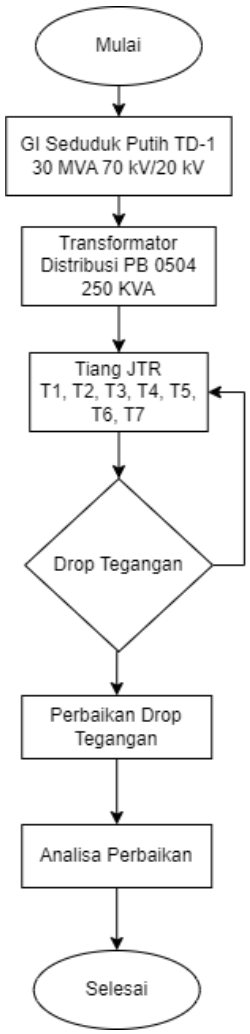
# BAB III
# METODE PENELITIAN

## 3.1 Desain Penelitian

Desain penelitian merujuk pada kerangka metodologi yang digunakan serta teknik-teknik yang dipilih dan diterapkan oleh penliti dalam melaksanakan suatu penelitian, dengan tujuan untuk memperoleh hasil yang valid dan berjalan sesuai dengan rencana yang telah disusun dan diterapkan dalam flowchart pada gambar:




Gambar 3.1 *Flowchart* Desain Penelitian

Pada **Gambar 3.1** *flowchart* desain penelitian tersebut dapat di deskripsikan dengan memulai dari Tahap pertama dengan memulai proses penelitian yang



**Alamsyah Muhammad Saputra, 2025**
***ANALISIS PERBAIKAN DROP TEGANGAN PADA JARINGAN TEGANGAN RENDAH MENGGUNAKAN TRAFO SISIPAN DI PENYULANG KACER KOTA PALEMBANG***
**Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu**

dimulai dari Gardu Induk seduduk putih dengan kapasitas 70 kV/20 kV. Tahap kedua merupakan saluran daro gardu induk ke transformtor atau gardu distribusi PB 0504 dengan berkapasitas 250 KVA. Tahap ketiga dilanjutkan ke tiang-tiang perumahan atau jalur jaringan tegangan rendah dimana terdapat 7 tiang. Tahap keempat terjadinya drop tegangan dimana drop tegangan tersebut terjadi pada jalur jaringan tegangan rendah atau pada tiang-tiang rumah. Tahap kelima dilanjutkan dengan perbaikan drop tegangan seperti penambahan transformtaor. Tahap keenam analisa perbaikan yaitu dengan memvalidasi apakah drop tegangan sudah baik atau normal. Tahap terakhir yaitu selesai dimana mengakhiri rangkaian penelitian yang biasanya diikuti dengan penyusunan laporan akhir.

## 3.2 Waktu Dan lokasi Penelitian

### 3.2.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dan pengambilan data dilaksanakan kurun waktu dalam 1 Minggu dimulai dari tanggal 19 Mei 2025 hingga 30 Mei 2025 yang bertempat di PLN Rayon Kenten ULP berlokasi di Jalan Perumnas Raya, Suka Maju, Kec. Sako, Kota Palembang, Sumatera Selatan 30961

Gambar 3.2 Lokasi di PLN Rayon Kenten
(sumber: Google Maps)

## 3.3 Instrumen Penelitian

Untuk mendapatkan data penelitian yang lengkap dan mendalam, peneliti membutuhkan instrumen penelitian sebagai alat bantu dalam mengumpulkan data yang diperlukan. Instrumen ini memiliki peran penting dalam membantu

peneliti memperoleh informasi yang tepat dan sesuai dengan tujuan penelitian di lapangan seperti:

1. Sarung Tangan

   Untuk melindungi tangan dan lengan terhadap bahayanya listrik, mekanik, kimia, dan panas.

2. Helm

   Untuk melindungi kepala terhadap bahayanya listrik dengan bahan dari polyethylene, plastik, katun alumunium, dan bahan sintetis lainnya

3. Sepatu Laras/ Penyelamat

   Kegunaan untu melindungi kaki terhadap bahayanya listrik dengan bahan karet, kulit, kanvas

4. Multimeter

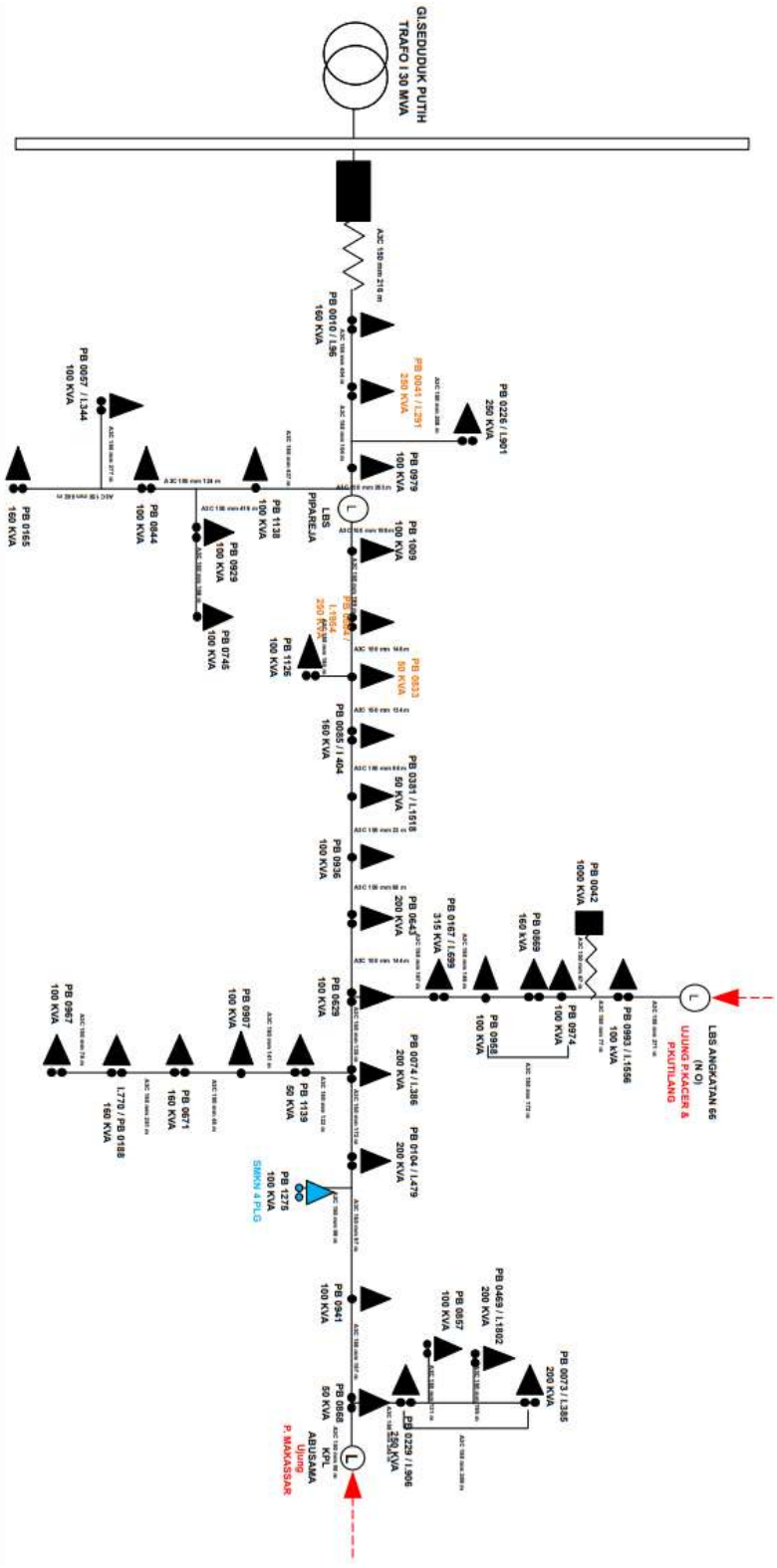
   Untuk mengukur arus dan parameter lainnya. Jenis multimeter yang dipakai adalah multimeter penjepit.

5. Handphone

   Untuk mendokumentasikan hasil pengukuran atau sebagai catatan.

### 3.3.1 Single line diagram

Single line diagram penyulang kacer memiliki sumber dari gardu induk (GI) seduduk putih dengan transformator daya TD-1 berkapasitas 30 MVA, menurunkan tegangan dari 70 kV menjadi 20 kV.




Gambar 3.3 Single Line Diagram Penyulang Kacer
(Sumber: PLN)

Gambar single diagram gardu distribusi yang merupakan sistem distribusi listrik bersumber dari gardu induk seduduk putih dengan transformator daya sebesar 30 MVA. Kemudian sistem ini dapat mendistribusikan energi listrik ke berbagai gardu distribusi pelanggan (PB) melalui jaringan.

Gardu distribusi listrik dibagi ke beberapa cabang jaringan yang dimana masing-masing memiliki trafo distribusi berkapasitas 50 kVA hingga 1000 kVA. Pada gambar single line diagram juga memiliki beberapa menggunakan kabel A3C dan LBS (Load Break Switch) untuk memutus aliran saat perbaikan atau gangguan.

### 3.3.2 Data Pembebanan Trafo Distribusi pada Penyulang Kacer

Penyulang Kacer memiliki gardu distribusi 39 buah dengan bersumber dari Gardu Induk seduduk putih kota palembang. kemudian memiliki satu jalur mensuplai satu trafo tenaga berkapasitas 30 MVA dengan tegangan kerjanya yaitu 70 kV/20 kV, satu buah trafo tenaga ini kemudian akan mengisi tegangan ke busbar yang dimana busbar tersebut berisi 70 kV dan menjadi salah satunya tujuan ke penyulang Kacer. Dibawah ini merupakan daftar trafo pada penyulang kacer:

Tabel 3.1 Daftar Trafo Pada Penyulang Kacer

| No | Nama Gardu | Alamat | Trafo (KVA) |
|---|---|---|---|
| 1 | PB 0010 | Jl. Pipareja | 160 |
| 2 | PB 0041 | Jl. Pipareja | 250 |
| 3 | PB 0226 | Jl. Pipareja | 250 |
| 4 | PB 0979 | Jl. Pipareja | 100 |
| 5 | PB 1138 | Jl. Pipareja | 100 |
| 6 | PB 0929 | Jl. Pipareja | 100 |
| 7 | PB 0745 | Jl. Pipareja | 100 |
| 8 | PB 0844 | Jl. Pipareja | 100 |
| 9 | PB 0057 | Jl. Pipareja | 100 |
| 10 | PB 0165 | Jl. Pipareja | 160 |
| 11 | PB 1009 | Jl. Pipareja | 100 |
| 12 | PB 0504 | Jl. Pipareja | 250 |
| 13 | PB 0833 | Jl. Pipareja | 50 |
| 14 | PB 1126 | Jl. Pipareja | 100 |
| 15 | PB 0085 | Jl. Pipareja | 160 |

| No | Nama Gardu | Alamat | Trafo (KVA) |
|---|---|---|---|
| 16 | PB 0381 | Jl. Pipareja | 50 |
| 17 | PB 0936 | Jl. Angkatan 66 | 100 |
| 18 | PB 0643 | Jl. Angkatan 66 | 200 |
| 19 | PB 0629 | Jl. Angkatan 66 | 100 |
| 20 | PB 0167 | Jl. Angkatan 66 | 315 |
| 21 | PB 0958 | Jl. Angkatan 66 | 100 |
| 22 | PB 0859 | Jl. Angkatan 66 | 160 |
| 23 | PB 0974 | Jl. Angkatan 66 | 100 |
| 24 | PB 0042 | Jl. Angkatan 66 | 1000 |
| 25 | PB 0993 | Jl. Angkatan 66 | 100 |
| 26 | PB 0074 | Jl. Angkatan 66 | 200 |
| 27 | PB 1139 | Jl. Angkatan 66 | 50 |
| 28 | PB 0907 | Jl. Angkatan 66 | 100 |
| 29 | PB 0671 | Jl. Angkatan 66 | 160 |
| 30 | PB 0188 | Jl. Angkatan 66 | 160 |
| 31 | PB 0967 | Jl. Angkatan 66 | 160 |
| 32 | PB 0104 | Jl. Pipareja | 200 |
| 33 | PB 1275 | Jl. Pipareja | 100 |
| 34 | PB 0941 | Jl. Pipareja | 100 |
| 35 | PB 0868 | Jl. Pipareja | 50 |
| 36 | PB 0229 | Jl. Pipareja | 250 |
| 37 | PB 0857 | Jl. Pipareja | 100 |
| 38 | PB 0469 | Jl. Pipareja | 200 |
| 39 | PB 0073 | Jl. Pipareja | 200 |

Pada **Tabel 3.1** merupakan data dari PLN dengan adanya terjadi drop tegangan pada PB 0504 berkapasitas 250 KVA yang di tandai dengan berwarna kuning pada tabel tersebut. Dengan ini peneliti bisa mengkaji lebih dalam terkait drop tegangan gardu PB 0504 pada jaringan tegangan rendah (JTR).

### 3.3.3 Spesifikasi Trafo PB 0504

Adapun data spesfikasi pada transformator PB 0504 sebagai berikut:

Tabel 3.2 Spesifikasi Trafo PB 0504

| Daya (KVA) | Lokasi | Penyulang | Koordinat Trafo | Merk Trafo | Tahun |
|---|---|---|---|---|---|
| 250 | Jl. Pipa Reja | Kacer | -2.9449,104.75703 | Starlite | 2021 |

### 3.3.4 Data Daftar Tiang pada PB 0504

Gardu pada PB 0504 mensuplai ke 7 tiang atau gawang dengan gardu PB 0504 berwarna segitiga merah lalu tiang berwarna bulat merah dan garis kuning menandakan jalur gardu ke tiang-tiang. gambar tersebut dapat dilihat seperti berikut:

Gambar 3. 4 Gardu PB 0504 ke Tiang-tiang JTR

(sumber: PLN)

Tiang satu (T1) mensuplai jaringan ke lorong abadi dan jalan kejawen awal, Tiang dua (T2) mensuplai jaringan ke lorong cinta damai, Tiang tiga (T3) mensuplai jaringan ke lorong persada, Tiang empat (T4) mensuplai jaringan ke sehati dan melati, Tiang lima (T5) mensuplai jaringan ke lorong pasis, Tiang enam (T6) mensuplai jaringan ke jalan kejawen tengah dan lorong melati, Tiang tujuh (T7) mensuplai jaringan ke jalan kejawen ujung dan kantor camat kemuning. Tiang-tiang tersebut memiliki masing-masing tinggi 9 meter.

### 3.3.5 Data Total Daya Tersambung

Data hasil yang diberikan dari PLN merupakan daftar-daftar tabel total daya yang tersambung setiap masing-masing tiang, seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel 3.3 Jumlah Konsumen terpasang pada tiap tiang dari gardu PB 0504

| No | Tiang | Rumah Pelanggan | Pemerintah | Sosial | Jumlah |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | T1 | 35 | | | 35 |
| 2 | T2 | 36 | | | 36 |
| 3 | T3 | 43 | | | 43 |
| 4 | T4 | 48 | | 1 | 49 |
| 5 | T5 | 49 | | 1 | 50 |
| 6 | T6 | 45 | | | 45 |
| 7 | T7 | 21 | 1 | 1 | 23 |
| **Jumlah Pelanggan** | | **277** | **1** | **3** | **281** |

Terdapat juga data yang didapat per rumah-rumah pelanggan beserta kapasitas daya terpasang dengan per fasa yang dapat dilihat pada tabel 3.2, 3.3, 3.4

Tabel 3.4 Daya Fasa R Rumah-rumah Pelanggan

| No | Fasa R (VA) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Abadi T1 | Cinta Damai T2 | Persada T3 | Sehati T4 | Pasis T5 | Melati T6 | Kejawen T7 |
| 1 | 1300 | 450 | 900 | 900 | 450 | 900 | 450 |
| 2 | 450 | 900 | 900 | 1300 | 2200 | 450 | 2200 |
| 3 | 900 | 1300 | 1300 | 1300 | 450 | 450 | 450 |
| 4 | 900 | 2200 | 1300 | 2200 | 450 | 450 | 450 |
| 5 | 900 | 900 | 1300 | 900 | 450 | 450 | 450 |
| 6 | 900 | 900 | 1300 | 1300 | 450 | 450 | |
| 7 | 900 | 900 | 1300 | 450 | 1300 | 450 | |
| 8 | 2200 | 900 | 1300 | 1300 | 900 | 450 | |
| 9 | 900 | 1300 | 900 | 450 | 1300 | 1300 | |
| 10 | 900 | 900 | 1300 | 900 | 1300 | 1300 | |
| 11 | | | 1300 | 450 | 7700 | 450 | |
| 12 | | | | 900 | 900 | 450 | |
| 13 | | | | | 450 | | |

Tabel 3.5 Daya Fasa S Rumah-rumah Pelanggan

| No | Fasa S (VA) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Abadi T1** | **Cinta Damai T2** | **Persada T3** | **Sehati T4** | **Pasis T5** | **Melati T6** | **Kejawen T7** |
| 1 | 2200 | 900 | 1300 | 900 | 1300 | 450 | 450 |
| 2 | 900 | 900 | 1300 | 900 | 900 | 900 | 1300 |
| 3 | 900 | 1300 | 1300 | 900 | 450 | 450 | 900 |
| 4 | 900 | 2200 | 2200 | 900 | 1300 | 900 | 1300 |
| 5 | 900 | 450 | 1300 | 900 | 900 | 900 | 1300 |
| 6 | 900 | 1300 | 2200 | 1300 | 900 | 900 | 7700 |
| 7 | 900 | 450 | 900 | 1300 | 900 | 1300 | 900 |
| 8 | 1300 | 2200 | 900 | 900 | 900 | 1300 | 450 |
| 9 | 1300 | 1300 | 900 | 900 | 900 | 900 | 1300 |
| 10 | 900 | 450 | 900 | 900 | 450 | 1300 | 900 |
| 11 | 450 | 900 | 900 | 900 | 900 | 1300 | 450 |
| 12 | 900 | 2200 | 900 | 900 | 1300 | 900 | 1300 |
| 13 | 1300 | 450 | 1300 | 900 | 2200 | 1300 | 900 |
| 14 | 450 | 900 | 1300 | 1300 | 900 | 1300 | 900 |
| 15 | 450 | 1300 | 1300 | 1300 | 900 | 1300 | 900 |
| 16 | | 900 | 900 | 1300 | 2200 | 900 | 900 |
| 17 | | | 900 | 900 | 1300 | 900 | 900 |
| 18 | | | 900 | 900 | 1300 | 900 | |
| 19 | | | 1300 | 900 | 2200 | 900 | |
| 20 | | | 1300 | 1300 | 1300 | 1300 | |
| 21 | | | 1300 | 1300 | 900 | 900 | |
| 22 | | | | 1300 | 450 | | |
| 23 | | | | 900 | 450 | | |
| 24 | | | | 900 | 450 | | |
| 25 | | | | 1300 | | | |

Tabel 3.6 Daya Fasa T Rumah-rumah Pelanggan

| No | Fasa T (VA) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Abadi T1** | **Cinta Damai T2** | **Persada T3** | **Sehati T4** | **Pasis T5** | **Melati T6** | **Kejawen T7** |
| 1 | 450 | 1300 | 900 | 900 | 450 | 900 | 41500 |
| 2 | 900 | 1300 | 900 | 900 | 450 | 900 | |
| 3 | 1300 | 900 | 1300 | 900 | 450 | 1300 | |
| 4 | 900 | 450 | 900 | 900 | 450 | 2200 | |
| 5 | 900 | 900 | 900 | 900 | 1300 | 450 | |
| 6 | 2200 | 450 | 900 | 900 | 1300 | 1300 | |
| 7 | 1300 | 450 | 900 | 900 | 450 | 450 | |
| 8 | 900 | 450 | 900 | 1300 | 450 | 2200 | |
| 9 | 900 | 1300 | 900 | 1300 | 450 | 2200 | |
| 10 | 900 | 900 | 900 | 900 | 900 | 1300 | |
| 11 | | | 1300 | 4400 | 450 | 1300 | |
| 12 | | | | 900 | 900 | 900 | |
| 13 | | | | | 900 | | |

Sedangkan data daya total tersambung per fasa pelanggan dari gardu PB 0504 dapat dilihat pada tabel 3.5 sebagai berikut:

Tabel 3.5 Total Daya Tersambung Tiap Tiang

| Daya Total Tersambung (VA) | | | |
|---|---|---|---|
| **Tiang** | **R** | **S** | **T** |
| T1 | 10.250 | 14.650 | 10.650 |
| T2 | 10.650 | 18.100 | 8.400 |
| T3 | 13.100 | 25.500 | 10.700 |
| T4 | 12.350 | 26.100 | 15.100 |
| T5 | 18.300 | 25.650 | 8.900 |
| T6 | 7.550 | 21.200 | 15.400 |
| T7 | 4.000 | 22.750 | 41.500 |

### 3.3.6 Data Jenis Penghantar Kabel

Adapun data jenis-jenis kabel pada setiap tiang yang disuplai dari gardu PB 0504 seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel 3.7 Data Panjang dan Jenis Penghantar Antar Tiang Gardu PB 0504

| No | Dari | Ke | Jenis | Data Penghantar Diameter ($mm^2$) | Panjang (m) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | PB 0504 | T1 | LVTC | 3X70 | 55 |
| 2 | T1 | T2 | LVTC | 3X70 | 45 |
| 3 | T2 | T3 | LVTC | 3X70 | 50 |
| 4 | T3 | T4 | LVTC | 3X70 | 50 |
| 5 | T4 | T5 | LVTC | 3X70 | 45 |
| 6 | T5 | T6 | LVTC | 3X70 | 50 |
| 7 | T6 | T7 | LVTC | 3X70 | 50 |

### 3.3.7 Data Pengukuran Gardu Distribusi di Lapangan Sebelum Perbaikan

Pada tabel ini merupakan hasil dari pengukuran pada tegangan gardu PB 0504 dan Tegangan ujung tiang sebelum perbaikan seperti berikut:

Tabel 3.8 Tegangan Pada Gardu PB 0504 dan Tiang Ujung Sebelum Perbaikan

| Kode Gardu | Lokasi | Phasa | Tegangan Pada Panel (V) | Tegangan Pada Ujung Tiang (V) |
|---|---|---|---|---|
| PB 0504 | Pipa Jaya | R | 222 | 207 |
| | | S | 221 | 196 |
| | | T | 223 | 210 |

$\Delta V_R = \frac{222-207}{222}$ x 100% = 0,6%

$\Delta V_S = \frac{221-196}{221}$ x 100% = 11%

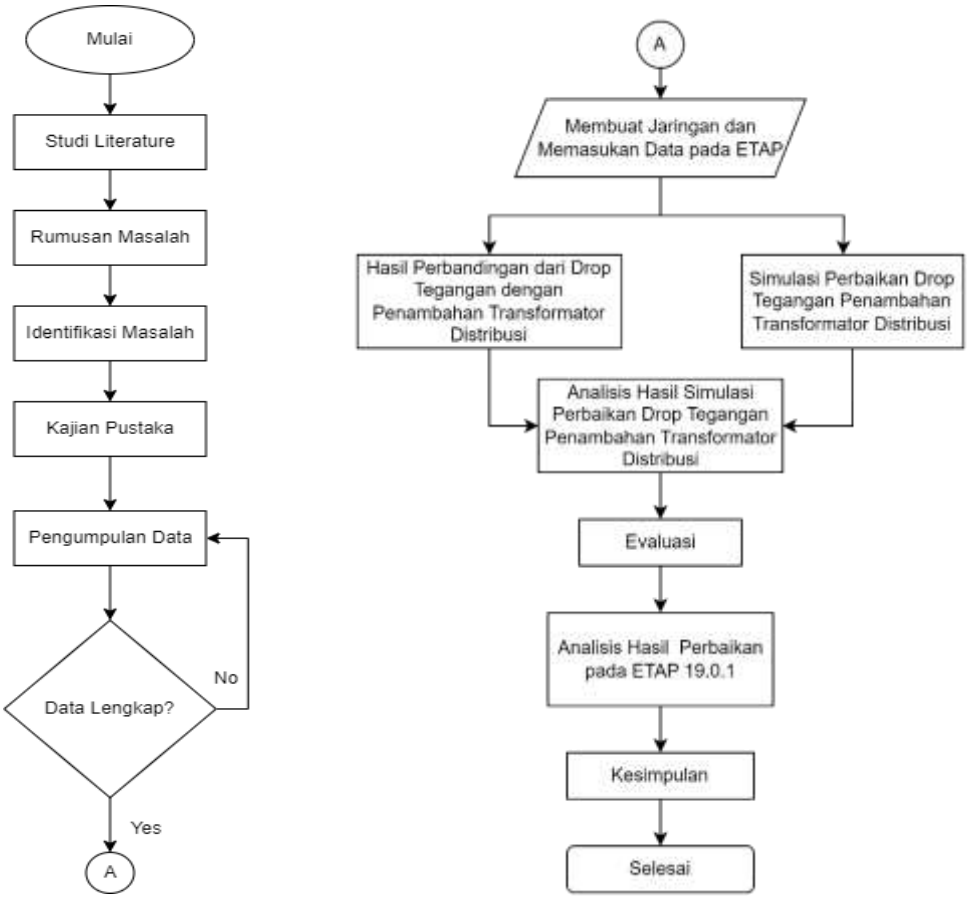
$\Delta V_T = \frac{223-210}{223}$ x 100% = 0,5%

Dari hasil pengukuran tersebut menunjukkan bahwa terjadinya drop tegangan pada jaringan distribusi phasa S tiang ujung (T7) dengan bertegangan 196 V yang disuplai oleh gardu PB 0504 dimana hasil perhitungan drop tegangan yaitu mencapai 11%. Artinya dengan presentase hasil tersebut merupakan drop tegangan yang cukup besar dan tidak sesuai dengan SPLN 72, 1987. Sesuai dengan standar yang telah ditentukan PLN

maka jaringan pada sistem distribusi tidak melebihi dari 10% drop tegangan. Salah satu solusi utama ialah dengan menambahkan transformator distribusi dengan sistem kerja di bagi dua beban yang sebelumnya itu gardu PB 0504. Penambahan transformator ini akan menjadi lebih baik pada kualitas tegangan penyaluran energi listrik ke rumah-rumah pelanggan.

### 3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur pada penelitian ini dibuat dalam bentuk *flowchart* yang dapat dilihat pada gambar 3.5 dibawah ini




Gambar 3.5 *Flowchart* Prosedur Penelitian

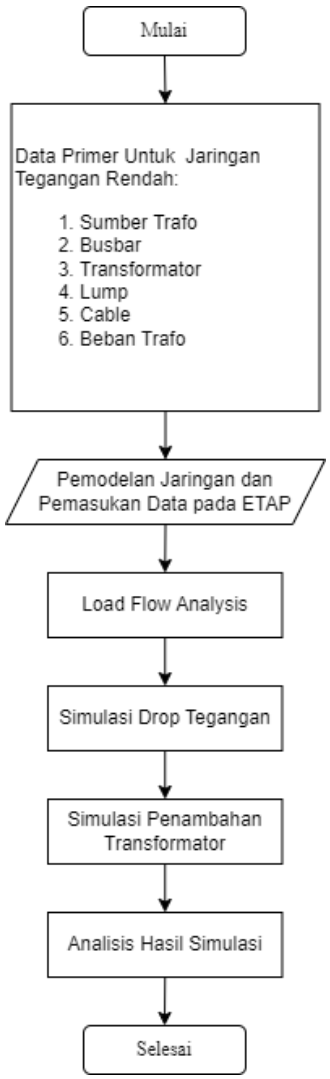
*Flowchart* pada **Gambar 3.5** merupakan gambaran proses penelitian atau analisis terkait drop tegangan dengan penambahan transformator distribusi di ULP Rayon Kenten Palembang. dimulai dengan studi literature untuk mencari referensi terkait penelitian yang diambil, penentuan rumusan masalah dan membuat kajian

pustaka. Kemudian, mencari data untuk peneliti, dengan mencakup pengumpulan informasi seperti *Single Line Diagram* penyulang Kacer, *Single Line Diagram* Gardu Distribusi, Daftar trafo penyulang kacer, Gambar gardu ke tiang-tiang JTR, Jenis penghantar kabel, Pengukuran gardu distribusi sebelum perbaikan.

Data tersebut kemudian diolah, dilakukan ke dalam software ETAP 19.0.1 yang digunakan untuk simulasi perbaikan. Selain itu dilakukan juga simulasi penambahan transformator distribusi untuk mengetahui bahwa bisa memperbaiki terjadinya drop tegangan. Hasil tersebut digunakan untuk menyusun laporan analisis perbaikan drop tegangan pada jaringan distribusi dengan menambahkan transformator. Setelah analisis selesai, proses terakhir adalah membuat kesimpulan berdasarkan temuan dari hasil penelitian. Oleh karena itu, *Flowchart* diatas tersebut merupakan pendekatan yang terstruktur untuk memahami drop tegangan di jaringan distribusi, menganalisis perbaikan drop tegangan dan penambahan transformator.

### 3.5 Simulasi Menggunakan ETAP 19.0.1

Pada simulasi menggunakan software ETAP 19.0.1 digunakan untuk membuat jaringan berupa *Single Line Diagram* dan untuk mengetahui operasi sistem.




Gambar 3.6 *Flowchart* Simulasi Drop Tegangan dan Penambahan Transformator

*Flowchart* pada **Gambar 3.7** merupakan alur untuk melakukan simulasi drop tegangan dan penambahan transformator menggunakan software ETAP 19.0.1. Penjelasan tahapannya adalah sebagai berikut:

1. Membuat Jaringan *Single Line Diagram*

   *Single Line Diagram* yang digunakan berdasarkan data yang telah didapatkan dari ULP Rayon Kenten Palembang, dengan ini memiliki single line gardu distribusi dan membuat single line diagram jaringan tegangan rendah berupa dari gardu ke tiang-tiang jaringan tegangan rendah.

2. Analysis Load Flow

Sebelum melakukan simulasi drop tegangan, perlu adanya analisis *load flow* untuk mengetahui operasi jaringan sebelum drop tegangan. Dengan ini dilakukan karna memastikan hasil *load flow* menunjukkan kondisi yang sesuai tanpa adanya eror

3. Simulasi Drop Tegangan

   Simulasi drop tegangan dilakukan untuk mengetahui apakah tegangan tersebut sesuai menjadi drop atau tidak, dan jika terjadi drop tegangan maka akan terlihat presentase drop yang terjadi.

4. Simulasi Penambahan Transformator

   Simulasi penambahan transformator dilakukan agar tidak terjadinya drop tegangan lagi dengan menambahkan transformator. Seberapa efisien dan keakuratan jika dengan menambahkan transformator dalam memperbaiki drop tegangan tersebut.