

**LAPORAN TAHUN TERAKHIR  
PENELITIAN DOSEN PEMULA**



**OPTIMASI PENGGANTIAN PENGHANTAR JARINGAN  
DISTRIBUSI PRIMER MENGGUNAKAN METODE *PARTICLE SWARM*  
*OPTIMIZATION* (PSO)**

**Tahun ke-1 dari rencana 1 tahun**

**TIM PENGUSUL**

**Muhammad Aris Risnandar, S.Pd., M.T.      NIDN. 0410048804**

**Diana Purwandari, M.Si.                      NIDN. 0410039001**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH TASIKMALAYA**

**Oktober 2016**

## HALAMAN PENGESAHAN

### HALAMAN PENGESAHAN

Judul : OPTIMASI PENGGANTIAN PENGHANTAR  
JARINGAN DISTRIBUSI PRIMER MENGGUNAKAN  
METODE PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (PSO)

**Peneliti/Pelaksana**  
Nama Lengkap : MUHAMMAD ARIS RISNANDAR, M.T  
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Tasikmalaya  
NIDN : 0410048804  
Jabatan Fungsional : Tidak Punya  
Program Studi : Teknik Elektro  
Nomor HP : 081323472737  
Alamat surel (e-mail) : aris\_elektro@umtas.ac.id

**Anggota (1)**  
Nama Lengkap : DIANA PURWANDARI M.Si  
NIDN : 0410039001  
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Tasikmalaya

**Institusi Mitra (jika ada)**  
Nama Institusi Mitra : -  
Alamat : -  
Penanggung Jawab : -  
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 1 tahun  
Biaya Tahun Berjalan : Rp 20,000,000  
Biaya Keseluruhan : Rp 20,000,000

Mengetahui,  
Dekan



(Drs. H. Khaerulkin, M.M.)  
NIP/NIK 761571

Kota Tasikmalaya, 31 - 10 - 2017  
Ketua,



( MUHAMMAD ARIS RISNANDAR, M.T)  
NIP/NIK 130915025

Menyetujui,  
Ketua LPPM



(Mujiarto, S.T., M.T.)  
NIP/NIK 130915001

## RINGKASAN

Penggantian penghantar pada jaringan distribusi listrik biasa dilakukan. Salah satu alasan penggantian penghantar tersebut yaitu usia pemakaian penghantar, perubahan kondisi beban, dll. Penentuan penggantian penghantar biasa dilakukan dengan cara manual dimana penggantian penghantar hanya dilakukan berdasarkan arus pada masing-masing cabang dan jatuh tegangan pada masing-masing titik beban. Kondisi ini terkadang menimbulkan kesalahan pemilihan penghantar jika dihubungkan dengan aspek ekonomi. Selain itu perhitungan pada jaringan yang cukup besar menimbulkan permasalahan baru yaitu kerumitan dalam perhitungan tersebut. Metode *Particle Swarm Optimization* (PSO) digunakan untuk memecahkan permasalahan tersebut. Hasil simulasi dalam penelitian ini menunjukkan adanya perubahan yang cukup signifikan antara penggantian penghantar menggunakan metode manual dan metode PSO. Selain itu metode PSO menunjukkan hasil bahwa penggantian penghantar tidak harus selalu dilakukan pada masing-masing cabang/saluran pada jaringan distribusi.

**Kata kunci** : jaringan distribusi listrik, optimasi, *Particle Swarm Optimization* (PSO), rugi-rugi daya

## **PRAKATA**

Alhamdulillah, akhirnya laporan tahun terakhir penelitian dengan judul **OPTIMASI PENGGANTIAN PENGHANTAR JARINGAN DISTRIBUSI PRIMER MENGGUNAKAN METODE *PARTICLE SWARM OPTIMIZATION* (PSO)** dapat terlaksana dengan baik meskipun masih banyak kekurangan.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari solusi penggantian penghantar jaringan distribusi primer menggunakan metode optimasi matematis khususnya PSO. Penelitian ini diawali dengan mengubah formulasi permasalahan ke dalam bentuk persamaan matematis, selanjutnya persamaan matematis tersebut diolah melalui metode PSO.

Secara umum penelitian ini telah selesai dilaksanakan, namun agar lebih detail maka diperlukan penambahan komponen perhitungan seperti *forecasting* beban, dll.

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
RINGKASAN .....	ii
PRAKATA.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	vii
BAB 1. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Manfaat Penelitian.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1. Sistem Distribusi .....	4
2.2. Rugi-Rugi Daya Jaringan Distribusi .....	5
2.3. Simulasi Aliran Daya .....	6
2.4. Biaya.....	7
2.5. Particle Swarm Optimization (PSO) .....	8
BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN .....	10
3.1. Tujuan Penelitian.....	10
3.2. Manfaat Penelitian.....	10
BAB 4. METODE PENELITIAN.....	11
4.1. Tahapan Penelitian .....	11
4.2. Lokasi Penelitian .....	12
4.3. Peubah yang Diamati.....	13
4.4. Model Penelitian.....	13
4.5. Rancangan Penelitian .....	14
4.6. Teknik Pengumpulan dan Analisis Data .....	15
BAB 5. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI.....	16
5.1. Hasil yang Dicapai .....	16
5.2. Luaran yang dicapai .....	20
BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN.....	21
6.1. Kesimpulan.....	21
6.2. Saran .....	21
DAFTAR PUSTAKA .....	22

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 5-1 Data Saluran/Cabang Jaringan Penyulang KBKT .....	17
Tabel 5-2 Data Beban Jaringan Penyulang KBKT .....	18
Tabel 5-3 Spesifikasi Penghantar yang Digunakan .....	18
Tabel 5-4 Pemilihan Tipe Penghantar Tanpa Optimasi .....	19
Tabel 5-5 Hasil Simulasi .....	19

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1. Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) (Bejo, 2013) .....	4
Gambar 2-2. Saluran Kabel Tegangan Menengah (SKTM) (Bejo, 2013).....	4
Gambar 2-3. Diagram Alur Simulasi Aliran Daya ( <i>Novialifiah, Soeprijanto, &amp; Wibowo, 2014</i> ).....	6
Gambar 2-4. Diagram Alur PSO ( <i>Risnandar, 2015</i> ) .....	9
Gambar 4-1. Diagram Alur Tahapan Penelitian .....	12
Gambar 4-2. Model Penelitian.....	14
Gambar 4-3. Diagram Alur Rancangan Penelitian .....	14
Gambar 5-1 Model Jaringan Penyulang KBKT .....	17

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran 1 Draft Jurnal
- Lampiran 2 Bukti Pengiriman Jurnal
- Lampiran 3 Manual Perhitungan (M-File MATLAB)



## **BAB 1. PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Perencanaan jaringan distribusi tenaga listrik yang optimum merupakan salah satu hal yang sangat penting bagi pakar ketanagalistrikan. Hal ini disebabkan karena jaringan distribusi tenaga listrik melayani konsumen secara langsung. Dalam pelayanan tersebut, diperlukan adanya perencanaan yang baik dimana perencanaan tersebut memenuhi kendala operasional yang spesifik dan ditandai dengan total biaya minimum (investasi dan biaya operasional). Rugi daya pada jaringan pun menjadi bagian penting dalam kerugian pelayanan jaringan distribusi (Kalesar, 2014).

Penggantian jenis penghantar pada jaringan distribusi tenaga listrik menjadi hal yang wajar dilakukan. Beberapa alasan penggantian tersebut diantaranya karena usia pakai yang telah mencapai batas pemakaian dan perubahan kondisi beban. Namun, dalam penggantian penghantar jaringan distribusi perlu dilakukan kajian khusus dalam pemilihan penghantar tersebut.

Perubahan jenis penghantar dari saluran udara tegangan menengah (SUTM) menjadi saluran kabel tegangan menengah (SKTM) menjadi tren pada saat ini. Alasan perubahan jenis penghantar tersebut yaitu keselamatan dan estetika. Namun dalam penggantian tersebut berimbang pada biaya investasi jaringan distribusi itu sendiri.

Namun perencanaan jaringan distribusi tenaga listrik yang optimal memiliki banyak kendala, salah satunya pemilihan ukuran konduktor yang digunakan sehingga memberikan kerugian yang minimum masih perlu dikaji lebih lanjut (Mohammadian, Hagh, Babaei, & Khani, 2011).

Pemilihan penghantar tersebut memiliki permasalahan tersendiri. Setiap penghantar tersebut memiliki karakteristik masing-masing, diantaranya resistansi per satuan panjang, reaktansi per satuan panjang, kuat hantar arus (KHA), diameter penghantar dan biaya per satuan panjang (Legha, Noormohamadi, & Barkhori, 2015). Berdasarkan uraian tersebut, maka pemilihan penghantar tersebut tidak dapat dilakukan secara sembarangan.

Penggantian jenis penghantar ini biasanya dilakukan secara bertahap pada sebuah jaringan distribusi. Namun penggantian penghantar yang tidak tepat, mengakibatkan pada biaya investasi yang tidak efisien. Oleh karena itu diperlukan sebuah metode khusus dalam perencanaan penggantian penghantar jaringan distribusi ini.

Salah satu metode optimasi yang sering digunakan saat ini yaitu *particle swarm optimization* (PSO). Metode ini merupakan suatu metode heuristik yang mudah dalam pengaplikasiannya dimana tidak memerlukan algoritma komputasi yang rumit. Kemudahan ini berdampak pada singkatnya pencarian solusi yang dilakukan oleh metode ini. Namun, pemilihan parameter PSO yang tepat sangat diperlukan agar ruang pencarian solusi menjadi lebih efektif dan efisien (Purnomo, 2014).

## **1.2. Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menentukan penghantar yang tepat untuk meminimalkan biaya investasi dan biaya rugi-rugi daya pada jaringan distribusi.

Berdasarkan uraian tersebut, maka secara khusus rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana penentuan pemilihan penghantar pada jaringan distribusi dengan menggunakan PSO ?
2. Bagaimana kondisi jaringan setelah dilakukan penggantian penghantar berdasarkan simulasi aliran daya?

## **1.3. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian yang dilakukan yaitu memberikan solusi permasalahan penggantian penghantar pada jaringan distribusi primer menggunakan metode optimasi matematis khususnya *Particle Swarm Optimization* (PSO).

#### **1.4. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian yang dilakukan yaitu :

1. Menentukan metode pemilihan penghantar menggunakan PSO.
2. Mengetahui kondisi jaringan setelah dilakukan penggantian penghantar melalui simulasi aliran daya.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Sistem Distribusi

Sistem distribusi merupakan bagian sistem tenaga listrik yang menyalurkan daya dari gardu induk ke gardu distribusi yang kemudian disalurkan ke konsumen secara langsung.

Dalam menyalurkan tenaga listrik tersebut, sistem distribusi menyerap 45% biaya investasi keseluruhan (pembangkit, sistem transmisi, dan sistem distribusi). Biaya investasi tersebut meliputi jaringan tegangan menengah (JTM), jaringan tegangan rendah (JTR), dan trafo distribusi (Badaruddin & Kiswanto, 2015). Berdasarkan uraian tersebut, maka sistem distribusi memiliki nilai ekonomi yang tinggi sehingga diperlukan metode khusus dalam perencanaan operasi sistem tersebut.

Penyaluran daya jaringan tegangan menengah terdiri dari dua buah jenis saluran, yaitu (Badaruddin & Kiswanto, 2015):

1. Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM)

SUTM merupakan saluran yang memiliki kawat penghantar yang diletakkan di udara melalui tiang-tiang penyangga. Saluran ini biasanya menggunakan kawat telanjang sebagai penghantar.

2. Saluran Kabel Tegangan Menengah (SKTM)

SKTM merupakan saluran yang memiliki kawat penghantar yang diletakkan di dalam tanah. Saluran ini biasanya menggunakan kawat yang berisolasi penuh (kabel) sebagai penghantar.



Gambar 2-1. Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) (Bejo, 2013)



Gambar 2-2. Saluran Kabel Tegangan Menengah (SKTM) (Bejo, 2013)

## 2.2. Rugi-Rugi Daya Jaringan Distribusi

Penyaluran daya listrik dari sisi sumber (pembangkit) ke konsumen yaitu melalui sebuah jaringan. Adapun klasifikasi jaringan yang digunakan di Indonesia pada umumnya terbagi menjadi dua bagian besar yaitu jaringan transmisi dan jaringan distribusi. Jaringan distribusi pun terbagi menjadi dua, yaitu jaringan distribusi primer dan jaringan distribusi sekunder. Jaringan distribusi primer merupakan suatu jaringan yang menghubungkan trafo gardu induk ke trafo-trafo distribusi.

Dalam penyaluran daya tersebut selalu terjadi rugi-rugi daya akibat resistansi dari penghantar itu sendiri (Waluyo, Soenarjo, & Akbar, 2012). Rugi-rugi daya tersebut dapat dikatakan sangat merugikan meskipun hal tersebut tidak dapat dihindari dalam penyaluran daya listrik tersebut.

Berdasarkan uraian tersebut, maka secara umum rugi-rugi daya pada suatu penghantar dapat ditulis :

$$P_{loss} = I^2R \quad (2.1)$$

Dimana :

$P_{loss}$  : rugi-rugi daya (Watt)

$I$  : arus pada penghantar (Ampere)

$R$  : tahanan penghantar ( $\Omega$ )

Dengan memperhatikan persamaan (2.1), maka arus pada penghantar sangat mempengaruhi rugi-rugi daya dalam penghantar itu sendiri. Selain itu tahanan jenis penghantar mempengaruhi besarnya rugi-rugi dalam sistem tersebut.

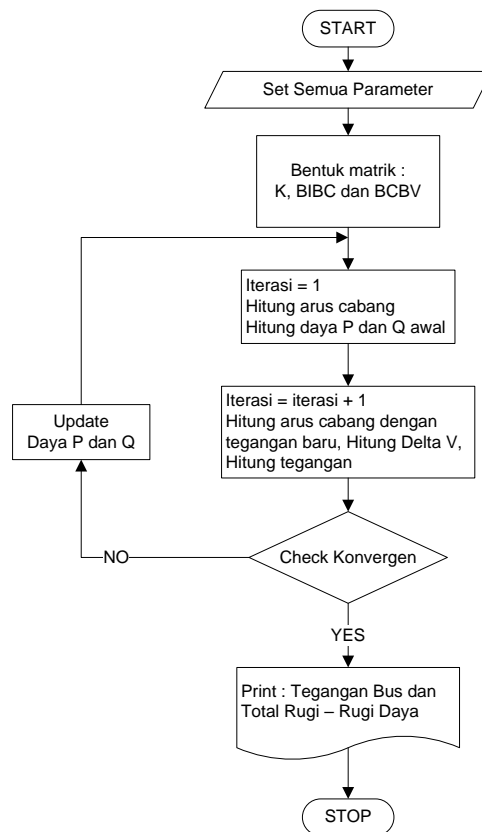
Penggunaan penghantar yang tepat dalam penyaluran daya tersebut merupakan suatu hal yang mendasar dalam mengurangi rugi-rugi daya tersebut. Oleh karena itu, pemilihan penghantar tidak dapat dilakukan secara sembarang karena dengan pemilihan penghantar yang kurang tepat maka akan berdampak pada kurang efisiensinya penyaluran daya tersebut. Dengan memilih penghantar yang terlalu baik, maka berdampak pada besarnya biaya yang harus dikeluarkan dalam investasi penghantar tersebut. Sebaliknya, jika memilih penghantar yang terlalu buruk maka berdampak pada besarnya biaya akibat rugi-rugi daya tersebut.

Selain itu usia penghantar dalam sebuah jaringan listrik mempengaruhi kondisi jaringan, salah satu akibat dari usia penghantar yang sudah menua yaitu keandalan penghantar tersebut yang mengakibatkan rugi-rugi yang lebih besar karena nilai susut tegangan menjadi lebih tinggi (Supratno & H.).

### 2.3. Simulasi Aliran Daya

Jaringan distribusi yang digunakan di Indonesia, baik sistem distribusi primer maupun sistem distribusi sekunder banyak menggunakan topologi jaringan radial. Dimana perhitungan aliran daya pada jaringan radial memiliki kekhasan tersendiri (Kitta, 2003). Metode perhitungan aliran daya yang sering digunakan dalam topologi jaringan radial yaitu metode *Backward-Forward Sweep* atau metode Topologi Jaringan Radial.

Adapun langkah-langkah simulasi aliran daya yang digunakan yaitu (Novialifiah, Soeprijanto, & Wibowo, 2014):



Gambar 2-3. Diagram Alur Simulasi Aliran Daya (Novialifiah, Soeprijanto, & Wibowo, 2014)

## 2.4. Biaya

### 2.4.1. Biaya Investasi

Biaya modal atau investasi yaitu biaya yang harus dikeluarkan dalam sebuah investasi. Biaya tersebut tidak dipengaruhi apakah usaha tersebut berjalan atau tidak. Biaya modal per satuan energi akan menurun (kecil) jika energi yang dihasilkan dari usaha tersebut meningkat. (Culp Jr., 1989).

Biaya investasi penghantar dalam penelitian ini mengacu pada biaya investasi penghantar berdasarkan penelitian (Kalesar, 2014). Sehingga biaya investasi jaringan distribusi akibat penggantian penghantar dapat ditulis :

$$C_{inv} = \sum_{j=1}^L \alpha \times A_{(j,k)} \times C_{(j,k)} \times Len_{(j)} \quad (2.2)$$

Dimana :

$\alpha$  = faktor depresiasi

$A_{(j,k)}$  = luas penampang penghantar tipe  $k$  pada cabang  $j$  ( $\text{mm}^2$ )

$C_{(j,k)}$  = harga penghantar tipe  $k$  pada cabang  $j$  ( $\text{Rp}/\text{mm}^2/\text{km}$ )

$Len_{(j)}$  = panjang penghantar pada cabang  $j$  (km)

### 2.4.2. Biaya Rugi-Rugi Daya

Rugi-rugi daya pada jaringan distribusi merupakan bagian yang tidak terpisahkan dalam penyaluran tenaga listrik. Adapun biaya rugi-rugi daya per tahun pada jaringan distribusi mengacu pada (Kalesar, 2014). Sehingga biaya rugi-rugi daya pada jaringan distribusi dapat ditulis :

$$C_{loss} = \sum_{j=1}^L Ploss_{(j,k)} \times (K_p + K_E \times 8760 \times F_{LS}) \quad (2.3)$$

Dimana :

$Ploss_{(j,k)}$  = rugi-rugi daya aktif pada cabang  $j$  dengan tipe penghantar  $k$  (kW)

$K_p$  = Biaya rugi-rugi daya tahunan ( $\text{Rp}/\text{kW}$ )

$K_E$  = Biaya rugi-rugi energi tahunan ( $\text{Rp}/\text{kWh}$ )

$F_{LS}$  = Faktor rugi-rugi

## 2.5. Particle Swarm Optimization (PSO)

*Particle Swarm Optimization* (PSO) merupakan salah satu metode optimasi yang terinspirasi dari perilaku sosial binatang. Dalam hal ini PSO mempelajari perilaku sosial binatang dalam sebuah kawan (populasi). Metode PSO mulai diperkenalkan pada tahun 1995 oleh Eberhart dan Kennedy dan banyak digunakan hingga sekarang dalam sebuah pencarian solusi matematis yang rumit. Pergerakan pencarian solusi yang dilakukan dalam metode ini yaitu mengadopsi tentang perilaku posisi partikel dalam sebuah populasi tersebut. Pergerakan tersebut dipengaruhi oleh lingkungannya berupa pembelajaran terhadap dirinya sendiri (*cognitive learning*) dan pembelajaran terhadap lingkungannya (*social learning*) (Purnomo, 2014).

Adapun proses pencarian posisi untuk masing-masing partikel tersebut dipengaruhi oleh kecepatan partikel  $v$  tersebut dan dapat ditulis :

$$v_i^{t+1} = v_i^t + c1r1(Pbest_i^t - x_i^t) + c2r2(Gbest^t - x_i^t) \quad (2.4)$$

Dimana :

$v_i^{t+1}$  = kecepatan partikel  $i$  untuk iterasi selanjutnya ( $t + 1$ )

$v_i^t$  = kecepatan partikel  $i$  pada iterasi  $t$

$c1, c2$  = *cognitive learning* dan *social learning* partikel

$r1, r2$  = nilai random  $[0,1]$

$Pbest_i^t$  = posisi terbaik masing-masing partikel  $i$  pada iterasi  $t$

$Gbest^t$  = posisi terbaik dari seluruh partikel pada iterasi  $t$

$x_i^t$  = posisi partikel  $i$  pada iterasi  $t$

Selanjutnya posisi partikel yang baru untuk setiap iterasi dapat ditulis :

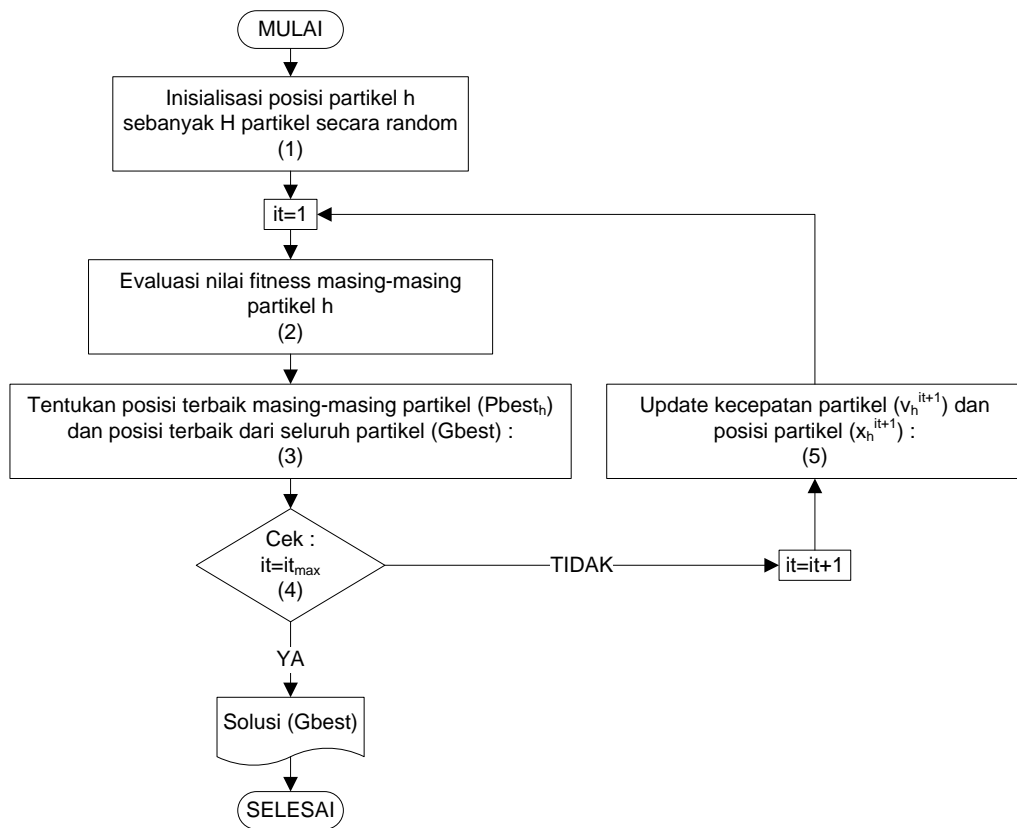
$$x_i^{t+1} = x_i^t + v_i^{t+1} \quad (2.5)$$

Dimana :

$x_i^{t+1}$  = posisi partikel  $i$  pada iterasi selanjutnya ( $t + 1$ )

Adapun langkah-langkah optimasi PSO dapat digambarkan sebagai berikut (Risnandar, 2015) :





Gambar 2-4. Diagram Alur PSO (Risnandar, 2015)

Adapun kekurangan dalam metode PSO, yaitu menentukan parameter yang tepat agar proses pencarian solusi dapat berjalan dengan optimal (Risnandar, 2015).

## **BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN**

### **3.1. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian yang dilakukan yaitu :

1. Menentukan metode pemilihan penghantar menggunakan PSO.
2. Mengetahui kondisi jaringan setelah dilakukan penggantian penghantar melalui simulasi aliran daya.

### **3.2. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian yang dilakukan yaitu memberikan solusi permasalahan penggantian penghantar pada jaringan distribusi primer menggunakan metode optimasi matematis khususnya *Particle Swarm Optimization* (PSO).

## BAB 4. METODE PENELITIAN

### 4.1. Tahapan Penelitian

Adapun tahapan penelitian yang digunakan pada penelitian ini yaitu :

#### 1. Koordinasi Kelembagaan

Pada tahap ini, koordinasi kelembagaan dilakukan guna mendapatkan data-data lapangan. Data lapangan tersebut akan diperoleh dari PT. PLN Area Tasikmalaya.

#### 2. Pengambilan Data

Pada tahap ini, pengambilan data dilakukan berdasarkan data jaringan, data beban, dan harga penghantar jaringan distribusi. Data tersebut diperoleh dari PT. PLN Area Tasikmalaya berdasarkan hasil wawancara dan data lapangan.

#### 3. Formulasi Matematis Permasalahan

Pada tahap ini, permasalahan utama yaitu biaya investasi dan biaya rugi-rugi daya harus dapat diformulasikan ke dalam persamaan matematis serta parameter-parameter yang mempengaruhinya. Dalam tahap ini juga ditentukan fungsi objektif penelitian berupa minimum total biaya (biaya investasi dan biaya rugi-rugi daya) beserta batasan-batasan optimasi berupa jatuh tegangan maksimal pada masing-masing titik beban serta arus beban maksimum yang dapat melewati penghantar.

#### 4. Metode Optimasi

Pada tahap ini, ditentukan diagram alur penggantian penghantar jaringan distribusi yang optimal dengan tujuan memperoleh biaya investasi dan biaya rugi-rugi daya yang minimal dengan menggunakan bantuan metode *Particle Swarm Optimization* (PSO).

#### 5. Simulasi

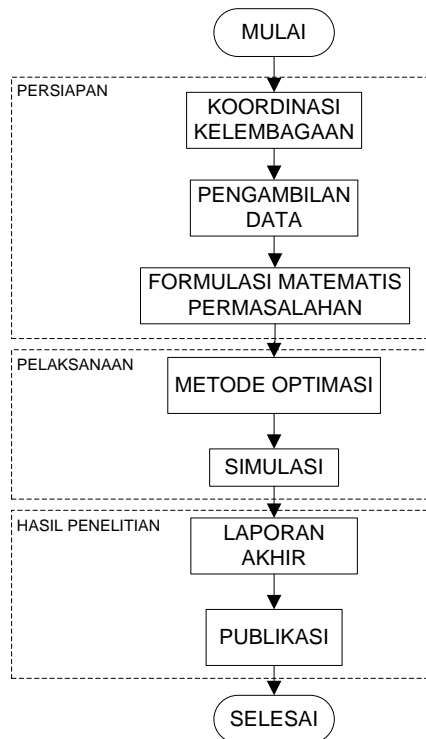
Pada tahap ini, dilakukan proses simulasi berdasarkan diagram alur penggantian jaringan distribusi yang optimal yang telah ditentukan sebelumnya.

## 6. Laporan Akhir

Pada tahap ini, dilakukan pembuatan laporan akhir yang memaparkan hasil dan analisis penelitian berupa pengantar yang akan diganti pada masing-masing cabang jaringan distribusi berdasarkan hasil optimasi serta pembahasan mengenai kondisi jaringan setelah proses optimasi yang dilakukan. Dalam tahap ini dilakukan pula diskusi dengan pihak PLN mengenai kondisi jaringan setelah dilakukan proses optimasi.

## 7. Publikasi

Pada tahap ini, dilakukan pembuatan naskah jurnal ilmiah dan seminar hasil penelitian. Pembuatan jurnal ilmiah ini disesuaikan dengan format jurnal ilmiah yang dituju yaitu Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi (JNTETI).



Gambar 4-1. Diagram Alur Tahapan Penelitian

### 4.2. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu Laboratorium Komputer Universitas Muhammadiyah Tasikmalaya berdasarkan data-data yang diperoleh dari PT. PLN Area Tasikmalaya.

### 4.3. Peubah yang Diamati

Pemilihan penghantar jaringan distribusi menentukan besarnya rugi-rugi daya karena pengaruh tahanan penghantar  $R$ . Selain itu pemilihan penghantar pun mempengaruhi harga penghantar itu sendiri seperti diuraikan pada persamaan 2.2.

Dengan memperhatikan uraian tersebut, maka fungsi objektif dalam penelitian ini dapat ditulis :

$$\min TC = C_{inv} + C_{loss} \quad (4.1)$$

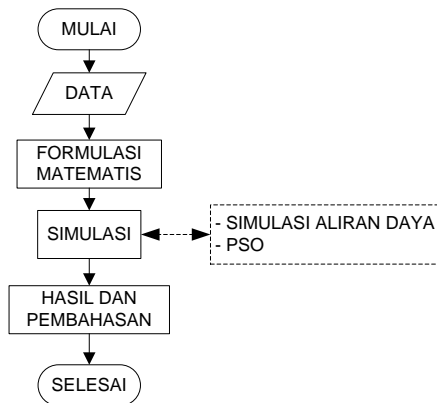
Sehingga secara lengkap, fungsi objektif pada penelitian ini dapat ditulis :

$$\begin{aligned} \min TC = & \sum_{j=1}^L \alpha \times A_{(j,k)} \times C_{(j,k)} \times Len_{(j)} \\ & + \sum_{j=1}^L Ploss_{(j,k)} \times (K_p + K_E \times 8760 \times F_{LS}) \end{aligned} \quad (4.2)$$

Dengan memperhatikan persamaan tersebut, maka peubah yang diamati dalam penelitian ini yaitu penghantar tipe  $k$ . Dimana perubahan penghantar tipe  $k$  tersebut, mempengaruhi total biaya secara keseluruhan. Total biaya minimum yang dijadikan fungsi objektif dalam penelitian ini yaitu total biaya minimum dalam satu tahun.

### 4.4. Model Penelitian

Model yang digunakan dalam penelitian ini merupakan simulasi optimasi berdasarkan data yang ada di lapangan. Data tersebut diperoleh dari PT. PLN Area Tasikmalaya. Adapun model penelitian yang digunakan yaitu :

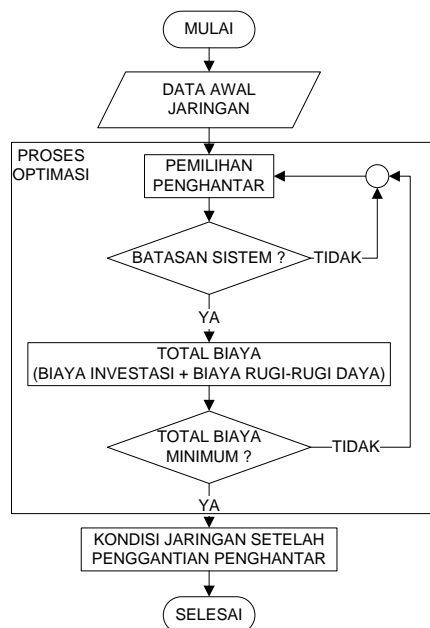


Gambar 4-2. Model Penelitian

Berdasarkan Gambar 4-2, maka simulasi dalam penelitian ini menggunakan bantuan simulasi aliran daya dan metode PSO. Simulasi tersebut dilaksanakan setelah permasalahan diformulasikan ke dalam bentuk matematis.

#### 4.5. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu memecahkan permasalahan penggantian penghantar yang optimal pada jaringan distribusi untuk meminimalkan total biaya berupa biaya investasi dan biaya rugi-rugi daya. Adapun rancangan penelitian yang digunakan yaitu :



Gambar 4-3. Diagram Alur Rancangan Penelitian

Berdasarkan Gambar 4-3, maka rancangan yang dilakukan dalam penelitian ini menitik beratkan pada pemilihan penghantar tipe  $k$ . Pemilihan penghantar tersebut dilakukan secara berulang-ulang guna memperoleh total biaya minimum. Proses optimasi pemilihan penghantar tersebut dilakukan berdasarkan metode optimasi PSO.

Proses optimasi yang dilakukan perlu memperhatikan batasan-batasan dalam pemilihan penghantar tersebut, diantaranya jatuh tegangan maksimum pada masing-masing titik beban  $VD_i$  tidak boleh melebihi 5% dari tegangan pada kondisi ideal serta kuat hantar arus penghantar tipe  $k$  pada masing-masing cabang  $KHA_{(j,k)}$  tidak boleh kurang dari arus beban maksimum pada masing-masing cabang jaringan distribusi  $I_{\max(j)}$ .

#### **4.6. Teknik Pengumpulan dan Analisis Data**

Teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu berdasarkan data dan wawancara langsung dengan pihak PLN khususnya area Tasikmalaya.

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu berdasarkan hasil simulasi yang mengacu pada diagram alur optimasi yang ditentukan sebelumnya. Adapun simulasi yang digunakan menggunakan software MATLAB dan Microsoft Excel.

## BAB 5. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

### 5.1. Hasil yang Dicapai

#### 5.1.1. Koordinasi Kelembagaan

Koordinasi kelembagaan telah dilaksanakan pada bulan Mei 2017 dengan mengajukan permohonan tertulis kepada PT PLN Tasikmalaya.

#### 5.1.2. Pengambilan Data

Pengambilan data sekunder diperoleh dari PT PLN Tasikmalaya.

#### 5.1.3. Formulasi Matematis

Fungsi objektif penelitian ini yaitu meminimalkan biaya investasi dan biaya rugi-rugi daya pada jaringan distribusi primer. Adapun fungsi objektif tersebut diubah kedalam formulasi matematis berikut:

##### 1. Biaya Investasi

$$C_{inv} = \sum_{j=1}^L A_{(j,k)} \times C_{(j,k)} \times Len_{(j)} \quad (5.1)$$

Dimana:

$A_{(j,k)}$  = luas penampang penghantar tipe- $k$  pada cabang  $j$   
(Rp/mm<sup>2</sup>/km);

$C_{(j,k)}$  = harga penghantar tipe- $k$  pada saluran  $j$ ;

$Len_{(j)}$  = panjang cabang  $j$  (km).

##### 2. Biaya Rugi-Rugi Daya

$$C_{loss} = \sum_{j=1}^L Ploss_{(j,k)} \times (K_{loss} \times t \times F_{LS}) \quad (5.2)$$

Dimana:



$P_{loss(j,k)}$  = rugi-rugi daya aktif pada cabang  $j$  dengan penghantar tipe-  
 $k$  (kW);

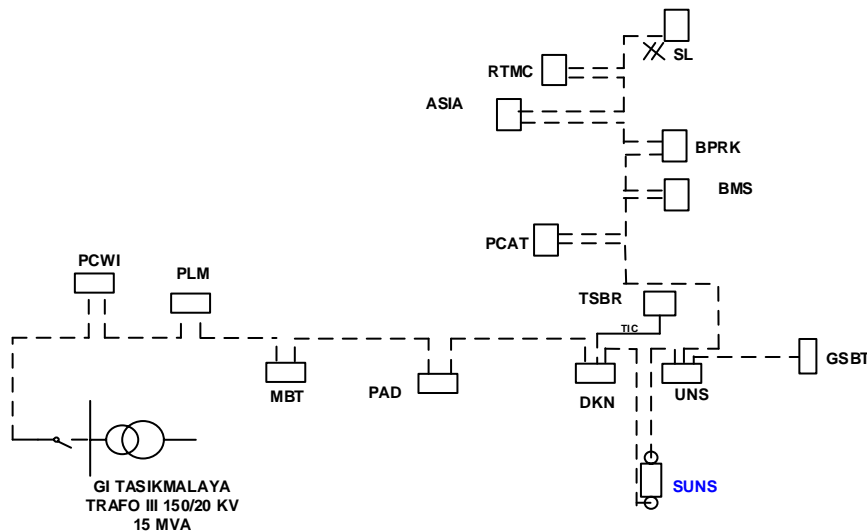
$K_{loss}$  = biaya rugi-rugi jaringan distribusi (Rp/kW);

$t$  = waktu investasi (jam);

$F_{LS}$  = faktor rugi-rugi.

#### 5.1.4. Simulasi

Simulasi dilakukan menggunakan software MATLAB. Dimana pengoperasian metode PSO dilakukan secara berulang. Adapun model jaringan yang digunakan dalam simulasi ditunjukkan Gambar 5-1.



Gambar 5-1 Model Jaringan Penyulang KBKT

Selanjutnya data panjang saluran/cabang yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan Tabel 5-1.

Tabel 5-1 Data Saluran/Cabang Jaringan Penyulang KBKT

Saluran ke-	Titik Kirim	Titik Terima	Panjang (m)
1	GI	PCWI	815
2	PCWI	PLM	150
3	PLM	MBT	80
4	MBT	PAD	475
5	PAD	DKN	475
6	DKN	TSBR	174

7	DKN	SUNS	828
8	SUNS	UNS	828
9	UNS	GSBT	314
10	UNS	PCAT	314
11	PCAT	BMS	1306
12	BMS	BPRK	51
13	BPRK	ASIA	521
14	ASIA	RTMC	420
15	RTMC	SL	420

Adapun spesifikasi penghantar yang digunakan sebelum penggantian penghantar diasumsikan sama yaitu menggunakan penghantar telanjang ACSR 70mm<sup>2</sup> dengan resistansi sebesar 0,3936 ohm/km.

Selanjutnya data beban pada masing-masing tiik beban yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan Tabel 5-2.

Tabel 5-2 Data Beban Jaringan Penyulang KBKT

No	Gardu	Trafo (kVA)	S (kVA)	PF (cos $\phi$ )
1	PCWI	630	498.4	0.85
2	PLM	630	423.1	0.78
3	MBT	400	62.8	0.92
4	PAD	315	93.7	0.84
5	DKN	400	338.4	0.84
6	TSBR	400	381.0	0.88
7	SUNS	250	172.4	0.72
8	UNS	630	347.4	0.86
9	GSBT	400	312.4	0.85
10	PCAT	250	121.8	0.85
11	BMS	400	93.9	0.84
12	BPRK	400	24.1	0.90
13	ASIA	400	194.2	0.85
14	RTMC	1100	860.9	0.90
15	SL	250	95.2	0.85

Selanjutnya spesifikasi kandidat penghantar yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan Tabel 5-3.

Tabel 5-3 Spesifikasi Penghantar yang Digunakan

Tipe Penghantar	R ( $\Omega/km$ )	KHA (A)
N2XSEBY 3 x 70 mm <sup>2</sup>	0.342	251
N2XSEBY 3 x 95 mm <sup>2</sup>	0.247	299

<b>Tipe Penghantar</b>	<b>R (<math>\Omega/km</math>)</b>	<b>KHA (A)</b>
N2XSEBY 3 x 150 mm <sup>2</sup>	0.159	380
N2XSEBY 3 x 240 mm <sup>2</sup>	0.099	492

Total biaya yang harus dikeluarkan jika dilakukan tanpa optimasi, dimana setiap cabang dilakukan penggantian dengan tipe penghantar yang sama ditunjukkan Tabel 5-4.

Tabel 5-4 Pemilihan Tipe Penghantar Tanpa Optimasi

<b>Tipe Penghantar</b>	<b>Biaya (juta rupiah)</b>
N2XSEBY 3 x 70 mm <sup>2</sup>	1.294,47
N2XSEBY 3 x 95 mm <sup>2</sup>	1.785,70
N2XSEBY 3 x 150 mm <sup>2</sup>	2.450,99
N2XSEBY 3 x 240 mm <sup>2</sup>	3.295,53

Selanjutnya dilakukan simulasi menggunakan software MATLAB. Adapun hasil simulasi ditunjukkan Tabel 5-5.

Tabel 5-5 Hasil Simulasi

<b>Saluran ke-</b>	<b>Titik Kirim</b>	<b>Titik Terima</b>	<b>Panjang (m)</b>	<b>Tipe Penghantar</b>
1	GI	PCWI	815	ACSR 3 x 70 mm <sup>2</sup>
2	PCWI	PLM	150	N2XSEBY 3 x 240 mm <sup>2</sup>
3	PLM	MBT	80	N2XSEBY 3 x 240 mm <sup>2</sup>
4	MBT	PAD	475	N2XSEBY 3 x 95 mm <sup>2</sup>
5	PAD	DKN	475	N2XSEBY 3 x 95 mm <sup>2</sup>
6	DKN	TSBR	174	ACSR 3 x 70 mm <sup>2</sup>
7	DKN	SUNS	828	N2XSEBY 3 x 150 mm <sup>2</sup>
8	SUNS	UNS	828	N2XSEBY 3 x 150 mm <sup>2</sup>
9	UNS	GSBT	314	ACSR 3 x 70 mm <sup>2</sup>
10	UNS	PCAT	314	N2XSEBY 3 x 70 mm <sup>2</sup>
11	PCAT	BMS	1306	N2XSEBY 3 x 150 mm <sup>2</sup>
12	BMS	BPRK	51	N2XSEBY 3 x 95 mm <sup>2</sup>
13	BPRK	ASIA	521	N2XSEBY 3 x 70 mm <sup>2</sup>
14	ASIA	RTMC	420	N2XSEBY 3 x 240 mm <sup>2</sup>
15	RTMC	SL	420	N2XSEBY 3 x 70 mm <sup>2</sup>

Tabel 5-5 menunjukkan hasil simulasi berupa total biaya yang diakibatkan penggantian penghantar pada jaringan distribusi. Biaya tersebut diakumulasi berdasarkan biaya investasi penghantar dan biaya akibat rugi-rugi daya. Biaya

pembelian penghantar diasumsikan secara tunai. Biaya yang dikeluarkan selama satu tahun sebesar 331,35 juta rupiah yang digunakan untuk pembelian penghantar dan biaya akibat rugi-rugi daya selama 1 tahun. Adapun penggantian penghantar dilakukan pada enam buah cabang yaitu cabang 2,3,4,5,7,8,10,11,12,13,14, dan 15.

## **5.2. Luaran yang dicapai**

Berdasarkan proposal penelitian yang diajukan, luaran penelitian yang akan dicapai yaitu pengiriman draft jurnal nasional ber-ISSN. Berdasarkan jadwal kegiatan yang diajukan sebelumnya, pembuatan dan pengiriman naskah jurnal akan dilaksanakan pada bulan ke delapan (Desember 2017).

## **BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **6.1. Kesimpulan**

Kesimpulan yang diperoleh dalam penelitian ini yaitu:

1. Penggantian penghantar yang dilakukan secara manual menunjukkan total biaya yang besar dibandingkan dengan menggunakan metode optimasi.
2. Penggantian penghantar tidak dilakukan pada seluruh cabang, dimana hasil simulasi menunjukkan adanya kecenderungan penggantian penghantar dilakukan pada cabang-cabang yang memiliki rugi-rugi daya besar.

### **6.2. Saran**

Saran yang diajukan dalam proses penelitian selanjutnya yaitu:

1. Perlu analisis lanjutan terkait biaya investasi jika investasi dilakukan secara berangsur (menggunakan metode cicilan).
2. Perlu analisis lanjutan mengenai kondisi jaringan selama n tahun setelah dilakukan penggantian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badaruddin, & Kiswanto, H. (2015, Januari). Studi Analisa Perencanaan Instalasi Distribusi Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) 20 kV. *Jurnal Teknik Elektro, Universitas Mercu Buana*, 6(1).
- Bejo, M. (2013, Juni 19). *Mana yang Lebih Baik SUTM atau SKTM?* Dipetik Mei 30, 2016, dari *ilmulistrik.com*: <http://ilmulistrik.com/mana-yang-lebih-baik-sutm-atau-sktm.html>
- Culp Jr., A. W. (1989). *Prinsip Prinsip Konversi Energi*. (D. Sitompul, Penerj.) Jakarta: Erlangga.
- Kalesar, B. M. (2014). Conductor Selection Optimization in Radial Distribution System Considering Load Growth Using MDE Algorithm. *World Journal of Modelling and Simulation*, 10(3), 175-184.
- Kitta, I. (2003). *Analisa Pemodelan Perhitungan Susut Energi Jaringan Distribusi Listrik*. Institut Teknologi Bandung, Sekolah Teknik Elektro dan Informatika. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Legha, M. M., Noormohamadi, H., & Barkhori, A. (2015). Optimal Conductor Selection in Radial Distribution Using Bacterial Foraging Algorithm and Comparison with ICA Method. *WALIA*, 37-43.
- Mohammadian, L., Hagh, M. T., Babaei, E., & Khani, S. (2011). Using PSO for Optimal Planning, and Reducing Loss of Distribution Networks. *International Conference on Electrical and Electronics Engineering*. 7, hal. 65-70. Bursa: ELECO.
- Novialifiah, R. W., Soeprijanto, A., & Wibowo, R. S. (2014). Algoritma Aliran Daya untuk Sistem Distribusi Radial dengan Beban Sensitif Tegangan. *Jurnal Teknik POMITS*, 3(1), B7-B11.
- Purnomo, H. D. (2014). *Cara Mudah Belajar Metode Optimasi Metaheuristik Menggunakan Matlab* (Vol. I). Yogyakarta: Gava Media.
- Risnandar, M. A. (2015). *Optimasi Susunan Fasa Pembebanan Jaringan Distribusi dalam Mengurangi Rugi Daya Menggunakan Particle Swarm*

- Optimization (PSO)*. Tesis, Institut Teknologi Bandung, Sekolah Teknik Elektro dan Informatika, Bandung.
- Risnandar, M. A. (2017, April). Minimalisasi Biaya Sistem Dengan Pemilihan Penghantar Jaringan Distribusi Menggunakan PSO. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 6(1), 158-167.
- Supratno, S., & H. S. (t.thn.). Realisasi Penghematan Biaya Penggantian Kabel Inti Aluminium di PT. Cipta Abadi Cakung. *Journal of Electrical and Electronics*.
- Waluyo, Soenarjo, & Akbar, A. A. (2012, Agustus). Perhitungan Susut Daya pada Sistem Distribusi Tegangan Menengah Saluran Udara dan Kabel. *Jurnal Sains dan Teknologi EMAS*, 17(3).

# METODE PSO DALAM PENGGANTIAN PENGHANTAR TEGANGAN MENENGAH

Muhammad Aris Risnandar<sup>1</sup>, Diana Purwandari<sup>2</sup>

*Abstract— Conductor replacing requires the technical and economic considerations. This condition is a problem in power distribution system planning. Conductor replacing calculation usually is often done manually so that it requires a complex calculation. Particle Swarm Optimization (PSO) is used in solving conductor replacing in distribution system. PSO used in find the solutions in mathematical optimization, but in process of finding global solutions has difficulty in find the solution so that modifications in this method is required. PSO used for finding a solution by using previous solutions into particles initialization at a next step. With the addition of the process, then the obtained solution is better. Results in this paper shows that replacing conductor only have to conductor high losses.*

**Intisari--** Penggantian penghantar memerlukan adanya pertimbangan teknis maupun pertimbangan ekonomi. Hal ini merupakan sebuah permasalahan dalam perencanaan jaringan distribusi tenaga listrik. Proses perencanaan tersebut seringkali dilakukan secara manual sehingga memerlukan perhitungan yang rumit. *Particle Swarm Optimization (PSO)* digunakan sebagai alat bantu dalam pemecahan masalah penggantian penghantar pada jaringan distribusi. PSO banyak digunakan dalam pencarian solusi matematis khususnya bidang optimasi, namun proses pencarian solusi global sulit ditemukan sehingga diperlukan modifikasi dalam penggunaan metode ini. Metode PSO yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pencarian solusi dengan memasukkan solusi sebelumnya ke dalam inisialisasi partikel pada tahapan selanjutnya. Dengan adanya penambahan proses tersebut, maka solusi yang diperoleh menjadi lebih baik. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini menunjukkan bahwa penggantian penghantar tidak dilakukan pada seluruh saluran, dimana penggantian penghantar dititik beratkan pada saluran yang memiliki losses yang tinggi.

**Kata Kunci--** *Particle Swarm Optimization (PSO)*, penggantian penghantar, jaringan distribusi tenaga listrik, total biaya sistem

## I. PENDAHULUAN

Penghantar pada sebuah jaringan distribusi listrik menjadi suatu hal yang tidak bisa dihindarkan dalam penyaluran tenaga listrik. Dalam penyaluran tenaga listrik tersebut, suatu penghantar diharapkan tidak membahayakan kegiatan lain. Salah satu upaya dalam menghindari tersebut, maka penggunaan penghantar bawah tanah marak digunakan.

Penghantar pada sebuah jaringan distribusi khususnya distribusi primer digunakan untuk menyalurkan energi listrik dari gardu induk ke pusat-pusat beban.

Pemilihan penghantar hendaknya memiliki pertimbangan teknis utama diantaranya kemampuan hantar arus dari penghantar dan jatuh tegangan akibat penyaluran energi listrik tersebut [1]. Dengan adanya pertimbangan teknis tersebut, maka pemilihan penghantar pada jaringan distribusi mengakibatkan perbedaan harga penghantar untuk masing-masing jenis penghantar yang akan digunakan.

Selain itu, dalam penyaluran energi listrik selalu terjadi rugi-rugi daya akibat resistansi dari penghantar itu sendiri [2]. Sehingga dengan adanya rugi-rugi daya tersebut biaya yang dikeluarkan dalam penyaluran energi listrik menjadi lebih besar.

Kondisi seperti ini mengakibatkan adanya perbedaan biaya sistem yang terdiri dari biaya modal, yaitu biaya yang harus dikeluarkan dalam pembelian penghantar dan biaya operasional, yaitu biaya akibat adanya rugi-rugi daya dalam penyaluran energi listrik tersebut. Proses pemilihan penghantar yang baik, diperlukan pertimbangan teknis dan ekonominya [3].

Biaya sistem tersebut dapat diminimalisir dengan pemilihan penghantar yang tepat. Namun pemilihan penghantar tersebut memiliki kesulitan dimana jika kita memiliki  $t$  buah jenis penghantar yang dapat digunakan pada masing-masing saluran dan sebuah sistem tersebut memiliki  $L$  buah saluran, maka solusi terbaik pemilihan penghantar tersebut memiliki  $t^L$  buah kemungkinan. Hal tersebut akan sangat sulit ditentukan dengan cara manual dan memerlukan waktu yang cukup lama.

Saat ini pemilihan penghantar biasa dilakukan dengan cara manual [3], dimana pemilihan penghantar hanya dilandasi aspek teknis saja.

Agar pemilihan penghantar dilakukan dengan efektif yaitu dengan mempertimbangkan aspek teknis dan aspek ekonomi sekaligus, maka penelitian ini

<sup>1</sup>Dosen, Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik UMTAS; email: [aris\\_elektro@umtas.ac.id](mailto:aris_elektro@umtas.ac.id)

<sup>2</sup>Dosen, Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik UMTAS; email: [diana@umtas.ac.id](mailto:diana@umtas.ac.id)



menggunakan alat bantu berupa metode optimisasi *Particle Swarm Optimization* (PSO). Metode PSO dapat diaplikasikan dalam proses pencarian solusi matematis yang rumit dan tidak membutuhkan proses komputasi yang rumit [4]. Namun penentuan parameter PSO yang digunakan sangat mempengaruhi proses pencarian solusi, sehingga diperlukan percobaan-percobaan dalam menentukan parameter PSO tersebut [5]. Pemilihan parameter yang kurang tepat tersebut mengakibatkan proses pencarian sulit untuk memperoleh solusi global dari sebuah permasalahan.

## II. PENGGANTIAN PENGHANTAR

### A. Biaya Sistem

Biaya sistem dalam penelitian ini didefinisikan sebagai biaya modal dan biaya operasional akibat rugi-rugi daya.

#### Biaya Modal

Biaya modal dalam penelitian ini yaitu biaya yang harus dikeluarkan dalam membeli penghantar sehingga dapat ditulis:

$$C_{inv} = \sum_{j=1}^L A_{(j,k)} \times C_{(j,k)} \times Len_{(j)} \quad (1)$$

Dimana:

$A_{(j,k)}$  = luas penampang penghantar tipe- $k$  pada cabang  $j$  (Rp/mm<sup>2</sup>/km);

$C_{(j,k)}$  = harga penghantar tipe- $k$  pada saluran  $j$ ;

$Len_{(j)}$  = panjang cabang  $j$  (km).

Waktu operasional penghantar sangat mempengaruhi harga investasi penghantar (Rp/jam) dimana semakin lama waktu operasional, maka biaya investasi penghantar akan semakin murah.

#### Biaya Operasional

Biaya operasional dalam penelitian ini yaitu biaya akibat adanya rugi-rugi daya sehingga dapat ditulis:

$$C_{loss} = \sum_{j=1}^L Ploss_{(j,k)} \times (K_{loss} \times t \times F_{LS}) \quad (2)$$

Dimana:

$$C_{loss} = \sum_{j=1}^L Ploss_{(j,k)} \times (K_{loss} \times t \times F_{LS}) \quad (II.1)$$

Dimana:

$Ploss_{(j,k)}$  = rugi-rugi daya aktif pada cabang  $j$  dengan penghantar tipe- $k$  (kW);

$K_{loss}$  = biaya rugi-rugi jaringan distribusi (Rp/kW);

$t$  = waktu investasi (jam);

$F_{LS}$  = faktor rugi-rugi.

Pemeliharaan penghantar dalam penelitian ini tidak diperhitungkan, sehingga biaya operasional hanya merupakan biaya akibat rugi-rugi daya saja.

### B. Particle Swarm Optimization

Metode PSO banyak digunakan dalam sebuah pencarian solusi matematis yang rumit dimana metode tersebut terinspirasi dari perilaku sosial binatang. Pergerakan pencarian solusi mengadopsi tentang perilaku posisi partikel dalam sebuah populasi. Pergerakan tersebut dipengaruhi oleh lingkungannya berupa pembelajaran terhadap dirinya sendiri (*cognitive learning*) dan pembelajaran terhadap lingkungannya (*social learning*) [6].

Secara matematis, proses pencarian posisi partikel tersebut dipengaruhi oleh kecepatan partikel  $v$ , yaitu:

$$v_p^{k+1} = v_p^k + c1r1(Pb_p^k - x_p^k) + c2r2(Gb^k - x_p^k) \quad (3)$$

Dimana:

$v_p^{k+1}$  = kecepatan partikel  $p$  pada iterasi selanjutnya ( $k + 1$ ).

$v_p^k$  = kecepatan partikel  $p$  pada iterasi  $k$ .

$c1, c2$  = *cognitive* dan *social learning*.

$r1, r2$  = nilai acak [0,1]

$Pb_p^k$  = posisi terbaik masing-masing partikel  $p$  pada iterasi  $k$ .

$Gb^k$  = posisi terbaik dari seluruh partikel pada iterasi  $k$ .

$x_p^k$  = posisi partikel  $p$  pada iterasi  $k$ .

Pemilihan nilai parameter  $c1$  dan  $c2$  akan mempengaruhi pergerakan partikel dalam pencarian solusi, dimana nilai  $c1$  dan  $c2$  yang besar mengakibatkan jarak antara masing-masing partikel menjadi lebih jauh sehingga proses pencarian solusi menjadi kurang teliti.

Selain itu, dalam proses pencarian solusi tersebut, kecepatan partikel hendaknya dibatasi agar ruang pencarian solusi tidak terlalu menjauh dan dapat ditulis:

$$v_{min} \leq v \leq v_{maks} \quad (4)$$

Dimana  $v_{min}$  adalah batas bawah kecepatan partikel dan  $v_{maks}$  adalah batas atas kecepatan partikel.

Selanjutnya posisi partikel yang baru pada setiap iterasi dapat ditulis:

$$x_i^{k+1} = x_i^k + v_i^{k+1} \quad (5)$$

Dimana  $x_i^{k+1}$  merupakan posisi partikel  $i$  pada iterasi selanjutnya.

Seperti halnya kecepatan, maka posisi partikel pun perlu dibatasi dengan:

$$x_{min} \leq x \leq x_{maks} \quad (6)$$

Dimana  $x_{min}$  adalah batas bawah posisi partikel dan  $x_{maks}$  adalah batas atas posisi partikel.

### C. Fungsi Objektif

Permasalahan dalam penelitian ini yaitu biaya sistem dimana hal tersebut dipengaruhi oleh biaya investasi penghantar dan biaya akibat rugi-rugi daya. Dengan pemilihan penghantar yang kurang tepat, maka biaya sistem menjadi besar dan tentu akan merugikan pihak produsen listrik.

Penelitian ini dimaksudkan untuk meminimalkan biaya sistem dimana biaya sistem yang dihitung setiap satu jam dan dapat ditulis:

$$\min C_{sis} = \sum_{j=a}^L C_{inv(j,t)} + \sum_{j=a}^L C_{loss(j,t)} \quad (7)$$

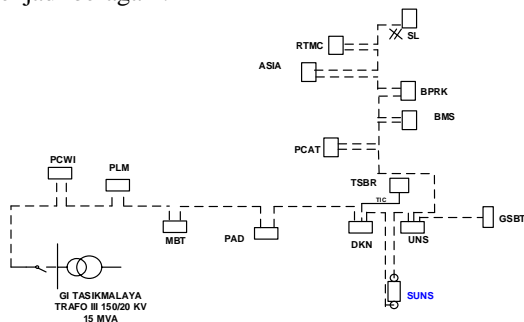
Dimana:

- $C_{sis}$  = total biaya sistem (Rp/jam)
- $C_{inv(j,t)}$  = biaya investasi penghantar pada cabang  $j$  akibat penggunaan penghantar  $t$  (Rp)
- $C_{loss(j,t)}$  = biaya rugi-rugi daya pada cabang  $j$  akibat penggunaan penghantar  $t$  (Rp/tahun)
- $L$  = jumlah cabang pada sistem

### D. Metode Optimasi

Penelitian ini dilakukan melalui sebuah simulasi pada sebuah jaringan distribusi radial. Jaringan yang digunakan dalam simulasi ini yaitu jaringan penyulang KBKT di Tasikmalaya.

Gambar 1 menunjukkan bentuk jaringan penyulang KBKT PT PLN Area Tasikmalaya Kondisi seperti ini mengakibatkan adanya arus beban yang berbeda pada masing-masing saluran tersebut sehingga rugi-rugi daya pada masing-masing beban menjadi beragam.



Gambar 1 Model Jaringan 12 Titik Beban

Masing-masing titik beban memiliki posisi yang berbeda, dimana masing-masing titik beban tersebut dihubungkan oleh sebuah saluran  $j$ . Kondisi ini

mengakibatkan jarak yang berbeda untuk masing-masing saluran tersebut.

Panjang masing-masing saluran dalam penelitian ini ditentukan secara acak dimana hal tersebut disesuaikan dengan kondisi sebenarnya di lapangan pada sebuah sistem distribusi tenaga listrik Adapun panjang masing-masing saluran yang digunakan dalam penelitian ini ditentukan sebagai berikut:

Tabel 1 Data Saluran

Titik Kirim	Titik Terima	Panjang (m)
GI	PCWI	815
PCWI	PLM	150
PLM	MBT	80
MBT	PAD	475
PAD	DKN	475
DKN	TSBR	174
DKN	SUNS	828
SUNS	UNS	828
UNS	GSBT	314
UNS	PCAT	314
PCAT	BMS	1306
BMS	BPRK	51
BPRK	ASIA	521
ASIA	RTMC	420
RTMC	SL	420

Jenis penghantar yang biasa digunakan dalam penyaluran energi listrik khususnya SKTM (saluran kabel tegangan menengah) yaitu kabel dengan penghantar aluminium dan berisolasi XLPE. Pemilihan kabel jenis ini sering digunakan karena harganya relatif murah dan memiliki kualitas baik.

Penghantar jenis ini memiliki spesifikasi teknis yang berbeda untuk masing-masing luas penampangnya. Adapun spesifikasi teknis jenis penghantar yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada sebuah produsen kabel [7] dimana spesifikasi teknis penghantar ditunjukkan sebagai berikut:

Tabel 2 Spesifikasi Penghantar yang Digunakan

Tipe Penghantar	R ( $\Omega/km$ )	KHA (A)
N2XSEBY 3 x 70 mm <sup>2</sup>	0.342	251
N2XSEBY 3 x 95 mm <sup>2</sup>	0.247	299
N2XSEBY 3 x 150 mm <sup>2</sup>	0.159	380
N2XSEBY 3 x 240 mm <sup>2</sup>	0.099	492

Luas penampang penghantar yang digunakan ditentukan berdasarkan kemampuan arus masing-masing penghantar tersebut dimana arus beban pada model jaringan ini masih dapat disalurkan oleh penghantar tersebut.

Selain itu masing-masing jenis penghantar tersebut memiliki harga yang berbeda-beda dimana harga tersebut ditentukan oleh luas penampang pebhantarnya. Harga penghantar yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada harga pasaran kabel tegangan menengah yaitu sekitar Rp 1.600,-/inti/mm<sup>2</sup>/m.

Arus beban sangat ditentukan kondisi beban dimana beban-beban tersebut akan mempengaruhi kondisi jaringan secara keseluruhan. Beban yang digunakan dalam penelitian ini ditentukan secara acak seperti halnya panjang saluran. Adapun data beban yang digunakan dalam penelitian ini ditentukan sebagai berikut:

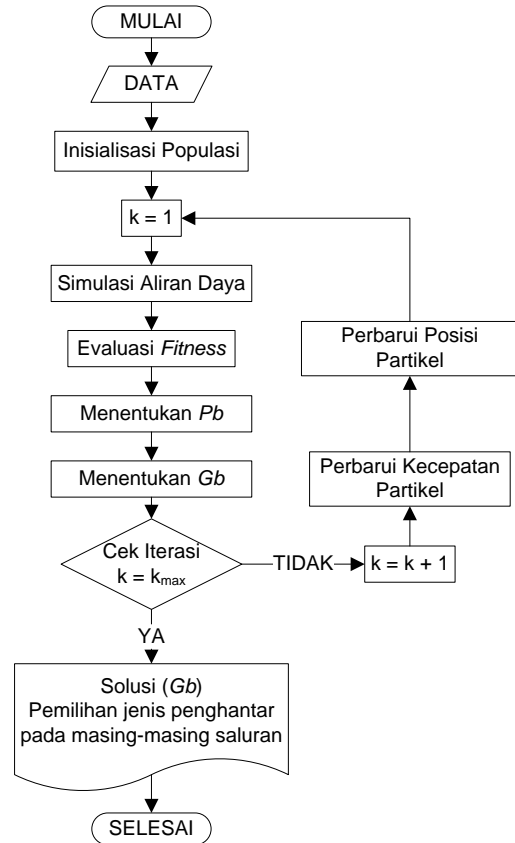
Tabel 3 Data Beban

Gardu	Trafo (kVA)	S (kVA)	PF (cos $\varphi$ )
PCWI	630	498.4	0.85
PLM	630	423.1	0.78
MBT	400	62.8	0.92
PAD	315	93.7	0.84
DKN	400	338.4	0.84
TSBR	400	381.0	0.88
SUNS	250	172.4	0.72
UNS	630	347.4	0.86
GSBT	400	312.4	0.85
PCAT	250	121.8	0.85
BMS	400	93.9	0.84
BPRK	400	24.1	0.90
ASIA	400	194.2	0.85
RTMC	1100	860.9	0.90
SL	250	95.2	0.85

Energi listrik pada sebuah jaringan distribusi diperoleh dari produsen listrik dimana di Indonesia biaya energi ditentukan oleh pemerintah. Dengan adanya rugi-rugi daya pada sebuah jaringan distribusi, maka biaya tersebut tetap muncul dan ditanggung oleh pihak produsen. Kondisi seperti ini menimbulkan kerugian dalam aspek ekonomi. Biaya energi tersebut diatur dalam tarif dasar listrik (TDL) yang mengacu pada [8].

Jenis tarif yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada jenis tarif curah, adapun biaya listrik yang digunakan yaitu Rp 1.365,-

Proses pencarian solusi yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu menggunakan metode PSO, dimana masing-masing partikel membawa informasi tipe penghantar yang akan digunakan pada masing-masing saluran dengan dimensi sebesar  $L$ . Proses pencarian solusi tersebut ditentukan melalui proses berikut:



Gambar 2 Diagram Alir Metode PSO

Inisialisasi partikel dimaksudkan untuk memberikan informasi jenis penghantar yang akan digunakan dalam masing-masing saluran dan ditentukan secara acak. Selanjutnya simulasi aliran daya dilakukan berdasarkan informasi yang dibawa oleh masing-masing partikel tersebut berupa jenis penghantar yang digunakan pada masing-masing saluran. Setelah dilakukan simulasi aliran daya, maka perhitungan nilai objektif atau nilai fitness dapat dilakukan dengan mudah.

Setelah dilakukan perhitungan secara terus-menerus hingga iterasi  $k_{maks}$ , maka proses pencarian solusi dihentikan dan diperoleh solusi  $G_b$  yang merepresentasikan jenis penghantar terbaik pada masing-masing saluran.

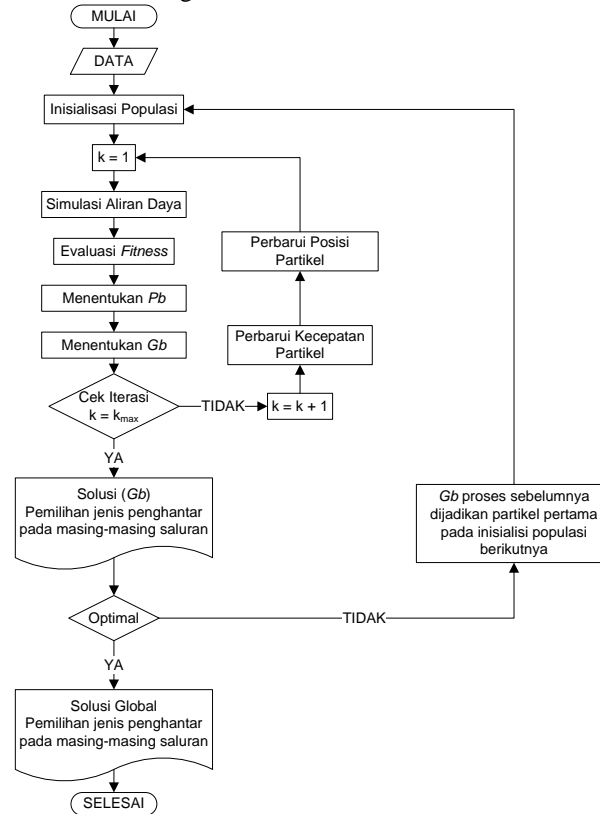
Agar pencarian solusi tersebut lebih optimal, maka digunakan parameter-parameter sebagai berikut:

- Jumlah Partikel ( $H$ ) : 20
- Dimensi Partikel ( $D$ ) : 15
- Iterasi Maksimum ( $k_{maks}$ ) : 100
- $c_1, c_2$  : 1
- $v_{max}$  : 2
- $v_{min}$  : -2

Jumlah partikel yang digunakan dalam pencarian solusi menggunakan 20 buah partikel, dimana jumlah tersebut cukup untuk mewakili pencarian solusi

tersebut [5]. Dimensi partikel merupakan jumlah saluran pada jaringan distribusi.

Proses yang dilakukan berdasarkan Gambar 2 Diagram Alir Metode mengalami permasalahan baru dimana solusi tersebut mengalami perubahan solusi saat dilakukan simulasi ulang.



Gambar 3 Diagram Alir Proses Optimasi

Setelah diperoleh solusi  $G_b$ , maka  $G_b$  tersebut dimasukkan ke dalam inisialisasi partikel selanjutnya dan dapat ditulis:

$$x = \begin{bmatrix} G_{b1} & \dots & G_{bL} \\ x_{21} & \dots & x_{2L} \\ \vdots & x_{pq} & \vdots \\ x_{H1} & \dots & x_{HL} \end{bmatrix} \quad (8)$$

Selanjutnya proses pencarian dihentikan saat solusi dianggap optimal dimana nilai objektif sama dengan nilai objektif proses sebelumnya.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyaluran energi listrik dilakukan dengan menghubungkan masing-masing titik beban. Dengan adanya pemilihan jenis penghantar yang berbeda maka memberikan biaya sistem yang berbeda. Penelitian ini mengasumsikan bahwa seluruh saluran pada jaringan distribusi belum memiliki penghantar, sehingga diperlukan pemilihan jenis penghantar yang tepat agar mendapatkan biaya sistem yang minimal.

#### 1. Perhitungan Manual

Kondisi pertama, simulasi dilakukan tanpa menggunakan metode PSO dimana pemilihan tipe

Agar pencarian solusi lebih efektif, maka proses berikutnya dilakukan proses yang mengacu pada **Error! Reference source not found.**

penghantar dilakukan secara manual yaitu seluruh saluran menggunakan tipe penghantar yang sama.

Pada saat masing-masing saluran menggunakan tipe penghantar  $t$ , maka biaya sistem dapat ditunjukkan sebagai berikut:

Tabel 4 Pemilihan Tipe Penghantar Secara Manual

Tipe Penghantar	Biaya (juta rupiah)
N2XSEBY 3 x 70 mm <sup>2</sup>	1.294,47
N2XSEBY 3 x 95 mm <sup>2</sup>	1.785,70
N2XSEBY 3 x 150 mm <sup>2</sup>	2.450,99
N2XSEBY 3 x 240 mm <sup>2</sup>	3.295,53

Berdasarkan Tabel 4, maka jenis penghantar yang memberikan total biaya sistem terendah yaitu tipe N2XSEBY 3 x 70 mm<sup>2</sup>

#### 2. Perhitungan dengan Optimasi

Kondisi kedua, simulasi dilakukan dengan menggunakan metode PSO yang telah diperbaiki seperti ditunjukkan pada **Error! Reference source**

**not found..** Adapun hasil simulasi berdasarkan proses pencarian solusi berupa tipe penghantar pada

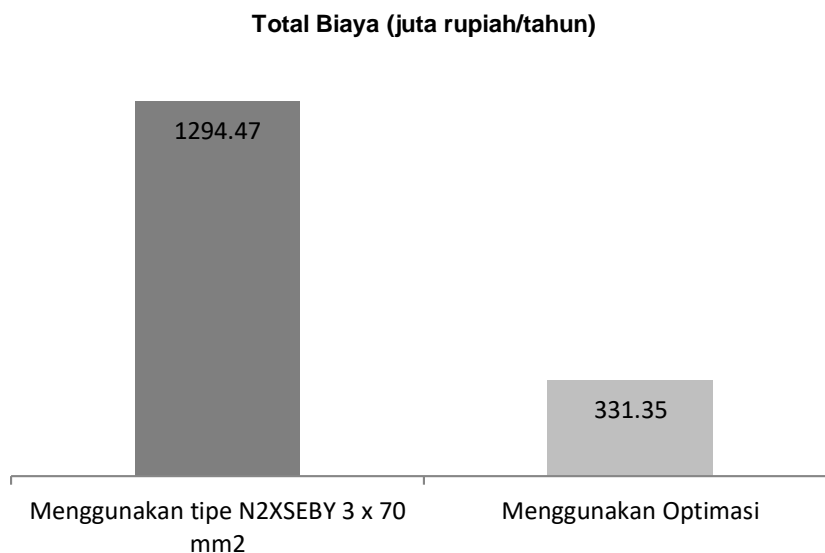
masing-masing saluran ditunjukkan melalui Tabel 5.

Tabel 5 Pemilihan Tipe Penghantar Setelah Optimasi

Titik Kirim	Titik Terima	Panjang (m)	Tipe Penghantar
GI	PCWI	815	ACSR 3 x 70 mm <sup>2</sup>
PCWI	PLM	150	N2XSEBY 3 x 240 mm <sup>2</sup>
PLM	MBT	80	N2XSEBY 3 x 240 mm <sup>2</sup>
MBT	PAD	475	N2XSEBY 3 x 95 mm <sup>2</sup>
PAD	DKN	475	N2XSEBY 3 x 95 mm <sup>2</sup>
DKN	TSBR	174	ACSR 3 x 70 mm <sup>2</sup>
DKN	SUNS	828	N2XSEBY 3 x 150 mm <sup>2</sup>
SUNS	UNS	828	N2XSEBY 3 x 150 mm <sup>2</sup>
UNS	GSBT	314	ACSR 3 x 70 mm <sup>2</sup>
UNS	PCAT	314	N2XSEBY 3 x 70 mm <sup>2</sup>
PCAT	BMS	1306	N2XSEBY 3 x 150 mm <sup>2</sup>
BMS	BPRK	51	N2XSEBY 3 x 95 mm <sup>2</sup>
BPRK	ASIA	521	N2XSEBY 3 x 70 mm <sup>2</sup>
ASIA	RTMC	420	N2XSEBY 3 x 240 mm <sup>2</sup>
RTMC	SL	420	N2XSEBY 3 x 70 mm <sup>2</sup>

Pemilihan penghantar yang tepat mempengaruhi biaya sistem pada jaringan distribusi. Pemilihan penghantar dengan luas penampang besar tidak selalu memberikan biaya sistem yang murah seperti pembahasan sebelumnya, dan sebaliknya. Selain itu pemilihan penghantar dengan metode ini

memberikan perbedaan biaya sistem yang cukup signifikan dibandingkan dengan menggunakan jenis penghantar *t* yang sama pada jaringan distribusi (Gambar 4).



Gambar 4 Total Biaya Sistem Setelah Optimasi

#### IV. KESIMPULAN

Penggantian penghantar pada sebuah jaringan distribusi perlu mempertimbangkan aspek teknis dan aspek ekonomi. Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan metode PSO dapat digunakan dalam pemilihan penghantar jaringan distribusi, dimana

hasil yang diperoleh dari metode ini menunjukkan efisiensi yang cukup signifikan. Berdasarkan metode optimasi penggantian penghantar memiliki kecenderungan pada saluran yang memiliki losses yang tinggi.

## REFERENSI

- [1] T. Taofeq, B. Anggoro dan T. Arfianto, "Perancangan Sistem Kelistrikan pada Pusat Listrik Tenaga Minihidro Lantai 2x2000 kW di Sulawesi Tenggara," *Jurnal Reka Elkomika*, vol. 1, no. 2, pp. 109-118, 2013.
- [2] W. S. dan A. A. Akbar, "Perhitungan Susut Daya pada Sistem Distribusi Tegangan Menengah Saluran Udara dan Kabel," *Jurnal Sains dan Teknologi EMAS*, vol. 17, no. 3, Agustus 2012.
- [3] T. Suheta, Kotima dan A. B. Zaman, "Studi Analisa Pemilihan Kawat Konduktor pada Penyulang Indomie Rungkut di Area Pelayanan dan Jaringan Surabaya Selatan," dalam *Seminar Nasional Electrical, Informatics, and It's Educations*, 2009.
- [4] M. Tuegeh, S. dan M. H. Purnomo, "Modified Improved Particle Swarm Optimization for Optimal Generator Scheduling," dalam *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2009 (SNATI 2009)*, Yogyakarta, 2009.
- [5] M. A. Risnandar, "Optimasi Susunan Fasa Pembebanan Jaringan Distribusi dalam Mengurangi Rugi Daya Menggunakan Particle Swarm Optimization (PSO)," Bandung, 2015.
- [6] H. D. Purnomo, Cara Mudah Belajar Metode Optimasi Metaheuristik Menggunakan Matlab, vol. I, Yogyakarta: Gava Media, 2014.
- [7] Havells India Ltd., 2013.
- [8] *Permen ESDM Nomor 28 Tahun 2016*, Jakarta, 2016.

Logout



Click to enable Adobe Flash Player

- [Home](#)
- [Registrasi Paper](#)
- [Daftar Edisi](#)
- [Topik-Topik](#)
- [Tanggal Penting](#)
- [Template](#)
- [Petunjuk Penulisan](#)
- [Copyright Form](#)
- [Dewan Redaksi](#)
- [Kontak Kami](#)

E - ISSN  
2460 - 5719

P - ISSN  
2301 - 4156

## Selamat Datang

Selamat Datang di website Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi (JNTETI) Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.

Paper Anda berjudul *Metode PSO dalam Penggantian Penghantar Tegangan Menengah*  
Disubmit pada tanggal 2017-12-03 21:42:29

### Visitors

ID 64,387 SG 318 GB 233 RU 197 IE 134 TW 81  
US 7,205 JP 252 MY 208 NL 157 IN 118 CN 81

Pageviews: 302,441

See more ▶

FLAG counter

# MANUAL PERHITUNGAN ( M - F I L E M A T L A B )

## OPTIMASI PENGGANTIAN PENGHANTAR JARINGAN DISTRIBUSI PRIMER MENGUNAKAN METODE PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (PSO)

Muhammad Aris Risnandar & Diana Purwandari



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH TASIKMALAYA  
PENELITIAN DOSEN PEMULA (PDP)

Mei - Oktober 2017



# Prakata

Perencanaan penggantian penghantar pada jaringan distribusi primer memerlukan perhitungan yang cukup detail. Perhitungan penggantian penghantar biasanya dilakukan secara manual sehingga memerlukan waktu yang relatif lama. Dengan adanya perhitungan dengan menggunakan metode *Particle Swarm Optimization* (PSO) proses perhitungan menjadi lebih mudah dan cepat namun tidak meninggalkan unsur ketelitian.

Perhitungan yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan perangkat lunak MATLAB dalam pengoperasiannya. Perangkat lunak MATLAB banyak digunakan dalam operasi perhitungan-perhitungan matematis. Penggunaan MATLAB ini dinilai lebih praktis dibanding dengan perangkat lunak lain. Dalam perangkat lunak MATLAB dikenal istilah M-File dimana M-File ini berisi coding atau bahasa pemrograman yang mudah dipahami oleh pengguna.

Buku ini menjelaskan tahapan-tahapan perhitungan penggantian penghantar menggunakan metode PSO, dimana berisi coding-coding M-File yang digunakan dalam proses perhitungan. Coding M-File yang dijelaskan meliputi bagian pengisian data jaringan, coding M-File untuk simulasi aliran daya, dan coding M-File untuk simulasi PSO sendiri.

Penulis berterima kasih kepada seluruh elemen yang telah mendukung hingga buku ini selesai dikerjakan khususnya Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat (DRPM) yang telah membiayai penelitian ini hingga selesai. Selain itu penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Tasikmalaya yang telah mendukung penulis hingga buku ini dapat diselesaikan khususnya Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM). Semoga buku ini dapat bermanfaat untuk pembaca khususnya bagi penulis.

Tasikmalaya, Oktober 2017

Muhammad Aris Risnandar  
Diana Purwandari

# Daftar Isi

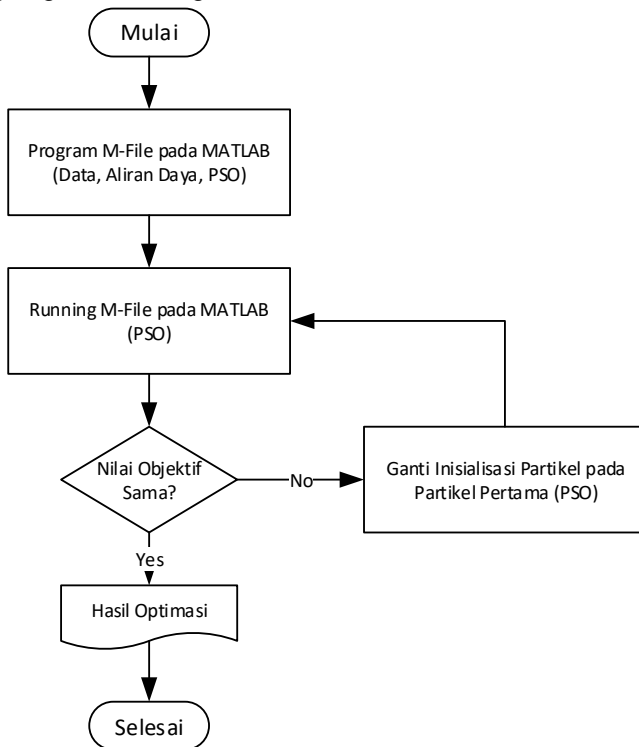
Prakata .....	i
Daftar Isi .....	ii
Alur Penggunaan.....	1
Data (M-File).....	3
Simulasi Aliran Daya (M-FILE).....	6
Simulasi Optimasi (M-FILE) .....	10

# Alur Penggunaan

Dalam penggunaan perhitungan penggantian penghantar, diperlukan adanya beberapa coding M-File MATLAB yang dibutuhkan, diantaranya:

1. Data yang akan digunakan;
2. Program aliran daya (*Backward-Forward Sweep*);
3. Program optimasi (*Particle Swarm Optimization*).

Selanjutnya tahapan-tahapan yang digunakan dalam memperoleh optimasi penggantian penghantar mengikuti alur berikut:



Berikut adalah tahapan-tahapan perhitungan yang dilakukan dalam simulasi:

1. Buat tiga buah program M-File yang meliputi data jaringan, aliran daya, dan optimasi PSO;

2. Jalankan program M-File pada file optimasi PSO. Jika hasil nilai objektif sama dengan nilai objektif pada saat running M-File sebelumnya, maka proses optimasi selesai;
3. Ganti inisialisasi partikel (file optimasi PSO) pada partikel pertama dengan kode penggantian penghantar hasil running sebelumnya dalam bentuk matriks ( $1 \times n_{bus}$ ). Lakukan kembali running M-File pada file optimasi PSO hingga nilai objektif yang diperoleh sama dengan nilai objektif running M-File sebelumnya.

Catatan:

Setiap kali pengulangan simulasi, akan diperoleh nilai objektif yang lebih rendah.

## Data (M-File)

Sebelum pengoperasian simulasi optimasi, diperlukan data-data jaringan diantaranya:

1. Data beban, yaitu data yang memuat data beban (kVA) dan faktor daya ( $\cos \varphi$ ) pada saat beban puncak di setiap titik beban;
2. Data saluran, yaitu data yang memuat jarak antar titik beban (km) dan data tipe penghantar eksisting;
3. Data penghantar, yaitu data yang memuat data penghantar eksisting dan yang akan digunakan.

Berikut adalah rincian M-File yang digunakan dalam simulasi:

### 1. Data beban puncak

```
%% Beban
Load= [
% Bus      S           PF           Gardu
  1    498.4e3    0.85;    %PCWI
  2    423.1e3    0.78;    %PLM
  3    62.8e3     0.92;    %MBT
  4    93.7e3     0.84;    %PAD
  5    338.4e3    0.84;    %DKN
  6    381.0e3    0.88;    %TSBR
  7    172.4e3    0.72;    %SUNS
  8    347.4e3    0.86;    %UNS
  9    312.4e3    0.85;    %GSBT
 10    121.8e3    0.85;    %PCAT
 11    93.9e3     0.84;    %BMS
 12    24.1e3     0.90;    %BPRK
 13    194.2      0.85;    %ASIA
 14    860.9      0.90;    %RTMC
 15    95.2       0.85];   %SL
nbus=size(Load,1);
```

Data beban memiliki dimensi matriks ( $n_{bus} \times 3$ ), dimana kolom pertama memuat data titik beban (Bus), kolom kedua (S) memuat beban puncak (kVA) pada masing-masing titik beban, dan kolom ketiga (PF) memuat faktor daya ( $\cos \varphi$ ) pada masing-masing titik beban. Selanjutnya untuk memudahkan

informasi ditambahkan kolom keempat (Gardu) untuk memberikan informasi nama gardu.

## 2. Data saluran

```
%% Saluran
Lines=[
%  NS   NR   Tipe  Jarak
    0    1    1    0.815;
    1    2    1    0.150;
    2    3    1    0.080;
    3    4    1    0.475;
    4    5    1    0.475;
    5    6    1    0.174;
    5    7    1    0.828;
    7    8    1    0.828;
    8    9    1    0.314;
    8   10    1    0.314;
   10   11    1    1.306;
   11   12    1    0.051;
   12   13    1    0.521;
   13   14    1    0.420;
   14   15    1    0.420];
```

Data saluran memiliki dimensi matriks (nbus x 4), dimana kolom pertama (NS) memuat data titik awal saluran, kolom kedua (NR) memuat data titik akhir saluran, kolom ketiga (Tipe) memuat tipe penghantar eksisting pada masing-masing saluran, dan kolom keempat (Jarak) memuat jarak masing-masing saluran (km).

## 3. Data Penghantar

```
%% Tipe Saluran
STM=[
% Tipe   R       X       KHA   Ukuran
    1  0.3936  0.148  268;  %70 mm2 ACSR
    2  0.3420  0.112  250;  %75 mm2 KBL
    3  0.2470  0.107  298;  %95 mm2 KBL
    4  0.1590  0.099  338;  %150 mm2 KBL
    5  0.0980  0.092  378]; %240 mm2 KBL
```

Data beban memiliki dimensi matriks ( $n_{\text{tipe}} \times 4$ ), dimana kolom pertama (Tipe) memuat nomor urut tipe penghantar, kolom kedua (R) memuat data resistansi penghantar pada masing-masing tipe penghantar (ohm/km), kolom ketiga (X) memuat reaktansi penghantar pada masing-masing tipe penghantar (ohm/km), dan kolom keempat (KHA) memuat kuat hantar arus (A) masing-masing tipe penghantar. Selanjutnya untuk memudahkan informasi ditambahkan kolom kelima (Ukuran) untuk memberikan informasi ukuran masing-masing tipe penghantar.

## Simulasi Aliran Daya (M-FILE)

Tahap selanjutnya dalam proses simulasi yaitu membuat program aliran daya. Adapun simulasi aliran daya yang digunakan yaitu metode *backward-forward sweep*. Selanjutnya bentuk M-File simulasi aliran daya ditunjukkan sebagai berikut:

```
function [Loss]=LFR01 (Line)
DataR01;
%% Referensi
[x,y]=pol2cart(degtrrad(0),1);    %ubah polar ke complex
V0=complex(x,y);                 %tegangan referensi
(complex)

% Base
Sbase=1e6;                        %Sbase
Vbase=20e3;                       %Vbase
Zbase=Vbase^2/Sbase;              %Zbase
Ibase=Vbase/Zbase;               %Ibase

% Impedansi (pu)
for i=1:nbus
    if Line(i,3)==1
        z(i)=complex (STM(1,2),STM(1,3)) *Line(i,4)/Zbase;
    elseif Line(i,3)==2
        z(i)=complex (STM(2,2),STM(2,3)) *Line(i,4)/Zbase;
    elseif Line(i,3)==3
        z(i)=complex (STM(3,2),STM(3,3)) *Line(i,4)/Zbase;
    elseif Line(i,3)==4
        z(i)=complex (STM(4,2),STM(4,3)) *Line(i,4)/Zbase;
    elseif Line(i,3)==5
        z(i)=complex (STM(5,2),STM(5,3)) *Line(i,4)/Zbase;
    end
end
z;
```



```

% Matriks Impedansi
for i=1:nbus
    zM(i,i)=z(i);
end
zM;

%% Beban (kVA pu)
for i=1:nbus
    S(i,1)=complex(Load(i,2)*cosd(Load(i,3)), ...
        Load(i,2)*sind(Load(i,3)))/Sbase;
end
S;

%% Tegangan Masing-Masing Node (pu)
for i=1:nbus
    Vs(i)=complex(x,y);
end
Vs;

%% Matriks A
for i=1:nbus
    for j=1:nbus
        if j==Line(i,1)
            TR(j,i)=1;
        elseif j==Line(i,2)
            TR(j,i)=-1;
        end
    end
end
A=-inv(TR);

%% Mulai Iterasi
kmax=100;
tol=1e-9;
err=1;k=1;
while err>=tol & k<kmax

```

```

%% Arus Injeksi Negatif
for i=1:nbus
    J(i,1)=complex(-
real(S(i)), imag(S(i)))/conj(Vs(i));
end
J;
K=-J;
%% Jatuh Tegangan Total
dU=A.'*zM*A*K;

%% Tegangan Tiap Node
for i=1:nbus
    Vs1(i)=V0-dU(i);
end
Vs1;

%% Cek Toleransi
for i=1:nbus
    err1(i)=abs(abs(Vs1(i))-abs(Vs(i)));
end
err=max(err1);

k=k+1;
Vs=Vs1;
end

%% Data Akhir
% Arus Cabang (real A)
I=A*K;
I_R=abs(I)*Ibase;

% Drop Tegangan (real V)
Vd=abs(zM*I)*Vbase;

% Tegangan (real kV)
Vi=abs(Vs.)*Vbase/1000;

% Impedansi (real Z)
zR=z*zbase;

```

```
% Losses (real kW)
for i=1:nbus
    Loss(i,1)=(abs(I_R(i))^2*real(zR(i)))/1e3;
end
Loss;
T_loss=sum(Loss);
end
```

## Simulasi Optimasi (M-FILE)

Tahap terakhir dalam proses simulasi yaitu membuat program optimasi. Adapun metode optimasi yang digunakan yaitu metode *Particle Swarm Optimization*. Selanjutnya bentuk M-File simulasi optimasi ditunjukkan sebagai berikut:

```
clear
clc

DataR01;
format short
%% Parameter
N=20;                %jumlah partikel)
D=nbus;              %dimensi partikel (n bus)
c1=1;                %cognitif learning (c1)
c2=1;                %social learning (c2)
xmax=5;              %batas atas kode partikel
xmin=1;              %batas bawah kode partikel
vmax=3;              %batas atas kecepatan partikel
vmin=-3;             %batas bawah kecepatan partikel
v=zeros(N,D);       %set kecepatan awal (partikel x dimensi)
kmax=100;            %iterasi maksimum
c_ln=1600;           %harga penghantar (Rp/mm2/km)
usia=1;              %waktu operasi (tahun)
th=365;              %hari/tahun
jam=24;              %jam/hari
c_jam=usia*th*jam;   %harga penghantar/jam
TDL=1365;            %tarif dasar listrik
lsf=0.68;            %loss factor

%% Inisialisasi Partikel
x=ceil(5*rand(N,D)); %full random
x(1,:)= [1 5 5 3 3 1 4 4 1 2 4 3 2 5 2]; %cek

%% Iterasi
k=1;
while k<kmax
for i=1:N
    Line(:, :, i)=Lines;
```

```

for j=1:D
    if x(i,j)==1
        Line(j,3,i)=1;
        c_line(j,i)=c_ln*3*25*Line(j,4,i)*1000*0;
    elseif x(i,j)==2
        Line(j,3,i)=2;
        c_line(j,i)=1600*3*35*Line(j,4,i)*1000;
    elseif x(i,j)==3
        Line(j,3,i)=3;
        c_line(j,i)=1600*3*50*Line(j,4,i)*1000;
    elseif x(i,j)==4
        Line(j,3,i)=4;
        c_line(j,i)=1600*3*70*Line(j,4,i)*1000;
    elseif x(i,j)==5
        Line(j,3,i)=5;
        c_line(j,i)=1600*3*95*Line(j,4,i)*1000;
    else
        'salah'
    end
end
end
c_line; %biaya penghantar
% Loss
%% Evaluasi Fitness
for i=1:N
    T_loss(i)=LF(Line(:, :, i));
end
c_loss=T_loss*TDL*8760*usia*lsf; %biaya losses
fx=c_loss+sum(c_line); %biaya losses+biaya
penghantar

% for i=1:N
% T_loss(
%% Set Pbest
if k==1
    Pbest=x;
    fPbest=fx;
else
    for i=1:N
        if fx(i)<fPbest(i)
            Pbest(i)=x(i);
            fPbest(i)=fx(i);

```

```

        end
    end
end

%% Set Gbest
[fGbest,par]=min(fPbest);
Gbest=Pbest(par,:);

%% Cek Iterasi
if k<kmax
    k=k+1;
else
    break
end

%% Update Kecepatan
for i=1:N
    for j=1:nbus
        v(i,j)=v(i,j)+c1*rand(1)*(Pbest(i,j)-x(i,j))+...
            c2*rand(1)*(Gbest(1,j)-x(i,j));
    end
end
v=min(vmax,v);
v=max(vmin,v);
v=round(v); %Kecepatan Posisi Partikel

%% Update Posisi
x=x+v;
x=min(xmax,x);
x=max(xmin,x);
x; %Posisi Partikel Baru
% (sum(c_line)/1e6)+'+(c_loss/1e6)'
end
Gbest
format bank
objektif=fGbest/1e6
c_line';

```

# MANUAL PERHITUNGAN

( M - F I L E M A T L A B )



## **Kritik dan Saran:**

Muhammad Aris Risnandar | email: aris\_elektro@umtas.ac.id  
Diana Purwandari | email: diana@umtas.ac.id