

Studi Rekonfigurasi Jaringan Distribusi 20 kV pada Penyulang DPRD ULP Cianjur Kota Menggunakan ETAP

Giri Angga Setia^{1*)}, Fathul Muhammad Nur²⁾, Fauzia Haz³⁾

^{1,2,3)}Program Studi Teknik Elektro

Universitas Jenderal Achmad Yani

Jalan Terusan Jend. Sudirman PO.BOX 148 Cimahi 40531

^{*)}Korespondensi : giri.anggaseta@gmail.com

Abstrak

Dalam pendistribusian tenaga listrik dari sumber tenaga listrik hingga ke pelanggan yang letak keberadaannya berjauhan senantiasa mengalami *losses* yaitu berupa jatuh tegangan dan rugi daya. Meski demikian jatuh tegangan yang terjadi dalam proses pendistribusian energi listrik merupakan suatu pemborosan energi jika tidak dikendalikan dengan optimal. Dalam hubungannya dengan kualitas pelayanan, faktor terutama yang jadi tolak ukurnya terdapat pada kontinuitas layanan serta kualitas tegangan pelayanan. Dampak *losses* ini berakibat pada buruknya tingkat mutu pelayanan ke pelanggan. Analisis jatuh tegangan dan rugi daya diperlukan untuk mengetahui besar kecilnya jatuh tegangan di ujung jaringan Penyulang DPRD. Perhitungan jatuh tegangan dan rugi daya menggunakan metode simulasi ETAP, hasil perhitungan matematis dan simulasi dilakukan analisis untuk mengetahui faktor penyebab kualitas tegangan pada ujung jaringan penyulang DPRD di bawah standar tegangan pelayanan 20 kV. Hasil dari analisis serta simulasi menunjukkan bahwa faktor yang menyebabkan kualitas tegangan di ujung Penyulang DPRD di bawah standar tingkat mutu pelayanan adalah sistem pembebanan transformator, jenis penghantar dan jarak Gardu Induk ke ujung jaringan penyulang yang jauh. Kemudian permasalahan tersebut diatasi dengan mengganti jenis penghantar serta rekonfigurasi dengan pemindahan sebagian beban ke Penyulang Lampegan, sehingga profil tegangan di ujung Penyulang DPRD mulanya 17,527 kV setelah dilakukan rekonfigurasi meningkat ke angka 18,137 kV.

Kata kunci : Jatuh tegangan, jaringan, rekonfigurasi, rugi daya

Abstract

In the distribution of electricity from electric power sources to consumers who are located far apart, they always experience losses, namely in the form of voltage drops and power losses. However, the voltage loss that occurs in the process of distributing electrical energy is a waste of energy if it is not controlled optimally. Concerning the quality of service, the main factor which becomes the benchmark is the continuity of service and the quality of service voltage. The impact of these losses results in low levels of service quality to customers. Analysis of voltage drop and power loss is needed to determine the size of the voltage drop at the end of the DPRD feeder network. The calculation of voltage drops and power loss uses simulation results of ETAP method. The results of mathematical calculations and simulations are analyzed to determine the factors that cause the voltage quality at the end of the DPRD feeder network to be below the standard service voltage of 20 kV. The results of the analysis and simulation show that the factors that cause the voltage quality at the end of the DPRD feeder to be below the standard of service quality level are the transformer loading system, the type of conductor, and the distance of the substation to the far end of the feeder network. Then the problem was resolved by changing the type of conductor and reconfiguring it by shifting part of the load to the Lampegan feeder so that the voltage profile at the end of the DPRD Feeder was initially 17.527 kV after reconfiguration increased to 18.137 kV.

Keywords : Drop voltage, network, reconfiguration, power loss

I. PENDAHULUAN

Info Makalah:

Dikirim : 06-19-2023;

Revisi 1 : 07-25-2023;

Revisi 2 : mm-dd-yy;

Diterima : 07-26-2023.

Penulis Korespondensi:

Telp : +62-856-6556-649

e-mail : giri.anggasetia@gmail.com

Dewasa ini perkembangan teknologi dan pembangunan berkembang begitu cepat yang berdampak pada kebutuhan masyarakat akan energi listrik yang kian meningkat pula. Energi listrik merupakan salah satu sumber energi yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat, sehingga dalam pendistribusiannya harus tetap terjaga keandalannya [1][2][3]. Karena energi listrik adalah kebutuhan yang pokok bagi kehidupan masyarakat modern, bisnis, dan industri. Tidak hanya itu, energi listrik jadi salah satu tolak ukur pertumbuhan suatu daerah, semakin berkembangnya suatu daerah, maka kebutuhan energi listriknya juga akan semakin meningkat. Oleh sebab itu Oleh karena itu, Perusahaan Listrik Negara (PLN) harus memenuhi ketersediaan energi listrik yang cukup dan berkualitas [4][5].

Dalam pendistribusian energi listrik dari sumber tenaga listrik hingga ke pelanggan yang letak keberadaannya berjauhan senantiasa mengalami *losses* yaitu berupa adanya rugi tegangan. Besarnya rugi tegangan pada saluran distribusi tergantung pada jenis dan panjang saluran penghantar, tipe jaringan distribusi, tipe beban, faktor daya, kapasitas transformator, serta besarnya jumlah daya terpasang dan banyaknya pemakaian beban-beban yang bersifat induktif yang dapat menyebabkan meningkatnya kebutuhan daya reaktif [6][7]. Meski demikian rugi tegangan yang terjadi dalam proses pendistribusian energi listrik merupakan suatu pemborosan energi jika tidak dikendalikan dengan optimal [8].

Dalam hubungannya dengan kualitas pelayanan, faktor utama yang menjadi tolak ukur adalah kontinuitas layanan serta kualitas tegangan pelayanan. Kualitas tegangan pelayanan yakni pergantian nilai tegangan pelayanan pada kerja normal terhadap nilai tegangan nominalnya. Sistem tenaga yang baik harus memiliki batas toleransi tegangan. Batas toleransi tegangan sesuai dengan peraturan syarat SPLN 1 : 1978, dimana ditentukan bahwa variasi tegangan pelayanan, sebagian akibat jatuh tegangan maksimum +5% dan minimum -10% dari tegangan nominalnya [7][9]. Tegangan nominal dari suatu penyulang ialah 20 kV sehingga nilai tegangan maksimalnya ialah 21 kV dan nilai tegangan minimalnya ialah 18 kV. Nilai tegangan di luar rentang toleransi ini akan menyebabkan kinerja dari peralatan listrik pelanggan tidak maksimal [10]. Maka dari itu diperlukan adanya tindakan untuk mereduksi rugi tegangan pada saluran sehingga dapat mengatasi jika sewaktu-waktu terjadi kelebihan beban (*over loading*) pada jaringan distribusi listrik [11][12].

Bentuk konfigurasi jaringan, sangat memengaruhi aliran daya listrik dan rugi tegangan [13]. Diperlukan konfigurasi yang baik agar diperoleh kerugian tegangan yang paling kecil, maka perlu tindakan yang disebut dengan rekonfigurasi jaringan. Rekonfigurasi jaringan distribusi yaitu mengatur ulang konfigurasi jaringan yang ada sehingga dapat mereduksi nilai rugi tegangan pada jaringan distribusi serta meningkatkan keandalan sistem distribusinya [14][15].

PT. PLN (Persero) ULP Cianjur Kota sebagai penyedia energi listrik untuk wilayah Cianjur, masih menemui masalah utama jatuh tegangan yang sangat tinggi, sehingga menyebabkan kualitas tegangan pelayanan tidak maksimal. Atas dasar latar belakang tersebut, pada paper ini akan dianalisis seberapa besar nilai rugi tegangan, dan menemukan solusi terbaik dalam upaya perbaikan nilai tegangan operasi yang memenuhi standar pelayanan distribusi listrik 20 kV, maka diperlukan adanya rekonfigurasi jaringan dengan mengoperasikan pensaklaran terkontrol jarak jauh (*switching remotely controlled*) pada LBS jaringan distribusi tanpa menimbulkan akibat yang beresiko dalam operasi sistem jaringan distribusi secara keseluruhan dengan menentukan nilai jatuh tegangan terkecil pada titik pemindahan beban rekonfigurasi penyulang. Beberapa beban ujung penyulang DPRD akan dipindahkan ke Penyulang Lampegan. Data terakhir pengukuran tegangan ujung penyulang DPRD adalah 17,432 kV. Sehingga diharapkan dapat mereduksi rugi tegangan pada jaringan tersebut.

II. METODE

Penelitian ini dilakukan di Penyulang Lampegan dan Penyulang DPRD. Data yang digunakan pada penelitian kali ini hasil dari Pengukuran beban Penyulang Lampegan dan Penyulang DPRD pada PT.

PLN (Persero) ULP Cianjur Kota. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan skenario pemindahan beban akan dibandingkan untuk menentukan titik perpotongan rekonfigurasi. Simulasi rekonfigurasi Penyulang Lampegan dan Penyulang DPRD ini menggunakan *software* ETAP 12.6.0 untuk menentukan jatuh tegangan dan titik rekonfigurasi yang paling efisien. Pada penelitian ini menggunakan skenario pemindahan beban melalui LBS CGH (Ciguha), dan dari LBS SKR (Sukarame) dengan menentukan jatuh tegangan terkecil. Penggunaan aplikasi ETAP ini diawali dengan membaca dokumen yang berisikan data tentang Penyulang Lampegan dan Penyulang DPRD, lalu memodelkan Penyulang Lampegan dan Penyulang DPRD pada ETAP, dan data-data penyulang dimasukkan. Kemudian hasil aliran daya didapati nilai tegangan ujung Penyulang DPRD untuk dianalisis, dan dibandingkan dengan perhitungan matematis.

Proses analisis simulasi pada ETAP 12.6.0 ialah langkah pertama dengan memodelkan sistem tenaga listrik Penyulang Lampegan dan Penyulang DPRD sesuai *single line diagram* dengan menggunakan ETAP 12.6.0. Langkah kedua adalah memasukkan data daya transformator, pembebanan, impedansi saluran, dan panjang penghantar pada ETAP 12.6.0. Langkah ketiga melakukan simulasi aliran daya pada ETAP 12.6.0. Langkah keempat melakukan analisis dari hasil *load flow* berupa jatuh tegangan pada ujung Penyulang DPRD. Langkah kelima ialah ditinjau apakah kualitas tegangan di ujung penyulang DPRD bagus dan sesuai SPLN 1:1978, jika tidak maka dilakukan langkah skenario rekonfigurasi dengan *upgrading* penghantar dan pemindahan beban ujung Penyulang DPRD ke Penyulang Lampegan. Setelah dilakukan langkah rekonfigurasi maka melakukan kembali langkah kedua, ketiga, keempat dan kelima. Jika kualitas tegangan di Ujung Penyulang DPRD sudah sesuai bagus dan meningkat maka lanjut ke langkah keenam yaitu mendapatkan hasil kualitas tegangan yang sesuai dengan standar tegangan pelayanan dan tegangan yang meningkat.

A. Jatuh tegangan

Jatuh tegangan merupakan perbedaan tegangan antara tegangan kirim dengan tegangan terima karena adanya impedansi pada penghantar. Jatuh tegangan selalu terjadi pada jaringan, baik pada sisi pelanggan maupun pada perusahaan listrik. Baik itu pada jaringan Transmisi, Distribusi hingga tegangan rendah. Jatuh tegangan pada saluran distribusi ialah selisih antara tegangan pada sisi kirim (*sending end*) dan tegangan pada sisi terima (*receiving end*). Apabila perbedaan nilai tegangan tersebut melebihi nilai standar yang telah ditentukan maka mutu penyaluran tersebut rendah. Di dalam saluran distribusi persoalan mengenai tegangan merupakan hal yang sangat penting, baik didalam keadaan operasi maupun dalam perencanaan, sehingga harus selesai diperhatikan tegangan pada setiap titik saluran, maka pemilihan juga harus penghantar diperhatikan. Berdasarkan dari standar SPLN 1:1978, dimana ditentukan bahwa variasi tegangan pelayanan sebagai akibat jatuh tegangan karena adanya perubahan beban maksimum +5% dan minimum -10%. Jatuh tegangan pada saluran adalah:

Untuk sistem tiga fasa:

$$VD_{3\phi} = \sqrt{3} \times I \times Z \times (L) \quad (1)$$

Dengan z adalah:

$$Z = R + jX \quad (2)$$

Maka jatuh tegangan pada penghantar sistem tiga fasa:

$$VD_{3\phi} = \sqrt{3} \times L \times I \times [(R \cos(\varphi) + jX \sin(\varphi))] \quad (3)$$

Sehingga persentase jatuh tegangan sistem tiga fasa adalah:

$$\% VD = \frac{VD_{3\phi}}{V_s} \times 100\% \quad (4)$$

Untuk menghitung regulasi tegangan dapat menggunakan rumus:

$$\% VR = \frac{V_s - V_r}{V_r} \times 100\% \quad (5)$$

Dengan:

$$VD_{3\phi} = \text{Jatuh tegangan 3 fasa (Volt)}$$

I	= Arus yang mengalir (Ampere)
R	= Tahanan saluran (Ohm)
L	= Panjang saluran (meter)
X	= Reaktansi (Ohm)
V _s	= Tegangan kirim
V _r	= Tegangan terima
S _r	= Daya kompleks sisi terima dalam (kVA)
%VD	= Persentase jatuh tegangan dalam (%)
%VR	= Regulasi tegangan dalam (%)

B. Rugi daya

Rugi Daya (*losses*) pasti akan terjadi pada sistem kelistrikan. Pada dasarnya, rugi daya merupakan selisih antara jumlah energi listrik yang dibangkitkan dengan jumlah energi listrik yang sampai ke sisi pelanggan. Rugi daya ialah adanya daya yang hilang saat penyaluran daya listrik utama ke suatu beban (seperti ke rumah, gedung dan lainnya). Dalam setiap penyaluran daya listrik ke beban, terdapat *rugi daya* yang diakibatkan oleh beberapa faktor tertentu (misalnya seperti jarak antara saluran listrik dan beban terlalu jauh, yang juga akan menyebabkan peningkatan besarnya tahanan saluran kabel yang digunakan. Perhitungan besar kerugian daya pada penghantar untuk sistem 3 fasa dengan beban seimbang adalah sebagai berikut [14]:

$$\Delta P_{3\Phi} = \frac{3 \times (I^2 \times R)}{1000} \quad (6)$$

Dengan:

ΔP = Rugi-rugi daya (watt)

I = Arus (A)

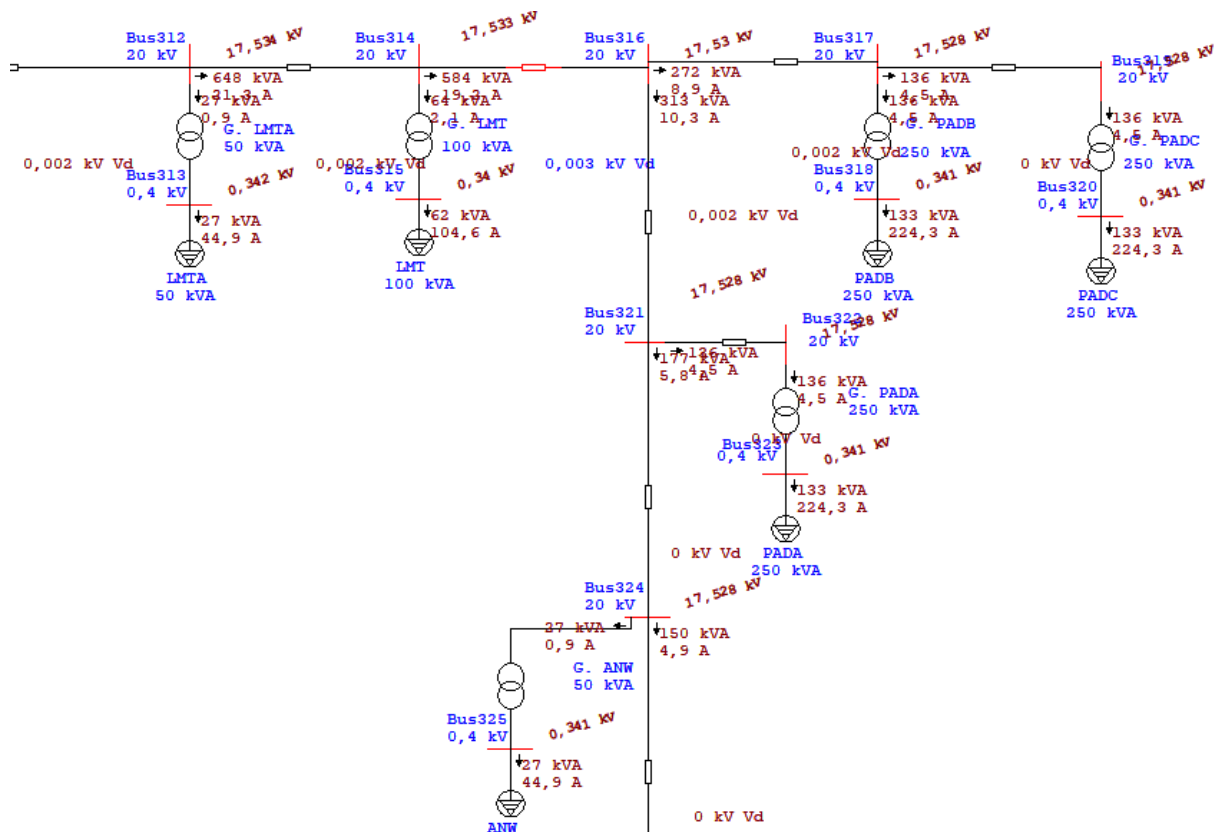
R = Resistansi Saluran (Ω)

III. HASIL DAN DISKUSI

Setelah dilakukan simulasi distribusi pada penulang DPRD menggunakan metode Newton Rapshon pada ETAP 12.6.0 didapatkan hasil pada kondisi *existing* berikut:

Studi Rekonfigurasi Jaringan Distribusi 20 kV pada Penyulang DPRD ULP Cianjur Kota Menggunakan ETAP

(Giri Angga Setia, Fathul Muhammad Nur, dan Fauzia Haz: Halaman 38 - 48)



Gambar 1 Kondisi *Existing* pada Ujung Penyulang DPRD

Pada Gambar 2. menunjukkan hasil dari simulasi ETAP, nilai tegangan di sisi ujung Penyulang DPRD pada Bus328 Gardu beban JTT dalam kondisi *existing* didapat nilai tegangan sebesar 17,527 kV dengan nilai aliran daya untuk daya aktifnya sebesar 54 kW dan daya reaktifnya sebesar 34 kVar. Nilai tersebut merupakan kondisi *existing* berdasarkan parameter input data sesuai dengan kondisi di lapangan. Panjang jaringan Penyulang DPRD di lapangan ialah 67,783 kms dari Gardu Induk Cianjur. Penyulang yang cukup panjang melalui 20 kV ini pun juga memiliki potensi jatuh tegangan yang cukup besar di sisi ujung jaringan. Berikut merupakan hasil simulasi *load flow* kondisi *existing* berupa besar tegangan bus di tabel 1 dan rugi-rugi saluran di tabel 2.

Tabel 1 Hasil *Load Flow* di Ujung Penyulang DPRD Kondisi *Existing* pada ETAP 12.6.0

No	Bus ID	Voltage			To Bus ID	Load Flow				
		% mag	kV	Ang		kV	MW	MVA	Amp	%Pf
1.	Bus194	87.861	17,572	-2.2	Bus195	17,571	0.097	0.056	3.7	86.5
2.	Bus187	87.899	17,579	-2.2	Bus192	17,574	0.395	0.231	15.0	86.3
3.	Bus184	87.955	17,591	-2.2	Bus185	17,580	0.557	0.327	21.2	86.2
4.	Bus184	87.955	17,591	-2.2	Bus218	17,576	0.903	0.549	34.7	85.4
5.	Bus218	87.879	17,575	-2.2	Bus220	17,559	0.829	0.504	31.9	85.4
6.	Bus306	87.768	17,554	-2.2	Bus311	17,536	0.571	0.356	22.1	84.8
7.	Bus314	87.664	17,532	-2.2	Bus316	17,530	0.494	0.311	19.2	84.6
8.	Bus316	87.651	17,530	-2.2	Bus317	17,528	0.230	0.145	8.9	84.5

No	Bus ID	Voltage			To Bus ID	Load Flow				
		% mag	kV	Ang		kV	MW	MVA	Amp	%Pf
9.	Bus316	87.651	17,530	-2.2	Bus321	17,528	0.265	0.167	10.3	84.6
10.	Bus326	87.637	17,527	-2.2	Bus328	17,527	0.054	0.034	2.1	84.7

Tabel 2asil *Load Flow Branch Losses* di Ujung Penyulang DPRD Kondisi *Existing* pada ETAP 12.6.0

No.	Branch	From-To Bus		To-From Bus		Losses		% Bus Voltage		VD % Drop in Vmag
		MW	MVar	MW	MVar	kW	kVar	From	To	
1.	Line261 (Bus184- Bus185)	0.557	0.327	-0.556	-0.330	0.36	-2.1	88.0	87.9	0.05
2.	Line257 (Bus192- Bus187)	0.395	0.231	-0.395	-0.233	0.16	-1.8	87.9	87.9	0.03
3.	Line245 (Bus195- Bus194)	0.097	0.056	-0.097	-0.058	0.01	-1.8	87.9	87.9	0.01
4.	Line263 (Bus184- Bus218)	0.903	0.549	-0.902	-0.551	0.89	-1.5	88.0	87.9	0.08
5.	Line264 (Bus218- Bus220)	0.829	0.504	-0.828	-0.506	0.79	-1.8	87.9	87.8	0.08
6.	Line276 (Bus306- Bus311)	0.571	0.356	-0.571	-0.359	0.50	-3.0	87.8	87.7	0.08
7.	Line279 (Bus314- Bus316)	0.494	0.311	-0.494	-0.312	0.13	-0.6	87.7	87.7	0.01
8.	Line285 (Bus316- Bus317)	0.230	0.145	-0.230	-0.146	0.06	-0.9	87.7	87.6	0.01
9.	Line280 (Bus316- Bus321)	0.265	0.167	-0.265	-0.167	0.01	-0.8	87.7	87.6	0.01
10.	Line284 (Bus326- Bus328)	0.054	0.034	-0.054	-0.034	0.01	-0.6	87.6	87.6	0.00

A. Hasil Analisis Faktor Penyebab Rendahnya Kualitas Tegangan di Ujung Penyulang DPRD

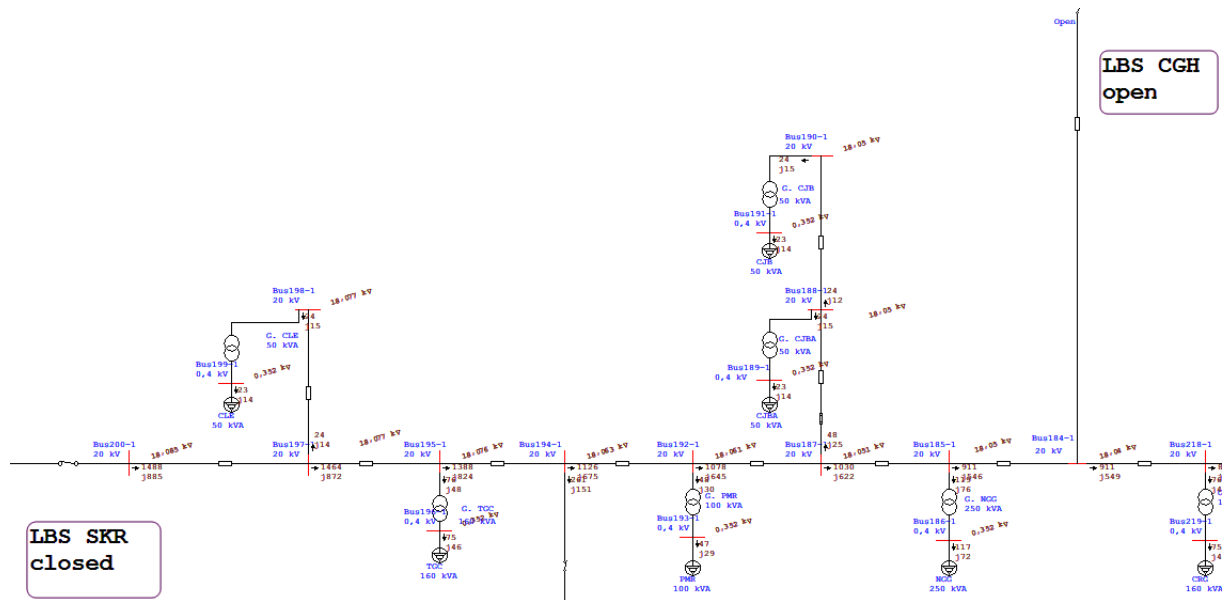
Menurut data lapangan dan hasil perhitungan, faktor penyebab kualitas tegangan pada ujung penyulang DPRD adalah jarak antara ujung beban Penyulang DPRD dari sumber GI Cianjur terlalu jauh, yang mana akan memiliki tahanan yang cukup banyak, sehingga energi yang tersalur akan berkurang dan akan menjadi *losses*. Serta pembeban yang dipikul oleh Penyulang DPRD terlalu berlebih sehingga kualitas tegangan di ujung Penyulang kurang baik. Dan masih banyak ukuran penghantar yang belum menggunakan 150 mm² pada ujung jaringan penyulang, jika diameter penghantar kecil maka tentu akan mengakibatkan *losses* yang besar.

B. Hasil Analisis Rekonfigurasi Pemindahan Beban Ujung Penyulang DPRD

Berdasarkan *single line diagram* Penyulang DPRD memiliki konfigurasi jaringan radial dan berdekatan dengan Penyulang Lampegan yang dipisahkan oleh LBS SRJ, dan LBS SKR. Rekonfigurasi dilakukan dengan mengubah LBS dari status *Open* menjadi status *Close*, begitu juga sebaliknya. LBS yang akan diubah statusnya adalah LBS SKR semula *Open* menjadi *Close*, dan LBS CGH yang semula *Close* menjadi *Open*. Sehingga yang sebagian beban sebelumnya berada pada ujung Penyulang DPRD akan dipindahkan ke Penyulang Lampegan. Selanjutnya akan dilakukan simulasi sehingga tegangan dan aliran daya dapat diketahui. Gambar rekonfigurasi dapat dilihat pada Gambar 2.

Studi Rekonfigurasi Jaringan Distribusi 20 kV pada Penyulang DPRD ULP Cianjur Kota Menggunakan ETAP

(Giri Angga Setia, Fathul Muhammad Nur, dan Fauzia Haz: Halaman 38 - 48)



Gambar 2 Kondisi Rekonfigurasi Pemindahan Beban Ujung Penyulang DPRD ke Ujung Penyulang Lampegan

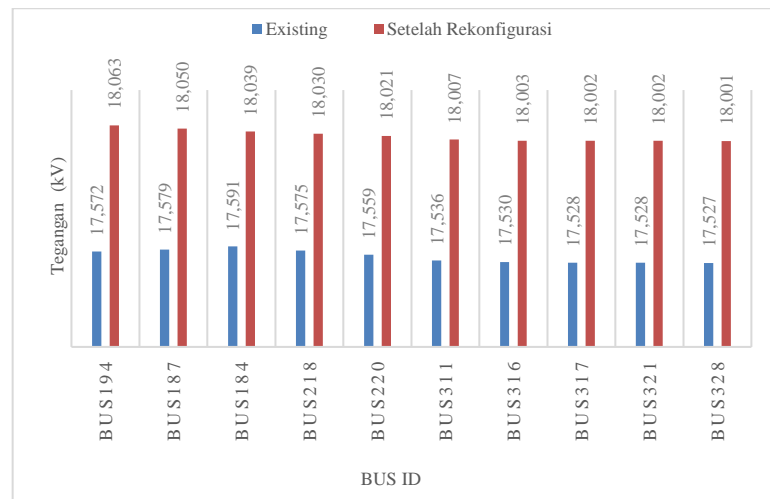
Berikut merupakan hasil simulasi *load flow* hasil rekonfigurasi pemindahan beban ujung penyulang DPRD ke ujung penyulang lampegan:

Tabel 3 Hasil Load Flow Kondisi Setelah Rekonfigurasi Pemindahan Beban Ujung Penyulang DPRD ke Ujung Penyulang Lampegan

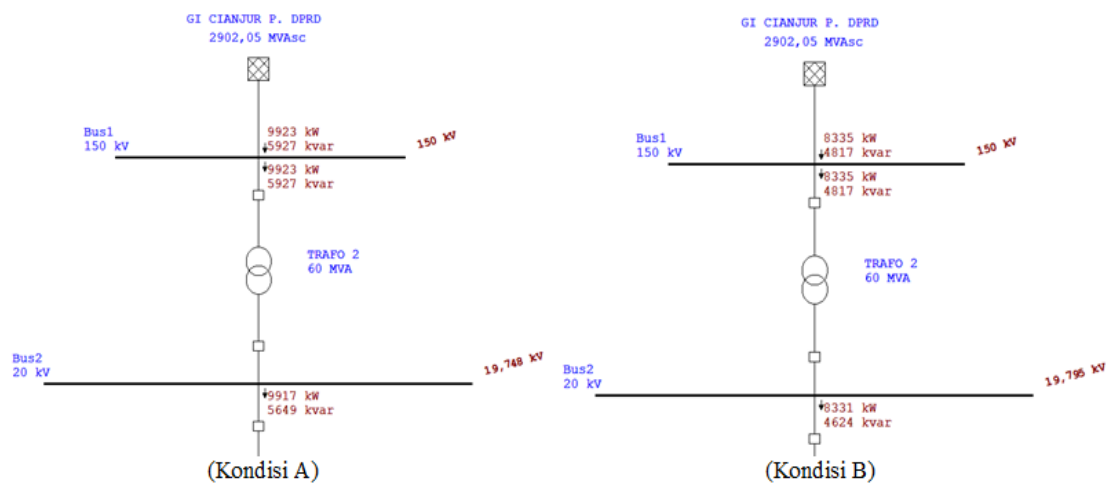
No	Bus ID	Voltage			To Bus ID	Load Flow				
		% mag	kV	Ang		kV	MW	MVA	Amp	%Pf
1.	Bus195	90.382	18.076	-2.9	Bus194	18.063	1.388	0.824	51.6	86.0
2.	Bus192	90.305	180.60	-2.9	Bus187	18.050	1.078	0.645	40.2	85.8
3.	Bus185	90.251	18.050	-2.9	Bus184	18.039	0.911	0.546	34.0	85.8
4.	Bus184	90.199	18.039	-3.0	Bus218	18.030	0.911	0.549	34.0	85.7
5.	Bus218	90.154	18.030	-3.0	Bus220	18.021	0.835	0.502	31.2	85.7
6.	Bus306	90.087	18.017	-3.0	Bus311	18.007	0.573	0.355	21.6	85.0
7.	Bus314	90.025	18.005	-3.0	Bus316	18.003	0.502	0.315	19.0	84.7
8.	Bus316	90.017	18.003	-3.0	Bus317	18.002	0.237	0.149	9.0	84.6
9.	Bus316	90.017	18.003	-3.0	Bus321	18.002	0.265	0.166	10.0	84.8
10.	Bus326	90.009	18.001	-3.0	Bus328	18.001	0.047	0.029	1.8	85.0

C. Hasil Perbandingan Kualitas Tegangan Keadaan Existing dengan Kondisi Setelah Rekonfigurasi

Pada Gambar 3, merupakan perbandingan tegangan existing dan setelah rekonfigurasi. Hal ini menunjukkan bahwa dalam Simulasi ETAP nilai tegangan naik setelah dilakukan rekonfigurasi. Proses rekonfigurasi jaringan ini memindahkan atau melimpahkan sebagian beban pada Penyulang DPRD ke Penyulang Lampegan melalui LBS SKR. Sistem ini untuk mengurangi beban yang dipikul oleh jaringan Penyulang DPRD, sehingga didapat nilai tegangan dan aliran daya yang lebih baik di sisi ujung Penyulang DPRD.



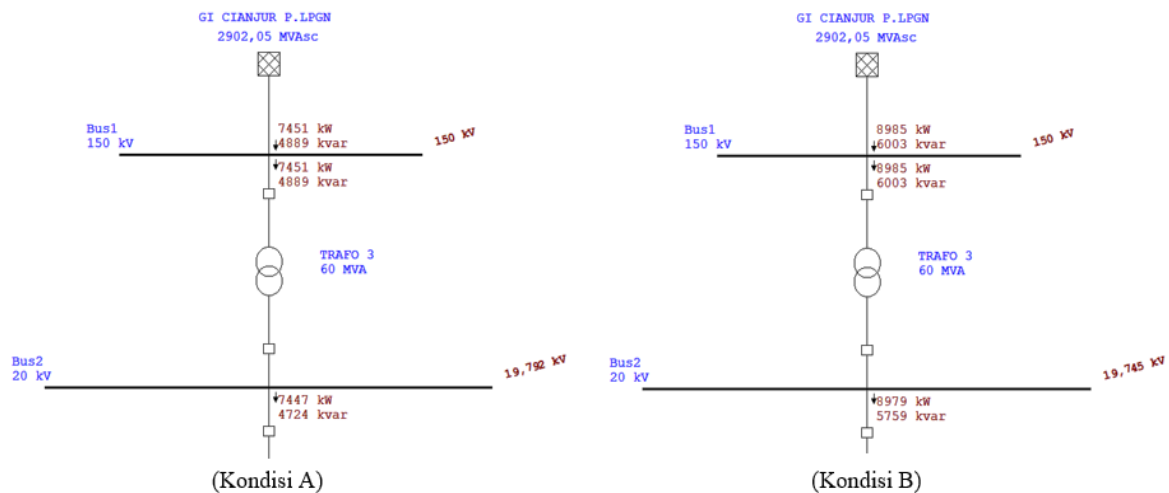
Gambar 3 Diagram Grafik Perbandingan Tegangan Bus Kondisi *Existing* dengan Kondisi Sesudah Rekonfigurasi



Gambar 4 Simulasi ETAP di Sisi Sumber Penyulang DPRD

Pada Gambar 4. Kondisi A, menunjukkan bahwa dalam Simulasi ETAP nilai tegangan disisi sumber dari Penyulang DPRD dalam kondisi *existing* adalah 19,748 kV. Nilai aliran daya hasil simulasi untuk daya aktifnya adalah 9917 kW, untuk daya reaktifnya sebesar 5649 kvar. Tegangan sumber ini merupakan tegangan yang secara simulasi terbaca di Gardu Induk Cianjur dan aliran daya yang terbaca merupakan aliran daya yang bergerak dari Gardu Induk Cianjur menuju ujung Penyulang DPRD.

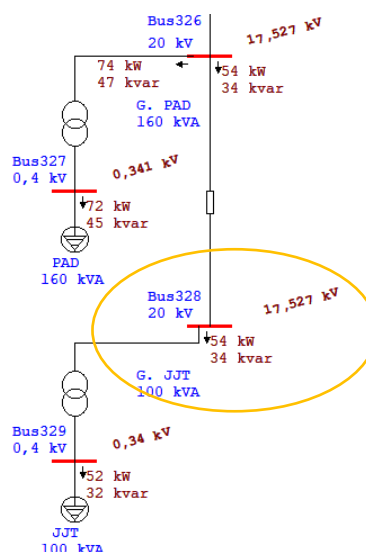
Pada Gambar 4. Kondisi B, menunjukkan bahwa dalam Simulasi ETAP nilai tegangan di sisi sumber dari Penyulang DPRD setelah dilakukan rekonfigurasi dengan Penyulang Lampegan di Gardu Induk Cianjur adalah 19,795 kV. Nilai aliran daya untuk daya aktifnya adalah 8331 kW, dan untuk nilai daya reaktifnya sebesar 4624 kvar. Proses rekonfigurasi jaringan ini memindahkan atau melimpahkan sebagian beban pada Penyulang DPRD ke Penyulang Lampegan melalui LBS SKR. Sistem ini untuk mengurangi beban yang dipikul oleh jaringan Penyulang DPRD, sehingga didapat nilai tegangan dan aliran daya yang lebih baik di sisi ujung Penyulang DPRD.



Gambar 5 Simulasi ETAP di Sisi Sumber Penyulang Lampegan

Pada Gambar 5. Kondisi A, Kondisi A, menunjukkan bahwa dalam Simulasi ETAP nilai tegangan disisi sumber dari Penyulang Lampegan dalam kondisi *Existing* adalah 19,792 kV. Nilai aliran daya hasil simulasi untuk daya aktifnya adalah 7447 kW, untuk daya reaktifnya sebesar 4724 kVar. Tegangan sumber ini merupakan tegangan yang secara simulasi terbaca di Gardu Induk Cianjur dan aliran daya yang terbaca merupakan aliran daya yang bergerak dari Gardu Induk Cianjur menuju ujung Penyulang Lampegan.

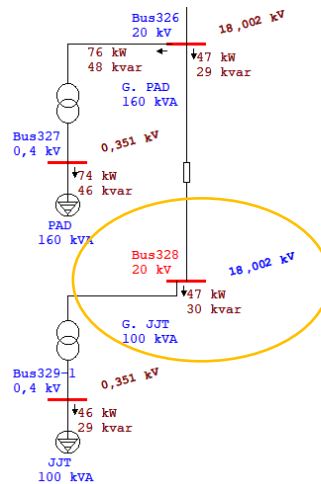
Pada Gambar 5. Kondisi B, menunjukkan bahwa dalam Simulasi ETAP nilai tegangan di sisi sumber dari Penyulang Lampegan setelah dilakukan rekonfigurasi dengan Penyulang Lampegan di Gardu Induk Cianjur adalah 19,745 kV. Hal ini menjadi semakin kecil dikarenakan adanya pelimpahan sebagian beban dari penyulang DPRD menuju penyulang Lampegan. Dengan kenaikan beban di penyulang Lampegan menyebabkan tegangan menjadi turun namun masih dalam batasan yang diizinkan. Nilai aliran daya untuk daya aktifnya adalah 8979 kW, dan untuk nilai daya reaktifnya sebesar 5759 kVar.



Gambar 6 Kondisi *Existing* Bus328 Gardu JTT (Ujung Penyulang DPRD)

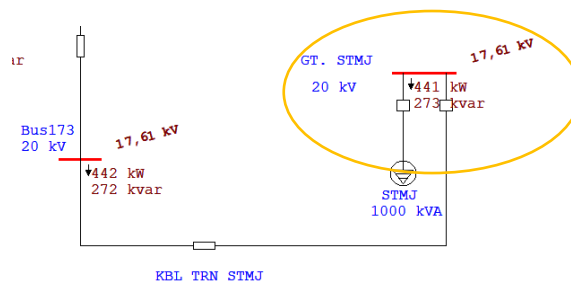
Pada Gambar 6 menunjukkan hasil dari simulasi ETAP, nilai tegangan di sisi ujung Penyulang DPRD Bus328 Gardu beban JTT dalam kondisi *existing* didapat nilai tegangan sebesar 17,527 kV dengan nilai aliran daya untuk daya aktifnya sebesar 57 kW dan daya reaktifnya sebesar 34 kVar. Nilai tersebut merupakan kondisi *existing* berdasarkan parameter input data sesuai dengan kondisi di lapangan. Panjang

jaringan Penyulang DPRD di lapangan ialah 67,783 kms dari Gardu Induk Cianjur. Penyulang yang cukup panjang melalui 20 kV memiliki potensi rugi-rugi tegangan yang cukup besar di sisi ujung jaringan.



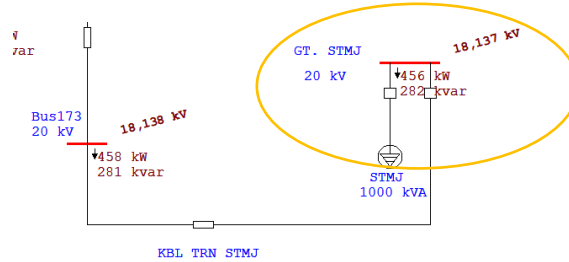
Gambar 7 Kondisi Setelah Rekonfigurasi Bus328 Gardu JTT (Ujung Penyulang Lampegan)

Pada Gambar 7 merupakan simulasi ETAP hasil rekonfigurasi pemindahan sebagian beban Penyulang DPRD ke Penyulang Lampegan melalui LBS SKR, dikarenakan LBS SKR merupakan switch penghubung antara Penyulang Lampegan dan Penyulang DPRD. Ujung jaringan yaitu pada Bus328 Gardu JTT hasilnya kini yang menjadi ujung Penyulang Lampegan setelah direkonfigurasi. Di dapat hasil dari rekonfigurasi, nilai tegangan ujung saluran pada Bus328 Gardu JTT adalah 18.002 kV, nilai daya aktif sebesar 47 kW, dan daya reaktif sebesar 30 kVar.



Gambar 8 Kondisi *Existing* Gardu STMJ (Penyulang DPRD)

Pada Gambar 8 menunjukkan hasil dari simulasi ETAP nilai tegangan pada Gardu STMJ Penyulang DPRD dalam kondisi *existing* di dapat nilai 17,61 kV, daya aktif sebesar 441 kW, daya reaktif sebesar 273 kVar. Pada Gambar 9 merupakan kondisi setelah Rekonfigurasi, yang mana Gardu STMJ menjadi Ujung jaringan dari Penyulang DPRD. Di dapat nilai Tegangan 18,137 kV, daya aktif 456 kW, daya reaktif 282 kVar.



Gambar 9 Kondisi Setelah Rekonfigurasi Gardu STMJ (Ujung Penyulang DPRD)

IV. KESIMPULAN

Hasil rekonfigurasi jaringan akan didapat kualitas tegangan yang lebih baik dibandingkan dengan kondisi *existing*, yang semula tegangan pada ujung jaringan Penyulang DPRD bus328 Gardu JTT nilai tegangannya 17,527 kV dengan persentase V_{drop} 12,36%, ini menunjukkan nilai tegangan tidak memenuhi syarat standar PLN 1 : 1978, dimana ditentukan bahwa variasi tegangan pelayanan, sebagian akibat jatuh tegangan maksimum +5% dan minimum -10% dari tegangan nominalnya. Kini ujung jaringan Penyulang DPRD menjadi Gardu STMJ dengan nilai tegangan 18,137 kV dengan persentase V_{drop} 9,32%. Untuk ujung jaringan penyulang Lampegan yang semula dalam kondisi *existing* adalah Bus352 Gardu Beban SKRA dengan nilai tegangan 18,572 kV, kini ujung jaringan penyulang Lampegan adalah Bus328 Gardu Beban JTT dengan nilai tegangan 18,002 kV. Adanya perbaikan profil tegangan karena hasil rekonfigurasi pemindahan beban dari Penyulang DPRD, namun nilai tegangan masih dalam batas minimal standar. Perubahan tersebut tidak lepas dari pemindahan beban, *upgrading* ukuran penghantar dari ukuran 70 mm² ke 150 mm², serta panjang jaringan antar kedua Penyulang DPRD dan Penyulang Lampegan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. A. Setia, S. N. Atsilah, and M. R. Hidayat, "Identifikasi Penurunan Kinerja Pada Minyak Transformator Di GI Lagadar Menggunakan Total Dissolved Combustible Gas, Rasio Doernenburg, Segitiga Duval, Dan Water Content," *SUTET*, vol. 12, no. 2, 2023, doi: 10.33322/sutet.v12i2.1716.
- [2] G. A. Setia, G. H. M. Sianipar, and R. T. Paribo, "The performance comparison between fast decoupled and backward-forward sweep in solving distribution systems," in *2016 3rd Conference on Power Engineering and Renewable Energy (ICPERE)*, 2016, pp. 247–251. doi: 10.1109/ICPERE.2016.7904871.
- [3] G. A. Setia, G. H. M. Sianipar, K. Samudra, F. Haz, N. Winanti, and H. R. Iskandar, "Implementation of backward-forward sweep method on load model variation of distribution systems," in *2019 2nd International Conference on High Voltage Engineering and Power Systems (ICHVEPS)*, IEEE, 2019, pp. 1–5.
- [4] A. A. N. Narottama, I. G. Agung, M. Sunaya, and I. M. Purbhawa, "Analisis Pengaruh Rekonfigurasi Jaringan Terhadap Pembebanan Transformator Pada Gardu Distribusi Ka 1316 Penyulang Sriwijaya," vol. 4, no. 3, pp. 125–130, 2014.
- [5] A. Tanjung, "Rekonfigurasi Sistem Distribusi 20 Kv Gardu Induk Teluk Lembu Dan Pltmg Langgam Power Untuk Mengurangi Rugi Daya Dan Drop Tegangan," vol. 11, no. 2, pp. 160–166, 2014.
- [6] V. Farahani, B. Vahidi, and H. A. Abyaneh, "Reconfiguration and Capacitor Placement Simultaneously for Energy Loss Reduction Based on an Improved Reconfiguration Method," *IEEE Trans. Power Syst.*, vol. 27, no. 2, pp. 587–595, 2012, doi: 10.1109/TPWRS.2011.2167688.
- [7] PT. PLN, "Standar-Standar Tegangan," *Standar Perusah. List. Negara*, p. 5, 1995.
- [8] D. D. Yanuarta *et al.*, "Rekonfigurasi Jaringan Distribusi Daya Listrik Pada Penyulang Pakusari Untuk Mengurangi Rugi-Rugi Daya," *Berk. Sainstek*, vol. III, no. 1, pp. 6–10, 2015.
- [9] G. A. Setia, F. Haz, and G. H. M. Sianipar, "Performa Metode Aliran Daya Fast Decoupled di Jaringan

- Distribusi,” vol. 3, no. 2, pp. 249–254, 2018, doi: 10.31544/jtera.v3.i2.2018.249-254.
- [10] H. Nurohmah, A. Raikhani, and M. Ali, “Rekonfigurasi Jaringan Distribusi Radial Menggunakan Modified Firefly Algorithms (MFA) Pada Penyulang Tanjung Rayon Jombang,” *JEEE-U (Journal Electr. Electron. Eng.*, vol. 1, no. 2, pp. 45–48, 2017, doi: 10.21070/jeee-u.v1i2.1064.
- [11] H. Torang and Firdaus, “Analisa Rekonfigurasi Pada Feeder Sibuk Untuk Mengurangi Rugi-rugi Daya dan Drop Tegangan Dengan Menggunakan ETAP 12.6.0,” vol. 4, no. 1, pp. 1–11, 2017.
- [12] J. J. Grainer and W. Stevenson, *Power System Analysis*. McGraw-Hill Education (India), 1994. [Online]. Available: <http://medcontent.metapress.com/index/A65RM03P4874243N.pdf>
- [13] B. Isnanto, M. Jumnahdi, and M. Y. Puriza, “Di Penyulang Dendang Pln Up3 Belitung,” 2019.
- [14] K. Naim, “Analisa Rugi Daya Dan Jatuh Tegangan Pada Sistem Distribusi Tegangan Rendah Area Btn Hamzy Dan Btn Antara,” *J. Teknol. Elekterika*, vol. 13, no. 2, p. 136, 2016, doi: 10.31963/elekterika.v13i2.981.
- [15] H. Prasetijo, “Rekonfigurasi Jaringan 20 kV untuk Perbaikan Profil Tegangan dan Susut Daya Listrik,” *Techno*, vol. 11, no. 2, pp. 56–63, 2010.