

# OPTIMASI PENEMPATAN *RECLOSER* PADA PENYULANG MAYANG AREA PELAYANAN DAN JARINGAN (APJ) JEMBER MENGGUNAKAN *SIMPLEX METHOD*

(OPTIMIZATION OF RECLOSER PLACEMENT USING SIMPLEX METHOD (CASE STUDY : MAYANG'S FEEDER ON APJ JEMBER))

Gunawan Hadi Prasetyo, Dedy Kurnia Setiawan, Widyono Hadi  
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Jember (UNEJ)  
Jln. Kalimantan 37, Jember 68121  
E-mail: [gunawanhp10@yahoo.co.id](mailto:gunawanhp10@yahoo.co.id)

## Abstrak

Salah satu tipe jaringan yang masih banyak digunakan pada sistem distribusi adalah jaringan radial. Jaringan ini memiliki keandalan yang rendah, yaitu masih tingginya nilai *SAIDI* dan *SAIFI*. Salah satu cara untuk meminimalisir nilai *SAIDI* dan *SAIFI* sekaligus meningkatkan keandalan pada jaringan radial yaitu dengan memasang *recloser*. *Recloser* ini berfungsi untuk memutus dan menyambung kembali aliran listrik secara otomatis pada suatu jaringan saat terjadi gangguan. Agar *recloser* dapat bekerja optimal maka penempatan *recloser* pada suatu jaringan tidak boleh diletakkan di sembarang titik. *Recloser* harus diletakkan pada titik yang sering terjadi gangguan atau pada titik yang memiliki kemungkinan terbesar terjadinya gangguan, selain itu harus mempertimbangkan jumlah pelanggan yang ditanggung. Semakin sedikit pelanggan yang terkena gangguan maka nilai *SAIDI* dan *SAIFI* akan semakin kecil. Untuk menempatkan *recloser* pada titik yang tepat diperlukan program optimasi, salah satunya yaitu metode simplex. Di dalam metode ini dianalisis parameter-parameter dari indeks keandalan untuk mendapatkan persamaan matematis yang dimasukkan ke dalam fungsi minimum agar mendapat nilai *SAIDI* dan *SAIFI* yang terbaik. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa *recloser* pada penyulang Mayang paling optimal diletakkan pada section 9 karena memiliki nilai reduksi *SAIDI* dan *SAIFI* yang paling besar.

**Kata Kunci:** Jaringan radial, *SAIDI*, *SAIFI*, metode simplex.

## Abstract

*One type of network is still being used in distribution system is radial network. This network type has low reliability because it has high value of SAIDI and SAIFI. One way to minimize value of SAIDI and SAIFI while increasing reliability in radial network is installing recloser. This recloser purpose is to disconnect and reconnect electrical flow automatically in the network when there is a disturbance. In order to work optimally, the recloser placement should not be placed at random point. The recloser should be placed at the point which there are many disturbance or at the point which has high probability of disturbance, furthermore it should consider the number of customer. The fewer customer are affected by disturbance will make SAIDI and SAIFI values will be smaller. Placing recloser at the right point required optimization program, one of that is simplex method. In this method is analyzed parameters from reliability index in order to obtain mathematical equation that put into the minimum function to obtain the best value of SAIDI and SAIFI. From the test result showed that most optimal recloser placement at mayang's feeder are placed at section 9 because it has a high reduction value of SAIDI and SAIFI.*

**Keyword:** Radial network, *SAIDI*, *SAIFI*, simplex method.

## PENDAHULUAN

Peningkatan kebutuhan tenaga listrik yang semakin tinggi menuntut sistem distribusi tenaga listrik memiliki sistem keandalan yang tinggi. Pemadaman listrik yang terlalu sering dengan waktu padam yang lama dan tegangan listrik yang tidak stabil, merupakan refleksi dari keandalan dan kualitas listrik yang kurang baik, dimana akibatnya dapat dirasakan secara langsung oleh pelanggan. Sistem tenaga listrik yang handal dan energi listrik dengan kualitas yang baik atau memenuhi standard, mempunyai kontribusi yang sangat penting bagi kehidupan masyarakat modern karena peranannya yang dominan di bidang industri, telekomunikasi, teknologi informasi, pertambangan,

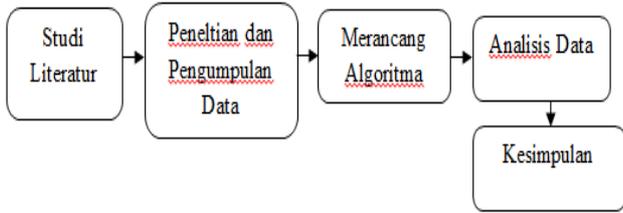
transportasi umum dan lain-lain yang semuanya itu dapat beroperasi karena tersedianya energi listrik.

Tingkat keandalan jaringan distribusi dan pada umumnya diukur oleh dua parameter, yaitu : *Standar Average Interruption Duration Index (SAIDI)* dan *Standar Average Interruption Frequency Index (SAIFI)*. Semakin tinggi angka *SAIDI* dan *SAIFI* menunjukkan semakin rendahnya tingkat keandalan dan tingkat pelayanan ke pelanggan. Salah satu metode untuk meningkatkan keandalan jaringan distribusi berdasarkan indeks keandalan adalah dengan menambahkan *sectionalizer* atau *recloser* [1].

Semakin banyak *recloser* yang dipasang maka semakin handal pula sistem tersebut [2], akan tetapi dengan banyaknya *recloser* maka biaya yang dibutuhkan juga semakin besar. Oleh karena itu optimasi penempatan

recloser sangat diperlukan untuk menanggulangi masalah tersebut. optimasi penempatan recloser dilakukan dengan menggunakan *Simplex method*, yaitu salah satu teknik penentuan solusi optimal yang digunakan dalam pemrograman linier.

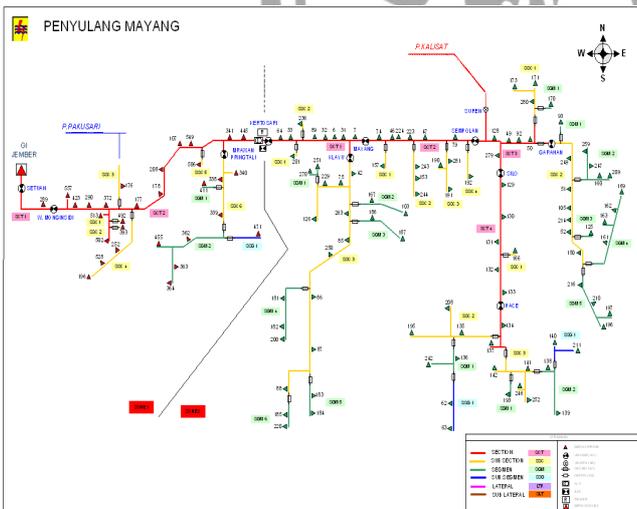
**METODE PENELITIAN**



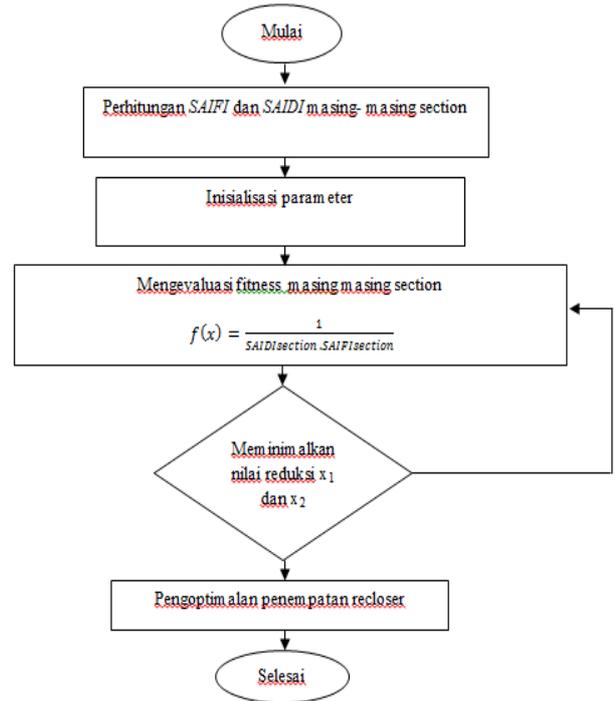
**Gambar 1.** Diagram Alir Penelitian

Gambar 1 menjelaskan bahwa penelitian dimulai dengan studi literatur. Selanjutnya penelitian dan pengumpulan data-data penyulang Mayang, berikut gambar 2 ini adalah *single line* dari penyulang Mayang.

**Gambar 2.** *Single Line* Penyulang Mayang



Setelah data-data terkumpul langkah selanjutnya yaitu merancang algoritma program *simplex method* pada matlab. Setelah itu data tersebut diolah dan dianalisis dengan menggunakan program *simplex method* dan dari hasil program tersebut akan disusun kesimpulan.



**Gambar 3.** *Flowchart* sistem kerja secara keseluruhan

Gambar 3 menjelaskan tahap pertama dalam tugas akhir ini adalah mencari nilai *SAIDI* dan *SAIFI* masing-masing section. Dalam tugas akhir ini untuk itu diperlukan data laju kegagalan dan waktu keluar komponen seperti pada tabel 1 sebagai berikut.

**Tabel 1.** Data Laju Kegagalan dan Waktu Keluar Komponen

Komponen	$\lambda$ (Kegagalan/tahun)	r (Jam/Tahun)
SUTM	0.087	0.465
Transformator	0	0
Fuse Cut Out	0.005	0.072
Recloser	0.063	0.185
PMT	0.004	0.032
LBS	0.002	0.013

Setelah data-data terkumpul selanjutnya yaitu menghitung nilai *SAIDI* dan *SAIFI* masing-masing section dengan menggunakan persamaan berikut.

$$SAIFI = \frac{\sum \lambda_k M_k}{M} \tag{1}$$

$\lambda_k$  = laju kegagalan komponen (kegagalan/tahun)  
 $M_k$  = jumlah beban pada titik beban k ( pelanggan)  
 $M$  = jumlah seluruh beban dalam satu sistem (pelanggan)

$$SAIDI = \frac{\sum U_k M_k}{M} \tag{2}$$

$U_k$  = laju kegagalan komponen (kegagalan/tahun)  
 $M_k$  = jumlah beban pada titik beban k ( pelanggan)

$M$  = jumlah seluruh beban dalam satu sistem (pelanggan)

Dengan persamaan tersebut maka diperoleh hasil sebagai berikut.

**Tabel 2.** Perhitungan SAIDI dan SAIFI tiap section

No	Section	Jumlah pelanggan yang ditanggung recloser	SAIFI	SAIDI
1	S1	24805	0.100039	0.042246
2	S2	24503	0.192863	0.086061
3	S3	24287	0.283466	0.126608
4	S4	24059	0.372242	0.166259
5	S5	23544	0.453753	0.202666
6	S6	22209	0.513401	0.227190
7	S7	20922	0.564851	0.247197
8	S8	19650	0.605190	0.270304
9	S9	19505	0.675110	0.300658
10	S10	13700	0.527359	0.230790
11	S11	13032	0.551173	0.246178
12	S12	12148	0.560054	0.249916
13	S13	11513	0.575463	0.251842
14	S14	11063	0.595060	0.260285
15	S15	5591	0.322954	0.141213
16	S16	4369	0.269365	0.117755
17	S17	2156	0.141143	0.062938
Total			7.304488	3.230105

Dari pengamatan tabel 2 didapatkan nilai SAIFI dan SAIDI pada penyulang Mayang adalah 7.304488 gangguan/pelanggan.tahun dan 3.230105 jam/pelanggan.tahun. Selanjutnya menginisialisasi parameter-parameter yaitu SAIFI dan SAIDI ke dalam program simplex method untuk mencari nilai  $x_1$  dan nilai  $x_2$ . Yang mana nilai  $x_1$  merupakan nilai SAIFI yang direduksi oleh penempatan recloser pada tiap-tiap section, sedangkan nilai  $x_2$  merupakan nilai SAIDI yang direduksi oleh penempatan recloser pada tiap-tiap section. Evaluasi fitness yang digunakan dalam penyelesaian sistem ini adalah :

$$SAIFI_{section} = \left( \frac{\lambda_{TTR_1} \cdot r_{TTR_1} \cdot tLP_m + \dots + \lambda_{TTR_n} \cdot r_{TTR_n} \cdot tLP_n}{tLP_1 + \dots + tLP_m + \dots + tLP_n} \right) - x_1 \quad (3)$$

$$SAIDI_{section} = \left( \frac{\lambda_{TTR_1} \cdot tLP_m + \dots + \lambda_{TTR_n} \cdot tLP_n}{tLP_1 + \dots + tLP_m + \dots + tLP_n} \right) - x_2 \quad (4)$$

$$f(x) = \frac{1}{SAIDI_{section} \cdot SAIFI_{section}} \quad (5)$$

$f(x)$  = Evaluasi Fitness

$\lambda_{TTR}$  = Laju Kegagalan Sistem Ditinjau Dari Trafo Tiga Fasa

$r_{TTR}$  = Waktu Keluar Sistem Ditinjau Dari Trafo Tiga Fasa TTR

tLP = Titik Load Point

## HASIL PENELITIAN

Pada penelitian ini secara garis besar penelitian yang dilakukan adalah menguji keoptimalan penempatan recloser pada penyulang Mayang dengan menggunakan program simplex method yang kemudian hasil dari program tersebut akan dibandingkan dengan program lain yaitu PSO (Particle Swarm Optimization). Yang kedua yaitu membandingkan penempatan recloser hasil pengujian dengan penempatan recloser oleh PLN saat ini.

### Pengujian Penempatan Recloser Menggunakan Simplex Method

Dari data SAIFI dan SAIDI tiap section yang telah diperoleh maka akan disusun sebuah rumus yang akan dimasukkan ke dalam program simplex method. Hasil dari program tersebut adalah nilai dari variabel  $x_1$  dan  $x_2$ , yang mana  $x_1$  adalah reduksi dari SAIFI sedangkan  $x_2$  adalah reduksi dari SAIDI. Kemudian nilai SAIFI dan SAIDI akan dikurangkan dengan nilai  $x_1$  dan  $x_2$  sehingga akan menghasilkan nilai SAIFI SR yaitu nilai SAIFI sistem setelah ditempatkan recloser dan SAIDI SR yaitu nilai SAIDI sistem setelah ditempatkan recloser. Berikut tabel 3 merupakan nilai SAIFI dan SAIDI sistem yang telah ditempatkan recloser berdasarkan hasil dari program simplex method.

**Tabel 3.** Hasil Reduksi SAIFI dan SAIDI Sistem Menggunakan Program Simplex Method

Section	Reduksi SAIFI	Reduksi SAIDI	SAIFI SR	SAIDI SR
S1	0.1630	0.0641	7.141488	3.166005
S2	0.2651	0.1076	7.039388	3.122505
S3	0.2603	0.1380	7.044188	3.092105
S4	0.4433	0.1776	6.861188	3.052505
S5	0.5235	0.2137	6.780988	3.016405
S6	0.5698	0.2376	6.734688	2.992505
S7	0.6180	0.2490	6.686488	2.981105
S8	0.6551	0.2382	6.649388	2.992905
S9	0.7326	0.4075	6.571888	2.822605
S10	0.5622	0.2372	6.742288	2.992905
S11	0.5843	0.2630	6.720188	2.967105
S12	0.5909	0.2071	6.713588	3.023005
S13	0.6047	0.2573	6.699788	2.972805
S14	0.6242	0.2655	6.680288	2.964605
S15	0.3372	0.1435	6.967288	3.086605
S16	0.2805	0.1198	7.023988	3.110305
S17	0.1466	0.0640	7.157888	3.166105

Dari hasil program tersebut didapatkan bahwa nilai reduksi SAIFI dan SAIDI Sistem yang terbesar adalah pada section 9. Pada section ini didapatkan reduksi SAIFI sebesar 0.7246 gangguan/pelanggan.tahun sehingga mengurangi SAIFI sistem sebelum ditempatkan recloser yaitu dari 7.304488 gangguan/pelanggan.tahun menjadi 6.571888

gangguan/ pelanggan.tahun setelah ditempatkan *recloser*. Kemudian untuk nilai reduksi *SAIDI* yaitu sebesar 0.4075 jam/pelanggan.tahun sehingga mengurangi *SAIDI* sistem sebelum ditempatkan *recloser* yaitu dari 3.230105 jam/pelanggan.tahun menjadi 2.822605 jam/pelanggan.tahun.

menjadi 2.920305 jam/pelanggan.tahun.

**Pengujian Penempatan Recloser Menggunakan PSO (Particle Swarm Optimization)**

Untuk menguji keefektifan dari program *Simplex method*, data *SAIFI* dan *SAIDI* juga diuji menggunakan program yang bernama *PSO (Particle Swarm Optimization)*. Seperti pada program *Simplex method*, terlebih dahulu disusun sebuah rumus yang akan dimasukkan ke dalam program *PSO*. Hasil dari program *PSO* sendiri berupa nilai x dan y, yang mana nilai x merupakan reduksi dari *SAIFI* sedangkan y adalah reduksi dari *SAIDI*. Berikut tabel 4 merupakan hasil *SAIFI* dan *SAIDI* setelah ditempatkan *recloser*.

**Tabel 4.** Hasil Reduksi *SAIFI* dan *SAIDI* Sistem Menggunakan Program *PSO*

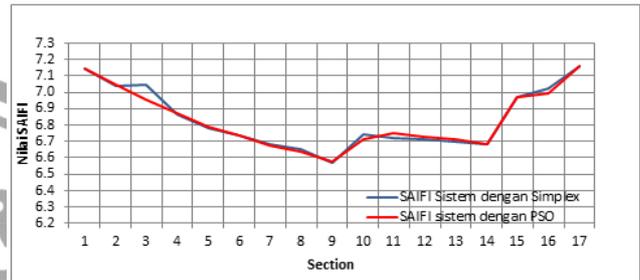
Section	Reduksi SAIFI	Reduksi SAIDI	SAIFI SR	SAIDI SR
S1	0.1630	0.0539	7.141488	3.166005
S2	0.2551	0.0976	7.049388	3.122505
S3	0.3452	0.1380	6.959288	3.092105
S4	0.4333	0.1776	6.871188	3.052505
S5	0.5235	0.2137	6.790888	3.016405
S6	0.5698	0.2376	6.734688	2.992505
S7	0.6180	0.2490	6.676388	2.973105
S8	0.6551	0.2382	6.635388	2.950605
S9	0.7326	0.4075	6.579888	2.920305
S10	0.5622	0.2372	6.712288	2.992905
S11	0.5843	0.2630	6.750288	2.977805
S12	0.5909	0.2071	6.728588	2.974505
S13	0.6047	0.2573	6.709788	2.975305
S14	0.6242	0.2655	6.680288	2.964505
S15	0.3372	0.1435	6.967288	3.086305
S16	0.2805	0.1198	6.993988	3.110305
S17	0.1466	0.0640	7.157888	3.166105

Dari hasil pengujian menggunakan program *PSO* juga didapatkan hasil yang sama yaitu nilai reduksi *SAIFI* dan *SAIDI* sistem yang terbesar adalah pada *section 9*. Pada *section* ini didapatkan reduksi *SAIFI* sebesar 0.7246 gangguan/pelanggan.tahun sehingga mengurangi *SAIFI* sistem sebelum ditempatkan *recloser* yaitu dari 7.304488 gangguan/pelanggan.tahun menjadi 6.571888 gangguan/pelanggan.tahun setelah ditempatkan *recloser*. Kemudian untuk nilai reduksi *SAIDI* yaitu sebesar 0.3098 jam/pelanggan.tahun sehingga mengurangi *SAIDI* sistem sebelum ditempatkan *recloser* yaitu dari 3.230105

**Perbandingan Hasil Pengujian SAIFI dan SAIDI Sistem Menggunakan Simplex Method dengan PSO**

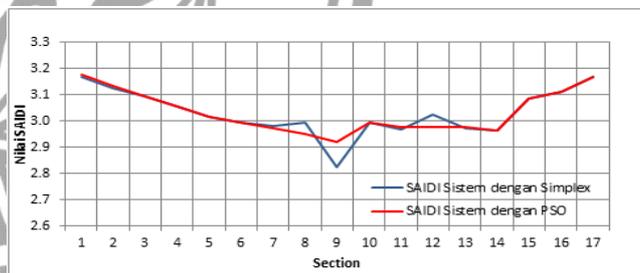
Dari data kedua tabel diatas dapat dilihat bahwa hasil dari kedua program tersebut sama, yaitu nilai *SAIFI* dan *SAIDI* yang tereduksi paling besar adalah pada *section 9* meskipun nilai dari kedua program memiliki selisih akan tetapi selisih dari kedua program tersebut tidak terlalu besar.

Berikut gambar 4 merupakan grafik perbandingan dari *SAIFI* setelah ditempatkan *recloser* dengan menggunakan *Simplex method* dan *PSO*.



**Gambar 4.** Perbandingan *SAIFI* sistem dengan *Simplex Method* dan *PSO*

Dan gambar 5 berikut merupakan perbandingan dari *SAIDI* setelah ditempatkan *recloser* dengan menggunakan *Simplex method* dan *PSO*.



**Gambar 5.** Perbandingan *SAIDI* sistem dengan *Simplex Method* dan *PSO*

Dari kedua grafik tersebut dapat dilihat selisih yang sangat kecil baik antara data pengujian *SAIFI* dengan *SAIFI* maupun *SAIDI* dengan *SAIDI* dari kedua program. Hal ini menunjukkan bahwa program *Simplex method* efektif sebagai program optimasi karena hasil dari program tersebut sama meskipun memiliki selisih nilai yang sangat kecil.

**Perbandingan Penempatan Recloser oleh PLN dengan Hasil Pengujian**

Dari data hasil pengujian, *recloser* penyulang Mayang yang paling optimal seharusnya diletakkan pada *section 9* dengan asumsi bahwa reduksi terbesar dari nilai *SAIFI* dan *SAIDI* setelah ditempatkan *recloser* adalah pada *section 9* dengan nilai reduksi *SAIFI* dan *SAIDI* sebesar 0.7326 dan 0.4075. sedangkan reduksi *SAIFI* dan *SAIDI* pada lokasi *recloser* yang ditempatkan oleh PLN yaitu *section 7* adalah 0.6180 dan 0.2490. Hal ini juga didukung dengan ketentuan

SPLN 59 tahun 1985 yang mana suatu sistem radial dengan menggunakan satu PBO (Pemutus Balik Otomatis) / *recloser* harus berada di tengah sistem/jaringan. Pada penyulang Mayang sendiri terdapat 17 *section* dan yang menjadi pertengahan dari jaringan penyulang yaitu *section* 9. Berikut adalah gambar 6 yang menunjukkan letak penempatan *recloser* pada *section* 9.

0.6180 dan 0.2490 sedangkan pada *section* 9 memiliki nilai reduksi *SAIFI* dan *SAIDI* terbesar dengan nilai 0.7326 dan 0.4075 sehingga nilai *SAIFI* dan *SAIDI* setelah ditempatkan *recloser* menjadi 6.571888 gangguan/pelanggan.tahun dan 2.822605 jam/pelanggan.tahun. Lokasi penempatan *recloser* yang paling optimal pada penyulang Mayang adalah pada *section* 9.



Gambar 6. Penempatan *Recloser* yang optimal pada Penyulang Mayang

Penentuan dan peletakan *recloser* pada penyulang Mayang ini berbeda dengan yang dilakukan PLN, dimana PLN APJ Jember meletakkan *recloser* pada penyulang Mayang di *section* 7 seperti pada gambar 7 berikut.



Gambar 7. Penempatan *Recloser* yang diletakkan oleh PLN pada Penyulang Mayang

Pada *section* 7 ini merupakan batas wilayah area kota dengan rayon Kalisat, sehingga PLN berasumsi jika ada gangguan maka akan lebih mudah untuk menanganinya. Jika gangguan berada di area kota maka petugas yang menanganinya adalah pihak PLN area Jember, jika gangguan berada di area Kalisat maka petugas yang menanganinya yaitu pihak dari PLN rayon Kalisat. Sedangkan hasil dari pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa *recloser* yang paling optimal seharusnya diletakkan pada *section* 9 yang menjadi pertengahan dari jaringan penyulang Mayang, hal ini dibuktikan dengan nilai reduksi dari *SAIFI* dan *SAIDI* yang paling besar adalah pada *section* 9, dan juga didukung dari ketentuan SPLN 59 tahun 1985.

## KESIMPULAN

Penempatan *recloser* oleh PLN pada *section* 7 penyulang Mayang belum tepat karena nilai reduksi *SAIFI* dan *SAIDI* masih lebih kecil daripada *section* 9 yaitu dengan nilai

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Short T.A. 2006. *Distribution Reliability and Power Quality*. Taylor & Francis Group, CRC.
- [2] Rachman, Azwar. 2013. *Optimasi Penempatan Recloser Pada Sistem Distribusi Radial Penyulang Kedonganan Gardu Induk Nusa Dua Bali Menggunakan Particle Swarm Optimization*. Jember: Fakultas Teknik Universitas Jember.