

Dedieselisasi Kelistrikan Pulau Buluh untuk Meningkatkan Jam Nyala

Alexander Manalu^{1,*}, Denis², Yosua Alvin Adi Soetrisno²

¹Program Studi Program Profesi Insinyur, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

²Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

*Corresponding author: alexandermanalu@gmail.com

(Received: November 12, 2024; Accepted: December 18, 2024)

Abstract

Buluh Island Electricity Dedieselization to Increase Running Hours. Riau Islands Province is a province with a large archipelago in Indonesia. The area of Riau Islands Province is 8,201.72 km², of which 96% is ocean and 4% is land. According to data from the Riau Islands Provincial Government, there are 2,408 islands in the Riau Islands consisting of large and small islands. Buluh Island is one of the islands in the Riau Islands and is located across from Batam Island. Buluh Island's electricity is currently served by PT Perusahaan Listrik Negara (Persero) Customer Service Unit (ULP) Belakang Padang with a power of 14 hours. To provide electricity on Buluh Island, PLN provides a Diesel Power Plant (PLTD). Based on the evaluation of the current power hours and capacity, Buluh Island needs to be improved to anticipate the increase in customer demand for power hours and to overcome electricity shortages in the next few years. To overcome the need for power hours and electricity shortages that will occur on Buluh Island, additional electricity is needed, which will be obtained from Batam Island. To distribute electricity from Batam to Buluh Island, a medium voltage sea cable is needed. With this dedieselization, the PLTD operating on Buluh Island will be deactivated and the electricity source will be obtained from the PLN Batam grid.

Keywords: archipelago, Pulau Buluh, electricity, supply duration, submarine cable

Abstrak

Provinsi Kepulauan Riau merupakan provinsi dengan kepulauan yang besar di Indonesia. Luas wilayah Provinsi Kepulauan Riau sebesar 8.201,72 km² yang mana 96% merupakan lautan dan 4% merupakan daratan. Menurut data dari Pemerintah Provinsi Kepulauan Riau terdapat 2.408 pulau di Kepulauan Riau yang terdiri dari pulau besar dan kecil. Pulau Buluh merupakan salah satu pulau yang terdapat di Kepulauan Riau dan terletak di seberang Pulau Batam. Kelistrikan Pulau Buluh saat ini sudah dilayani oleh PT Perusahaan Listrik Negara (Persero) Unit Layanan Pelanggan (ULP) Belakang Padang dengan jam nyala sebesar 14 Jam. Untuk menyediakan listrik di Pulau Buluh, PLN menyediakan mesin Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD). Berdasarkan evaluasi jam nyala dan kapasitas yang ada saat ini, Pulau Buluh perlu ditingkatkan untuk mengantisipasi peningkatan kebutuhan pelanggan akan jam nyala dan mengatasi kekurangan listrik dalam beberapa tahun ke depan. Untuk mengatasi kebutuhan jam nyala dan kekurangan listrik yang akan terjadi di Pulau Buluh, diperlukan tambahan listrik yang mana tambahan listriknya akan diperoleh dari Pulau Batam. Untuk mengalirkan listrik dari Batam ke Pulau Buluh diperlukan kabel laut tegangan menengah. Dengan dedieselisasi ini, PLTD yang beroperasi di pulau Buluh akan dinonaktifkan dan sumber listrik akan diperoleh dari grid PLN Batam.

Kata kunci: *kepulauan, Pulau Buluh, kelistrikan, jam nyala, kabel laut*

How to Cite This Article: Alexander, A., Denis, D. & Soetrisno, Y. A. A. (2024). Dedieselisasi Kelistrikan Pulau Buluh untuk Meningkatkan Jam Nyala. *JPII*, 2(5), 301-307. DOI: <https://doi.org/10.14710/jpii.2024.24591>

PENDAHULUAN

Pulau Buluh terletak di Provinsi Kepulauan Riau. Lokasi Pulau Buluh dapat diakses dari Pulau Batam karena letaknya yang berdekatan dengan Pulau Batam seperti terlihat pada Gambar 1. Sebagian besar penduduk Pulau Buluh hidup sebagai nelayan. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) terdapat 3.024 jiwa di Pulau Buluh. Adapun pelanggan listrik PLN yang terdapat di Pulau Buluh sebanyak 650 kepala keluarga (KK). Saat ini, pelanggan listrik Pulau Buluh dapat menikmati listrik dengan durasi 14 jam nyala yang mana kapasitas pembangkitan yang tersedia sebesar 420 kW.



Gambar 1. Pulau Batam dan Pulau Buluh (Sumber: Google Maps)

Selaras dengan semangat dedieselisasi seperti yang disampaikan oleh Menteri Energi Sumber daya dan Mineral, PLN berupaya melakukan dedieselisasi untuk mengurangi emisi karbon dengan cara menggantikan PLTD dengan pembangkit gas, energi baru terbarukan (EBT) ataupun grid dengan sistem kelistrikan. Mengingat Pulau Buluh terletak di seberang Pulau Batam dengan jarak kurang lebih 1 km, hal ini menjadi tantangan tersendiri dalam meningkatkan jam nyala di Pulau Buluh. Berdasarkan dari kondisi geografis dan regulasi yang ada saat ini, solusi yang ditawarkan untuk meningkatkan jam nyala di Pulau Buluh saat ini adalah pembangunan kabel laut.

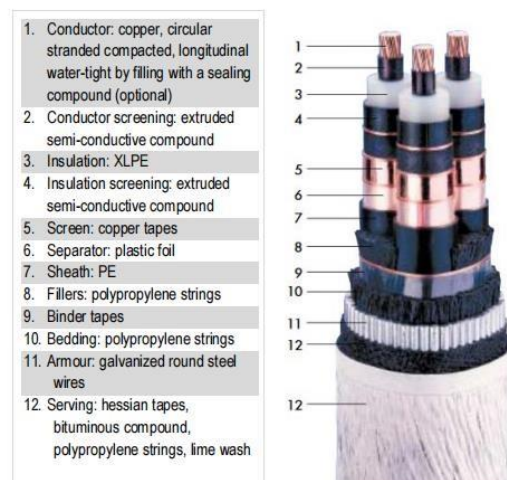
Pengembangan sistem kelistrikan untuk daerah terisolasi memiliki tantangan tersendiri. Hal ini disebabkan oleh kebijakan saat ini yang mana pengembangan kelistrikan difokuskan menuju kebijakan energi bersih.

Menurut Thomas Worzyk (2009), kepulauan yang saling berdekatan dapat dihubungkan dengan kabel laut dengan panjang ekonomis 10-30 km. Dalam

pembangunan kabel laut PLN telah menerbitkan standar dalam pembangunan kabel laut sebagai panduan dalam pengembangan kabel laut. Berdasarkan SPLN D5.007:2014 Perencanaan Saluran Kabel Laut Tegangan Menengah, berikut hal-hal yang harus diperhatikan dalam pembangunan kabel laut:

1. Kajian awal sistem kelistrikan
2. Pra studi kelayakan
Kajian pendahuluan untuk menilai kelayakan proyek dengan menggunakan data sekunder dan asumsi. Keluaran dari pra studi kelayakan adalah pernyataan mengenai dapat tidaknya proyek dilaksanakan.
3. Studi kelayakan
Kajian lanjut secara geografis, sosial, ekonomi, teknik dan analisis mengenai dampak lingkungan (AMDAL dan UKL/UPL).
4. Perizinan
5. Desain dasar

Setelah perencanaan, tahapan penting lainnya adalah konstruksi. Material utama dalam penelitian ini adalah kabel laut. Berdasarkan SPLN D3.024:2016 Saluran Kabel Laut Tegangan Menengah, Spesifikasi Kabel Laut 12/20 (24) kV tipe kabel laut yang direkomendasikan adalah tipe XLPE seperti Gambar 2 berikut ini. Detail gambar tidak dapat disampaikan secara detail dalam karya ilmiah ini namun dapat dilihat pada referensi yang ada.



Sumber: Nexans Medium-voltage Submarine Cable XLPE insulated Type 2XS2YRAA

Gambar 2. Kabel laut tegangan menengah

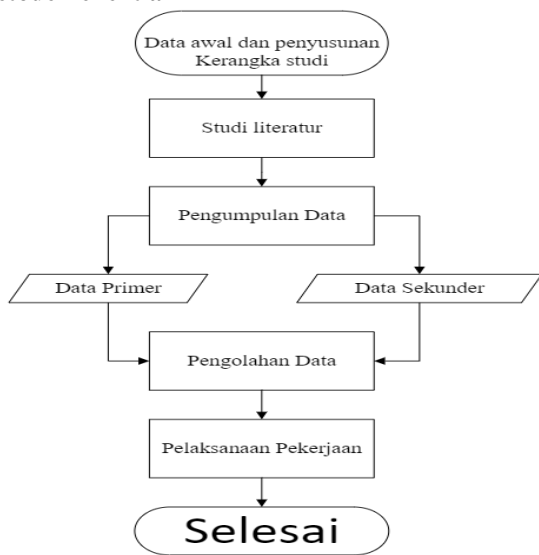
Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas bagaimana perencanaan kabel laut untuk menurunkan biaya pokok penyediaan tenaga listrik yang dilakukan pada sistem kelistrikan Bengkalis melalui interkoneksi 150 kV (Khoirudin et al., 2023) dan studi batimetri dalam pembangunan kabel laut di Pulau Pahawang (Badrutamam et al., 2020), studi interkoneksi kabel laut telah dilakukan juga terkait analisa sistem interkoneksi kabel laut untuk Pulau Lae-Lae di Provinsi Maluku yang mana meneliti tentang stabilitas sistem tenaga listrik. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui peningkatan jam nyala kelistrikan dengan mengoptimalkan sumber energi dari grid Pulau Batam.

METODE PENELITIAN

Bahan

Dalam penelitian ini menggunakan bahan-bahan berupa kondisi kelistrikan terkait, komputer dan aplikasi terkait.

Metode Penelitian



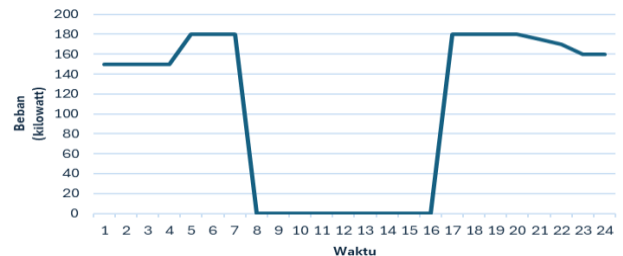
Gambar 3. Diagram alir

Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini terdapat 2 jenis yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh secara langsung melalui pengukuran atau observasi lapangan. Data sekunder yang diperlukan untuk pra studi kelayakan berupa kajian awal kelistrikan, jalur lalu lintas pelayaran, peta kehutanan, meteorologi, peta topografi, peta rencana tata ruang dan tata wilayah. Proses penelitian ini dimulai dengan mempelajari kondisi kelistrikan di Pulau Buluh. Selanjutnya mempelajari berbagai literatur terkait pengembangan sistem kelistrikan dan pembangunan kabel laut.

Kebutuhan Listrik

Secara geografis Pulau Buluh terletak di provinsi Kepulauan Riau. Jarak antara Pulau Buluh dan Pulau Batam kurang lebih 1 km. Kondisi geografis Pulau buluh dapat dilihat pada Gambar 1.



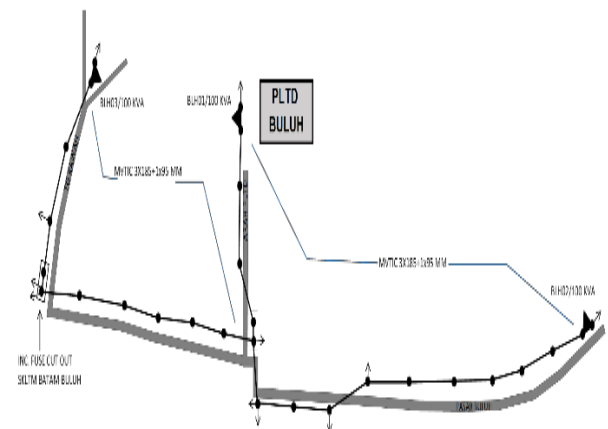
Gambar 4. Langgam beban Pulau Buluh

Gambar 4 di atas menunjukkan pola operasi 14 jam kelistrikan di Pulau Buluh dengan beban rata-rata. Sistem kelistrikan Pulau Buluh sampai dengan tahun 2023 masih bergantung pada diesel/Pusat Listrik Tenaga Diesel (PLTD). Neraca daya sistem kelistrikan di Pulau Buluh dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Neraca daya PLTD Pulau Buluh (Sumber: PLN ULP Belakang Padang)

Unit	Daya (kW)	
	Terpasang	Mampu
PLTD	420	340

Dalam melayani pelanggan di Pulau Buluh, PLN memiliki jaringan distribusi di Pulau Buluh terdiri dari Jaringan Tegangan Menengah (JTM) udara 0,5 kms dan Jaringan Tegangan Rendah (JTR) sepanjang 3,3 kms seperti terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Jaringan Pulau Buluh (Sumber: PLN ULP Belakang Padang)

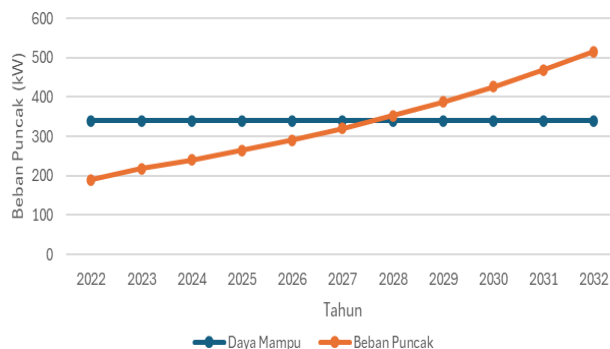
Data pertumbuhan beban puncak secara khusus yaitu pada sistem di wilayah Pulau Buluh pada tahun 2022 yang didapatkan dari PLN Wilayah Riau dan Kepulauan Riau disebutkan bahwa beban puncak paling

tinggi terjadi pada setiap bulan kecuali bulan April dan Mei sebesar 195 kW dengan daya mampu dari sistem yang ada sebesar 340 kW. Sedangkan untuk beban puncak terendah yang terjadi pada bulan April sebesar 181 kW.

Kebijakan pengembangan sistem distribusi listrik, fokus pengembangan dan investasi secara umum diarahkan pada 4 hal. Empat hal tersebut adalah perbaikan tegangan pelayanan, perbaikan SAIDI dan SAIFI, penurunan susut teknis jaringan serta rehabilitasi jaringan yang tua. Dalam pengembangan sistem distribusi pula terdapat perluasan sistem distribusi yang dibutuhkan dalam rangka mengantisipasi pertumbuhan beban puncak sebagai akibat pertumbuhan penjualan energi setiap tahunnya.

PLN UID Riau dan Kepulauan Riau berencana untuk membangun jaringan distribusi tegangan menengah 20 kV dari pusat pembangkit tenaga listrik dari satu pulau ke pulau lain. Hal ini berkaitan dengan daya beli energi oleh masyarakat yang meningkat setiap tahunnya yang berpengaruh pada pertumbuhan beban puncak di wilayah ini. Selain itu, kelistrikan yang andal merupakan faktor penting untuk mendukung kemajuan ekonomi di wilayah tersebut.

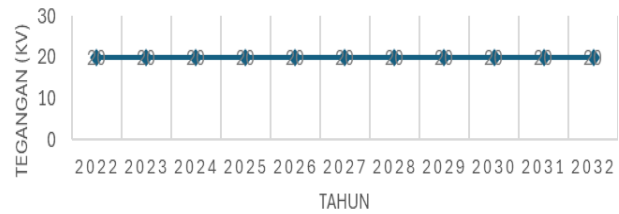
Beban dan pertumbuhannya di wilayah Pulau Buluh berpotensi mengalami pertumbuhan pelanggan menjadi sebesar 10 MW. Dalam proyeksi pertumbuhan beban puncak seperti terlihat dalam Gambar 6 untuk 10 tahun mendatang di wilayah Pulau Buluh, pada tahun 2028 dan setelahnya sistem akan mengalami kekurangan pasokan daya untuk memenuhi permintaan daya listrik pada saat beban puncak sebesar 351 kW pada tahun 2028.



Gambar 6. Growth dan beban puncak (Sumber: PLN ULP Belakang Padang)

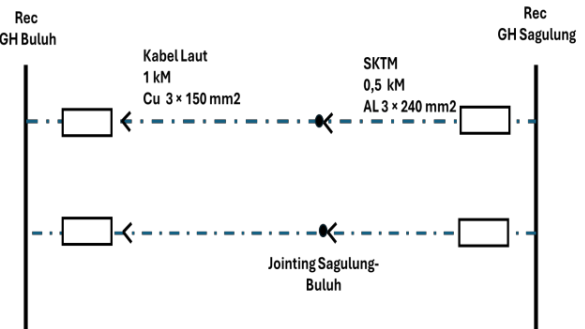
Analisis Kelayakan Pengembangan

Dilakukan studi aliran daya pada jaringan distribusi 20 kV PT PLN (Persero) Riau dan Kepulauan Riau dari GI Sagulung (Pulau Batam) ke PLTD Pulau Buluh (Pulau Buluh) pada kondisi pembebanan puncak. Hasil studi menunjukkan tegangan di GH Pulau Buluh dari tahun 2022 sampai tahun 2032 seperti pada Gambar 7 di bawah ini.



Gambar 7. Tegangan bus di Pulau Buluh

Hasil studi menunjukkan tegangan pada GH Pulau Buluh tahun 2022-2032 sebesar 20 kV seperti terlihat dalam Gambar 7. Tegangan ini masih dalam batas -10% tegangan nominal yang dipersyaratkan dalam SPLN dan Permen ESDM No. 37 Tahun 2008. Dari analisis di atas, Sistem Batam yang diinterkoneksi ke Sistem Pulau Buluh secara teknis terpenuhi, mengingat jatuh tegangan minimum pada jaringan adalah sebesar -10%.



Gambar 8. Single line diagram kabel laut Batam-Buluh

Analisis Aliran Daya Interkoneksi Pulau Buluh

Analisis hubung singkat dapat dilihat pada Tabel 2 menunjukkan hasil perhitungan arus hubung singkat 3 fasa guna menentukan rating hubung singkat peralatan sesuai standar IEC untuk tahun 2026 dengan kondisi semua pembangkit tersambung dan beban puncak. Hasil perhitungan hubung singkat (*short circuit duty*) pada level tegangan 20 kV adalah seperti pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Perhitungan hubung singkat

Lokasi	Hubung Singkat (Kha)
GH Batam	0,029
GH Buluh	0,029

Konsep Desain Rute Peta Jalur Distribusi

Dari survei yang dilakukan, ditentukan posisi penempatan *landing point* kabel laut sebagai berikut seperti Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Lokasi *landing point* pembangunan kabel laut Pulau Batam-Pulau Buluh

Lokasi <i>Landing Point</i> (LP)	Koordinat	
	Lintang	Bujur
SKTM 20 kV terdekat Batam	1°1'43.67"N	103°55'38.32"E
Batam - Buluh I Batam	1°1'33.17"N	103°55'31.93"E

Dari hasil survei lapangan, dari SKTM 20 kV terdekat ke LP Batam-Buluh I menggunakan SKTM 20 kV sepanjang 0.5 km. Kemudian dari LP Batam-Buluh I ke PLTD Buluh menggunakan kabel laut 20 kV dengan jarak sepanjang 1 km. Peta jalur rencana interkoneksi sistem Pulau Batam ke Pulau Buluh secara geografis dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 9. Peta rencana jalur Pulau Buluh

Dalam pembangunan kabel laut ini digunakan standar-standar sebagai berikut:

- IEC
- SPLN (Standar Perusahaan Listrik Negara)
- SLI (Standar Listrik Indonesia)
- SII (Standar Industri Indonesia)
- JIS (*Japan Industrial Standards*)
- JEC (*Japanese Electrical Committee standards*)
- ANSI (*American National Standards Institute*)
- ASCE (*American Society of Civil Engineer*)
- SNI (Standar Nasional Indonesia)

Untuk kabel tanah digunakan spesifikasi kabel tanah sebagai berikut:

- Tipe: NA2XSEYBY
- Jenis isolasi: XLPE (*Cross Linked Polyethylene*)
- Nominal tegangan operasi: 20 kV
- Tegangan maksimum sistem: 24 kV
- Penampang konduktor nominal: disesuaikan
- *Load factor* harian: 100%
- BIL 1.2/50 us: 125 kV
- Frekuensi: 50 Hz
- Sistem pembumian: langsung

Rating arus kontinyu dari kabel dengan faktor beban 100% diperuntukkan untuk temperatur tanah 30°C. Temperatur maksimum konduktor dengan pembebanan kontinyu tidak akan melebihi 90°C. Temperatur maksimum di bawah arus waktu singkat tidak melampaui temperatur maksimum yang diperbolehkan untuk kabel.

Saluran Kabel Bawah Laut

Kabel laut (*submarine power cable*) digunakan dalam penyaluran tenaga listrik yang berkembang dalam seratus tahun ini. Pada tahap awal kabel ini digunakan untuk pelayanan/penyaluran tenaga listrik ke lokasi lepas pantai seperti rumah-rumah, rumah sakit terapung dan lain lain. Saat ini, penggunaannya untuk melakukan pelayanan penyaluran daya antar sistem, antar *grid power* maupun antar negara.

Banyak pulau yang dekat ke daratan utama dihubungkan dengan menggunakan kabel laut untuk menyalurkan daya listrik antar pulau. Kabel laut ini menggantikan pembangkit yang dibangun untuk sumber tenaga yang dianggap tidak efisien lagi, misalnya PLTD. Panjang ekonomis kabel laut sekitar 10-50 km. Untuk mengatasi/memuhi kenaikan pertumbuhan beban di pulau-pulau tersebut, dipakai kabel tambahan yang dipasang pada jalur yang berdekatan dan juga mungkin pada jalur yang berbeda untuk mengurangi risiko gangguan penyaluran.

Pemilihan Kabel Laut

Dalam pemilihan kabel laut perlu diperhatikan kapasitas yang diperlukan untuk mengantisipasi pertumbuhan beban yang akan terjadi. Tabel 4 di bawah ini merupakan referensi untuk pemilihan kabel laut yang bisa digunakan dalam pemilihan kabel laut.

Tabel 4. Kapasitas hantar arus XLPE 10-90 kV 3 *cores cable*

Cross Section (mm)	Cooper Conductor (A)	Aluminum Conductor (A)	Cross Section (mm)	Copper Conductor (A)	Aluminum Conductor (A)
95	300	235	400	590	485
120	340	265	500	655	540
150	375	300	630	715	600
185	420	335	800	775	660
240	480	385	1000	825	720
300	530	430			

Mengacu pada rencana pertumbuhan beban, kabel laut untuk Pulau Buluh dipilih pada konduktor 150 mm².

Perizinan dalam Pembangunan Kabel Laut

Izin yang diperlukan dalam pembangunan jaringan ini adalah izin penggelaran dari Dirjen Perhubungan Laut, Kantor Administrasi Pelabuhan, Dinas Navigasi Kelautan, *Permit for offshore and unshore excavation* dan *expatriate working permit* (opsional). Sedangkan izin AMDAL yang diperlukan umumnya berasal dari Pemerintah Daerah setempat, Badan Pengelolaan dan Pengendalian Lingkungan Hidup

(BPPLH) dan Balai Konservasi Sumber Daya Alam (BKSDA).

Pelaksanaan Pembangunan Kabel Laut

Pembangunan kabel laut Pulau Batam-Pulau Buluh yang bertujuan untuk mematikan PLTD telah selesai dilaksanakan pada tahun 2023. Sejak kabel laut beroperasi, PLTD Pulau Buluh tidak dioperasikan lagi. Gambar 10 dan 11 di bawah ini menunjukkan proses koordinasi lapangan sebelum penggelaran kabel laut.



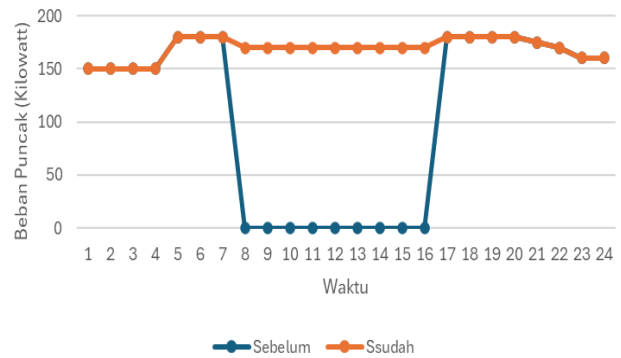
Gambar 10. Briefing penggelaran kabel laut



Gambar 11. Penggelaran kabel laut

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemasangan kabel laut Pulau Batam-Pulau Buluh telah selesai dan diresmikan penyalanya oleh Gubernur Kepulauan Riau pada tanggal 23 Desember 2023. Dari pembangunan kabel laut ini dapat kita lihat bahwa kontinuitas listrik di Pulau Buluh meningkat menjadi 24 jam seperti pada Gambar 12 di bawah ini.



Gambar 12. Perbandingan langgam beban sebelum dan sesudah pembangunan kabel laut

Peningkatan kontinuitas atau peningkatan jam nyala ini adalah hasil dari penyambungan kabel laut Batam-Buluh. Dengan berhasilnya penyambungan ini, unit PLTD yang selama ini dioperasikan untuk mendukung keandalan listrik di Pulau Buluh sekarang tidak dioperasikan lagi. Keberhasilan proses stop operasi PLTD di Pulau Buluh ini selain memberikan manfaat dari sisi keandalan juga memberikan manfaat dari sisi ekonomi bagi masyarakat yang mana seperti disampaikan Sumadiasa et al. (2019). Masyarakat dapat mengembangkan potensi wisatanya dan memaksimalkan hasil pertaniannya. Dengan adanya penyambungan kabel laut Batam-Buluh ini tentu berdampak juga bagi PLN.

Tabel 5. Perhitungan selisih Biaya Penyediaan Listrik Pulau Buluh

Supply	Tarif (Rp/kWh)
A. PLTD Buluh (<i>Existing</i>)	4.618
B. Grid PLN Batam	1.800
C. Selisih (A-B)	2.818

Dari Tabel 5 di atas, dapat kita lihat bahwa BPP pembangkitan dengan menggunakan bahan bakar minyak lebih tinggi dari pada pembelian dari grid PLN Batam. Dengan menggunakan grid dari PLN Batam ini dapat berkontribusi dalam penurunan emisi karbon yang disebabkan oleh PLTD.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dedieselisasi PLD Pulau Buluh telah dilaksanakan.
2. Dedieselisasi ini meningkatkan jam nyala dari 14 jam menjadi 24 jam untuk kelistrikan Pulau Buluh.
3. Dengan beroperasinya kabel laut terjadi penurunan biaya produksi listrik dari Rp4.600,00/kWh menjadi Rp1.800,00/kWh.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada PT PLN (Persero), Institut Teknologi PLN (IT PLN) dan Program Studi Profesi Insinyur Fakultas Teknik Universitas Diponegoro yang telah memberikan kesempatan untuk penyelesaian artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, P. K., & Makkulau, A. (2023). Studi Kelayakan Pembangunan Jaringan Interkoneksi Sistem Biduk Biduk dan Talisayan Untuk Dedieselisasi PLTD Biduk Biduk. *SNEKTI2023*, 4.
- Ansar Resmikan Pengoperasian Saluran Kabel Laut Tegangan Menengah 20 kV di Pulau Buluh, Setelah 64 Tahun Kini Listrik Nyala 24 Jam. (2023, 23 Desember). Diakses dari <https://kepriprov.go.id/berita/gubernur/ansar-resmikan-pengoperasian-saluran-kabel-laut-tegangan-menengah-20-kv-di-pulau-buluh-setelah-64-tahun-kini-listrik-nyala-24-jam>
- Badrutmam, S. M., Satriadi, A., & Ismanto, A. (2020). Studi Batimetri dan Topografi Dasar Laut untuk Penentuan Jalur Peletakan Kabel Bawah Laut di Perairan Lampung–Pulau Pahawang. *Indonesian Journal of Oceanography [May]*, 2(02), 2714-8726.
- Bhekti, D. S., Pontan, D., & Fikri, I. M. (2023). Analisis Faktor Risiko Penyebab Keterlambatan Pelaksanaan Proyek Submarine Cable. *Syntax Idea*, 5(11), 2277-2290.
- Christian, D. (2022, 26 Maret). Menteri ESDM: Program Dedieselisasi PLN Kunci RI Capai Net Zero Emission pada 2060. [Halaman Web]. Diakses dari <https://web.pln.co.id/cms/media/2022/03/menteri-esdm-program-dedieselisasi-pln-kunci-ri-capai-net-zero-emission-pada-2060/>
- Fitrahadi, A., Wijono, W., & Soekotjo, H. (2019). Peletakan dan Analisis Keandalan Kabel Bawah Laut Bangka-Lepar. *Jurnal Ecotipe (Electronic, Control, Telecommunication, Information, and Power Engineering)*, 6(2), 67-75.
- Gonen, T. (2015). *Electric power distribution engineering*. CRC press.
- Institute of Electrical and Electronics Engineers. (2004). *IEEE Guide for the Planning, Design, Installation, and Repair of Submarine Power Cable Systems* (IEEE Standard 1120-2004). IEEE.
- Karaya, V. A. I. (2023). *PERANCANGAN INTERKONEKSI JTM 20 KV KABEL BAWAH LAUT DARI CENTRAL POINT-PULUA LAE-LAE= Design of JTM Interconnection 20kV Undersea Cable From Indonesia's Central Point-Lae-Lae Island* (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).
- Khoirudin, I. N., Anam, S., & Pujiantara, M. (2023). Studi Kelayakan Pemasangan Kabel Laut 150 kV Pakning-Bengkalis untuk Menurunkan Biaya Pokok Produksi (BPP) di Pulau Bengkalis. *Jurnal Teknik ITS*, 12(1), B50-B55.
- Pabla, A. S. (2012). *Electric Power Distribution*. Tata McGraw-Hill Education.
- Penduduk Kota Batam Menurut Kelurahan (Jiwa), 2022-2023. (2024, 2 Mei). Diakses dari <https://batamkota.bps.go.id/id/statistics-table/2/NjUjMg==/penduduk-kota-batam.html>
- PT PLN (Persero). (1987). *SPLN 72:1987 tentang Spesifikasi Desain untuk Jaringan Tegangan Menengah (JTM) dan Jaringan Tegangan Rendah (JTR)*. PT PLN (Persero).
- PT PLN (Persero). (2014). *SPLN D5.007: 2014 Perencanaan Saluran Kabel Laut Tegangan Menengah*. PT PLN (Persero)
- PT PLN (Persero). (2016). *SPLN D3.024 tentang Saluran Kabel Laut Tegangan Menengah, Spesifikasi Kabel Laut 12/20 (24) kV*. PT PLN (Persero).
- PT PLN (Persero). (2020). *SPLN D5.008-1 2020 tentang Konstruksi Distribusi, Bagian 1: Jaringan Tegangan Menengah*. PT PLN (Persero).
- Redaksi. (2019, 21 November). PLN Lampung Salurkan Kabel Laut di Pulau Pahawang. [Halaman Web]. Diakses dari <https://headlinelampung.com/2019/11/21/pln-lampung-salurkan-kabel-laut-di-pulau-pahawang/>
- Short, T. A. (2003). *Electric power distribution handbook*. CRC press.
- Sumadiasa, I. K., Tisnawati, N. M., & Wirathi, I. G. A. P. (2016). analisis pengaruh pembangunan infrastruktur jalan, listrik dan pma terhadap pertumbuhan pdrb provinsi bali tahun 1993-2014. *E-Jurnal Ekonomi Pembangunan Universitas Udayana*, 5(7), 165225.
- Tegangan, K. U. P. Analisis Perbandingan Sistem Saluran Kabel Udara Tegangan Menengah (SKUTM) Dan Saluran Kabel Tanah Tegangan Menengah (SKTM).
- Tentang Kepri. (2016, 20 Mei). Diakses dari <https://kepriprov.go.id/laman/tentang-kepri>
- Tupalessy, J., Hasanah, R. N., & Suyono, H. (2015). Perencanaan sistem interkoneksi jaringan listrik kabel bawah laut di Propinsi Maluku. *Jurnal EECCIS (Electrics, Electronics, Communications, Controls, Informatics, Systems)*, 9(1), 43-48.
- Worzyk, T. (2009). *Submarine power cables: design, installation, repair, environmental aspects*. Springer Science & Business Media.