

**ANALISIS PERBAIKAN DROP TEGANGAN AKIBAT  
SAMBUNGAN RUMAH BERDERET DENGAN  
PENGANTIAN KABEL BERDASARKAN  
PEMETAAN BERBASIS GPS GARMIN  
(STUDY KASUS PT.PLN (PERSERO)  
AEK KOTA BATU)**

**Budi Hartono\***  
**Zuraidah Tharo\*\***  
**Amani Darma Tarigan\*\***  
**Universitas Pembangunan Panca Budi**

**ABSTRAK**

Dalam proses pendistribusian energi listrik ke pelanggan dimana aliran listrik di hantarkan melalui kabel dengan reaktansi sesuai ukuran kabel tersebut dimana pasti terjadi rugi rugi tegangan yang menyebabkan pelanggan di ujung jaringan menerima kualitas tegangan listrik di bawah mutu pelayanan tegangan sesuai SPLN 1:1995, studi kasus yang dilakukan di PT.PLN(Persero) Aek Kota Batu khususnya di pelanggan yang di suplai dari Trafo BD34 di jumpai banyak pelanggan yang mengalami drop tegangan saat malam hari khususnya di ujung jaringan , setelah dilaksanakan survey pelanggan pelanggan tersebut yang terindikasi drop tegangan yang dikarenakan sambungan rumah berderet , dan dilakukanlah pemetaan menggunakan GPS Garmin yang di monitoring melalui Aplikasi Mapsource untuk melaksanakan perbaikan Sambungan rumah berderet tersebut , dan yang dilakukan adalah melakukan penggantian kabel TIC yang sebelumnya berukuran 4x10 mm<sup>2</sup> menjadi kabel 3x70+1x50 mm<sup>2</sup> sepanjang 523 meter dengan berpedoman pada keakuratan pemetaan berbasis GPS Garmin dan setelah dilakukan perbaikan tegangan ujung yang sebelumnya 153,02 Volt saat malam hari yang di terima oleh pelanggan di ujung jaringan meningkat menjadi 172,94 Volt dengan peningkatan tegangan 19,92 Volt dan delta tegangan 9,40 % saat malam hari sesuai dengan analisis yang di bantu oleh pemetaan berbasis GPS Garmin.

**Kata kunci :** Drop Tegangan, Trafo BD34, GPS Garmin,Pemetaan , Penggantian Kabel

\* Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro : [hartono41budi@gmail.com](mailto:hartono41budi@gmail.com)

\*\* Dosen Program Studi Teknik Elektro

# **IMPROVEMENT ANALYSIS OF VOLTAGE DROP DUE TO HOUSE CONNECTION WITH REPLACEMENT OF CABLE BASED ON GARMIN GPS BASED MAPPING (STUDY OF CASE OF PT. PLN (PERSERO) AEK KOTA BATU)**

**Budi Hartono\***

**Zuraidah Tharo\*\***

**Amani Darma Tarigan\*\***

**University of Pembangunan Panca Budi**

## ***ABSTRACT***

*In the process of distributing electrical energy to customers where electricity is delivered through a cable with reactance according to the cable size where there is a voltage loss that causes customers at the end of the network to receive a voltage below the 1: 1995 SPLN, case studies carried out at PT PLN (Persero) Batu City Aek especially in customers supplied from Transformer BD34 found many customers who experience voltage drop at night, especially at the end of the network, after customer customer surveys are carried out which indicated a voltage drop due to a house connection in rows, and mapping using Garmin GPS was monitored through the Mapsource Application to carry out repairs to the row house connections, and what was done was to replace the previous TIC cable measuring 4x10 mm<sup>2</sup> into a cable of 3x70 + 1x50 mm<sup>2</sup> along 523 meters guided by the Garmin GPS-based mapping and after repairing the previous tip voltage 153.02 Volt when the night received by customers at the end of the network increased to 172.94 Volts with an increase in voltage of 19.92 Volt and delta voltage of 9.40% at night days according to the analysis aided by Garmin GPS-based mapping.*

**Keywords** : Drop Voltage, BD34 Transformer, Garmin GPS, Mapping, Cable Replacement

\* Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro : [hartono41budi@gmail.com](mailto:hartono41budi@gmail.com)

\*\* Dosen Program Studi Teknik Elektro

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	
<b>PERNYATAAN ORISINILITAS</b>	
<b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI</b>	
<b>ABSTRAK</b>	
<b>ABSTRAK</b>	
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	iv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	v
<b>DAFTAR RUMUS</b> .....	vii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	viii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah .....	4
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	5
1.6 Sistematika Penulisan .....	5
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Sistem Tenaga Listrik.....	7
2.2 Standart Konstruksi Jaringan Distribusi .....	11
2.2.1. Konstruksi Trafo Distribusi.....	11
2.2.2 Jaringan tegangan Rendah .....	12
2.2.3 Sambungan Rumah (SR).....	14
2.3 Rugi Tegangan.....	16
2.3.1 Pengertian Rugi Tegangan .....	16
2.3.2 Faktor Faktor Penyebab Rugi Tegangan.....	16
2.3.3 Jenis Jenis Penghantar .....	19
2.3.3.1 Kabel NYA.....	19
2.3.3.2 Kabel NYM.....	20
2.3.3.3 Kabel NYY.....	21
2.3.3.4 Kabel NYFGBY.....	22
2.3.3.5 Kabel NYAF .....	22
2.3.3.6 Kabel NYMHY .....	23
2.3.3.7 Kabel NYYHY.....	23
2.3.3.8 Kabel NFA2X .....	24
2.3.3.9 Kabel NFA2XT.....	25
2.3.4 Tahanan Penghantar Kabel .....	25

2.4	Alat Ukur Tegangan.....	26
2.5	GPS Garmin .....	29
2.6	Aplikasi Mapsource .....	31
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b>		
3.1	Rencana Kegiatan Penelitian.....	33
3.1.1	Penginstalan Aplikasi Mapsource .....	33
3.1.2	Pelaksanaan survey lokasi Drop tegangan.....	36
3.1.3	Pelaksanaan pengukuran tegangan dan beban trafo .....	37
3.1.4	Pelaksanaan pengukuran tegangan dan beban pelanggan .....	38
3.1.5	Pengukuran Arus Beban Pelanggan di tiang melalui kabel HUTR .....	40
3.1.6	tagging koordinat pelanggan .....	41
3.1.7	Perencanaan dan pemetaan di aplikasi Mapsource.....	43
3.1.8	Analisa hasil Pemetaan .....	43
3.2	Flowchart dan Alur Sistem .....	44
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		
4.1	Gambar survey lokasi drop tegangan .....	47
4.2	Hasil Pengukuran tegangan sekunder dan beban trafo .....	49
4.3	pengukuran beban di tiang HUTR.....	52
4.4	Pengukuran tegangan dan beban pelanggan.....	53
4.5	Data tagging kordinat asset dan Pelanggan .....	54
4.6	Gambar Rencana Perbaikan di Aplikasi Mapsource .....	56
4.7	Analisis Hasil Perbaikan.....	58
4.7.1	Analisa hasil perbaikan apabila dilakukan pengantian kabel SR yang berderet .....	63
<b>BAB 5 PENUTUP</b>		
5.1	Kesimpulan .....	69
5.2	Saran.....	70
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		
<b>LAMPIRAN</b>		

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b>	Hambatan Jenis Kabel HUTR .....	26
<b>Tabel 4.1</b>	pengukuran trafo .....	46
<b>Tabel 4.2</b>	pengukuran beban di tiang HUTR .....	48
<b>Tabel 4.3</b>	pengukuran beban dan tegangan di rumah pelanggan.....	49
<b>Tabel 4.4</b>	Analisa Perbaikan Tegangan ujung akibat SR berderet siang hari .....	62
<b>Tabel 4.5</b>	Analisa Perbaikan Tegangan ujung akibat SR berderet malam hari ...	62

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Sistem Tenaga Listrik.....	7
<b>Gambar 2.2</b>	Blok Diagram Sistem Tenaga listrik.....	8
<b>Gambar 2.3</b>	Sambungan Rumah Berderet.....	15
<b>Gambar 2.4</b>	Toleransi tegangan pelayanan yang diijinkan .....	17
<b>Gambar 2.5</b>	Kabel NYA.....	20
<b>Gambar 2.6</b>	Kabel NYM .....	20
<b>Gambar 2.7</b>	Kabel NYY .....	21
<b>Gambar 2.8</b>	Kabel NYFGBY .....	22
<b>Gambar 2.9</b>	Kabel NYAF.....	23
<b>Gambar 2.10</b>	Kabel NYMHY.....	24
<b>Gambar 2.11</b>	Kabel NYYHY .....	24
<b>Gambar 2.12</b>	Kabel NYA2X .....	17
<b>Gambar 2.13</b>	Kabel NYA2XT.....	17
<b>Gambar 2.14</b>	Cara pengukuran tegangan .....	27
<b>Gambar 2.15</b>	tang ampere.....	27
<b>Gambar 2.16</b>	GPS Garmin.....	29
<b>Gambar 2.17</b>	MapSource (gpsinformation.org) .....	29
<b>Gambar 3.1</b>	peta aplikasi mapsource .....	32
<b>Gambar 3.2</b>	proses instalasi Mapsource .....	32
<b>Gambar 3.3</b>	Peta Indonesia Mapsource .....	33
<b>Gambar 3.4</b>	survey jaringan.....	34
<b>Gambar 3.5</b>	pengukuran trafo siang .....	35
<b>Gambar 3.6</b>	pengukuran trafo Malam.....	35
<b>Gambar 3.7</b>	pengukuran tegangan dengan tang ampere.....	35
<b>Gambar 3.8</b>	pengukuran tegangan dan beban pelanggan .....	36
<b>Gambar 3.9</b>	pengukuran tegangan melalui kwh meter pelanggan.....	36
<b>Gambar 3.10</b>	pengukuran beban di tiang siang hari .....	37
<b>Gambar 3.11</b>	pengukuran tegangan di tiang malam hari.....	38
<b>Gambar 3.12</b>	tagging rumah pelanggan.....	38
<b>Gambar 3.13</b>	tagging menggunakan GPS .....	39
<b>Gambar 3.14</b>	pemetaan di gps garmin .....	39
<b>Gambar 3.15</b>	flowchart proses analisa perbaikan.....	41
<b>Gambar 4.1</b>	Gambar Survey konstruksi tiang HUTR .....	44
<b>Gambar 4.2</b>	Gambar Survey lokasi pelanggan drop tegangan .....	44
<b>Gambar 4.3</b>	koordinat hasil tagging dalam bentuk excel .....	51
<b>Gambar 4.4</b>	hasil tagging koordinat dengan gps garmin di aplikasi mapsource .....	52
<b>Gambar 4.5</b>	penggambaran panjang jaringan di aplikasi mapsource .....	52
<b>Gambar 4.6</b>	penarikan kabel sr di aplikasi mapsource .....	53
<b>Gambar 4.7</b>	gambar survey lokasi yang sudah di tuangkan di aplikasi mapsource .....	53
<b>Gambar 4.8</b>	analisa tegangan ujung di lakukan penggantian kabel.....	56
<b>Gambar 4.9</b>	analisa tegangan ujung malam penggantian kabel.....	59

<b>Gambar 4.10</b>	lokasi drop tegangan di aplikasi mapsources.....	59
<b>Gambar 4.11</b>	analisa tegangan ujung siang setelah di lakukan penggantian kabel .....	61
<b>Gambar 4.12</b>	analisa tegangan ujung malam setelah di lakukan penggantian kabel.....	67

## DAFTAR RUMUS

<b>Rumus 2.1</b>	Tegangan Drop.....	17
<b>Rumus 2.2</b>	Tegangan Drop.....	17
<b>Rumus 2.3</b>	Regulation Voltage .....	18
<b>Rumus 2.4</b>	Tegangan Drop beban 3 fasa.....	18
<b>Rumus 2.5</b>	Hambatan penghantar .....	26

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran 1** : Form Judul
- Lampiran 2** : Lembar Bimbingan Dosen Pembimbing 1
- Lampiran 3** : Lembar Bimbingan Dosen Pembimbing 2
- Lampiran 4** : Lembar Pernyataan
- Lampiran 5** : Plagiat Checker
- Lampiran 6** : ACC Seminar Sidang dan Proposal

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas berkat, rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan proposal tugas akhir ini dengan baik, adapun judul laporan ini adalah “ Analisis Perbaikan Tegangan drop Akibat Sambungan Rumah Berderet Menggunakan Kabel Berdasarkan Pemetaan Berbasis GPS Garmin (Study Kasus PT.PLN(Persero) Aek Kota Batu”. Laporan ini disusun untuk memenuhi persyaratan kelulusan mata kuliah Tugas Akhir Pada Program Studi Teknik Elektro dengan konsentrasi Teknik Energi Listrik di Universitas Pembangunan Panca Budi.

Selesainya Laporan ini tidak terlepas dari bantuan serta dukungan dari berbagai pihak , untuk itu penulis menyampaikan ungkapan terima kasih yang sebesar- besarnya kepada :

1. Bapak Dr. H. Muhammad Isa Indrawan, S.E, M.M Selaku Rektor Universitas pembangunan Panca Budi.
2. Ibu Sri Shindi Indira , ST , MSc Selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi.
3. Bapak Hamdani, ST., MT Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Pembangunan Panca Budi.
4. Ibu Zuraidah Tharo, S.T., M.T Selaku Pembimbing I Tugas Akhir
5. Bapak Amani Darma Tarigan,S.T.,M.T Selaku Pembimbing II Tugas Akhir
6. Ibu , adik adik tercinta yang selalu memberi dukungan senantiasa
7. Edwi dan Arsyila, istri dan anakku tersayang yang memberi semangat selalu
8. Kevin,Pariston dan Daud rekan seperjuangan dalam menyusun skripsi ini
9. Rekan Rekan Terhebat Mahasiswa Kelas Karyawan II LA J/S 2017

Akhirnya dengan segala kerendahan hati saya menyadari masih banyak terdapat kekurangan pada laporan Tugas Akhir ini sehingga saya mengharapkan adanya saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan Tugas Akhir ini.

Medan, 25 Mei 2019

**Budi Hartono**  
**1724210019**

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

PT PLN (Persero) merupakan salah satu Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak dalam bidang penyediaan tenaga listrik yang keberadaannya sangat dibutuhkan oleh masyarakat. Sebagai salah satu instrumen dalam pembangunan, keberadaan BUMN di Indonesia dirasakan sangat penting, tidak hanya oleh pemerintah tapi juga oleh masyarakat luas. Dari sisi pemerintahan BUMN seringkali digunakan sebagai salah satu instrumen penting dalam pembangunan ekonomi, khususnya pembangunan dibidang industri-industri manufaktur, dan lain sebagainya. Sementara dari sisi masyarakat, BUMN merupakan instrumen yang penting sebagai penyedia layanan yang cepat, murah, dan efisien. Maka dari itu PT PLN (Persero) selalu berupaya untuk terus memperbaharui kinerja dalam memberikan pelayanan yang semakin optimal, sehingga citra PT PLN (Persero) dimata masyarakat akan selalu dinilai baik dan memberikan pelayanan yang baik sehingga memuaskan pelanggannya.

Proses penyaluran energy listrik di PT.PLN melalui beberapa proses antara lain pembangkitan dimana disini merupakan proses produksi energy listrik itu menggunakan generator yang di gerakan melalui energy air, uap ,angin dan lain lain dimana tegangan yang di hasilkan 12 kV – 20 kV, kemudian energy listrik tersebut

dialirkan melalui transmisi dengan tegangan yang dinaikkan melalui trafo step up menjadi 70 kV , 150 kV maupun 500 kV, dari transmisi kemudian di alirkan ke gardu gardu induk dan di turunkan kembali tegangannya melalui trafo step down menjadi 20 Kv dan kemudian di distribusi kan ke pelanggan pelanggan PLN melalui hantaran udara tegangan menengah (HUTM) maupun saluran kabel tegangan menengah (SKTM) dan kemudian di turunkan tegangannya kembali melalui trafo distribusi 20 kV menjadi 220/380 Volt dan tegangan inilah yang di distribusikan ke rumah rumah pelanggan PLN melalui Hantaran udara tegangan rendah (HUTR) dan di bagi bagi ke tiap rumah melalui sambungan rumah (SR) dan begitulah proses penyaluran energy listrik dari pembangkitan,transmisi,distribusi dan sampai ke rumah pelanggan PLN.

Pada proses penyaluran ini banyak sekali terjadi masalah antara lain kualitas tegangan yang tidak sesuai di sisi pelanggan PLN salah satunya adalah tegangan yang drop, tegangan drop ini membuat peralatan listrik di rumah pelanggan tidak dapat bekerja secara optimal karena rating dari peralatan tersebut tidak menerima inputan tegangan yang tidak sesuai dalam arti tegangan standart HUTR 220/380 Volt, salah satu penyebab tegangan drop di sisi pelanggan di wilayah kerja PT.PLN (PERSERO) ULP Aek Kota Batu adalah karena banyaknya SR berderet di sisi pelanggan yang tidak sesuai standart dan tidak tertata sehingga mempengaruhi kualitas tegangan yang di terima oleh pelanggan itu sendiri.

Untuk Wilayah kerja PT.PLN (PERSERO) ULP Aek Kota Batu yang terindikasi tegangan drop salah satunya adalah di Trafo BD 34 dan data lokasi SR

berderet tersebut didapat dari informasi keluhan pelanggan yang menginformasikan bahwa tegangan di rumah pelanggan redup apabila telah memasuki waktu beban puncak / malam hari, lalu untuk melakukan perbaikan di lokasi tersebut perlu dilakukan survey lokasi dan perencanaan penataan SR berderet tersebut.

Berdasarkan hal tersebut penulis dalam melakukan proses perencanaan ini diperlukanlah suatu aplikasi untuk mempermudah proses survey dan pendataan pelanggan yang terindikasi drop tegangan yaitu dengan menggunakan GPS Garmin yang terintegrasi ke aplikasi Mapsource untuk dilakukan pemetaan sehingga penataan SR berderet di lokasi tersebut dapat terselesaikan sesuai standart yang ada, GPS garmin ini menandai lokasi pelanggan sesuai real posisi koordinatnya dan disini dilakukan penitikan untuk perencanaan penataan SR berderet dengan merencanakan pembangunan Hantaran Udara Tegangan Rendah (HUTR) agar tegangan yang diterima pelanggan tersebut sesuai standart sehingga dapat meningkatkan kualitas pelayanan di wilayah kerja PT.PLN (Persero) ULP Aek Kota Batu.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas , maka dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut :

1. Apakah penggantian kabel HUTR dapat mengatasi perbaikan tegangan drop akibat SR berderet.

2. Bagaimana pemetaan menggunakan aplikasi Mapsource dapat efektif mempermudah perencanaan perbaikan tegangan drop.

### **1.3 Batasan Masalah**

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah diatas, maka ruang lingkup pembahasan dibatasi pada :

1. Pemetaan perbaikan drop tegangan akibat SR berderet ini hanya menggunakan aplikasi mapsource.
2. Perbaikan drop tegangan akibat SR berderet ini dengan cara melakukan penggantian Kabel HUTR.
3. Lokasi pelanggan yang mengalami tegangan drop berada di wilayah kerja PT.PLN(Persero) Rayon Aek Kota Batu yaitu di trafo BD 34.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan permasalahan diatas dapat ditentukan tujuan penelitian sebagai berikut :

1. mampu mengetahui dan memahami cara penggunaan aplikasi Mapsource untuk analisa perbaikan tegangan drop akibat SR berderet.
2. mampu mengetahui analisa perbaikan tegangan drop akibat SR berderet dengan cara melakukan penggantian kabel HUTR.

3. Mampu membuat Rencana perbaikan tegangan drop akibat SR berderet di wilayah kerja PT.PLN(Persero) Rayon Aek Kota Batu khususnya trafo BD 34.
4. Membuktikan analisa pemetaan perbaikan tegangan drop menggunakan Aplikasi Mapsource membuat proses survey menjadi lebih mudah.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

penulisan penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Penelitian ini diharapkan memberikan tambahan informasi dalam pengembangan pengetahuan khususnya yang berkaitan dengan perencanaan distribusi tenaga listrik.
2. Mengetahui fungsi,cara kerja dan manfaat aplikasi Mapsource agar dapat dipergunakan untuk mempermudah pekerjaan di PT.PLN(Persero) ULP Aek Kota Batu.
3. Mampu menganalisa rencana perbaikan tegangan yang sebelumnya drop menjadi sesuai standart PLN disisi pelanggan di wilayah kerja PT.PLN(Persero) ULP Aek Kota Batu.

## **1.6. Sistematika Penulisan**

### **BAB I : PENDAHULUAN**

Berisikan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika dari penulisan itu sendiri.

### **BAB II : LANDASAN TEORI**

Berisikan sumber-sumber mendasar dari isi yang bersifat teoritis sebagai bahan referensi.

### **BAB III : METODE PENELITIAN**

Berisikan tentang rencana kegiatan penelitian dan juga meliputi diagram blok, diagram alur system

### **BAB IV : HASIL PENELITIAN**

Mengulas tentang hasil dan analisa penelitian.

### **BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN**

Menguraikan kesimpulan dan saran.

### **DAFTAR PUSTAKA**

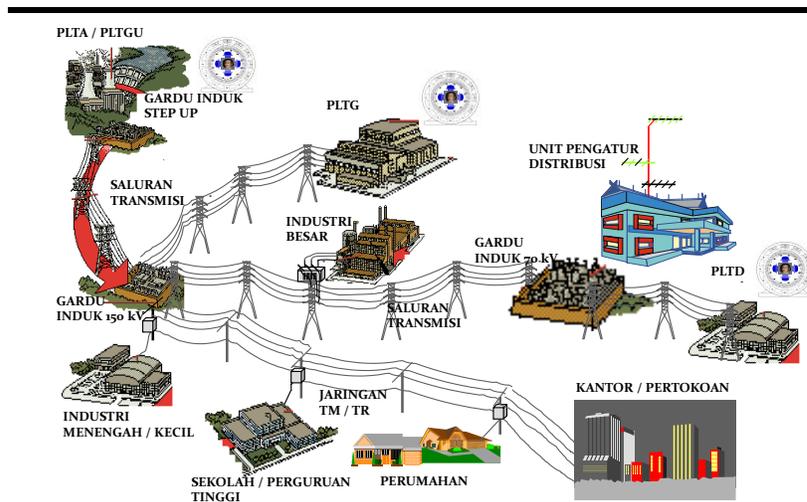
### **LAMPIRAN**

## BAB 2

# TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Sistem Tenaga Listrik.

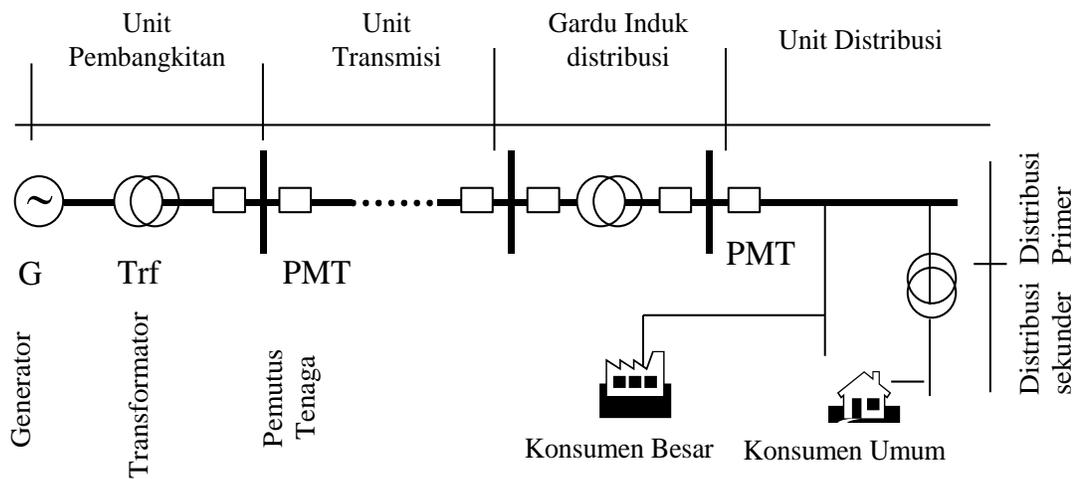
Sistem Tenaga Listrik merupakan suatu rangkaian saling terhubung yang terdiri sejumlah komponen atau peralatan listrik mulai dari membangkitkan dan mendistribusikan Energi Listrik sampai ke titik beban ( Pengguna / Konsumen ). Suatu Sistem Tenaga Listrik terdapat komponen-komponen atau alat-alat listrik seperti generator, transformator, saluran transmisi, saluran distribusi dan beban yang saling berhubungan dan merupakan satu kesatuan sehingga membentuk suatu sistem.



Gambar 2.1 Sistem Tenaga Listrik (Sumber : PLN Pusdiklat )

Dalam sistem ketenagalistrikan sering timbul persoalan teknis, dimana tenaga listrik dibangkitkan pada Pusat Pembangkit yang umumnya pada tempat-

tempat tertentu yang jauh dari lokasi pelanggan, Sehingga perlu Sistem Jaringan Transmisi dan Distribusi yang cukup panjang untuk menjangkau lokasi pelanggan. Penyaluran tenaga listrik dari tempat dibangkitkan disebut Pusat Pembangkit Tenaga Listrik dan sangat lazim disebut Pusat Pembangkit Tenaga Air atau ( Diesel – Gas – Uap – Gas Uap – Panas Bumi – Nuklir ) dan lain lain. Para Ahli dan Teknisi kelistrikan mengilustrasikan wujud sistem Tenaga Listrik kedalam bentuk Blok Diagram yang digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.2 Blok Diagram Sistem Tenaga listrik (Sumber : PLN Pusdiklat )

Tenaga Listrik dibangkitkan di Pusat-pusat Tenaga Listrik seperti PLTA, PLTU, PLTG, PLTGU, PLTP dan PLTD kemudian disalurkan melalui saluran

transmisi setelah terlebih dahulu dinaikkan tegangannya melalui transformator penaik tegangan (step up transformer) yang ada di Pusat Listrik.

Nama Pembangkitan seperti tersebut diatas didasarkan atas nama Tenaga Penggerak Mula ( Prime Mover ). Prime Mover menggerakkan Rotor generator yang menghasilkan Tegangan Listrik ( V ) dan bila dalam satu rangkaian saluran Tertutup (loop) tersambung Beban Pemakaian (  $Z = \text{Impedansi}$  ) maka timbul Arus Listrik ( A ) . Kedua besaran dalam saluran akan membentuk Daya Semu (VA) dan dengan faktor daya tertentu akan membentuk Daya Aktif dan Daya Reaktif (Watt & Var) . Daya Aktif dan Daya Reaktif bila digunakan dalam waktu tertentu ( t ) Jam maka akan membentuk Energi Aktif dan Energi Reaktif ( Wh dan Varh ) atau lazim disebut dengan KWh dan KVarh.

Saluran tenaga listrik yang menghubungkan pembangkitan dengan gardu induk (GI) dikatakan sebagai saluran transmisi karena saluran ini memakai standard tegangan tinggi dikatakan sebagai saluran transmisi tegangan tinggi yang sering disebut dengan singkatan SUTT. Dilingkungan operasional PLN saluran transmisi terdapat dua macam nilai tegangan yaitu saluran transmisi yang bertegangan 70 KV dan saluran transmisi yang bertegangan 150 KV dimana SUTT 150 KV lebih banyak digunakan dari pada SUTT 70 KV. Khusus untuk tegangan 500 KV dalam praktek saat ini disebut sebagai tegangan ekstra tinggi. yang disingkat dengan nama SUTET

Pada saat ini masih ada beberapa saluran transmisi dengan tegangan 70 KV namun tidak dikembangkan lagi oleh PLN. Saluran transmisi ada yang berupa saluran udara dan ada pula yang berupa saluran kabel tanah. Karena saluran udara

harganya jauh lebih murah dibandingkan dengan kabel tanah maka saluran transmisi PLN kebanyakan berupa saluran udara. Kerugian dari saluran udara dibandingkan dengan saluran kabel tanah adalah saluran udara mudah terganggu oleh gangguan yang ditimbulkan dari luar sistemnya , misalnya karena sambaran petir, terkena ranting pohon , binatang, layangan dan lain sebagainya

Setelah tenaga listrik disalurkan melalui saluran transmisi maka sampailah tenaga listrik di Gardu Induk (GI) sebagai pusat beban untuk diturunkan tegangannya melalui transformator penurun tegangan (step down transformer) menjadi tegangan menengah atau yang juga disebut sebagai tegangan distribusi primer. Tegangan distribusi primer yang dipakai PLN adalah 20 KV, 12 KV dan 6 KV. Kecenderungan saat ini menunjukkan bahwa tegangan distribusi primer PLN yang berkembang adalah 20 KV.

Jaringan distribusi primer yaitu jaringan tenaga listrik yang keluar dari GI baik itu berupa saluran kabel tanah, saluran kabel udara atau saluran kawat terbuka yang menggunakan standard tegangan menengah dikatakan sebagai Jaringan Tegangan Menengah yang sering disebut dengan singkatan JTM dan sekarang salurannya masing masing disebut SKTM untuk jaringan tegangan menengah yang menggunakan saluran kabel tanah, SKUTM untuk jaringan tegangan menengah yang menggunakan saluran kabel udara dan SUTM untuk jaringan tegangan menengah yang menggunakan saluran kawat terbuka. Setelah tenaga listrik disalurkan melalui jaringan distribusi primer maka kemudian tenaga listrik diturunkan tegangannya dengan menggunakan trafo distribusi (step down transformer) menjadi tegangan rendah dengan tegangan standar 380/220 Volt atau

220/127 Volt dimana standar tegangan 220/127 Volt pada saat ini tidak diberlakukan lagi dilingkungan PLN. Tenaga listrik yang menggunakan standard tegangan rendah ini kemudian disalurkan melalui suatu jaringan yang disebut Jaringan Tegangan Rendah yang sering disebut dengan singkatan JTR.

## **2.2 Standart Konstruksi Jaringan distribusi**

### **2.2.1. Konstruksi Trafo distribusi.**

Konstruksinya adalah ada 2 type yaitu memakai satu tiang disebut model cantol dan yang lain memakai dua tiang disebut model portal, keduanya dipasang pada tiang JTM.

#### **1. Spesifikasi Komponen.**

##### **a. Jenis trafo.**

- CSP, fasa tunggal 20 kv antar fasa dan  $20 / \sqrt{3}$  kv fasa netral.
- Non CSP, fasa tunggal 20 kv antar fasa dan  $20 / \sqrt{3}$  kv fasa netral dan fasa tiga 20 kv.

##### **b. Kapasitas trafo fasa tunggal 10, 16 , 25 dan 50 KVA.**

Kapasitas trafo fasa tiga 100 , 160 , 200 , 250 , 300 , 315 , 360 , 400 , 500 ,600 dan 700 KVA

##### **c. Pengaman untuk non CSP.**

- Pengaman TM.

Pemisah lebur 20 kv disesuaikan dengan kapasitas trafo yang dipergunakan

( lihat SPLN 64 : 1985 )

Arrester 24 kv, 5 kA dipilih arrester kelas distribusi ( SPLN 7 C : 1985 ) Khusus untuk system multi pembumian, fasa tiga 4 kawat dipakai arrester 18 kv, 5 ka kelas distribusi.

Pembumian dengan menunjuk SPLN yang ada untuk menetapkan nilai pembumiannya ( lihat SPLN 3 : 1978 ).

- Pengaman TR.

Pemutus daya tangan rendah ( LVCB), yang dioperasikan dengan tongkat, untuk kapasitas sampai dengan 25 kva.

Kotak dengan pengaman lebur, untuk trafo dengan kapasitas 50 kva ke atas.

## **2. Material Pelengkap.**

- a. Alat penggantung trafo.
- b. Kotak pengaman lebur TR, khusus untuk trafo kapasitas  $\geq 50$  kva.
- c. Kawat topang tarik /guy wire untuk tiang trafo dengan kapasitas 50 kva keatas.

Dibuat dari baja dengan mutu setara baja st 37 arah pilinan kekanan.

### **2.2.2 Jaringan Tegangan Rendah**

Jaringan tegangan rendah / JTR mempunyai beberapa criteria umum sebagai

berikut :

1. Jarak Gawang.

Maksimum 40 meter untuk JTR semi Underbuild. Untuk daerah yang jauh dan konsumennya sedikit, langsung dijangi dengan JTM dan trafo kecil. Sehingga tak memerlukan JTR. Maksimum 50 meter untuk JTR murni dan JTR Underbuild.

## 2. Spesifikasi Komponen

### 1) Tiang

Jenis tiang : Tiang beton, Tiang besi.

Tiang kayu atau tiang dari bahan lain dimungkinkan bila tersedia setempat dan lebih murah / ekonomis jika dibandingkan dengan tiang beton atau tiang besi, serta mempunyai umur ekonomis tidak kurang dari 10 tahun.

Kekuatan : Beban kerja 100 daN. Mampu menahan tarikan beban pada jalur lurus ( sudut  $\leq 5^\circ$  ). Untuk belokan dengan sudut  $> 5^\circ$  dipergunakan topang tarik / guy wire atau topang tekan.

Panjang : 7 meter

### 2) Kabel pilin udara.

Kabel pilin udara penghantar fasa AAC dengan isolasi terbuat dari crosslink polyethylene (XLPE) serta netral sebagai penggantung terdiri dari kawat aluminium senyawa ( AAAC) yang dipilin bulat padat ( SPLN 42 -10 : 1986 beserta revisinya.).

Ukuran kabel pilin yang dipilin sesuai yang dipilih dengan SPLN 74 : 1987

adalah sbb :

$$\begin{array}{l} 2 \times 25 + 1 \times 25 \text{ mm}^2 \\ 3 \times 25 + 1 \times 25 \text{ mm}^2 \\ 2 \times 35 + 1 \times 25 \text{ mm}^2 \\ 3 \times 35 + 1 \times 25 \text{ mm}^2 \end{array} \quad , \quad \begin{array}{l} 2 \times 50 + 1 \times 35 \text{ mm}^2 \\ 3 \times 50 + 1 \times 35 \text{ mm}^2 \\ 2 \times 70 + 1 \times 50 \text{ mm}^2 \\ 3 \times 70 + 1 \times 50 \text{ mm}^2 \end{array}$$

- a. Peralatan penggantung kabel pilin udara, terdiri dari :
- Penggantung pada tiang sangga/tumpu, berfungsi hanya sebagai penggantung dari kabel pilin.
  - Penggantung untuk belokan /sudut :sudut kecil dan sudut siku siku / besar.
  - Peralatan untuk penarik pada tiang awal / akhir atau tiang tarik.
  - Topang tarik (Guy wire) dipakai pada tiang awal / akhir dan tiang pada belokan  
Dibuat dari baja dengan mutu setara baja st 37 dengan arah pilinan kanan.
- b. Klem klem sadapan untuk pencabangan dari penghantar.
- c. Penutup ujung penghantar untuk melindungi ujung / akhir pada penghantar diujung tiang akhir.

### **2.2.3 Sambungan Rumah (SR)**

#### **1. Konstruksi sambungan rumah**

diutamakan tanpa memakai tiang atap (dakstandar) dengan saluran masuk pelanggan diletakkan sedemikian rupa sehingga kelihatan dari luar.

Pemakaian tiang atap hanya untuk melayani sambungan dari rumah ke rumah atau yang letaknya tidak pada satu sisi jalan dengan JTRnya, sehingga diperlukan tiang atap. Tiang atap dipasang dipuncak atap (wuwungan /bubungan) dan disesuaikan dengan SPLN 56 : 1984.

Jarak bebas minimal 3 meter untuk dihalaman rumah, 4 meter untuk jalan umum; apabila tinggi rumah kurang dari 3 meter dipergunakan tiang atap sampai memenuhi syarat jarak bebas tersebut. Namun jika ternyata dengan

menggunakan tiang atap, jarak bebas minimal tersebut tidak terpenuhi, maka harus dipergunakan tiang atap

2. SR yang disadap langsung dari trafo dan yang disadap dari JTR.

Jumlah SR maksimum yang masih dapat disambung merujuk pada SPLN 74 : 1987.



Gambar 2.3 Sambungan rumah Berderet (Sumber : Dokumentasi pribadi )

3. Spesifikasi komponen.

- Penghantar untuk sambungan rumah ialah penghantar berisolasi dipilin, terdiri dari aluminium setengah keras (Medium hard drawn). Dipergunakan baik untuk SLP (sambungan langsung pelayanan) maupun SMP (sambungan masuk pelayanan), bagi yang memakai tiang atap atau sebagai sambungan rumah
- Ukuran penghantar yang dipilih untuk SR yang disadap dari JTR adalah :

$2 \times 10 \text{ mm}^2$  atau  $2 \times 16 \text{ mm}^2$

- Ukuran penghantar yang dipilih untuk SR yang disadap langsung dari Trafo

adalah :  $2 \times 10 \text{ mm}^2$  ;  $2 \times 16 \text{ mm}^2$  ;  $2 \times 25 \text{ mm}^2$  .

- Alat pengukur dan pembatas (APP).

Terdiri dari :

a. kwh meter.

b. MCB yang disesuaikan dengan daya pada konsumen.

c. Kotak APP

d. Pembumihan SR disesuaikan dengan SPLN 3 : 1978 “ Pentanahan jaring

tegangan rendah PLN dan pentanahan instalasi” serta SPLN 27 :1980, “Pentanahan

konsumen untuk kelistrikan desa

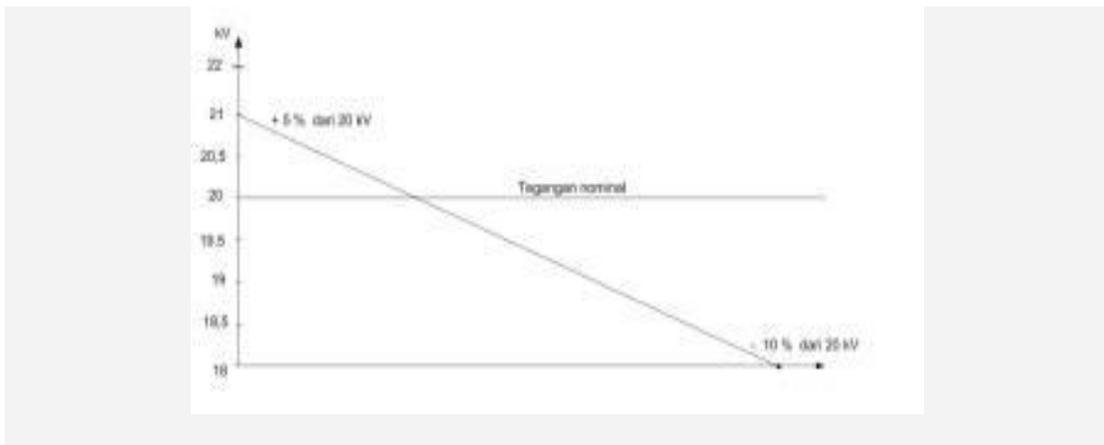
## **2.3 Rugi Tegangan**

### **2.3.1 Pengertian Rugi Tegangan**

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. 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 sistem tegangan menengah masalah induktansi dan kapasitansinya diperhitungkan karena nilainya cukup berarti .

### 2.3.2 Faktor Faktor Penyebab Rugi Tegangan

Tegangan jatuh secara umum adalah tegangan yang digunakan pada beban. Tegangan jatuh ditimbulkan oleh arus yang mengalir melalui tahanan kawat. Tegangan jatuh  $V$  pada penghantar semakin besar jika arus  $I$  di dalam penghantar semakin besar dan jika tahanan penghantar  $R_l$  semakin besar pula. Tegangan jatuh merupakan penanggung jawab terjadinya kerugian pada penghantar karena dapat menurunkan tegangan pada beban. Akibatnya hingga berada di bawah tegangan nominal yang dibutuhkan. Atas dasar hal tersebut maka tegangan jatuh yang diijinkan untuk instalasi arus kuat hingga 1.000 V yang ditetapkan dalam persen dari tegangan kerjanya.



Gambar 2. 4 Toleransi tegangan pelayanan yang diijinkan (Sumber : PLN Pusdiklat)

Sesuai dengan standar tegangan yang ditentukan oleh PLN (SPLN), perancangan jaringan dibuat agar jatuh tegangan di ujung diterima 10%. Tegangan jatuh pada jaringan disebabkan adanya rugi tegangan akibat hambatan listrik ( $R$ ) dan

reaktansi (X). Jatuh tegangan phasor  $V_d$  pada suatu penghantar yang mempunyai impedansi (Z) dan membawa arus (I) Sepanjang Penghantar Kabel dapat dijabarkan dengan rumus :

$$V_d = I \cdot Z \cdot L \dots\dots\dots \text{(rumus 2.1)}$$

Dimana :

$V_d$  = tegangan drop / jatuh tegangan (Volt)

I = Arus yang mengalir di penghantar ( Ampere)

L= Panjang penghantar (meter)

Z= impedansi Penghantar (Ohm)

Dalam pembahasan ini yang dimaksudkan dengan jatuh tegangan ( $V_d$ ) adalah selisih antara tegangan kirim ( $V_k$ ) dengan tegangan terima ( $V_T$ ), maka jatuh tegangan dapat didefinisikan adalah :

$$V_d = ( V_k ) - ( V_T ) \dots\dots\dots \text{(rumus 2.2)}$$

Dimana :

$V_d$  = tegangan drop / jatuh tegangan (Volt)

$V_k$  = Tegangan Kirim ( Volt)

$V_T$  = Tegangan Terima (Volt)

Karena adanya resistansi pada penghantar maka tegangan yang diterima konsumen ( $V_T$ ) akan lebih kecil dari tegangan kirim ( $V_k$ ), sehingga tegangan jatuh ( $V_{drop}$ ) merupakan selisih antara tegangan pada pangkal pengiriman (sending end) dan tegangan pada ujung penerimaan (receiving end) tenaga listrik. Tegangan jatuh relatif dinamakan regulasi tegangan  $V_R$  (*voltage regulation*) dan dinyatakan oleh rumus :

$$VR = (VK - VT) / VK \times 100\% \dots\dots\dots (\text{rumus 2.3})$$

Dimana :

$V_r$  = voltage Regulation (%)

$V_k$  = tegangan kirim (Volt)

$V_t$  = Tegangan Terima (Volt)

Untuk menghitung jatuh tegangan, diperhitungkan reaktansinya, maupun faktor dayanya yang tidak sama dengan satu, maka berikut ini akan diuraikan cara perhitungannya. Dalam penyederhanaan perhitungan, diasumsikan beban-bebannya merupakan beban fasa tiga yang seimbang dan faktor dayanya ( $\cos \phi$ ) antara 0,6 s/d 0,85. tegangan dapat dihitung berdasarkan rumus pendekatan hubungan sebagai berikut :

$$(Vd) = I ( R \cdot \cos \phi + X \cdot \sin \phi ) L \dots\dots\dots (\text{rumus 2.4})$$

Dimana :

$(Vd)$  = Jatuh Tegangan (Volt)

$I$  = Arus beban ( Ampere )

$R$  = Tahanan rangkaian ( Ohm/km )

$X$  = Reaktansi rangkaian ( Ohm/km )

$L$  = Panjang Penghantar ( Km)

$\Phi$  = Sudut fasa

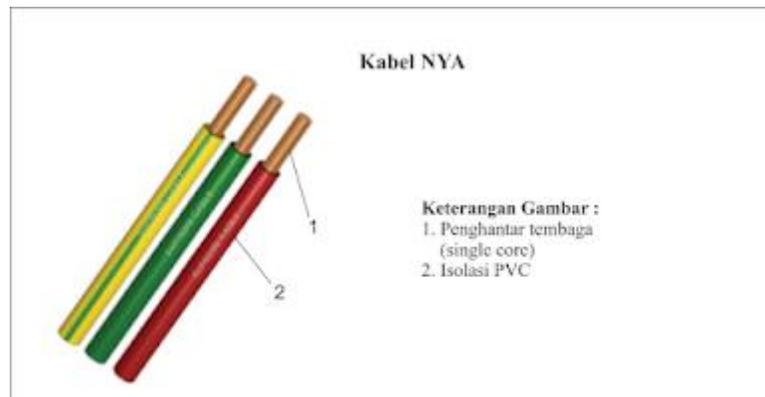
### **2.3.3 Jenis Jenis Penghantar**

Didalam keseharian kita yang berhubungan dengan kelistrikan kita sering menggunakan kabel untuk instalasi listrik rumah. Kita hanya mengetahui kabel hanya untuk penghantar listrik saja. Maka dalam hal ini kita akan berbagi pengetahuan akan jenis - jenis kabel, ukuran kapasitas dan kegunaannya. Kabel listrik adalah media untuk menyalurkan energi listrik. Sebuah kabel listrik terdiri dari isolator dan konduktor.

Isolator di sini adalah bahan pembungkus kabel yang biasanya terbuat dari bahan termoplastik atau thermosetting, sedangkan konduktornya terbuat dari bahan tembaga ataupun aluminium. Kemampuan hantar sebuah kabel listrik ditentukan oleh KHA (kemampuan hantar arus) yang dimilikinya, sebab parameter hantaran listrik ditentukan dalam satuan Ampere. Kemampuan hantar arus ditentukan oleh luas penampang konduktor yang berada dalam kabel listrik

#### **2.3.3.1 Kabel NYA**

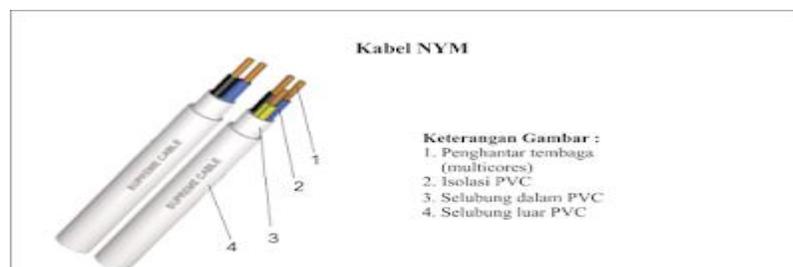
Kabel jenis ini juga sering disebut sebagai kabel rumah. Kabel ini bisa digunakan dalam ruangan yang kering dan untuk instalasi tetap dalam pipa. Tegangan nominal berkisar antara 400 - 690 (600)V. Jenis bahan yang digunakan adalah kawat tembaga yang dianilkan (pemanasan kemudian didinginkan pelan-pelan) dengan isolasi PVC yang terekstrusi.



Gambar 2. 5 Kabel NYA (Sumber : <https://www.blogteknisi.com/2016/05/mengenal-9-jenis-kabel-listrik.html>)

### 2.3.3.2 Kabel NYM

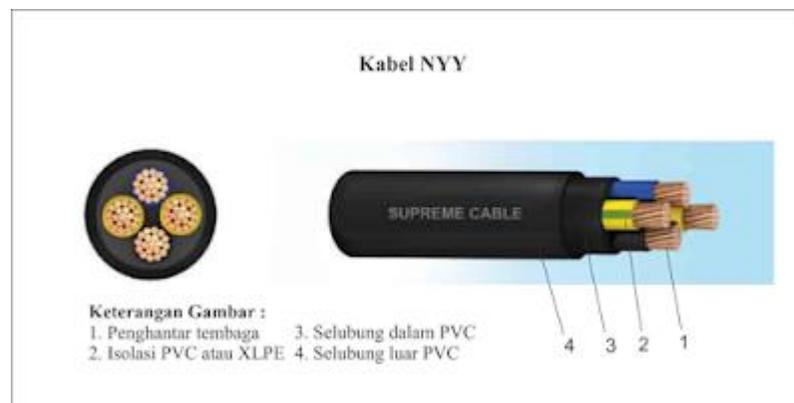
Kabel NYM juga sering disebut dengan kabel rumah. Jenis bahan yang digunakan adalah kawat tembaga yang dianilkan dengan isolasi PVC yang terekstrusi. Kabel ini bisa digunakan pada ruangan yang kering, lembab dan di udara terbuka serta untuk instalasi tetap di dalam pipa. Kabel ini bisa juga dipasang pada, di dalam atau di bawah plesteran juga di atas kayu. Tegangan nominal berkisar antara 230 - 400 (300) V.



Gambar 2. 6 Kabel NYM (Sumber : <https://www.blogteknisi.com/2016/05/mengenal-9-jenis-kabel-listrik.html>)

### 2.3.3.3 Kabel NYY

Kabel jenis ini juga sering disebut dengan kabel tanah. Kabel ini bisa digunakan di dalam ruangan, saluran kabel, lemari penghubung, instalasi industri jika bisa dipastikan tidak terjadi kerusakan mekanis dan di dalam tanah (jika berpotensi dengan gangguan mekanis harus memakai pelindung). Tegangan nominalnya berkisar antara 0.6 - 1 (1.2) kV. Jenis bahan yang digunakan adalah kawat tembaga yang dianilkan dengan isolasi PVC terekstrusi.



Gambar 2. 7 Kabel NYY (Sumber : <https://www.blogteknisi.com/2016/05/mengenal-9-jenis-kabel-listrik.html>)

### 2.3.3.4 Kabel NYFGbY

Kabel NYFGbY juga sering disebut dengan kabel tanah. Jenis bahan yang digunakan adalah kawat tembaga yang dianilkan dengan isolasi PVC terekstrusi, dilapisi dengan kawat baja datar atau pita, pelindung luar dengan PVC terekstrusi. Tegangan nominalnya berkisar antara 0.6 - 1 (1.2) kV. Kabel ini bisa digunakan di

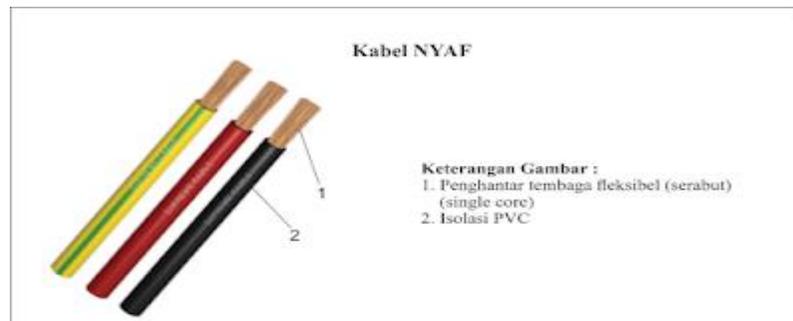
dalam ruangan, saluran kabel, ruang terbuka, lemari penghubung, di dalam tanah untuk mesin-mesin tenaga dan untuk instalasi industri.



Gambar 2. 8 Kabel NYFGbY (Sumber : <https://www.blogteknisi.com/2016/05/mengenal-9-jenis-kabel-listrik.html>)

### 2.3.3.5 Kabel NYAF

Kabel NYAF juga sering disebut dengan kabel rumah. Kabel jenis ini memiliki inti atau kawat tembaga serabut (fleksibel) dengan selubung PVC yang terkstrusi. Kabel ini bisa digunakan untuk instalasi permanen dalam pipa kabel yang diplester atau kawat yang memanjang di lokasi kering. Tegangan nominal berkisar antara 300 - 500 V.



Gambar 2. 9 Kabel NYAF (Sumber : <https://www.blogteknisi.com/2016/05/mengenal-9-jenis-kabel-listrik.html>)

### 2.3.3.6 Kabel NYMHY

Kabel jenis ini juga sering disebut dengan kabel tanah. Jenis kabelnya fleksibel yang digunakan untuk koneksi dalam ruang atau penggunaan yang mudah dibawa. Tegangan nominal berkisar antara 300 - 500 V. Jenis bahan yang digunakan adalah kawat tembaga serabut (fleksibel) dengan isolasi dan selubung PVC yang terekstrusi.



Gambar 2. 10 Kabel NYMHY (Sumber : <https://www.blogteknisi.com/2016/05/mengenal-9-jenis-kabel-listrik.html>)

### 2.3.3.7 Kabel NYHY

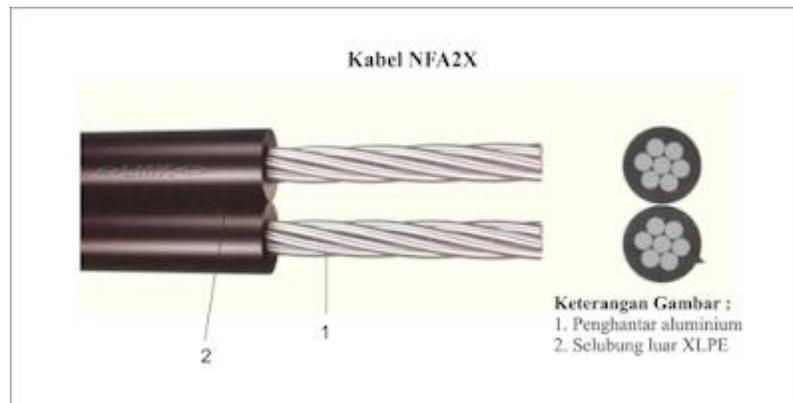
Kabel jenis ini bisa digunakan di dalam juga luar ruangan, sebagai penghubung yang dinamis karena sifatnya fleksibel, cocok untuk instalasi peralatan listrik yang bergerak seperti mesin bor, mesin las, dll. Tegangan nominalnya berkisar antara 450 - 750 V. Jenis bahan yang digunakan adalah kawat tembaga serabut yang dianilkan dengan isolasi dan selubung PVC terekstrusi.



Gambar 2. 11 Kabel NYMHY (Sumber : <https://www.blogteknisi.com/2016/05/mengenal-9-jenis-kabel-listrik.html>)

### 2.3.3.8 Kabel NFA2X

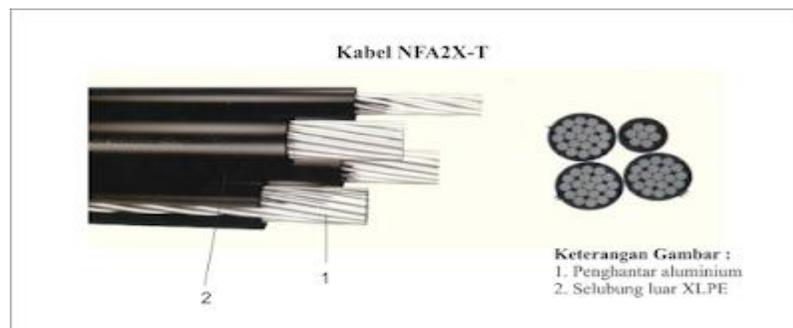
Kabel jenis ini sering disebut dengan kabel udara, terbuat dari kawat aluminium yang dipilin dengan isolasi XLPE yang terkstrusi. Kabel ini sering digunakan dalam distribusi listrik tegangan rendah. Tegangan nominalnya berkisar 0.6 - 1 (1.2) kV.



Gambar 2. 12 Kabel NYF2X (Sumber : <https://www.blogteknisi.com/2016/05/mengenal-9-jenis-kabel-listrik.html>)

### 2.3.3.9 Kabel NFA2X-T

Kabel jenis ini sering disebut dengan kabel udara konstruksinya mirip dengan kabel NFA2X yang terbuat dari kawat aluminium yang dipilin dengan isolasi XLPE yang terkstrusi. Perbedaan kabel NFA2X dengan NFA2X-T adalah pada inti netral sebagai penggantung. Kabel ini biasa digunakan dalam jaringan distribusi listrik tegangan rendah. Tegangan nominalnya berkisar 0.6 - 1 (1.2) kV.



Gambar 2. 13 Kabel NYFA2N-T (Sumber : <https://www.blogteknisi.com/2016/05/mengenal-9-jenis-kabel-listrik.html>)

### 2.3.4 Tahanan Penghantar Kabel

besar hambatan suatu kawat penghantar 1. Sebanding dengan panjang kawat penghantar. artinya makin panjang penghantar, makin besar hambatannya, 2. Bergantung pada jenis bahan kawat (sebanding dengan hambatan jenis kawat), dan 3. berbanding terbalik dengan luas penampang kawat, artinya makin kecil luas penampang, makin besar hambatannya. Jika panjang kawat dilambangkan  $\ell$ , hambatan jenis  $\rho$ , dan luas penampang kawat  $A$ . Secara matematis, besar hambatan kawat dapat ditulis :

$$R = \rho \ell / A \dots\dots\dots(\text{rumus 2.5})$$

Dimana :

$R$  = Hambatan penghantar (Ohm)

$\rho$  = Hambatan Jenis ( Ohm/meter )

$L$  = Panjang penghantar ( meter)

$A$  = Luas Penampang ( Meter<sup>2</sup> )

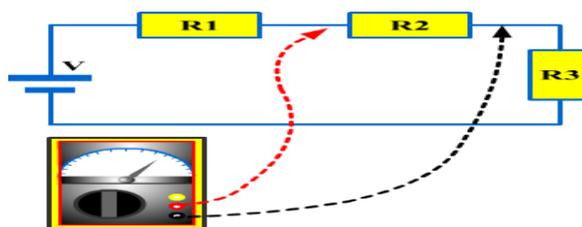
Nilai hambatan suatu penghantar tidak bergantung pada beda potensialnya. Beda potensial hanya dapat mengubah kuat arus yang melalui penghantar itu. Jika penghantar yang dilalui sangat panjang, kuat arusnya akan berkurang. Hal itu terjadi karena diperlukan energi yang sangat besar untuk mengalirkan arus listrik pada penghantar panjang. Keadaan seperti itu dikatakan tegangan listrik turun. Makin panjang penghantar, makin besar pula penurunan tegangan listrik.

KABEL TIC	DATA IMPEDANSI JTR / kM					
Jenis	Z	Cos $j_z$	Sdt $j_z$	R	jX	kHA
LVTC 3x25/50	1.52	0.998	3.764	1.52	0.10	105.00
LVTC 3x35/50	1.10	0.996	5.194	1.10	0.10	135.00
LVTC 3x50/50	0.82	0.992	7.038	0.81	0.10	145.00
LVTC 3x70/50	0.55	0.983	10.491	0.54	0.10	185.00

Table 2. 1 Hambatan Jenis Kabel HUTR (Sumber : PLN pusdiklat)

## 2.4 Alat Ukur Tegangan

perbedaan potensial listrik antara dua titik dalam rangkaian listrik, dan dinyatakan dalam satuan volt. Besaran ini mengukur energi potensial dari sebuah medan listrik yang mengakibatkan adanya aliran listrik dalam sebuah konduktor listrik. Tergantung pada perbedaan potensial listriknya, suatu tegangan listrik dapat dikatakan sebagai ekstra rendah, rendah, tinggi atau ekstra tinggi. Secara definisi tegangan listrik menyebabkan objek bermuatan listrik negatif tertarik dari tempat bertegangan rendah menuju tempat bertegangan lebih tinggi. Sehingga arah arus listrik konvensional di dalam suatu konduktor mengalir dari tegangan tinggi menuju tegangan rendah.



Gambar 2.14 Cara pengukuran tegangan (Sumber : <https://www.slideshare.net/simonpatabang/4-pengukuran-arus-dan-tegangan> )

Komponen atau rangkaian di antara 2 buah titik yang akan diukur tegangannya, harus dihubungkan paralel dengan alat ukur Volt Meter.



Gambar 2.15 tang ampere (Sumber : <http://www.elevenia.co.id/prd-digital-clamp-multimeter-tang-ampere-tang-multitester-19806711> )

## 2.5 GPS GARMIN

GPS adalah sistem navigasi yang menggunakan satelit yang didesain agar dapat menyediakan posisi secara instan, kecepatan dan informasi waktu di hampir semua tempat di muka bumi, setiap saat dan dalam kondisi cuaca apapun.

Sedangkan alat untuk menerima sinyal satelit yang dapat digunakan oleh pengguna secara umum dinamakan GPS Tracker atau GPS Tracking, dengan menggunakan alat ini maka dimungkinkan user dapat melacak posisi kendaraan, armada ataupun mobil dalam keadaan Real-Time.

Bagian yang paling penting dalam sistem navigasi GPS adalah beberapa satelit yang berada di orbit bumi atau yang sering kita sebut di ruang angkasa. Satelit GPS saat ini berjumlah 24 unit yang semuanya dapat memancarkan sinyal ke bumi

yang lalu dapat ditangkap oleh alat penerima sinyal tersebut atau GPS Tracker. Selain satelit terdapat 2 sistem lain yang saling berhubungan, sehingga jadilah 3 bagian penting dalam sistem GPS. Ketiga bagian tersebut terdiri dari: GPS Control Segment (Bagian Kontrol), GPS Space Segment (bagian angkasa), dan GPS User Segment (bagian pengguna).

Garmin GPS adalah salah satu Receiver GPS tipe navigasi, yang dilengkapi dengan Kompas Digital. Alat ini punya kemampuan sebagai berikut :

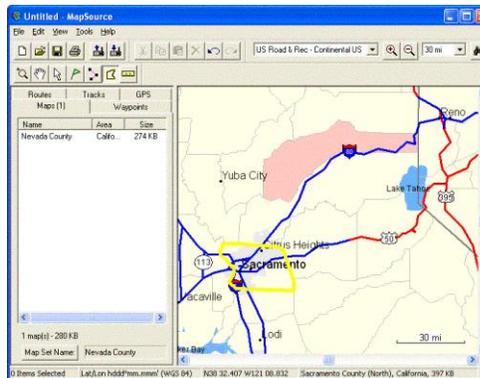
1. Dapat menentukan posisi (koordinat) dalam format geografi (lintang & bujur), koordinat pada proyeksi peta (UTM), dll
2. Dapat menentukan ketinggian suatu tempat
3. Dapat menentukan waktu, kecepatan, dan arah
4. Dapat menyimpan koordinat sebanyak 3000 titik (waypoint)
5. Dapat menyimpan koordinat secara otomatis (track) sebanyak 10000 titik



Gambar 2.16 GPS GARMIN (Sumber : <https://www.tokopedia.com/889up/gps-garmin-64s-murah> )

## 2.6 Aplikasi Mapsource

MapSource adalah perangkat lunak Sistem Informasi Geografi (SIG) yang diproduksi oleh Garmin Corp. MapSource umumnya sepaket dengan pembelian produk GPS dari Garmin. MapSource digunakan untuk mengolah data dari alat receiver satelit GPS merk Garmin untuk diintegrasikan ke perangkat lunak atau perangkat keras lainnya.



Gambar 2.17 MapSource (Sumber : <https://www.guntara.com/2014/07/mapsorce-aplikasi-sig-untuk-gps.html>)

MapSource sangat mendukung kinerja dari GPS, yaitu sebagai media transfer data sehingga data dari GPS dapat diolah lebih lanjut. Data dari GPS tersebut ditransfer atau diunduh dari GPS dengan menggunakan USB yang dihubungkan dengan komputer. Terdapat empat macam data yang dapat diunduh dari GPS yaitu waypoint, track, routes dan map.

GPS menghasilkan data spasial berupa titik, garis dan poligon. Data-data menyangkut lokasi seperti lokasi infrastruktur seperti jembatan, gardu listrik, lokasi pusat pemerintahan mulai dari desa sampai ke provinsi, lokasi pusat pelayanan seperti

puskesmas. Pada survei untuk fitur garis dilakukan pada survei jalan, sungai atau juga perencanaan untuk saluran air dan batas wilayah dengan menggunakan GPS. Sementara data poligon atau area dapat dilakukan pada survei untuk landuse, survei untuk perencanaan wilayah lindung dan banyak lagi.

Kemudahan teknologi menjadi faktor penunjang lainnya sehingga penggunaan GPS menjadi pilihan yang paling mudah dalam mengambil data GPS. Saat ini GPS terkoneksi dengan software GIS sehingga bisa mempermudah pengolahan data dari GPS untuk langsung menjadi data digital peta dalam software GIS. Setelah data GPS dikonversi dalam peta digital, langkah selanjutnya adalah menambahkan database sebanyak mungkin yang dilakukan dengan menggunakan survei. Fitur-fitur MapSource sebagai berikut:

1. Back up data yang penting dari perangkat GPS Garmin.
2. Merencanakan rute dari komputer, bukan pada perangkat.
3. Membuat, melihat, dan mengubah titik arah, rute, dan trek.
4. Transfer titik arah, rute dan trek antara komputer dan perangkat.
5. Mentransfer peta yang dipilih dari komputer ke perangkat.
6. Mencari item, alamat, dan tempat menarik dalam data peta.
7. Dapat melihat peta secara rinci dan detail pada layar komputer

## **BAB 3**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Rencana Kegiatan Penelitian**

Didalam analisis perbaikan tegangan drop akibat sambungan rumah berderet melalui pemetaan berbasis aplikasi mapsource di trafo KB63 ini meliputi rencana rencana penelitian diantaranya adalah penginstalan aplikasi mapsource di perangkat komputer, kemudian survey lokasi drop tegangan sekaligus tagging koordinat pelanggan , lalu pelaksanaan pengukuran tegangan dan beban di pelanggan dan kemudian perencanaan dan pemetaan di aplikasi Mapsource.

##### **1.1.1 Penginstalan Aplikasi Mapsource**

Mapsource merupakan software yang didapat ketika kita membeli produk GPS Garmin. Namun, Mapsource dapat kita gunakan sebagai alternatif untuk menampilkan peta digital Indonesia, yang dapat kita peroleh secara gratis.

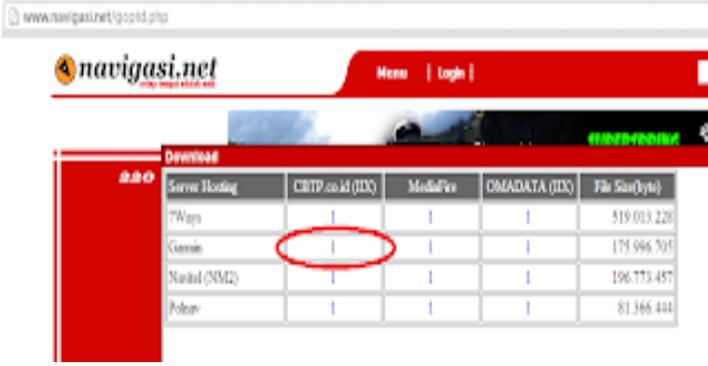
Sebenarnya, Mapsource dapat diinstall hanya ketika memiliki perangkat GPS Garmin. Namun demikian, masih bisa melakukan instalasi pada PC yang tidak dilengkapi dengan perangkat Garmin, yakni dengan melakukan instalasi Garmin Base Campter lebih dahulu.

Berikut adalah langkah-langkah instalasi Mapsource, khususnya untuk pengguna

tanpa perangkat GPS Garmin.

1. Download dan install Garmin BaseCamp
2. Download dan install Garmin Mapsource
3. Download peta Indonesia di Navigasi.net

Catatan: Pilih peta Garmin.



The screenshot shows the website [www.navigasi.net](http://www.navigasi.net) with a navigation menu and a 'Download' section. A table lists various map data files for download. The 'Garmin' row is highlighted with a red circle.

Server Hosting	CRIP.co.id (ID)	MediaFire	OMADATA (ID)	File Size (byte)
7Ways				519.033.220
Garmin				175.996.701
Nawal (SMD)				196.773.457
Poban				81.166.444

Gambar 3.1 peta aplikasi mapsource (Sumber : <http://analisis-statistika.blogspot.com/2013/02/cara-instalasi-garmin-mapsource-beserta.html> )

4. Jalankan Setup Free Indonesia Map for Garmin NT (navnet\_Garmin\_v234-NT.exe). Pada opsi setup, beri tanda centang untuk "Install maps for Map Source application " dan "Create Garmin map".

Catatan: Secara default , peta hasil instalasi akan diekstrak pada path C:/myMaps/navigasi/v234



Gambar 3.2 proses instalasi Mapsource (Sumber : <http://analisis-statistika.blogspot.com/2013/02/cara-instalasi-garmin-mapsource-beserta.html> )

5. Jalankan Mapsource. Selanjutnya, pilih "[navigasi.net]Indonesia Map v2.34 NT free" pada bagian kiri atas jendela MapSource.



Gambar 3.3 peta Indonesia di mapsource (Sumber : <http://analisis-statistika.blogspot.com/2013/02/cara-instalasi-garmin-mapsource-beserta.html> )

Kini Mapsource sudah ter-install pada computer Dengan menggunakan MapSource, dapat melakukan pencarian terhadap nama kota/tempat atau PoI (Point of Interest) untuk seluruh wilayah Indonesia. Anda juga dapat melakukan pencarian rute dari lokasi A ke lokasi B layaknya Google Maps. Tentu saja, dengan tingkat kedetailan peta yang jauh lebih lengkap.

### **1.1.2 Pelaksanaan survey lokasi Drop tegangan**

Setelah melakukan penginstalan Aplikasi Mapsource Pada Perangkat computer selanjutnya adalah melaksanakan survey lokasi dimana terindikasi drop tegangan, yang mana lokasi tersebut didapatkan dari informasi keluhan pelanggan PLN di lokasi trafo BD34 di wilayah kerja PLN ULP Aek Kota Batu.

Keluhan dari pelanggan PLN tersebut berupa tegangan yang tidak maksimal / redup ketika menjelang malam hari atau waktu beban puncak, atas dasar tersebut dilakukan survey lokasi drop tegangan pelanggan Trafo BD34 agar dapat mengetahui penyebab dari drop tegangan tersebut.



Gambar 3.4 survey jaringan (Sumber : Dokumentasi Pribadi )

Pelaksanaan survey ini pun juga dilakukan tagging atau penitikan koordinat dari trafo distribusi, tiang tiang hantaran udara tegangan rendah (HUTR) beserta pelanggan agar dapat mempermudah analisa perbaikan setelah dipetakan di aplikasi Mapsource.

Disamping dilakukan tagging koordinat proses survey ini juga berpacu pada penggambaran survey secara manual agar saat analisa di aplikasi mapsorce ada pembandingan dari gambar survey dilapangan agar hasil rencana perbaikannya sesuai yang diharapkan.

### **1.1.3 Pelaksanaan pengukuran tegangan dan beban trafo**

Untuk memastikan keluhan pelanggan di Trafo BD34 perlu dilakukan pengukuran tegangan sekunder di Outgoing Trafo BD34 beserta beban trafo apakah sesuai dengan standar PLN , untuk pengukuran itu sendiri dilaksanakan saat siang hari maupun malam hari agar dapat mengetahui kapasitas pembebanan trafo distribusi apakah masih bekerja dengan maksimal .



Gambar 3.5 pengukuran trafo siang ( Sumber : Dokumentasi Pribadi )



Gambar 3.6 pengukuran trafo malam (Sumber : Dokumentasi pribadi )



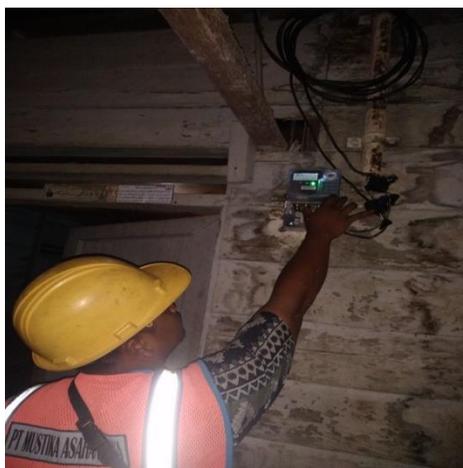
Gambar 3.7 pengukuran tegangan dengan tang ampere (Sumber : Dokumentasi Pribadi )

#### **1.1.4 Pelaksanaan pengukuran tegangan dan beban pelanggan**

Untuk Pelaksanaan pengukuran tegangan dan beban pelanggan dilakukan secara menyeluruh di lokasi trafo BD34 saat siang hari maupun menjelang malam hari agar bisa dipetakan mana saja pelanggan PLN yang terindikasi tegangan drop , setelah di dapatkan hasil pengukuran dan pemetaannya akan dilakukan analisa perbaikan sesuai survey yang sudah dilakukan.



Gambar 3.8 pengukuran tegangan di rumah pelanggan (Sumber : Dokumentasi Pribadi )



Gambar 3.9 pengukuran tegangan melalui kwh meter pelanggan (Sumber : Dokumentasi Pribadi )

### **1.1.5 Pengukuran Arus Beban Pelanggan di tiang melalui kabel HUTR**

Setelah dilaksanakannya Pengukuran Tegangan dan beban di trafo maupun pelanggan untuk mempermudah proses analisa agar hasil yang di dapat lebih akurat maka di lakukan pengukuran arus beban pelanggan di tiang melalui kabel HUTR di mana data beban ini akan digunakan untuk mencari besaran tegangan jatuh setiap

tiang yang dilalui kabel penghantar HUTR, untuk pengukuran arus beban pelanggan di tiang ini di laksanakan pada waktu LWBP(siang hari ) maupun WBP (malam Hari)



Gambar 3.10 pengukuran beban di tiang siang hari (Sumber : Dokumentasi Pribadi)



Gambar 3.11 pengukuran tegangan di tiang malam hari (Sumber : Dokumentasi Pribadi )

### 1.1.6 Tagging koordinat pelanggan

Untuk mempermudah pemetaan pelanggan dilakukan tagging koordinat ataupun penitikan di seluruh pelanggan PLN di trafo KB63 yang data koordinat ini akan di download ke aplikasi mpsource agar dapat dilakukan analisa perbaikan pelanggan mana saja yang terindikasi tegangan drop.



Gambar 3.12 tagging rumah pelanggan (Sumber : Dokumentasi Pribadi )



Gambar 3.13 tagging menggunakan GPS (Sumber : Dokumentasi Pribadi )



Gambar 3.14 pemetaan di gps garmin (Sumber : Dokumentasi Pribadi )

### **1.1.7 Perencanaan dan pemetaan di aplikasi Mapsource**

Perencanaan pemetaan dilakukan saat seluruh data sudah didapatkan baik berupa tegangan dan beban trafo, tegangan dan beban pelanggan , survey keadaan jaringan dilapangan maupun tagging koordinat pelanggan , setelah semua data lengkap kemudian dilakukan pendownloadan maupun penggambaran diaplikasi mapsorce dengan berpedoman pada gambar survey yang sudah dilaksanakan dilokasi.

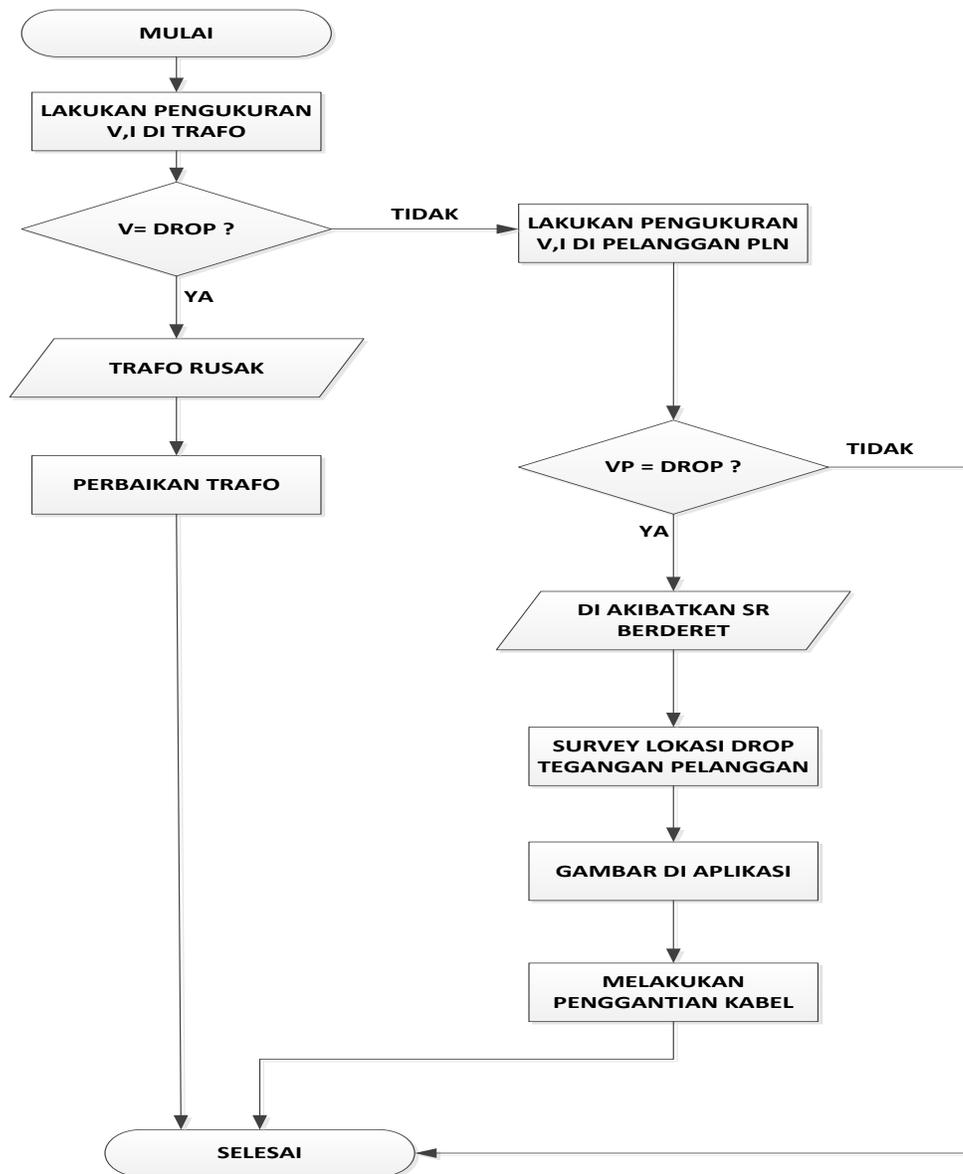
Setelah dipetakan akan didapat material kebutuhan untuk perbaikan baik berupa panjang kabel hantaran udara tegangan rendah yang dibutuhkan , jumlah tiang hantaran udara tegangan rendah beserta perbaikan tegangan sebelum dan tegangan sesudah dilaksanakan perbaikan melalui analisa pemetaan di aplikasi Mapsource.

### **1.1.8 Analisa hasil Pemetaan**

Setelah dilakukan pemetaan dengan penggambaran di aplikasi mapsource selanjutnya dilakukan analisa perbaikan tegangan apabila dilakukannya penggantian kabel hutr maupun penataan sr berderetnya dengan berpedoman pada landasan teori rugi rugi tegangan yang mengalir pada kawat penghantar dengan dimasukan inputan hasil survey dilapangan maka dapat dianalisisakan tegangan drop di setiap pelanggan ataupun tegangan yang diterima disetiap pelanggan sebelum dilakukannya perbaikan maupun setelah dilakukannya perbaikan .

### **1.2 flowchart dan Alur Sistem**

pada skripsi ini untuk mempermudah proses pelaksanaannya maka dibuat flowchart agar dapat memonitoring sejauh mana proses perbaikan sesuai kenyataan dilapangannya ,



Gambar 3.15 flowchart proses analisa perbaikan (Sumber : Dokumentasi Pribadi )

Dari flowchart ini dapat di lihat bahwa proses analisis perbaikannya bisa dilakukan apabila memiliki beberapa inputan data antara lain data tegangan dan beban trafo, data tegangan dan beban pelanggan , gambar survey lokasi yang terindikasi drop tegangan dan gambar rencana perbaikannya yang dipetakan melalui

aplikasi mapsource , dengan ada nya data data tersebut maka dapat di analisa perbaikan yang dapat dilakukan untuk memperbaiki mutu tegangan yang drop akibat sambungan rumah berderet di lingkungan pelanggan PLN ULP Aek Kota Batu khususnya di trafo BD34.

## **BAB 4**

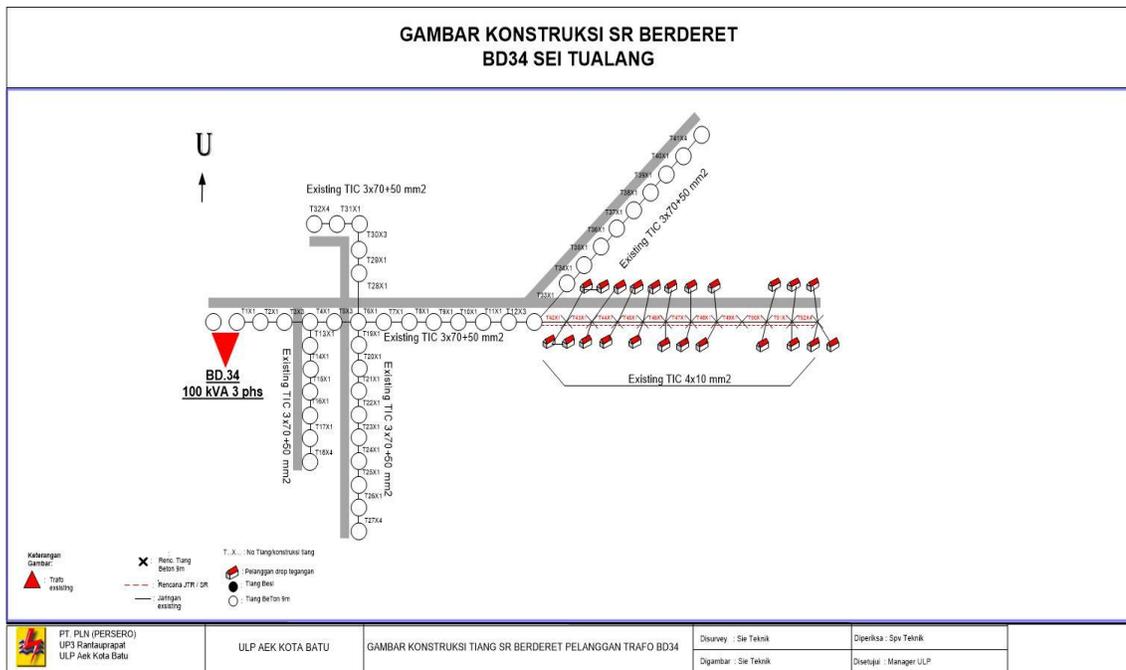
### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada skripsi ini setelah dilaksanakannya metode penelitian yang sudah direncanakan maka dapat dibuat analisis perbaikannya melalui hasil hasil yang di peroleh dari data dilapangan, dengan menggunakan pemetaan melalui aplikasi Mapsource ini akan di dapat kesimpulan melalui analisa perbaikannya apakah lebih akurat apabila melakukan pemetaan menggunakan aplikasi mapsource untuk melakukan perbaikan di lokasi tegangan drop , sehingga dapat memperbaiki kualitas pelayanan dari sisi PLN ke pelanggan .

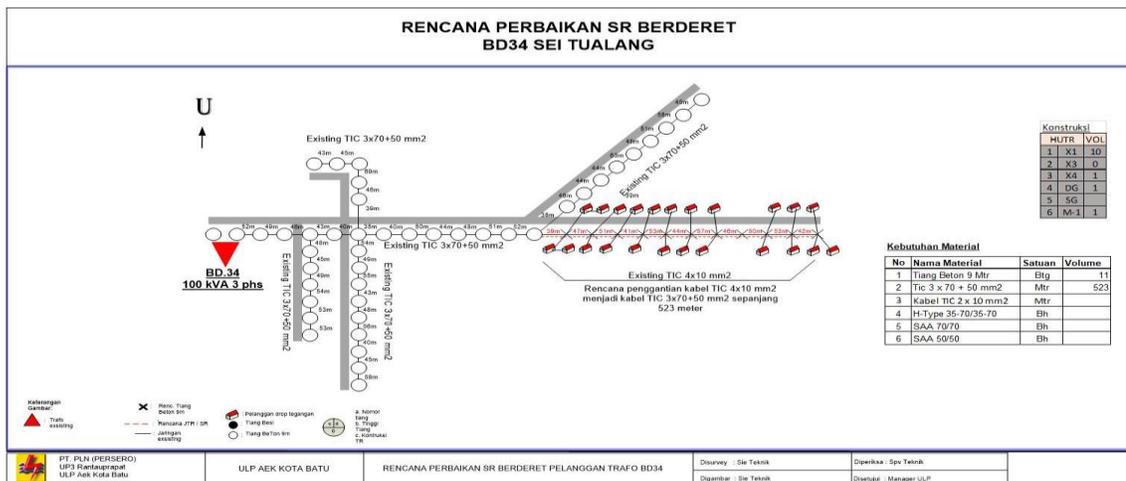
#### **1.1 Gambar survey lokasi drop tegangan**

Setelah mendapatkan informasi bahwa di lokasi pelanggan trafo BD mengalami drop tegangan apabila memasuki malam hari/ waktu beban puncak oleh sebab itu dilaksanakan survey lokasi dan penggambaran lokasi secara manual , data data yang digambar berupa lokasi trafo , jumlah tiang HUTR , kebel HUTR , Kabel SR dan lokasi lokasi pelanggan yang mengalami drop tegangan .

Temuan dilapangan menunjukkan indikasi penyebab drop tegangan diakibatkan oleh panjang jaringan dari trafo distribusi sampai ke pelanggan dengan diameter kabel yang sudah tidak sesuai dengan KHA (Kuat Hantar Arus) sehingga menimbulkan drop Tegangan di pelanggan pelanggan paling ujung .



Gambar 4.1 Gambar survey konstruksi tiang HUTR (Sumber : Dokumentasi Pribadi )



Gambar 4.2 Gambar lokasi pelanggan terindikasi drop tegangan (Sumber : Dokumentasi Pribadi )

Saat dilakukan penggambaran juga dilakukan penitikan/penaggingan koordinat dengan bantuan GPS Garmin yang mana GPS ini bisa sinkronisasi dengan aplikasi Mapsource nantinya , penitikan yang dilakukan adalah mengambil data lokasi trafo , tiang tiang HUTR dan lokasi pelanggan sehingga jarak panjang kabel HUTR maupun SR dapat diketahui secara detail sesuai kondisi dilapangan setelah di masukan ke aplikasi Mapsource.

## **1.2 Hasil Pengukuran tegangan sekunder dan beban trafo**

Disamping dilaksanakannya survey lokasi dan penitikan koordinat asset maupun pelanggan , juga dilakukan pengukuran tegangan sekunder dan beban trafo dengan menggunakan Tang Ampere dimana bisa melakukan pengukuran tegangan dan arus beban dalam satu alat ukur tersebut.

Pengukuran tegangan sekunder dan beban trafo dilaksanakan dalam dua waktu yaitu saat LWBP (Lewat waktu beban puncak ) dimana jam pengukurannya berkisar antara jam 11.00 WIB sampai 14.00 WIB yang mana hasilnya bisa disebut pengukuran tegangan dan beban siang trafo,

Setelah dilakukan pengukuran beban LWBP dan sudah didapatkan hasilnya kemudian dilakukan kembali pengukuran beban WBP (Waktu beban puncak) dimana jam pengukurannya berkisar antara jam 17.00 WIB sampai 20.00 WIB yang mana hasilnya bisa disebut pengukuran tegangan dan beban Malam trafo , dan Waktu pengukuran tegangan beban malam di trafo ini adalah yang terpenting karena tegangan di pangkal inilah tegangan awal sebelum di distribusikan oleh trafo

distribusi ke masing masing pelanggan PLN yang melewati kabel HUTR maupun SR dimana kabel tersebut memiliki rugi rugi tegangan dengan bergantung juga pada panjang jaringan yang ada.

DATA PENGUKURAN TRAF0 BD34				
DATA YANG DI UKUR		FASA	WAKTU PENGUKURAN	
			SIANG	MALAM
TEGANGAN	FASA - NETRAL	R-N	231 V	220 V
		S-N	222 V	208 V
		T-N	222 V	208 V
	FASA - FASA	R-S	394 V	375 V
		R-T	395 V	374 V
		S-T	379 V	355 V
ARUS	FASA	R	32 Amp	56 Amp
		S	35 Amp	63 Amp
		T	37 Amp	57 Amp
		N	16 Amp	31 Amp

Table 4.1 pengukuran trafo (Sumber : Dokumentasi Pribadi )

Berdasarkan data pengukuran trafo saat beban siang dan malam tersebut maka bisa di peroleh presentase pembebanan trafo pada saat siang maupun malam dengan perhitungan rumus sebagai berikut :

**Data :**

S trafo = 160 Kva

Trafo 3 phasa

Cos q = 0.95

### **Pengukuran Siang**

$$V_{l-n R} = 231 \text{ volt} \quad V_{l-l RS} = 394 \text{ volt} \quad I_r = 32 \text{ Ampere}$$

$$V_{l-n S} = 222 \text{ volt} \quad V_{l-l RT} = 395 \text{ volt} \quad I_s = 35 \text{ Ampere}$$

$$V_{l-n T} = 222 \text{ volt} \quad V_{l-l ST} = 379 \text{ volt} \quad I_t = 37 \text{ Ampere}$$

$$V_{rata \text{ rata}} = 225 \text{ volt}$$

### **Pengukuran Malam**

$$V_{l-n R} = 220 \text{ volt} \quad V_{l-l RS} = 375 \text{ volt} \quad I_r = 56 \text{ Ampere}$$

$$V_{l-n S} = 208 \text{ volt} \quad V_{l-l RT} = 374 \text{ volt} \quad I_s = 63 \text{ Ampere}$$

$$V_{l-n T} = 208 \text{ volt} \quad V_{l-l ST} = 355 \text{ volt} \quad I_t = 57 \text{ Ampere}$$

$$V_{rata \text{ rata}} = 212 \text{ volt}$$

Presentase Pembeban trafo saat siang

$$\begin{aligned} S_{\text{ siang}} &= \sqrt{3} V_{rata \text{ rata}} \cdot I_{\text{ total}} \cdot \cos \phi \\ &= 1.73 \times 225 \times (32 + 35 + 37) \times 0.95 \\ &= 389.25 \times 104 \times 0.95 \\ &= 38452 \text{ Va} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_{\text{ malam}} &= \sqrt{3} V_{rata \text{ rata}} \cdot I_{\text{ total}} \cdot \cos \phi \\ &= 1.73 \times 212 \times (56 + 63 + 57) \times 0.95 \\ &= 366.76 \times 176 \times 0.95 \\ &= 61322 \text{ Va} \end{aligned}$$

Presentase pembebanan Siang hari

$$\begin{aligned} \text{Presentase} &= (S \text{ pengukuran} / S \text{ trafo}) \times 100\% \\ &= (38452 \text{ Va} / 160000 \text{ Va}) \times 100 \% \\ &= 24.03 \% \end{aligned}$$

Presentase pembebanan malam hari

$$\begin{aligned} \text{Presentase} &= (S \text{ pengukuran} / S \text{ trafo}) \times 100\% \\ &= (61322 \text{ Va} / 160000 \text{ Va}) \times 100 \% \\ &= 38.32 \% \end{aligned}$$

Dengan perhitungan tersebut berdasarkan hasil pengukuran dan data yang real dari lapangan bisa disimpulkan kondisi trafo dalam keadaan normal dan tidak overload/kelebihan pembebanan yang mana apabila terjadi kelebihan pembebanan dan terjadi selama terus menerus dengan jangka waktu yang panjang dapat membuat kerusakan pada trafo / trafo kontak .

### 1.3 Pengukuran beban di tiang HUTR

KODE TIANG	DATA PENGUKURAN							
	BEBAN SIANG (AMP)				BEBAN MALAM (AMP)			
	FASA							
	R	S	T	N	R	S	T	N
T3X3	32	25	40	20	50	56	54	15
T5X3	25	20	37	16	35	49	51	25
T12X3	15	18	14	11	25	20	20	14

Table 4.2 pengukuran beban di tiang HUTR (Sumber : Dokumentasi Pribadi )

#### **1.4 Pengukuran tegangan dan beban pelanggan**

Pelaksanaan pengukuran tegangan dan beban pelanggan yang dimaksudkan adalah tegangan yang di terima di rumah rumah pelanggan PLN setelah didistribusikan dari trafo distribusi dan melalui kabel HUTR maupun SR dan inilah tegangan yang dijual oleh PLN ke pelanggan, dan tegangan yang di terima di setiap rumah rumah pelanggan pasti berbeda tergantung factor factor yang mempengaruhinya antara lain jarak jauh rumah ke trafo ditribusi maupun penampang kabel yang dilalui arus listrik menuju rumah pelanggan

Sedangkan untuk beban pelanggan adalah pemakaian beban (ampere) di rumah pelanggan dan beban di tiap tiap rumah pun berbeda beda tergantung cara pemakaian pelanggan itu sendiri menggunakan perlatan listrik dirumahnya , dibawah ini adalah data pelanggan beserta kondisi tegangan dan beban tiap tiap rumah di trafo BD34 sebelum di lakukan perbaikan penggantian kabel HUTR yang di tunjukan pada table dibawah ini

DATA PENGUKURAN DI RUMAH PELANGGAN DROP TEGANGAN				
NOMER PELANGGAN	SIANG		MALAM	
	TEGANGAN FASA-NETRAL (VOLT)	BEBAN (AMP)	TEGANGAN FASA-NETRAL (VOLT)	BEBAN (AMP)
85	199	1	173	1
86	198	1	176	1
87	199	1	174	2
88	197	1	174	1
89	197	1	174	2
90	196	1	175	2
91	195	1	176	1
92	194	1	177	1
93	193	1	174	1
94	193	1	170	2
95	192	1	168	1
96	191	1	166	1
97	191	1	165	1
98	190	1	163	1
99	189	1	161	1
100	186	1	162	1
101	188	1	160	2
102	189	1	155	1
104	187	1	154	2
105	188	1	157	1
106	185	1	155	1
107	184	1	154	2
108	186	1	152	1

Table 4.3 pengukuran beban dan tegangan di rumah pelanggan (Sumber : Dokumentasi pribadi)

Dari data diatas bisa dilihat beberapa pelanggan PLN di trafo BD34 mendapat tegangan yang tidak sesuai standar PLN saat kondisi waktu beban puncak , pelanggan pelanggan yang terindikasi tersebutlah yang akan dianalisa penyebabnya bisa terindikasi drop tegangan .

### 1.5 Data tagging kordinat asset dan Pelanggan

Pelaksanaan tagging koordinat asset dan pelanggan di dilaksanakan pada saat siang hari , dimana setiap asset berupa trafo , tiang tiang , maupun pelanggan PLN di

lapangan dilakukan penitikan agar bisa di pindah data tersebut kedalam aplikasi Mapsource untuk dilakukan pemetaan agar mempermudah proses analis perbaikan . Setelah dilaksanakan tagging koordinat kita dapat malakukan download data tersebut kedalam aplikasi mapsorce dan mengkonversikan data tersebut ke dalam format excel dimana di tunjukan pada gambar dibawah ini.

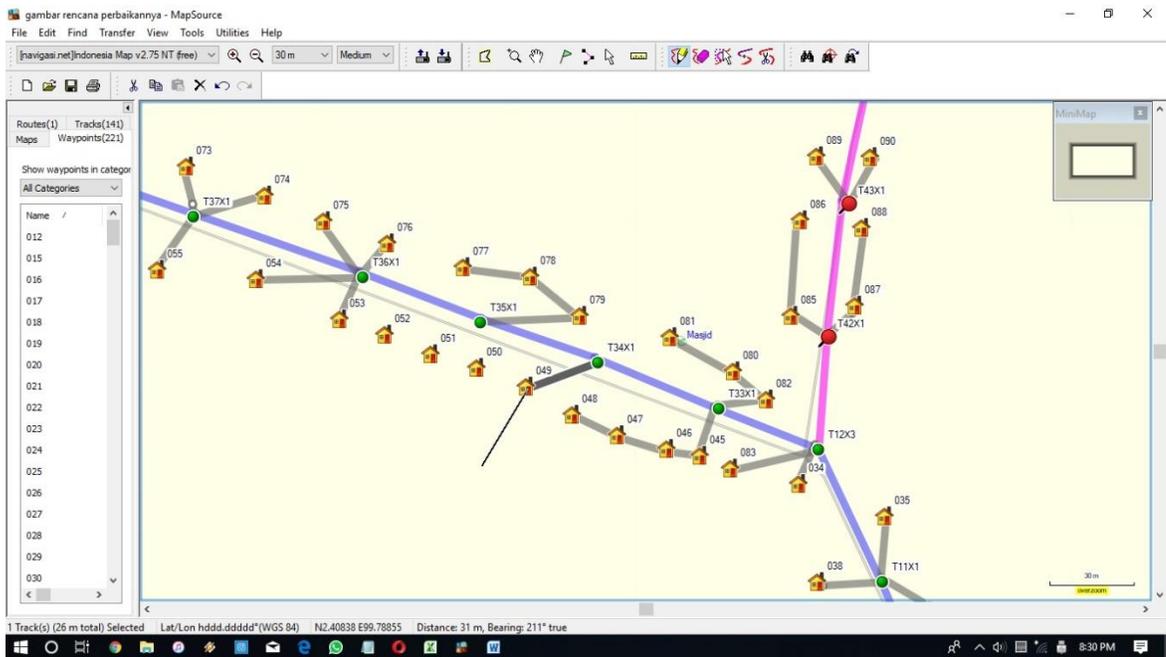
NO	KONSTRUKSI TIANG	KOORDINAT
1	T10X1	N2.40759 E99.79000
2	T11X1	N2.40801 E99.78982
3	T12X3	N2.40843 E99.78962
4	T13X1	N2.40536 E99.79156
5	T14X1	N2.40549 E99.79194
6	T15X1	N2.40560 E99.79237
7	T16X1	N2.40559 E99.79286
8	T17X1	N2.40554 E99.79333
9	T18X4	N2.40555 E99.79381
10	T19X1	N2.40593 E99.79129
11	T1X1	N2.40437 E99.79145
12	T20X1	N2.40613 E99.79168
13	T21X1	N2.40634 E99.79212
14	T22X1	N2.40648 E99.79249
15	T23X1	N2.40655 E99.79299
16	T24X1	N2.40661 E99.79334
17	T25X1	N2.40668 E99.79374
18	T26X1	N2.40675 E99.79426
19	T27X4	N2.40680 E99.79464
20	T28X1	N2.40573 E99.79047
21	T29X1	N2.40553 E99.79011
22	T2X1	N2.40479 E99.79132
23	T30X3	N2.40529 E99.78954
24	T31X1	N2.40493 E99.78974
25	T32X4	N2.40457 E99.78987
26	T33X1	N2.40856 E99.78930
27	T34X1	N2.40870 E99.78892
28	T35X1	N2.40883 E99.78855
29	T36X1	N2.40897 E99.78817
30	T37X1	N2.40916 E99.78764
31	T38X1	N2.40931 E99.78723
32	T39X1	N2.40946 E99.78680
33	T3X3	N2.40517 E99.79117
34	T40X1	N2.40965 E99.78632
35	T41X4	N2.40977 E99.78594
36	T42X1	N2.40878 E99.78965
37	T43X1	N2.40920 E99.78971
38	T44X1	N2.40965 E99.78979
39	T45X1	N2.41001 E99.78987
40	T46X1	N2.41043 E99.79009
41	T47X1	N2.41070 E99.79037
42	T48X1	N2.41103 E99.79077
43	T49X1	N2.41130 E99.79108
44	T4X1	N2.40549 E99.79096
45	T50X1	N2.41158 E99.79143
46	T51X1	N2.41188 E99.79181
47	T52X4	N2.41204 E99.79215
48	T5X3	N2.40581 E99.79081
49	T6X1	N2.40610 E99.79069
50	T7X1	N2.40643 E99.79053
51	T8X1	N2.40683 E99.79035
52	T9X1	N2.40720 E99.79019
53	TRAFO BD 34	N2.40390 E99.79145

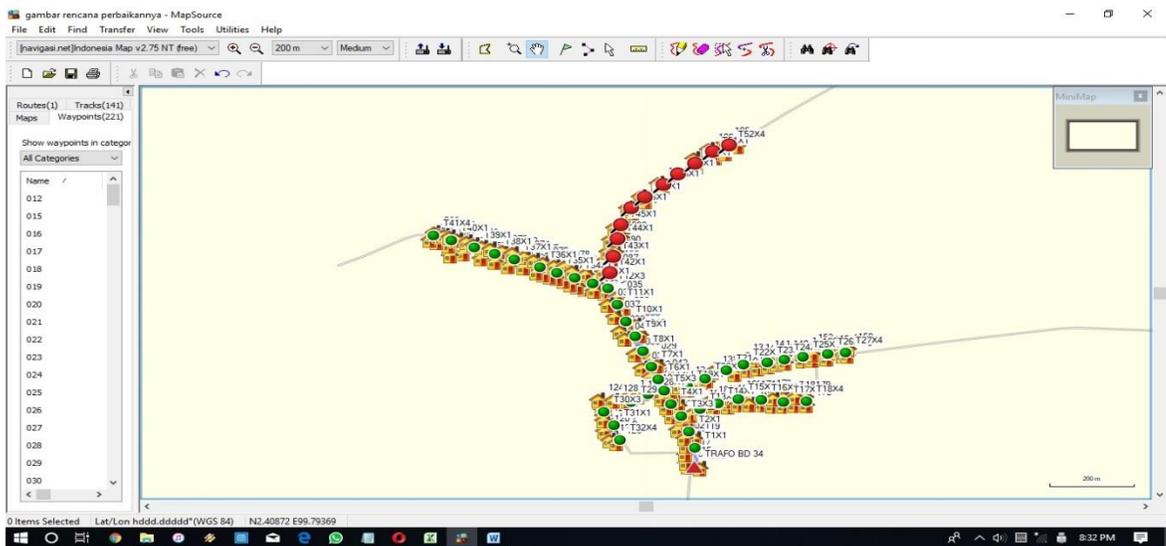
NO	KODE PELANGGAN	KOORDINAT
85	99	N2.41100 E99.79080
86	100	N2.41110 E99.79068
87	101	N2.41154 E99.79150
88	102	N2.41173 E99.79143
89	104	N2.41176 E99.79188
90	105	N2.41214 E99.79208
91	106	N2.41197 E99.79174
92	107	N2.41188 E99.79210
93	108	N2.41205 E99.79236
94	109	N2.40584 E99.79055
95	110	N2.40576 E99.79035
96	111	N2.40562 E99.79011
97	112	N2.40551 E99.78980
98	113	N2.40546 E99.78957
99	114	N2.40535 E99.78949
100	115	N2.40519 E99.78953
101	116	N2.40493 E99.78965
102	117	N2.40485 E99.78966
103	118	N2.40477 E99.78968
104	119	N2.40466 E99.78971
105	120	N2.40479 E99.78955
106	121	N2.40456 E99.78965
107	122	N2.40507 E99.78953
108	123	N2.40556 E99.78996

Gambar 4.3 koordinat hasil tagging dalam bentuk excel (Sumber : Dokumentasi Pribadi )





Gambar 4.6 penarikan kabel sr di aplikasi mapsorce (Sumber : Dokumentasi pribadi )



Gambar 4.7 gambar survey lokasi yang sudah di tuangkan di aplikasi mapsorce (Sumber : Dokumentasi Prbadi )

#### 4.7 Analisis Hasil Perbaikan

Setelah dilakukan berbagai pengumpulan data yang ada tahapan selanjutnya adalah melakukan analisa perbaikan tegangan drop apabila dilaksanakan penggantian kabel SR berderet yang sesuai temuan survey dilapangan sepanjang 523 meter dari tiang eksisting ujung, 523 meter ini merupakan kabel TIC 4x10 mm<sup>2</sup> dan direncanakan penggantian menjadi kabel TIC 3x70+1x50mm<sup>2</sup> sepanjang 523 meter karena kabel eksisting dari trafo adalah kabel TIC 3x70+1x50mm<sup>2</sup> sehingga setelah dilakukan penggantian ini akan diketahui berapa perubahan tegangan yang terjadi karena tahanan jenis kabel yang sudah berubah , dan perhitungannya adalah seperti dibawah ini :

a) Perhitungan saat siang hari

Tegangan rata rata di sekunder trafo

Saat siang hari = 225 volt

Saat malam hari = 212 volt

Tegangan di tiang :

- T3X3 beban siang = 97 ampere

Panjang Penampang kabel TIC 3x70+1x50mm<sup>2</sup> dari trafo sampai tiang T3X3 = 147 meter

$Z = 0.55 \Omega/\text{Km}$

$Z = 0.55/1000 \Omega/\text{meter}$

$Z = 0.00055 \Omega/\text{Meter}$

$$Z=0.00055 \times 147 = 0.08085 \Omega$$

$$\text{Tegangan drop sampai tiang T3X3} = I \times Z = 97 \text{ amp} \times 0.08085 \text{ Ohm} = \mathbf{7.84} \text{ volt}$$

Tegangan di tiang :

$$\text{- T5X3 beban siang} = 82 \text{ ampere}$$

Panjang Penampang kabel TIC 3x70+1x50mm<sup>2</sup> dari tiang T3X3 sampai tiang T5X3

$$= 82 \text{ meter}$$

$$Z = 0.55 \Omega / \text{Km}$$

$$Z = 0.55 / 1000 \Omega / \text{Meter}$$

$$Z = 0.00055 \Omega / \text{Meter}$$

$$Z = 0.00055 \times 82 = 0.0451 \Omega$$

$$\text{Tegangan drop sampai tiang T5X3} = I \times Z = 82 \text{ amp} \times 0.0451 \text{ Ohm} = \mathbf{3.69} \text{ volt}$$

Tegangan di tiang :

$$\text{- T12X3 beban siang} = 47 \text{ ampere}$$

Panjang Penampang kabel TIC 3x70+1x50mm<sup>2</sup> dari Tiang T5X3 sampai tiang

$$\text{T12X3} = 320 \text{ meter}$$

$$Z = 0.55 \Omega / \text{Km}$$

$$Z = 0.55 / 1000 \Omega / \text{Meter}$$

$$Z = 0.00055 \Omega / \text{Meter}$$

$$Z = 0.00055 \times 320 = 0.176 \Omega$$

$$\text{Tegangan drop sampai tiang T12X3} = I \times Z = 47 \text{ amp} \times 0.176 \text{ Ohm} = \mathbf{8.27} \text{ volt}$$

Tegangan di pelanggan ujung :

- beban siang = 22 ampere

Panjang Penampang kabel TIC 4x10mm<sup>2</sup> dari Tiang T12X3 sampai tiang ujung

T52X4 pelanggan = 523 meter

$Z = 1.82 \Omega / \text{Km}$

$Z = 1.82 / 1000 \Omega / \text{Meter}$

$Z = 0.00182 \Omega / \text{Km}$

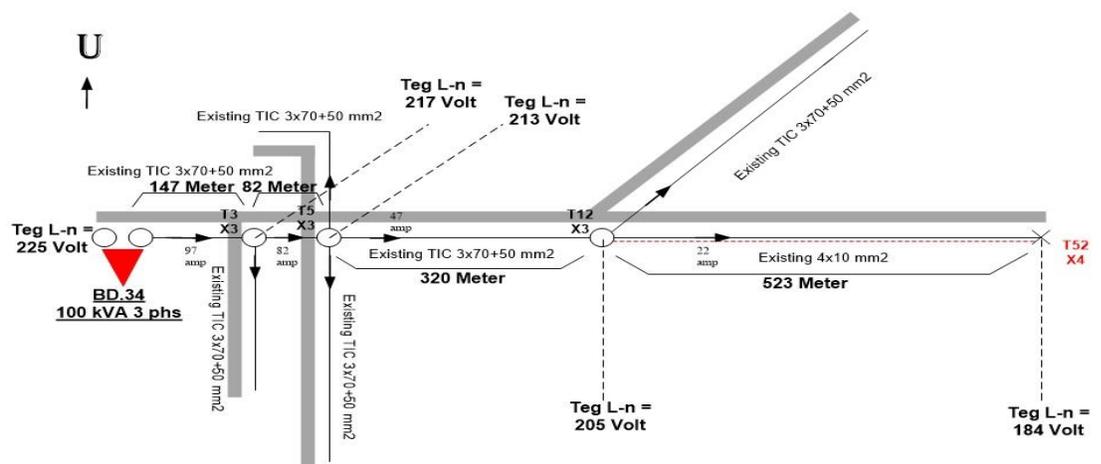
$Z = 0.00182 \times 523 = 0.951 \Omega$

Tegangan drop sampai ujung pelanggan =  $I \times Z = 22 \text{ amp} \times 0.951 \text{ Ohm} = 20.9 \text{ volt}$

Dari perhitungan beban siang tersebut dapat diperoleh drop tegangan dari trafo sampai ke ujung adalah =  $7.84 + 3.69 + 8.27 + 20.9 = 40.7 \text{ volt}$

Jadi dari perhitungan tersebut pada saat siang hari tegangan di ujung jaringan pelanggan yang terindikasi SR berderet adalah =  $V_{di \text{ trafo}} - \text{drop tegangan}$

Tegangan di ujung jaringan =  $225 \text{ volt} - 40.7 \text{ volt} = 184.3 \text{ volt}$



Gambar 4.8 analisa tegangan ujung beban siang sebelum di lakukan penggantian kabel (Sumber : Dokumentasi Pribadi )

b) Perhitngan saat malam hari

Tegangan rata rata di sekunder trafo

Saat siang hari = 225 volt

Saat malam hari = 212 volt

Tegangan di tiang :

- T3X3 beban malam = 160 ampere

Panjang Penampang kabel TIC 3x70+1x50mm<sup>2</sup> dari trafo sampai tiang T3X3 = 147 meter

$$Z = 0.55 \Omega/\text{Km}$$

$$Z = 0.55/1000 \Omega/\text{Meter}$$

$$Z = 0.00055 \Omega/\text{Meter}$$

$$Z = 0.00055 \times 147 = 0.08085 \Omega$$

Tegangan drop sampai tiang T3X3 =  $I \times Z = 160 \text{ amp} \times 0.08085 \text{ Ohm} = \mathbf{12.93}$  volt

Tegangan di tiang :

- T5X3 beban malam = 135 ampere

Panjang Penampang kabel TIC 3x70+1x50mm<sup>2</sup> dari tiang T3X3 sampai tiang T5X3 = 82 meter

$$Z = 0.55 \Omega / \text{Km}$$

$$Z = 0.55/1000 \Omega / \text{Meter}$$

$$Z = 0.00055 \Omega / \text{Meter}$$

$$Z=0.00055 \times 82 = 0.0451 \Omega$$

$$\text{Tegangan drop sampai tiang T5X3} = I \times Z = 135 \text{ amp} \times 0.0451 \text{ Ohm} = \mathbf{6.08} \text{ volt}$$

Tegangan di tiang :

$$\text{- T12X3 beban malam} = 65 \text{ ampere}$$

Panjang Penampang kabel TIC 3x70+1x50mm<sup>2</sup> dari Tiang T5X3 sampai tiang

$$\text{T12X3} = 320 \text{ meter}$$

$$Z = 0.55 \Omega / \text{Km}$$

$$Z = 0.55 / 1000 \Omega / \text{Meter}$$

$$Z = 0.00055 \Omega / \text{Meter}$$

$$Z = 0.00055 \times 320 = 0.176 \Omega$$

$$\text{Tegangan drop sampai tiang T12X3} = I \times Z = 65 \text{ amp} \times 0.176 \text{ Ohm} = \mathbf{11.44} \text{ volt}$$

Tegangan di pelanggan ujung :

$$\text{- beban malam} = 30 \text{ ampere}$$

Panjang Penampang kabel TIC 4x10mm<sup>2</sup> dari Tiang T12X3 sampai tiang ujung

$$\text{T52X4 pelanggan} = 523 \text{ meter}$$

$$Z = 1.82 \Omega / \text{Km}$$

$$Z = 1.82 / 1000 \Omega / \text{Meter}$$

$$Z = 0.00182 \Omega / \text{Meter}$$

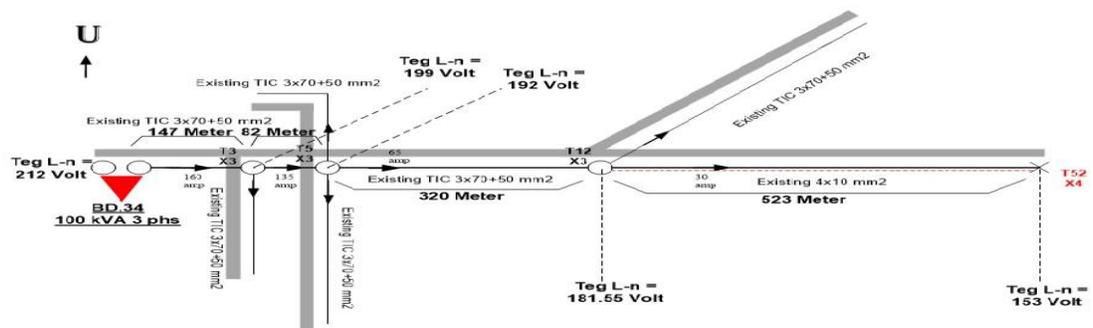
$$Z = 0.00182 \times 523 = 0.951 \Omega$$

$$\text{Tegangan drop sampai ujung pelanggan} = I \times Z = 30 \text{ amp} \times 0.951 \text{ Ohm} = \mathbf{28.53} \text{ volt}$$

Dari perhitungan beban malam tersebut dapat diperoleh drop tegangan dari trafo sampai ke ujung adalah =  $12.93 + 6.08 + 11.44 + 28.53 = 58.98$  volt

Jadi dari perhitungan tersebut pada saat malam hari tegangan di ujung jaringan pelanggan yang terindikasi SR berderet adalah =  $V_{di\ trafo} - \text{drop tegangan}$

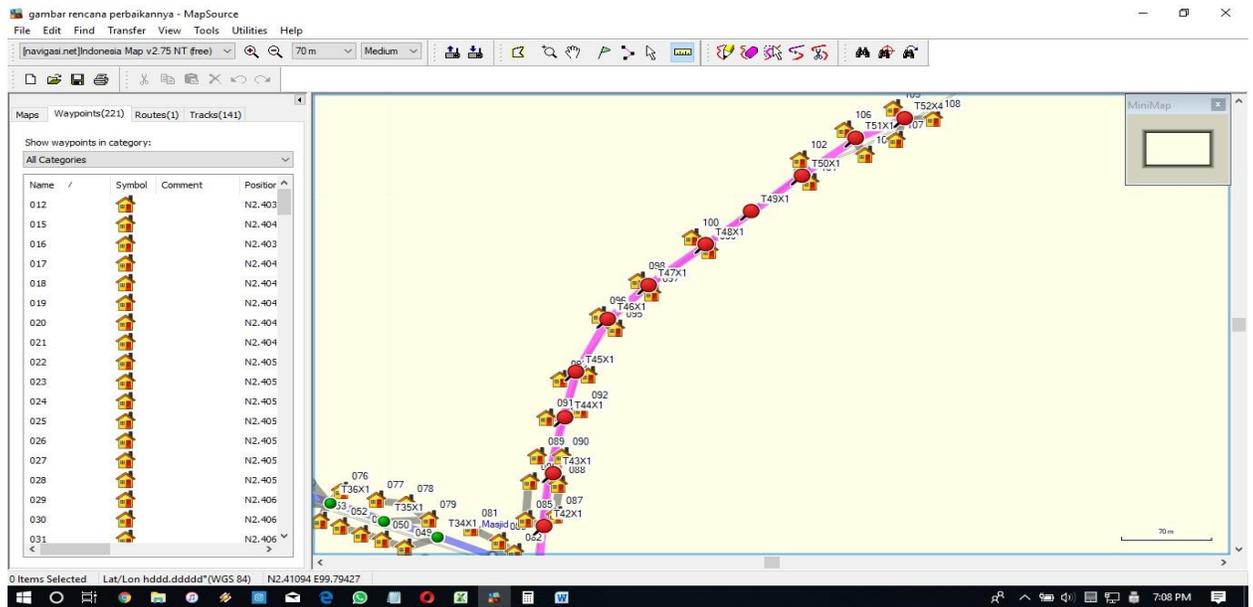
Tegangan di ujung jaringan =  $212 \text{ volt} - 58.98 \text{ volt} = \mathbf{153.02}$  volt



Gambar 4.9 analisa tegangan ujung beban malam sebelum di lakukan penggantian kabel (Sumber : Dokumentasi Pribadi )

#### 4.7.1 Analisa hasil perbaikan apabila dilakukan pengantian kabel SR yang berderet

Analisa perbaikan dilakukan malalui aplikasi mapsorce agar lebih mengetahui kebutuhan material secara real sesuai data panjang jaringan di lapangan seperti gambar dibawah ini :



Gambar 4.10 lokasi drop tegangan di aplikasi mapsorce (Sumber : Dokumentasi Pribadi )

Setelah dilakukan penarikan kebutuhan kabel di aplikasi mapsorce maka direncanakan penggantian kabel TIC 4x10mm<sup>2</sup> menjadi 3x70+1x50 mm<sup>2</sup> sepanjang 523 meter maka apabila dilakukan pengantiannya dapat dianalisa hasil dan prediksi tegangan di ujung pelanggan menjadi berdasarkan perhitungan berikut :

a) Perhitungan saat siang hari

beban siang = 22 ampere

Panjang Penampang kabel TIC 3x70+1x50mm<sup>2</sup> dari Tiang T12X3 sampai tiang ujung T52X4 pelanggan = 523 meter

$$Z = 0.55 \Omega / \text{Km}$$

$$Z = 0.55 / 1000 \Omega / \text{Meter}$$

$$Z = 0.00055 \Omega / \text{Meter}$$

$$Z = 0.00055 \times 523 = 0.287 \Omega$$

Tegangan drop sampai ujung pelanggan =  $I \times Z = 22 \text{ amp} \times 0.287 \text{ Ohm} = 6.31 \text{ volt}$

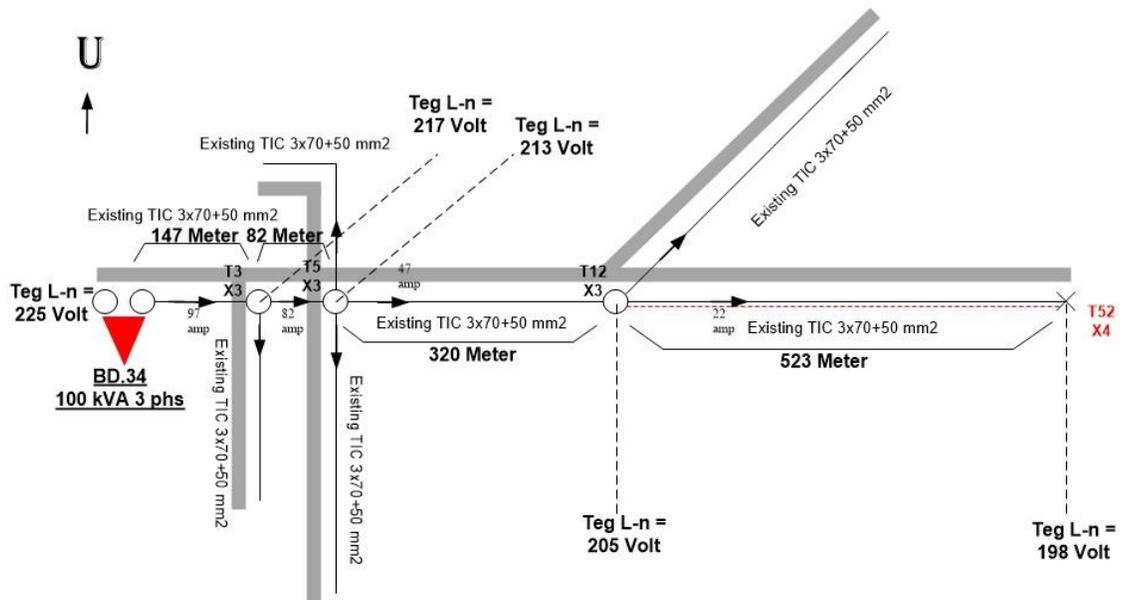
Jadi dari perhitungan ini dapat diketahui apabila dilakukan penggantian kabel

tegangan di ujung pelanggan =  $7.84 + 3.69 + 8.27 + 6.31 = 26.11 \text{ volt}$

Jadi dari perhitungan tersebut pada saat siang hari tegangan di ujung jaringan

pelanggan yang terindikasi SR berderet adalah =  $V_{di \text{ trafo}} - \text{drop tegangan}$

Tegangan di ujung jaringan =  $225 \text{ volt} - 26.11 \text{ volt} = 198.89 \text{ volt}$



Gambar4.11 analisa tegangan ujung beban siang setelah di lakukan penggantian kabel  
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

b) Perhitungan saat malam hari

beban malam = 30 ampere

Panjang Penampang kabel TIC 3x70+1x50mm<sup>2</sup> dari Tiang T12X3 sampai tiang ujung T52X4 pelanggan = 523 meter

$$Z = 0.55 \Omega/\text{Km}$$

$$Z = 0.55/1000 \Omega/\text{Meter}$$

$$Z = 0.00055 \Omega/\text{Meter}$$

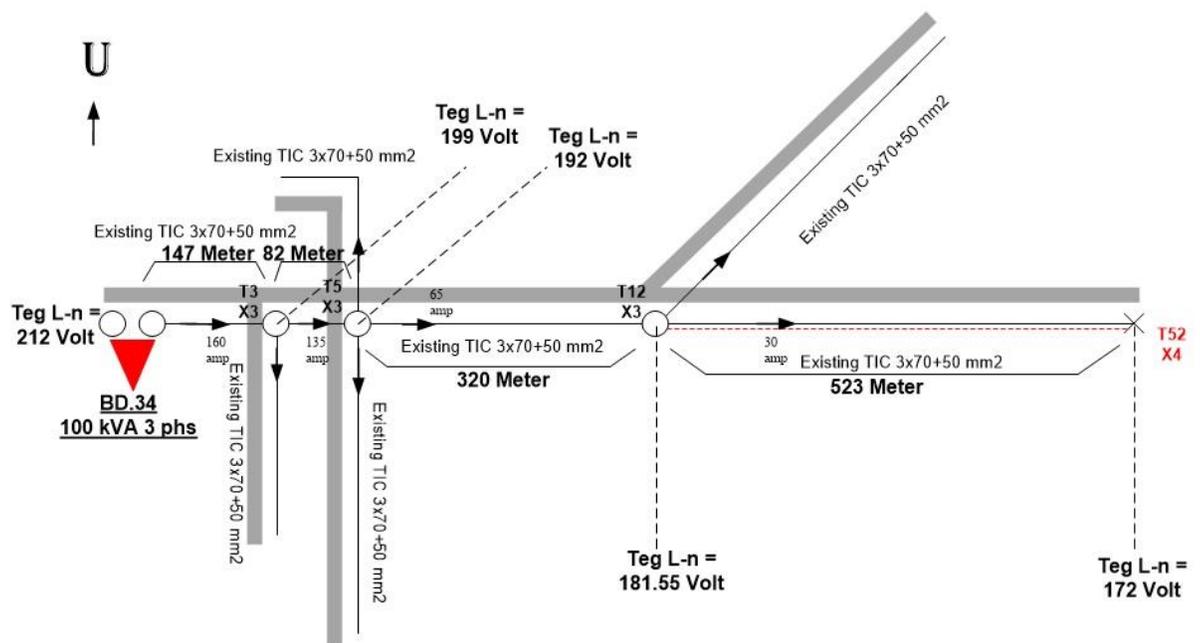
$$Z = 0.00055 \times 523 = 0.287 \text{ OHM}$$

Tegangan drop sampai ujung pelanggan =  $I \times Z = 30 \text{ amp} \times 0.287 \text{ Ohm} = \mathbf{8.61}$  volt

Jadi dari perhitungan ini dapat diketahui apabila dilakukan penggantian kabel tegangan di ujung pelanggan =  $12.93 + 6.08 + 11.44 + \mathbf{8.61} = \mathbf{39.06}$  volt

Jadi dari perhitungan tersebut pada saat malam hari tegangan di ujung jaringan pelanggan yang terindikasi SR berderet adalah = Vdi trafo- drop tegangan

Tegangan di ujung jaringan =  $212 \text{ volt} - 39.06 \text{ volt} = \mathbf{172.94}$  volt



Gambar 4.12 analisa tegangan ujung beban malam setelah di lakukan penggantian kabel (Sumber : Dokumentasi Pribadi )

		SEBELUM DI LAKUKAN PENGGANTIAN KABEL	SESUDAH DI LAKUKAN PENGGANTIAN KABEL
		SIANG (VOLT)	SIANG (VOLT)
TEGANGAN	TRAFO	225	225
	PELANGGAN UJUNG	184.3	198.89
	DROP TEGANGAN	40.7	26.11
	% DROP VOLTAGE	18.09%	11.60%
	Δ TEGANGAN	6.48%	

Tabel 4.4 Analisa Perbaikan Tegangan ujung akibat SR berderet saat siang hari (Sumber : Dokumentasi Pribadi )

		SEBELUM DI LAKUKAN PENGGANTIAN KABEL	SESUDAH DI LAKUKAN PENGGANTIAN KABEL
		MALAM (VOLT)	MALAM (VOLT)
TEGANGAN	TRAFO	212	212
	PELANGGAN UJUNG	153.02	172.94
	DROP TEGANGAN	58.98	39.06
	% DROP TEGANGAN	27.82%	18.42%
	Δ TEGANGAN	9.40%	

Tabel 4.5 Analisa Perbaikan Tegangan ujung akibat SR berderet saat malam hari

(Sumber : Dokumentasi pribadi )

Dari analisa perhitungan perbaikan tegangan drop akibat SR berderet di temukan % tegangan drop di ujung pelanggan saat siang dan malam hari setelah di lakukan penggantian kabel melalui pemetaan di aplikasi mapsources ternyata tidak Sesuai SPLN 1 : 1995, toleransi tegangan pelayanan adalah +5% dari tegangan standar tegangan rendah pada sisi pangkal dan -10 % pada sisi ujung. Terjadinya drop tegangan hingga di luar standar yang diperbolehkan PLN secara terus menerus tentunya sangat merugikan pelanggan. Dan dari hasil analisa hasilnya masih lebih dari -10% di sisi ujung pelanggan walaupun terjadi peningkatan kualitas tegangan di ujung jaringan HUTR.

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Setelah melakukan perhitungan serta analisa perbaikan tegangan drop akibat sambungan rumah berderet melalui pemetaan menggunakan aplikasi mapsorce di pelanggan trafo BD34 wilayah kerja PLN ULP Aek Kota Batu , penulis dapat menyimpulkan sebagai berikut :

1. Pelaksanaan pengukuran panjang jaringan jauh lebih akurat apabila menggunakan GPS garmin dan melakukan penggambaran di aplikasi Mapsorce dari pada melakukan pengukuran secara manual.
2. Setelah dilakukan perbaikan dengan mengganti kabel SR berderet TIC 4x10 mm<sup>2</sup> sepanjang 523 meter dengan kabel TIC 3x70+1x50 mm<sup>2</sup> dapat memperbaiki kualitas tegangan di pelanggan yang terindikasi drop tegangan di trafo BD34.
3. Perbaikan tegangan drop di pelanggan ujung yang sebelumnya 184,3 Volt naik menjadi 198.89 Volt saat siang hari dengan delta tegangan 6,48 % saat siang hari.
4. Perbaikan tegangan drop di pelanggan ujung yang sebelumnya 153,02 Volt naik menjadi 172,94 Volt saat siang hari dengan delta tegangan 9,40% saat malam hari.
5. Untuk presentase drop tegangan di ujung jaringan setelah dilakukan perbaikan saat siang adalah 11,60 % dan saat malam 18,42 % masih belum memenuhi

standar SPLN (Standar Perusahaan Umum Listrik Negara) yaitu jatuh tegangan tidak boleh lebih dari 10%.

## **5.2 Saran**

1. Pelaksanaan survey jaringan drop tegangan akibat sr berderet ini harus teliti dalam penggambaran maupun penentuan jenis konstruksi jaringan maupun ukuran penampang kabel yang mendistribusikan arus listrik dari Trafo ke pelanggan PLN.
2. Penitikan/tagging koordinat menggunakan GPS harus sesuai dengan lokasi agar saat penggambaran diaplikasi mapsource hasilnya sesuai dengan keadaan saat survey dilapangan.
3. Dari hasil kesimpulan yang ada saran dari penulis agar perbaikan tegangan drop di lokasi trafo BD34 dapat juga dilakukan penyisipan trafo agar tegangan ujung pelanggannya sesuai dengan standart SPLN.
4. Dalam melaksanakan analisa perhitungan drop tegangan di jaringan distribusi tegangan rendah agar juga memperhatikan sambungan sambungan di setiap kabel HUTR maupun SR ke pelanggan karena juga berpengaruh terhadap drop tegangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Batubara, Supina, Sri Wahyuni, and Eko Hariyanto. "Penerapan Metode Certainty Factor Pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Dalam." Seminar Nasional Royal (SENAR). Vol. 1. No. 1. 2018.
- Muttaqin, Muhammad. "portal academic portal innovation based On website in the era of digital 4.0 technology now."
- Hardinata, R. S. (2019). Audit Tata Kelola Teknologi Informasi menggunakan Cobit 5 (Studi Kasus: Universitas Pembangunan Panca Budi Medan). *Jurnal Teknik dan Informatika*, 6(1), 42-45.
- Hendrawan, J., & Perwitasari, I. D. (2019). Aplikasi Pengenalan Pahlawan Nasional dan Pahlawan Revolusi Berbasis Android. *JurTI (Jurnal Teknologi Informasi)*, 3(1), 34-40
- Khairul, K., Haryati, S., & Yusman, Y. (2018). Aplikasi Kamus Bahasa Jawa Indonesia dengan Algoritma Raita Berbasis Android. *Jurnal Teknologi Informasi dan Pendidikan*, 11(1), 1-6.
- Khairul, K., Ilhami Arsyah, U., Wijaya, R. F., & Utomo, R. B. (2018, September). Implementasi Augmented Reality Sebagai Media Promosi Penjualan Rumah. In Seminar Nasional Royal (SENAR) (Vol. 1, No. 1, pp.429-434).
- Lubis, A., & Batubara, S. (2019, December). Sistem Informasi Suluk Berbasis Cloud Computing Untuk Meningkatkan Efisiensi Kinerja Dewan Mursyidin Tarekat Naqsyabandiyah Al Kholidiyah Jalaliyah. In *Prosiding SiManTap: Seminar Nasional Matematika dan Terapan* (Vol. 1, pp. 717-723).
- Putra, Randi Rian. "implementasi metode backpropagation Jaringan saraf tiruan dalam memprediksi pola Pengunjung terhadap transaksi." *JurTI (Jurnal Teknologi Informasi)* 3.1 (2019): 16-20.
- PT.PLN(PERSERO) .2010. *Buku 3 Standart Konstruksi Jaringan Tegangan Rendah*. Jakarta Selatan
- PT.PLN(PERSERO) .2015. *Standar Konstruksi Jaringan Distribusi*. Jakarta Selatan
- PT.PLN(PERSERO) .2010. *Materi Komponen Distribusi II 3.1. Komponen JTR*. Jakarta : Pusat Pelatihan Dan Pendidikan.
- PT.PLN(PERSERO) .2015. *PDPJ DISTRIBUSI BERBASIS MAP INFO DAN GPS B.2.1.3.43.3*. Jakarta : Pusat Pelatihan Dan Pendidikan.
- PT.PLN(PERSERO) .2011. *System Distribusi Tenaga Listrik*. Jakarta Selatan

- PT.PLN(PERSERO) .2015. *Teori Listrik Terapan* .Jakarta : Pusat Pelatihan Dan Pendidikan.
- Richard B Laginda,dkk 2018 Jurnal Teknik Elektro dan Komputer Vol 7. No. 2, (2018), ISSN : 2301-8402
- Rusda,dkk 2017 PROSIDING SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI IV Samarinda, 9 November 2017 Fakultas Teknik – Universitas Mulawarman p-ISSN : 2598-7410 e-ISSN : 2598-7429
- SPLN 1, 1995. *Tegangan Standart* . Departemen Pertambangan dan Energi Perusahaan Umum Listrik Negara : Jakarta
- SPLN 56, 1984. *Sambungan Listrik*. Departemen Pertambangan dan Energi Perusahaan Umum Listrik Negara : Jakarta
- Suherman, S., & Khairul, K. (2018). Seleksi Pegawai Kontrak Menjadi Pegawai Tetap Dengan Metode Profile Matching. *IT Journal Research and Development*, 2(2), 68-77.
- Sulistianingsih, I., Suherman, S., & Pane, E. (2019). Aplikasi Peringatan Dini Cuaca Menggunakan Running Text Berbasis Android. *IT Journal Research and Development*, 3(2), 76-83.
- Tasril, V., & Putri, R. E. (2019). Perancangan Media Pembelajaran Interaktif Biologi Materi Sistem Pencernaan Makanan Manusia Berbasis Macromedia Flash. *Jurnal Ilmiah Core IT: Community Research Information Technology*, 7(1).
- Utomo, R. B. (2019). Aplikasi Pembelajaran Manasik Haji dan Umroh berbasis Multimedia dengan Metode User Centered Design (UCD). *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer dan Informatika)*, 3(1), 68-79.
- Wijaya, Rian Farta, et al. "Aplikasi Petani Pintar Dalam Monitoring Dan Pembelajaran Budidaya Padi Berbasis Android." *Rang Teknik Journal* 2.1 (2019).