

**PERENCANAAN KETENAGALISTRIKAN KOTA BATAM TAHUN 2022 S/D
2030 DENGAN METODE ECONOMETRIC REGRESION ANALISIS
MENGUNAKAN APLIKASI SIMPLE - E**

TESIS

Oleh :

JUFRI HELMI

NPM : 2020080002



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2023**

PENGESAHAN TESIS

Nama : JUFRI HELMI
NPM : 2020080002
Prodi / Konsentrasi : Magister Teknik Elektro
Judul Thesis : Perencanaan Ketenagalistrikan Kota Batam Tahun 2022
S/D 2030 Dengan Metode Econometric Regresion
Analisis Menggunakan Aplikasi Simple - E

Pengesahan Tesis :

Medan, _____

Komisi Pembimbing

Pembimbing I

(Assoc. Profesor Dr. Ir Suwarno, M.T)

Pembimbing II

(Dr. Josep Hadipramana)

Diketahui

Direktur

(Prof. H-Dr. Triono Eddy, S.H., M.Hum)

Ketua Program Studi

(Assoc. Profesor Dr. Ir Suwarno, M.T)

PENGESAHAN

Perencanaan Ketenagalistrikan Kota Batam Tahun 2022 S/D 2030 Dengan Metode Econometric Regresion Analisis Menggunakan Aplikasi Simple – E

JUFRI HELMI

2020080002

Program Studi : Magister Teknik Elektro

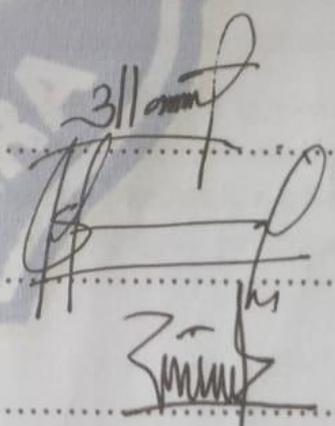
Tesis ini telah dipertahankan di Hadapan Komisi Penguji yang dibentuk oleh Program Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Dinyatakan Lulus dalam Uji tesis dan Berhak menyandang Gelar Magister Teknik (M.T)

Pada hari Kamis , 16 Maret 2023

Komisi Penguji

1. **Assoc. Prof. Dr. Muhammad Fitra Zambak, M.Sc**
Ketua
2. **Assoc. Prof. Dr. Ir Syafruddin Hasan, M.Sc**
Sekretaris
3. **Rohana , S.T., M.T**
Anggota

1.....
2.....
3.....



PERNYATAAN

**PERENCANAAN KETENAGALISTRIKAN KOTA BATAM TAHUN 2022 S/D
2030 DENGAN METODE ECONOMETRIC REGRESION ANALISIS
MENGUNAKAN APLIKASI SIMPLE – E**

Dengan ini penulis menyatakan bahwa :

1. Tesis ini disusun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Magister pada Program Magister Teknik Elektro Program Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara benar merupakan hasil karya peneliti sendiri.
2. Tesis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik magister, baik di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara maupun di perguruan tinggi lain.
3. Tesis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Komisi Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
4. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari ternyata ditemukan seluruh atau sebagian tesis ini bukan hasil karya penulis sendiri atau adanya plagiat dalam bagian-bagian tertentu, penulis bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang penulis sandang dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan perundangan yang berlaku.

Medan, Maret 2023

Penulis,



(Jufri Helmi)
2020080002

KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohim.

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah Swt. atas ridhanya saya dapat menyelesaikan penyusunan thesis ini. Thesis ini diajukan untuk memenuhi syarat kelulusan saya pada Program Studi Magister Teknik elektro di UMSU. Tidak dapat disangkal bahwa butuh usaha yang keras dalam penyelesaian pengerjaan Thesis ini. Namun, karya ini tidak akan selesai tanpa orang-orang tercinta di sekeliling saya yang mendukung dan membantu. Terima kasih saya sampaikan kepada:

1. Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro UMSU
2. Pembimbing 1 selaku Dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan berbagai pengalaman kepada penulis
3. Pembimbing 2 selaku Dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan berbagai masukan kepada penulis.
4. Segenap Dosen Magister Program Studi Teknik Elektro UMSU yang telah mendidik dan memberikan ilmu selama kuliah dan seluruh staf yang selalu sabar melayani segala administrasi selama proses penelitian ini.
5. Semua pihak yang telah membantu dan tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga segala kebaikan dan pertolongan semuanya mendapat berkah dari Allah Swt. dan akhirnya saya menyadari bahwa thesis ini masih jauh dari kata sempurna, karena keterbatasan ilmu yang saya miliki. Untuk itu saya dengan

kerendahan hati mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun dari semua pihak demi membangun laporan penelitian ini.

Medan, 25 Februari 2023

Penulis

Abstrak

Energi listrik merupakan salah satu infrastruktur yang menyangkut hidup setiap manusia. Semakin hari semakin meningkat kebutuhan energi listrik yang dipengaruhi oleh faktor meningkatnya aktifitas ekonomi masyarakat. Dengan timbulnya faktor tersebut, maka harus diimbangi dengan penyediaan energi listrik yang cukup serta harga yang memadai untuk memenuhi kebutuhan yang meningkat. Ketersediaan energi listrik merupakan aspek yang sangat penting dan bahkan menjadi suatu parameter untuk mendukung keberhasilan pembangunan suatu daerah. Perencanaan dan pengelolaan energi secara umum termasuk di dalamnya adalah energi listrik perlu mendapatkan perhatian serius dari Pemerintah Daerah. Dalam perencanaan ketenagalistrikan kota Batam tahun 2022 s/d 2030 dapat dirumuskan dalam beberapa hal yang telah disebutkan dalam RUPTL, pada penelitian ini merencanakan pengembangan sistem pembangkit, sistem jaringan transmisi dan gardu distribusi kota Batam tahun 2022 s/d 2030 dengan menggunakan aplikasi Simple E. Merencanakan proyeksi kebutuhan bahan bakar serta proyeksi kebutuhan investasi untuk mendukung program pengembangan ketenagalistrikan kota Batam sesuai dengan RUPT, Prakiraan pertumbuhan pemakaian tenaga listrik untuk masa 10 (sepuluh) tahun yang akan datang menggunakan asumsi pertumbuhan PDRB rata-rata sebesar 3.7% periode 2022-2030. Penurunan proyeksi pertumbuhan disebabkan adanya covid 19 yang menyebabkan penurunan sebesar -0,68% apada tahun 2020. Sehingga untuk proyeksi PDRB terkoreksi menjadi 3,7% yang sebelumnya diasumsi lebih tinggi 4%. Asumsi selanjutnya adalah pertumbuhan penduduk yang diasumsikan 2.5% pertahun pada periode 10 (sepuluh) tahun yang sama. Hasil prakiraan kebutuhan tenaga listrik untuk Pulau Batam berdasarkan asumsi ini akan meningkat dari 2.616,5 GWh tahun 2022 menjadi 3.616,3 GWh pada tahun 2030 atau tumbuh rata-rata sebesar 3,3 % pertahun. Guna memenuhi rencana pertumbuhan beban tersebut maka diperlukan tambahan kapasitas pembangkit sebesar 751 MW dari tahun 2022 sampai 2030 atau rata-rata 75,1 MW pertahun.

Keyword : Energi Listrik, RPTUL Batam, Simple E, Kapasitas Pembangkit

DAFTAR ISI

PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
Abstrak	v
Daftar Isi	vi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Perencanaan Ketenagalistrikan.....	6
2.2 Gambaran Umum Kondisi Pasokan Tenaga Listrik.....	7
2.3 Faktor Prakiraan Beban Listrik	9
2.4 Klasifikasi dan Karakteristik Beban.....	9
a. Kebutuhan (demand).....	10

b. Kebutuhan maksimum.....	10
c. Beban Terpasang.....	10
d. Beban Keseluruhan.....	10
e. Faktor Beban.....	11
f. Faktor Kebutuhan.....	11
2.5 Faktor – faktor yang mempengaruhi Ramalan Listrik	11
a. Faktor Ekonomi	11
b. Populasi Penduduk	12
c. Faktor Perencanaan Pembangunan	13
d. Faktor Lain - lain	13
2.6 Model Pendekatan Perencanaan Energi	13
a. Model Pendekatan Ekonometrik.....	14
b. Model Pendekatan Proses	15
c. Model Pendekatan Trend.....	16
d. Model Pendekatan end - use	16
e. Analisis regresi Linier Sederhana	18

f. Analisis regresi Linier berganda	19
2.7 Proses Peramalan Menggunakan simple E	19
a. Sektor Rumah Tangga.....	16
b. Sektor Bisnis.....	21
c. Sektor Umum.....	22
d. Sektor Industri	23
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	25
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	25
3.2 Jenis Penelitian	25
3.3 Pengumpulan Data.....	25
3.4 Rancangan Penelitian	26
3.5 Diagram Alir Penelitian.....	26
BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Hasil Penelitian.....	28
4.2 Data Perencanaan Ketenagalistrikan PT. (Persero) PLN Batam.....	29
4.2.1 Rencana Sistem Pembangkit.....	29

4.2.2 Strategi Pengembangan Distribusi	41
4.2.3 Perencanaan Sistem Distribusi.....	43
4.2.4 Penjualan Tenaga Listrik	46
BAB 5 PENUTUP.....	60
5.1 Kesimpulan.....	60
5.2 Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Kelistrikan PT. PLN Batam.....	8
Gambar 3.5 Diagram Alir Penelitian.....	27
Gambar 4.1 Matrix Risiko RUPTL PT. PLN Batam 2022-2030	59

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Tabel Rekapitulasi Realisasi Daya Mampu Terpasang 2011 – 2020 (MW).	33
Tabel 4.2 Tabel Rekapitulasi Realisasi Daya Mampu Netto 2011 – 2020	34
Tabel 4.3 Tabel Rekapitulasi Realisasi Jumlah Unit Pembangkit 2011 – 2020	35
Tabel 4.4 Realisasi Desa Berlistrik	40
Tabel 4.5 Rencana Desa Berlistrik	40
Tabel 4.6 Infrastruktur Sistem Penyaluran Tahun 2020	42
Tabel 4.7 Table Realisasi Panjang Jalur Transmisi Sejak Tahun 2011 s.d 2020	42
Tabel 4.8 Table Realisasi Transmisi Sejak Tahun 2011 s.d 2020	43
Tabel 4.9 Table Rencana Pembangunan Sistem Distribusi	45
Tabel 4.10 Table Rencana Desa Berlistrik	45
Tabel 4.11 Table Rencana Asumsi atau Target bulanan	46
Tabel 4.12 Table Permodelan Proyeksi Penjualan Tenaga Listrik.....	47

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan salah satu infrastruktur yang menyangkut hidup setiap manusia. Semakin hari semakin meningkat kebutuhan energi listrik yang dipengaruhi oleh faktor meningkatnya aktifitas ekonomi masyarakat. Dengan timbulnya faktor tersebut, maka harus diimbangi dengan penyediaan energi listrik yang cukup serta harga yang memadai untuk memenuhi kebutuhan yang meningkat. Ketersediaan energi listrik merupakan aspek yang sangat penting dan bahkan menjadi suatu parameter untuk mendukung keberhasilan pembangunan suatu daerah. Perencanaan dan pengelolaan energi secara umum termasuk di dalamnya adalah energi listrik perlu mendapatkan perhatian serius dari Pemerintah Daerah.

Perkembangan pembangunan yang pesat dan peningkatan kesejahteraan masyarakat menuntut terpenuhinya ketersediaan energi terutama listrik. Listrik sudah menjadi kebutuhan vital masyarakat sebagai tolok ukur tingkat kesejahteraan. Oleh karena itu pemerintah terus meningkatkan pemenuhan kebutuhan listrik dengan membangun pembangkit listrik baru. Ketersediaan energi listrik yang memadai dan tepat sasaran akan memacu perkembangan pembangunan daerah seperti sektor industri, komersial, pelayanan publik dan bahkan kualitas hidup masyarakat dengan semakin banyaknya warga yang menikmati energi listrik. Kemudian secara langsung maupun tidak langsung, hal itu akan mempengaruhi pertumbuhan ekonomi dan tingkat kesejahteraan masyarakat.

Agar kebutuhan akan listrik dapat tercukupi maka perlu dilakukan penyambungan persediaan energi listrik berdasarkan perencanaan kebutuhan dan beban listrik (demand and load forecasting) yang terjadi dimasa yang akan datang. Oleh karena itu perencanaan kebutuhan sangat perlu dilakukan jauh hari sebelum dilaksanakan perencanaan sistem tenaga listrik. Hasil perencanaan bisa digunakan untuk perencanaan pembangkit, transmisi dan distribusi serta ritel[1].

Permintaan kebutuhan energi listrik yang terus bertambah sejalan dengan pertumbuhan penduduk dan perkembangan ekonomi, mengharuskan pihak penyedia listrik untuk menjamin ketersediaan listrik yang stabil dan memadai[2]. Kurangnya ketersediaan listrik akan mengganggu kegiatan perekonomian yang dapat merugikan masyarakat. Oleh karena itu, reliabilitas dari ketersediaan listrik merupakan hal yang penting. PT PLN adalah penyedia dan penyalur energi listrik utama di Indonesia, sehingga secara tidak langsung, PT PLN menjadi tulang punggung perekonomian masyarakat. Listrik yang disalurkan ke masyarakat terbagi atas beberapa jenis pelanggan, diantaranya disalurkan ke rumah tangga, perkantoran, dan perindustrian. Masing-masing konsumen tersebut memiliki karakteristik pemakaian listrik yang berbeda-beda tergantung dengan jenis beban yang digunakan. Perbedaan jenis beban, baik resistif, induktif, maupun kapasitif akan mempengaruhi daya listrik yang ditransfer, sehingga daya yang dialirkan dan yang dikonsumsi pun berbeda pada masing-masing jenis konsumen.

Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik PT Pelayanan Listrik Nasional Batam, yang selanjutnya direncanakan pada tahun 2022 s/d 2030 disusun untuk memberikan informasi dan gambaran rencana pengembangan sistem tenaga listrik dimasa mendatang menyangkut rencana pengembangan pembangkit, transmisi dan distribusi. RUPTL ini diharapkan dapat digunakan sebagai acuan pengembangan sistem kelistrikan Batam dan sekitarnya sehingga dapat dihindarkan dari pengembangan sarana kelistrikan diluar rencana. Rencana pengembangan sistem tenaga listrik jangka panjang, yaitu 10 tahun diperlukan agar dapat mengakomodasi lead time yang panjang dari proyek-proyek tenaga listrik.

Pertumbuhan penjualan tenaga listrik di pulau Batam selama sepuluh tahun terakhir mencapai 5.35 % pertahun menggunakan Compound Annual Growth Rate (CAGR). Terdapat penurunan pertumbuhan pada tahun 2020 dikarenakan Pandemic Covid-19 melanda dunia termasuk Indonesia yang berakibat penurunan *demand*. Pertumbuhan ini diperkirakan akan mengalami *recovery* seiring sudah ditemukannya vaksin dan new normal. Untuk memenuhi pertumbuhan permintaan (demand) tenaga listrik yang tinggi, diperlukan penambahan fasilitas penyediaan tenaga listrik yang cukup besar dengan investasi yang cukup besar pula. Penelitian perencanaan ketenagalistrikan kota Batam pada tahun 2022 s/d 2030 dilakukan dengan metode econometric regression dengan menggunakan aplikasi simple E, dimana metode econometric regression merupakan satu-satunya metode yang menggunakan faktor makro ekonomi dalam memperkirakan kebutuhan beban energi listrik melalui analisis regresi

dengan memanfaatkan data historis yang diterapkan dalam RUPTL (Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik) kota Batam tahun 2022 s/d 2030.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam perencanaan ketenagalistrikan kota Batam tahun 2022 s/d 2030 dapat dirumuskan dalam beberapa hal yang telah disebutkan dalam RUPTL:

1. Merencanakan pengembangan sistem pembangkit, sistem jaringan transmisi dan gardu distribusi kota Batam tahun 2022 s/d 2030 dengan menggunakan aplikasi Simple E.
2. Merencanakan proyeksi kebutuhan bahan bakar serta proyeksi kebutuhan investasi untuk mendukung program pengembangan ketenagalistrikan kota Batam sesuai dengan RUPTL.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini:

1. Metode yang digunakan dalam perencanaan ketenagalistrikan kota Batam tahun 2022 s/d 2030 yaitu metode econometric regression menggunakan aplikasi Simple E.
2. Data penelitian digunakan yaitu sesuai dengan rencana usaha penyediaan tenaga listrik kota Batam tahun 2022 s/d 2030.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Tercapainya pemenuhan kebutuhan kapasitas dan energi listrik setiap tahun dengan tingkat keandalan yang diinginkan secara *least cost* dalam jumlah yang cukup dengan tingkat keandalan yang semakin baik.
2. Tercapainya pemanfaatan energi baru dan terbarukan sesuai dengan program Pemerintah dengan mengoptimalkan ketersediaan sumber daya alam yang ada di Pulau Batam.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian adalah hasil dari perencanaan ketenagalistrikan kota Batamsesuai dengan RUPTL bisa dijadikan acuan data untuk perencanaan sistem tenaga listrik, kelayakan, keandalan sistem pembangkit, sistem jaringan transmisi dan gardu distribusi ke pelanggan tergantung dari kecukupan energi yang tersedia. Data hasil peramalan juga dapat digunakan pemerintah untuk penyediaan energi listrik dalam meningkatkan pertumbuhan ekonomi pendukung kebutuhan pertumbuhan *socialy* dan *comersial*, rumah tangga, sosial dan umum.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perencanaan Ketenagalistrikan

Perencanaan / *forecasting* energi listrik adalah memprediksi, dugaan kebutuhan energi listrik yang akan datang agar kebutuhan energi bisa terpenuhi dalam penyediaan energi sesuai hasil perhitungan perencanaan yang dilakukan. Perencanaan meliputi kebutuhan energi dan beban listrik atau *demand and load forecasting*. Hasilnya digunakan untuk membuat perencanaan, pembangunan dan pengembangan kebutuhan energi listrik. Perencanaan pemenuhan kebutuhan tenaga listrik diawali dengan proyeksi kebutuhan (demand) atau ramalan beban tenaga listrik untuk 15 (lima belas) tahun ke depan di setiap sektor pemakai tenaga listrik, yaitu sektor industri, komersial (bisnis), rumah tangga, sosial dan umum (publik) serta pemerintahan. Secara garis besar proses perhitungan prakiraan dapat dibagi atas beberapa tahap, yakni Pengumpulan dan penyiapan data historis, pengolahan dan analisis data dan penentuan metode dan pembuatan model[3].

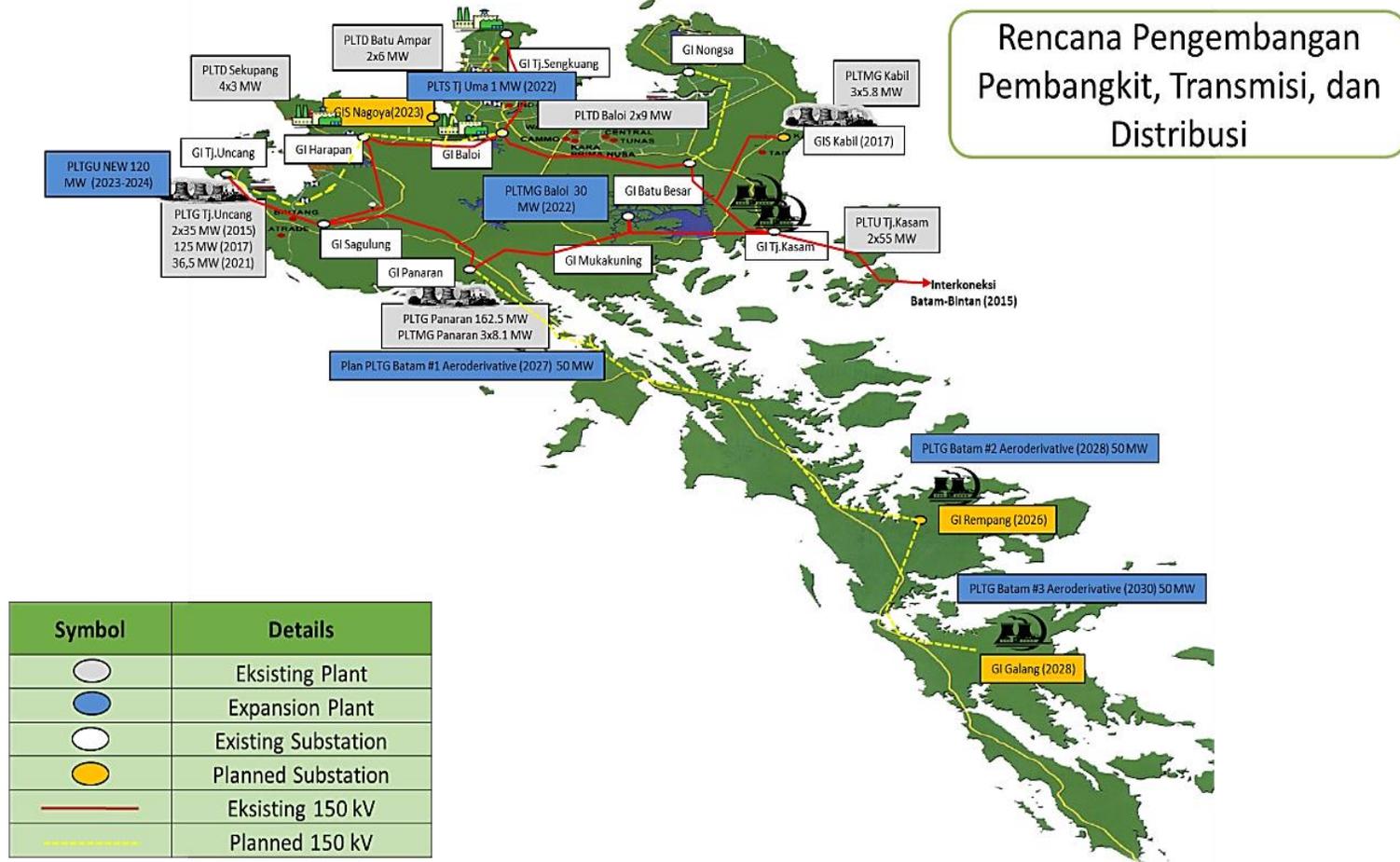
Prakiraan sangat diperlukan dan penting, salah satunya hampir setiap industri menggunakan, ketergantungan dengan energi listrik. Banyak industri memiliki beberapa persediaan untuk menyimpan cadangan produk dan layanan mereka, untuk tenaga listrik industri, listrik tidak dapat disimpan secara besar-besaran menggunakan teknologi saat ini [4,5].

2.2. Gambaran Umum Kondisi Pasokan Tenaga Listrik

Sistem kelistrikan Batam-Bintan merupakan sistem tenaga listrik yang sudah terintegrasi dimana pusat-pusat pembangkit dengan pusat-pusat beban tersebar telah terhubung satu sama lain di Pulau Batam dan Pulau Bintan (pusat beban terbesar berada di kota Batam), dengan Beban Puncak yang pernah terjadi di tahun 2021 adalah sebesar 502 MW pada bulan November 2021.

Selama 10 (Sepuluh) tahun terakhir (2011-2020) pertumbuhan rata-rata Konsumsi Listrik Batam-Bintan sebesar 5,35 %. Dengan pertimbangan realisasi pertumbuhan tersebut dan ketersediaan reserve, maka untuk menjaga kecukupan dan kehandalan pasokan tenaga listrik diperlukan tambahan pembangkit baru dengan kapasitas 30 MW yang diharapkan dapat COD pada akhir tahun 2021 dan penambahan pembangkit EBT sebesar 1 MWp dimana diperkirakan COD pada tahun 2022. Pembangkit tersebut akan berperan sebagai peaker sehingga harus memiliki karakteristik yang dapat beroperasi secara flexible dan mempunyai ramping rate yang cepat.

Beban dasar sistem Batam Bintan saat ini dilayani oleh PLTGU Tj Uncang 120 MW, dan pembangkit IPP yaitu PLTU Tj Kasam 2 x 55 MW, PLTGU MEB 82 MW, PLTGU DEB 82 MW, dan PLTU CTI 12,5 MW di Bintan. Beban menengah dan beban puncak dilayani oleh PLTG ELB 70 MW (IPP), PLTMG Panaran 3x8 MW milik PLN Batam, PLTMG Kabil 17,4 MW milik IPP dengan bahan bakar gas dan pembangkit berbahan bakar minyak (PLTD HSD, MFO milik PLN Batam). Gambar 2.1 menunjukkan sistem kelistrikan PT.PLN Batam.



Gambar 2.1. Sistem kelistrikan PT.PLN Batam

2.3. Faktor Prakiraan Beban listrik

Berdasarkan jenis waktunya prakiraan beban listrik dapat dibagi dalam 3 (tiga) kategori yaitu [6,7]:

- a. Prakiraan jangka pendek dengan mengambil data pemakaian perjam selama 24 jam selama 1 bulan. Biasanya digunakan untuk melihat dan mengatur efisiensi pemakaian listrik sehari-hari.
- b. Prakiraan jangka menengah dengan mengambil perhitungan data perminggu perbulan selama setahun. Biasanya digunakan untuk optimasi bahan bakar pembangkit dan efisiensi.
- c. Prakiraan jangka panjang dengan mengambil data pemakaian selama setahun dengan prakiraan kebutuhan beban beberapa tahun mendatang. Ini biasanya digunakan untuk perencanaan pembangunan pembangkit baru jika pembangkit yang ada sudah tidak mencukupi untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Pada peramalan ini memiliki konsekuensi untuk model dan metode yang diterapkan dan untuk input data yang tersedia dan dipilih. Permintaan beban dipengaruhi oleh faktor kondisi cuaca, efek musiman terhadap faktor sosial dan ekonomi.

2.4. Klasifikasi dan Karakteristik Beban

Masing-masing sektor beban mempunyai karakteristik yang berbeda, sebab hal ini berkaitan dengan pola konsumsi energi pada masing-masing konsumen di sektor tersebut [8], faktor-faktor karakteristik beban antara lain:

a. Kebutuhan (demand)

Kebutuhan sistem listrik adalah beban pada terminal terima secara rata-rata dalam suatu selang (interval) waktu tertentu. Beban tersebut bisa dalam satuan Ampere, kiloAmpere, kiloWatts, dan kiloVoltAmpere.

b. Kebutuhan maksimum

Kebutuhan maksimum dapat terjadi selama waktu satu jam, harian, mingguan, bulanan atau tahunan. Kebutuhan maksimum adalah sebagai kebutuhan yang terbesar yang dapat terjadi dalam suatu selang tertentu, biasanya terjadi dalam selang 15 menit, selang 30 menit atau dalam hal tertentu 60 menit.

c. Beban terpasang

Beban terpasang dimaksudkan adalah jumlah kapasitas dari semua beban dengan kapasitas yang tertera pada papan nama (name plate) dan peralatan-peralatan listrik. Perbandingan beban puncak terhadap beban terpasang merupakan derajat pelayanan serentak pada seluruh beban terpasang. Beban terpasang ini dapat diketahui dengan melakukan survey kelengkapan ataupun data sekunder dari perusahaan penyedia daya listrik.

d. Beban Keseluruhan

Beban keseluruhan (B_k) didefinisikan sebagai perbandingan antara energy yang terpakai dengan waktu pada periode, dapat dituliskan menurut Persamaan (2.1) periode tahunan.

$$B_k = \frac{\text{kwh terpakai 1 tahun}}{365 \times 24} \quad (2.1)$$

e. Faktor beban

Merupakan perbandingan antara beban rata-rata dengan beban puncak yang diukur untuk suatu periode waktu tertentu. Beban puncak (B_p) yang dimaksud adalah beban puncak sesaat atau beban puncak rata-rata dalam interval tertentu, pada umumnya dipakai beban puncak pada waktu 15 menit atau 30 menit, faktor beban dapat dituliskan menurut Persamaan (2.2).

$$B_p = \frac{B_k(\text{beban keseluruhan})}{B_{ps}(\text{beban puncak sesaat})} \quad (2.2)$$

f. Faktor kebutuhan

Faktor kebutuhan adalah perbandingan beban puncak dengan seluruh beban terpasang pada sistem, dapat dituliskan seperti Persamaan (2.3).

$$F_k = \frac{B_{ps}(\text{beban puncak sesaat})}{B_T(\text{beban terpasang})} \quad (2.3)$$

2.5. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Ramalan Listrik

Beberapa faktor yang mempengaruhi peramalan listrik diantaranya sebagai berikut[9]:

a. Faktor Ekonomi

Faktor ekonomi yang mempengaruhi tingkat kebutuhan tenaga listrik adalah pertumbuhan PDRB (Produk Domestik Regional Bruto). Secara umum, PDRB dapat dibagi menjadi 3 sektor, yaitu PDRB sektor komersial (bisnis), sektor industry dan sektor publik. Kegiatan ekonomi yang dikategorikan sebagai sektor komersial/bisnis adalah sektor listrik, gas dan air bersih,

bangunan dan konstruksi, perdagangan, serta transportasi dan komunikasi. Kegiatan ekonomi yang termasuk sektor publik adalah jasa dan perbankan, termasuk lembaga keuangan selain perbankan. Sektor Industri sendiri adalah mencakup kegiatan industri migas dan manufaktur.

b. Populasi Penduduk

Penduduk adalah jumlah dari masyarakat yang tinggal di suatu daerah tertentu. Jumlah penduduk erat kaitannya dengan jumlah kelahiran dan kematian. Pertumbuhan penduduk lebih besar jika tingkat kelahiran lebih tinggi dari tingkat kematian dan jumlah pendatang/emigran lebih besar dari imigran/penduduk yang pergi dan begitu juga sebaliknya maka pertumbuhan akan mengalami perlambatan. Jika Pertumbuhan penduduk mengalami pertumbuhan maka kebutuhan akan energi listrik juga akan mengalami peningkatan untuk daerah yang telah dialiri arus listrik (elektrifikasi). Rumus menghitung pertumbuhan penduduk seperti persamaan 2.4 dimana [10] :

$$P = (\ell - m) + (e - i) \quad (2.4)$$

Dimana:

- P : Pertumbuhan Penduduk
- ℓ : Total kelahiran
- m : Total Kematian
- e : Total imigran atau Pendatang dari luar daerah
- i : Total imigran atau Penduduk yang pergi ke luar daerah

c. Faktor Perencanaan Pembangunan

Daerah Berjalannya pembangunan daerah akan sangat dipengaruhi oleh tingkat perekonomian daerah itu sendiri. Dalam hal ini baik langsung maupun tidak langsung, faktor ekonomi sangat berpengaruh terhadap kebutuhan energi listrik seiring dengan berjalannya pembangunan. Pemerintah Daerah sebagai pelaksana pemerintahan di tingkat daerah akan mengambil peran penting dalam perencanaan pengembangan wilayah. Hal itu berbentuk kebijakan yang tertuang dalam berbagai produk peraturan daerah. Termasuk di dalamnya adalah perencanaan tentang tata guna lahan, pengembangan industri, kewilayahan, pemukiman dan faktor geografis.

d. Faktor Lain-lain

Selain 3 faktor di atas, ada beberapa faktor lain yang mempengaruhi tingkat kebutuhan energi listrik di antaranya luas bangunan konsumen, tingkat pekerjaan, jumlah anggota keluarga dan lain-lain. Namun beberapa faktor tersebut hanya berpengaruh dalam kajian spesifik masing-masing sektor tarif dan bukan dalam skala makro.

2.6 Model Pendekatan Perencanaan Energi

Untuk melakukan perencanaan dalam bidang apapun, tentu harus ada metode yang baku yang digunakan. Ada berbagai model pendekatan untuk menyusun prakiraan kebutuhan tenaga listrik yang tersedia antara lain pendekatan ekonometrik, pendekatan proses, pendekatan time series, pendekatan end-use, pendekatan trend maupun

gabungan dari berbagai model pendekatan perencanaan. Dari beberapa metode tersebut, yang sering digunakan sebagai pendekatan untuk proyeksi kebutuhan energi listrik adalah metode pendekatan ekonometri dan pendekatan end-use. Perbedaan utama dari kedua metode tersebut adalah pada jenis data yang dimasukkan (data input). Pada model ekonometri, data yang digunakan sebagai data masukan seperti pendapatan daerah, pendapatan perkapita dan data lain yang bersifat ekonomi, kemudian dihubungkan dengan kebutuhan energi.

a. Model Pendekatan ekonometrik

Istilah "ekonometrik" dikemukakan oleh Ragnar Frisch (1895-1973) dari Norwegia, salah satu dari tiga pendiri utama dari Ekonometrik Society, editor pertama dari jurnal *Econometrica*, dan co-pemenang pertama Nobel Memorial Prize Ilmu Ekonomi pada tahun 1969. Ekonometrik adalah suatu bidang ilmu yang merupakan perpaduan dari ilmu ekonomi, matematika ekonomi, dan statistika untuk menganalisis teori ekonomi secara kuantitatif berdasarkan data empiris[11]. Pada metode ekonometrik, model yang digunakan adalah suatu model matematis yang khas, dimana terdapat satu atau lebih variabel campuran. Model ekonometrik menyatakan hubungan dari variabel-variabel tertentu, dimana pola hubungannya didasarkan pada sifat linearitas, baik pada Persamaan maupun parameternya. Untuk menjelaskan hubungan yang tidak pasti antara variabel-variabel tersebut, dapat dituliskan dalam Persamaan (2.5) [12,13,14]:

$$Y = \alpha + bx \quad (2.5)$$

Dimana:

- Y : Belanja konsumsi
- a : Konstanta parameter
- b : Koefisien parameter
- x : Pendapatan

Dalam sebuah model ekonometrik dihadapkan dengan berbagai tugas yang serupa dengan regresi linear :

- 1) Menentukan variabel mana yang harus dimasukkan kedalam setiap persamaan
- 2) Menentukan bentuk fungsional (liner, eksponensial, logaritma, dan sebagainya) setiap persamaan.
- 3) Penaksiran secara simultan parameter-parameter persamaan.
- 4) Pengujian signifikan hasil secara statistik.
- 5) Pemeriksaan kesahihan asumsi yang digunakan.

b. Model Pendekatan Proses

Pendekatan proses secara umum tidak bisa digunakan untuk bidang di luar energi. Hal ini karena dalam pendekatan model ini menguraikan aliran energi dari awal hingga akhir permintaan. Proses yang dilalui mulai dari ekstraksi sumber daya energi, penyulingan, konversi, transportasi, penimbunan, transmisi dan distribusi menjadi variable yang diperhitungkan. Kelemahannya adalah tidak adanya variabel dari faktor ekonomi sehingga tidak terjadi interaksi antara ekonomi dan energi[15]. Oleh sebab itu hasilnya belum bisa secara tegas digunakan dalam kebijakan yang berhubungan dengan

bidang ekonomi. Manfaat yang menjadi keunggulan dari pendekatan proses adalah mudah mengakomodasi bahan bakar tradisional, dapat dilakukan dengan perhitungan sederhana dan metode paling cocok dalam menguraikan alternatif teknologi yang ada saat ini.

c. Model Pendekatan Trend

Pendekatan trend dilakukan dengan melakukan proyeksi berdasarkan data historis di masa lalu. Data tersebut kemudian diekstrapolasikan berdasarkan kecenderungan yang terjadi. Bisa dihubungkan dengan rata-rata dari data tersebut maupun dengan memilih jenis kurva yang diinginkan. Keunggulannya adalah data yang diperlukan bersifat sederhana. Namun, ada juga kelemahannya terutama karena tidak dapat menggambarkan perubahan struktural yang terjadi dari masing-masing variabel yang berpengaruh baik untuk faktor teknologi maupun ekonomi. Selain itu, ada kecenderungan bahwa kejadian di masa lalu tidak secara tegas akan menggambarkan kondisi pada masa yang akan datang.

d. Model Pendekatan end-use

Model pendekatan end-use juga dikenal sebagai pendekatan engineering model. Pendekatan ini akan lebih detail walaupun secara perhitungan menggunakan fungsi yang lebih sederhana. Pertimbangan teknologi yang digunakan dalam proses aliran energi juga menjadi variabel perhitungan. Pendekatan ini sangat cocok untuk keperluan proyeksi efisiensi energi karena dimungkinkan untuk secara eksplisit mempertimbangkan perubahan

teknologi dan tingkat pelayanan. Permintaan energi dari masing-masing kegiatan merupakan produk dari dua faktor, yaitu tingkat aktivitas (layanan energi) dan intensitas energi (penggunaan energi per unit layanan energi). Selain itu, permintaan total maupun permintaan energi sektoral dipengaruhi oleh rincian kegiatan yang berbeda yang membentuk komposisi, atau struktur permintaan energi[16].

$$\text{Konsumsi energi} = \sum_{i=1}^{i=n} Q_i \cdot I_i \quad (2.6)$$

Dimana:

Q_i : jumlah dari layanan energi i

I_i : Intensitas penggunaan energi untuk layanan energi i

Jumlah aktivitas energi Q_i tergantung pada beberapa faktor, termasuk di dalamnya jumlah populasi, proporsi penggunaan akhir energi, pola konsumsi energi, dan pada keadaan tertentu dimana diperlukan pembagian pada klasifikasi pengguna atau pelanggan. Pada penelitian ini akan menggunakan pendekatan trend dan end-use.

Analisis regresi berkaitan dengan studi ketergantungan dari suatu variabel yaitu variabel tak bebas (variabel dependen), pada satu atau lebih variabel yang lain yaitu variabel bebas (variabel independen) dengan maksud menduga atau meramalkan nilai rata-rata dari variabel bebas. Pada dasarnya, hubungan antar variabel tergantung pada dua hal yaitu[17,18]:

Mengukur tingkat asosiasi atau korelasi antar variabel. Tingkat asosiasi ini tergantung pada pola variasi atau inter-relasi yang bersifat simultan dari variabel yang bersangkutan. Persoalan ini dinamakan persoalan korelasi.

Mencari bentuk persamaan yang sesuai guna menduga (estimation) rata-rata Y untuk X tertentu atau rata-rata X untuk Y tertentu. Persoalan ini dinamakan persoalan regresi. Apabila dua variabel X dan Y mempunyai hubungan sebab akibat, maka nilai variabel X yang sudah diketahui dapat digunakan untuk menduga atau memprakirakan Y. Nilai Y yang akan diprakirakan ini dinamakan variabel tak bebas sedangkan variabel X yang nilainya dipergunakan untuk prakiraan Y dinamakan variabel bebas. Untuk mempelajari hubungan antara variabel bebas maka regresi linier terdiri dari dua bentuk:

e. Analisis regresi linear sederhana

Analisis regresi sederhana adalah proses mengestimasi sebuah fungsi hubungan antara variabel dependen (Y) dengan variabel independen (X). Dalam suatu Persamaan regresi besarnya nilai variabel dependen adalah tergantung pada nilai variabel lainnya. Regresi linier sederhana Y terhadap X.

$$Y = \alpha + bx + \varepsilon \quad (2.7)$$

Dimana:

Y : Variabel takbebas

α : Variabel bebas

bx : Parameter intercept

b_y : Parameter koefisien regresi variabel bebas

ε : Galat

f. Analisis regresi linear berganda

Regresi berganda adalah bentuk hubungan atau pengaruh dari dua atau lebih variabel bebas X dengan variabel terikat Y .

$$Y = \alpha + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n \quad (2.8)$$

2.7 Proses Peramalan Menggunakan Simple E

Simple – E adalah sebuah sistem simulasi terpadu diperluas dari alat simulasi ekonometrik. Simple-E membantu pemodelan simulasi untuk berkonsentrasi pada persiapan penyusunan spesifikasi data dan model data, menggunakan model OLS (ordinary Least Square) regresi linier dan non linier. Mengembangkan model DKL dengan penambahan variabel harga listrik dan jumlah Penduduk dengan menggunakan persamaan [19,20]:

a. Sektor Rumah Tangga

Menghitung jumlah penduduk seperti pada persamaan 2.9 :

$$P_t = P_{t-1} \times (1 + i)^t \quad (2.9)$$

dengan:

P_t : Jumlah penduduk pada tahun ke t

P_{t-1} : Jumlah penduduk pada tahun ke $t-1$

i : Pertumbuhan penduduk dalam %

t : Jangka waktu (selisih tahun)

Menghitung jumlah rumah tangga:

$$H_t = \frac{P_t}{Q_t} \quad (2.10)$$

dengan:

H_t : Jumlah rumah tangga pada tahun ke t

Q_t : Penghuni rumah tangga pada tahun ke t

Menghitung pelanggan rumah tangga:

$$PR_t = PR_{t-1} \times \left(1 + \varepsilon_{PR} \times \frac{GR_t}{100}\right) \quad (2.11)$$

dengan:

PR_t : Pelanggan rumah tangga pada tahun ke t

ε_{PR} : Elastisitas pelanggan rumah tangga

g_t : Pertumbuhan PDRB (Produk Domestik Regional

Menghitung daya tersambung:

$$VAR_t = VAR_{t-1} + \Delta PR_t \times VR \quad (2.12)$$

dengan:

VAR_t : Daya tersambung rumah tangga tahun ke t

VR : Daya tersambung / pelanggan rumah tangga baru

ΔPR_t : Penambahan pelanggan rumah tangga tahun ke t

Menghitung konsumsi energi rumah tangga:

$$ER_t = ER_{t-1} \times \left(\varepsilon_{ER} \times \frac{g_t}{100}\right) + (\Delta PR_t \times UKR_t) \quad (2.13)$$

Dengan:

UKR_t : Rata-rata pelanggan pada tahun ke t

ER_t : Konsumsi energi rumah tangga total tahun ke t

εER : Elastisitas energi rumah tangga

g_t : Pertumbuhan PDRB total tahun ke t

b. Sektor Bisnis

Menghitung pelanggan bisnis:

$$PB_t = PB_{t-1} \times \left[1 + \varepsilon PB \times \frac{GB_t}{100} \right] \quad (2.14)$$

dengan:

PB_t : Pelanggan bisnis pada tahun ke t

PB_{t-1} : Pelanggan bisnis pada tahun ke t-1

εPB : Elastisitas pelanggan bisnis

Menghitung daya tersambung bisnis:

$$VAB_t = VAB_{t-1} + (\Delta PB_t \times VB_t) \quad (2.15)$$

dengan:

VAB_t : Daya tersambung bisnis pada tahun ke t

VAB_{t-1} : Daya tersambung pada bisnis tahun ke t-1

ΔPB_t : Penambahan pelanggan bisnis tahun ke t

VB_t : Daya tersambung rata-rata per pelanggan baru

Menghitung konsumsi bisnis:

$$EB_t = EB_{t-1} \times \left(\varepsilon EB + \frac{GB_t}{100} \right) \quad (2.16)$$

Dengan:

EB_t : konsumsi energi bisnis tahun ke t

EB_{t-1} : Konsumsi energi bisnis tahun ke t-1

εEB : Elastisitas energi bisnis

GB_t : Pertumbuhan PDRB sektor bisnis pada tahun (t)

c. Sektor Umum

Menghitung jumlah pelanggan umum dipengaruhi oleh nilai elastisitas pelanggan umum terhadap perkembangan pelanggan rumah tangga.

$$PU_t = PU_{t-1} \times \left(1 + \varepsilon PU \times \frac{GU_t}{100} \right) \quad (2.17)$$

dengan:

PU_t : Pelanggan umum tahun ke t

PU_{t-1} : Pelanggan umum pada tahun ke t-1

εPU : Elastisitas pelanggan umum

Menghitung daya tersambung umum:

$$VAU_t = VAU_{t-1} + (\Delta VU_t \times VU) \quad (2.18)$$

dengan:

VAU_t : Daya tersambung umum pada tahun ke t

VAU_{t-1} : Daya tersambung umum pada tahun ke t-1

ΔPU_t : Penambahan pelanggan umum pada tahun ke t

VU : Daya tersambung rata – rata per pelanggan baru

Menghitung konsumsi energi umum

$$EU_t = EU_{t-1} \times \left(1 + \varepsilon EU \times \frac{GU_t}{100} \right) \quad (2.19)$$

dengan:

EU_t : Konsumsi energi listrik pada tahun ke t

EU_{t-1} : Konsumsi energi listrik pada tahun ke t-1

εEU : Elastisitas energi umum

GU_t : Pertumbuhan PDRB sektor umum pada tahun(t)

d. Sektor Industri

Menghitung pelanggan industri:

$$PI_t = PI_{t-1} \times \left(1 + \varepsilon PI \times \frac{GI_t}{100} \right) \quad (2.20)$$

dengan:

PI_t : Pelanggan industri tahun ke t

PI_{t-1} : Pelanggan industri tahun ke t-1

εPI : Elastisitas pelanggan industri

GI_t : Pertumbuhan PDRB sektor industri tahun t

Menghitung daya tersambung industri:

$$VAI_t = VAI_{t-1} + \Delta PI_t \times VI_t \quad (2.21)$$

dengan:

VAI_t : Daya tersambung industri pada tahun ke t

VAI_{t-1} : Daya tersambung pada industri pada tahun ke 1

ΔPI_t : Penambahan pelanggan industri pada tahun ke

Menghitung konsumsi energi industri:

$$EI_t = EI_{t-1} \times \left(1 + \varepsilon EI \times \frac{GI_t}{100} \right) \quad (2.22)$$

dengan:

EI_t : Konsumsi energi industri pada tahun ke t

EI_{t-1} : Konsumsi energi listrik pada tahun ke t-1

εEI : Elastisitas energi industri

Menghitung energi listrik total:

$$ET_t = ER_t + EB_t + EU_t + EI_t \quad (2.23)$$

dengan:

ET_t : Total konsumsi energi listrik pada tahun ke t

ER_t : Konsumsi energi rumah tangga pada tahun ke 1

EB_t : Konsumsi energi sektor bisnis pada tahun ke 2

EI_t : Konsumsi energi sektor industri pada tahun 3

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1. Waktu Dan Tempat Penelitian

Waktu penelitian yang direncanakan dilakukan selama lebih kurang 5 bulan dimulai dari pertengahan Maret 2022 sampai dengan juli 2022.

Tempat penelitian dilakukan di PT. PLN (Persero) Batam, Studi laboratorium dan perpustakaan dalam pengambilan data, referensi dan dalam pengolahan data.

3.2. Jenis Penelitian

Jenis penelitian adalah memprakirakan kejadian yang akan datang dengan melakukan peramalan perencanaan sistem kelisrikan Batam untuk tahun 2022 s/d 2030. Penelitian dilakukan dengan observasi ke perusahaan/instansi untuk mendapatkan data-data historis berupa jumlah penduduk, pertumbuhan ekonomi, jenis pelanggan listrik, kapasitas pembangkit, dan pemakaian energi selama 5 atau 10 tahun yang lalu. Data yang didapat diolah sesuai teori dan metode yang dipilih lalu dibantu dengan perhitungan menggunakan aplikasi Simple-E yang di olah melalui MS.Excel kemudian dibandingkan dengan data real tahun 2020 dan 2021.

3.3. Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini diperoleh dari data laporan tahunan pengopersian PT. PLN (persero) Batam provinsi Riau. Parameter yang digunakan yaitu parameter dari Sektor Rumah Tangga, Sektor Industri, Sektor Bisnis dan Sektor umum dalam sistem kelistrikanyang diambil dari RUPTL PT. PLN (persero) Batam. Data yang diperoleh yaitu data historis 5-10 tahun yang lalu.

3.4. Rancangan Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan pengaplikasian data yang telah didapat sebelumnya ke dalam Microsoft Excel 2010 yang telah terinstal aplikasi program Simple-E. Setelah melakukan pengujian linearitas terhadap masing-masing parameter yang memiliki hubungan linear antara variabel bebas (X) dan variabel terikat (Y) per sektor. Kemudian melihat indikator yang diambil untuk pengujian adalah variable koefisien korelasi yang mendekati 1 (100%) atau nilai R mendekati 1 (100%). Untuk pengujian model yang digunakan pada program aplikasi Simple-E ada beberapa parameter utama yang diuji, antara lain:

- a. R squared (Goodness of Fit) ($0 < R^2 < 1$).

R squared merupakan istilah statistik yang memberikan informasi tentang seberapa fit suatu model. Semakin mendekati nilai 1 mengindikasikan bahwa garis regresi tersebut sesuai dengan data aslinya secara sempurna.

- b. R (Adjusted R-Squared) $AR \leq 1$

- c. T-Value (Test of Significance)

Uji statistik yang digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan yang signifikan dari dua buah mean sampel dari dua variabel yang dibandingkan.

- d. Durbin Watson Test ($1 < DW < 3$)

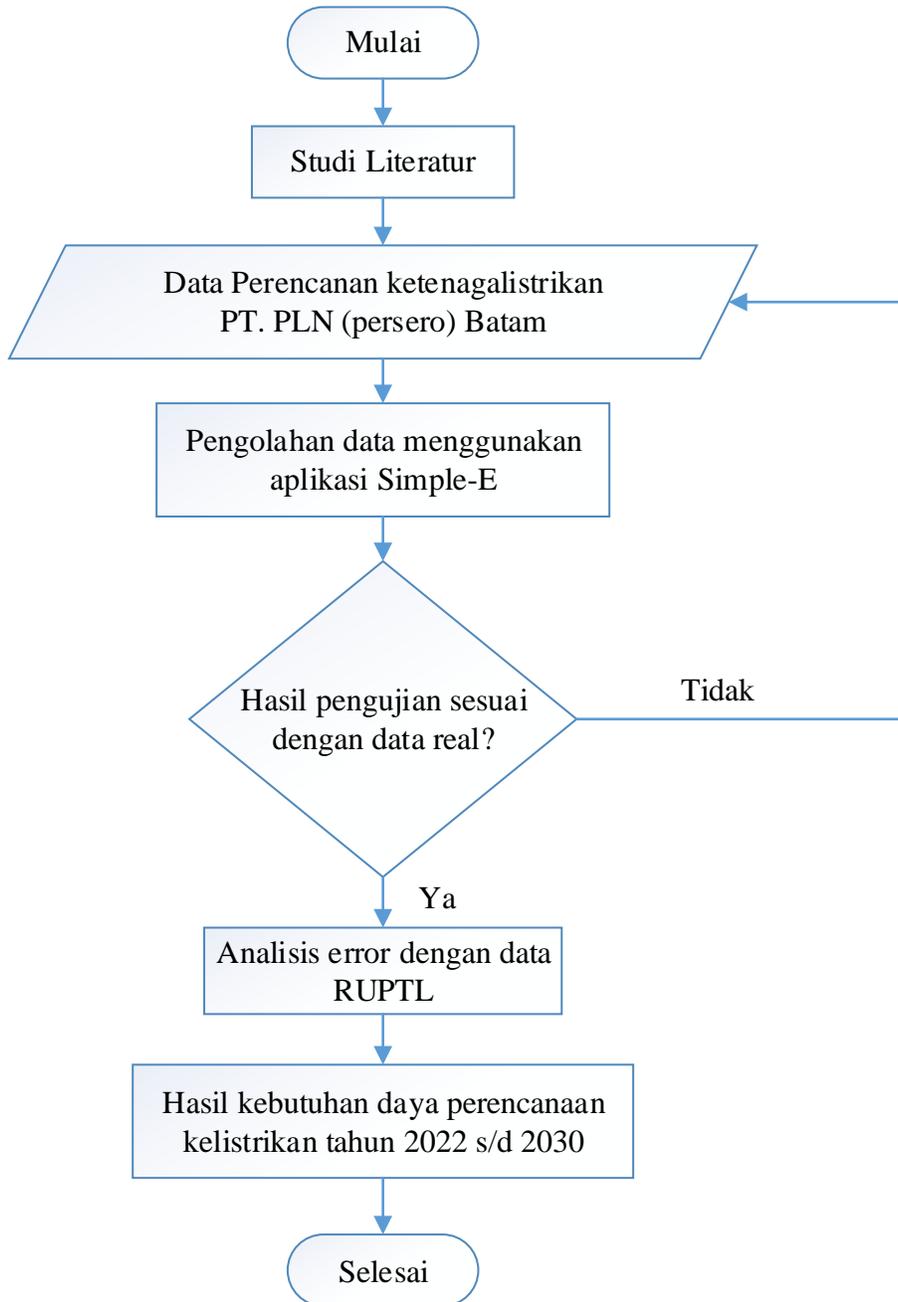
Pengujian statistik yang digunakan untuk mengetahui ada tidaknya auto korelasi pada nilai residual dari sebuah analisis regresi.

- e. F = F-Statistics, $F > 0$

f. $RSS = \text{Residual Sum of Square}$, $RSS > 0$

3.5. Diagram Alir Penelitian

Adapun diagram alir penelitian dapat ditunjukkan dalam Gambar 3.1:



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

BAB 4

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Pertumbuhan penjualan tenaga listrik di pulau Batam selama sepuluh tahun terakhir mencapai 5.35 % pertahun menggunakan Compound Annual Growth Rate (CAGR). Terdapat penurunan pertumbuhan pada tahun 2020 dikarenakan Pandemic Covid-19 melanda dunia termasuk Indonesia yang berakibat penurunan demand. Pertumbuhan ini diperkirakan akan mengalami recovery seiring sudah ditemukannya vaksin dan new normal. Diperkirakan demand masih berlanjut karena pemerintah sudah mencanangkan pulau Batam sebagai kawasan industri dan bisnis.

Untuk memenuhi pertumbuhan permintaan (demand) tenaga listrik yang tinggi, diperlukan penambahan fasilitas penyediaan tenaga listrik yang cukup besar dengan investasi yang cukup besar pula. Berdasarkan kondisi tersebut, PLN Batam sebagai pemegang usaha IUPTL berkewajiban melayani wilayah usahanya yang meliputi Batam, Rempang dan Galang secara terus menerus dengan tingkat kehandalan tertentu sesuai Tingkat Mutu Layanan (TMP), baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang, untuk menjamin ketersediaan energi listrik dalam jumlah yang cukup, kualitas yang baik dan harga yang wajar dalam rangka meningkatkan kualitas hidup dan ekonomi masyarakat maka dilakukan penambahan pembangkit, transmisi dan gardu induk serta distribusi.

4.2 Data Perencanaan Ketenagalistrikan PT. (Persero) PLN BATAM

4.2.1 Rencana Sistem Pembangkit

Perencanaan sistem pembangkit bertujuan untuk mendapatkan konfigurasi pengembangan pembangkit yang memberikan nilai NPV (*Net Present Value*) total biaya penyediaan listrik termurah (*least cost*) dalam suatu kurun waktu periode perencanaan dan memenuhi kriteria keandalan tertentu.

Konfigurasi termurah diperoleh melalui proses optimasi suatu *objective function* yang mencakup *Net Present Value* (NPV) dari biaya *capital* (modal), biaya bahan bakar, biaya operasi dan pemeliharaan serta biaya *Energi Not Served* (ENS). Selain itu diperhitungkan juga nilai sisa (*salvage value*) dari pembangkit yang terpilih pada akhir tahun periode studi. Simulasi dan optimasi dilakukan dengan menggunakan tools antara lain *solver* yang berbasis *excel spread sheet* dan *Energi Exemplar Plexos* berkerjasama dengan akademisi

Kriteria keandalan yang dipergunakan adalah *Loss of load Probability* (LOLP) lebih kecil dari 0,274 % atau setara dengan *probability* padam 1 hari dalam setahun. Perhitungan kapasitas pembangkit dengan kriteria LOLP menghasilkan *reserve margin* tertentu yang nilainya tergantung pada ukuran unit pembangkit (*unit size*), tingkat ketersediaan (*availability*) setiap unit pembangkit, jumlah unit, dan jenis unit. Khusus untuk pembangkit-pembangkit EBT yang energinya bersifat *intermittent*, daya mampu netto dari pembangkit tidak diperhitungkan ke dalam *reserve* suatu neraca daya karena tidak memberikan *firm capacity*. Ini berlaku juga untuk pembangkit EBT *intermittent* yang dioperasikan secara *hybrid* (PLTH) dengan pembangkit-pembangkit *thermal*

eksisting. Adapun untuk PLTH yang dilengkapi dengan baterai/sistem penyimpanan energi (*energi storage*), maka daya mampu netto dari PLTH tersebut dapat dihitung sebagai tambahan pada *reserve margin* sejumlah *firm capacity* total dari pembangkit tersebut.

Pengembangan kapasitas pembangkit ditujukan untuk menjaga tingkat kehandalan pasokan yang diinginkan sesuai kriteria kehandalan yang telah ditetapkan dalam Kepdir PLN Batam. Pengembangan pembangkit diupayakan secara optimal dengan prinsip biaya penyediaan listrik terendah (*least cost*) dengan tetap memenuhi kecukupan daya dan tingkat keandalan yang wajar dalam industri tenaga listrik.

Proyeksi Kebutuhan Daya / Pembangkit Berdasarkan Jenis.

Sampai pada tahun 2030 penambahan kapasitas pembangkit terdiri dari pembangkit yang termasuk dalam unit terkontrak (*committed*) dan unit perencanaan (*planned*). Unit *committed* adalah pembangkit yang lebih mungkin direalisasikan dari pada unit *planned* karena sudah adanya perjanjian (*agreement*). Pembangkit tersebut adalah sebagai berikut:

a. Unit *Committed* :

- *PLTMG Baloi 30 MW beroperasi tahun 2021;*
- *Pembangkit EBT #1 1 MW direncanakan beroperasi tahun 2022;*
- *Penambahan Pembangkit Sewa PLTG 50 MW beroperasi tahun 2022*
- *Penambahan Pasokan dari Panbil Utilitas sebesar 50 MW tahun 2025*

b. Penambahan pembangkit dimasukkan dalam kategori *planned* yang terdiri dari :

- Pembangkit EBT #2 30 MW direncanakan beroperasi tahun 2022;
- Pembangkit EBT #3 50 MW direncanakan beroperasi tahun 2023;
- GTG PLTGU New kapasitas 80 MW direncanakan beroperasi tahun 2023.
- STG PLTGU New 40 MW MW direncanakan beroperasi tahun 2024;
- Combine Cycle Tanjung Uncang ELB 39 MW beroperasi tahun 2024;
- PLTU Tj Sauh #1 (Biomass) 75 MW direncanakan beroperasi tahun 2025.
- PLTU Tj Sauh #2 (Biomass) 75 MW direncanakan beroperasi tahun 2026.
- Pembangkit EBT #4 70 MW direncanakan beroperasi tahun 2026;
- PLTG Batam #1 50 MW beroperasi tahun 2027;
- PLTG Batam #2 50 MW beroperasi tahun 2028;
- PLTG Batam #3 30 MW beroperasi tahun 2030;
- Pembangkit EBT #5 100 MW direncanakan beroperasi tahun 2029;

Dalam pengoperasian sistem pembangkit digunakan sistem *merit order* dimana pembangkit yang termurah bahan bakarnya (*variabel cost*) dan harga beli tenaga listriknya akan lebih diprioritaskan pengoperasiannya jika produksi energi sudah diatas *Take or Pay* (TOP) energi. Sedangkan untuk produksi energi di bawah TOP maka *merit order* disusun berdasarkan biaya bahan bakar yang termurah. Pengoperasian pembangkit tersebut diatur oleh Pusat Pengatur Beban Batam untuk mendapatkan biaya produksi yang paling murah.

Sesuai dengan karakteristiknya, maka PLTU batubara akan diperankan sebagai pemikul beban dasar. Sebagian PLTG/U akan berperan sebagai pemikul beban dasar dan sebagian lagi sebagai pemikul beban menengah. Saat ini sebagai pemikul beban

puncak digunakan PLTMG dan PLTG IPP ELB. Dalam pengembangan sistem pembangkitan, dimasukkan juga kuota pembangkit *intermittent* tenaga surya di sistem interkoneksi namun pembangkit *intermittent* tersebut tidak diperhitungkan dalam perhitungan reserve margin sistem. Besarnya kuota kapasitas pembangkit *intermittent* tersebut didasarkan melalui kajian teknis maupun ekonomis yang dapat diakomodir setiap tahunnya, serta mempertimbangkan juga penerapan teknologi terkini. Pengembangan pembangkit *intermittent* di PLN Batam merupakan langkah strategis yang diambil PLN Batam agar terjadi transfer knowledge dan experience tentang pembangkit *intermittent* yang perkembangannya di dunia saat ini sangat cepat. Selain itu juga terdapat *multiple effect* yang dapat menurunkan biaya investasi PLTS jika penggunaannya sudah meluas.

Rencana ekspor energi listrik ke Singapura melalui pembangunan PLTS dengan kapasitas 650 MWAc merupakan salah satu potensi proyek strategis yang dapat meningkatkan portofolio bisnis PLN Batam dan juga meningkatkan bauran energi yang bersumber dari energi terbarukan. Dari total kapasitas 650 MWAc tersebut akan disalurkan ke sistem Batam dengan kapasitas 50 MWAc. Biaya penyediaan terendah dicapai dengan meminimalkan *net present value* semua biaya penyediaan tenaga listrik yang terdiri dari biaya investasi, biaya bahan bakar, biaya operasi dan pemeliharaan, dan biaya *energi not served*. Tingkat keandalan sistem pembangkit diukur dengan kriteria *Loss of Load Probability* (LOLP) dan cadangan daya (*reserve margin*). Perkembangan rekapitulasi realisasi pembangkit seperti pada tabel 4.1.

4.1 Tabel Rekapitulasi Realisasi Daya Mampu Terpasang 2011-2020 (MW)

PEMBANGKIT	UNIT	STATUS	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
MILIK SENDIRI												
PLTD BT AMPAR LAMA	1	PLNB	1	1	1	1	1					
PLTD BT AMPAR I	4	PLNB	23	15	15	15	15					
PLTD SENGKUANG	3	PLNB	16	16	16	5	5					
PLTD TUNAS (PAXMAN 1)	1	PLNB	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1					
PLTD LATRADE (PAXMAN)	1	PLNB	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1				
PLTD LATRADE (CAT)	1	PLNB	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4				
PLTD BALOI	2	PLNB	24,7	24,7	24,7	24,7	24,7	24,7	24,7	24,7	24,7	24,7
PLTD BATU AMPAR II	2	PLNB	21,7	21,7	21,7	21,7	21,7	21,7	21,7	21,7	21,7	21,7
PLTD SEKUPANG II	4	PLNB	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0
PLTMG PANARAN	3	PLNB		25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5
PLTGU Tj Uncang (C/C 2-2-1)	2	PLNB							125,0	125,0	125,0	125,0
IPP												
JEMBO 1	3	IPP	28,1	28,1	28,1							
JEMBO 2	6	IPP	24,0	24,0	24,0	24,0						
AGREKO 1	21	IPP	23,1	23,1								
AGREKO 2	10	IPP	10,0	10,0								
PLTGU PANARAN 1 (C/C 2-2-1)	2	IPP	55,0	55,0	55,0	85,8	85,8	85,8	85,8	85,8	85,8	85,8
PLTGU PANARAN 2 (C/C 2-2-1)	2	IPP	85,2	85,2	85,2	85,2	85,2	85,2	85,2	85,2	85,2	85,2
PLTMG KABIL I	3	IPP	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0
PLTMG KABIL II	6		12,0	12,0	12,0	12,0						
PLTG ELB	2	IPP					70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0
PLTU TJ. KASAM	2	IPP		130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0
TM 2500	1	IPP	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0
SUBTOTAL	81		382,1	529,9	496,8	489,0	523,0	500,4	621,9	621,9	621,9	621,9
EXCESS POWER												
KABIL							5,0	5,0				
TUNAS						3,0			5,0			
PANBIL						3,0			5,0			
BATAMINDO						3,0						
KERJASAMA WILUS												
IMPOR												
TOTAL	81		382,1	529,9	496,8	498,0	528,0	505,4	631,9	621,9	621,9	621,9

Rekapitulasi Realisasi Daya Mampu terpasang pada tahun 2011 – 2020 di wilayah kota

Batam dapat dilihat pada tabel 4.2

4.2 Tabel Rekapitulasi Realisasi Daya Mampu Netto 2011-2020

PEMBANGKIT	Unit	Status	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
MILIK SENDIRI												
PLTD BT AMPAR LAMA	1	PLNB	1	1	1	1	1					
PLTD BT AMPAR I	4	PLNB	15,4	15	15	15	15					
PLTD SENGKUANG	3	PLNB	11	11	11	5	5					
PLTD TUNAS (PAXMAN 1)	1	PLNB	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1					
PLTD LATRADE (PAXMAN)	1	PLNB	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1				
PLTD LATRADE (CAT)	1	PLNB	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4				
PLTD BALOI	2	PLNB	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	19,0	19,0	18,0	18,0
PLTD BATU AMPAR II	2	PLNB	15,0	15,0	14,5	14,0	14,0	14,0	13,0	13,0	12,0	12,0
PLTD SEKUPANG II	4	PLNB	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	13,5	13,5	13,5	9,0	9,0
PLTMG PANARAN	3	PLNB		24,3	24,3	24,3	24,3	24,3	23,5	23,5	22,5	22,5
PLTGU Tj Uncang (C/C 2-2-1)	2	PLNB							120	120	120	120
IPP												
JEMBO 1	3	IPP	18,0	18,0	18,0							
JEMBO 2	6	IPP	22,2	22,2	22,2	22,2						
AGREKO 1	21	IPP	20,9	20,9								
AGREKO 2	10	IPP	10,0	10,0								
PLTGU PANARAN 1 (C/C 2-2-1)	2	IPP	52,5	52,5	52,5	82,1	82,1	82,1	81,0	80,0	78,0	78,0
PLTGU PANARAN 2 (C/C 2-2-1)	2	IPP	83,2	83,2	83,2	82,1	82,1	82,1	81,0	81,0	78,0	78,0
PLTMG KABIL I	3	IPP	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4	10,0	10,0	10,0
PLTMG KABIL II	6		10,2	10,2	10,2	10,2						
PLTG ELB	2	IPP					70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0
PLTU Tj. KASAM	2	IPP		110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	99,0	99,0	99,0
TM 2500	1	IPP	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	17,0	17,0	17,0
SUBTOTAL	82		336,11	470,41	439,01	443,73	481,33	455,9	566,4	546	533,5	533,5
EXCESS POWER												
KABIL		EXCESS					5,0	5,0				
TUNAS		EXCESS				3,0			5,0			
PANBIL		EXCESS				3,0			5,0			
BATAMINDO		EXCESS				3,0						
KERJASAMA WILUS												
IMPOR												
TOTAL	82		336,1	470,4	439,0	452,7	486,3	460,9	576,4	546,0	533,5	533,5

Rekapitulasi realisasi jumlah unit pembangkit pada tahun 2011 – 2020 dapat dilihat pada tabel 4.3

4.3 Rekapitulasi Realisasi Jumlah Unit Pembangkit 2011-2020

PEMBANGKIT	Unit	Status	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
MILIK SENDIRI												
PLTD BT AMPAR LAMA	1	PLNB	1	1	1	1	1					
PLTD BT AMPAR I	4	PLNB	3	3	3	3	3					
PLTD SENGKUANG	4	PLNB	2	2	2	2	2					
PLTD TUNAS (PAXMAN 1)	1	PLNB	1	1	1	1	1					
PLTD LATRADE (PAXMAN)	1	PLNB	1	1	1	1	1	1				
PLTD LATRADE (CAT)	1	PLNB	1	1	1	1	1	1				
PLTD BALOI	2	PLNB	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
PLTD BATU AMPAR II	2	PLNB	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
PLTD SEKUPANG II	4	PLNB	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
PLTMG PANARAN	3	PLNB		3	3	3	3	3	3	3	3	3
PLTGU Tj Uncang (C/C 2-2-1)	2	PLNB							2	2	2	2
IPP												
JEMBO 1	3	IPP	3	3	3							
JEMBO 2	6	IPP	6	6	6	6						
AGREKO 1	21	IPP	21	21								
AGREKO 2	10	IPP	10	10								
PLTGU PANARAN 1 (C/C 2-2-1)	2	IPP	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
PLTGU PANARAN 2 (C/C 2-2-1)	2	IPP	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
PLTMG KABIL I	3	IPP	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2
PLTMG KABIL II	6		10	10	10	10						
PLTG ELB	2	IPP					2	2	2	2	2	2
PLTU T.J. KASAM	2	IPP		2	2	2	2	2	2	2	2	2
TM 2500	1	IPP	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SUBTOTAL	83		75	80	49	46	32	25	25	24	24	24
EXCESS POWER												
KABIL		EXCESS					5,0	5,0				
TUNAS		EXCESS				3,0			5,0			
PANBIL		EXCESS				3,0			5,0			
BATAMINDO		EXCESS				3,0						
KERJASAMA WILUS												
IMPOR												
TOTAL	83		75	80	49	55	37	30	35	24	24	24

Pengembangan kapasitas pembangkit ditujukan untuk menjaga tingkat kehandalan pasokan yang diinginkan sesuai kriteria kehandalan yang telah ditetapkan dalam

KEPDIR PLN Batam. Pengembangan pembangkit diupayakan secara optimal dengan prinsip biaya penyediaan listrik terendah (*least cost*) dengan tetap memenuhi kecukupan daya dan tingkat keandalan yang wajar dalam industri tenaga listrik.

Biaya penyediaan terendah dicapai dengan meminimalkan *net present value* semua biaya penyediaan tenaga listrik yang terdiri dari biaya investasi, biaya bahan bakar, biaya operasi dan pemeliharaan, dan biaya *energi not served*. Tingkat keandalan sistem pembangkit diukur dengan kriteria *Loss of Load Probability* (LOLP) dan cadangan daya (*reserve margin*).

Pembangkit sewa dan *excess power* tidak diperhitungkan dalam membuat rencana pengembangan kapasitas jangka panjang, namun dalam jangka pendek diperhitungkan untuk menggambarkan upaya PLN Batam dalam mengatasi kondisi *shortage* pasokan tenaga listrik.

Saat ini Bauran energi sistem Batam – Bintan didominasi pembangkit gas dengan porsi bauran sebesar 77 % dan kedepan secara bertahap akan meningkatkan porsi energi terbarukan dan mengurangi porsi pemakaian batubara. Untuk saat ini harga gas yang berlaku untuk PLN Batam adalah sesuai dengan harga Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (KEPMEN ESDM) No. : 118.K/MG.04/MEM.M/2021 tentang harga gas bumi tertentu di pembangkit tenaga listrik (*plant gate*) tanggal 30 Juni 2021 dan diharapkan harga kepmen ini dapat diperpanjang sehingga dapat menjaga BPP PLN Batam dan mengkompensasi kenaikan BPP akibat meningkatnya porsi *Renewable Energi* (RE).

Tenaga listrik harus disediakan dalam jumlah yang cukup untuk memenuhi pertumbuhan beban (*demand*) dengan mutu dan kehandalan yang cukup serta harga yang wajar sesuai harga keekonomiannya. Untuk dapat mencapai harga penyediaan tenaga listrik yang wajar harus selalu dilakukan upaya – upaya peningkatan efisiensi.

Kapasitas unit pembangkit yang tertera dalam RUPTL merupakan indikasi kelas kapasitas. Mengingat ketersediaan kapasitas pembangkit di pasaran tidak persis sama dengan kapasitas per unit yang tertera dalam RUPTL karena kapasitas setiap pabrikan tidak selalu sama.

Pemilihan Lokasi pembangkit dilakukan dengan mempertimbangkan kemudahan pasokan energi primer, kedekatan dengan pusat beban, prinsip *regional balance*, topologi jaringan transmisi yang dikehendaki, kendala pada sistem transmisi dan kendala – kendala teknis, lingkungan dan sosial. Lokasi pembangkit yang tercantum dalam RUPTL merupakan indikasi lokasi yang masih dapat berubah sesuai dengan perkembangan dalam penyiapan proyek di lapangan dan disesuaikan dengan kebutuhan sistem.

Pembangkit pemikul beban dasar akan ditopang oleh PLTU dan PLTGU milik IPP dan atau milik PLN Batam. Untuk *follower* akan ditopang oleh PLTG atau PLTMG milik IPP dan atau milik PLN sedangkan untuk beban puncak (*peak*) akan ditopang PLTG atau PLTMG milik PLN Batam. Untuk 5 tahun kedepan peran PLTS adalah untuk mengisi beban pada siang hari namun untuk 10 tahun kedepan diharapkan dapat mengisi beban dasar dengan semakin efisiennya penggunaan sistem *battery energi storage system (BESS)*. Disamping itu untuk mengembangkan PLTU direncanakan melalui skema *partnership* dengan menggunakan *mixed-fuel* yaitu batubara dan biomassa

dengan porsi masing-masing sebesar 50% sehingga diharapkan dapat mereduksi emisi carbon jika menggunakan 100% batubara. Sedangkan PLTD hanya direncanakan sebagai *buffer* untuk mengantisipasi jika terjadi gangguan pembangkit yang meluas.

Pembangkit pemikul beban menengah pada umumnya dipikul oleh pembangkit yang memiliki *ramping rate* tinggi sehingga dapat dengan cepat mengikuti fluktuasi perubahan beban sistem.

Pembangkit EBT khususnya pembangkit yang bersifat *intermittent* atau *Variable Renewable Energi (VRE)* baik *utility scale* maupun terdistribusi, memiliki karakter yang berbeda dengan pembangkit jenis lainnya, sehingga dalam integrasinya ke sistem harus memperhatikan dan memenuhi hal-hal :

- a) Produksi energi dari PLTS harus terprediksi dengan proyeksi perubahan cuaca (*weather forecast*) karena sifatnya yang *intermittent*. Dalam rangka menjaga kestabilan sistem, produksi PLTS harus dapat diprediksi dengan akurat, sehingga pengembangan pembangkit PLTS harus dilengkapi dengan peralatan sensor cuaca seperti *pyranometer* serta peralatan sensor lainnya yang harus terintegrasi dengan sistem komunikasi di *Control Center* PLN sehingga dapat dimonitor dan memiliki resolusi satuan waktu tertentu.
- b) Produksi PLTS tidak mengganggu kestabilan sistem. Karakter *intermittent* dari PLTS agar tidak mengganggu kestabilan sistem agar diantisipasi oleh satu atau lebih solusi, instalasi dan operasi untuk peralatan-peralatan pengaturan frekuensi otomatis dan pengatur tegangan otomatis pada seluruh pembangkit konvensional baik pembangkit *existing* maupun pembangkit baru harus menaati aturan jaringan yang berlaku, Perubahan pola operasi pembangkit dengan

kemampuan *high ramping rate* yang disesuaikan dengan operasi dari PLTS, Instalasi *Battery Energi System Storage* (BESS) sebagai *buffering*

c) Diperlukan antisipasi untuk pembangkit VRE yang terkoneksi ke sistem dengan menggunakan *power electronic* karena tidak memiliki inersia sehingga diperlukan beberapa solusi, antara lain:

- Perubahan pola operasi pembangkit thermal konvensional skala besar yang dioperasikan untuk menjaga inersia sistem tetapi pembebanannya tidak pada kondisi paling optimal
- Teknologi inverter yang mampu merespon layaknya governor pembangkit thermal (*virtual inertia*)
- Instalasi *synchronous condenser* tersebar.(prioritas untuk pembangkit eksisting yang tidak di *dispatch*).

d) Diperlukan antisipasi *duck curve* sebagai akibat produksi PLTS dan *rooftop PV* yang masif di jaringan distribusi pada siang hari, antara lain:

- Pemanfaatan pembangkit yang mempunyai *ramping rate* yang tinggi seperti: *Gas Engine high speed* atau *PLTD high speed* dan Pemanfaatan BESS.
- Penentuan technical minimum load dari pembangkit-pembangkit yang bersifat base seperti PLTU Batubara
- Penentuan kontrak gas yang dapat menyesuaikan dengan pola operasi PLTS dan *rooftop PV*.

Beberapa desa yang sudah terlistriki sejak tahun 2020 s.d 2021 antara lain sebagai berikut :

Tabel 4.4. Realiasi Desa Berlistrik

No	Lokasi/Kampung	Panjang Jaringan (kms)	Keterangan
1	Pasir Panjang	1,44	Sudah nyala
2	Pantai Kalat Melayu	2,63	Sudah nyala
3	Sembulang Simpang Dapur 6	0,02	Sudah nyala

Selain itu terdapat rencana pembangunan jaringan di desa yang belum terlistriki antara lain Kampung Kelingking, Simpang Pari, Kampung Cakang Baru, Tanjung Pengapit, Kampung Air Naga dan Sei Jantung sesuai table berikut :

Tabel 4.5. Rencana Desa Berlistrik

No	Lokasi/Kampung	Panjang Jaringan (kms)	Keterangan
1	Kampung Kelingking	7,5	COD Oktober 2021
2	Simpang Pari	5,67	COD Oktober 2021
3	Kampung Cakang Baru	0,06	COD Oktober 2021
4	Tanjung Pengapit	7,42	COD NOVember 2021
5	Kampung Air Naga	7,58	COD NOVember 2021
6	Simpang Dapur 3 Sei Jantung		COD Oktober 2021

Pada akhir tahun 2021 rasio elektrifikasi sudah mencapai 99,70% dimana rasio tersebut mengalami kenaikan sebesar 1,7% dari tahun 2018, berikut statistic rasio elektrifikasi dari tahun 2007 s.d 2019.

4.2.2 Strategi Pengembangan Distribusi

Strategi pengembangan dan investasi sistem distribusi secara umum diarahkan pada 4 hal yaitu perbaikan tegangan pelayanan, perbaikan SAIDI/SAIFI dengan mengintegrasikan gardu - gardu distribusi ke SCADA, penurunan susut teknis jaringan dan rehabilitasi jaringan yang sudah tua. Selanjutnya adalah investasi perluasan jaringan untuk melayani pertumbuhan dan perbaikan sarana pelayanan.

Untuk mencapai sasaran tersebut, dikembangkan saluran distribusi dengan jenis SKTM atau SUTM, rekonfigurasi jaringan radial menjadi loop atau spindle, serta otomatisasi sistem distribusi untuk fleksibilitas operasi. Penambahan panjang feeder dilakukan dengan mempertimbangkan load density dan kemudahan manuver jaringan distribusi.

Investasi perluasan jaringan harus memperhatikan tercapainya ketiga sasaran kebijakan pengembangan distribusi tersebut di atas. Pemilihan teknologi didasarkan atas analisis ekonomi dan pencapaian Tingkat Mutu Pelayanan (TMP) yang lebih baik dengan tetap memperhatikan SNI atau SPLN yang berlaku.

Sampai akhir 2020, fasilitas sistem penyaluran tegangan tinggi di PT PLN Batam terdiri dari 11 (sepuluh) lokasi Gardu Induk (GI) dengan kapasitas trafo 810 MVA

dan transmisi sepanjang 183,6 kms. Rincian fasilitas sistem penyaluran seperti pada tabel 4.5.

Tabel 4.6. Infrastruktur Sistem Penyaluran Tahun 2020

Fasilitas Penyaluran	Kapasitas	Tegangan	Panjang Saluran	Jumlah
	(MVA)	(kV)	(kms)	(Unit)
Gardu Induk	840	150 / 20		21 trafo
Jaringan Transmisi	9.946	150	Panjang Transmisi 150 kV : 183,601 kms - Panjang SKTT : 9,19 kms - Panjang SUTT : 174,411	299 tower : - 262 tower latice - 37 tower steel-pole - 1 Mini gantry

Tabel 4.7. Realisasi Panjang jalur transmisi sejak tahun 2011 s.d 2020

Tegangan (kV)	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
500										
275										
150	112,18	112,18	112,18	112,18	169,53	169,53	183,51	183,51	183,60	183,60
70										
Total										

Untuk susut transmisi tahun 2020 adalah sebesar 0,19% setara dengan 5,49 GWh. Berikut rincian susut transmisi dalam persen dan satuan Energi dari tahun 2011 s.d 2020 seperti tabel 4.7.

Tabel 4.8. Realisasi transmisi sejak tahun 2011 s.d 2020

Tegangan (kV)	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Susut Transmisi (GWh)	4,08	4,74	4,49	4,90	4,12	4,81	5,06	5,33	6,27	5,49
Susut Transmisi (%)	0,25	0,27	0,23	0,24	0,19	0,20	0,19	0,20	0,20	0,19

Dalam mendukung kehandalan PLN Batam sampai saat ini tahun 2020 kapasitas Trafo GI adalah sebesar 840 MVA terdiri dari 11 gardu Induk tersebar. Berikut kapasitas trafo GI PLN Batam periode tahun 2011 s.d 2020.

4.2.3 Perencanaan Sistem Distribusi

Fokus pengembangan dan investasi sistem distribusi secara umum diarahkan pada 4 hal, yaitu: perbaikan tegangan pelayanan, perbaikan SAIDI dan SAIFI, penurunan susut teknis jaringan dan rehabilitasi jaringan yang tua.

Saat ini jaringan distribusi P. Batam menggunakan sistem radial, looping, dan spindle, namun kedepannya secara bertahap akan menerapkan sistem looping dan spindle. Konfigurasi tegangan menengah untuk daerah yang mempunyai kerapatan beban rendah menggunakan konfigurasi radial murni dan untuk daerah dengan kerapatan beban sedang menggunakan konfigurasi looping sedangkan konfigurasi untuk daerah kerapatan beban tinggi menggunakan konfigurasi spindle.

Guna mencapai sasaran tersebut selalu dipertimbangkan beberapa alternatif dengan memilih yang terbaik dan termurah (least cost), serta apabila diperlukan dilakukan evaluasi investasi tertentu berdasarkan analisa ekonomis (benefit to cost economical analysis, atau internal rate of return/IRR).

Untuk jangka panjang strategi pengembangan jaringan distribusi akan diarahkan untuk mendukung pengembangan smart grid pada sistem kelistrikan Batam.

Perkiraan kebutuhan fisik dapat dikelompokkan dalam beberapa jenis, yaitu:

- a. Kebutuhan fisik perluasan sistem distribusi untuk mengantisipasi pertumbuhan penjualan energi listrik.
- b. Kebutuhan fisik untuk mempertahankan/meningkatkan keandalan (reliability) dan kualitas pelayanan tenaga listrik pada pelanggan (power quality).
- c. Kebutuhan fisik untuk rehabilitasi jaringan.
- d. Kebutuhan fisik untuk menurunkan susut teknis jaringan.
- e. Kebutuhan fisik yang diperlukan untuk perluasan (penambahan) sistem distribusi dalam rangka mengantisipasi pertumbuhan beban puncak sebagai akibat pertumbuhan penjualan energi merupakan fungsi dari beberapa variabel yaitu antara lain :
 1. Beban puncak di sisi TM dan TR.
 2. Luas area yang dilayani.
 3. Distribusi beban (tersebar merata, terkonsentrasi).
 4. Susut tegangan maksimum yang diperbolehkan pada jaringan.
 5. Ukuran penampang konduktor yang dipergunakan.
 6. Fasilitas sistem distribusi terpasang (JTM, GD, JTR).

Tabel 4.9. Rencana Pembangunan Sistem Distribusi

NO	URAIAN	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	TOTAL
1	PANJANG JARINGAN TEGANGAN MENENGAH (KMS)	1.994	2.064	2.137	2.212	2.291	2.371	2.455	2.542	2.635	2.736	23.438
2	PANJANG JARINGAN TEGANGAN RENDAH (KMS)	3.472	3.624	3.780	3.942	4.109	4.282	4.461	4.645	4.847	5.069	42.231
3	JUMLAH GARDU DISTRIBUSI (UNIT)	1.805	1.873	1.942	2.014	2.089	2.166	2.245	2.327	2.417	2.516	21.394
4	GARDU DISTRIBUSI (MVA)	29	26	27	28	29	30	31	32	35	39	304

Sampai tahun 2030 diperlukan tambahan Jaringan Tegangan Menengah (JTM) 743 kms, Jaringan Tegangan Rendah (JTR) 1.597 kms dan jumlah gardu distribusi 711 unit. Selain itu terdapat rencana pembangunan jaringan di desa yang belum terlistriki antara lain Pasir Panjang, Kp Air Naga, Tg. Gundap 2 / Kp. Sei Gundap, Simpang Dapur 3 Sei Jantung, Kampung Air Naga, Kp. Tanjung Cakang, Kp. Kelingking, Kp. Colem, Kalat/tiga Putri, Main Line Simpang P. Pari - Kp. Cakang, Tanjung Pengapit, Kp. Monggak, serta usulan rencana energize express feeder untuk GH rempang.

Tabel 4.10. Rencana Desa Berlistrik

NO	LOKASI/KAMPUNG	PANJANG JARINGAN (kms)	KETERANGAN
1	Pasir Panjang	1,44	COD 2022
2	Kp. Air Naga	7,43	COD 2022
3	Tg. Gundap 2 / Kp. Sei Gundap	1,50	COD 2022
4	Simpang Dapur 3 Sei Jantung	0,20	COD 2022
5	Kampung Air Naga	7,58	COD 2022
6	Kp. Tanjung Cakang	0,06	COD 2024
7	Kp. Kelingking	8,37	COD 2023
8	Kp. Colem	3,76	COD 2023
9	Kalat/tiga Putri	3,70	COD 2023
10	Main Line Simpang P. Pari - Kp. Cakang	5,70	COD 2024
11	Tanjung Pengapit	7,43	COD 2024
12	Kp. Monggak	7,66	COD 2024
13	USULAN RENCANA ENERGIZE EXPRESS FEEDER U/ GH REMPANG	16,30	COD 2024
Total		71,12	

4.2.4 Penjualan Tenaga Listrik

Proyeksi penjualan tenaga listrik menggunakan metode ekonometrik dengan menggunakan data proyeksi selama 10 tahun ke depan dari pihak eksternal ataupun internal PLN Batam sendiri. Data data tersebut antara lain :

1. Jumlah Penduduk
2. Jumlah Rumah Tangga
3. Indeks Harga Konsumen
4. Inflasi
5. PDRB Per Sektor
6. Penjualan Tenaga Listrik Per Kelompok Pelanggan
7. Pelanggan Per Kelompok Pelanggan

Berikut ini adalah table asumsi yang digunakan untuk pemodelan proyeksi penjualan tenaga listrik tahun 2022 – 2030 Seperti Pada Tabel 4.8 dan 4.9.

Tabel 4.11. Rencana Asumsi atau Target Beban

URAIAN SATUAN	SATUA	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
JUMLAH PENDUDUK	RIBU	1.498	1.542	1.586	1.632	1.678	1.724	1.772	1.820	1.868	1.917
PERTUMBUHAN PENDUDUK	%	2,97	2,94	2,90	2,86	2,82	2,78	2,75	2,71	2,66	2,62
JUMLAH RUMAH TANGGA	KK	394.005	405.571	417.330	429.249	441.362	453.635	466.102	478.713	493.213	508.013
PELANGGAN RUMAH	Unit	306.966	317.359	327.752	338.145	348.537	358.930	369.323	379.716	390.108	400.501
INFLASI	%	1,12	1,97	1,12	1,97	1,12	1,97	1,12	1,97	1,12	1,97
PDRB PER KAPITA	Rp Juta	79.383	81.683	84.103	86.657	89.344	92.179	95.163	98.314	101.641	105.124
PERTUMBUHAN PDRB	(%)	5,50	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
PDRB TOTAL	Rp Juta	118.890.712	125.925.696	133.415.683	141.392.647	149.890.971	158.947.638	168.602.439	178.898.200	189.881.021	201.543.356
Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan	Rp Juta	1.178.760	1.214.677	1.251.688	1.289.827	1.329.129	1.369.628	1.411.361	1.454.365	1.498.680	1.544.345
Pertambangan dan Pengalihan	Rp Juta	67.840	67.840	67.840	67.840	67.840	67.840	67.840	67.840	67.840	67.840
Industri Pengolahan	Rp Juta	67.268.244	70.402.617	73.683.036	77.116.306	80.709.550	84.470.222	88.406.123	92.525.417	96.836.651	101.348.767
Pengadaan Listrik, Gas	Rp Juta	1.636.648	1.711.472	1.789.717	1.871.540	1.957.103	2.046.578	2.140.144	2.237.987	2.340.303	2.447.297
Pengadaan Air	Rp Juta	219.775	228.020	236.573	245.448	254.655	264.208	274.119	284.402	295.071	306.140
Konstruksi	Rp Juta	23.846.352	25.714.411	27.728.807	29.901.007	32.243.370	34.769.228	37.492.954	40.430.050	43.597.230	47.012.519
Perdagangan Besar dan Eceran, dan Reparasi Mobil dan Sepeda Motor	Rp Juta	7.181.944	7.809.942	8.492.853	9.235.479	10.043.041	10.921.216	11.876.181	12.914.649	14.043.921	15.271.939
Transportasi dan Penyediaan Akomodasi dan Makan Minum	Rp Juta	1.512.371	1.557.560	1.604.098	1.652.027	1.701.388	1.752.223	1.804.578	1.858.497	1.914.027	1.974.027
Informasi dan Komunikasi	Rp Juta	1.684.598	1.772.619	1.865.240	1.962.700	2.065.253	2.173.164	2.286.713	2.406.196	2.531.922	2.664.217
Jasa Keuangan	Rp Juta	4.768.458	5.238.651	5.755.207	6.322.698	6.946.147	7.631.070	8.383.531	9.210.187	10.118.356	11.116.075
Real Estate	Rp Juta	4.401.067	4.705.956	5.031.965	5.380.560	5.753.303	6.151.869	6.578.046	7.033.746	7.521.016	8.042.042
Jasa Perusahaan	Rp Juta	1.389.386	1.474.341	1.564.491	1.660.152	1.761.664	1.869.382	1.983.686	2.104.980	2.233.691	2.370.271
Administrasi Pemerintahan, Pertahanan dan Jaminan Sosial Wajib	Rp Juta	3.038	3.158	3.284	3.414	3.550	3.691	3.838	3.990	4.148	4.313
Jasa Pendidikan	Rp Juta	1.547.652	1.696.190	1.858.984	2.037.402	2.232.945	2.447.255	2.682.133	2.939.555	3.221.682	3.530.888
Kegiatan Sosial	Rp Juta	1.092.268	1.168.450	1.249.946	1.337.126	1.430.387	1.530.152	1.636.875	1.751.043	1.873.173	2.003.821
Jasa lainnya	Rp Juta	938.165	1.004.333	1.075.167	1.150.998	1.232.176	1.319.080	1.412.114	1.511.709	1.618.328	1.732.467
	Rp Juta	154.146	155.460	156.786	158.123	159.472	160.832	162.203	163.586	164.981	166.388

Tabel 4.12 Pemodelan Proyeksi Penjualan Tenaga Listrik

URAIAN SATUAN	SATUAN	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
JUMLAH PENDUDUK (Ribuan)	JIWA	1.498	1.542	1.586	1.632	1.678	1.724	1.772	1.820	1.868	1.917
PERTUMBUHAN PENDUDUK	%	2,97	2,94	2,90	2,86	2,82	2,78	2,75	2,71	2,66	2,62
JUMLAH RUMAH TANGGA	KK	394.005	405.571	417.330	429.249	441.362	453.635	466.102	478.713	493.213	508.013
INFLASI	%	2,97	2,94	2,90	2,86	2,82	2,78	2,75	2,71	3,03	3,00
PDRB PER KAPITA	Rp Juta	79.383	81.683	84.103	86.657	89.344	92.179	95.163	98.314	101.641	105.124
PERTUMBUHAN PDRB	%	5,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
PDRB TOTAL	Rp Juta	118.890.712	125.925.696	133.415.683	141.392.647	149.890.971	158.947.638	168.602.439	178.898.200	189.881.021	201.543.356
Perikanan	Rp Juta	1.178.760	1.214.677	1.251.688	1.289.827	1.329.129	1.369.628	1.411.361	1.454.365	1.498.680	1.544.345,3
Pertambangan dan Penggalian	Rp Juta	67.840	67.840	67.840	67.840	67.840	67.840	67.840	67.840	67.840	67.840,0
Industri Pengolahan	Rp Juta	67.268.244	70.402.617	73.683.036	77.116.306	80.709.550	84.470.222	88.406.123	92.525.417	96.836.651	101.348.767,2
Pengadaan Listrik, Gas	Rp Juta	1.636.648	1.711.472	1.789.717	1.871.540	1.957.103	2.046.578	2.140.144	2.237.987	2.340.303	2.447.297,3
Pengadaan Air	Rp Juta	219.775	228.020	236.573	245.448	254.655	264.208	274.119	284.402	295.071	306.140,0
Konstruksi	Rp Juta	23.846.352	25.714.411	27.728.807	29.901.007	32.243.370	34.769.228	37.492.954	40.430.050	43.597.230	47.012.518,6
Perdagangan Besar dan Eceran, dan Reparasi Mobil dan Sepeda Motor	Rp Juta	7.181.944	7.809.942	8.492.853	9.235.479	10.043.041	10.921.216	11.876.181	12.914.649	14.043.921	15.271.939,1
Transportasi dan Pergudangan	Rp Juta	1.512.371	1.557.560	1.604.098	1.652.027	1.701.388	1.752.223	1.804.578	1.858.497	1.914.027	1.914.027,2
Penyediaan Akomodasi dan Makan Minum	Rp Juta	1.684.598	1.772.619	1.865.240	1.962.700	2.065.253	2.173.164	2.286.713	2.406.196	2.531.922	2.664.216,6
Informasi dan Komunikasi	Rp Juta	4.768.458	5.238.651	5.755.207	6.322.698	6.946.147	7.631.070	8.383.531	9.210.187	10.118.356	11.116.074,6
Jasa Keuangan	Rp Juta	4.401.067	4.705.956	5.031.965	5.380.560	5.753.303	6.151.869	6.578.046	7.033.746	7.521.016	8.042.041,9
Real Estate	Rp Juta	1.389.386	1.474.341	1.564.491	1.660.152	1.761.664	1.869.382	1.983.686	2.104.980	2.233.691	2.370.271,0
Jasa Perusahaan	Rp Juta	3.038	3.158	3.284	3.414	3.550	3.691	3.838	3.990	4.148	4.313,2
Administrasi Pemerintahan, Pertahanan dan Jaminan Sosial	Rp Juta	1.547.652	1.696.190	1.858.984	2.037.402	2.232.945	2.447.255	2.682.133	2.939.555	3.221.682	3530887,618
Jasa Pendidikan	Rp Juta	1.092.268	1.168.450	1.249.946	1.337.126	1.430.387	1.530.152	1.636.875	1.751.043	1.873.173	2003821,12
Jasa Kesehatan dan Kegiatan	Rp Juta	938.165	1.004.333	1.075.167	1.150.998	1.232.176	1.319.080	1.412.114	1.511.709	1.618.328	1732466,688
Jasa lainnya	Rp Juta	154.146	155.460	156.786	158.123	159.472	160.832	162.203	163.586	164.981	166388,4334
PENJUALAN TENAGA LISTRIK	GWh	2.617	2.711	2.809	2.911	3.018	3.128	3.243	3.363	3.487	3.616
A. RUMAH TANGGA	GWh	948	988	1028	1071	1115	1161	1209	1259	1310	1364
B. BISNIS	GWh	716	741	767	794	822	852	882	914	947	981
C. SOSIAL	GWh	69	73	78	82	87	92	97	102	108	114
D. INDUSTRI	GWh	808	834	860	888	917	947	978	1010	1044	1079
E. PEMERINTAH	GWh	56	58	59	61	63	65	67	69	71	74
F. MULTIGUNA	GWh	19	18	16	15	13	12	10	8	6	4
PELANGGAN	Unit	344.837	356.006	367.209	378.453	389.733	401.055	412.413	423.817	435.266	446.761
A. RUMAH TANGGA	Unit	306.966	317.359	327.752	338.145	348.537	358.930	369.323	379.716	390.108	400.501
B. BISNIS	Unit	32.317	32.992	33.696	34.437	35.208	36.016	36.855	37.734	38.652	39.611
C. SOSIAL	Unit	3.757	3.790	3.825	3.861	3.899	3.939	3.980	4.023	4.068	4.115
D. INDUSTRI	Unit	374	380	387	394	401	409	417	425	433	442
E. PEMERINTAH	Unit	1.607	1.635	1.663	1.694	1.725	1.758	1.793	1.829	1.866	1.905
F. MULTIGUNA	Unit	-	185	-	151	-	115	-	77	-	38
PENDAPATAN PENJUALAN TENAGA LISTRIK	Rp Juta	3.881.628	4.116.384	4.368.212	4.638.422	4.928.425	5.239.748	5.574.036	5.933.066	6.318.755	6.733.172
A. RUMAH TANGGA	Rp Juta	1.450.599	1.579.447	1.719.251	1.870.924	2.035.451	2.213.903	2.407.433	2.617.295	2.844.841	3.091.538
B. BISNIS	Rp Juta	1.155.472	1.198.156	1.242.703	1.289.198	1.337.735	1.388.410	1.441.323	1.496.583	1.554.301	1.614.596
C. SOSIAL	Rp Juta	84.492	92.628	101.455	111.028	121.412	132.672	144.882	158.121	172.472	188.030
D. INDUSTRI	Rp Juta	1.046.966	1.096.458	1.148.993	1.204.781	1.264.044	1.327.025	1.393.980	1.465.189	1.540.950	1.621.583
E. PEMERINTAH	Rp Juta	115.588	123.438	131.873	140.939	150.686	161.166	172.437	184.560	197.603	211.638
F. MULTIGUNA	Rp Juta	28.509	26.257	23.938	21.551	19.096	16.573	13.980	11.318	8.588	5.788
TARIF TENAGA LISTRIK RATA RATA											
A. RUMAH TANGGA	Rp/kWh	1.530	1.599	1.672	1.747	1.825	1.907	1.991	2.079	2.171	2.266
B. BISNIS	Rp/kWh	1.614	1.617	1.620	1.623	1.627	1.630	1.634	1.637	1.641	1.645
C. SOSIAL	Rp/kWh	1.220	1.261	1.304	1.348	1.394	1.442	1.491	1.543	1.597	1.653
D. INDUSTRI	Rp/kWh	1.296	1.315	1.335	1.357	1.379	1.402	1.426	1.450	1.476	1.503
E. PEMERINTAH	Rp/kWh	2.071	2.146	2.224	2.306	2.390	2.478	2.570	2.665	2.764	2.867
F. MULTIGUNA	Rp/kWh	1.477	1.469	1.461	1.453	1.444	1.435	1.426	1.416	1.406	1.396
RASIO PELANGGAN RUMAH		0,83	0,85	0,88	0,91	0,94	0,97	0,99	1,00	1,00	1,00

Sasaran strategis yang ingin dicapai dalam RUPTL 2022-2030 adalah tersedianya pasokan tenaga listrik yang cukup, andal, aman dan efisien, guna mengantisipasi pertumbuhan konsumsi tenaga listrik dan mendukung terciptanya ketahanan energi.

Dalam pencapaian sasaran strategis tersebut PLN Batam telah berkomitmen menerapkan paradigma *risk management* melalui implementasi ERM (*Enterprise Risk Management*). Hal tersebut selain bertujuan untuk meningkatkan value bagi perusahaan, sekaligus juga sebagai salah satu unsur GCG (*Good Corporate Governance*) dalam pengelolaan perusahaan sebagaimana diamanatkan dalam Peraturan Menteri BUMN Nomor PER-01/MBU/2011 tentang Penerapan GCG pada BUMN. Peletakan dasar-dasar (fundamental) untuk implementasi Manajemen Risiko di lingkungan PT PLN Batam telah dimulai pada tahun 2011 dengan ditetapkannya kebijakan implementasi Manajemen Risiko.

Dalam menentukan sasaran risiko perusahaan, PT PLN Batam fokus pada ketersediaan pasokan tenaga listrik yang cukup, andal, aman dan efisien, guna mengantisipasi pertumbuhan konsumsi tenaga listrik serta mendukung terciptanya ketahanan energi. Adapun sasaran risiko yang menjadi fokus PLN Batam adalah sebagai berikut :

- a. Tercapainya pemenuhan kebutuhan kapasitas dan energi listrik setiap tahun dengan tingkat keandalan yang diinginkan secara *least cost*.
- b. Perusahaan yang sehat secara finansial dan memiliki kehandalan dalam operasional (*Operational Excellent*) .

- c. Meningkatkan Porsi kepemilikan Pembangkit sendiri sehingga dapat meningkatkan bargaining PLN Batam.
- d. Dapat menyediakan tenaga listrik dalam jumlah yang cukup, dalam mutu dan tingkat keandalan yang semakin baik dengan biaya paling efisien serta Tercapainya angka rugi jaringan transmisi dan distribusi yang makin rendah.
- e. Posisi perusahaan sebagai market leader dalam menghadapi perubahan lingkungan bisnis.
- f. Tercapainya Bauran energi (energi mix) pembangkitan tenaga listrik yang lebih baik untuk menurunkan Biaya Pokok Penyediaan dengan cara meningkatkan Bauran energi Batubara dan menurunkan Porsi Gas.

Identifikasi Risiko

Risiko yang diidentifikasi dapat mempengaruhi implementasi RUPTL meliputi aspek sebagai berikut:

Risiko Perencanaan tambahan kapasitas Infrastruktur Ketenagalistrikan terhadap tercapainya sasaran pemenuhan kebutuhan kapasitas dan energi listrik setiap tahun dengan tingkat keandalan yang diinginkan secara least cost.

Tambahan kapasitas Pembangkit disusun berdasarkan *demand forecast* dengan menggunakan asumsi pertumbuhan ekonomi yang ditetapkan oleh Pemerintah dalam Rencana Jangka Panjang dan Menengah Nasional (RJPMN) yang kemudian diterjemahkan ke dalam Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional (RUKN) dan Rencana Umum Ekonomi Daerah (RUED). Sedangkan untuk tambahan kapasitas infrastruktur

lainnya seperti jaringan transmisi dan gardu induk disusun berdasarkan perhitungan *capacity balance*, sementara untuk pengembangan jaringan distribusi dihitung berdasarkan *load density*.

Jika seluruh pengembangan infrastruktur kelistrikan di dalam RUPTL dilaksanakan sesuai *schedule* namun realisasi pertumbuhan *demand* lebih rendah dari RUPTL maka akan terjadi over capacity sehingga ada risiko kelebihan pasokan yang tidak terjual yang pada akhirnya akan meningkatkan BPP mengingat saat ini terdapat pembangkit IPP dengan skema *Take Or Pay* (TOP).

Sebaliknya, jika seluruh pengembangan infrastruktur kelistrikan di dalam RUPTL dilaksanakan sesuai *schedule* namun realisasi pertumbuhan demand lebih tinggi dari RUPTL maka akan terjadi risiko sebagai berikut :

Pertumbuhan ekonomi terhambat karena kurangnya infrastruktur ketenagalistrikan, kapasitas pembangkit, transmisi dan distribusi yang dibangun lebih sedikit dari yang dibutuhkan, maka akan banyak pembangkit dioperasikan maksimal secara terus menerus bahkan menunda pemeliharaan yang jatuh tempo, sehingga dapat menurunkan kinerja mesin.

Banyak calon pelanggan baru dan penambahan daya tidak dapat dilayani, kualitas pelayanan menurun bahkan terjadi pemadaman.

Susut non-teknis meningkat karena pelanggan/calon pelanggan sulit memperoleh tambah daya/ akses listrik yang legal.

Risiko Lingkungan terhadap tercapainya sasaran pemenuhan kebutuhan kapasitas dan energi listrik setiap tahun dengan tingkat keandalan yang diinginkan secara least cost Risiko Lingkungan terkait dengan dua aspek utama:

- a. Tuntutan masyarakat terhadap keberadaan instalasi karena persepsi mengenai pengaruh listrik terhadap kesehatan.
- b. Adanya limbah, polusi dan kebisingan yang secara potensial menimbulkan risiko lain seperti tuntutan hukum oleh masyarakat.

Risiko Kesehatan & Keselamatan Kerja (K3) terhadap sasaran tercapainya pemenuhan kebutuhan kapasitas dan energi listrik setiap tahun dengan tingkat keandalan yang diinginkan secara least cost

Risiko K3 adalah risiko yang sangat penting bagi keselamatan pegawai serta berpengaruh terhadap citra perusahaan, banyak sekali faktor yang dapat menyebabkan faktor risiko ini. Umumnya berasal dari kedisiplinan individu dalam menerapkan SOP K3 sampai dengan tersedianya fasilitas perlindungan & pencegahan kecelakaan yang memadai. Pencegahan dapat dimulai dari penyediaan fasilitas perlindungan & pencegahan kecelakaan dalam bentuk sosialisasi terhadap kedisiplinan petugas, simulasi dan geral peralatan kerja dan APD.

Risiko Masa Pelaksanaan Pekerjaan terhadap sasaran tercapainya pemenuhan kebutuhan kapasitas dan energi listrik setiap tahun dengan tingkat keandalan yang diinginkan secara least cost

Pembangunan instalasi ketenagalistrikan, baik berupa pembangkit, jaringan transmisi dan distribusi dapat terlambat sehingga realisasinya menyimpang dari target

waktu. Penyelesaian pembangunan instalasi ketenagalistrikan harus terintegrasi, dimana transmisi dan distribusi harus diselesaikan lebih dahulu dari pembangkit, agar seluruh daya yang dihasilkan pembangkit dapat langsung disalurkan kepada pelanggan. Keterlambatan penyelesaian proyek akan berdampak pada timbulnya *potential revenue loss* serta peningkatan BPP karena menggunakan pembangkit dengan energi primer yang lebih mahal.

Keterlambatan proyek dapat disebabkan oleh:

- a. Perizinan dan pembebasan lahan.
- b. Masalah lingkungan, khususnya pada proyek-proyek PLTU.
- c. Kurangnya kontraktor proyek transmisi dan GI yang mempunyai kemampuan/ sumber daya (alat, SDM dl) yang memenuhi standar.
- d. Kinerja kontraktor kurang baik, dari aspek teknis maupun finansial.
- e. Kurangnya pekerja terampil dan peralatan konstruksi, khususnya pada proyek-proyek transmisi.
- f. Masalah sosial berupa penolakan masyarakat terhadap keberadaan instalasi PLN Batam yang dipersepsikan mengganggu dan berbahaya.

Risiko Masuknya Pembangkit EBT (Energi Baru Terbarukan) terhadap Kestabilan Sistem untuk sasaran tercapainya pemenuhan kebutuhan kapasitas dan energi listrik setiap tahun dengan tingkat keandalan yang diinginkan secara least cost

Sesuai Kebijakan Energi Nasional (KEN) sebagaimana tertuang dalam Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional. 1 Pada tahun 2025 peran energi baru terbarukan paling sedikit 23%.

Saat ini sektor Energi Baru dan Terbarukan belum begitu berkembang di Indonesia. Penyebabnya antara lain harga EBT belum kompetitif yaitu adanya subsidi untuk BBM dan listrik serta masih mahal biaya dari sebagian besar teknologi EBT. Pemanfaatan potensi energi baru terbarukan sangat memerlukan suatu perencanaan yang mendasar mulai dari identifikasi potensi sampai dengan perhitungan skala keekonomian dengan tetap menjaga kelestarian lingkungan sehingga dapat meminimalisir kerusakan lingkungan.

Keterbatasan ketersediaan operasi menjadi kendala dalam operasional EBT (intermitten), kondisi ini akan berdampak terhadap kestabilan operasi sistem. Dalam mengantisipasi keterbatasan jam operasi EBT harus dilakukan perencanaan operasi sistem yang tepat sehingga jika pembangkit dalam keadaan tidak dapat beroperasi sudah dapat diantisipasi dengan baik.

Risiko Pendanaan Proyek sasaran perusahaan yang sehat secara finansial dan memiliki kehandalan dalam operasional (Operational Excellent)

PLN Batam harus menyiapkan dana untuk seluruh proyek transmisi dan gardu induk, namun untuk Pembangkit tergantung kemampuan pendanaan internal maupun SHL PLN Persero. Jika struktur pemodalannya PLN Batam tidak kuat maka akan timbul risiko tidak tersedianya sumber dana dari ekuitas internal. Penerapan ISAK 8 pada laporan keuangan PLN Batam menyebabkan

meningkatnya kewajiban jangka panjang dan risiko selisih kurs PLN Batam sehingga akan memperburuk rasio DER (Debt Equity Ratio). Jaringan transmisi dan distribusi, serta gardu induk merupakan infrastruktur ketenagalistrikan yang harus dibangun tanpa harus menunggu adanya demand terlebih dahulu. Infrastruktur ketenagalistrikan sama halnya seperti infrastruktur jalan, justru dibangun untuk menciptakan kebutuhan (*demand creation*) atau sebagai pendorong pertumbuhan ekonomi. Tingkat pengembalian proyek-proyek jenis ini memerlukan waktu yang lama, sehingga cukup berisiko jika didanai dari pinjaman.

Risiko Pengadaan sasaran Meningkatkan Porsi kepemilikan Pembangkit sendiri sehingga dapat meningkatkan bargaining PLN Batam, kualitas dari proses pengadaan proyek akan menentukan kualitas (kemampuan teknis dan finansial) dari perusahaan yang akan ditunjuk sebagai pemenang tender. Proses pengadaan seringkali memerlukan waktu yang lama karena banyaknya *grey area* yang menyulitkan dari mulai proses prakualifikasi, evaluasi proposal, sampai ke negosiasi kontrak. Keterlambatan dalam proses pengadaan akan menyebabkan pada mundurnya jadwal COD proyek, yang akan berdampak pada *potensial revenue loss* bagi PLN Batam.

Kriteria prakualifikasi serta evaluasi teknis yang kurang detail akan menimbulkan risiko terpilihnya perusahaan yang tidak kompeten sebagai pemenang tender. Jika hal ini terjadi maka akan timbul risiko kualitas pembangkit dibawah standar yang akan berdampak pada kenaikan BPP, dan atau timbul

risiko keterlambatan proyek yang akan berdampak pada *potential revenue loss* bagi PLN Batam.

Risiko Produksi/Operasi untuk sasaran Dapat menyediakan tenaga listrik dalam jumlah yang cukup, dalam mutu dan tingkat keandalan yang semakin baik dengan biaya paling efisien serta Tercapainya angka rugi jaringan transmisi dan distribusi yang makin rendah

Risiko produksi/operasi terkait dengan beberapa masalah potensial berikut ini:

- a. Kekurangan atau kelangkaan energi primer sebagai bahan bakar pembangkit listrik; salah satu penyebab kekurangan atau kelangkaan tersebut adalah karena pemegang hak pengelolaan energi primer membuat kontrak penjualan dengan pihak lain.
- b. Kerusakan peralatan/fasilitas operasi, terutama karena hal-hal berikut: peralatan yang sudah tua, pembangunan yang dipercepat dalam rangka memenuhi Fast Track Program, penggunaan teknologi baru, dan penggunaan pemasok baru.
- c. Risiko kehilangan peralatan/fasilitas operasi, terutama akibat pencurian yang dilakukan terhadap instalasi/aset perusahaan.
- d. Kesalahan manusia dalam mengoperasikan peralatan/fasilitas.
- e. Risiko Regulasi untuk sasaran Posisi perusahaan sebagai market leader dalam menghadapi perubahan lingkungan bisnis

Risiko regulasi terutama berkaitan dengan risiko perubahan tatanan sektor ketenagalistrikan, khususnya bila ditetapkannya perundangan yang

mengubah status PLN sebagai Pemegang Kuasa Usaha Ketenagalistrikan (PKUK) atau diberlakukannya *open access* jaringan transmisi dan adanya pasar kompetisi tenaga listrik. Risiko perubahan perundangan yang mengubah struktur industri dari monopoli bidang transmisi dan distribusi menjadi struktur industri dengan persaingan bebas bukan saja di bagian pembangkit tetapi di bagian lain dalam ketenagalistrikan

Berdasarkan hasil identifikasi risiko terhadap Pembuatan RUPTL PT PLN Batam 2022-2030 maka diperoleh 9 risiko sebagaimana poin 7.2 diatas, namun setelah melalui fase *controlled risk* hanya tinggal 6 risiko yang perlu dilakukan mitigasi karena level risikonya masih tinggi, untuk 3 risiko lainnya diterima karena levelnya sudah moderate, risiko yang diterima tersebut yaitu risiko, Lingkungan, risiko K3 dan risiko regulasi. Sedangkan 6 risiko yang levelnya masih tinggi perlu dibuatkan program-program mitigasi, Pada dasarnya mitigasi risiko akan dilakukan secara dinamis oleh karena metoda dan sarana mitigasi terus berkembang. Uraian mitigasi terhadap 6 risiko RUPTL PT PLN Batam 2022-2030 diuraikan sebagai berikut :

1. Mitigasi Risiko Perencanaan tambahan kapasitas Infrastruktur Ketenagalistrikan
 - a. Untuk memitigasi risiko pembayaran Penalty TOP kepada IPP, maka perlu dijaga keseimbangan komposisi kapasitas pembangkit PLN Batam vs Pembangkit IPP
 - b. Pertumbuhan ekonomi lebih rendah dari yang direncanakan sehingga berdampak pada penurunan penjualan, maka perlu agresif marketing, dan

secara periodik melakukan review dan pembaharuan perhitungan prakiraan kebutuhan listrik dengan paramater terbaru yang lebih akurat

- c. *demand* yang lebih tinggi daripada *demand forecast*, maka perlu kampanye penghematan oleh konsumen listrik, mengoptimalkan *captive power* industri, mempercepat penyelesaian proyek ketenagalistrikan, menyewa pembangkit, dll

2. Mitigasi Risiko Masa Pelaksanaan Pekerjaan

- a. Untuk mencegah keterlambatan pekerjaan maka perlu dilakukan koordinasi dengan pihak terkait perihal pembebasan lahan, perizinan dan pemilihan kontraktor yang berkualitas
- b. Memperkuat fungsi manajemen proyek yang terintegrasi
- c. Meningkatkan hubungan masyarakat untuk mengurangi masalah sosial
- d. Meningkatkan kompetensi staf dan unit kerja humas untuk meningkatkan hubungan dengan masyarakat

3. Mitigasi Risiko Pendanaan Proyek

- a. Meningkatkan kemampuan PLN Batam dalam menghasilkan dana internal melalui peningkatan laba perusahaan serta restrukturisasi tarif
- b. Mencari dukungan PLN Holding dalam upaya memperoleh pendanaan berupa SHL untuk Proyek PLN Batam dengan suku bunga di bawah nilai pasar
- c. Mengembangkan *Project Finance* dimana EPC Kontraktor juga membawa pendanaan proyek

4. Mitigasi Risiko Pengadaan

- a. Menyempurnakan kualitas dokumen perencanaan (FS & BID DOC) sehingga tidak menimbulkan *grey area*
- b. Meningkatkan kualitas survei *soil investigation* tanah di calon lokasi proyek agar kualitas desain akurat
- c. Proses tender dilakukan secara transparan dan kompetitif agar diperoleh vendor yang berkualitas

5. Mitigasi Risiko Produksi/Operasi

- a. Menetapkan formulasi perhitungan denda konstruksi, komisioning dan operasi dengan basis perhitungan risiko ditanggung 100% oleh pihak pengembang di dalam kontrak EPC dan PPA
- b. Meningkatkan operasi & pemeliharaan untuk mengurangi kemungkinan terjadi kerusakan peralatan operasi
- c. Menerapkan SOP dan pelatihan untuk mengurangi kemungkinan terjadinya kesalahan manusia dalam menggunakan peralatan

6. Mitigasi Risiko Penyediaan Energi Primer

Membuat kontrak jangka panjang dengan penyedia energi primer untuk memastikan ketersediaannya pada saat instalasi siap beroperasi

Mengoptimalkan pasokan batubara yang produksinya di Sumatra, dimana biaya transportasi lebih efisien. Mengkaji dan menindaklanjuti perkembangan akses impor gas terutama LNG jika harganya lebih kompetitif.

Pemetaan risiko setelah mitigasi dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut:

TINGKAT KEMUNGKINAN	Sangat Besar	E	E1	E2	E3	E4	E5
	Besar	D	D1	D2	D3 4	D4	D5
	Sedang	C	C1	C2	C3 1 7 11 4 6 8 9	C4 6 8 9	C5
	Kecil	B	B1	B2	B3 2 3 5 10 1 7 11	B4	B5
	Sangat Kecil	A	A1	A2	A3	A4	A5
			1	2	3	4	5
			Tidak Signifikan	Minor	Medium	Signifikan	Malapetaka
			TINGKAT DAMPAK				
		Keterangan:	 Controlled Risk	 Residual Risk			

Gambar 4.1 Matrix Risiko RUPTL PT PLN Batam 2022-2030

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Prakiraan pertumbuhan pemakaian tenaga listrik untuk masa 10 (sepuluh) tahun yang akan datang menggunakan asumsi pertumbuhan PDRB rata-rata sebesar 3.7% periode 2022-2030. Penurunan proyeksi pertumbuhan disebabkan adanya covid 19 yang menyebabkan penurunan sebesar -0,68% apada tahun 2020. Sehingga untuk proyeksi PDRB terkoreksi menjadi 3,7% yang sebelumnya diasumsi lebih tinggi 4%. Asumsi selanjutnya adalah pertumbuhan penduduk yang diasumsikan 2.5% pertahun pada periode 10 (sepuluh) tahun yang sama. Hasil prakiraan kebutuhan tenaga listrik untuk Pulau Batam berdasarkan asumsi ini akan meningkat dari 2.616,5 GWh tahun 2022 menjadi 3.616,3 GWh pada tahun 2030 atau tumbuh rata-rata sebesar 3,3 % pertahun.
2. Guna memenuhi rencana pertumbuhan beban tersebut maka diperlukan tambahan kapasitas pembangkit sebesar 751 MW dari tahun 2022 sampai 2030 atau rata-rata 75,1 MW pertahun.
3. Komposisi pemakaian energi primer BBM akan dihilangkan mulai tahun 2023. Strategi *fuel mix* EBT dicapai pada saat masuknya EBT mulai tahun 2022 sampai dengan 2030 dengan komposisi 33,4% dari total penambahan pembangkit yaitu 251 MW sampai dengan tahun 2030. Pemakaian batubara berbasis coal firing (biomass) rencana akan dioperasikan pada tahun 2025 dan 2026 dimana kerjasama antara PT PLN Batam dan PT Panbil Utilitas.

Komposisi pemakaian gas sendiri akan mulai turun dengan masuknya pembangkit baru yang akan diisi dengan pembangkit EBT secara bertahap hingga tahun 2030 dengan komposisi *fuel mix* batubara sebesar 20,1%, gas 59,6%, EBT 20,3%.

5.2 Saran

Guna mendukung pertumbuhan beban dan pembangkit, saluran transmisi yang perlu dibangun adalah jalur Phi Connection GI Harapan - Baloi - Nagoya, jalur GI Tj Uncang- GI Sei Harapan, jalur Nagoya - GI Tanjung Sengkuang (SKTT), jalur GI Panaran-GI Rempang, serta jalur GI Rempang-GI Galang. Selain itu pembangunan PLTU akan dilakukan untuk menyeimbangkan bauran energi sehingga sistem menjadi lebih efisien dan handal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hong, Tao., M. Shahidehpour., “Load Forecasting Case Study”. EISPC. University of North Carolina at Charlotte and Illionis Institute of Technology., (2015): USA.
- [2] T. P. Anoraga, U. Wibawa, and H. S. Dachlan, “Perencanaan Kebutuhan Energi Listrik Tahun 2012-2022 Pada Pt. Pln Area Pelayanan Jaringan Malang Dengan Metode Gabungan,” *elektro.studentjournal.ub.ac.id*, pp. 1–7, 2012.
- [3] Andre C.K, Hans Tumaliang, Marthinus Pakiding, “Perencanaan Dan Pemenuhan Kebutuhan Energi Listrik di kota Bitung”, *Jurnal Teknik Elektro*, Vol.7, No.03, ISSN:2301-8402, 2018
- [4] M. Ditjeng, “Pembangkit Energi Listrik ”. Jakarta : Erlangga, 2005
- [5] G. E. J. Toreh, M. Tuegeh, M. Pakiding, L. Patras, “ Peramalan Beban Listrik Untuk Penjadwalan Sistem Pembangkit ”. *Jurnal Teknik Elektro UNSRAT*, Vol.2, No.4, ISSN: 2301-8402, 2013
- [6] Chandra P. Putra, Maickel Teguh ST. MT., Ir. Hans Tumaliang MT., Lily S. Patras ST. MT.,” Analisa Pertumbuhan Beban Terhadap Ketersediaan Energi Listrik di Sistem Kelistrikan Sulawesi Selatan”. *Jurnal Teknik Elektro*, ISSN: 2301-8402, 2014.
- [7] Andro Cahyo Wibowo, Hermawan, Karnoto,” Analisis Proyeksi Kebutuhan Energi Listrik Dengan Menggunakan Metode Simple Econometric”. *Transient*, Vol 4, No.4, ISSN : 2302-9927, Desember 2015, hal 910.

- [8] Rahman, M. Anwar., "Dynamic Stochastic Model to Forecast Non Stationary Electricity Demand" IJEAT. Vol. 2, Issue 6., 2013: hal 272-276.
- [9] Laporan Akhir Review Penyusunan Rencana Umum Ketenagalistrikan Daerah (RUKD) Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Tahun Anggaran 2008. Laporan Penelitian, RUKD, Dinas Perindustrian, Perdagangan dan Koperasi Bidang Pertambangan dan Energi Pemerintah Propinsi DIY, Yogyakarta, 2008.
- [10] PT Inalum (Persero), "Laporan Data & Statistik Tahun 2008-2017 ", Departemen Pemeliharaan dan Teknikal, 2017.
- [11] Wang, Waina., X. Liu. "Fuzzy Forecasting Based on Automatic and Axiomatic Fuzzy Set Classification" Elsevier. No.17., 2014
- [12] Sonika, Dogra., S. Darshan, K. Daljeet, "Long Term Forecasting Using Fuzzy Logic Methodology". IJAREEIE. Vol 4., 10.15662/ijareeie.2015.0406047., Juni 2015: hal 5578-5585
- [13] Muhammad Bobby Fadillah, Dian Yayan Sukma, Nurhalim," Analisis Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik Tahun 2015-2024 Wilayah PLN Kota Pekanbaru Dengan Metode Gabungan". Jom FTeknik. Vol. 2, No.2, Oktober 2015.
- [14] Rahman, M. Anwar., "Dynamic Stochastic Model to Forecast Non Stationary Electricity Demand" IJEAT. Vol. 2, Issue 6., 2013: hal 272-276.
- [15] Ragil Lanang Widiatmo Tri Purnomo. Kajian Perencanaan Permintaan dan Penyediaan Energi di Wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta Menggunakan Perangkat Lunak LEAP. Skripsi. Jurusan Teknik Fisika Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2005.

- [16] Sapto Wahyudi, Firdaus, “ Proyeksi Kebutuhan Energi Listrik Kabupaten In-dragri Hulu Berdasarkan Pertumbuhan Beban Menggunakan Model DKL 3.2”. Jom FTeknik. Vol. 3, No.2, Oktober 2016
- [17] Singh, Arunesh Kumar, Ibraheem, S. Khatoon, Md. Muazzam., “ An Overview of Electrical Demand Forecasting Techniques” IISTE. Vol 3 No.3., 2013.
- [18] Muhammad Ery Wijaya and Bundit Limmeechokchai. Thammasat Int. J. Sc. Tech, Vol. 14, No. 4, October-December: 1-14, 2009.
- [19] Suswanto, Daman., “Sistem Distribusi Tenaga Listrik” Padang: 2010.
- [20] Ke Zhao, dkk. 2012. “Application of Combination Forecast Model in The Me-dium and Long term Power Forecast”. International Journal of Computer Science Is-sues (IJCSI).Vol. 9.No.3.

LAMPIRAN

Neraca Daya 2022 – 2030 PT PLN BATAM

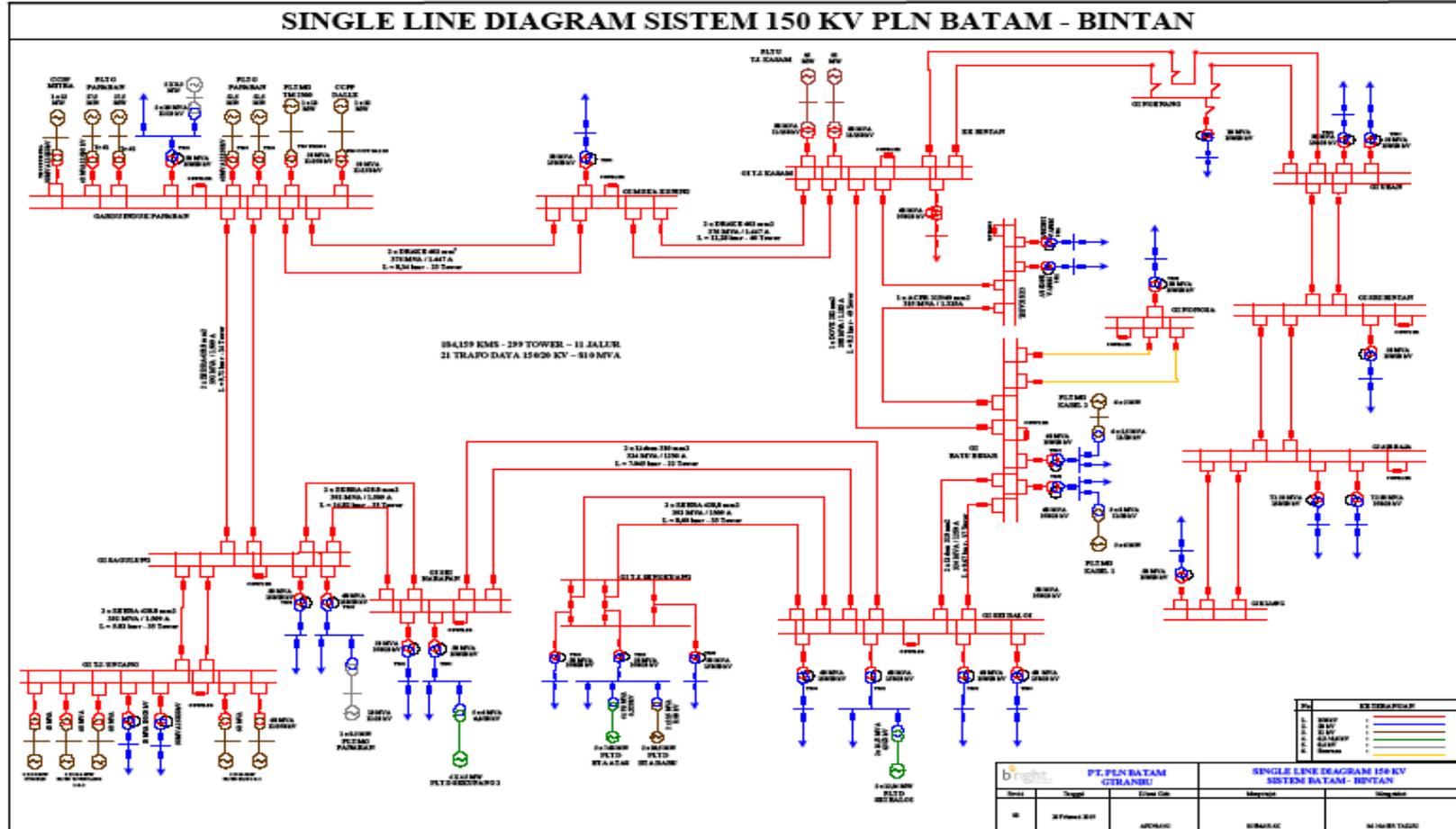
NO.	PASOKAN/KEBUTUHAN	UNIT	UNIT	DMP	FUEL	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
I	Kebutuhan														
	Growth sales Batam only					4,94%	3,61%	3,62%	3,64%	3,65%	3,66%	3,67%	3,69%	3,70%	3,71%
	Beban Puncak Batam					431,7	447,3	463,5	480,4	497,9	516,1	535,1	554,8	575,4	596,7
	Load Faktor Batam-bintan	%				73,0	73,0	73,0	73,0	73,0	73,0	73,0	73,0	73,0	73,0
	Transfer ke Bintan					71,1	71,8	72,8	73,9	75,0	76,2	77,3	78,5	79,6	80,8
	BP BATAM BINTAN	MW				502,8	519,1	536,4	554,3	573,0	592,3	612,4	633,3	655,0	677,5
	LOAD INJECTION														
	BP TG SAUH	MW							20	20	20	20	20	20	20
	BP Kawasan Panbil	MW							50	50	50	50	50	50	50
	Nongsa Phase - 1	MVA				6	26	26	26	26	26	26	26	26	26
	Nongsa Phase - 2	MVA				20	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	Nongsa Phase - 3	MVA				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Nongsa Phase - 4	MVA				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	PT Cakra Wisesa Karya Makmur	MVA				50	75	100	100	100	100	100	100	100	100
	Beban Puncak-Load Injection					28,9	53,7	63,2	133,2	133,2	133,2	133,2	133,2	133,2	133,2
	Rencana terkontrak (MVA)					76,0	141,0	166,0	166,0	166,0	166,0	166,0	166,0	166,0	166,0
	Jam nyala per tahun					3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
	Energi (GWh)					228,0	423,0	498,0	498,0	498,0	498,0	498,0	498,0	498,0	498,0
	Faktor Beban					90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
	BP TOTAL (Batam-bintan- Load Injection)	MW				531,7	572,7	599,5	687,5	706,1	725,5	745,6	766,5	788,2	810,7
	Produksi Total	GWh				3.443,1	3.742,3	3.927,9	4.471,9	4.591,1	4.715,0	4.843,5	4.977,1	5.115,8	5.259,9
II	Pembangkit Mampu Eksisting														
	Pembangkit BBM														
1	PLTD Baloi	PLNB		18	BBM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	PLTD Batuampar	PLNB		18	BBM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	PLTD Sekupang	PLNB		7	BBM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Pembangkit Non BBM														
1	PLTMG Panaran PLN	PLNB	3	24	Gas	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5
2	PLTG Panaran I SC	IPP	2	61,4	Gas	58,0	58,0	58,0	58,0	58,0	58,0	58,0	58,0	58,0	58,0
3	PLTG Panaran II CC	IPP	1	82	Gas	78,0	78,0	78,0	78,0	78,0	78,0	78,0	78,0	78,0	78,0
4	STG Panaran I	IPP	1	20,6	CC	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0
5	PLTG ELB #1	IPP	1	35	Gas	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0
6	PLTG ELB #2	IPP	1	35	Gas	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0
7	PLTMG Kabil	IPP	3	17,4	Gas	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4
8	PLTU Tj. KASAM	IPP	2	49,5	Coal	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0
9	CC PLTG Tj. Uncang PLNB	PLNB	1	40	CC	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
10	PLTG Tj. Uncang PLNB #2	PLNB	1	42,5	Gas	42,5	42,5	42,5	42,5	42,5	42,5	42,5	42,5	42,5	42,5
11	PLTG Tj. Uncang PLNB #3	PLNB	1	42,5	Gas	42,5	42,5	42,5	42,5	42,5	42,5	42,5	42,5	42,5	42,5
	DMN Total Pembangkit					487,9	487,9	487,9	470,5	470,5	392,5	392,5	392,5	392,5	392,5

NO.	PASOKAN/KEBUTUHAN	UNIT	UNIT	DMP	FUEL	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2030
III	Committed/ Planned														
1	PLTU Tj Sauh # 1	IPP		75	I & Biomass				75	75	75	75	75	75	75
1	PLTU Tj Sauh # 2	IPP		75	I & Biomass				-	75	75	75	75	75	75
2	PLTMG Panbil	IPP		50	Gas				50	50	50	50	50	50	50
3	PLTG SEWA	IPP		50	Gas	50	50	50	50	50					
4	PLTGU NEW	PLNB		120	Gas		80	120	120	120	120	120	120	120	120
5	CC ELB	PLNB		39	CC	-	-	39	39	39	39	39	39	39	39
6	PLTMG Baloj	PLNB		30	Gas	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
7	PLTMG JEMBO EXT	IPP		15	Gas	12	12	12	-	-	-	-	-	-	-
8	EBTK #1	PLNB		1	EBT	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	EBTK #2	IPP		30	EBT	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
10	EBTK #3	IPP		50	EBT	-	50	50	50	50	50	50	50	50	50
11	EBTK #4	IPP		70	EBT	-	-	-	-	70	70	70	70	70	70
12	EBTK #5	IPP		100	EBT	-	-	-	-	-	-	-	100	100	100
13	PLTG Batam #1 - Aeroderivative	PLNB		50	Gas	-	-	-	-	-	50	50	50	50	50
14	PLTG Batam #2 - Aeroderivative	PLNB		50	Gas	-	-	-	-	-	-	50	50	50	50
15	PLTG Batam #3 - Aeroderivative	PLNB		50	Gas									50	50
Total Planned Capacity						92,0	172,0	251,0	364,0	439,0	439,0	489,0	489,0	539,0	539,0
Beban Puncak Total				MW		532	573	600	687	706	725	746	766	788	811
Jumlah Kapasitas				MW		580	660	739	835	910	832	882	882	932	932
Cadangan Pemeliharaan				MW		60	60	60	60	100	100	100	100	100	100
Cadangan Operasi				MW		55	55	55	55	100	100	100	100	100	100
Surplus / Defisit (N-1)				MW		-11,79	27,18	79,38	87,03	103,38	6,02	35,91	15,03	43,34	20,81
Reserve Margin				MW		48,2	87,2	139,4	147,0	203,4	106,0	135,9	115,0	143,3	120,8
Reserve Margin				%		9,1%	15,2%	23,2%	21,4%	28,8%	14,6%	18,2%	15,0%	18,2%	14,9%

Kebutuhan Bahan Bakar 2022 -2030 PT PLN BATAM

Pembangkit	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	Unit
PLTMG Panaran PLN	684.804.240	513.603.180	515.010.312	513.603.180	513.603.180	513.603.180	515.010.312	513.603.180	513.603.180	513.603.180	MMBTU
PLTG Panaran I SC	3.262.686.528	3.425.820.854	3.178.553.293	2.854.850.712	2.854.850.712	2.854.850.712	2.862.672.221	2.854.850.712	2.854.850.712	2.854.850.712	MMBTU
PLTG Panaran II CC	4.323.385.872	4.323.385.872	3.825.203.616	3.560.435.424	3.560.435.424	-	-	-	-	-	MMBTU
STG Panaran I											MMBTU
PLTG ELB #1	1.638.960.960	1.229.220.720	2.465.176.896	2.868.181.680	2.868.181.680	3.073.051.800	3.081.471.120	2.868.181.680	2.868.181.680	2.909.155.704	MMBTU
PLTG ELB #2	1.638.960.960	1.229.220.720	2.465.176.896	2.868.181.680	2.868.181.680	3.073.051.800	3.081.471.120	2.868.181.680	2.868.181.680	2.909.155.704	MMBTU
PLTMG Kabil	773.246.952	463.948.171	465.219.262	-	-	-	-	-	-	-	MMBTU
PLTU Tj. KASAM	545.494	545.494	482.637	481.318	449.230	509.103	512.890	477.553	497.848	497.848	MTON
CC PLTG Tj. Uncang PLNB											MTON
PLTG Tj. Uncang PLNB #2	2.159.526.150	2.217.113.514	2.021.079.816	2.015.557.740	1.871.589.330	2.015.557.740	2.021.079.816	2.015.557.740	2.015.557.740	2.044.351.422	MMBTU
PLTG Tj. Uncang PLNB #3	2.159.526.150	2.217.113.514	2.021.079.816	2.015.557.740	1.727.620.920	2.015.557.740	2.021.079.816	2.015.557.740	2.015.557.740	2.044.351.422	MMBTU
PLTU Tj Sauh # 1											MTON
PLTU Tj Sauh # 2											MTON
PLTMG Panbil	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	MTON
PLTG SEWA	1.877.083.899	2.104.070.781	1.215.430.472	1.149.750.000	947.260.167	-	-	-	-	-	MMBTU
PLTGU NEW	-	2.943.360.000	2.279.923.200	4.549.774.831	2.896.647.613	4.362.734.659	3.989.865.600	3.627.504.000	4.087.065.600	3.973.536.000	MMBTU
CC ELB											MTON
PLTMG Balai	1.497.960.000	1.747.620.000	1.251.720.000	1.248.300.000	499.320.000	499.320.000	751.032.000	499.320.000	499.320.000	499.320.000	MTON
PLTMG JEMBO EXT	346.896.000	263.338.000	254.583.964	-	-	-	-	-	-	-	MTON
EBTK #1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	MMBTU
EBTK #2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	MMBTU
EBTK #3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	MMBTU
EBTK #4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Renewable
EBTK #5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Renewable
PLTG Batam #1 - Aero derivative	-	-	-	-	-	438.000.000	860.832.000	1.461.641.040	1.425.579.213	1.425.579.213	Renewable
PLTG Batam #2 - Aero derivative	-	-	-	-	-	-	439.200.000	1.461.641.040	1.752.000.000	1.752.000.000	Renewable
PLTG Batam #3 - Aero derivative	-	-	-	-	-	-	-	-	438.000.000	1.576.413.576	Renewable

Single Line Diagram 150 kV Sistem Batam - Bintan



LAMPIRAN 6 – Profil Risiko RUPTL 2022 – 2030 PT PLN Batam

ID RISK	SASARAN	KELOMPOK RISIKO	DESKRIPSI RISIKO	CONTROLLED RISKS			TARGET RISKS		
				KEMUNGKINAN	DAMPAK	TINGKAT RISIKO	KEMUNGKINAN	DAMPAK	TINGKAT RISIKO
P.2.1.1	Tercapainya pemenuhan kebutuhan kapasitas dan energy listrik setiap tahun dengan tingkat keandalan yang diinginkan secara least cost	Perencanaan Proyek	risiko perencanaan tambahan kapasitas infrastruktur ketenagalistrikan	Sedang	Medium	C.3. Tinggi	Kecil	Medium	B.3. Moderat
O.17.2.2		kesehatan Kerja	risiko lingkungan	Kecil	Medium	B.3. Moderat	0	0	0
O.17.1.1		Kesehatan & keselamatan kerja	risiko k3	Kecil	Medium	B.3. Moderat	0	0	0
P.5.4.1		Sosial budaya lokasi proyek	risiko masa pelaksanaan pekerjaan	Besar	Medium	D.3. Tinggi	Sedang	Medium	C.3. Tinggi
P.1.8.1		Research EBT	Risiko masuknya Pembangkit EBT terhadap kestabilan sistem (Intermitten)	Kecil	Medium	B.3. Moderat	0	0	0
P.3.1.1	Perusahaan yang sehat secara finansial dan memiliki kehandalan dalam operasional (Operational Excellent) .	sumber pendanaan proyek	risiko pendanaan proyek	Sedang	Signifikan	C.4. Tinggi	Sedang	Medium	C.3. Tinggi
P.4.5.1	Meningkatkan Porsi kepemilikan Pembangkit sendiri sehingga dapat meningkatkan bargaining PLN Batam	Rencana Pengadaan	risiko pada proses pengadaan proyek	Sedang	Medium	C.3. Tinggi	Kecil	Medium	B.3. Moderat
O.4.2.1	Dapat menyediakan tenaga listrik dalam jumlah yang cukup, dalam mutu dan tingkat keandalan yang semakin baik dengan biaya paling efisien serta Tercapainya angka rugi jaringan transmisi dan distribusi yang makin rendah	Keandalan Pembangkit	risiko produksi/operasi	Sedang	Signifikan	C.4. Tinggi	Sedang	Medium	C.3. Tinggi
O.4.2.1	Dapat menyediakan tenaga listrik dalam jumlah yang cukup, dalam mutu dan tingkat keandalan yang semakin baik dengan biaya paling efisien serta Tercapainya angka rugi jaringan transmisi dan distribusi yang makin rendah	Keandalan Pembangkit	risiko produksi/operasi	Sedang	Signifikan	C.4. Tinggi	Sedang	Medium	C.3. Tinggi
S.1.3.1	Posisi perusahaan sebagai market leader dalam menghadapi perubahan lingkungan bisnis.	regulasi, peraturan & Perundangan	risiko regulasi	Kecil	Medium	B.3. Moderat	0	0	0
O.1.1.1	Tercapainya Bauran energy (energy mix) pembangkitan tenaga listrik yang lebih baik untuk menurunkan Biaya Pokok Penyediaan dengan cara meningkatkan Bauran energy Batubara dan menurunkan Porsi Gas	Kebijakan Energi Primer	risiko penyediaan energi primer	Sedang	Medium	C.3. Tinggi	Kecil	Medium	B.3. Moderat

Identifikasi Risiko RUPTL 2022 – 2030 PT PLN Batam

I D E N T I F I K A S I R I S I K O										
RISK ID	RINCIAN SASARAN	KELOMPOK RISIKO	KEJADIAN RISIKO	PENYEBAB RISIKO	DAMPAK RISIKO	INHERENT RISK (RISIKO BAWAAN)			RISK OWNER	
						Kemungkinan	Dampak	Tingkat Risiko		
1	2	3	4	6	7	8	9	10	5	
P.2.1.1	Tercapainya pemenuhan kebutuhan kapasitas dan energy listrik setiap tahun dengan tingkat keandalan yang diinginkan secara least cost	Perencanaan Proyek	risiko perencanaan tambahan kapasitas infrastruktur ketenagalistrikan	- Pertumbuhan ekonomi lebih rendah dari yang direncanakan - demand energi yang lebih tinggi daripada demand forecast	- energi yang direncanakan melebihi demand pelanggan sehingga berdampak pada TOP yang tidak terserap - energi yang tersedia tidak dapat memenuhi demand pelanggan	Besar	Medium	D.3. Tinggi	PLANNING	
O.17.2.2		kehatan Kerja	risiko lingkungan	- Pengelolaan & Pemantauan lingkungan tidak di jalankan dengan baik - rekomendasi AMDAL dan UKL UPL Proyek tidak dijalankan	- terjadinya kerusakan lingkungan pada proyek ketenagalistrikan - Citra perusahaan buruk akibat kerusakan lingkungan	Sedang	Medium	C.3. Tinggi	HSE	
O.17.1.1		Kesehatan & keselamatan kerja	risiko k3	- Tidak menerapkan standard Keselamatan Ketenagalistrikan. - Pengawas dan Pelaksana Pekerjaan tidak memastikan Keselamatan Ketenagalistrikan, antara lain tidak memiliki sertifikat kompetensi teknis dan kompetensi K3, tidak memiliki kompetensi /pelatihan teknis, tidak menggunakan peralatan kerja dan alat pelindung diri standard, dan kegiatan lainnya. - Tidak melakukan kegiatan Perlindungan & Pencegahan Kecelakaan Instalasi seperti pemeliharaan instalasi dan bangunan, SLO instalasi dan bangunan, mengoperasikan instalasi yang tidak laik operasi dan tidak melakukan kegiatan pencegahan dan penanggulangan bahaya kebakaran dan sebagainya. - Tidak melakukan Kegiatan Perlindungan dan Pencegahan Kecelakaan Masyarakat Umum seperti tidak melakukan inspeksi, identifikasi bahaya, penilaian dan pengendalian risiko pada instalasi, tidak memasang rambu - rambu tanda bahaya, kunci pengaman, tidak mensosialisasikan bahaya kepada masyarakat umum dan tidak menindaklanjuti laporan masyarakat terkait instalasi ketenagalistrikan. - Tidak mencantumkan Klausul Safety dalam Kontrak	-Menurunnya keselamatan dan kesehatan kerja Pegawai -Korban jiwa (Cacat/Meninggal) - turunya reputasi perusahaan	Besar	Medium	D.3. Tinggi	HSE	
P.5.4.1		Sosial budaya lokasi proyek	risiko masa pelaksanaan pekerjaan	- pembebasan lahan dan perizinan proyek terkendala - masyarakat disekitar lokasi tidak menerima adanya proyek ketenagalistrikan	- proyek ketenagalistrikan terhambat	Besar	Medium	D.3. Tinggi	PROJECT	
P.1.8.1		Research EBT	Risiko masuknya Pembangkit EBT terhadap kestabilan sistem (Intermitten)	- Keterbatasan jam ketersediaan pembangkit EBT (faktor alam)	- Mempengaruhi beban sistem	Sedang	Medium	C.3. Tinggi	PLANNING	
P.3.1.1		Perusahaan yang sehat secara finansial dan memiliki kehandalan dalam operasional (Operational Excellent)	sumber pendanaan proyek	risiko pendanaan proyek	- dana internal tidak mencukupi untuk investasi ketenagalistrikan - PLN Holding tidak dapat membantu pendanaan investasi Proyek PLN Batam	- rencana proyek ketenagalistrikan tidak berjalan - rasio kepemilikan aset ketenagalistrikan lebih besar di swasta yang berisiko TOP	Besar	Signifikan	D.4. Ekstrem	PLANNING & ANGGARAN