

Analisa Aliran Daya Pada Rekonfigurasi Jaringan Distribusi Menggunakan Metode Newton Raphson Dan *Ant Colony Optimization*

A Aziz Izzudin

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Widyagama Malang
Jl. Borobudur No.35, Mojolangu, Kec. Lowokwaru, Kota Malang

¹azizzu@gmail.com,

Abstract- Distribution network reconfiguration is a solution to minimize losses and improve electricity quality. The method for reducing power losses uses Newton Raphson as a power flow calculation with a case study of the Tumpang feeder at PLN ULP Tumpang using the Ant Colony Optimization (ACO) method to determine a new reconfiguration path. Reconfiguration is done only by creating a new feeder by adding 2 new switching points. The results show the ACO method can find a new configuration that minimizes losses. The power losses resulting from the new configuration are 251.4 KW or 40,509% of the total initial losses of 620.6 kW. The voltage profile at the base bus and the end of the network became more better than the voltage before reconfiguration, where the base voltage before reconfiguration is 19.95 KV and after reconfiguration increases to 19.99 KV. While the end voltage before reconfiguration is 18.49KV and after reconfiguration becomes 19.33KV.

Keywords: Minimization of losses, reconfiguration, feeders, distribution network.

Abstrak - Rekonfigurasi jaringan distribusi menjadi solusi untuk meminimasi rugi-rugi dan meningkatkan kualitas listrik. Metode untuk mengurangi rugi-rugi daya menggunakan Newton Raphson sebagai perhitungan aliran daya dengan studi kasus penyulang Tumpang di PLN ULP Tumpang menggunakan metode Ant Colony Optimization (ACO) sebagai penunjuk jalur rekonfigurasi yang baru. Rekonfigurasi dilakukan hanya membuat penyulang baru dengan menambahkan 2 titik switching baru. Hasil penelitian didapatkan bahwa, dengan metode ACO dapat menemukan konfigurasi baru yang meminimalkan rugi-rugi. Rugi-rugi daya yang didapatkan dari konfigurasi baru sebesar 251.4 KW atau 40.509% dari total rugi-rugi awal yaitu 620.6 kW. Profil tegangan pada bus pangkal dan akhir jaringan menjadi lebih baik dibandingkan tegangan sebelum rekonfigurasi, dimana tegangan pangkal sebelum rekonfigurasi sebesar 19,95 KV dan setelah rekonfigurasi naik menjadi 19,99 KV. Sedangkan tegangan ujung sebelum rekonfigurasi 18,49KV dan setelah rekonfigurasi menjadi 19,33KV

Kata kunci: Minimisasi rugi-rugi, rekonfigurasi, penyulang, jaringan distribusi.

I. PENDAHULUAN

Tenaga listrik merupakan infrastruktur yang harus dapat menjamin tersedianya dalam jumlah yang cukup, harga yang wajar dan mutu yang baik. Penyediaan tenaga listrik harus memperhatikan kualitas daya listrik di jaringan distribusi yang dalam kenyataannya terdapat susut daya listrik pada penyediaan energi listrik yang tidak bisa dihindarkan. Selain itu susut distribusi perlu dikendalikan untuk mengatasi overloading dan pengurangan efisiensi distribusi jaringan listrik [1]. Untuk itu diperlukan tindakan Rekonfigurasi

jaringan distribusi adalah mengatur ulang konfigurasi jaringan dengan cara mengoperasikan sectionalizing switches yang terdapat pada jaringan distribusi untuk mengurangi losses dan meningkatkan keandalan sistem distribusi

Untuk mengetahui nilai susut dan kondisi sistem kelistrikan dilakukan analisis terhadap komponen sistem tenaga listrik yang dalam perkembangannya penyelesaian studi aliran daya telah dikembangkan berbagai metode, salah satu metode yang sering digunakan untuk mendapatkan rekonfigurasi paling optimal adalah Newton Raphson. Dasar dari Metode Newton Raphson dinilai sangat baik dalam penyelesaian aliran daya adalah Deret Taylor untuk suatu fungsi dengan dua variabel lebih untuk menentukan nilai tegangan dan losses pada komponen jaringan distribusi [2]. Metode ini efektif pada jaringan distribusi dengan kondisi yang tetap dan perhitungan rekonfigurasi jaringan.

Ant Colony Optimization (ACO) merupakan teknik probabilistik untuk memecahkan masalah perhitungan dengan menemukan jalur terbaik melalui graf, algoritma ini terinspirasi dari perilaku semut bersama dengan koloninya dalam mencari makanan. diadopsi dari perilaku koloni semut yang dikenal sebagai *System* semut. Secara alamiah koloni semut mampu menemukan rute terpendek dalam perjalanan dari sarang menuju ke sumber makanan dan kembali lagi, pada saat semut berjalan, semut meninggalkan sebuah informasi yang disebut *pheromone*, di tempat yang dilaluinya dan menandai rute tersebut. *Pheromone* digunakan sebagai komunikasi antar semut pada saat membangun rute [3]. Metode ACO ini dapat digunakan untuk melakukan optimalisasi pemilihan jalur rekonfigurasi jaringan distribusi dengan jarak terpendek.

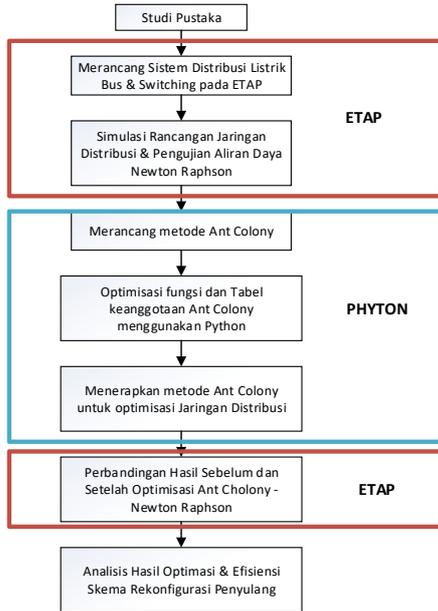
Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini akan menganalisa perhitungan aliran daya Newton Raphson sebagai basis perhitungan aliran daya dan metode optimasi ACO, metode ACO yang dapat melakukan optimasi penentuan jalur terbaik ketika dilakukan rekonfigurasi *switching* jaringan distribusi dengan memperhitungkan kriteria jarak, losses terkecil, dan titik looping terbaik pada jaringan distribusi listrik. Sehingga didapat hasil berupa skema rekonfigurasi jaringan distribusi dengan *switching* terpendek dan susut paling kecil.

II. METODE PENELITIAN

A. Data Penelitian

Metode penelitian ini melakukan simulasi rekonfigurasi jaringan distribusi untuk meningkatkan efisiensinya. Secara garis besar penelitian ini mencakup

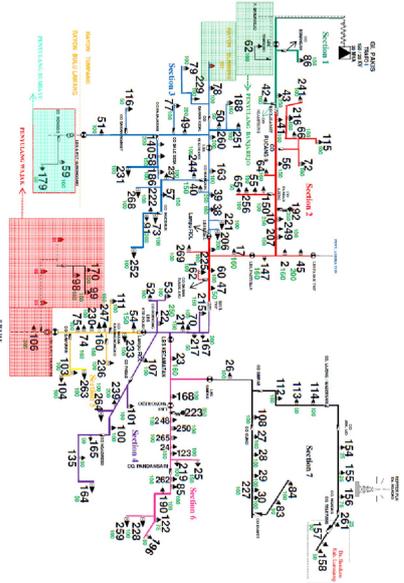
tiga tahap, yaitu persiapan (observasi lapangan dan pengambilan data), Simulasi jaringan distribusi *loadflow* dengan metode newton Raphson menggunakan software ETAP, lalu simulasi rekonfigurasi jaringan distribusi menggunakan optimasi metode *ant colony*. Untuk lebih jelas mengenai urutan dalam prosedur penelitian, dapat dilihat pada diagram berikut :



Gambar 2.1 Diagram Metode Penelitian

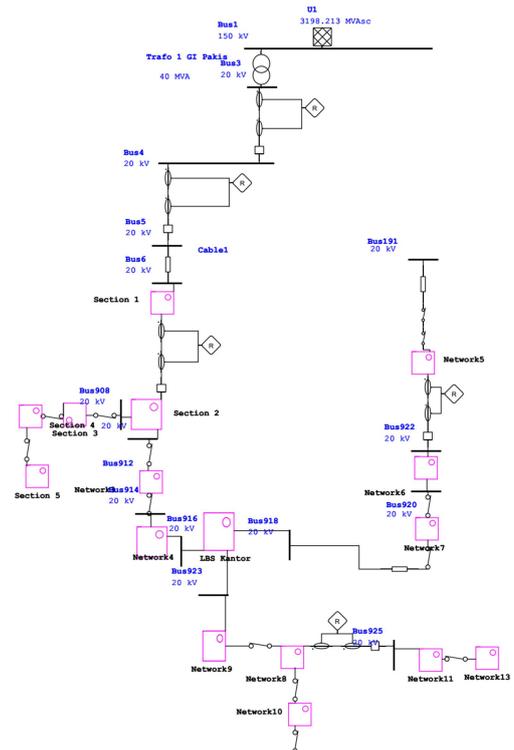
B. Merancang skema sistem distribusi menggunakan ETAP

Setelah proses studi pustaka dirasa cukup, selanjutnya dilakukan rancangan dan simulasi aliran daya metode perhitungan Newton Raphson menggunakan software ETAP 16.0. Data masukan diperoleh dari hasil observasi yang dilakukan. Data-data yang telah diperoleh selanjutnya di analisis dengan menggunakan software ETAP Power station 16.0 berdasar pada diagram garis tunggal (*single line diagram*) dan data-data masukan dari besaran listrik yang diketahui. Dalam menjalankan software ETAP Power station 16.0



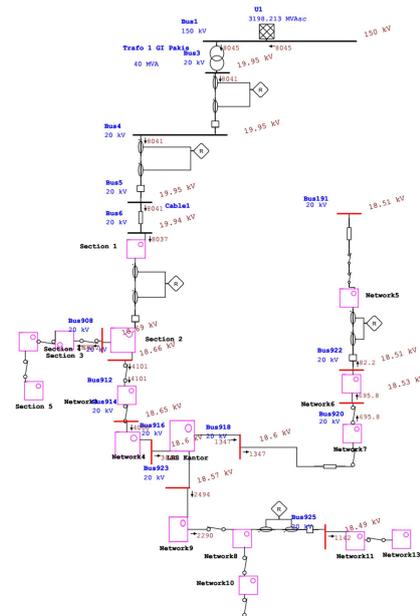
Gambar 2.2 Single line diagram penyulang Tumpang Setelah semua section dan komponen penyulang telah dimasukkan dan membentuk skema *flowdiagram* dalam ETAP,

selanjutnya kita dapat melakukan simulasi *loadflow* pada jaringan yang telah dibuat.

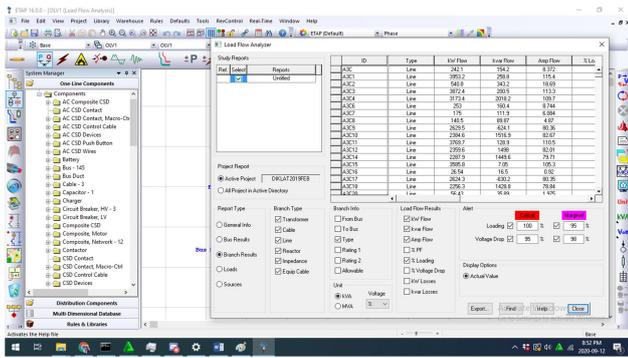


Gambar 2.3 Single line Loadflow ETAP

Setelah *single line diagram* selesai dibuat menjadi flow diagram, dan semua data tiap komponen sudah dimasukkan adalah mengeksekusi program. Pilih metode Newton-Raphson pada study case karena metode ini dianggap efektif dan menguntungkan untuk sistem jaringan yang besar antara lain ketelitian dan jumlah iterasi karena mempunyai waktu hitung dan konvergensi yang cepat.



Gambar 2.4 Single line diagram Setelah Eksekusi

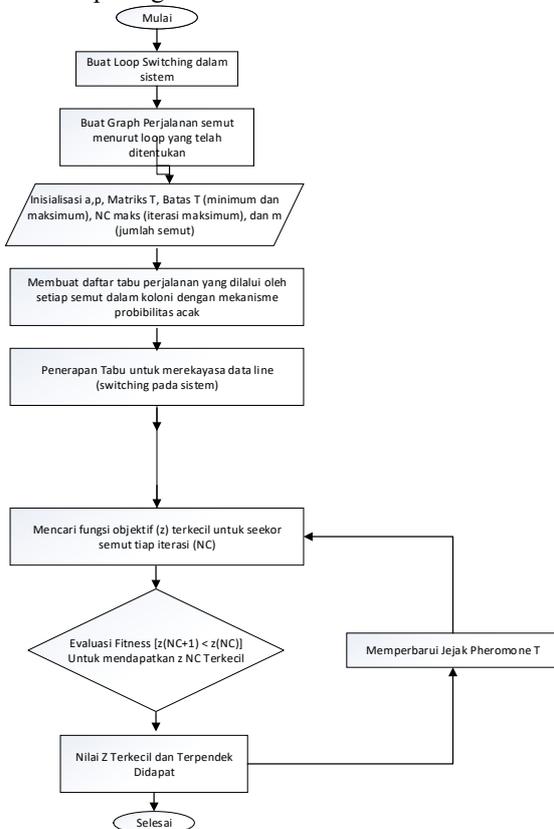


Gambar 2.5 Report Manager

Laporan hasil eksekusi selain loadflow analyzer dapat dilihat tiap komponen dengan mengganti report format dengan pilihan Branch, Branch Loading, Bus, Bus Loading, Losses, dll. Hasil dari analyzer dapat di export menjadi bentuk basis data report pdf, excel, dll. Hasil loadflow ini akan menjadi basis data untuk dilakukan optimasi menggunakan metode ACO.

C. Rancangan Program Optimasi ACO

Setelah hasil nilai susut terbesar report loadflow diketahui, maka selanjutnya dirancang program Ant Colony Optimization untuk mengetahui jalur untuk rekonfigurasi jaringan diharapkan bisa melakukan efisiensi susut energi dalam aliran daya. Program optimasi yang dirancang menggunakan software Python. Dari hasil report, dapat diketahui inisialisasi parameter yang dibutuhkan untuk membangun algoritma Ant Colony Optimization (ACO). Rekonfigurasi dengan metode ACO dilakukan dalam tahap-tahap tertentu yang ditampilkan pada diagram alur pada gambar 3.1



Gambar 2.6 Diagram Alur Pembuatan Algoritma ACO

Dalam optimasi ACO diperlukan komponen penting sebagai dasar perhitungan antara lain Inisialisasi a, p , Matriks T , Batas T (minimum dan maksimum), NC maks (Iterasi maksimum), dan m (jumlah semut). Masing masing inisiasi dibuat menyesuaikan kebutuhan penelitian dapat dilihat dalam tabel 2.1.

Tabel 2.1 Inisiasi Komponen pada ACO

No	Nama Parameter	Simbol	Substitusi
1	Intensitas jejak semut	τ_{rs}	Daya pada Tiap Loop
2	Banyak titik dan koordinat	n	Jumlah Looping
3	Jarak antar titik	d_{rs}	Jarak Konduktor
4	iterasi maksimum	NC_{max}	Input max looping
5	Tetapan Pengendali intensitas jejak semut	α	Input >0
6	Tetapan pengendali visibilitas	β	Input >1
7	Banyaknya semut	m	Total Daya Feeder
8	Tetapan penguapan Pheromone	ρ	$0 < \rho \leq 1$

Pencarian optimasi dengan cara mencari nilai z (titik Looping) terkecil pada NC_{max} (iterasi maksimum). Tabu list dikosongkan untuk diisi kembali dengan urutan titik yang baru pada iterasi selanjutnya, jika NC_{max} belum tercapai atau belum terjadi konvergensi (semua semut hanya menemukan satu tour yang sama dengan jarak yang sama pula).

Algoritma diulang lagi dari langkah pemilihan titik jalur berikutnya dengan harga parameter intensitas Pheromone antar titik yang sudah diperbaharui. Perhitungan akan dilanjutkan hingga semut telah menyelesaikan perjalanannya mengunjungi tiap-tiap titik. Hal ini akan berulang hingga sesuai dengan NC_{max} yang telah ditentukan atau telah mencapai konvergensi. Kemudian akan ditentukan jarak terpendek dari masing masing iterasi. Jarak terpendek inilah yang merupakan solusi terbaik dari algoritma Ant System.

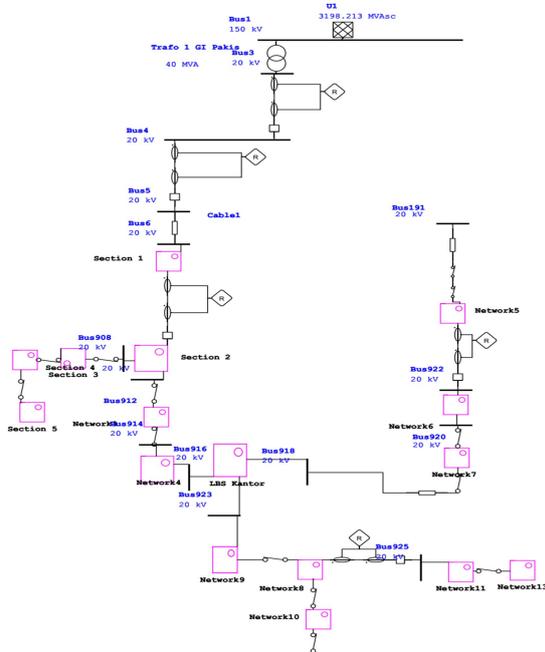
D. Penerapan Metode ACO pada Jaringan Distribusi

Setelah didapat skema rekonfigurasi dari program optimasi ACO, hasil skema tersebut disimulasikan menggunakan ETAP untuk melihat loadflow dan hasil rekonfigurasi baru. Ditarik jaringan baru pada looping yang akan ditambahkan dan pemutus jaringan sehingga dibentuk rekonfigurasi jaringan distribusi dengan optimasi.

Hasil dari penelitian ini berupa skema rekonfigurasi jaringan baru menggunakan optimasi ACO dapat dibandingkan nilai rugi-rugi dari setiap komponen, perbaikan tegangan maupun faktor daya setiap komponen ketika loadflow di jalankan. Sehingga dapat diketahui nilai perbaikan yang terjadi dengan skema rekonfigurasi jaringan menggunakan Optimasi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada konfigurasi awal dijalankan *Loadflow Analyzer* pada ETAP menggunakan metode Newton Raphson. Didapat Total Arus, *Losses* Daya, Tegangan Awal, dan Tegangan Ujung pada PMT Feeder Penyulang Tumpang. Didapat data konfigurasi awal sebagai berikut.



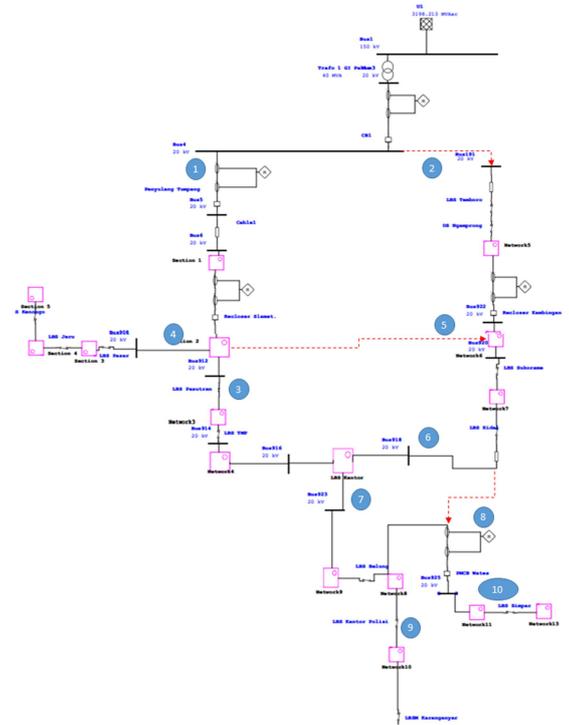
Gambar 3.1 Konfigurasi Penyulang Awal

Tabel 3.1 Data *Loadflow* Konfigurasi Awal

Daya Total (KW)	8041 KW
Arus Total (A)	233,2 A
Panjang Konduktor	210.14 KMS
Tegangan Pangkal (KV)	19,95 KV
Tegangan Ujung (KV)	18,49 KV
<i>Losses</i> Daya (KW)	620.6 KW
<i>Losses</i> Reaktansi (KVAR)	747.8

A. Skema Looping Rekonfigurasi Penyulang

Skema rekonfigurasi looping yang dapat direncanakan sebagai jalur baru dan akan di optimasi dengan algoritma *Ant Colony Optimization*. Garis panah putus putus menunjukan jalur baru yang bisa dibangun untuk membentuk looping baru dan kemungkinan rekonfigurasi jaringan. *Node* konfigurasi lama dan rencana jalur baru diidentifikasi dengan nomor sebanyak 10 *node* dan 3 Loop.



Gambar 3.2 *Single line diagram* Rencana Rekonfigurasi

Tabel 3.2 Data Looping Rekonfigurasi Penyulang

	Loop 1	Loop 2	Loop 3
Beban (KW)	3811	1626	3607
Jarak	25,491	16,448	17,555
<i>Node</i> dilewati	1,2,4,5	3,4,5,6	6,7,8,9

Looping yang terbentuk dari *loadflow* disimulasikan pada ETAP sehingga didapat data dari setiap *node* seperti jarak konduktor, daya pada tiap loop, dan total daya feeder.

Tabel 3.3 Jarak Antar *Node*

Nama <i>Node</i>	Jarak <i>Node</i>	Daya <i>Node</i>	Nama <i>Node</i>	Jarak <i>Node</i>	Daya <i>Node</i>
1	10,086	398	6	7,925	613
2	5,684	3810	7	4,1	155
3	7,236	82,2	8	2,523	931,27
4	9,575	1626	9	2,825	1352
5	3,056	1347	10	40	1142

B. Inisiasi Data Tabulasi ACO

Data tabulasi yang dihasilkan dari *loadflow* ETAP akan dikonversi menjadi inisiasi ACO sesuai **Tabel 3.2**. berikut hasil konversi tabulasi pada algoritma ACO yang akan dimasukkan dalam program optimasi yang dibuat.

Tabel 3.4 Inisiasi jaringan distribusi ke Algoritma ACO

No	Nama Parameter	Simbol	Subtitusi
1	Intensitas jejak semut	τ_{rs}	Daya pada Tiap Loop (Tabel 4.1)
2	Banyak titik dan koordinat	n	10 <i>Node</i>

IV. KESIMPULAN

Simpulan yang dapat diambil setelah melakukan penelitian tentang minimisasi rugi-rugi di penyulang Tumpang adalah sebagai berikut:

1. Metode Ant Colony Optimization (ACO) dapat digunakan sebagai metode untuk meminimisasi rugi-rugi daya aktif pada jaringan distribusi.
2. Dengan metode ACO menggunakan jumlah semut 8041, 3 Loop, dan jumlah node 10, total rugi-rugi daya aktif yang dapat diminimisasi pada jaringan distribusi Penyulang Tumpang adalah sebesar 251.4 KW atau 40.509% dari total rugi-rugi awal yaitu 620.6 kW.
3. Untuk mendapatkan minimisasi rugi-rugi sebesar 251.4 KW perlu memasang saklar penghubung di saluran nomor 2, 5, 6, 8, 3, dan 9.
4. Simulasi minimisasi rugi-rugi dengan metode ACO dapat efektif dengan menambahkan 1 feeder baru dengan jalur yang telah ditentukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T.-H. Chen, "Three-phase power-flow by direct Zbr method for unbalanced radial distribution *Systems*". IET Gener. Transm. Distrib, Vol.3, Iss. 10, pp.903-910, 2010
- [2] Adesina, Lambe & Abdulkareem, "Newton-Raphson Algorithm as a Power Utility Tool for Network Stability". Advances in Science Technology and Engineering Systems Journal, Vol.5, Iss 10.25046/aj050555, pp. 444 – 451, 2020.
- [3] Yuliyani Siyamintining, "Aplikasi Pencarian Rute Terbaik dengan Metode *Ant Colony* Optimazation (ACO)", Vol 7 No 1, 2013
- [4] A.Fathurrahman, I.M.A. Nnartha, dan A.B. Muljono, "ESDM Ministry (Indonesia), 2016. PLN electric power supplybusiness plan for 2016 – 2025. Jakarta," Seminar Nasional 2012 Teknik Elektro dan Informatika dalam Pengembangan Teknologi Berkelanjutan, Jurusan Teknik Elektro, UNRAM – Mataram, 2012.
- [5] Khalil, Tamer M. and Alexander V. Gorvinich., "Reconfiguration for Loss *Optimization*." International Journal of Multidisciplinary Sciences and Engineering, vol. 3, pp. 16-21,2012.
- [6] F. Hia, Juningtyastuti, dan S. Handoko, "Optimasi Kapasitas DG pada Sistem Distribusi untuk Mengurangi Rugi Daya Menggunakan *Ant Colony Optimization*," Transient, Vol.4, No.2, 2015.
- [7] Stevenson, William D., Jr, "Analisis Sistem Tenaga Edisi ke Empat", Alih Bahasa oleh Ir Kamal Idris, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1995
- [8] Emmy Hossea, "Perbandingan Analisa Aliran Daya dengan Menggunakan Metode Algoritma Genetika dan Metode Newton-Raphson", Teknik Elektro, Universitas Kristen Petra, 2017