morokreimbangan	Prapat Kurung	AD496	Kenjeran	Kaliondo
AD239	Morokreimbangan	Prapat Kurung	AD497	Kenjeran	Kaliondo
AD240	Morokreimbangan	Prapat Kurung	AD498	Kenjeran	Kaliondo
AD241	Morokreimbangan	Prapat Kurung	AD499	Ujung	Panti Mulya
AD242	Morokreimbangan	Prapat Kurung	AD500	Ujung	Rawabaru
AD243	Morokreimbangan	Prapat Kurung	AD502	Ujung	Rawabaru
AD244	Morokreimbangan	Prapat Kurung	AD503	Ujung	Rawabaru
AD245	Morokreimbangan	Prapat Kurung	AD504	Ujung	Rawabaru
AD246	Morokreimbangan	Prapat Kurung	AD505	Ujung	Rawabaru
AD247	Perak	M Nasir	AD506	Ujung	Rawabaru
AD248	Perak	M Nasir	AD507	Ujung	Rawabaru
AD249	Perak	M Nasir	AD509	Ujung	Rawabaru
AD251	Perak	M Nasir	AD510	Ujung	Rawabaru
AD252	Perak	M Nasir	AD511	Ujung	Rawabaru
AD253	Perak	M Nasir	AD512	Ujung	Rawabaru
AD254	Perak	M Nasir	AD513	Ujung	Rawabaru
AD255	Perak	M Nasir	AD514	Ujung	Rawabaru
AD256	Morokreimbangan	Jakarta	AD515	Ujung	Rawabaru

No Gardu	Gardu Induk	Penyulang	No Gardu	Gardu Induk	Penyulang
AD257	Morokreimbangan	Perak Timur	AD516	Ujung	Rawabaru
AD258	Morokreimbangan	Perak Timur	AD517	Ujung	Rawabaru
AD259	Morokreimbangan	Perak Timur	AD518	Ujung	Rawabaru
AD260	Morokreimbangan	Lumba - Lumba	AD519	Ujung	Rawabaru
AD261	Morokreimbangan	Lumba - Lumba	AD520	Ujung	Hangtuah
AD262	Morokreimbangan	Lumba - Lumba	AD521	Morokreimbangan	Jakarta
AD263	Morokreimbangan	Lumba - Lumba	AD522	Morokreimbangan	Sidorame
AD264	Perak	Mutiara	AD523	Ujung	Rawabaru
AD265	Perak	M Nasir	AD524	Morokreimbangan	Jakarta
AD266	Perak	M Nasir	AD525	Ujung	Rawabaru
AD267	Morokreimbangan	Lumba - Lumba	AD527	Ujung	Rawabaru
AD268	Perak	M Nasir	AD528	Morokreimbangan	Sidorame
AD269	Morokreimbangan	Tanjung Priuk	AD529	Morokreimbangan	Sidorame

## BIODATA PENULIS



**Avian Lukman Setya Budi**, dilahirkan di Surabaya, 18 Mei 1999. Penulis adalah putra dari pasangan Iwan Setya Budi dan Evida Mei Milawati. Penulis memulai jenjang pendidikan di SD Negeri Warugunung 1 Surabaya, SMP Unggulan Ammanatul Ummah, dan SMAN 15 Surabaya hingga lulus tahun 2016. Pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang perguruan tinggi dan

diterima di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya di Departemen Teknik Elektro melalui jalur SNMPTN. Semasa kuliah, penulis aktif dalam kegiatan kepanitiaan dan organisasi, diantaranya adalah sebagai koordinator acara ELECTRA VII dan INI LHO ITS, wakil ketua pelaksana UKM EXPO dan konseptor acara di GERIGI ITS 2017 dan 2018. Selain itu, penulis juga pernah menjadi juara dalam lomba karya tulis ilmiah dan poster SEMNAS K3 UPNVJ 2018 di UPN Veteran Jakarta. Pada tahun ini, penulis telah mengikuti magang PLN-ITS selama 6 bulan dan penulis sedang dalam tahap submit *conference paper* di *CICED*. Penulis dapat dihubungi melalui email : [avianlukmans@gmail.com](mailto:avianlukmans@gmail.com)

