

**ANALISIS ALIRAN DAYA (LOAD FLOW) DENGAN MENGGUNAKAN PERBANDINGAN
METODE ADAPTIVE NEWTON RAPHSON DAN METODE FAST DECOUPLE DENGAN
APLIKASI ETAP 12.6 PADA PENYULANG JENEWA UNIT LAYANAN PELANGGAN
(UPL) AMBULU**Universitas Muhammadiyah Jember
Tahun 2020**Penulis :**Agung Suprihandoyo
1410622005, Fakultas Teknik Elektro**ABSTRAK**

Analisis aliran daya dalam sistem tenaga listrik merupakan analisis yang mengungkapkan kinerja suatu sistem tenaga listrik dan aliran daya (nyata dan reaktif) untuk keadaan tertentu ketika sistem bekerja. Hasil utama dari aliran daya adalah besar dan sudut fasa tegangan pada setiap saluran (bus), daya nyata dan daya reaktif yang ada pada setiap saluran. Hasil analisis aliran daya dapat digunakan untuk mengetahui besarnya losses (rugi daya dan tegangan), alokasi daya reaktif dan kemampuan sistem untuk memenuhi beban. Perhitungan aliran daya untuk sistem tenaga secara manual akan sangat rumit, oleh sebab itu dalam penelitian ini digunakan software komputer untuk mempermudah dan mempercepat dalam proses perhitungan aliran daya. ETAP (Electrical Transient Analisis Program) Power Station merupakan salah satu software yang dapat digunakan untuk perhitungan aliran daya pada sistem tenaga listrik. Pada tugas akhir ini melakukan analisis aliran daya dengan metode newton raphson dan metode fast decouple menggunakan aplikasi ETAP 12.6. Total losses dan kondisi tegangan pada penyulang Jenewa dan Nippon dengan menggunakan 2 buah metode menghasilkan nilai yang sama. Perbedaan metode Adaptive Newton Raphson dan Metode Fast Decouple terdapat pada jumlah iterasi. Solusi terbaik dari rekonfigurasi jaringan ini pada saat kondisi LBS Gondosari 1 Closed, LBS Kemuning Open, LBS Tamansari Closed, dan LBS Smaga Closed. Hasil ini dikatakan solusi terbaik karena berdasarkan hasil ini nilai tegangan bus pada penyulang Jenewa dan penyulang Nippon tidak ada yang mengalami under voltage. Nilai total losses pada kondisi ini juga masih tergolong kecil untuk kedua penyulang.

Kata kunci : Aliran Daya, Losses, ETAP 12.6, Tegangan Bus, Under Voltage**ABSTRACT**

Power flow analysis in electric power systems is an analysis that reveals the performance of an electric power system and power flow (real and reactive) for certain circumstances when the system is working. The main results of the power flow are the magnitude and voltage phase angle of each channel (bus), the real power and reactive power that exists in each channel. The results of power flow analysis can be used to determine the magnitude of losses (power and voltage losses), reactive power allocation and the ability of the system to meet the load. Calculation of power flow for power systems manually will be very complicated, therefore in this study computer software is used to simplify and speed up the process of calculating power flow. ETAP (Electrical Transient Analisis Program) Power Station is a software that can be used to calculate the flow of power in an electric power system. In this final project performs a power flow analysis using Newton Raphson method and the fast decouple method using the ETAP 12.6 application. Total losses and stress conditions in Geneva and Nippon feeders using 2 methods produce the same value. The difference between Newton Raphson's Adaptive method and the Fast Decouple Method is in the number of iterations. The best solution of this network reconfiguration when the conditions of LBS Gondosari 1 is Closed, LBS Kemuning Open, LBS Tamansari Closed, and LBS Smaga Closed. This result is said to be the best solution because based on these results the value of the bus voltage at the Geneva feeder and the Nippon feeder does not experience under voltage. The value of total losses in this condition is still relatively small for both feeders

Keywords : Power Flow, Losses, ETAP 12.6, Bus Voltage, Under Voltage

1. PENDAHULUAN

Sistem distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik untuk menyalurkan tenaga listrik dari sistem transmisi ke konsumen. Saat ini permintaan daya listrik semakin meningkat sehingga penyaluran tenaga listrik akan semakin bertambah luas yang berakibat jaringan tegangan menengah dan tegangan rendah yang digunakan juga akan semakin bertambah panjang. Penambahan panjangnya saluran jaringan distribusi ini akan mengakibatkan penambahan rugi jaringan dan dapat berpotensi terjadinya kontingensi. Kontingensi adalah suatu kejadian yang tidak diinginkan yang berupa beban lebih pada penyulang, terputusnya saluran ataupun rusaknya transformator. Jika keadaan tersebut tidak dicepat ditangani maka akan mengakibatkan penurunan keandalan sistem tenaga listrik serta dapat merusak peralatan sistem tenaga yang bersangkutan. Rugi jaringan dapat diminimalkan dengan beberapa cara antara lain penambahan distributed generator (DG), penambahan kapasitas saluran, rekonfigurasi jaringan, pemasangan kapasitor dan lain sebagainya.

Analisis aliran daya dalam sistem tenaga listrik merupakan analisis yang mengungkapkan kinerja suatu sistem tenaga listrik dan aliran daya (nyata dan reaktif) untuk keadaan tertentu ketika sistem bekerja. Hasil utama dari aliran daya adalah besar dan sudut fasa tegangan pada setiap saluran (bus), daya nyata dan daya reaktif yang ada pada setiap saluran. Hasil analisis aliran daya dapat digunakan untuk mengetahui besarnya losses (rugi daya dan tegangan), alokasi daya reaktif dan kemampuan sistem untuk memenuhi beban.

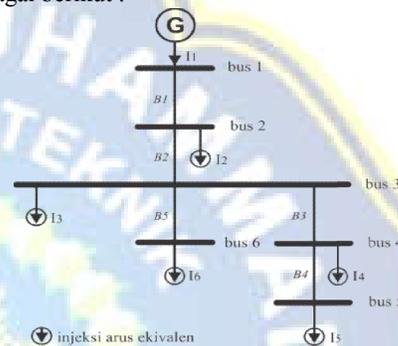
Perhitungan aliran daya untuk sistem tenaga secara manual akan sangat rumit, oleh sebab itu dalam penelitian ini digunakan software komputer untuk mempermudah dan mempercepat dalam proses perhitungan aliran daya. ETAP (Electrical Transient Analysis Program) Power Station merupakan salah satu software yang dapat digunakan untuk perhitungan aliran daya pada sistem tenaga listrik. Pada tugas akhir ini melakukan analisis aliran daya dengan metode newton raphson dan metode fast decouple menggunakan aplikasi ETAP 12.6.

Berdasarkan alasan tersebut, maka peneliti tertarik mengadakan penelitian dengan judul, “ANALISIS ALIRAN DAYA (LOAD FLOW) DENGAN METODE ADAPTIVE NEWTON RAPHSON DAN METODE FAST DECOUPLE DENGAN APLIKASI ETAP 12.6 PADA PENYULANG JENEWA UNIT LAYANAN PELANGGAN (UPL) AMBULU”.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Analisis Aliran Daya Radial

Salah satu metode yang dikembangkan untuk sistem distribusi radial adalah metode Zbr. Metode Zbr dapat membentuk persamaan aliran daya dengan menyusun impedansi saluran distribusi radial dalam bentuk suatu matrik [2]. Metode Zbr memiliki matrik *Bus Injection to Branch Current* (BIBC) dan *Branch Current to Branch Voltage* (BCBV). Matrik BIBC dan BCBV digunakan untuk menghitung drop tegangan pada sistem distribusi. Contoh membentuk persamaan aliran daya adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Single line diagram 6 bus.

Gambar 1. menunjukkan sebuah sistem distribusi sederhana dengan model rangkaian radial murni. Persamaan arus yang mengalir pada sistem adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 B_5 &= I_6 & (1) \\
 B_4 &= I_5 & (2) \\
 B_3 &= I_4 + I_5 & (3) \\
 B_2 &= I_3 + I_4 + I_5 + I_6 & (4) \\
 B_1 &= I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_6 & (5)
 \end{aligned}$$

Persamaan injeksi arus merupakan matrik BIBC (*Bus Injection to Branch Current*).

$$\begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \\ B_4 \\ B_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_2 \\ I_3 \\ I_4 \\ I_5 \\ I_6 \end{bmatrix}$$

$$[B] = [BIBC][I] \tag{6}$$

Nilai drop tegangan melalui persamaan:

$$V_2 = V_1 - B_1 \cdot Z_{12} \tag{7}$$

$$V_3 = V_1 - B_1 \cdot Z_{12} - B_2 \cdot Z_{23} \tag{8}$$

$$V_4 = V_1 - B_1 \cdot Z_{12} - B_2 \cdot Z_{23} - B_3 \cdot Z_{34} \tag{9}$$

$$V_5 = V_1 - B_1 \cdot Z_{12} - B_2 \cdot Z_{23} - B_3 \cdot Z_{34} - B_4 \cdot Z_{45} \tag{10}$$

$$V_6 = V_1 - B_1 \cdot Z_{12} - B_2 \cdot Z_{23} - B_5 \cdot Z_{36} \tag{11}$$

Maka droptegangan :

$$V_1 - V_2 = B_1 \cdot Z_{12} \tag{12}$$

$$V_1 - V_3 = B_1 \cdot Z_{12} + B_2 \cdot Z_{23} \quad (13)$$

$$V_1 - V_4 = B_1 \cdot Z_{12} + B_2 \cdot Z_{23} + B_3 \cdot Z_{34} \quad (14)$$

$$V_1 - V_5 = B_1 \cdot Z_{12} + B_2 \cdot Z_{23} + B_3 \cdot Z_{34} + B_4 \cdot Z_{45} \quad (15)$$

$$V_1 - V_6 = B_1 \cdot Z_{12} + B_2 \cdot Z_{23} + B_5 \cdot Z_{36} \quad (16)$$

Persamaan di atas dapat dibentuk dalam matriks BCBV (*Branch Current to Branch Voltage*).

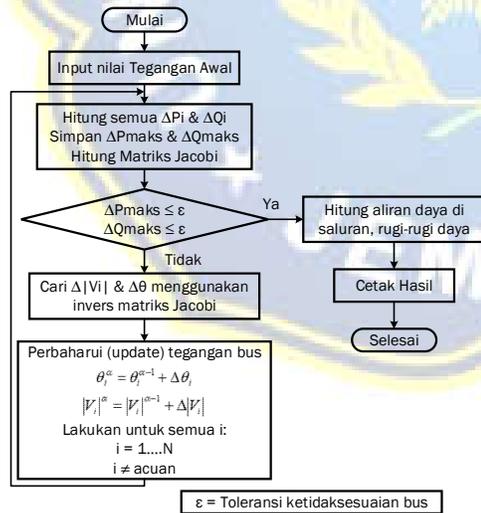
$$\begin{bmatrix} V_1 - V_2 \\ V_1 - V_3 \\ V_1 - V_4 \\ V_1 - V_5 \\ V_1 - V_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{12} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ Z_{12} & Z_{23} & 0 & 0 & 0 \\ Z_{12} & Z_{23} & Z_{34} & 0 & 0 \\ Z_{12} & Z_{23} & Z_{34} & Z_{45} & 0 \\ Z_{12} & Z_{23} & 0 & 0 & Z_{36} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \\ B_4 \\ B_5 \end{bmatrix}$$

$$[\Delta V] = [BCBV][B] \quad (17)$$

2.2 Metode Newton Raphson

Metode Newton-Raphson pada dasarnya merupakan metode Gauss-Siedel yang diperluas dan disempurnakan. Metode Newton-Raphson adalah uraian dari deret Taylor untuk satu fungsi dengan dua variabel atau lebih untuk memecahkan persoalan aliran daya yaitu dengan mencari daya aktif, daya reaktif, tegangan dan faktor daya. Menurut [3], metoda Newton-Raphson mempunyai perhitungan lebih baik dari pada metoda Gauss-Siedel bila untuk sistem tenaga yang besar karena lebih efisien dan praktis. Jumlah iterasi (perhitungan) yang dibutuhkan untuk memperoleh pemecahan ditentukan berdasarkan ukuran sistem.

Waktu komputasi pada perhitungan dengan metoda Newton-Raphson jauh lebih cepat dibandingkan pada penggunaan Algoritma-Genetika. Sehingga banyak dipakai menyelesaikan analisis aliran daya.



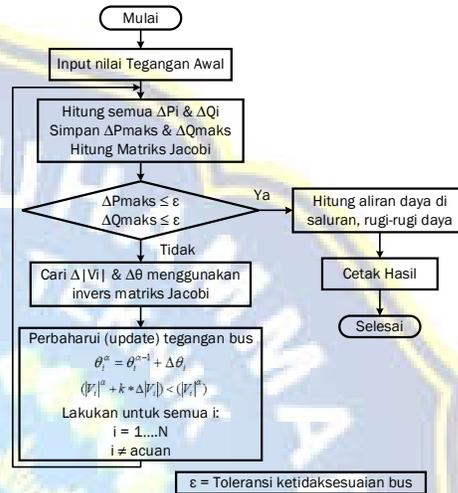
Gambar 2. Flowchart Metode Newton-Raphson

2.3 Metode Adaptive Newton Raphson

Metode Adaptive Newton Raphson merupakan pengembangan dari metode Newton Raphson. Pengembangan yang dimaksud adalah ada rumus tambahan untuk metode Adaptive Newton Raphson. Rumus tambahan seperti :

$$(|V_i|^\alpha + k * \Delta|V_i|) < (|V_i|^\alpha) \quad (18)$$

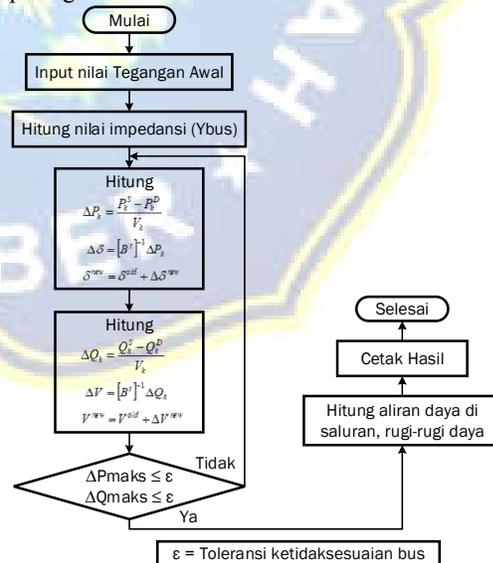
Dengan adanya rumus tambahan ini membuat metode adaptive Newton Raphson lebih cepat dalam menyelesaikan permasalahan dan lebih akurat. Flowchart metode adaptive Newton Raphson seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Flowchart Metode Adaptive Newton-Raphson

2.4 Metode Fast Decouple

Flowchart metode fast decouple seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Flowchart Metode Adaptive Newton-Raphson

Pemecahan aliran daya dengan metode Fast-Decouple menghendaki iterasi yang lebih banyak daripada metode Newton-Raphson, tetapi dalam tiap iterasi membutuhkan sedikit waktu

dan pemecahan aliran daya diperoleh dengan cepat.

Metode Fast-Decouple diperoleh dari penyederhanaan persamaan metode Newton-Raphson, sehingga persamaannya menjadi :

$$\begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J_1 \\ J_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \Phi \\ \Delta V \end{bmatrix} \quad (19)$$

2.5 Software ETAP

Software ETAP (Electrical Transient Analisis Program) 12.6 merupakan perangkat lunak yang mempunyai fungsi untuk melakukan analisis perhitungan studi kasus mengenai aliran daya, hubung singkat, stabilitas transien dan analisis perhitungan tenaga listrik lainnya [6].

Urutan dalam penggunaan software ini antara lain adalah :

1. Menggambar single line diagram
2. Memasukkan nomor dan identitas dari peralatan tersebut (generator, busbar, transformator, penghantar dan beban)
3. Memasukkan data beban, daya aktif (MW), daya reaktif (MVAR), daya semu (MVA), arus, tegangan, dan faktor daya (cos phi)
4. Memasukkan besarnya nilai tegangan setiap bus
5. Memilih metode iterasi perhitungan aliran daya

Pada perhitungan aliran daya menggunakan ETAP Power Station akan dihitung tegangan bus, faktor daya, arus, dan aliran daya yang melalui sistem tenaga listrik. Program dapat menggunakan sumber tenaga ayun (swing), pengaturan tegangan dan tanpa pengaturan tegangan dengan banyak generator dan peralatan. Program ini dapat digunakan untuk jaringan loop maupun radial. Metode perhitungan yang berbeda dapat dipilih untuk memperoleh hasil perhitungan yang terbaik.

2.6 Software MapInfo

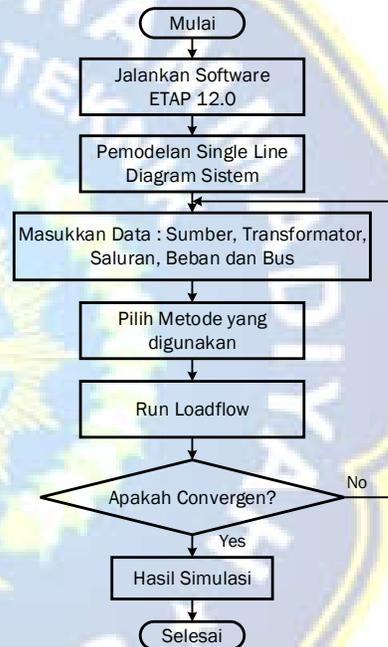
MapInfo adalah salah satu perangkat lunak (software) yang digunakan sebagai sarana untuk menampilkan atau pengimplementasian sistem informasi geografik [7]. Kelebihan perangkat lunak Mapinfo tersebut adalah karena fasilitas yang diberikan cukup mudah untuk dioperasikan dan cukup lengkap untuk keperluan pengembangan sistem informasi geografik.

Kemudahan lain, perangkat ini tidak memerlukan dukungan hardware yang terlalu rumit. Sehingga hampir semua personal computer (PC) dapat digunakan untuk mengoperasikan software tersebut. Selain itu dengan sudah tersedianya menu-menu pada windows, maka pengguna tidak perlu menghafalkan perintah-perintah panjang. Melainkan dapat langsung memberi perintah melalui menu utama maupun icon yang sudah tersedia.

Seperti halnya perangkat lunak lain yang dioperasikan dibawah windows yang memiliki kemampuan multi tasking, maka MapInfo juga dapat digunakan secara bersamaan dengan fasilitas lain didalam MapInfo sendiri. Konsep ini dinamakan sebagai desktop mapping, sehingga memungkinkan untuk menyajikan data spasial, data atribut dan grafik secara bersamaan dan saling berhubungan antara satu dengan yang lain.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Pada bagian ini akan dibahas mengenai tahapan pembuatan simulasi analisa aliran daya. Dengan adanya flowchart maka akan lebih mudah memahami prinsip kerja dari alat yang dibuat. Flowchart dari sistem dapat dilihat di gambar 5.

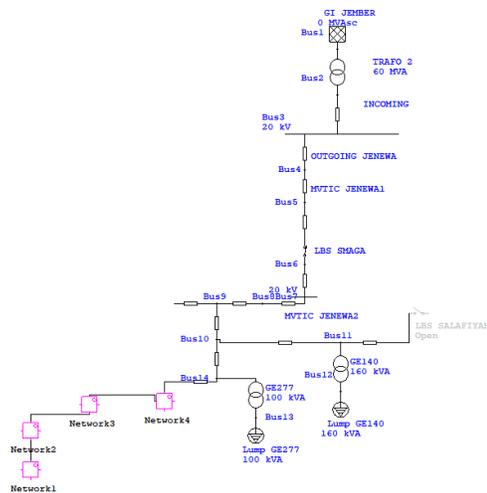


Gambar 5. Flowchart Sistem

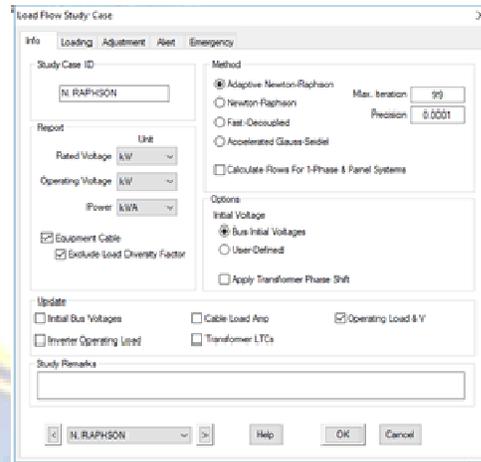
Tahapan analisa aliran daya pada software ETAP adalah sebagai berikut :

1. Membuat Single Line Diagram

Tahap awal untuk analisa aliran daya dengan software ETAP adalah menggambar single line diagram dari sistem. Software ETAP menyediakan komponen sistem tenaga listrik yang digambar dalam bentuk simbol. Komponen bisa digambar, dihapus, dipindah dan dihubungkan satu dengan yang lainnya. Pada tugas akhir ini menggunakan data pada penyulang jenewa. Single Line Diagram penyulang jenewa dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Kondisi Awal Penyulang Jenewa



Gambar 9. Loadflow Study Case

2. Masukkan Data

Data masukan ini berdasarkan pada data hasil pengukuran oleh alat ukur yang terdapat di panel listrik atau data yang diambil di lapangan. Data masukan ini terdapat pada lampiran.

3. Run Program

Setelah single line selesai dibuat dan data sudah dimasukkan maka tahapan selanjutnya adalah run program. Langkah – langkah untuk running program adalah sebagai berikut:

a. Pilih Load Flow Analisis pada menu toolbar software ETAP.



Gambar 7. Loadflow Analisis

b. Pilih Edit Study Case



Gambar 8. Edit Study Case

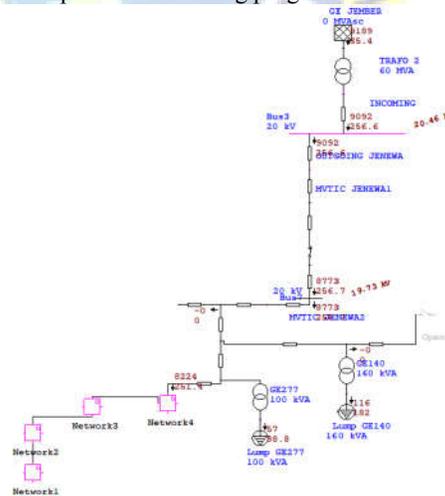
Kemudian muncul gambar load flow study case seperti gambar 9.

c. Pilih Run Load Flow



Gambar 10. Run Load Flow

d. Tampilan hasil running program



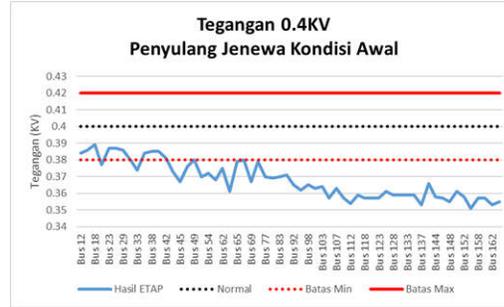
Gambar 11. Hasil Run Load Flow

e. Laporan hasil running program

Hasil laporan running analisa load flow dapat dilihat pada report manager. Report manager seperti pada gambar 12.



Gambar 12.Run Load Flow



Gambar 14.Tegangan 0.4KV Jenewa Kondisi Awal

Tabel 1.Losses Jenewa Kondisi Awal

Nama LBS	Kondisi	Losses		Drop Tegangan	
		P. Jenewa	P. Nippon	P. Jenewa	P. Nippon
LBS Gondosari 1	Open	P = 339 kW	P = 1 kW	110 bus under voltage	Tidak ada
LBS Kemuning	Closed	Q = 453 kVAR	Q = -18.7kVAR		
LBS Tamansari	Closed				
LBS Smaga	Closed				

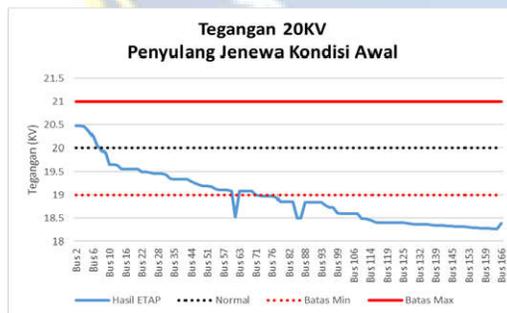
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Awal

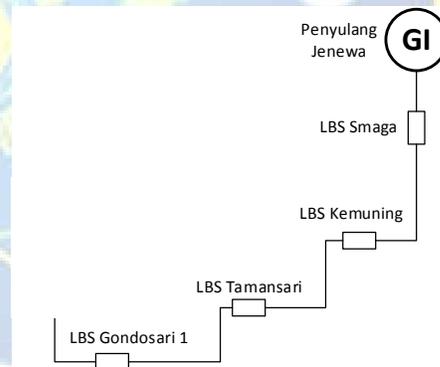
Tegangan bus hasil dari analisa aliran daya pada penyulang Jenewa didapatkan bahwa terdapat banyak sekali bus yang mengalami under voltage. Total ada 110 bus yang mengalami kondisi under voltage. Kondisi under voltage ini terjadi karena banyaknya cabang atau saluran yang ada pada penyulang jenewa. Saluran yang banyak membuat jarak antara sumber listrik dengan beban menjadi sangat jauh sehingga menyebabkan banyak bus mengalami under voltage.

Hasil analisa aliran daya dengan metode adaptive newton raphson dan metode fast decouple menghasilkan hasil yang sama untuk kondisi tegangan bus. Tidak ada perbedaan hasil tegangan bus pada kedua metode ini. Hasil tegangan bus pada penyulang Jenewa dapat dilihat pada gambar 13 dan gambar 14. Kondisi awal pada penyulang jenewa terdapat 110 bus tegangan yang mengalami drop tegangan. Losses penyulang jenewa saat kondisi awal dapat dilihat pada tabel 1.

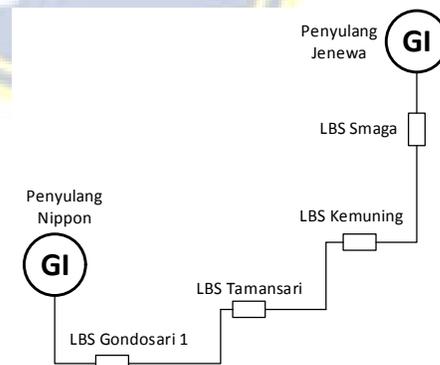
LBS Gondosari 1 adalah LBS yang menghubungkan antara penyulang jenewa dengan penyulang Nippon. Rekonfigurasi jaringan pada penyulang jenewa dapat dilakukan dengan cara mengubah kondisi LBS pada LBS Gondosari 1, LBS kemuning, LBS Smaga, LBS Tamansari. Gambar kondisi penyulang Jenewa kondisi awal terdapat pada gambar 15. Gambar kondisi penyulang Jenewa dengan penyulang Nippon sesuai posisi LBS terdapat pada gambar 16.



Gambar 13.Tegangan 20KV Jenewa Kondisi Awal



Gambar 15.Penambahan Penyulang Nippon



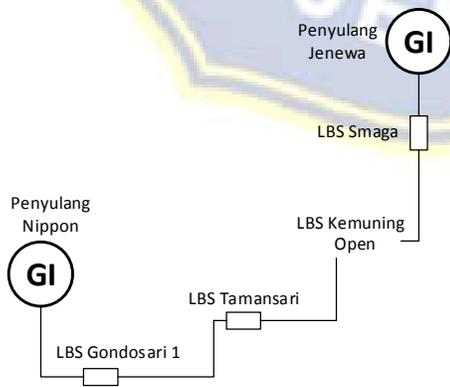
Gambar 16.Penambahan Penyulang Nippon

Tabel 2. Analisa Aliran Daya Penyulang Jenewa dan Nippon

Nama LBS	Kondisi	Losses		Drop Tegangan	
		P. Jenewa	P. Nippon	P. Jenewa	P. Nippon
LBS Gondosari 1	Open	P = 339 kW	P = 1 kW	110 bus under voltage	Tidak ada
LBS Kemuning	Closed	Q = 453 kVAR	Q = -18.7kVAR		
LBS Tamansari	Closed			Tidak Ada	Tidak ada
LBS Smaga	Closed				
LBS Gondosari 1	Closed	P = 51.3 kW	P = 93.8 kW		
LBS Kemuning	Open	Q = 33.6 kVAR	Q = 83.1 kVAR		
LBS Tamansari	Closed			4 bus under voltage	Tidak ada
LBS Smaga	Closed				
LBS Gondosari 1	Closed	P = 116.5 kW	P = 42.6 kW		
LBS Kemuning	Closed	Q = 112.4kVAR	Q = 25.3 kVAR		
LBS Tamansari	Open				
LBS Smaga	Closed			Tidak ada	102 bus under voltage
LBS Gondosari 1	Closed	P = 0 kW	P = 293.5 kW		
LBS Kemuning	Closed	Q = -22.8kVAR	Q = 391.3kVAR		
LBS Tamansari	Closed				
LBS Smaga	Open				

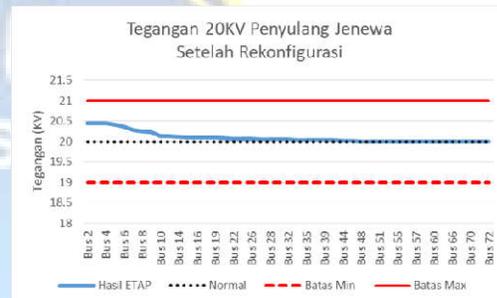
Sedangkan hasil analisa aliran daya pada penyulang Jenewa dan penyulang Nippon dengan metode Fast Decouple terdapat pada tabel 2. Metode Fast Decouple menghasilkan iterasi 5 untuk menyelesaikan analisa aliran daya. Total losses dan kondisi tegangan pada penyulang Jenewa dan Nippon dengan menggunakan 2 buah metode menghasilkan nilai yang sama. Perbedaan metode Adaptive Newton Raphson dan Metode Fast Decouple terdapat pada jumlah iterasi. Hasil yang terbaik atau solusi terbaik dari rekonfigurasi jaringan ini pada saat kondisi LBS Gondosari 1 Closed, LBS Kemuning Open, LBS Tamansari Closed, dan LBS Smaga Closed. Hasil ini dikatakan solusi terbaik karena berdasarkan hasil ini nilai tegangan bus pada penyulang Jenewa dan penyulang Nippon tidak ada yang mengalami under voltage. Nilai total losses pada kondisi ini juga masih tergolong kecil untuk kedua penyulang.

Gambar 17 menunjukkan bahwa rekonfigurasi yang digunakan pada penyulang jenewa yang terbaik dengan cara membuka LBS Kemuning dan menutup LBS Tamansari dan LBS Gondosari 1. Rekonfigurasi ini menyebabkan sebagian besar beban di penyulang jenewa dipindahkan ke penyulang Nippon.

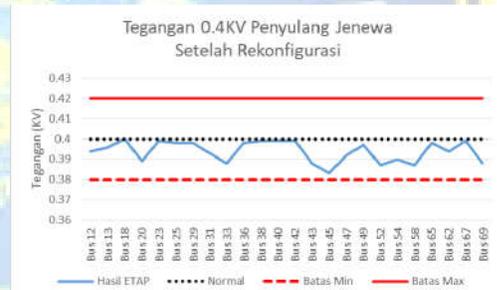


Gambar 17. Rekonfigurasi Terbaik Penyulang Jenewa dan Nippon

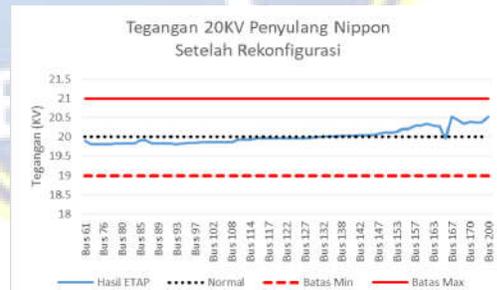
Hasil tegangan bus pada penyulang Jenewa setelah rekonfigurasi jaringan dapat dilihat pada gambar 18 dan gambar 19. Hasil tegangan bus pada penyulang Jenewa setelah rekonfigurasi jaringan dapat dilihat pada gambar 20 dan gambar 21. Gambar dibawah ini menunjukkan bahwa setelah rekonfigurasi jaringan tidak terdapat bus tegangan yang mengalami drop tegangan (tegangan jatuh). Tidak ada bus tegangan pada penyulang Jenewa dan penyulang Nippon yang melebihi batas maksimal dan minimal tegangan normal. Hal ini membuktikan bahwa dengan rekonfigurasi jaringan dapat memperbaiki drop tegangan pada penyulang Jenewa.



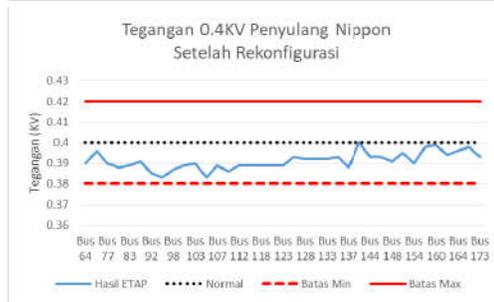
Gambar 18. Tegangan 20KV Jenewa Setelah Rekonfigurasi



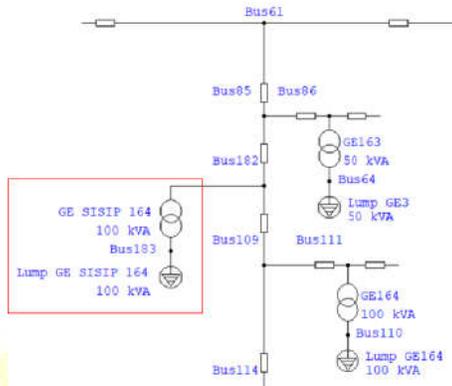
Gambar 19. Tegangan 0.4KV Jenewa Setelah Rekonfigurasi



Gambar 20. Tegangan 20KV Nippon Setelah Rekonfigurasi



Gambar 21. Tegangan 0.4KV Nippon Setelah Rekonfigurasi



Gambar 22. Penambahan Trafo Sisip

Gambar 22 menunjukkan penambahan trafo sisip pada penyulang Jenewa. Penambahan trafo sisip ini juga berpengaruh pada analisa aliran daya pada penyulang Jenewa.



Gambar 23. Perbandingan Metode

Tabel 3. Hasil Perbandingan Metode

Metode	Keterangan	Hasil Aliran Daya		Iterasi	Mismatch	
		Losses	Tegangan Minimal		MW	MVAR
Adaptive Newton Raphson	Sebelum Rekonfigurasi	339 KW dan 453 KVAR	18,265 KV dan 0,351 KV	3	0,000	0,000
Fast Decouple	Sebelum Rekonfigurasi	339 KW dan 453 KVAR	18,265 KV dan 0,351 KV	5	0,001	0,000
Adaptive Newton Raphson	Setelah Rekonfigurasi	51,3 KW dan 33,6 KVAR	19,998 KV dan 0,383 KV	3	0,000	0,000
Fast Decouple	Setelah Rekonfigurasi	51,3 KW dan 33,6 KVAR	19,998 KV dan 0,383 KV	5	0,001	0,000

Tabel 3 menunjukkan hasil perbedaan metode adaptive newton raphson dan fast decouple pada penyulang jenewa. Kedua metode ini menghasilkan analisa aliran daya untuk hasil losses dan bus tegangan yang sama pada

penyulang jenewa dan Nippon. Perbedaan kedua metode ini terdapat pada hasil iterasi dan mismatch (error). Metode adaptive newton raphson menghasilkan jumlah 3 iterasi dan metode fast decouple menghasilkan 5 buah iterasi. Hal ini membuktikan bahwa metode adaptive newton raphson lebih cepat dalam menyelesaikan analisa aliran daya. Metode adaptive newton raphson tidak memiliki error atau mismatch. Sedangkan metode fast decouple memiliki error sebesar 0.001pu. Hasil perbandingan kedua metode ini juga dapat dilihat pada gambar 23.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Didasari berbagai tahapan yang telah dilakukan meliputi tahapan perancangan, perealisasiian, pengujian, dan analisis maka secara keseluruhan dapat disimpulkan :

5.1 Kesimpulan

1. Kondisi awal penyulang Jenewa mengalami masalah trafo overload, losses yang besar dan drop tegangan yang banyak di bus penyulang Jenewa.
2. Solusi untuk mengatasi masalah kondisi trafo pada penyulang jenewa adalah penambahan daya trafo dan pengurangan beban pada trafo.
3. Solusi untuk mengatasi masalah total losses dan drop tegangan pada penyulang Jenewa adalah rekonfigurasi jaringan dengan cara memindahkan beban pada penyulang Jenewa ke penyulang Nippon.
4. Rekonfigurasi Jaringan pada penyulang jenewa adalah mengatur ulang konfigurasi jaringan penyulang jenewa dengan cara membuka dan menutup switch pada jaringan distribusi.
5. Kondisi Switch yang paling optimal untuk meminimalkan losses dan drop tegangan pada penyulang Jenewa adalah LBS Gondosari 1 Closed, LBS Kemuning Open, LBS Tamansari Closed, dan LBS Smaga Closed.
6. Sebelum rekonfigurasi jaringan pada penyulang jenewa terdapat drop tegangan dan losses yang tinggi, setelah rekonfigurasi diterapkan maka tidak ada drop tegangan pada bus penyulang jenewa dan losses juga kecil.
7. Hasil analisa aliran daya dengan metode Adaptive Newton Raphson dan metode Fast Decouple menghasilkan hasil yang sama. Perbedaan hanya terdapat pada jumlah iterasi yaitu metode Adaptive Newton Raphson 3 iterasi dan metode Fast Decouple 5 iterasi.
8. Perbedaan metode Adaptive Newton Raphson dan metode Fast Decouple juga

terdapat pada error yaitu metode Adaptive Newton Raphson memiliki nilai error 0.000 dan metode Fast Decouple memiliki nilai error 0.001.

5.2 Saran

Berikut ini merupakan saran dari penulis, untuk pengembangan dan penyempurnaan sistem antara lain sebagai berikut :

1. Penambahan penyulang yang berdekatan dengan penyulang Jenewa dan Nippon. Sehingga beban pada penyulang jenewa tidak semuanya yang dipindahkan ke penyulang Nippon.
2. Hasil analisa aliran daya pada penyulang Jenewa dapat digunakan sebagai masukan untuk PLN dalam hal memperbaiki sistem penyulang jenewa.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agung, H. 2009. *Analisis Load Flow dalam Sistem Tenaga Listrik di PT. Sinar Sosro Ungaran*. Skripsi. Semarang: Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang.
- [2] Sigit, A. P. 2015. *Analisis Aliran Daya (Load Flow) dalam Sistem Tenaga Listrik Menggunakan Software ETAP Power Station 4.0.0 di PT. Kota Jati Furnindo Jepara*. Skripsi. Semarang: Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang.
- [3] Dhimas, P. H. 2014. *Pemanfaatan Software ETAP Power Station 4.0.0 untuk Menganalisis Aliran Daya Listrik di Gardu Induk Ungaran 150 kV*. Skripsi. Semarang: Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang.
- [4] Ehendra's Blog. 2010. *Proteksi Pada Sistem Tenaga Listrik*. Online. Tersedia di <http://ehendra.wordpress.com/stl-01/> diakses [4-9-2014].
- [5] Unggul, D. K. 2011. *Simulasi Aliran Daya pada Penyulang 2 Gardu Induk Rawalo dengan Menggunakan Software ETAP 7.0*. Jurnal. Semarang: Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- [6] Prasetyo, Yuli. 2018. *Analisis Rekonfigurasi dan Penempatan Kapasitor Untuk Meminimalkan Deviasi Tegangan Pada Sistem Distribusi*. Jurnal Geuthee. Vol. 01, No. 02, pp. 117-126. Aceh.
- [7] Sugandi, Dede. 2009. *Sistem Informasi Geografi (SIG)*. Hand Out. Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung.