

## **Analisa Penempatan Kapasitor Pada Sistem Distribusi 20 Kv Menggunakan Etap 19.0.1 Guna Mendukung Program Dedieselisasi**

### ***Analysis of Capacitor Placement in a 20 Kv Distribution System Using Etap 19.0.1 to Support the Dedieselization Program***

**Israma Dani Siregar<sup>1\*</sup>, Zuraidah Tharo<sup>2</sup>, Hamdani<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Teknik Elektro Universitas Pembangunan Panca Budi Medan, Indonesia

\*Corresponding author: ramasanti22@gmail.com

#### **Abstrak**

Listrik adalah bagian dari perkembangan teknologi yang merupakan unsur penting dalam kehidupan kita sehingga mutu pendistribusian tenaga listrik sangat penting dijaga dalam menambahkan bentuk pelayanan terhadap kontribusi nyata kepada masyarakat dan menjaga kebutuhan akan energi listrik yang tumbuh cukup pesat. Salah satu indikator yang harus dijaga serta di perhatikan kualitas dari jaringan adalah menurunnya tegangan listrik yang dapat mengganggu kenyamanan masyarakat. Drop tegangan dapat diakibatkan oleh beberapa faktor teknis dan faktor non-teknis. Faktor teknis seperti jarak tempuh pusat beban dengan sumber pusat listrik relative jauh yang mengakibatkan terganggunya tegangan pada ujung saluran sehingga mengalami penurunan. Nilai toleransi jatuh tegangan yang diatur dalam SPLN adalah senilai +5% dan -10% untuk jaringan distribusi dengan nominal tegangan 20 kV (SPLN 1/1995). Gardu Induk Blang Pidie terletak Di wilayah Aceh, dimana GI tersebut menyuplai 3 (Tiga) Unit Layanan Pelanggan antara lain ULP Blang Pidie dengan jarak 5,1 kM, ULP Labuhan Haji dengan Jarak 31 kM serta ULP Tapak Tuan dengan Jarak 80 kMS. Dengan jarak yang cukup jauh dari GI Blang Pidie dengan ULP Tapak Tuan mengalami penurunan tegangan yang diterima di Gardu Hubung ULP Tapak Tuan sebesar 18 kV. Metode yang dilakukan untuk menaikkan tegangan yang diterima di Tapaktuan dengan mengoperasikan mesin diesel Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) Tapak Tuan untuk Sinkron Sistem GI Blang Pidie untuk menaikkan tegangan di ULP Tapaktuan. Program dedieselisasi merupakan bagian dari dukungan pelaksanaan kegiatan G20 Presidensi Indonesia untuk mengalihkan atau mengurangi semua pembangkit listrik tenaga berbasis fosil secara bertahap. Dengan adanya program tersebut maka perlu dilakukan upaya untuk mengurangi pengoperasian dalam pemakaian Solar BBM PLTD dengan mempertimbangkan dampak terjadi Drop Tegangan.

**Kata Kunci:** Dedieselisasi ; Distribusi ; Program ; Kapasitor

#### **Abstract**

*Electricity is part of technological development which is an important element in our lives so that the quality of electric power distribution is very important to maintain in adding forms of service to real contributions to society and maintaining the demand for electrical energy which is growing quite rapidly. One indicator that must be maintained and paid attention to the quality of the network is a decrease in electricity voltage which can disturb public comfort. Voltage drops can be caused by several technical and non-technical factors. Technical factors such as the distance between the load center and the central electricity source are relatively far, which results in disruption of the voltage at the end of the line, resulting in a decrease. The voltage drop tolerance value regulated in the SPLN is +5% and -10% for distribution networks with a nominal voltage of 20 kV (SPLN 1/1995). The Blang Pidie Substation is located in the Aceh region, where the GI supplies 3 (three) Customer Service Units including Blang Pidie ULP with a distance of 5.1 km, Labuhan Haji ULP with a distance of 31 km and Tapak Tuan ULP with a distance of 80 kmMS. With a fairly long distance from Blang Pidie GI and Tapak Tuan ULP, there is a decrease in the voltage received at the Tapak Tuan ULP Substation by 18 kV. The method used to increase the voltage received at Tapaktuan is by operating the diesel engine from the Tapak Tuan Diesel Power Plant (PLTD) for the Synchronous GI Blang Pidie System to increase the voltage at Tapaktuan ULP. The dedieselization program is part of the support for the implementation of the Indonesian Presidency's G20 activities to gradually divert or reduce all fossil-based power plants. With this program, it is necessary to make efforts to reduce the operation of using Diesel Fuel PLTD by considering the impact of voltage drops.*

**Keywords:** Dedieselization ; Distribution ; Program ; Capacitor

## PENDAHULUAN

### Distribusi

Pada dasarnya Jaringan transmisi dan distribusi untuk sistem tenaga listrik adalah berfungsi sebagai sarana untuk menyalurkan energi listrik yang dihasilkan dari pusat pembangkit ke pusat-pusat beban. Ada dua sistem jaringan distribusi listrik yaitu sistem jaringan distribusi primer dan sistem jaringan distribusi sekunder. Kedua sistem dibedakan berdasarkan tegangan kerjanya. Pada umumnya tegangan kerja pada sistem jaringan distribusi primer adalah 20 kV, sedangkan tegangan kerja pada sistem jaringan distribusi sekunder adalah 220/380 volt (Sunrise, 2023).

Tegangan terima sangat penting perannya dalam menyalurkan kualitas listrik kepada konsumen sehingga salah satu indikator yang perlu diperhatikan dalam menjaga kualitas listrik adalah drop tegangan. Drop tegangan dapat diakibatkan beberapa sebab antara lain adalah jarak tempu antara pusat listrik ke pusat beban yang cukup jauh dan beban yang cukup besar sehingga tegangan pada ujung saluran mengalami penurunan. Nilai toleransi jatuh tegangan yang diatur dalam SPLN adalah senilai +5% dan -10% untuk jaringan distribusi dengan nominal tegangan 20 kV (SPLN 1/1995). Jatuh tegangan atau jatuh tegangan pada saluran listrik secara umum berbanding lurus dengan panjang saluran dan beban serta berbanding terbalik dengan luas penampang penghantar (Habsoro, Nugroho and Winardi, 2013).

### Daya

Daya adalah energi yang dikeluarkan untuk melakukan usaha. Dalam sistem tenaga listrik, daya merupakan jumlah energi yang digunakan untuk melakukan kerja atau usaha. Daya listrik biasanya dinyatakan dalam satuan Watt atau Horsepower (HP), Horsepower merupakan

satuan daya listrik dimana 1 HP setara 746 Watt atau second. Sedangkan Watt merupakan unit daya listrik dimana 1 Watt memiliki daya setara dengan daya yang dihasilkan oleh perkalian arus 1 Ampere dan tegangan 1 Volt. Daya dinyatakan dalam P, Tegangan dinyatakan dalam V dan Arus dinyatakan dalam I (Elchrisa, Amali and Tolago, 2019). Daya aktif (Active Power) adalah daya yang terpakai untuk melakukan energi sebenarnya. Satuan daya aktif adalah Watt. Misalnya energi panas, cahaya, mekanik dan lain – lain. Daya ini digunakan secara umum oleh konsumen dan dikonversikan dalam bentuk kerja (Wahyuni *et al.*, 2023).

Daya reaktif adalah jumlah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet. Dari pembentukan medan magnet maka akan terbentuk fluks medan magnet. Satuan daya reaktif adalah Var. Daya nyata (Apparent Power) adalah daya yang dihasilkan oleh perkalian antara tegangan rms dan arus rms dalam suatu jaringan atau daya yang merupakan hasil penjumlahan trigonometri daya aktif dan daya reaktif. Satuan daya nyata adalah VA (Dermawan, Samsinar and Nurudin, 2019).

Faktor daya adalah perbandingan antara daya aktif dengan daya semu (C. Sankaran, 2002). Faktor daya atau faktor kerja menggambarkan sudut fasa antara daya aktif dan daya semu. Daya aktif digunakan untuk mengoperasikan beban-beban pada pelanggan listrik. Daya semu dihasilkan oleh generator pembangkit yang ditransmisikan ke pelanggan listrik. Faktor daya yang rendah berhubungan dengan beda fasa antara arus dan tegangan pada terminal beban. Sudut fasa arus beban yang rendah biasanya diakibatkan oleh penggunaan beban induktif seperti transformator, motor induksi, lampu pijar dan beban elektronik lainnya (Hamdani, Tharo and Anisah, 2019).

Kapasitor merupakan peralatan listrik yang mempunyai sifat kapasitif yang terdiri sekumpulan beberapa kapasitor yang disambung secara paralel untuk mendapatkan kapasitas kapasitif tertentu. Besaran parameter yang sering dipakai adalah KVAR (Kilovolt ampere reaktif) meskipun pada kapasitor sendiri tercantum besaran kapasitansi yaitu Farad atau microfarad (Hamdani, Anisah and Zuraidah, no date).

### **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini bertempat di tiga (3) lokasi antara lain : pertama di Gardu Induk (GI) Blangpidie berada di kabupaten Abdy dengan kpsitas 30 MVA dimana mensuplai di dua (2) Kabupaten yang terdiri dari tiga (3) Unit Layanan Penggan antara lain ULP Blang Pidie dengan beban 12 MW, ULP Labuhan Haji 4 MW dan ULP Tapak Tuan 4,3 MW (Syahputra, 2020). Kedua, Unit Layanan Pelanggan (ULP) Labuhan Haji merupakan unit yang terletak diantara Gardu Induk (GI) Blang Pidie dengan ULP Tapak Tuan. Ketiga, ULP Tapak Tuan berada di daerah Kabupaten Aceh Selatan dimana memiliki PLTD yang sinkron dengan GI. Lokasi ini dipilih karena memiliki aspek pendukung agar penelitian ini berjalan dengan baik. Waktu pelaksanaan peneitian dan pengambilan data dilaksanakan di tahun 2023, penulis melaksanakan tugas akhir dengan data yang bersumber dari PT PLN (Persero) ULP Tapak Tuan (Tharo *et al.*, 2022).

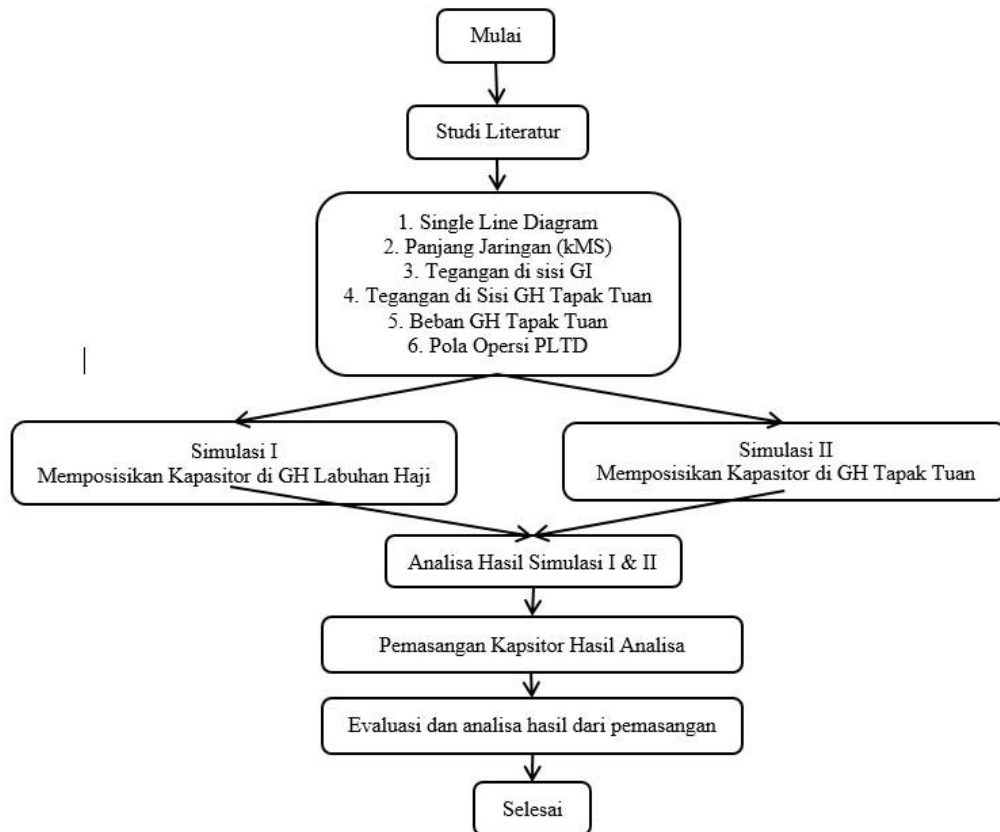
Dalam kegiatan ini merupakan kegiatan penelitian dengan metode kombinasi dari proses uji simulasi aplikasi ETAP dan eksekusi. Simulasi merupakan penelitian yang bertujuan untuk mencari gambaran melalui sebuah sistem berskala kecil atau sederhana (Reviews, 2020) (model) dimana didalam model tersebut akan dilakukan manipulasi atau kontrol

untuk melihat pengaruhnya. Eksekusi adalah mengimplementasikan dari hasil simulasi yang dibuat guna membuktikan kebenaran hasil simulasi. Adapun tahapan penelitian sebagai berikut (Dedi Makmur, 2022) :

Langkah - langkah yang akan diambil dalam melakukan penelitian ini adalah :

1. Melakukan Studi literatur yang akan digunakan sebagai bahan acuan dalam penelitian ini. Data yang dikumpulkan berdasarkan data data yang bersumber dari PT PLN (Persero) ULP Tapak Tuan
2. Mengambil data Pola Operasi PLTD Tapaktuan guna menaikkan Tegangan.
3. Membuat Single Line Diagram Sistem Supplay GI Blang Pidie Manual dan Etap 19.0.1 Tanpa Operasi PLTD Tapak Tuan
4. Memasukkan data-data pada beban masing Masing Unit
5. Menjalankan Simulasi I dengan ETAP 19.0.1 dimana meposisiakan Kapasitor di Gardu Hubung Labuhan Haji
6. Menjalankan Simulasi Tahap II dengan ETAP 19.0.1 dimana memposisiakan Kapasitor di Gardu Hubung ULP Tapak Tuan
7. Mengamati Hasil Running Simulasi I dan II dan menganalisa tegangan jatuh di ULP Tapak Tuan.
8. Eksekusi Pemasangan kapasitor berdasarkan Hasil Simulasi dan evaluasi.

Secara sederhana perancangan penelitian yang dilakukan tergambar dalam flowchart sebagai berikut (Basudewa, 2020):



**Gambar 1.** Rancangan Penelitian

**Teknik Pengumpulan dan Analisa Data:**

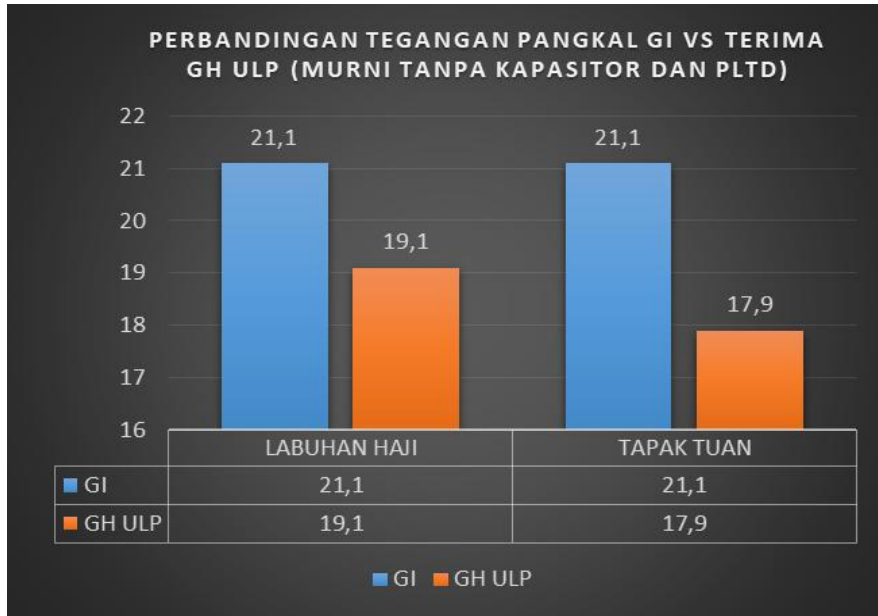
Pada tahap ini dilakukan pengambilan data secara langsung dengan pengambilan data tegangan GI, GH serta beban puncak GH Tapak Tuan di PT PLN(Persero) ULP Tapak Tuan. Data yang diambil berupa hasil pengukuran tegangan sebelum dan sesudah pemasangan kapasitor. Hasil dan tahap analisa merupakan tahap pengolahan data analisa hasil dengan melihat nilai dari jatuh tegangan setelah pemasangan kapasitor pada simulasi I dan II dengan menggunakan aplikasi ETAP. Dari hasil yang diperoleh nantinya akan dilakukan implementasi dan kesimpulan dari hasil penelitian yang penulis lakukan. Sehingga hasilnya dapat menjadi referensi untuk PT

PLN (Persero) ULP Tapak Tuan dalam melakukan perbaikan jatuh tegangan (Hamdani, Tharo and Anisah, 2019).

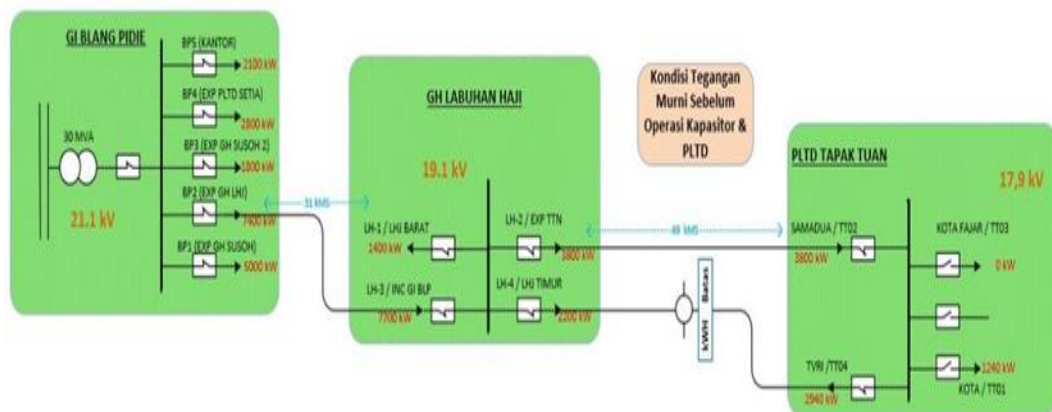
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Perbandingan Tegangan GI dengan Tegangan Terima GH**

Karakteristik Tegangan pada Pangkal GI Blang Pidie dengan Tegangan Terima Di ULP Labuhan Haji dan ULP Tapak Tuan, dimana memiliki Nilai yang berbeda di masing masing Unit. Adapun data Grafik dan SLD nya Sebagai berikut :



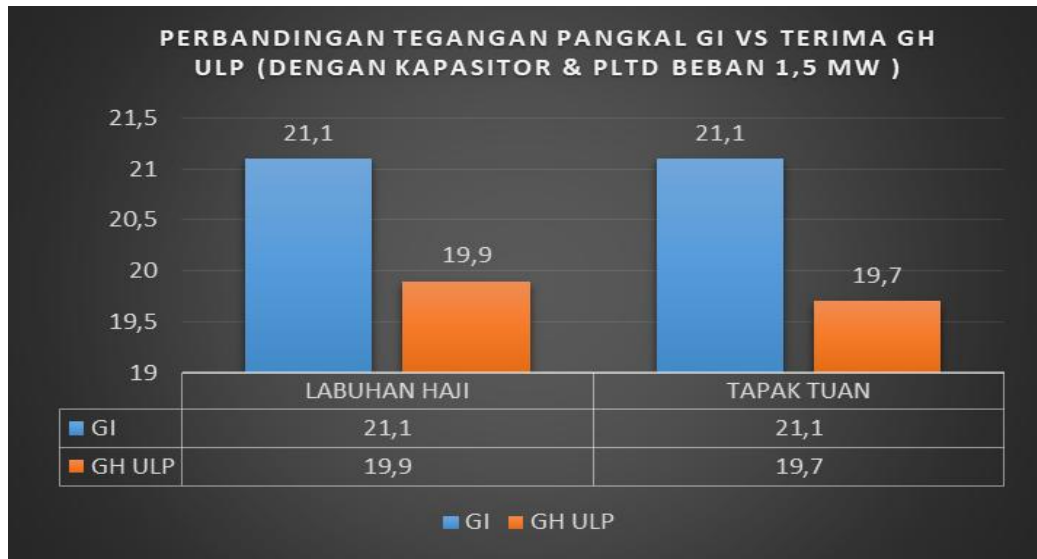
**Gambar 2.** Tegangan disisi GI dengan ULP



**Gambar 3.** Single Line Diagram Sebelum Operasi Kapasitor dan PLTD

Dari Gambar Diatas dapat dilihat Tegangan di Gardu Induk Blang Pidie Sebesar 21,1 kV sedangkan Tegangan di Labuhan haji mengalami penurunan 1 kV menjadi 19,1 kV dan tegangan terima di GH Tapaktuan mengalami penurunan sebesar 3,3 kV menjadi 17,8 kV. Untuk menaikkan tegangan di labuhan haji dan Tapaktuan

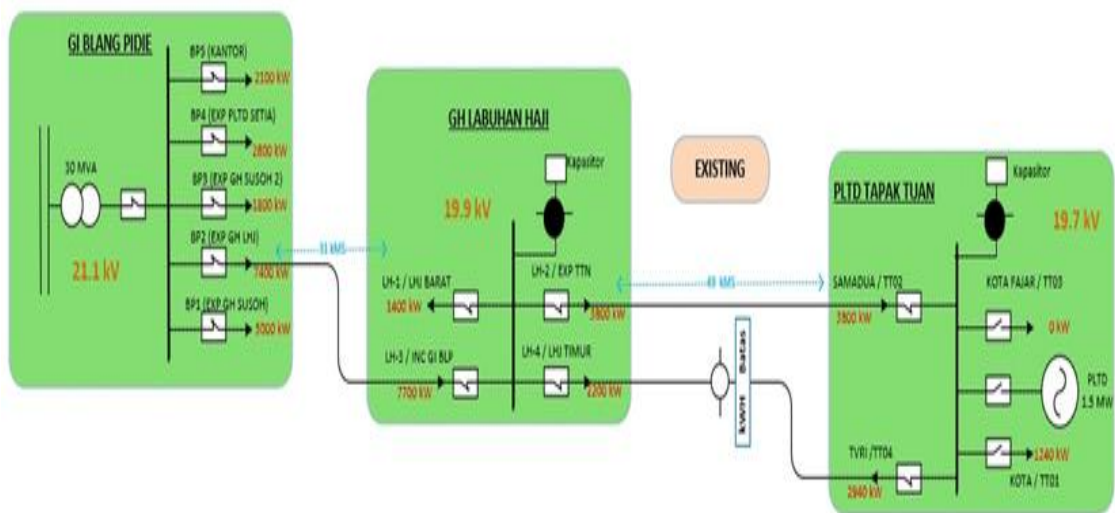
maka dipasang Kapasitor di Labuhan Haji dengan kapasitas 400 kVAR dan kapasitor 800 kVAR serta Operasi PLTD dengan pembebanan 1,5 MW di ULP Tapak Tuan pada saat beban puncak. Adapun perubahan tegangan dapat dilihat pada grafik dibawah ini:



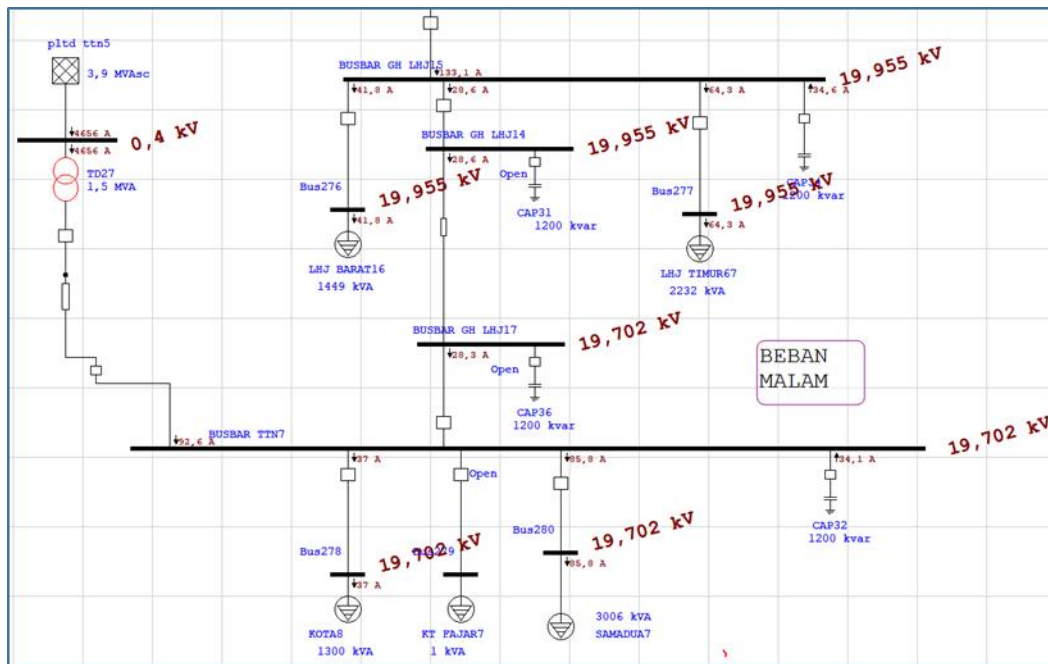
**Gambar 4.** Grafik Tegangan GI VS ULP Setelah Singkron dengan Kapasitor dan PLTD

Dari Gambar Diatas dapat dilihat Tegangan di GH Labuhan haji mengalami kenaikan 0,8 kV menjadi 19,9 kV dengan mengoperasikan Kapasitor dan tegangan terima di GH Tapaktuan mengalami

kenaikan sebesar 2 kV menjadi 19,7 kV dengan mengoperasikan PLTD dan kapasitor. Adapun Single line diagram dan Simulasi ETAP sesuai data Existing seperti dibawah ini.



**Gambar 5.** Single Line Diagram Existing



**Gambar 6.** Single Line Diagram Existing berdasarkan Simulasi ETAP

Sejalan dengan program deliselisasi yaitu pengurangan penggunaan BBM pada sisi pembangkit (PLTD Tapak Tuan), maka dibuat perencanaan penambahan capasitor pada sisi tapak tuan. Sebagai upaya mendukung pengurangan pemakaian BBM pada pembangkit dan menjaga standar

layanan tegangan terhadap pelanggan. Dengan perubahan pola Operasi ini diharapkan dapat dilakukan penurunan BPP (Biaya Pokok Produksi) pada PLTD Tapak Tuan. adapun data pola operasi mesin PLTD Tapak Tuan sebagai berikut :

**tabel 1.** Program Deliselisasi

NO	TANGGAL	JAM	TEGANGAN (KV)	BEBAN ( INC )		BEBAN OG(KW)					KETERANGAN
				TT02	MESIN OP	TT01	TT04	TT03	CAP 1	CAP 2	
73	21-Jan-23	1.00	197	3.867	600	1.067	2.867		ON		CAT 600 KW
74	21-Jan-23	2.00	19,5	3.400	-	1.067	2.800		ON		
75	21-Jan-23	3.00	19,7	3.667	-	1.033	2.733		ON		
76	21-Jan-23	4.00	19,9	3.700	-	1.000	2.633		ON		
77	21-Jan-23	5.00	19,9	3.600	-	1.000	2.667		ON		
78	21-Jan-23	6.00	20	3.600	500	1.067	2.933		ON		CAT 500 KW
79	21-Jan-23	7.00	19,8	2.967	800	1.300	3.133		ON		CAT 800 KW
80	21-Jan-23	8.00	20,1	2.933	700	933	2.600		ON		CAT 700 KW
81	21-Jan-23	9.00	19,9	2.900	700	967	2.600		ON		CAT 700 KW
82	21-Jan-23	10.00	20	2.900	700	967	2.600		ON		CAT 700 KW
83	21-Jan-23	11.00	20	3.000	800	1.000	2.767		ON		CAT 800 KW
84	21-Jan-23	12.00	19,9	3.100	800	1.033	2.867		ON		CAT 800 KW
85	21-Jan-23	13.00	20	3.133	800	1.067	2.733		ON		CAT 800 KW
86	21-Jan-23	14.00	19,9	3.067	800	1.033	2.733		OFF		CAT 800 KW
87	21-Jan-23	15.00	20,3	-	1.100	1.033	-		OFF		SWD3 450KW CAT 650KW
88	21-Jan-23	16.00	20,3	-	1.050	1.000	-		OFF		SWD3 450KW CAT 600KW
89	21-Jan-23	17.00	20,4	-	1.150	1.100	-		OFF		SWD3 550KW CAT 600KW
90	21-Jan-23	18.00	19,5	3.233	1.540	1.100	3.633		ON		SWD3 740KW CAT 800KW
91	21-Jan-23	19.00	19,7	3.233	2.100	1.367	3.900		ON		SWD2 500KW SWD3 750KW CAT 850KW

Berdasarkan data yang di peroleh guna mengoptimalkan program

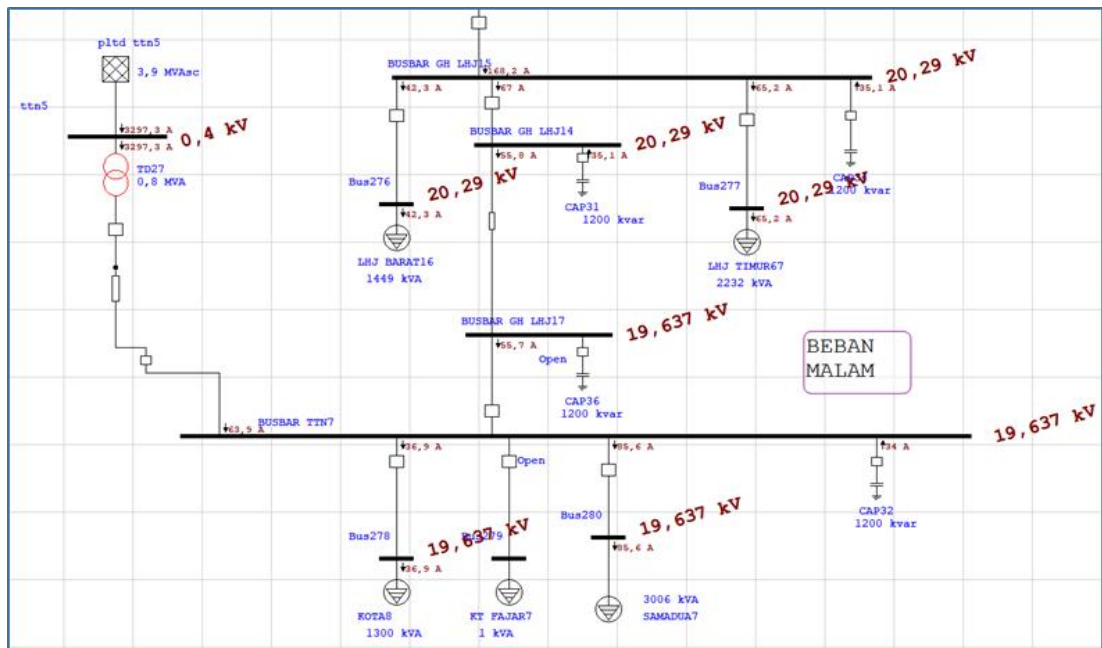
Dediesellisasi maka perlu dilakukan penambahan Kapasitor sehingga

diperlukan simulasi penempatan posisi kapasitor guna untuk menaikkan tegangan dengan menggunakan aplikasi ETAP sebelum dilakukan eksekusi di lapangan.

**Simulasi I**

Simulasi I yaitu dengan pemasangan 1 Bh kapasitor dengan kapasitas 400 kVAR berikut :

di ULP Labuhan Haji dan Operasi mesin PLTD 1 Unit dibebani 0,8 MW, artinya 2 kapasitor On di ULP Labuhan Haji, 1 Kapasitor On Tapaktuan ditambah dengan Operasi PLTD dengan beban 0,8 MW. Simulasi ini dilakukan pada saat beban puncak malam. adapun gambar simulasi ETAP dan Tabel perbandingan tegangan sebagai



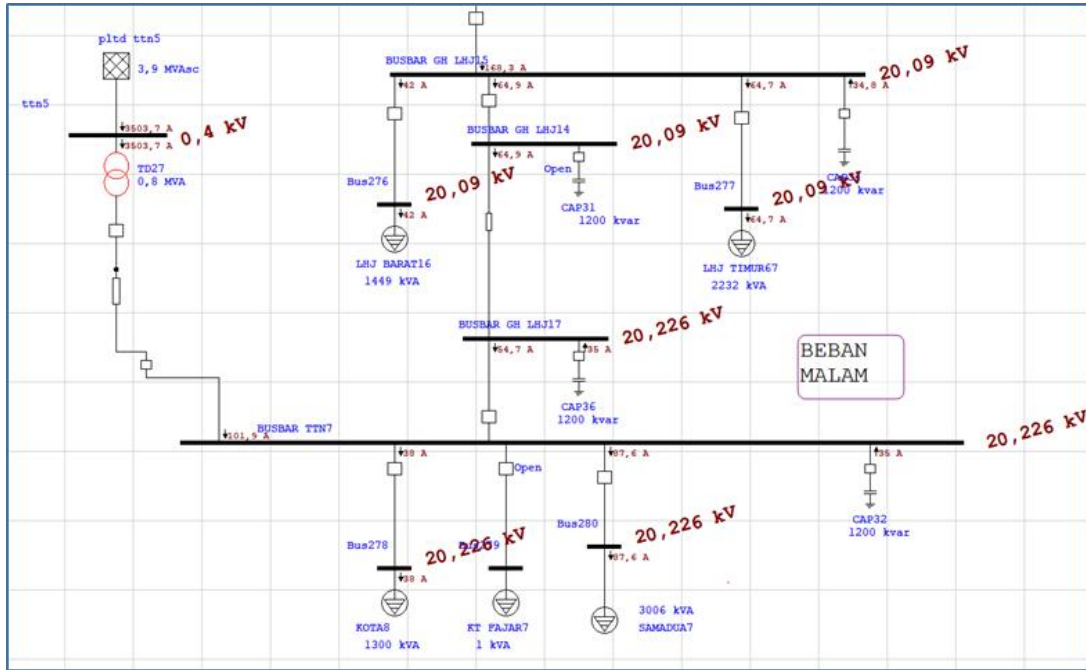
**Gambar 6.** Kondisi Simulasi I Saat Beban Puncak Malam (Simulasi ETAP)

Dapat dilihat dari tabel diatas tegangan yang diterima di ULP Labuhan Haji dari GI Blang Pidie sebesar 20,29 kV sehingga mengalami penurunan sebesar 0,71 kV dari GI Blang Pidie sedangkan tegangan yang dihasilkan di GH Tapak Tuan sebesar 19,63 kV sehingga mengalami penurunan sebesar 1,37 kV dari Tegangan Pangkal GI.

**Simulasi II**

Simulasi II yaitu dengan pemasangan 1 Bh kapasitor di ULP Tapak Tuan dan Operasi mesin PLTD 1 Unit dibebani 0,8 MW, artinya 1 kapasitor On di ULP Labuhan Haji 2 Kapasitor On di PLTD Tapak Tuan ditambah PLTD beroperasi. Simulasi ini dilakukan pada saat beban puncak malam, adapun gambar simulasi ETAP dan Tabel perbandingan tegangan sebagai berikut :





Gambar 7. Kondisi Simulasi I Saat Beban Puncak Malam (Simulasi ETAP)

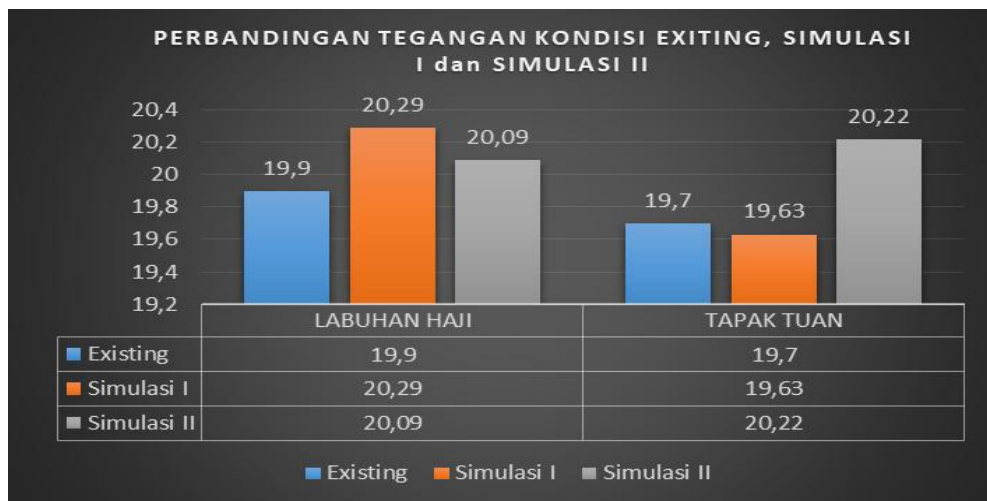
SIMULASI II									
NO	LOKASI	KAPASITOR			PLTD		TEGANGAN PANGKAL GI (kV)	TEGANGAN TERIMA (kV)	KET
		UNIT	KONDISI	KAPASITAS	KONDISI	BEBAN			
1	LABUHAN HAJI	UNIT 1	ON	400 kVAR			21	20,09	EXISTING
2	TAPAK TUAN	UNIT 1	ON	800 kVAR	ON	0,8 MW			EXISTING
		UNIT 2	ON	400 kVAR			21	20,22	RENCANA PASANG

*Simulasi Kondisi Saat Beban Puncak*

Dapat dilihat dari tabel diatas tegangan yang diterima Labuhan Haji dari GI Blang Pidie sebesar 20,09 kV mengalami penurunan 0,91 kV sedangkan tegangan yang diterima di ULP tapaktuan sebesar 20,22 mengalami penurunan 0,78 kV.

**SIMPULAN**

Berdasarkan hasil Simulasi I dan II maka dapat kita lihat perbandingan pada grafik dibawah ini:



Dapat disimpulkan simulasi II yang mungkin untuk diimplementasikan dalam penempatan kapasitor karena tegangan ujung diterima ULP Tapak Tuan di posisi yang Optimal di 20,02 kV sesuai dengan standar SPLN. Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan pada saat jam tertentu PLTD tidak perlu operasi guna untuk membantu menaikkan tegangan karena dampak dari pemasangan kapasitor 400 kVAR di ULP Tapak Tuan Cukup Optimal.

Dan dapat dilihat tabel dibawah ini merupakan perubahan pola Operasi PLTD(Hamdani, Anisah and Zuraidah, no date). Dengan terimplementasinya project tersebut berdasarkan secara perhitungan dengan berkurangnya operasi mesin PLTD yang ada di Tapak Tuan maka ada penurunan Biaya Pokok Produksi (BPP) yang terjadi dengan berkurangnya pemakaian BBM Solar seperti pada table di bawah ini:

**Perkiraan Penghematan BPP**

MESIN	Kondisi	Lama Operasi (Jam)	Konsumsi BBM(Liter)	Biaya (Rupiah)
cat 3512B	Existing	487	96.377	1.301.089.500
	Renacana	180	35.622	480.895.503
	Saving	307	60.755	820.193.997

## DAFTAR PUSTAKA

- Basudewa, D.A. (2020) 'Analisa Penggunaan Kapasitor Bank terhadap Faktor Daya Pada Gedung IDB Laboratory UNESA', *Jurnal Teknik Elektro*, 09(03), pp. 697-707.
- Dedi Makmur (2022) 'Simulasi Optimasi Penempatan Kapasitor Bank Untuk Perbaikan Drop Tegangan Pada Feeder Bumiayu 07 Dengan ETAP', *Simulasi Optimasi Penempatan Kapasitor Bank Untuk Perbaikan Drop Tegangan Pada Feeder Bumiayu 07 Dengan ETAP*, p. 1.
- Dermawan, E., Samsinar, R. and Nurudin (2019) 'Studi Optimasi Penempatan dan Ukuran Kapasitor Dengan Metode Genetik Algoritma Pada Distribusi Hotel Starlet', *Prosiding Semnastek*, 0(0), pp. 1-8.
- Elchrisa, C., Amali, L.K. and Tolago, A.I. (2019) 'Analisis Optimasi Penempatan Kapasitor Bank pada Jaringan Tegangan Menengah 20kV Feeder IS.03 Rayon Limboto untuk Memperbaiki Kualitas Tegangan', *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 1(1), pp. 25-31. Available at: <https://doi.org/10.37905/jjee.v1i1.2725>.
- Habsoro, S.W., Nugroho, A. and Winardi, B. (2013) 'Analisa Penempatan Kapasitor Bank Untuk Perhitungan Drop Voltage Pada Feeder Batang 02 Tahun 2012-2016 Dengan Software Etap 7.0.0', *Transient*, 2(1), pp. 16-23.
- Hamdani, H., Tharo, Z. and Anisah, S. (2019) 'Perbandingan performansi pembangkit listrik tenaga surya antara daerah pegunungan dengan daerah pesisir', *Prosiding Seminar Nasional Teknik UISU (SEMNASTEK)*, 2(1), pp. 190-195. Available at: <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/semnastek/article/view/1311>.
- Hamdani, S.T., Anisah, S. and Zuraidah, S.T.M.T. (no date) 'Monograf Implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Untuk Rumah Tinggal'. Reviews, C. (2020) 'Improvement Method Bayu Power Plant', 7(09), pp. 3089-3094.
- Sunrise, P.T. (2023) 'Wahana: Tridarma Perguruan Tinggi Analysis of Capasitor Bank Installation for Power Quality', 75(2), pp. 60-72.
- Syahputra, M.R. (2020) 'Metode Virtual Design Plc Daring Dalam Teknik Pengembangan Revolusi Industri 4.0', pp. 1-4.
- Tharo, Z. et al. (2022) 'Perancangan Dan Implementasi Genset 450 Va Berbasis Panel Surya', *Journal of Electrical and System Control Engineering*, 6(1), pp. 50-58. Available at: <https://doi.org/10.31289/jesce.v6i1.7563>.
- Wahyuni, D.S. et al. (2023) 'Analisa Penempatan Distributed Generation (DG) dan Kapasitor Bank pada IEEE 118-Bus Sistem Distribusi

Radial', ... *Teknik Elektro dan ...*, pp. 13–18.  
Available at:  
<http://118.98.121.208/index.php/sntei/article/view/4315>.

- Rahmathulla, V.K., Das P., Ramesh, M. &Rajan, R.K. (2007). Growth Rate Pattern and Economic Traits of Silkworm *Bombyxmori*, L under the influence of folic acid administration. *J. Appl. Sci. Envi- ron. Manage.* 11(4): 81-84
- Suharyanto, A., (2016),Pusat Aktivitas Ritual Kepercayaan Parmalim di Huta Tinggi Laguboti, *Jurnal Ilmu Pemerintahan dan Sosial Politik*, 4 (2): 182-195.