

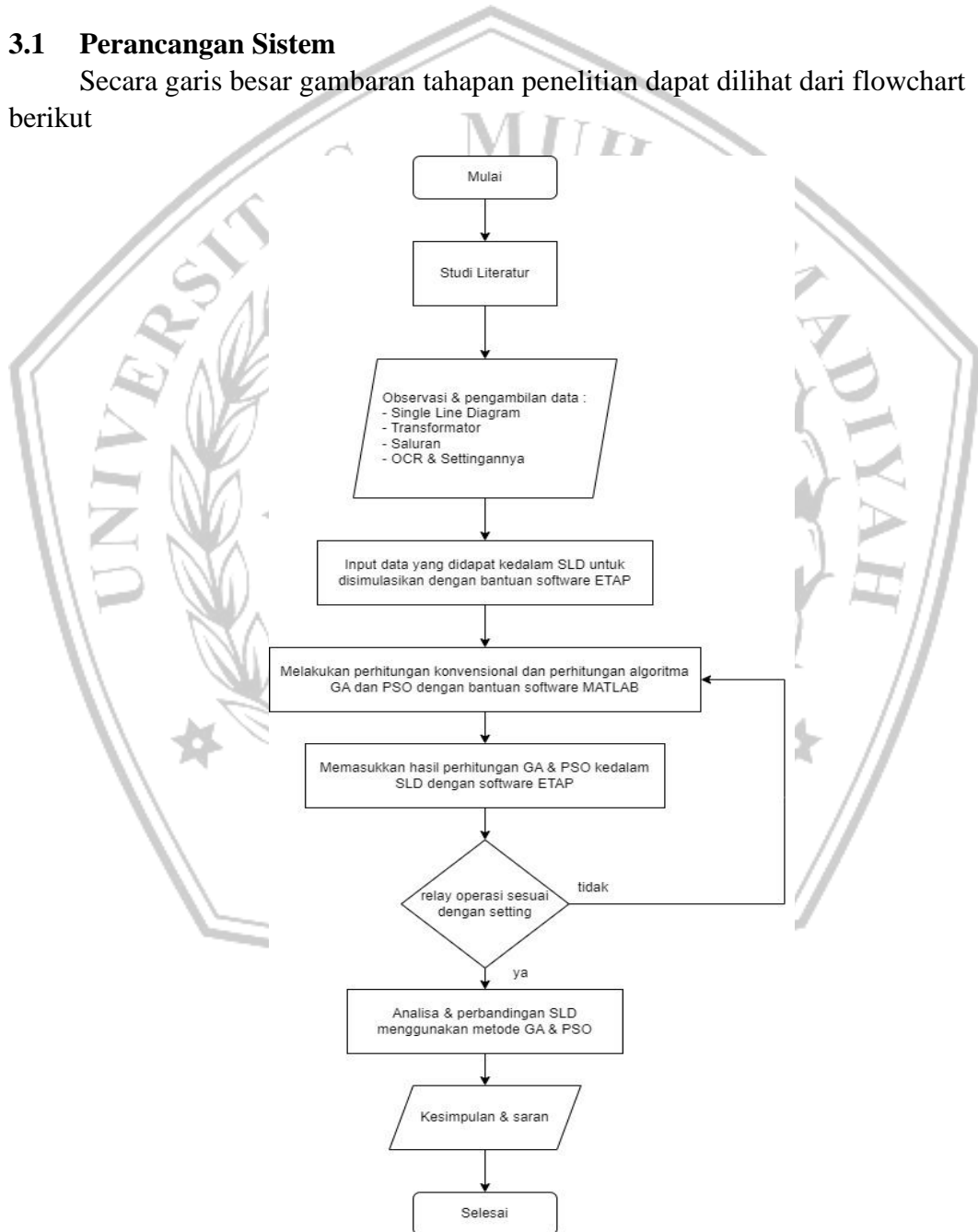
## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

Hal yang berkaitan pada sistem kelistrikan gardu induk Bulukandang data lapangan serta analisa perhitungan koordinasi OCR dengan perbandingan metode *Genetic Algorithm (GA)* dan *Particle Swarm Optimization (PSO)* menggunakan MATLAB dan ETAP akan di bahas di bab ini.

#### 3.1 Perancangan Sistem

Secara garis besar gambaran tahapan penelitian dapat dilihat dari flowchart berikut

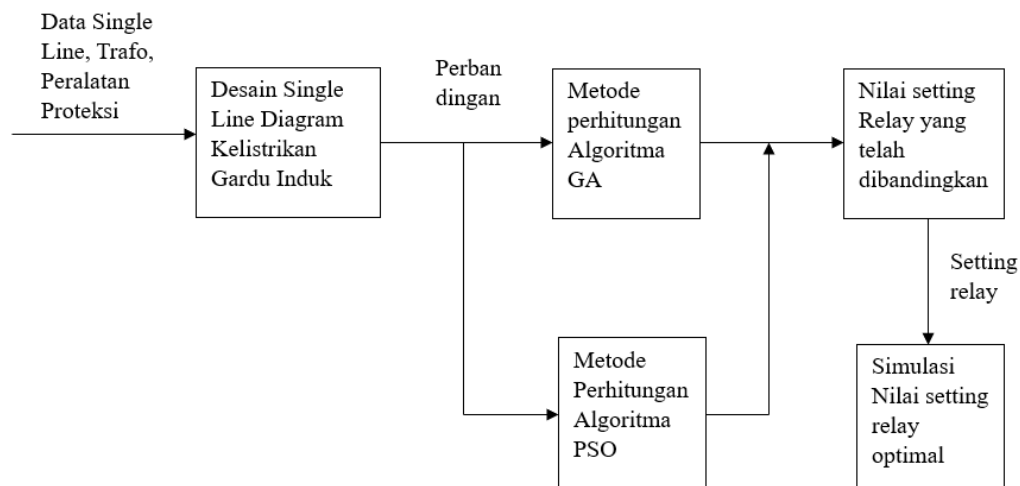


**Gambar 3.1** Flowchart Penelitian

Flowchart diatas menjelaskan sistematis penelitian, dimulai dengan studi literatur atau pengumpulan tinjauan yang berkaitan dengan permasalahan yang dibahas, langkah berikutnya melakukan penelitian serta pengambilan data pada gardu induk Bulukandang, setelah didapat data yang akan diolah, dengan bantuan aplikasi ETAP maka diinputkan kedalam single line diagram untuk diambil data parameter, yang mana akan dijadikan acuan untuk optimasi baik secara konvensional maupun optimasi dengan metode GA dan PSO menggunakan software MATLAB. Setelah didapatkan hasil nilai setting yang optimal nilai tersebut akan di aplikasikan kembali pada SLD, yang kemudian dilakukan analisa apakah sudah bekerja dengan optimal atau minimum, jika belum optimal maka akan dilakukan proses optimasi yang sama lagi hingga didapatkan nilai yang diinginkan. Apabila relay sudah memenuhi target maka akan dilakukan perbandingan dengan beberapa metode yang sudah dipakai dan akan ditarik kesimpulan.

### 3.2 Blok Diagram Model Sistem

Secara garis besar penelitian dapat dilihat seperti gambar berikut



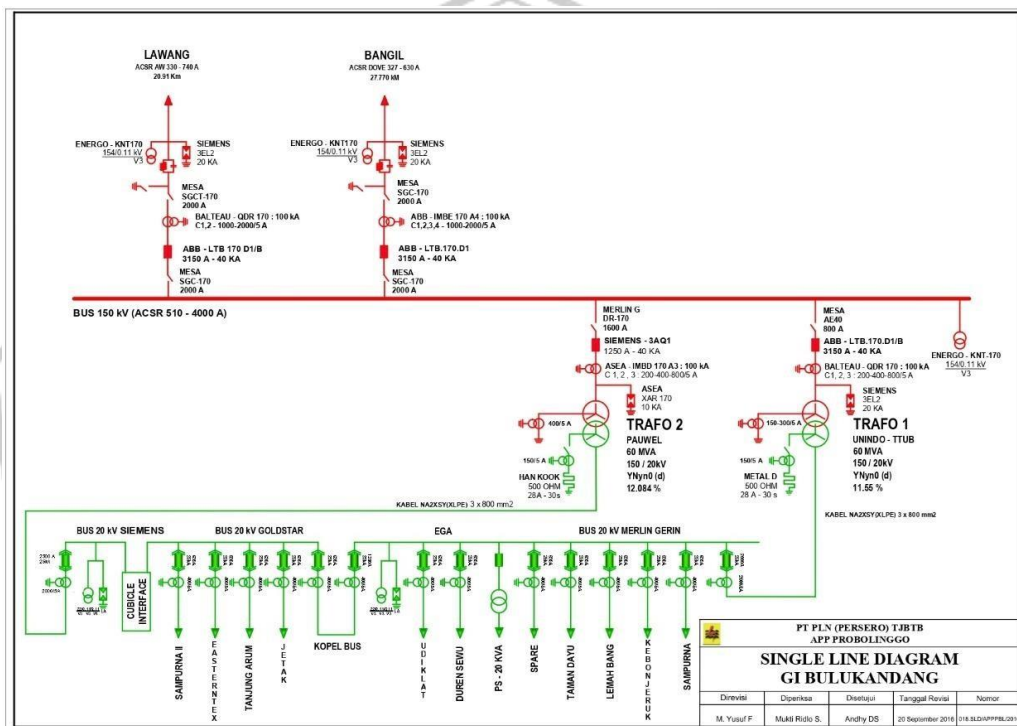
**Gambar 3.2** Diagram Blok Model Sistem Koordinasi Relay

Berdasarkan gambar 3.2 diatas dijelaskan untuk alur pemodelan sistem yang akan dilakukan untuk penelitian ini, pertama dimulai dari mengambil semua

data yang dibutuhkan, diikuti dengan membuat desain single line diagram, selanjutnya melakukan optimasi dengan metode yang dikehendaki dan membandingkannya setelah nilai setting relay diperoleh yang paling optimal maka disimulasikan pada SLD (Single Line Diagram) dengan bantuan ETAP supaya dapat dilihat performanya.

### 3.3 Data Gardu Induk Bulukandang

#### 3.3.1 Data SLD



Gambar 3.3 SLD Gardu Induk Bulukandang

Peran SLD sangat penting guna menganalisa koordinasi relay sebab didalam SLD memuat informasi tentang aliran sistem kelistrikan dari pusat hingga ke penyulang.

#### 3.3.2 Data Trafo

Penelitian ini menggunakan trafo pada gardu induk Bulukandang berjumlah dua buah yang saling beroperasi untuk memenuhi kebutuhan ke penyulang, yang mana memiliki karakteristik sebagai berikut :

Tabel 3.1 Data Trafo 1

| Data Trafo 1 |        |
|--------------|--------|
| Merk         | UNINDO |

|                  |           |
|------------------|-----------|
| Nomor seri       | P060LE673 |
| Kapasitas        | 60 MVA    |
| Tegangan Nominal | 170 KV    |
| Tegangan HV      | 150 KV    |
| Arus Nominal HV  | 20 KV     |
| Tegangan LV      | 230,9 A   |
| Arus Nominal LV  | 1732,1 A  |

**Tabel 3.2** Data Trafo 2

| Data Trafo 2     |            |
|------------------|------------|
| Merk             | PAUWELS    |
| Nomor seri       | 3011140057 |
| Kapasitas        | 60 MVA     |
| Tegangan Nominal | 170 KV     |
| Tegangan HV      | 150 KV     |
| Arus Nominal HV  | 20 KV      |
| Tegangan LV      | 230,9 A    |
| Arus Nominal LV  | 1732 A     |

### 3.3.3 Data Relay OCR

Perbedaan data relay OCR serta nilai settingannya disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing penyulang, memiliki spesifikasi sebagai berikut :

**Tabel 3.3** Setting OCR Trafo 1 sisi HV

| Data OCR Trafo 1 sisi HV |                  |
|--------------------------|------------------|
| Merk                     | Schneider        |
| Tipe                     | MICOM P122       |
| Nomor Seri               | 36262524/11/13   |
| Rasio CT (P/S)           | 400/5 A          |
| Kelas CT                 | 5P20             |
| Karakteristik Kurva      | Standart Inverse |
| Arus Pickup              | 3,82 A           |

|     |        |
|-----|--------|
| TDS | 0,28 s |
|-----|--------|

**Tabel 3.4** Setting OCR Trafo 1 sisi LV

| Data OCR Trafo 1 sisi LV |                  |
|--------------------------|------------------|
| Merk                     | Schneider        |
| Tipe                     | MICOM P122       |
| Nomor Seri               | 36251289/09/13   |
| Rasio CT (P/S)           | 2000/5 A         |
| Kelas CT                 | 5P20             |
| Karakteristik Kurva      | Standart Inverse |
| Arus Pickup              | 5,52 A           |
| TDS                      | 0,2 s            |

**Tabel 3.5** Setting OCR Trafo 2 sisi HV

| Data OCR Trafo 2 sisi HV |                  |
|--------------------------|------------------|
| Merk                     | Schneider        |
| Tipe                     | MICOM P122       |
| Nomor Seri               | 36262523/11/13   |
| Rasio CT (P/S)           | 400/1 A          |
| Kelas CT                 | 5P20             |
| Karakteristik Kurva      | Standart Inverse |
| Arus Pickup              | 3,76 A           |
| TDS                      | 0,27 s           |

**Tabel 3.6** Setting OCR Trafo 2 sisi LV

| Data OCR Trafo 2 sisi LV |                |
|--------------------------|----------------|
| Merk                     | Schneider      |
| Tipe                     | MICOM P122     |
| Nomor Seri               | 36262525/11/13 |
| Rasio CT (P/S)           | 2000/5 A       |
| Kelas CT                 | 5P20           |

| Karakteristik Kurva | Standart Inverse |
|---------------------|------------------|
| Arus Pickup         | 5,54 A           |
| TDS                 | 0,2 A            |

### 3.4 Full Load Ampere (FLA)

FLA atau arus beban maksimum adalah banyaknya arus yang mengalir kedalam sebuah sistem dengan kondisi beban yang sepenuhnya aktif. FLA sendiri dihitung untuk mendapat nilai guna diperhitungkan sebagai acuan nominal relay sehingga sistem dapat berfungsi dengan semestinya. Nilai FLA juga berguna untuk acuan jumlah short circuit yang mengalir ke ground. Berikut tahapan untuk melakukan Analisa aliran daya :

- Membuat single line diagram serta memasukkan data berupa spesifikasi dan nilai komponen didalamnya.
- Pada software ETAP pilih menu *load flow analysis tools*.
- *Run Load Flow*

### 3.5 Gangguan Hubung Singkat ( Short Circuit )

Identifikasi short circuit sangat penting guna menentukan nilai arus minimum agar relay bisa beroperasi ketika gangguan terjadi, dan juga sistem memiliki kemampuan anti-interfensi. berikut tahapan untuk memnentukan nominal short circuit :

- Membuat simulasi single line diagram serta memasukkan data berupa spesfikasi dan nilai komponen didalamnya.
- Pada software ETAP pilih menu *short circuit analysis*.
- Running program.

### 3.6 Perhitungan Setting Arus Pickup Pada Relay OCR

Berfungsi untuk relay OCR yang bekerja ketika terjadinya gangguan guna memperoleh hasil yang optimum untuk arus minimum, dengan persamaan :

$$I_{Pickup} = I_{Set} / Rasio CT, \text{ lalu dibatasi dengan persamaan } PS_{i,min} \leq PS_i \leq PS_{i,max} .$$

### 3.7 Perhitungan Time Dial Setting

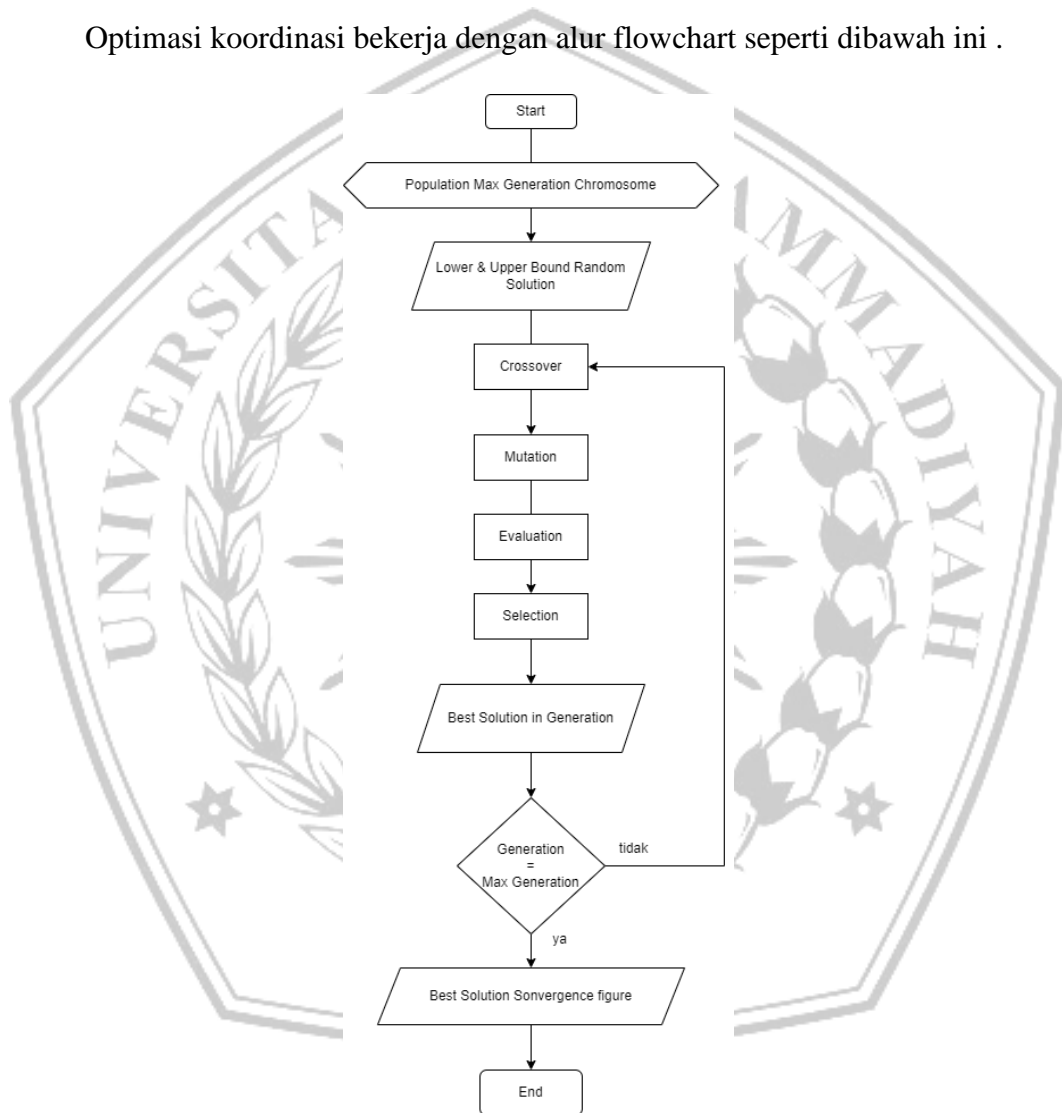
Untuk mengoptimalkan nilai waktu tunda minimum relay OCR sebelum aktif maka harus menentukan setting arus pickup, dapat dilakukan dengan persamaan

$$TDS = \frac{T_{op} * \gamma * \left[ \left( \frac{I_{fc}}{I_{Set}} \right)^\beta - 1 \right]}{\alpha}$$

lalu dibatasi dengan  $TDS_{i,min} \leq TDS_i \leq TDS_{i,max}$

### 3.8 Perhitungan Optimasi Genetic Algorithm

Optimasi koordinasi bekerja dengan alur flowchart seperti dibawah ini .



**Gambar 3.4** Flowchart Optimasi GA

Dengan menggabungkan secara acak berbagai pilihan solusi terbaik di dalam suatu kumpulan untuk mendapatkan generasi solusi terbaik berikutnya yaitu pada suatu kondisi yang memaksimalkan kecocokannya atau lazim disebut

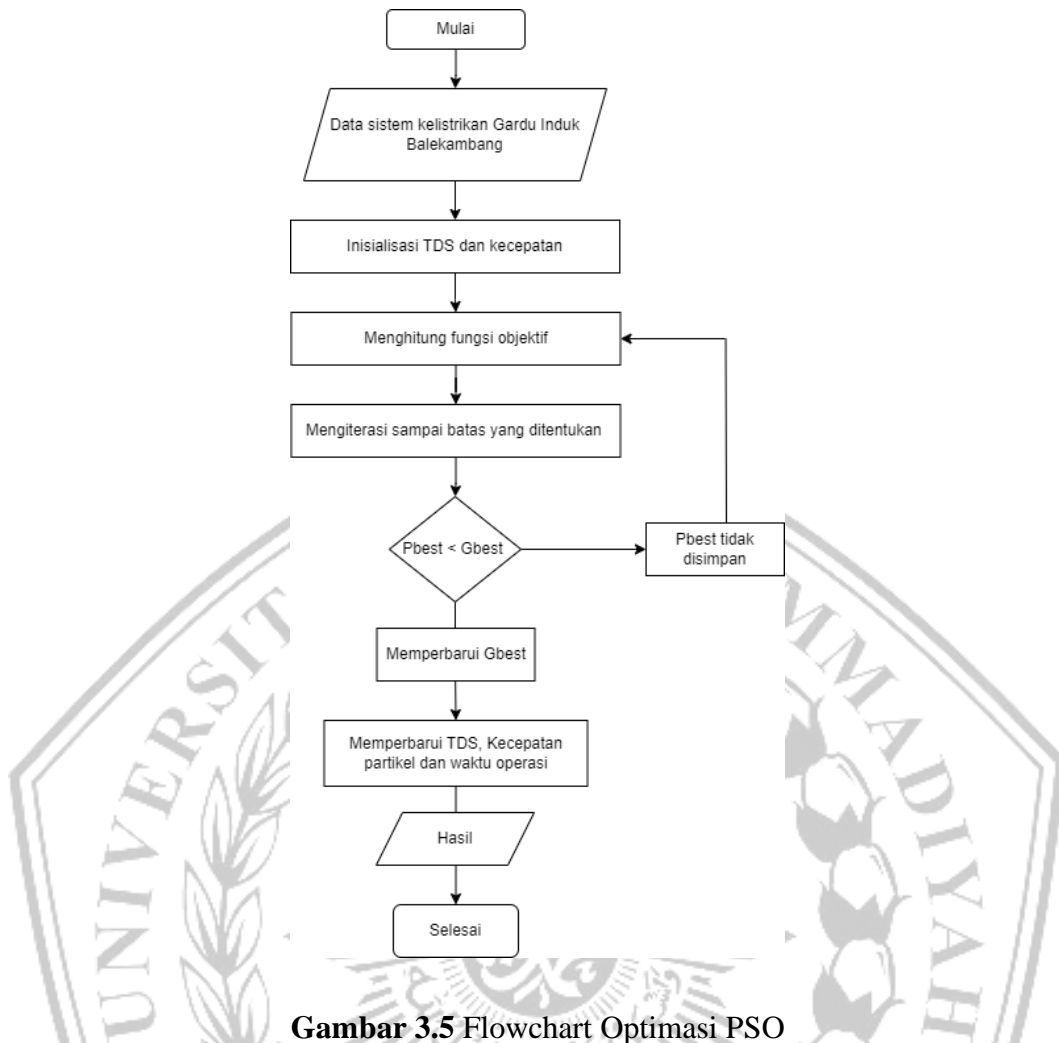
fitness. Generasi ini akan merepresentasikan perbaikan – perbaikan pada populasi awalnya. Dengan melakukan proses ini secara berulang, algoritma ini diharapkan dapat mensimulasikan proses evolusioner. Pada akhirnya, akan didapatkan solusi-solusi yang paling tepat bagi permasalahan yang dihadapi. Pada proses crossover, terjadi persilangan dua chromosome untuk menghasilkan keturunan yang lebih baik dari induknya. Dalam kasus ini crossover berfungsi untuk mencari solusi dari permasalahan.

Kemudian setelah crossover masuk ke dalam mutation. Saat melalui proses mutation, solusi dari permasalahan yang dilakukan pada proses crossover akan dimodifikasi untuk menuju ke solusi yang lebih baik lagi. dalam kasus genetik manusia, proses mutasi dapat dapat mengubah jenis rambut, warna kulit, bentuk tubuh dan lain-lain. Kemudian tahap berikutnya adalah evaluation. Pada tahap evaluation, fungsi objektif akan dimasukkan sebagai evaluasi dari berbagai solusi yang telah dimodifikasi di proses mutation. Sehingga evaluation akan menilai seluruh solusi dari mutation. Kemudian pada selection, akan dipilih satu solusi terbaik berdasarkan penilaian evaluation

### **3.9 Perhitungan Optimasi *Particle Swarm Optimization***

Pada penelitian ini menggunakan dua buah metode untuk optimasinya, yang kedua adalah dengan menggunakan PSO, untuk tahapannya dapat dilihat dari flowchart dibawah ini.





**Gambar 3.5** Flowchart Optimasi PSO

kinerja PSO dalam menghasilkan nilai optimal yang dibutuhkan dalam penelitian. Dimulai dengan memasukkan data seperti: FLA atau full load amps, rasio sekunder dan primer pada trafo arus, tegangan pada bus HV, daya trafo dan juga setting waktu. Gangguan yang dipakai untuk pengoptimalan adalah gangguan 3 fasa. Kemudian inialisasi posisi  $X_i(t)$  dirubah menggunakan variabel dari TDS dan kecepatan  $V_i(t)$  pada setiap partikel. Selanjutnya menjalankan perhitungan fungsi objektif seperti persamaan  $OF = \sum_{i=1}^n t_i(X_{close} - in)$  dimana nilai  $n$  adalah total rele dan nilai  $i$  adalah rele ke- $n$ . Variabel nilai  $t$  yang akan dioptimalkan untuk mendapatkan nilai minimum yang digunakan sebagai waktu operasi relay.

Tahapan selanjutnya melakukan iterasi pada bagian keputusan apakah Pbest kurang dari Gbest apabila sudah benar maka akan merubah Gbest dan juga melakukan update pada nilai TDS. Apabila belum maka nilai Pbest Data Sistem

Gardu Induk Bulukandang tidak disimpan dan melakukan iterasi lanjutan hingga batas iterasi yang ditentukan tercapai. Kemudian setelah iterasi tercapai maka nilai terakhir dari Gbest, melakukan update pada nilai TDS. Hasil keluaran program PSO ini adalah menampilkan nilai TDS dan Iset relay.

