**PENEMPATAN RECLOSER MENGGUNAKAN METODE LINIER PROGRAMING**

**(Studi Kasus Feeder Sanggrahan 2)**

M Yazid Bustomi1, Sapto Nisworo2, dan Deria Pravitasari3

1,2,3Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tidar

[byazid99@gmail.com1](mailto:byazid99@gmail.com1), [saptonisworo@untidar.ac.id2](mailto:saptonisworo@untidar.ac.id2), [deria.pravitasari@untidar.ac.id3](mailto:deria.pravitasari@untidar.ac.id3)

**ABSTRAK**

Sistem distribusi tipe radial mempunyai bentuk yang sangat sederhana dan banyak sekali digunakan, serta luas pemakaiaannya, terutama untuk mensuplai daerah beban yang mempunyai kerapatan beban yang rendah, sedang sistem radial tanpa recloser memiliki kontinuitas dan keandalan yang kurang baik. Nilai SAIFI dan SAIDI digunakan sebagai tolak ukur tingkat keandalan suatu sistem, bila nilai SAIFI dan SAIDI sistem sesui dengan standar yang di persyaratkan maka sistem tersebut mempunyai tingkat keandalan yang baik. Bila nilai SAIFI dan SAIDI sistem tidak sesuai standar maka sistem tersebut mempunyai tingkat keandalan yang tidak baik. Demi meningkatkan keandalan diperlukan tindakan salah satunya dengan cara pemasangan recloser, dari perhitungan yang telah dilakukan Nilai SAIFI dan SAIDI penyulang Sanggrahan 2 tahun 2016 tidak sesui standar yang dipersyaratkan dan tingkat keandalan tidak baik dengan nilai SAIFI dan SAIDI sebesar 7,21 kali/tahun dan 5,32 jam/tahun, setelah dilakukan skenario penempatan recloser pada penyulang Sanggrahan 2 menggunakan skenario 1, skenario 2, dan skenario 3 didapat hasil maksimal pada skenario 3 dengan nilai SAIFI dan SAIDI menjadi 3,16 kali/tahun dan 2,33 jam/tahun dengan ini sistem penyulang Sanggrahan 2 menjadi lebih handal dan sesuai standar SPLN 68-2: 198.

**Kata kunci:** ketidakseimbangan beban, arus netral, rugi-rugi transformator.

***ABSTRACT***

*Radial type distribution system has a very simple form and is widely used, as well as the usage area, especially to supply load areas that have low load density, while the radial system without recloser has poor continuity and reliability. The values of SAIFI and SAIDI are used as a benchmark for the reliability of a system, if the SAIFI and SAIDI system values are in accordance with the required standards, the system has a good level of reliability. If the SAIFI and SAIDI values of the system do not match the standard, the system has a level of reliability that is not good. In order to improve reliability, action is needed, one of them is by installing a recloser, from the calculations that have been done, the value of SAIFI and SAIDI penyangg Sanggrahan 2 year 2016 is not as required and the level of reliability is not good with SAIFI and SAIDI values of 7.21 times / year and 5 , 32 hours / year, after the recloser placement scenario for the Sanggrahan 2 feeder uses scenario 1, scenario 2, and scenario 3 the maximum results are obtained in scenario 3 with SAIFI and SAIDI values being 3.16 times / year and 2.33 hours / year with this Sanggrahan 2 feeder system becomes more reliable and complies with SPLN standard 68-2: 198.*

***Keyword****: load imbalance, neutral current, transformer losses.*

# PENDAHULUAN

Pendistribusian tenaga listrik ke konsumen biasanya sering terdapat gangguan. Gangguan pada sistem tenaga listrik antara lain disebabkan oleh gangguan hubung singkat. Gangguan hubung singkat di SUTM (Saluran Udara Tegangan Menengah) yang terbanyak merupakan gangguan satu fasa ke tanah yang sifatnya sementara. Frekuensi pemadaman karena gangguan dapat diperkecil dengan memakai sistem dan alat pengaman yang sesuai, baik dan memadai [1].

Distribusi tenaga listrik mempunyai peran penting karena terhubung langsung dengan penggunaan energi listrik, terutama pemakai energi listrik tegangan menengah dan tegangan rendah. Pada sistem pendistribusian tenaga listrik biasanya sering terjadi gangguan. Gangguan adalah penghalang dari suatu system yang sedang beroperasi atau suatu keadaan dari sistem penyaluran tenaga listrik yang menyimpang dari kondisi normal. Suatu gangguan di dalam peralatan listrik didefinisikan sebagai terjadinya suatu kerusakan di dalam jaringan listrik yang menyebabkan aliran arus listrik keluar dari saluran yang seharusnya [2]. Dengan meningkatnya kebutuhan akan energi listrik seyogyanya ditunjang dengan usaha peningkatan kualitas penyaluran terhadap para pelanggan yakni pelayanan teknis yang mampu memberikan aliran energi listrik dengan daya yang mencukupi dan handal. Faktor yang sangat mempengaruhi dari kualitas energi listrik yang dipakai adalah kestabilan tegangan, frekuensi, kontinuitas pelayanan, dan faktor daya [3].

Pemprograman linier adalah metode matematik dalam mengalokasikan sumber daya yang terbatas untuk mencapai suatu tujuan seperti memaksimalkan keuntungan atau meminimumkan biaya. Program linier berkaitan dengan penjelasan suatu kasus dalam dunia nyata sebagai suatu model matematik yang terdiri dari sebuah fungsi tujuan linier dengan beberapa kendala linier [4].

# LANDASAN TEORI

1. Tinjauan Pustaka

Sistem tenaga listrik merupakan salah satu tenaga yang sangat dibutuhkan oleh masayarakat, perkantoran, industri, dan lain sebagainya, segala aktifitas yang berkaitan dengan kebutuhan sehari-hari tidak terlepas dari kebutuhan akan tenaga listrik, karena tenaga listrik adalah kebutuhan yang pokok bagi kehidupan masyarakat modern. Selain itu, tenaga listrik merupakan salah satu tolak ukur perkembangan suatu daerah, semakin berkembang suatu daerah, maka kebutuhan tenaga listrik juga semakin meningkat.

Sistem interkoneksi tenaga listrik merupakan suatu sistem yang terdiri dari beberapa pusat pembangkit listrik dan beberapa gardu induk (GI) yang saling terhubung antara satu dengan yang lain melalui sebuah saluran transmisi dan melayani semua beban yang ada pada gardu induk yang terhubung ke sistem distribusi [5].

Sistem transmisi merupakan bagian penghubung antara pusat pembangkit tenaga, karena saluran listrik dengan sistem distribusi yang akan diteruskan ke pusat-pusat beban. Penetuan gangguan pada saluran transmisi sangat penting untuk mempercepat proses perbaikan. Jika terjadi hubung singkat dengan resistansi begitu besar akan mengakibatkan arus gangguan sama dengan arus

nominal. Kondisi tersebut dapat mengakibatkan kerugian yang tak terdeteksi [6].

Dengan meningkatnya kebutuhan akan energi listrik seyogyanya ditunjang dengan usaha peningkatan kualitas penyaluran terhadap para pelanggan yakni pelayanan teknis yang mampu memberikan aliran energi listrik dengan daya yang mencukupi dan handal. Faktor yang sangat mempengaruhi dari kualitas energi listrik yang dipakai adalah kestabilan tegangan, frekuensi, kontinuitas pelayanan, dan faktor daya [7].

Salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas sistim kelistrikan adalah kondisi dari konstruksi pada Jaringan distribusi tenaga listrik yang meliputi Jaringan Tegangan Menengah (JTM), Gardu Distribusi, Jaringan Tegangan Rendah (JTR) dan Sambungan Tenaga Lisrik [8].

Kualitas energi listrik yang diterima konsumen sangat dipengaruhi oleh keandalan sistem pendistribusian. Keandalan menggambarkan suatu ukuran tingkat ketersediaan/pelayanan penyediaan tenaga listrik dari sistem ke pelanggan. Keandalan sistem distribusi tenaga listrik sangat dipengaruhi oleh konfigurasi sistem, alat pengaman yang dipasang, dan sistem proteksi. Konfigurasi yang tepat, peralatan yang handal serta pengoperasian sistem yang otomatis akan memberikan unjuk kerja sistem distribusi yang baik [9].

1. Dasar Teori
2. Pengertian Recloser

Recloser adalah suatu alat otomatis yang mempunyai kemampuan sebagai pemutus arus bila terjadi gangguan hubung singkat yang di lengkapi dengan alat pengindera arus gangguan dan merupakan peralatan pengatur kerja yang telah ditentukan apabila gangguan itu bersifat temporer, maka pemutus arus tidak sampai lockout (terkunci). Sedangkan bila terjadi gangguan yang bersifat permanen, maka alat pemutus akan lockout (terkunci), bentuk recloser dapat dilihat di gambar 2.1.

.

Sumber :Wedy Maidien, 2008

Gambar 2.1 . Recloser pada jaringan distribusi

1. Urutan kerja recloser

Waktu membuka dan menutup recloser dapat diatur melalui kurvakarakteristiknya. Secara garis besar urutan kerja recloser diperlihatkan pada gambar 2.3 dan 2.4, dan pengoperasiannya dapat diuraikan sebagai berikut :

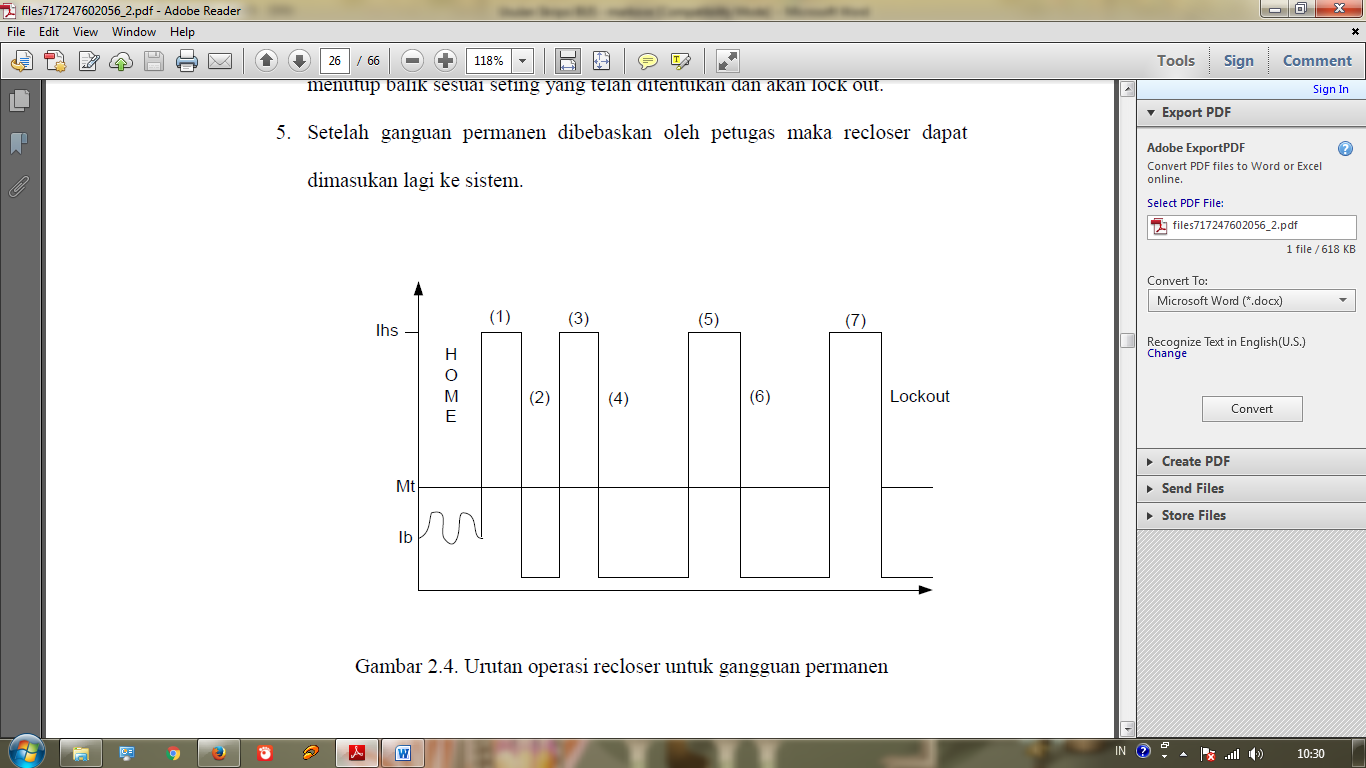
a. sebelum terjadi gangguan, arus mengalir normal (Ib);

b. pada saat terjadi gangguan, (Ihs) arus yang mengalir melalui recloser sangat besar dan menyebabkan kontak recloser bekerja dengan operasi ‘fast’;

c. kontak recloser akan menutup kembali setelah melewati waktu beberapa detik, sesuai seting yang telah dilakukan apabila ada gangguannya bersifat temporer. Tujuan diberikan selang waktu beberapa detik ini memberikan kesempatan kepada penyebab gangguan agar hilang dari sistem terutama untuk gangguan yang sifatnya temporer;

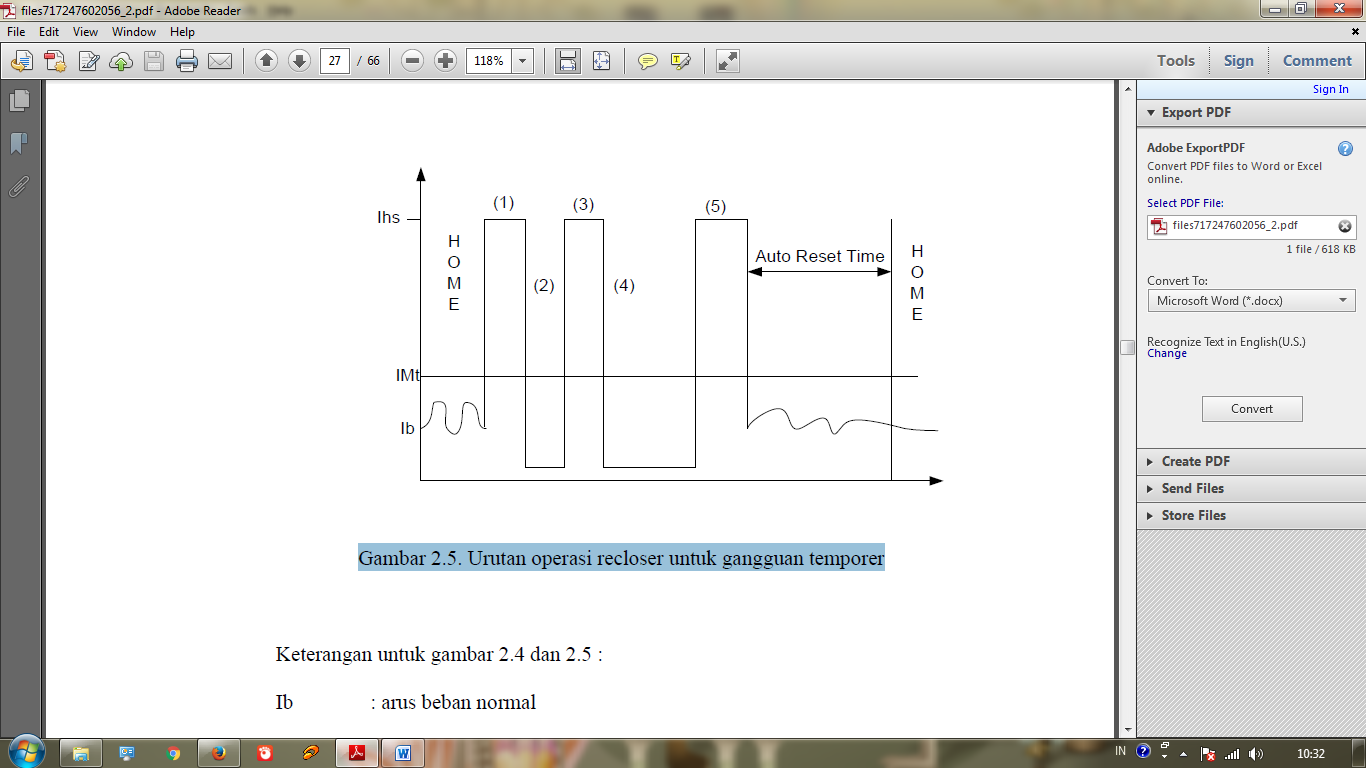
d. jika yang terjadi gangguan permanen maka recloser akan membuka dan menutup balik sesuai seting yang telah ditentukan dan akan lock out;

e. setelah ganguan permanen dibebaskan oleh petugas maka recloser dapat dimasukan lagi ke sistem.



Sumber :Wedy Maidien, 2008

Gambar 2.2. Urutan operasi recloser untuk gangguan permanen



Sumber :Wedy Maidien, 2008

Gambar 2.3. Urutan operasi recloser untuk gangguan temporer

Keterangan untuk gambar 2.5 dan 2.6 :

Ib : arus beban normal

Imt : arus trip minimum

Ihs : arus hubung singkat

(1) : Waktu trip cepat pertama (TCC)

(2) : Interval waktu reclose pertama

(3) : Waktu trip cepat kedua

(4) : Interval waktu reclose waktu kedua

(5) : Waktu trip lambat pertama

(6) : Interval waktu reclose waktu ketiga

(7) : Waktu trip lambat kedua

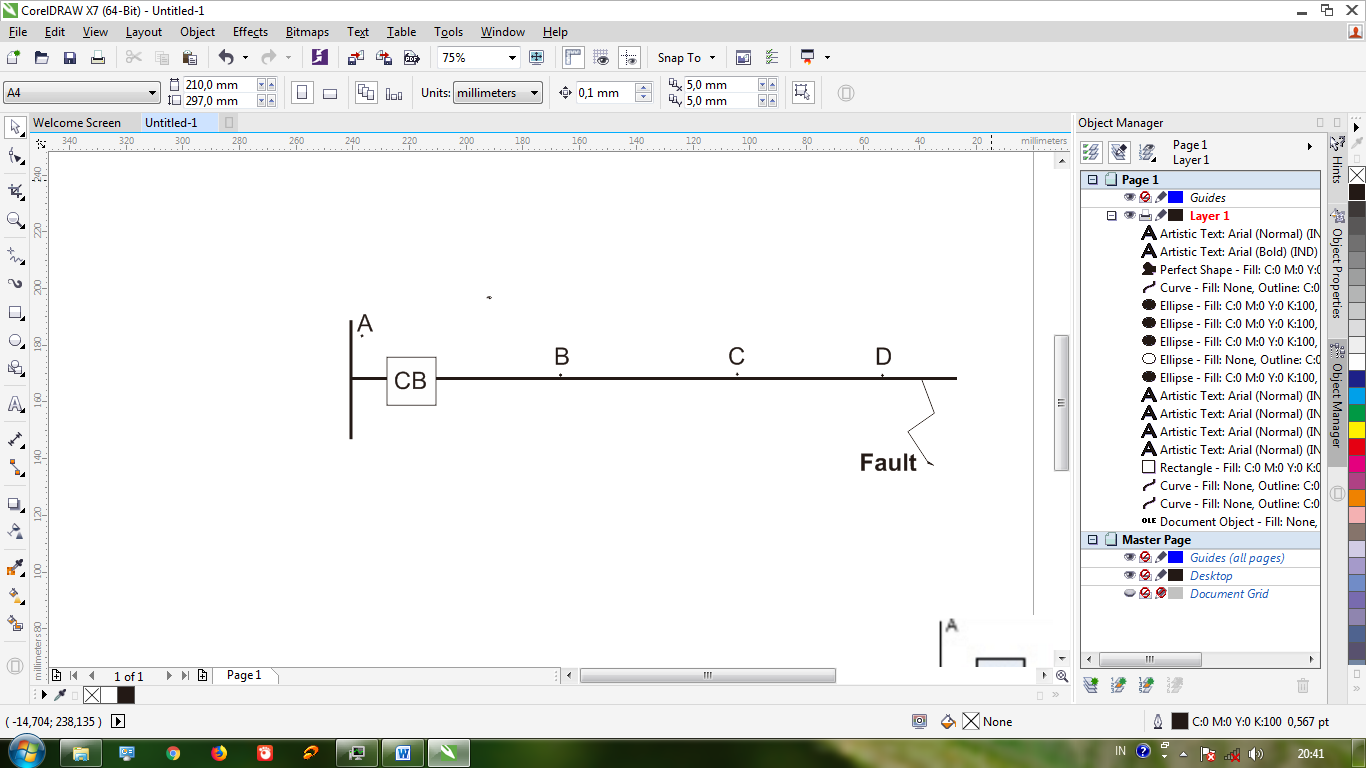
1. Keandalan Sistem dengan dan tanpa Recloser

Sistem distribusi dengan tipe radial, mempunyai bentuk yang sangat sederhana dan banyak sekali digunakan, serta luas pemakaiaannya, terutama untuk mensuplai daerah beban yang mempunyai kerapatan beban (load density) yang rendah atau medium (sedang). Bila ditinjau dari segi keandalannya, dapat dibedakan atas dua keandalan, yaitu :

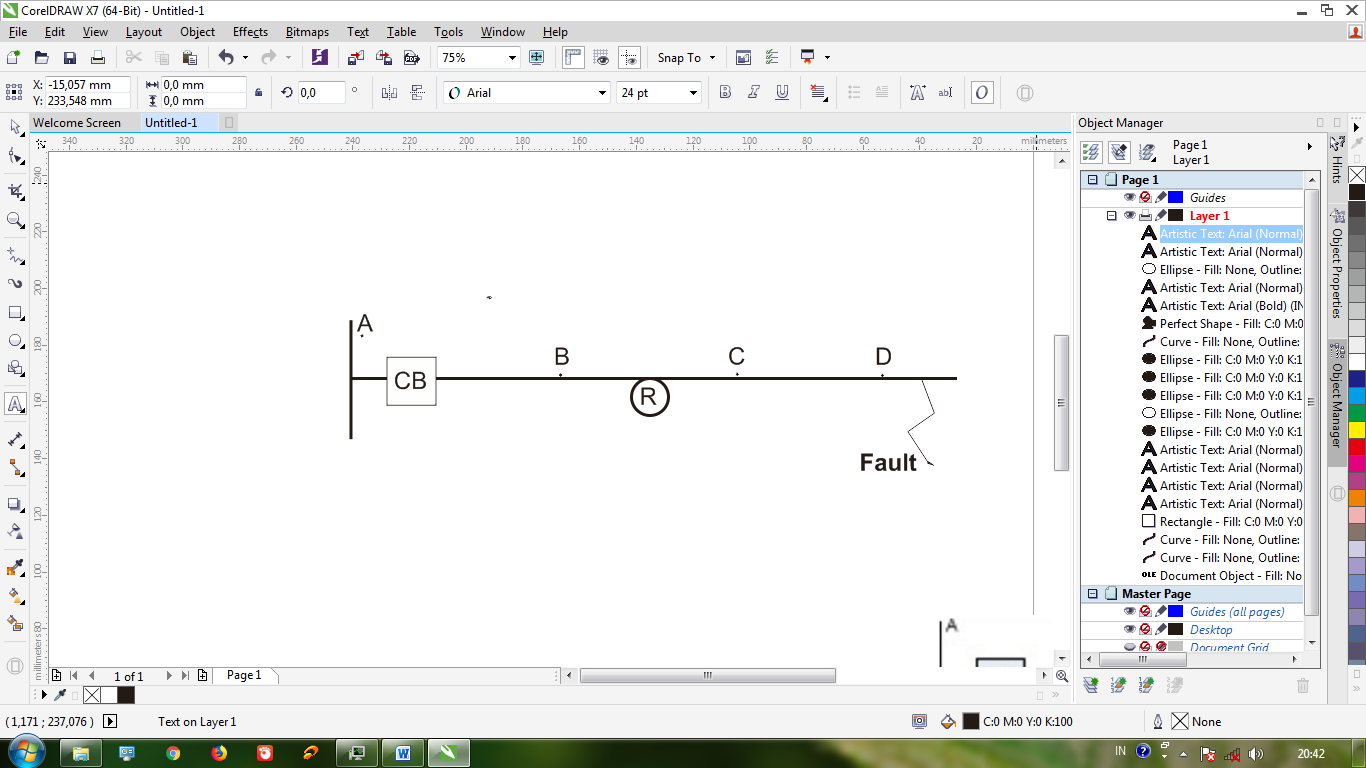
Sistem radial tanpa recloser

Sistem radial dengan recloser

Sistem radial tanpa recloser memiliki kontinuitas dan keandalan yang kurang baik, seperti ditunjukan pada gambar 2.4.

Sumber : Akbar Rama Dhanara, 2017

Gambar 2.4 Sistem Radial tanpa Recloser

Bila gangguan terjadi baik dititik B, C, dan D atau sepanjang feeder, walaupun gangguan tersebut sifatnya permanent ataupun temporer, dapat menyebabkan pemadaman terhadap seluruh beban yang disuplai oleh penyulang tersebut. Bila dalam satu tahun mengalami gangguan sebanyak m kali, maka untuk sistem radial yang tanpa recloser secara otomatis akan mengalami pemadaman sebanyak m kali dalam satu tahun.Sumber : Akbar Rama Dhanara, 2017

Gambar 2.5 Sistem Radial dengan Recloser

Sistem radial yang menggunakan recloser memiliki kontinuitas dan keandalan yang cukup tinggi. Pada sistem recloser ini, bila terjadi gangguan pada penyulang, misalnya terjadi di ujung saluran, maka peadaman total tidak akan terjadi, melainkan sebagian saja. Hal ini karena bagian penyulang yang mengalami gangguan akan dilepas oleh recloser yang terdekat dengan gangguan.

Oleh karena itu, bagian A dan B tidak akan mengalami pemadaman sedangkan bagian C dan D akan mengalami pemadaman.

Konsumen mengalami pemadaman yang mempunyai m kali pemadaman dalam setahun dapat di hitung dari persamaan berikut:

............................ (2.1)

dengan :

C\_i = jumlah konsumen yang mengalami pemadaman

∑ = jumlah/total

λ LP = gangguan pada titik beban

N pd = pelanggan padam pada titik beban

Pada jaringan radial konsumen mengalami pemadaman di pengaruhi letak gangguan tersebut, gambaran ketika seksi ujung penyulang mengalami gangguan dan jumlah pelanggan yang mengalami pemadaman dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Pelanggan padam bila penyulang terjadi gangguan di tiap seksi

|  |  |
| --- | --- |
| Gangguan Pada Seksi | Jumlah padam pada seksi |
| I | I+II+III+IV |
| II | II+III+IV |
| III | III+IV |
| IV | IV |

1. Sistem Keandalan

Secara umum keandalan didefinisikan sebagai kemungkinan (probability) dari suatu sistem yang mampu bekerja sesuai dengan kondisi operasi tertentu dalam jangka waktu yang ditentukan, dengan kata lain keandalan disebut juga dengan kecukupan atau ketersediaan.

Keandalan memiliki sifat non deterministik (terjadi secara kebetulan) tapi probabilistik (suatu yang bersifat acak, tidak pasti, namun dianalisa dengan teori probabilitas).

Dalam mendefinisikan keandalan terhadap gangguan terdapat empat faktor yang memegang peranan penting yaitu:

a. Kemungkinan (probability)

Angka yang menyatakan berapa kali gangguan terjadi dalam waktu tertentu pada suatu sistem atau saluran;

b. Bekerja Dengan Baik (performance)

Menunjukan kriteria kontinuitas suatu saluran sistem penyaluran tenaga listrik tanpa mengalami gangguan;

c. Periode Waktu

Periode waktu adalah lama suatu saluran bekerja dengan baik sesuai dengan fungsinya. Semakin lama saluran digunakan, maka akan semakin banyak kemungkinan terjadinya kegagalan;

d. Kondisi Operasi

Kondisi operasi yang dimaksud disini adalah keadaan lingkungan kerja dari suatu jaringan seperti pengaruh suhu, kelembaban udara dan getaran yang mempengaruhi kondisi operasi.

1. Keandalan Penyaluran Distribusi Tenaga Listrik.

Keandalan merupakan suatu tingkat keberhasilan kinerja suatu sistem ataupun subsistem dalam menjalankan fungsinya untuk memberikan hasil yang baik pada suatu periode tertentu dan kondisi tertentu.

1. Indeks Keandalan

Suatu besaran untuk membandingkan penampilan sistem distribusi, Dua indeks keandalan yang paling sering digunakan dalam sistem distribusi adalah indeks frekuensi pemadaman rata-rata (f) dan indeks lama pemadaman rata-rata (d).

Berdasarkan SPLN 59 tahun 1985 tentang keandalan sistem distribusi 20 kV disebutkan bahwa tingkat keandalan suatu sistem tenaga listrik yang baik yaitu dengan jumlah gangguan maksimal 3,2 kali/tahun dan lama padam maksimal 21 jam/tahun.

1. Indeks Frekuensi Pemadaman Rata-rata (SAIFI)

Jumlah konsumen yang mengalami pemadaman dalam satu tahun dibagi dengan jumlah konsumen yang dilayani.

............................(2.2)

dengan :

m = Jumlah pemadaman dalam satu tahun

Ci = jumlah konsumen yang mengalami pemadaman

N = jumlah konsumen yang dilayani

1. Indeks Lama Pemadaman Rata-rata (SAIDI)

Jumlah lamanya pemadaman yang dialami konsumen dalam satu tahun, dibagi dengan jumlah konsumen yang dilayani.

.........................(2.3)

dengan :

ti  = lamanya tiap-tiap pemadaman

Ci = jumlah konsumen yang mengalami pemadaman

N = jumlah konsumen yang dilayani

1. Standar SAIFI dan SAIDI

Standar ini dimaksudkan untuk menjelaskan dan menetapkan tingkat keandalan sistem distribusi tenaga listrik. Bertujuan untuk memberikan pegangan terarah dalam menilai penampilan dan menentukan tingkat keandalan dari sistem distribusi dan sebagai tolak ukur terhadap kemajuan atau menentukan proyeksi yang akan dicapai PT.PLN (Persero). Standar nilai indek keandalan SAIFI dan SAIDI dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3. Stadar Indeks Keandalan SAIFI dan SAIDI SPLN dan IEEE

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Standar Indek Keandalan | Standar Nilai | |
| SAIFI | SAIDI |
| Kali/Tahun | Jam/Pertahun |
| SPLN 68-2: 198 | 3,20 | 21,09 |
| IEEE std 1366-2003 | 1,45 | 2,30 |

1. Linear Programming

Pemrograman linear (Linear programming) adalah alat untuk pemecahan masalah optimasi. Metode yang telah dikembangkan adalah yang dikenal dengan metode simpleks. Sejak dikembangkan algoritma simpleks, Linear Programming telah digunakan untuk pemecahan masalah optimasi dalam industri, seperti perbankan, pendidikan, kehutanan, perminyakan, perusahaan truk (ekspedisi).

Dua jenis pendekatan yang sering digunakan dalam metode pemrograman linier ini, yaitu :

1. Metode Grafik

• Digunakan untuk menyelesaikan optimasi dengan maksimum 2 variabel.

• Untuk variabel lebih dari 2, penyelesaiannya menggunakan metode ke-dua.

2. Metode Simplex

• Digunakan untuk proses dengan jumlah variabel lebih dari 2.

• Tahapan dalam metode simplex ini lebih kompleks dibandingkan dengan metode grafik.

Tahapan dalam penyelesaian optimasi dari Linear Programming ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan fungsi tujuan

2. Mengidentifikasi batasan

3. Menggambarkan dalam bentuk grafik / sistem koordinat

4. Menentukan daerah kemungkinan (feasible)

5. Mencari titik yang paling menguntungkan

# METODE PENELITIAN

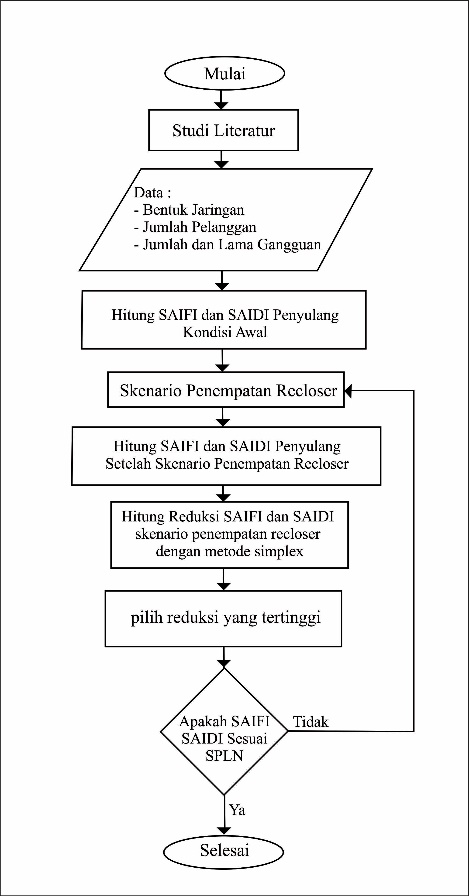
Dalam proses penelitian ini penulis melakukan penelitian untuk penempatan *recloser* penyulang Sanggrahan 2 menggunkan metode *Linier Programming*. Adapun hasil metode ini adalah penempatan recloser di penyulang Sanggrahan 2.

* 1. Data yang dibutuhkan

Untuk menyelasaikan penelitian tugas akhir ini maka dibutuhkan data-data dalam penelitian ini, adapun data-data yang dibutuhkan sebagai berikut :

1. Data bentuk jaringan penyulang Sanggrahan2;
2. Data jumlah pelanggan tiap titik beban;
3. Data jumlah gangguan dan lama gangguan penyulang Sanggrahan2.

Adapun tahapan dalam penyelasain penelitian ini memiliki beberepa proses yang harus dilakukan untuk menyelasaikam. Gambar tahapan perhitungan dan analisis ditunjukkan pada ini Gambar 3.1;



Gambar 3.1. flow chart

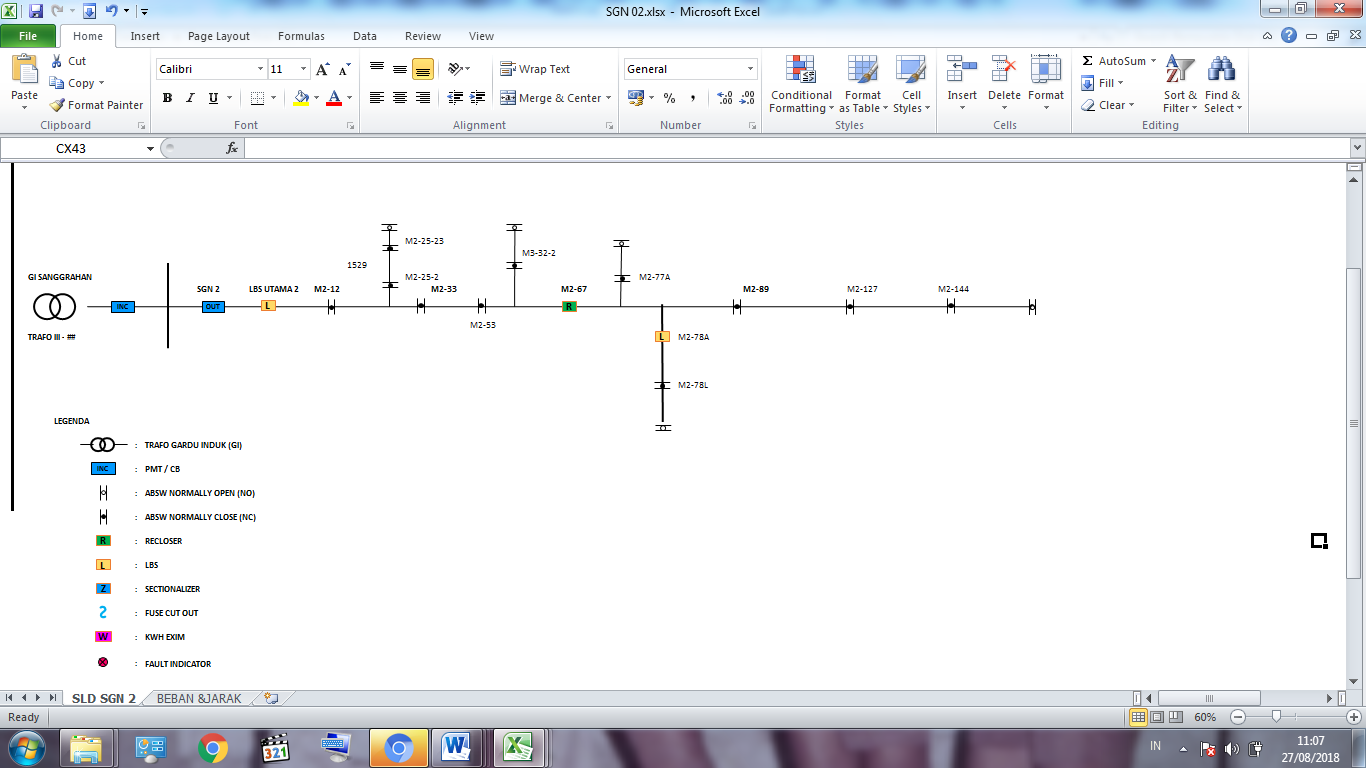
Penelitian dilakukan pada saluran penyulang Sanggrahan 2.

# HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diambil adalah data jaringan Penyulang Sanggrahan 2 Tahun 2016. Data yang diambil berupa data bentuk jaringan Penyulang Sanggrahan 2, Data jumlah pelanggan tiap titik beban, dan Data jumlah gangguan dan lama gangguan penyulang Sanggrahan 2.

1. Bentuk Jaringan Penyulang Sanggrahan 2

Bentuk jaringan yang didapatkan dari PT. PLN APJ Rayon Magelang Kota Tahun 2016 dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. *Singgle line* Penyulang Sanggrahan 2

1. Data jumlah pelanggan tiap titik beban

Penyulang Sanggrahan 2 memiliki 13 titik beban, jumlah total 3743 pelanggan yang terbagi di tiap-tiap titik beban. Berikut tabel pelanggan di tiap titik beban penyulang Sanggrahan 2 tahun 2016 dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Data Pelanggan ditiap titik beban tahun 2016 SGN-02

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| No | Titik beban | Jumlah pelanggan |
| 1 | M2-12 | 355 |
| 2 | M2-25-2 | 463 |
| 3 | M2-25-23 | 252 |
| 4 | M2-33 | 268 |
| 5 | M2-53 | 269 |
| 6 | M2-32-2 | 417 |
| 7 | M2-67 | recloser |
| 8 | M2-77A | 225 |
| 9 | M2-78A | 365 |
| 10 | M2-78L | 179 |
| 11 | M2-89 | 365 |
| 12 | M2-127 | 333 |
| 13 | M2-144 | 252 |

1. Data jumlah gangguan dan lama gangguan penyulang Sanggrahan2

Penyulang Sanggrahan 2 mengalami gangguan sebanyak 11 kali gangguan permanen dan sementara, durasi gangguan 478 menit (8,12 Jam) dalam setahun. Berikut tabel Jumlah gangguan dan durasi gangguan penyulang Sanggrahan 2 tahun 2016 dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Data pemadaman/gangguan tahun 2016 SGN-02

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| No | Tanggal | Lama padam | Titik gangguan |
| 1 | 05-Jan-16 | 17” | m2-127 |
| 2 | 20-Mar-16 | 26” | m2-78a |
| 3 | 15-Mei-16 | 19” | m2-25-2 |
| 4 | 25-Mei-16 | 27” | m2-25-2 |
| 5 | 04-Jun-16 | 56” | m2-77a |
| 6 | 17-Jun-16 | 35” | m2-33 |
| 7 | 23-Jul-16 | 67” | m2-244 |
| 8 | 18-Agust-16 | 25” | m2-89 |
| 9 | 12-Okt-16 | 98” | m2-127 |
| 10 | 23-Nop-16 | 79” | m2-27 |
| 11 | 07-Des-16 | 38” | m2-25-23 |

Menghitung SAIFI kondisi awal Penyulang Sanggran 2.

SAIFI =

SAIFI =

SAIFI = 7,21 Kali/Tahun

Menghitung SAIDI kondisi awal Penyulang Sanggran 2.

SAIDI =

SAIDI =

SAIDI = 5,32 Jam/Tahun

1. Hasil Perhitungan Kondisi awal dan Skenario 1, 2, dan 3

Tabel 4.1. Hasil perhitungan SAIFI dan SAIDI

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Titik Recloser | SAIFI | SAIDI |
| M2-67 kondisi awal | 7,21 | 5,32 |
| M2-67 dan M2-25(skenario 1) | 4,65 | 3,43 |
| M2-67 dan M2-89 (skenario 2) | 5,59 | 4,12 |
| M2-67, M2-25 dan M2-89 (skenario 3) | 3,16 | 2,33 |

1. Hasil penempatan Recloser menggunakan linier Programing Metode Simplex

Dari data SAIFI dan SAIDI sekenario penempatan recloser yang telah di peroleh maka akan di susun rumus yang akan memasukan kedalam linier programing. Hasil dari program tersebut adalah nilai x1 danx2 yang mana x1 adalah SAIFI dari skenario penambahan recloser sedangkan x2 adalah SAIDI skenario penambahan recloser. Kemudian nilai SAIFI akan dikurangi dengan x1 dan SAIDI akan dikurangi x2 sehingga akan menghasilkan SAIFI SR yaitu nilai reduksi SAIFI sistem setelah penambahan recloser dan SAIDI SR yaitu nilai reduksi SAIDI sistem setelah penambahan recloser. Berikut tabel 4.9 merupakan perhitungan linier programing nilai reduksi SAIFI dan reduksi SAIDI setelah penambahan recloser.

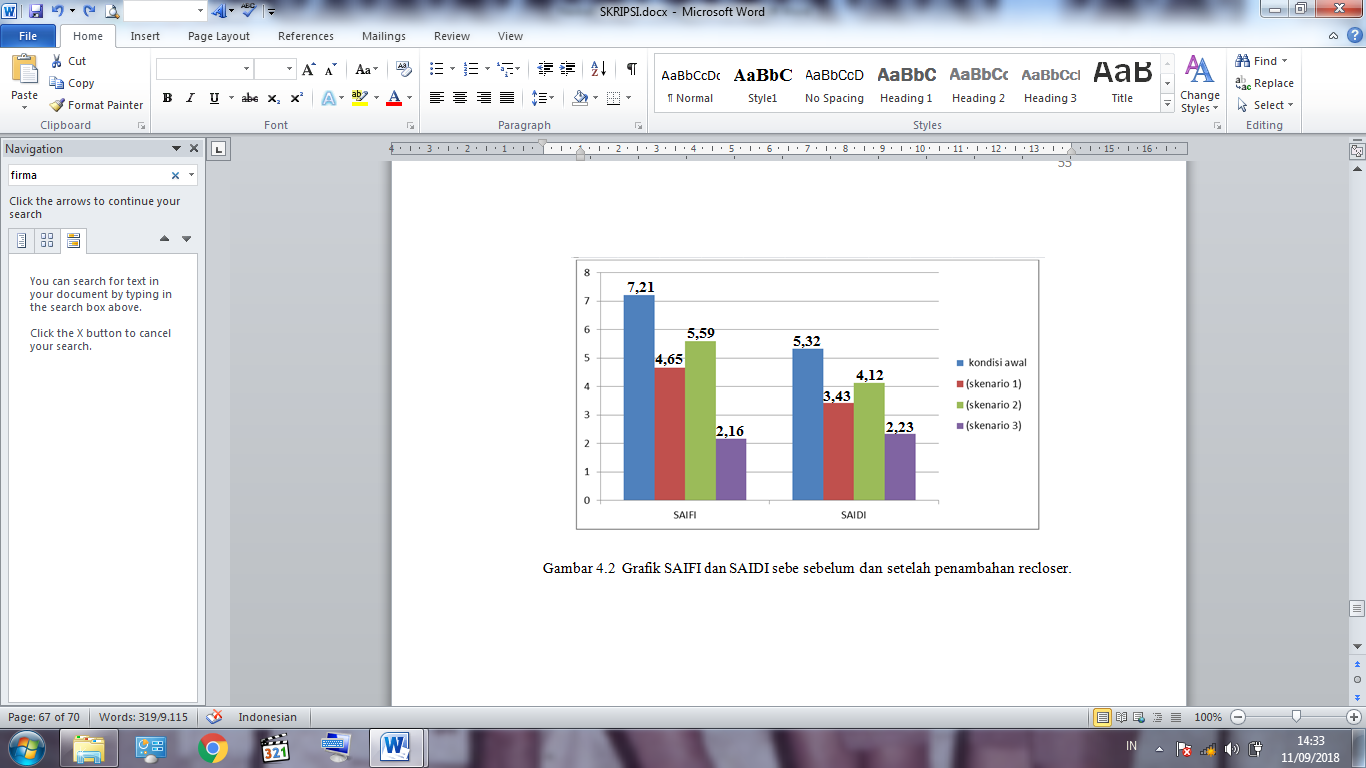
Tabel 4.13. Hasil reduksi SAIFI dan reduksi SAIDI setelah penambahan recloser

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Titik Recloser | SAIFI | SAIDI | SAIFI SR | SAIDI SR |
| skenario 1 | 4,65 | 3,43 | 2,56 | 1,89 |
| skenario 2 | 5,59 | 4,12 | 1,62 | 1,2 |
| skenario 3 | 3,16 | 2,33 | 4,05 | 2,99 |

Dari hasil program tersebut didapatkan bahwa nilai reduksi SAIFI dan reduksi SAIDI sistem yang terbesar adalah pada skenario 3.

Pada skenario 3 didapatkan nilai reduksi SAIFI sebesar 4,05 gangguan/pelanggan.tahun sehingga mengurangi SAIFI sistem sebelum penambahan recloser yaitu 7,21 gangguan/pelanggan.tahun menjadi 3,16 gangguan/pelanggan.tahun setelah penambahan recloser. Kemudian untuk nilai reduksi SAIDI sebesar 2,99 jam/pelanggan.tahun sehingga mengurangi SAIDI sistem sebelum penambahan recloser yaitu 5,35 jam/pelanggan.tahun menjadi 2,33 jam/pelanggan.tahun setelah penambahan recloser.

Untuk memudahkan memahami hasil dari perhitungan ini dibuatkan grafik SAIFI dan SAIDI sistem pada kondisi awal ,skenario 1, skenario 2, dan skenario 3. Grafik dapat dilihat pada gambar 4,2



Gambar 4.2 Grafik SAIFI dan SAIDI sebe sebelum dan setelah penambahan recloser.

# KESIMPULAN

Nilai SAIFI dan SAIDI digunakan sebagai tolak ukur tingkat keandalan suatu sistem, bila nilai SAIFI dan SAIDI sistem sesui dengan standar yang di persyaratkan maka sistem tersebut mempunyai tingkat keandalan yang baik. Bila nilai SAIFI dan SAIDI sistem tidak sesuai standar maka sistem tersebut mempunyai tingkat keandalan yang kurang/tidak baik. Untuk meningkatkan keandalan diperlukan tindakan salah satunya dengan cara pemasangan recloser, dari perhitungan yang telah dilakukan Nilai SAIFI dan SAIDI penyulang Sanggrahan 2 tahun 2016 tidak sesui standar yang dipersyaratkan dan tingkat keandalan tidak baik dengan nilai SAIFI dan SAIDI sebesar 7,21 kali/tahun dan 5,32 jam/tahun, setelah dilakukan skenario penempatan recloser pada penyulang Sanggrahan 2 menggunakan skenario 1, skenario 2, dan skenario 3 didapat hasil maksimal pada skenario 3 dengan nilai SAIFI dan SAIDI menjadi 3,16 kali/tahun dan 2,33 jam/tahun dengan ini sistem penyulang Sanggrahan 2 menjadi lebih handal.

# DAFTAR PUSTAKA

Wedy Maidien, penggunaan recloser dalam mengamankan gangguan hubung singkat di saluran udara tegangan menengah ( sutm ), Jakarta, 2008;

Christophe Prévé, “Protection of Electrical Networks”, Antony Rowe Ltd, Chippenham, Wiltshire, pp 77-111, 2006;

Erhaneli, evalusi keandalan sistem distribusi tenaga listrik berdasarkan indeks keandalan saidi dan saifi pada PT.PLN (persero) rayon bagan batu tahun 2015, Padang, 2016;

Multi Arif dan Sony Sunaryo, optimasi penempatan recloser pada jaringan distribusi tenaga listrik TDO bekasap pt cpi dengan pendekatan pemograman non linear, Surabaya, 2013;

A Anton Dimas, Febrianto Wahyu U dan I.G.N Satriyadi Hernanda, 2013, Deteksi Gangguan pada Saluran Transmisi menggunakan Wavelet dan Discriminant Analysis. Jurnal Teknik Pomits Vol. 1, No. 1, 2013, 1÷6;

Abrar Tanjung, rekonfigurasi sistem distribusi 20 kv gardu induk teluk lembu dan pltmg langgam power untuk mengurangi rugi daya dan drop tegangan, Rumbai, 2014;

Akbar Rama Dhanara, Susatyo Handoko and Agung Nugroho, optimisasi penempatan recloser pada sistem distribusi jaringan radial penyulang srl-06 menggunakan simulated annealing method, 2017;

Brown, Richard. Electric Power Distribution Realibility, MARCEL DEKKER INC, New York, 2002,

Danang Widyanarko. 2011. “Pengaruh Pelimpahan Beban Beban Feeder SRL-01 ke SRL-06 Gardu Induk Srondol Terhadap Keandalan dan Jatuh Tegangan”. Teknik Elektro Universitas Diponegoro.

Gunawan Hadi prasetiyo, Dedy Kurnia Setiyawan, Widyono Hadi, Optimasi penempatan Recloser Penyulang Mayang Area pelayanan dan jaring (APJ) Jember menggunakan simplex method, 2014;

Har Suhardi, Bambang T, Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid I, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Depdiknas, 2008;

Imam Robandi and Denny Hermawanto, 2004 Deteksi Hubung Singkat Pada Saluran Transmisi Menggunakan Artifical Immune System (Ais), IES 2004.

Jatmiko Aziz, Analisis Keandalan Sistem Distribusi, 2017;

Kunto Herwin Bowo, Analisis Penggunaan Recloser 3 Phasa 20 kV untuk Pengaman Arus Lebih di Penyulang Srondol 4, Laporan Tugas Akhir Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro, 2006;

Marsudi, Dj. Operasi Sistem Tenaga Listrik, Graha Ilmu,Jakarta. 2006;

Naseer Khan; PhD, Alam Gir Khan; PhD, Rashid Rehman; PhD, Linear Programming Model & Optimal Bank Loan Policy, ISSN 2012;

Noor Cholis Basjaruddin, Metode Markov dan penerapannya, Bandung. 2016;

Radiktyo Nindyo Sumarno, optimasi penempatan recloser terhadap keandalan sistem tenaga listrik dengan algoritma genetika, 2009;

Risnawati Ibnas, Optimalisali Kasus Pemrograman Linear Dengan Metode Grafik Dan Simpleks, 2014;

Siti Saodah, Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Berdasarkan Saidi dan Saifi, Yogyakarta, 2008;

Wiwied Putra Perdana, Rini Nur Hasanah, Harry S. Dachlan, evaluasi keandalan sistem tenaga listrik pada jaringan distribusi primer tipe radial gardu induk blimbing, 2009.