

Analisa Konfigurasi Penyulang Industri Untuk Menentukan Opsi Terbaik Saat Manuver Jaringan Distribusi

Muhammad Wahyu Aprianto

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik, Indonesia

Informasi Artikel

Diterima : 24 Januari 2024
Revisi : 25 Februari 2024
Diterbitkan : 20 Maret 2024

Abstrak: Manuver jaringan merupakan serangkaian kegiatan modifikasi terhadap operasi normal dari jaringan akibat adanya gangguan/pekerjaan jaringan sehingga tetap tercapainya kondisi penyaluran tenaga listrik yang maksimal. Di dalam melakukan manuver jaringan perlu diperhatikan kapasitas peralatan jaringan berkaitan dengan beban maksimal yang dapat dipikul, seperti PMT dan Recloser. Selain itu, di dalam melakukan manuver direkomendasikan untuk memilih penyulang dengan rugi-rugi saluran paling kecil sehingga daerah padam dapat diminimalisir namun kualitas listrik tetap dapat dipertahankan. Konfigurasi Penyulang Industri terdiri dari 7 section atau dibagi menjadi 3 zona. Zona 1 adalah section section yang berada pada daerah sepanjang PMT sampai recloser pertama. Zona 2 adalah section section yang berada pada daerah sepanjang recloser pertama sampai recloser kedua, sedangkan zona 3 adalah section section yang berada pada daerah sepanjang recloser kedua sampai ujung jaring. Setiap section yang padam baik itu dikarenakan gangguan atau sedang dilaksanakan pemeliharaan memiliki solusi pelimpahan beban yang berbeda, agar saat beban dimanuver, mendapatkan pilihan penyulang backup terbaik. Penyulang Industri memiliki konfigurasi dengan pilihan manuver dari 4 penyulang yang terhubung secara loop, yaitu Penyulang Perumahan, Penyulang Gulumantung 2, Penyulang Wenangsakti dan Penyulang Ibusina.

Abstract: Network maneuvers are a series of modification activities to the normal operation of the network due to network disturbances/work so that maximum conditions for electric power distribution are still achieved. In carrying out network maneuvers, it is necessary to pay attention to the capacity of network equipment related to the maximum load that can be carried, such as PMT and Recloser. In addition, in maneuvering it is recommended to choose a feeder with the smallest line losses so that the blackout area can be minimized but the electricity quality can still be maintained. The Industrial Feeder Configuration consists of 7 sections or divided into 3 zones. Zone 1 is the section that is in the area along the PMT to the first recloser. Zone 2 is the sections that are in the area along the first recloser to the second recloser, while zone 3 is the sections that are in the area along the second recloser to the end of the net. Each section that goes out either due to a disturbance or is being carried out maintenance has a different load shedding solution, so that when the load is maneuvered, you get the best choice of backup feeders. Industrial feeders have a configuration with a choice of maneuvers from 4 feeders which are connected in a loop, namely Perumahan Feeders, Feeders Gulumantung 2, Wenangsakti feeders and Ibusina Feeders.

Kata kunci: keandalan, manuver, konfigurasi jaringan

Keywords: reliability, maneuverability, network configuration

Sitasi: Aprianto, M.W. (2023). Analisa Konfigurasi Penyulang Industri Untuk Menentukan Opsi Terbaik Saat Manuver Jaringan Distribusi. *Journal of Engineering and Innovation*. 1(2): 45-52. <https://nafatimahpustaka.org/jein>

Pendahuluan

PT PLN (Persero) merupakan perusahaan BUMN yang menyediakan jasa pelayanan penyediaan tenaga listrik. Pelayanan sistem tenaga listrik yang ada pada PLN berupa pembangkitan tenaga listrik, penyaluran dan pendistribusian kepada para konsumen (PT PLN

(Persero) Distribusi Jawa Timur, 2018). Hasil dari produksi PLN adalah berupa energi listrik, yang selanjutnya diaplikasikan oleh pelanggan untuk berbagai keperluan penunjang kehidupannya, antara lain sebagai sumber energi penerangan, sumber energi penggerak, dan sebagainya.

Kehadiran tenaga listrik saat ini memiliki dampak yang krusial, menjadikannya sebagai kebutuhan utama khususnya dalam berjalannya suatu kegiatan ekonomi, menyebabkan kehidupan masyarakat sangat bergantung dan terikat kepadanya. Jadi tidak dapat terbayangkan jika pendistribusian tenaga listrik ke konsumen khususnya di wilayah padat penduduk suatu hari harus terhenti dan membuat terganggunya aktivitas kehidupan.

Karena sangat krusialnya listrik untuk menunjang kehidupan masyarakat, maka PT. PLN (Persero) senantiasa menjaga kepuasan dengan meningkatkan mutu pelayanan kepada konsumen. Pada dasarnya permasalahan umum bagi sistem distribusi tenaga listrik adalah pada mutu, kontinuitas, dan ketersediaan pelayanan daya listrik pada konsumen. Salah satu tujuan PT.PLN (Persero) sebagai perusahaan BUMN yang bergerak dalam bidang penyediaan energi listrik adalah untuk memenuhi kebutuhan energi listrik ke konsumen memiliki peran yang begitu besar untuk menjamin kualitas penyaluran energi listrik sesuai standar baik secara teknis maupun non-teknis kepada konsumen.

Manuver atau manipulasi jaringan merupakan serangkaian kegiatan membuat modifikasi kepada operasi normal dari jaringan akibat adanya gangguan atau pekerjaan jaringan yang membutuhkan pemadaman tenaga listrik, sehingga dapat mengurangi daerah pemadaman dan agar tetap tercapainya kondisi penyaluran tenaga listrik yang maksimal (Tasiam, 2017). Kegiatan yang dilakukan dalam melaksanakan manuver jaringan antara lain adalah menghubungkan dan memutus bagian bagian jaringan yang dikehendaki menggunakan peralatan switching antar penyulang. Agar tercapai tujuan sebaik-baiknya dalam meningkatkan mutu suatu kegiatan untuk dapat memperkecil kerugian, hal hal yang perlu diperhatikan dari segi teknis adalah konfigurasi jaringan dan peralatan manuver yang berada di sepanjang jaringan harus dipastikan terlebih dahulu dalam keadaan baik.

Mengingat begitu pentingnya kegiatan manuver jaringan sebagai langkah memanipulasi beban agar daerah padam dapat diminimalisir, para petugas yang terlibat dalam proses pelaksanaan manuver harus mengambil tindakan yang seefisien mungkin dengan cepat dan tepat. Pertimbangan sebelum dilaksanakannya kegiatan manuver adalah dengan memperhatikan potensi rugi-rugi yang akan timbul akibat pelimpahan terebut, khususnya untuk penyulang backup (Jamaah, 2013).

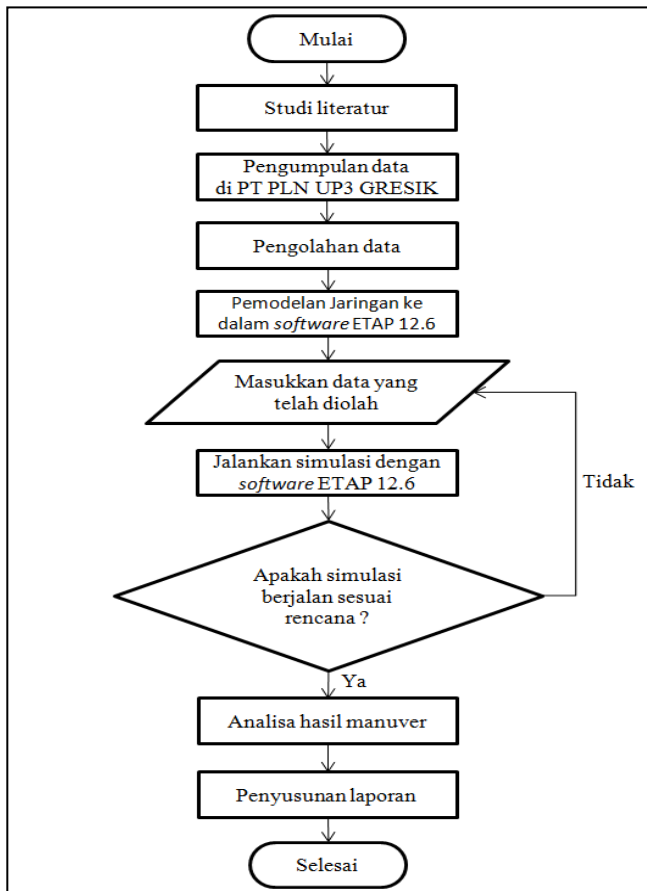
Di latar belakang oleh hal tersebut maka penulis bermaksud melakukan analisa untuk menentukan opsi terbaik bagi Penyulang Industri jika dikehendaki atau dibutuhkan manuver jaringan distribusi. Pada penelitian kali ini pertimbangan didapatkan dengan bantuan software simulasi ETAP 12.6.

Metode

Penelitian ini dilaksanakan di PT PLN (Persero) UP3 Gresik khususnya di wilayah kerja PLN ULP Giri dengan memperoleh data terbaru pada bulan Desember 2022.

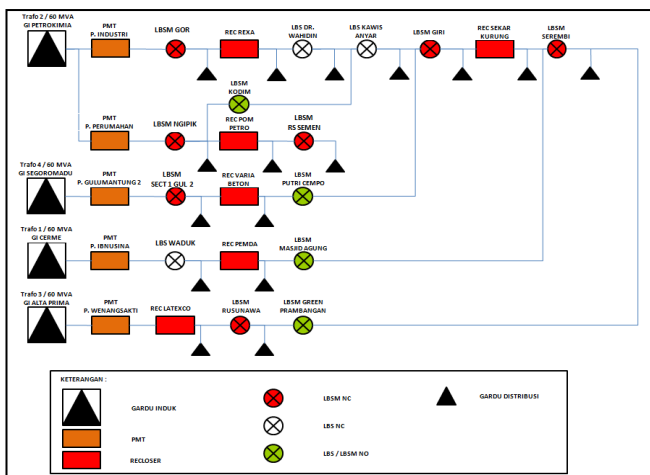
Dalam melakukan manuver jaringan distribusi 20 kV dilakukan analisa untuk mengetahui jatuh tegangan saat pengkopelan beban pada penyulang utama dan penyulang backup. Terdapat beberapa langkah yang dilakukan yaitu : Mengenali permasalahan yang akan terjadi, Mengumpulkan data yang berkaitan dengan kegiatan manuver, serta mencari opsi terbaik saat manuver untuk mengurangi besarnya jatuh tegangan seperti alir kerja berikut.

1. Melakukan tinjauan literature guna menata landasan teori yang menunjang penelitian serta untuk mendalami penelitian serupa yang sebelumnya telah dilaksanakan.
2. Penelitian diawali dengan pengumpulan data melalui wawancara dan observasi untuk mendapatkan data pendukung yang dibutuhkan.
3. Data pendukung yang sebelumnya telah didapatkan, selanjutnya diolah menjadi sebuah inputan dalam penelitian kali ini.
4. Membuat gambar rancangan pemodelan jaringan pada software ETAP 12.6 serta memasukkan data pendukung yang sebelumnya telah diolah untuk selanjutnya dapat running dalam keadaan normal.
5. Hasil running penyulang dalam keadaan normal dibandingkan dengan rumus perhitungan jatuh tegangan.
6. Menjalankan simulasi untuk masing masing kondisi yang telah ditentukan. Simulasi dinyatakan berhasil apabila tidak ada notifikasi error dan dapat menampilkan nilai yang dibutuhkan. Sedangkan jika simulasi tidak berhasil maka gambar dan data yang dimasukkan perlu ditinjau ulang dan dibenahi.
7. Analisa dilakukan dengan mengamati tegangan yang ditampilkan pada tiap bus serta mendata bus yang menampilkan tegangan kritis. Dari hasil analisa diperoleh opsi terbaik saat manuver bagi Penyulang Industri.
8. Penyusunan laporan penelitian.



Gambar 1. Flowchart penelitian

Penyulang yang akan dibahas pada penelitian kali ini adalah Penyulang Industri, Penyulang Perumahan, Penyulang Gulumantung 2, Penyulang Ibusina dan Penyulang Wenangsakti (PT PLN (Persero) UP3 Gresik, 2022)



Gambar 2. Single Line Diagram Konfigurasi Penyulang Industri

Berikut data Karakteristik OCR agar beban pada PMT dan Recloser tidak overload.

Tabel 1. Data Batas Setting PMT dan Recloser

PMT	Karakteristik OCR (A)
Industri	400
Perumahan	400
Gulumantung 2	400
Ibusina	400
Wenangsakti	400
Recloser	Karakteristik OCR (A)
Rexa	320
Sekarkurung	270
Dr. Wahidin	320
Varia	320
Pemda	320
Latexco	320

Beban penyulang adalah total besarnya arus yang terukur pada tiap section. Sedangkan konduktor yang digunakan sebagai penghantar pada SUTM menggunakan jenis AAAC ukuran 150 mm²

Tabel 2. Data Penyulang Industri

Penyulang Industri	Beban (A)	cosθ	Panjang Jaringan (kms)
PMT s/d LBSM Gor	0	-	1,105
LBSM Gor s/d REC Rexa	7	0,9	0,671
REC Rexa s/d LBS Dr. Wahidin	12	0,9	1,057
LBS Dr. Wahidin s/d LBS Kawis Anyar	11	0,9	0,996
LBS Kawis Anyar s/d LBSM Giri	10	0,9	1,632
LBSM Giri s/d REC Sekarkurung	28	0,9	3,258
REC Sekarkurung s/d LBSM Serembi	36	0,9	1,18
LBSM Serembi s/d Ujung	53	0,9	3,624

Tabel 3. Data Penyulang Perumahan

Penyulang Perumahan	Beban (A)	cos θ	Panjang Jaringan (kms)
PMT s/d LBSM Ngipik	0	-	0,426
LBSM Ngipik s/d REC Pom Petro	2	0,9	2,811
REC Pom Petro s/d LBSM Rs. Semen	13	0,9	1,58
LBSM RS. Semen s/d Ujung	10	0,9	0,334
LBSM Kodim s/d LBS Dr. Wahidin & LBS Kawis Anyar	0	-	0,987

Tabel 4. Data Penyulang Gulumantung 2

Penyulang Gulumantung 2	Beban (A)	cos θ	Panjang Jaringan (kms)
PMT s/d LBSM Sect 1 Gul2	0	-	0,312
LBSM Sect 1 Gul2 s/d REC Varia	32	0,9	1,195
REC Varia s/d LBSM Putri Cempo	87	0,9	5,586
LBSM Putri Cempo s/d LBS Kawis Anyar & LBSM Giri	0	-	1,28

Tabel 5. Data Penyulang Ibusina

Penyulang Ibusina	Beban (A)	cos θ	Panjang Jaringan (kms)
PMT s/d LBS Waduk	0	-	1,173
LBS Waduk s/d REC Pemda	12	0,9	2,27
REC Pemda s/d LBSM Masjid Agung	60	0,9	6,379
LBSM Masjid Agung s/d REC Sekarkurung & LBSM Serembi	0	-	2,76

Tabel 6. Data Penyulang Wenangsakti

Penyulang Wenangsakti	Beban (A)	cos θ	Panjang Jaringan (kms)
PMT s/d REC Latexco	0	-	0,4
REC Latexco s/d LBSM Rusunawa	38	0,9	1,417
LBSM Rusunawa s/d LBSM Green Prambangan	87	0,9	1,347
LBSM Green Prambangan s/d LBSM Serembi	0	-	1,81

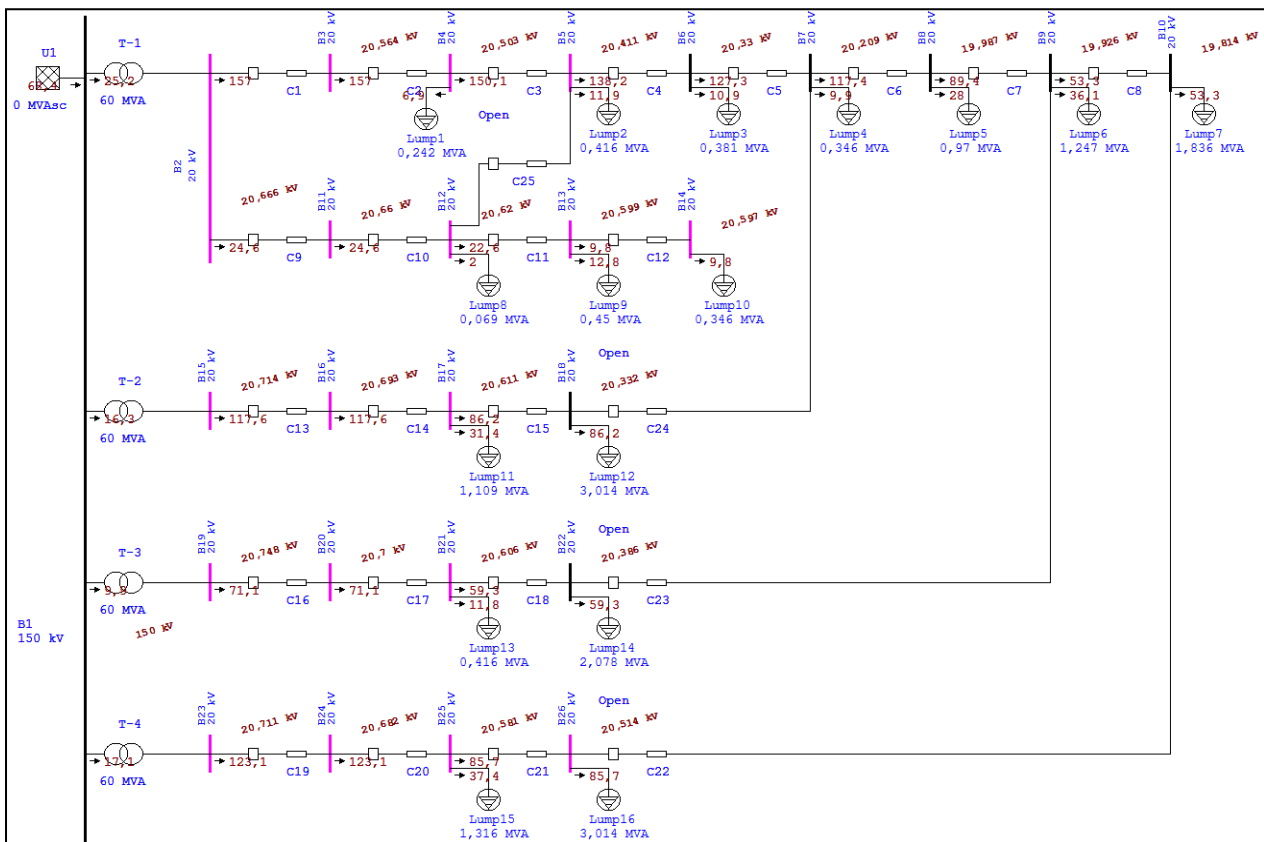
Tabel 7. Data Impedansi Penghantar

Jenis Penghantar	Ukuran	R	X	Z
AAAC	150 mm ²	0,2375	0,3002	0,38279

Hasil dan Pembahasan

Pemodelan sistem kelistrikan pada penelitian kali ini menggunakan software ETAP 12.6. ETAP Power Station adalah perangkat lunak yang memiliki keunggulan dalam menganalisis berbagai jenis data, parameter dan komponen yang dimasukkan seperti itu memudahkan untuk menemukan bug dalam sistem listrik (Sobikin & Ananta, 2022). Perangkat lunak ini dapat digunakan analisis tenaga listrik, seperti *Load Flow Analysis*, *Short Circuit Analysis*, *Harmonic Analysis*, *Transient Stability Analysis*, *Relay Coordination*, *Optimal Power Flow Analysis*, *Reliability Analysis*, *DC Load Flow Analysis*, *DC Short Circuit Analysis*, *Battery Sizing*, *Cable Raceways*, dan *Ground Grid*. Menggunakan software ETAP bisa digunakan untuk melakukan analisis jaringan secara bersamaan menjelaskan respons jaringan saat ini terjadi perubahan dinamis parameter daya.

Konfigurasi Penyulang Industri tergabung dalam sistem yang cukup besar. Penyulang Industri dan Perumahan berada pada 1 trafo Gardu Induk yang sama, yaitu trafo 2 GI Petrokimia. Penyulang Gulumantung 2 berada pada trafo 4 GI Segoromadu, Penyulang Ibusina berada pada trafo 1 GI Cerme, sedangkan untuk Penyulang Wenangsakti berada pada trafo 3 GI Altaprima.



Gambar 3. Simulasi kelima Penyulang dalam keadaan Normal

Jatuh tegangan merupakan besarnya tegangan yang hilang pada suatu penghantar atau bisa dikatakan bahwa adanya perbedaan tegangan antara tegangan kirim dan tegangan terima (Syufrijal & Monantun, 2014). Jatuh tegangan pada suatu saluran tenaga listrik secara umum berbanding lurus dengan panjang saluran dan beban serta berbanding terbalik dengan luas penampang penghantar. Jika ada arus yang mengalir melalui saluran distribusi maka akan terjadi penurunan tegangan sepanjang saluran. Dengan demikian tegangan pada pusat beban tidak sama dengan tegangan pengiriman. Penurunan tegangan terdiri dari dua komponen yaitu:

1. $I \cdot R$, yaitu rugi tegangan akibat tahanan saluran
2. $I \cdot X$, yaitu rugi tegangan akibat reaktansi induktif saluran

Dari hasil running simulasi software ETAP 12.6 yang telah dilaksanakan sebelumnya, telah diketahui tegangan pangkal dan ujung pada tiap-tiap penyulang. Selanjutnya akan dilakukan perhitungan menggunakan persamaan 1 dan 2 (Tasiam, 2017)

$$V_D = I (R \cos \theta_L + X \sin \theta_L) \quad 1$$

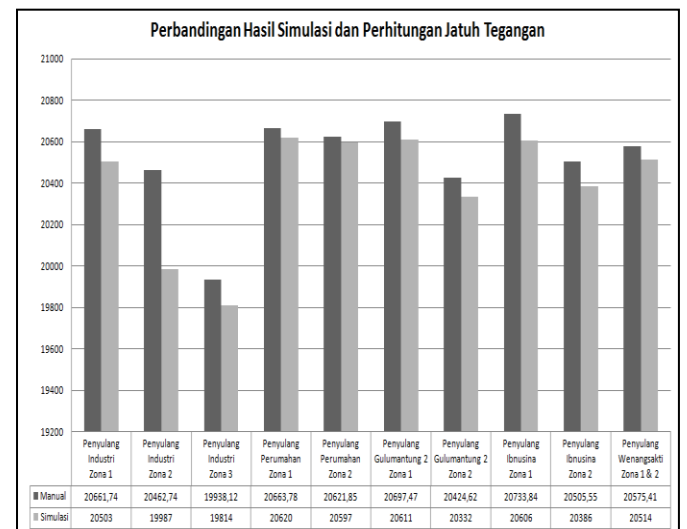
Dengan demikian besarnya tegangan beban :

$$V_b = V_s - I (R \cos \theta_L + X \sin \theta_L) \quad 2$$

Perhitungan ini untuk memastikan kebenaran data yang diinput dalam software ETAP 12.6 dan

mengetahui tingkat keakuratan hasil running guna menjaga tingkat eror yang semakin membesar nantinya ketika penyulang dimanuver dan dalam kondisi loop.

Untuk mendapatkan gambaran mengenai perbandingan jatuh tegangan antara hasil simulasi pada software ETAP 12.6 dan perhitungan manual yang sebelumnya telah dilakukan, maka berikut telah disajikan grafik pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Perbandingan Jatuh Tegangan

Tabel 8. Akurasi Perbandingan Jatuh Tegangan

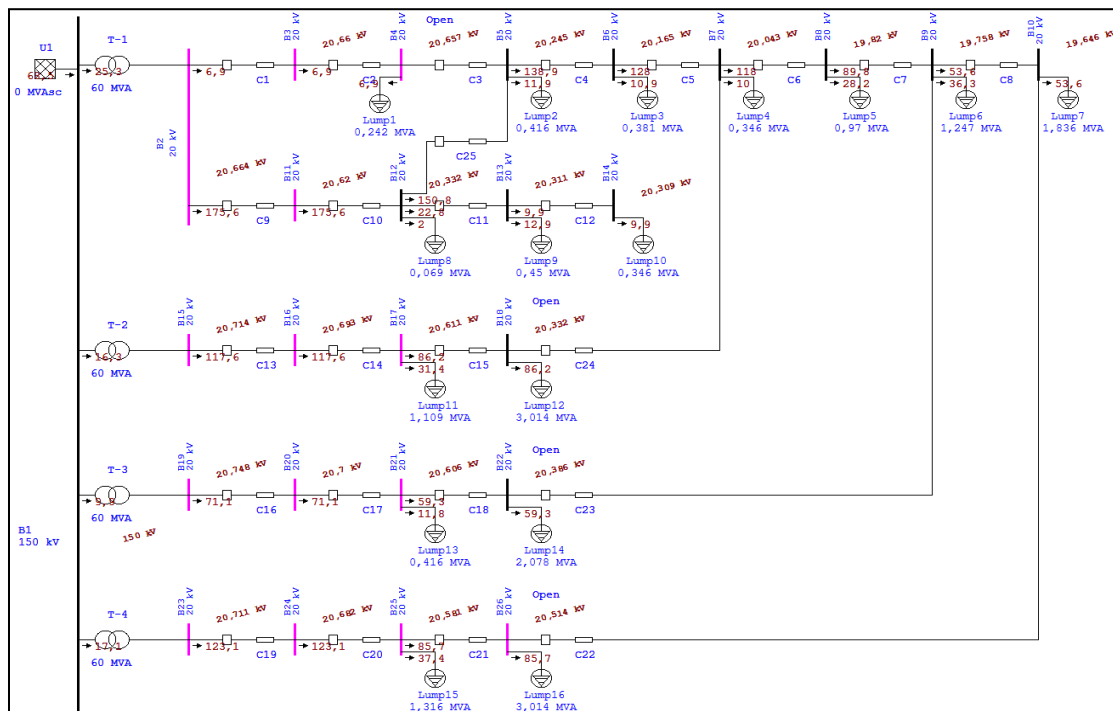
Penyulang	Zona	Akurasi [%]
Industri	1	99,23%
	2	97,68%
	3	99,38%
Perumahan	1	99,79%
	2	99,88%
Gulumpang 2	1	99,58%
	2	99,55%
Ibnusina	1	99,38%
	2	99,42%
Wenangskati	1 & 2	99,70%
Rata-rata Akurasi		99,36%

Proses pelaksanaan manuver adalah dengan melimpahkan beban penyulang utama ke penyulang backup sesuai kondisi yang diperlukan (PT PLN (persero) Distribusi Jawa Timur, 2021). Pada software simulasi ETAP 12.6, tata cara pelaksanaan manuver adalah dengan memasukkan terlebih dahulu CB yang menjadi kopl atau penghubung Penyulang Industri dengan penyulang lainnya. Hal ini bertujuan agar tidak ada beban yang padam saat proses pelimpahan beban.

Setelah tata cara tersebut dilakukan, kemudian bisa dirunning dan dapat dilihat perbedaannya.

Salah satu indikator keberhasilan manuver adalah dengan memperhatikan beban pada penyulang utama dan penyulang backup. Beban pada penyulang backup akan menjadi lebih besar, sedangkan beban pada penyulang utama menjadi lebih kecil dari keadaan normal sebelumnya saat kondisi radial. Pada kondisi ini penyulang utama dan penyulang backup menjadi loop, saluran penyulang backup juga menjadi lebih panjang, sehingga nilai tegangan pada tiap bus juga berubah. Hal inilah yang menjadi penyebab potensi timbulnya susut tegangan baik dalam kondisi toleransi atau dalam kondisi lebih dari toleransi yang ditetapkan, yaitu $\pm 5\%$ dari tegangan nominal 20 kV (SPLN72, 1987).

Manuver Penyulang Industri ke Penyulang Perumahan apabila Zona 1 padam, yaitu dengan cara memasukkan terlebih dahulu LBSM Kodim kemudian melepas REC Rexa. Jika pada gambar 4, CB 25 yang sebelumnya dalam kondisi open diposisikan menjadi close, dan CB 3 yang sebelumnya dalam kondisi close diposisikan open. Setelah dilakukan manuver, beban Penyulang Perumahan berubah menjadi 175,6 A. Tegangan terendah pada Penyulang Industri saat ini adalah 19,646 kV yang dapat dilihat pada bus 10.



Gambar 5. Manuver Penyulang Industri ke Penyulang Perumahan apabila Zona 1 padam.

Penyulang Industri terdiri dari 3 Zona. Zona pertama adalah daerah di sepanjang PMT sampai dengan Recloser Rexa. Zona kedua adalah daerah di sepanjang Recloser Rexa sampai dengan Recloser Sekarkurung dan Zona 3 adalah daerah di sepanjang Rec Sekarkurung sampai dengan ujung jaring. Penyulang Industri juga berbatasan dengan penyulang lain seperti Penyulang Perumahan lewat LBSM Kodim, Penyulang Gulumantung 2 lewat LBSM Putri Cempo, Penyulang Ibnu sina lewat LBSM Masjid Agung dan Penyulang Wenangsakti lewat LBSM Green Prambangan.

Manuver jaringan distribusi dibutuhkan untuk memperkecil daerah padam, semisal jika ada gangguan atau pekerjaan yang mengakibatkan padam pada Zona 1, maka beban Zona 2 dan Zona 3 perlu dimanuver ke penyulang lain. Atau jika yang terganggu pada Zona 2, maka hanya beban Zona 3 yang perlu dimanuver. Sebelum dilakukan manuver perlu diperhatikan kapasitas beban peralatan seperti PMT dan Recloser yang terpasang di jaringan agar saat dilakukan manuver tidak terjadi *overload*. Data tersebut dapat dilihat sesuai tabel 1. Kemudian setelah dilakukan manuver hal lain yang jadi pertimbangan adalah besarnya tegangan ujung, karena saat Penyulang Industri dimanuver membentuk *loop* dengan penyulang lain, jaringan menjadi semakin lebih panjang, dan terdapat beberapa kondisi yang mana section-section yang sebelumnya menjadi pangkal jaringan berubah menjadi ujung jaringan.

Penyulang Industri memiliki beban sebesar 157A dan beban pada Zona 1 Penyulang Industri adalah sebesar 7A, sehingga beban yang harus dilimpahkan adalah sebesar $157 - 7 = 150A$. Dari hasil simulasi yang dilakukan sebelumnya, terlihat pada gambar 4 bahwa apabila Zona 1 padam, opsi terbaik manuver untuk Penyulang Industri adalah melimpahkan beban Zona 2 dan Zona 3 ke Penyulang Perumahan lewat LBSM Kodim dengan tegangan ujung sebesar 19,646 kV. Penyulang Perumahan yang sebelumnya memiliki beban sebesar 24,6A, setelah dilakukan manuver bertambah menjadi 175,6A. Beban tersebut masih dalam batas aman *setting* yang telah ditetapkan karena beban pada PMT Penyulang Perumahan tidak melebihi 400A dan 320A pada Recloser Dr Wahidin sesuai tabel 1. Sedangkan apabila Zona 2 padam, beban yang dilimpahkan adalah sebesar 89,4A. Opsi terbaik manuver untuk Penyulang Industri adalah melimpahkan beban Zona 3 ke Penyulang Wenangsakti lewat LBSM Green Prambangan dengan tegangan ujung sebesar 20,115 kV. Penyulang Wenangsakti yang sebelumnya memiliki beban sebesar 123,1A, setelah dilakukan manuver bertambah menjadi 212,4A. Beban tersebut juga masih dalam batas aman *setting* yang telah ditetapkan karena beban pada PMT Penyulang Wenangsakti tidak melebihi 400A dan 320A pada Recloser Latexco sesuai tabel 3.16. Hasil simulasi manuver Penyulang Industri ke penyulang lain juga telah direkap pada Tabel 9.

Tabel 9. Skenario Manuver Penyulang Industri

Wil. Padam	Alternatif Manuver	LBS/REC Masuk	LBS/REC Lepas	Beban pelimpahan [A]	Teg. Ujung [kV]
Zona 1	Penyulang Perumahan	LBSM Kodim	REC Rexa	150,1	19,646
	Penyulang Gulumantung 2	LBSM Putri Cempo	REC Rexa	150,1	19,039
	Penyulang Ibnu sina	LBSM Masjid Agung	REC Rexa	150,1	18,974
	Penyulang Wenangsakti	LBSM Green Prambangan	REC Rexa	150,1	19,618
Zona 2	Penyulang Ibnu sina	LBSM Masjid Agung	REC Sekarkurung	89,4	19,534
	Penyulang Wenangsakti	LBSM Green Prambangan	REC Sekarkurung	89,4	20,115

Kesimpulan dan Saran

Opsi terbaik bagi Penyulang Industri apabila Zona 1 padam adalah dengan melakukan manuver ke Penyulang Perumahan, sedangkan jika Zona 2 padam yaitu dengan melakukan manuver ke Penyulang Wenangsakti. Penyulang Industri tidak direkomendasikan melakukan manuver ke Penyulang Ibusina ketika Zona 1 padam, karena memiliki tegangan ujung paling kecil, yaitu 18,974 kV.

Jika pada kondisi tertentu yang mengharuskan Penyulang Ibusina menerima pelimpahan beban dari Penyulang Industri, sebaiknya manuver dilakukan sampai batas LBS Dr Wahidin untuk mencegah terjadinya drop tegangan, dan jika manuver dilakukan dalam kurun waktu yang cukup lama, sebaiknya dijadwalkan untuk melakukan pengukuran terhadap tegangan ujung secara berkala guna mengantisipasi terjadinya drop tegangan khususnya saat beban puncak pagi dan malam.

Ucapan Terimakasih

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa. Karena berkat, rahmat dan karunia serta mukjizat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan artikel ini. Penulis menyadari betul bahwa ada orang-orang yang berjasa dibalik selesainya artikel ini. Tidak ada persembahan terbaik yang dapat penulis berikan selain rasa ucapan terimakasih kepada pihak yang telah banyak membantu penulis.

Penulis ucapkan terimakasih kepada Bapak Denny Irawan, S.T., MT selaku kaprodi jurusan teknik elektro serta sebagai dosen pembimbing yang telah sabar, meluangkan waktu, merelakan tenaga dan pikiran serta turut memberi perhatian dalam memberikan pendampingan selama proses penulisan skripsi ini. Terimakasih juga kepada PT PLN (Persero) UP3 Gresik atas diberikannya kesempatan untuk dapat melakukan penelitian di sana.

Akhir kata, penulis berharap semoga artikel ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, serta mohon maaf jika masih terdapat kekurangan dalam penyusunannya. Untuk itu diharapkan kritik dan saran yang membangun agar dapat menyempurnakan artikel ini.

Daftar Pustaka

Jamaah, A. (2013). Analisa Beban Section untuk Menentukan Alternatif Manuver Jaringan Distribusi 20 kV Penyulang BRG-3 PT PLN (Persero) Unit Layanan

Salatiga. Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Semarang, 1(1), 159.

PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur. (2018). Standart Operating Procedure (SOP) Pelaksanaan Layanan Premium. Surat Dinas, 1-13.

PT PLN (persero) Distribusi Jawa Timur. (2021). Standart Operating Procedure (SOP) Pelaksanaan Pelimpahan Beban Jaringan Distribusi 20 kV. 1-5.

PT PLN (Persero) UP3 Gresik. (2022). Data Penyulang Per Section UP3 Gresik. 1, 1.

Sobikin, M. A., & Ananta, H. (2022, Januari). Analisis Drop Tegangan dan Manuver Jaringan pada Penyulang SGN11 dan Penyulang SGN14 Menggunakan Software ETAP 16.0.0. Progam Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, 5.

SPLN72. (1987). Spesifikasi Desain Untuk Jaringan Tegangan Menengah dan Jaringan tegangan Rendah. Departemen Pertambangan dan Energi Perusahaan Umum Listrik Negara. Jakarta.

Syufrijal, & Monantun, R. (2014). Jaringan Distribusi Tenaga Listrik (Paket Keahlian Teknik Ketragnetrikan Semester I SMK ed.).

Tasiam, F. J. (2017). Proteksi Sistem Tenaga Listrik. Yogyakarta: TEKNOSAIN.