
Perbaikan Kualitas Daya Pada Transmisi 150 kV Sulawesi Selatan Dengan Rekonfigurasi

Fitriyantoro Nurhidayat¹, Dr. Ir. Sugiarto, S.T., M.T.², Diah Suwarti Widyastuti, S.T., M.Eng.³

^{1,2}Institut Teknologi Nasional Yogyakarta; Jalan Babarsari, Catur
Tunggal, Depok, Sleman, Yogyakarta, Telepon + 62 274 485390 –
486986 ³Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri ITNY,
Yogyakarta

e-mail: *fitriyantoro27@gmail.com, sugiarto.kadiman@itny.ac.id,
diahsuwarti@sttnas.ac.id

Abstrak

Kebutuhan energi listrik di Sulawesi Selatan pada setiap tahunnya mengalami peningkatan, berdasarkan RUPTL 2021-2030 penambahan jumlah pelanggan sejak tahun 2011-2020 mengalami rata-rata penambahan sebesar 6,5 %, serta pertumbuhan ekonomi Sulawesi Selatan mengalami peningkatan setiap tahunnya 2015-2019 rata-rata 6,76% pertahun, bahkan rencana kebutuhan daya untuk industri bisa mencapai 200 MW bahkan lebih, sedangkan wilayah Sulawesi Selatan reverse margin lebih besar dari 35% mengingat jumlah unit pembangkit yang lebih sedikit, serta adanya potensi injeksi pelanggan, untuk mengatasi peningkatan jumlah pelanggan dan pertumbuhan ekonomi yang akan mengakibatkan penurunan kualitas daya pada suatu sistem tenaga, dibuatlah rekonfigurasi untuk memecahkan masalah tersebut, Rekonfigurasi menjadi pilihan dalam mengatasi penurunan kualitas daya pada suatu sistem tenaga, penelitian ini akan melihat bagaimana kondisi sistem kelistrikan pada Sulawesi Selatan sebelum dan sesudah dilakukan konfigurasi, penelitian ini menggunakan software ETAP dengan metode analisis aliran daya, hasil penelitian ini adalah Rekonfigurasi dapat memperbaiki kualitas daya dengan menambahkan beberapa feeder baru sehingga meningkatkan profil tegangan pada sistem transmisi 150 kV Sulawesi Selatan.

Kata kunci : Energi, Rekonfigurasi, Aliran Daya

Abstract

The need for electrical energy in South Sulawesi has increased every year; based on RUPTL 2021-2030 the addition of the number of customers since 2011-2020 has experienced an average addition of 6.5%, and economic growth in South Sulawesi has increased every year 2015-2019 an average of 6.76% per year; even the planned power requirements for industry can reach 200 MW or more, while the reverse margin for the South Sulawesi region is greater than 35% considering the smaller number of generating units, as well as the potential injection of customers, to overcome the increase in the number of customers and economic growth which will result in a decrease in power quality in a power system, a reconfiguration is made to solve this problem. Reconfiguration is an option in overcoming a decrease in power quality in a power system, this research will look at how the condition of the electrical system in South Sulawesi before and after configuration is carried out, this study uses ETAP software with the power flow analysis method, the results of this study are Reconfiguration can improve power quality by adding several new feeders so as to increase the voltage profile on the South Sulawesi 150 kV transmission system.

Keywords : Energy, Reconfiguration, Load Flow

1. PENDAHULUAN

Sulawesi Selatan terdiri dari tiga wilayah yaitu Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara Dan Sulawesi Barat atau biasa disingkat Sulselrabar dengan jumlah penduduk 8,771,970 jiwa, banyak kota-kota besar diantaranya Makasar, Pangkep Dan Pare-Pare, dikarenakan wilayah Sulawesi Selatan cukup luas dan memiliki Topografi 45% tanahnya curam dan bergunung karena itulah yang menjadi masalah dalam penyaluran tenaga listrik adalah jarak yang cukup jauh dan kondisi Topografi wilayah itu sendiri sehingga untuk penyaluran tenaga listrik dibutuhkan kualitas pelayanan yang baik.[1]

Penyaluran tenaga listrik pada Sulawesi Selatan harus menggunakan SUTT dikarenakan jarak yang begitu jauh dan transmisi yang digunakan adalah 150 kV, pembangkit yang digunakan PLTA, PLTD, PLTGU dan pembangkit terbesar berada di Tello yang memiliki kapasitas generator 205.32 MW, sedangkan total kapasitas generator 1,283.9 MW, dengan total beban mencapai 1,054.0 MW[2], kebutuhan daya berdasarkan RUPTL 2020-2030 Sulawesi Selatan harus memiliki *reverse margin* diatas 35% dengan losses 20%. [3]

Penelitian ini akan mencari kemampuan dari masing-masing bus saluran transmisi dalam mensuplai kebutuhan beban menggunakan analisis aliran daya dengan metode Newton Raphson yang diimplementasikan pada software ETAP, setelah diketahui hasil perhitungan drop tegangan dan *losses* penelitian ini akan mencoba rekonfigurasi jaringan transmisi Sulawesi Selatan sehingga dapat dilihat kondisi sebelum dan sesudah adanya rekonfigurasi di wilayah Sulawesi Selatan, diharapkan dengan adanya rekonfigurasi mampu meningkatkan kualitas daya pada transmisi 150 kV Sulawesi Selatan.

2. METODE PENELITIAN

Bagian ini menguraikan metode penelitian yang dilakukan. Hal-hal yang akan dibahas meliputi tempat penelitian, alat dan tata laksana pengambilan data Penelitian menggunakan perangkat lunak analisis aliran daya ETAP 12.6.0. Objek yang akan diteliti adalah sistem transmisi 150 kV wilayah Sumatera Selatan yang terletak di Pulau Sulawesi bagian timur.

2.1 Tempat Penelitian

Penelitian Tugas Akhir ini dilakukan untuk memperbaiki profil kualitas daya sistem jaringan 150 kV di Sulawesi Selatan sehingga meningkatkan kecukupan daya khususnya di wilayah Sulawesi Selatan. Ada pula objek penelitian tugas akhir ini adalah sistem transmisi 150 kV Sulawesi Selatan, tempat pengolahan data dilakukan di Laboratorium Instalasi Listrik, jurusan Teknik Elektro, Gedung D Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.

2.2 Alat dan Bahan

Peralatan alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Laptop HP 14s-DK1507AU (silver) IPS 14" FHD Slim Bezel Amd Athalon Silver 305U Upto 3.2GHz Radeon Graphics SSD512GB RAM 4GB DDR4
2. Perangkat lunak software ETAP 12.6.0
3. Program Microsoft Office 2019

2.3 Tata Laksana Penelitian

Langkah dalam penelitian secara umum dibagi menjadi 4 (empat) bagian tahapan yaitu tahap persiapan, proses, analisis dan yang terakhir kesimpulan. Tahapan tersebut ditunjukkan sebagai berikut:

2.3.1 Persiapan

Pelaksanaan tahap persiapan diantaranya adalah :

1. Mencari studi literatur yaitu mencari artikel yang berkaitan dengan judul untuk digunakan sebagai referensi bisa mencari pada internet, perpustakaan, buku yang berkaitan mengenai rekonfigurasi.
2. Pengumpulan data yang berupa data primer dan sekunder, data primer diperoleh secara langsung dari orang pertama biasanya berupa data pembebanan, nilai tegangan sedangkan data sekunder adalah data yang diperoleh dari sumber tertentu misalnya jurnal, buku.

2.3.2 Proses

Pelaksanaan tahap proses diantaranya adalah :

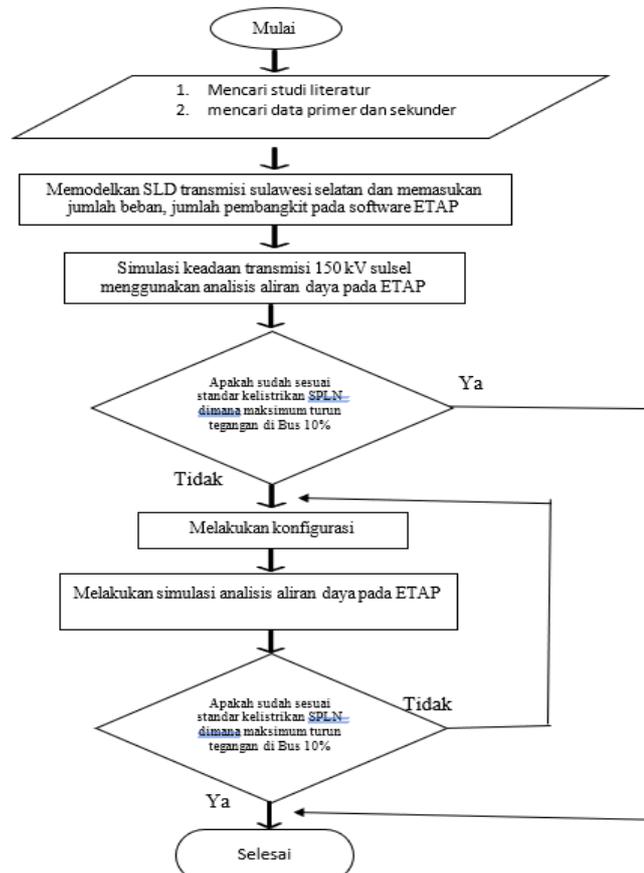
1. Memodelkan one line diagram pada software ETAP yakni menggambar ulang one line diagram yang sudah ada pada software ETAP
2. Memasukan data generator,kabel,beban pada software ETAP yakni menginput data yang berguna untuk menjalankan software ETAP tersebut
3. Merekonfigurasi jaringan yakni mengatur ulang sistem penyaluran tenaga listrik untuk memperbaiki kualitas daya

2.3.3 Analisis

Pelaksanaan tahap analisis diantaranya adalah :

1. Menganalisis hasil data yang diperoleh dari software ETAP yakni mengamati bagaimana keadaan sistem kelistrikan sebelum dan sesudah adanya rekonfigurasi
2. Menganalisis kualitas daya sistem transmisi 150 kV Sulawesi selatan apakah sesuai standar SPLN

Untuk mempermudah dalam pembacaan tata laksana tentang penelitian, maka dibuatlah diagram alir (flowchart) yang di tunjukan pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Diagram alir

Gambar 3.1 di atas ditunjukkan bahwa Sebagian bus berwarna merah pada sistem kelistrikan Sulawesi Selatan mengalami penurunan tegangan, hal itu disebabkan oleh batas toleransi turun tegangan (*under voltage*) sebesar 10%, Hasil simulasi yang ditunjukkan pada gambar 4.1 dapat diketahui ada sekitar 9 Bus yang mengalami under voltage dari 38 Bus yang terpasang, penurunan tegangan terbesar berada pada bus Mamuju yang berada pada rating tegangan sebesar 83,01%. Sesuai standar PLN (SPLN1:1995) dimana batas maksimum turun tegangan sebesar 10 % dari tegangan nominal, dan juga terdapat jatuh tegangan pada penghantar V_D yang melebihi standar SPLN no. 72 tahun 1987 sebesar 5%, berikut tabel yang menunjukkan kabel penghantar yang melebihi standar SPLN tabel 3.1

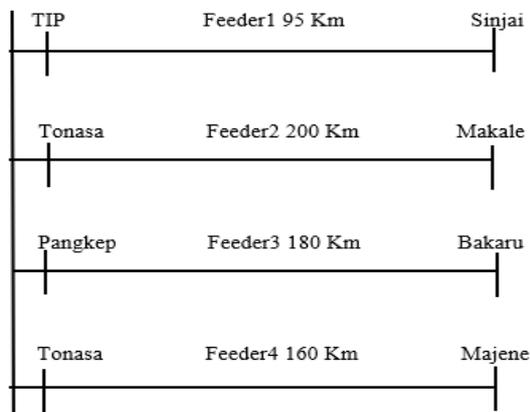
Tabel 3. 1 hasil simulasi jatuh tegangan pada kabel penghantar

ID	From Bus	To Bus	Jatuh tegangan V_D %
Kabel 42	Maros	Tunggu minasa	5.08
Kabel 17	Pare -Pare	Pangkep	5.06

Hasil simulasi yang ditunjukkan pada tabel di atas menunjukkan terdapat dua kabel dari 47 kabel yang melebihi batas standar SPLN tentang jatuh tegangan yakni kabel 42 dan kabel 17 yang memiliki selisih yakni 0.08% dan 0.06% dari batas toleransi jatuh tegangan. Dari hasil tersebut maka sistem kelistrikan pada wilayah Sulawesi Selatan perlu dilakukan perbaikan.

3.2 Simulasi Analisis Load Flow Sesudah Rekonfigurasi

Jaringan transmisi 150 kV Sulawesi Selatan akan diperbaiki kualitas dayanya dengan menambahkan feeder baru sehingga bus yang mengalami penurunan tegangan akan mengalami peningkatan yang signifikan, feeder baru tersebut tidak hanya asal menyambungkan ke bus yang mampu mensuplai tegangan tetapi juga melihat kondisi jarak antar bus yang terdekat sehingga akan menghemat biaya operasi penambahan feeder baru, penambahan feeder baru ditunjukkan pada gambar 3.2



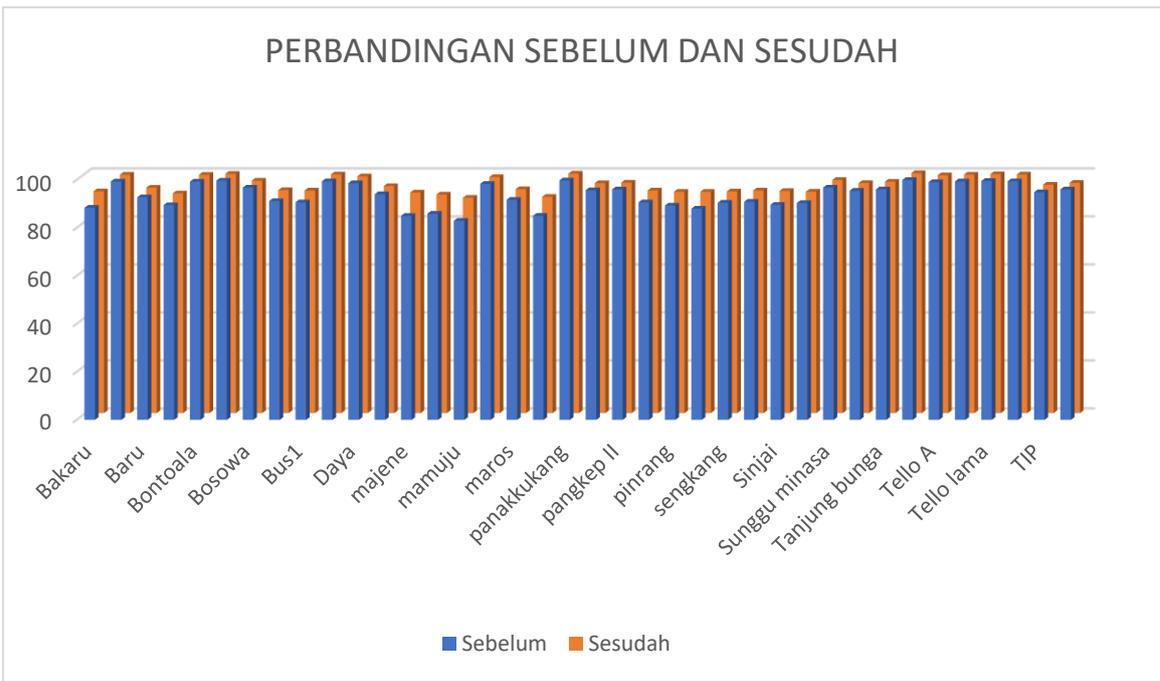
Gambar 3.2 Penambahan feeder baru

Gambar di atas menunjukkan bahwa adanya penambahan 4 feeder baru yakni feeder 1 TIP menuju Sinjai sejauh 95 km , feeder 2 Tonasa menuju Makale sejauh 200 km, feeder 3 Pangkep menuju Bakaru sejauh 180 km dan feeder 4 Tonasa to Majene sejauh 160 km, untuk mengetahui perubahan sebelum dan sesudah dilakukannya konfigurasi maka ditunjukkan pada tabel 4.2

Tabel 3.2 sebelum dan sesudah dilakukannya rekonfigurasi

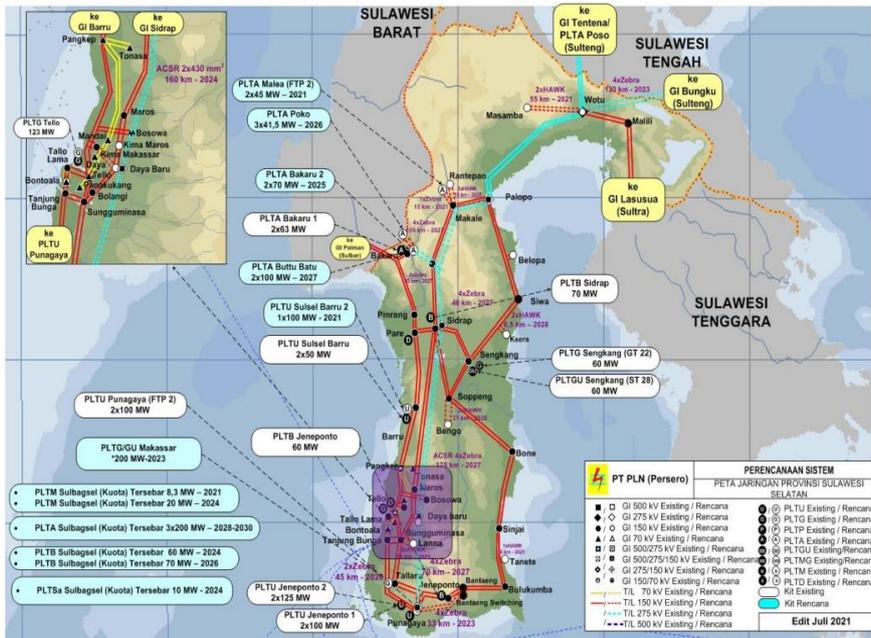
Bus ID	Sebelum		Sesudah	
	Bus Volt%	MW Loading	Bus Volt%	MW Loading
Bakaru	88,41	24,996	92,43	22,627
Barawaja	99,36	8,392	99,36	8,391
Baru	92,76	56,542	93,91	40,434
Bone	89,5	48,642	91,55	49,873
Bontoala	99,32	50,314	99,32	50,314
Borongle	99,73	25,362	99,73	25,362
Bosowa	96,82	91,698	96,87	102,957
Bulu Kumba	91,19	49,425	92,91	33,644
Bus1	90,69	0	92,79	0
Bus4	99,46	50,449	99,46	50,449
Daya	98,66	60,869	98,65	68,759
jeneponto	94,07	87,594	94,6	71,913
majene	85,04	30,016	91,92	35,062
makale	85,94	37,352	91,07	41,938
mamuju	83,01	17,571	89,72	20,525
mandai	98,38	97,413	98,36	113,18
maros	91,75	197,6	93,34	169,189
palopo	85,07	18,452	90,14	20,718
panakkukang	99,8	50,795	99,8	50,795
pangkep	95,73	204,062	95,83	191,371
pangkep II	96,05	63,985	96,01	79,57
pare pare	90,67	110,745	92,77	72,327
pinrang	89,33	46,119	92,23	25,211
polmas	88,01	43,567	92,22	21,445
sengkang	90,51	72,335	92,36	67,633
sidrap	90,93	175,578	92,76	146,62
Sinjai	89,65	20,497	92,59	31,537
sopeng	90,4	61,097	92,27	54,815
Sunggu minasa	96,83	455,908	97,17	439,254
talasa	95,51	88,061	95,85	99,783
Tanjung bunga	96,09	94,186	96,43	94,846
Tello	100	991,27	100	1013,911
Tello A	99,11	114,23	99,1	130,05
Tello B	99,4	122,732	99,39	138,572
Tello lama	99,59	100,83	99,59	100,83
Tello lama II	99,46	50,336	99,46	50,336
TIP	94,88	57,429	95,18	70,399
tonasa	96,05	0	95,95	51,81

Hasil pada tabel 3.2 dapat ditunjukkan bahwa masing masing bus mengalami peningkatan yang signifikan setelah dilakukan konfigurasi dari 38 bus hanya satu yang mengalami under voltage dibawah standar SPLN yakni pada bus mamuju yakni 89,72 % kurang 0,28 untuk mencapai batas toleransi yang diijinkan, untuk melihat peningkatan sebelum dan sesudah dilakukannya rekonfigurasi maka ditunjukkan grafik gambar 3.3



Gambar 3.3 Perbandingan sebelum dan sesudah rekonfigurasi

Grafik di atas ditunjukkan bahwa dengan dilakukannya rekonfigurasi pada sistem jaringan transmisi 150 kV Sulawesi selatan kualitas daya pada sistem tersebut mengalami peningkatan, tetapi berdasarkan RUPTL 2021-2030 pertumbuhan ekonomi Sulawesi selatan mengalami peningkatan (2015-2019) rata-rata 6,76 % pertahun, dan juga rencana kebutuhan daya dari industri bisa mencapai 200 MW dan bahkan bisa lebih, sehingga tidak mungkin jika setiap tahunnya dilakukan rekonfigurasi tanpa adanya penambahan pembangkit, berikut rencana pengembangan pembangkit pada Sulawesi selatan, ditunjukkan pada gambar 3.4



Gambar C4.1. Peta Sistem Tenaga Listrik di Provinsi Sulawesi Selatan

Gambar 3.4 Rencana pengembangan pembangkit pada sulawesi selatan

4. KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Profil tegangan pada bus sebelum adanya rekonfigurasi terdapat 9 bus yang tidak sesuai batas aman dimana sesuai SPLN no.1 tahun 1995 dimana batas standar yang ditentukan sebesar 10% dan setelah dilakukannya rekonfigurasi hanya terdapat 1 bus yakni Bus Mamuju sebesar 89,72% kurang 0.28% untuk mencapai batas toleransi jatuh tegangan.
2. Rekonfigurasi dapat memperbaiki kualitas daya dengan menambahkan beberapa feeder baru sehingga meningkatkan profil tegangan pada sistem transmisi 150 kV Sulawesi Selatan, 4 feeder baru yakni feeder 1 TIP menuju Sinjai sejauh 95 km , feeder 2 Tonasa menuju Makale sejauh 200 km, feeder 3 Pangkep menuju Bakaru sejauh 180 km dan feeder 4 Tonasa to Majene sejauh 160 km

5. SARAN

Saran dari penelitian ini adalah sebagai masukan kepada PT.PLN (Persero) yaitu perlu dilakukannya penambahan pembangkit khususnya di daerah yang sangat jauh dari letak swing bus contohnya mamuju majene dan sekitarnya dan juga daerah yang berpotensi mengalami peningkatan beban, sehingga tercipta kualitas daya yang baik, dan juga berdasarkan RUPTL (2021-2030) pertumbuhan ekonomi pertahun mengalami peningkatan 6,76%, kebutuhan industri yang bisa mencapai 200 MW bahkan lebih. Maka dari itu penelitian ini diharapkan bisa sebagai refrensi untuk pengembangan pembangkit khususnya di provinsi Sulawesi Selatan.

UCAPAN TERIMAKASIH

1. Kedua Orang tua dan Keluarga Besar yang telah memberikan semangat dan mendoakan.
2. Bapak Dr. Ir. Setyo Pambudi, M.T. Sebagai Rektor Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.
3. Bapak Dr. Daru Sugiati S.T., M.T. Sebagai Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.
4. Bapak Bagus Gilang Pratama, S.T., M.T. Sebagai ketua Program Studi Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional Yogyakarta
5. Bapak Dr. Ir. Sugiarto, S.T., M.T. Sebagai dosen pembimbing satu (1)
6. Ibu Diah Suwarti Widyastuti, S.T., M.Eng. Sebagai dosen pembimbing dua (2).
7. Mbak Indah. Sebagai Admin Jurusan Teknik Elektro yang membantu dalam mengurus surat perizinan.
8. Pasangan saya mutiara yang telah memberikan semangat dan mendoakan
9. Rekan-rekan Teknik Elektro S1 yang telah membantu dan memberikan semangat.
10. Semua pihak yang telah membantu dan tidak bisa disebutkan satu persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Umar and dan Anggriani, "KINERJA BKKBN PROVINSI SULAWESI SELATAN DALAM MENEKAN ANGKA PERTUMBUHAN PENDUDUK DI KOTA MAKASSAR."
 - [2] J. Leda, S. Patabang, K. Kunci, A. Daya, N.- Raphson, and S. Selatan, "STUDI ALIRAN DAYA PADA SISTEM KELISTRIKAN SULAWESI SELATAN," 2018.
 - [3] "MENTERI ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL REPUBLIK INDONESIA KEPUTUSAN MENTERI ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL REPUBLIK INDONESIA."
 - [4] F. Otniel and N. Busaeri, "ANALISA ALIRAN DAYA SISTEM TENAGA LISTRIK PADA BAGIAN PENYULANG 05EE0101A DI AREA UTILITIES II PT. PERTAMINA (PERSERO) REFINERY UNIT IVCILACAP MENGGUNAKAN METODE NEWTON-RAPHSON," 2019.
-

-
- [5] RAHMAN SHABRI, "PENGARUH PERUBAHAN KONFIGURASI SALURAN TRANSMISI 150 kV GARDU INDUK PALUR-MASARAN-SRAGEN".
- [6] B. Winardi, H. Winarno, and K. R. Aditama, "PERBAIKAN LOSSES DAN DROP TEGANGAN PWI 9 DENGAN PELIMPAHAN BEBAN KE PENYULANG BARU PWI 11 DI PT PLN (PERSERO) AREA SEMARANG."
- [7] M. Faris Aufar and D. R. Setiabudy, "Rekonfigurasi Sistem Proteksi Utama pada Saluran Udara Tegangan Tinggi dengan Penambahan Gardu Induk Baru di Alam Sutera."
- [8] M. Zainuddin and L. Wiraputra, "Analisa Masuknya Gardu Induk Anggrek dan Rekonfigurasi Jaringan Terhadap Kualitas Tegangan dan Rugi-rugi Daya (Studi Kasus PLN Rayon Kwandang Area Gorontalo)," *Jurnal Rekayasa Elektrika*, vol. 12, no. 3, p. 83, Jan. 2017, doi: 10.17529/jre.v12i3.4234.
- [9] N. I. Sari, D. Pravitasari, and A. Trihasto, "Analisis Aliran Daya Pada Saluran Transmisi 150 kV: Studi Kasus Jawa Tengah Bagian Selatan."
- [10] D. P. Nasional, "TRANSMISI TENAGA LISTRIK MODUL BAHAN AJAR SMK KELAS XI SM 3 KURIKULUM 2013 TEKNIK JARINGAN TRANSMISI TENAGA LISTRIK PPPPTK BMTI bekerjasama dengan Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan."
- [11] L. Budiman, "PERENCANAAN REKONFIGURASI JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV DI PT. PLN (PERSERO) RAYON SEKADAU."
- [12] "Tentang ETAP (Electric Transient and Analysis Program) Power Station."
- [13] UNIVERSITAS SUMATERA, "RANGKAIAN EKIVALEN".
-