

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Biogas diproduksi oleh mikroba degradasi biomassa dalam kondisi anaerobik. Zat organik diubah menjadi biogas oleh bakteri dalam beberapa langkah dalam digester kedap udara. Bakteri yang digunakan dalam pembuatan biogas mirip dengan yang ditemukan di perut ruminansia (hewan ruminansia seperti sapi) (Wellinger, Murphy and Baxter, 2013; Pullen, 2015). Biogas sendiri dapat dimanfaatkan sebagai energi alternatif pengganti LPG untuk memasak dan bahan bakar genset untuk pembangkit listrik mandiri ataupun untuk Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBg) yang telah dibangun di beberapa daerah. Selain itu, biogas lebih aman bagi bumi karena pembakarannya dapat mengurangi emisi gas rumah kaca (Mustikawati, 2019; Pertamina Gas, 2021). Karena berbagai keunggulannya, banyak negara maju kini meningkatkan penggunaan limbah cair atau padat untuk menghasilkan biogas dari sistem pengolahan limbah (Suminto, Susanto and Lukiawan, 2013).

Direktorat Jendral Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi (EBTKE) (2021) dalam laporan pada publikasi “*Handbook of Energy & Economic Statistic of Indonesia 2021*” memaparkan produksi biogas di Indonesia pada tahun 2021 sebesar 28.390.000 m³, meningkat 1,9 % dari tahun sebelumnya dengan rata-rata kenaikan tiap tahun dari 2015 yaitu 7,1%.

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas utama yang memberikan kontribusi besar dalam pergerakan roda ekonomi Indonesia (Kashi and Widodo, 2019). Indonesia memiliki lahan perkebunan kelapa sawit terbesar di dunia sebesar 14.663.600 Ha pada tahun 2021 dengan daerah perkebunan terbesar berada di Provinsi Riau sebesar 2.860.800 Ha dan Provinsi Kalimantan Barat sebesar 2.117.900 Ha (Badan Pusat Statistik, 2022). Sementara produksi limbah kelapa sawit cenderung meningkat berbanding lurus dengan peningkatan produksi tandan buah segar (TBS) dan peningkatan luas areal perkebunan kelapa sawit. Industri kelapa sawit menghasilkan limbah biomassa, yaitu hasil replanting, pelepah, tandan kosong kelapa sawit (TKKS), cangkang, dan serat buah (Yanti and Lestari, 2020). Pemanfaatan limbah industri kelapa sawit memiliki potensi besar, tetapi pemanfaatannya belum optimal. TKKS merupakan limbah utama yang dihasilkan dari industri pengolahan kelapa sawit. Ketersediaan limbah

TKKS semakin meningkat dengan peningkatan jumlah dan kapasitas pabrik pengolahan kelapa sawit, karena dari tiap 1 ton tandan buah segar akan dihasilkan 210 kg TKKS dengan potensi 6.663.956 ton rata-rata pertahun limbah TKKS (Toiby, 2015; Badan Pengelola Dana Perkebunan Sawit, 2018; Yanti and Lestari, 2020).

Tetapi biodegradabilitas yang rendah dari TKKS memiliki tantangan yang signifikan karena tahan terhadap aksi enzimatik oleh mikroba. Sementara pada limbah dari CPO lain yaitu *Palm Oil Mill Effluent* (POME) memiliki kandungan karbon dan nitrogen yang sangat penting untuk proses pencernaan karena karbon berfungsi sebagai sumber makanan utama untuk pertumbuhan mikroba dan nitrogen meningkatkan produksi enzim. Namun, kandungan nutrisi dalam POME ini relatif rendah, yang membatasi produksi biogas. TKKS memiliki kandungan organik yang relatif tinggi sehingga berpotensi untuk dijadikan sebagai sumber karbon dan menangkalkan rendahnya kandungan nitrogen POME dalam proses *anaerobic co-digestion* (Suksong *et al.*, 2020; Liew *et al.*, 2021). Sumber TKKS dan POME diperoleh dari Pabrik CPO milik PT. Teladan Prima Agro yang memiliki kapasitas olah 45 ton TBS/jam, maka limbah yang dihasilkan sebesar 9,45 ton TKKS/jam dan 27 m³ POME/jam (Dayanti, 2016; PT Teladan Prima Agro, 2021).

1.2 Data Analisis Pasar

Untuk mengetahui pasar biogas di Indonesia maka perlu diketahui kapasitas produksi, impor, ekspor, serta konsumsi pada sektor pengguna biogas yang potensial di Indonesia. Analisis pasar merupakan satu dari sekian aspek yang harus diperhatikan dalam perancangan sebuah pabrik. Perhitungan analisis pasar yang tersedia didukung perolehan data konsumsi, produksi, ekspor, dan impor. Berikut merupakan perolehan data konsumsi, produksi, ekspor, dan impor biogas di Indonesia yang digunakan dalam perhitungan analisis pabrik ini.

1.2.1 Data Produksi

1.2.1a Data Produksi Biogas

Biogas merupakan energi terbarukan yang masuk dalam proyek transisi energi. Produksi biogas diharapkan membantu industri kelapa sawit untuk menangani permasalahan limbah serta memberikan kontribusi signifikan dalam membentuk lingkungan hijau dan ramah lingkungan. Berdasarkan Undang-undang No. 30 Tahun 2007 Pasal 1 Ayat 6 tentang energi mengatur bahwa sumber energi terbarukan adalah sumber energi yang dihasilkan dari sumber daya energi yang

berkelanjutan jika dikelola dengan baik, antara lain panas bumi, angin, bioenergi, sinar matahari, aliran dan terjunan air, serta gerakan dan perbedaan suhu lapisan laut.

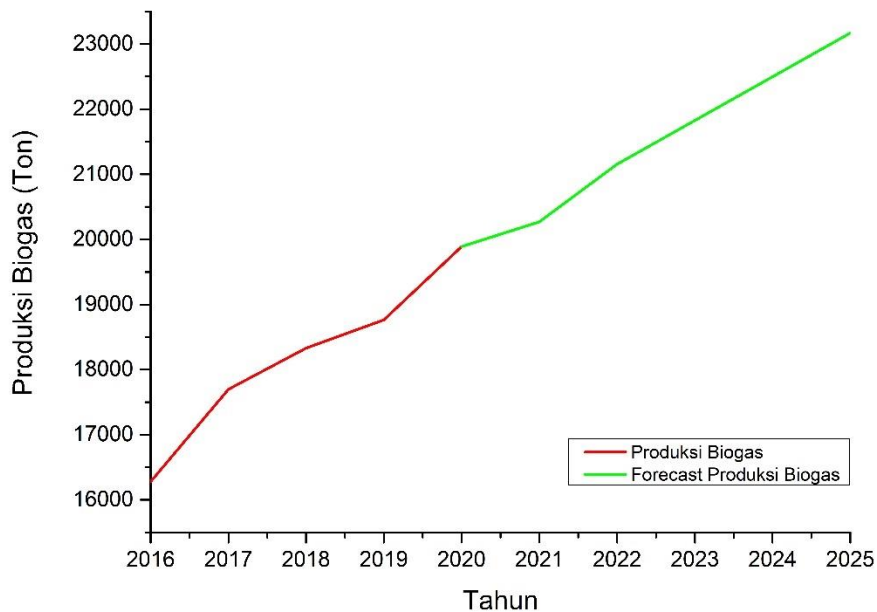
Kemudian berdasarkan Undang-undang No. 30 Tahun 2007 Pasal 4 Ayat 2 tentang energi mengatur bahwa sumber daya energi baru dan sumber daya energi terbarukan diatur oleh negara dan dimanfaatkan untuk sebesar-besarnya kemakmuran rakyat. Sebagai perwujudan aturan tersebut, Pertamina sebagai salah satu BUMN terbesar di Indonesia menjalankannya dengan membangun Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBg). Salah satu PLTBg yang dibangun oleh Pertamina adalah PLTBg Sei Mangkei di Kabupaten Simalungun, Sumatera Utara dengan kapasitas 2,4 MW. Melihat lokasi perkebunan kelapa sawit yang jauh dari kawasan masyarakat dan limbah biomassa yang digunakan merupakan limbah yang tidak bisa ditransportasi dalam jangka waktu yang lama. Berdasarkan pertimbangan tersebut, perancangan pabrik biogas dari TKKS yang diproyeksikan akan langsung digunakan pada PLTBg. Data produksi biogas di Indonesia ditunjukkan pada tabel 1.1.

Tabel 1. 1 Data produksi biogas di Indonesia

Tahun	Jumlah Produksi (ton)
2017	17.697,2
2018	18.328,38
2019	18.761,78
2020	19.889,18
2021	20.270,46

Sumber: (Ministry of Energy and Mineral Resources Republic of Indonesia, 2021)

Data pada tabel 1.1 yang bersumber dari Direktorat Jendral Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi (EBTKE) (2021) dalam laporan pada publikasi “*Handbook of Energy & Economic Statistic of Indonesia 2021*” didapatkan *trendline* yang cenderung meningkat tiap tahun. Dari data produksi didapat rumus perhitungan untuk proyeksi kapasitas produksi biogas mendatang di Indonesia dengan persamaan $y = 670,7x - 1.335.000$.



Gambar 1. 1 Regresi linear untuk memproyeksikan jumlah produksi biogas di Indonesia

Dari pembacaan forecast pada tahun 2023 dimana pabrik akan dibangun, didapat data proyeksi produksi biogas yang akan digunakan sebagai data ketersediaan.

1.2.1a Data Produksi Listrik

Data produksi listrik di Kalimantan Timur menurut jenis pembangkitnya menyangkut PLTU, PLTG, PLTGU, PLTD, PLTMG, PLT Surya dan lainnya. Jumlah listrik yang diproduksi menjadi acuan seberapa banyak listrik diproduksi dari dalam daerah.

Tabel 1. 2 Data Produksi Listrik Total di Kalimantan Timur

Tahun	Jumlah Produksi (GWh)
2018	2.951,7
2019	2.735,6
2020	1.945,0

Sumber: (Badan Pusat Statistik, 2020)

Berdasarkan tabel 1.2, tren produksi listrik di Kalimantan Timur terus menurun setiap tahunnya. Maka proyeksi data listrik untuk beberapa tahun kemudian menggunakan metode regresi linier dengan persamaan $y = -503.4x + 1019000$ hasil proyeksi ditunjukkan pada Tabel

Tabel 1. 3 Data Proyeksi Produksi Listrik Total di Kalimantan Timur

Tahun	Jumlah Produksi (GWh)
2021	1.628,6
2022	1.125,2
2023	621,8
2024	118,4

Dari pembacaan tabel proyeksi pada tahun 2024 dimana pabrik akan dibangun, didapat data produksi listrik Kalimantan Timur sebesar 118,4 GWh.

1.2.2 Data Konsumsi

Data konsumsi menggunakan data sekunder yang berasal dari beberapa sumber. Data sekunder yang digunakan pada konsumsi biogas menggunakan data konsumsi listrik di Kalimantan Timur, dikarenakan biogas yang diproduksi akan dikonversi menjadi energi listrik. Maka untuk memproyeksikannya menggunakan data konsumsi listrik perkapita Indonesia yang diterbitkan oleh Badan Pusat Statistik, didalamnya terdapat data konsumsi listrik perkapita penduduk Indonesia pertahun dalam satuan MWh. Data perkapita dalam MWh yang didapat akan memperkirakan jumlah total listrik yang dikonsumsi oleh seluruh penduduk Kalimantan Timur dengan cara mengalikan setiap tahun konsumsi listrik perkapita dengan jumlah penduduk Kalimantan Timur setiap tahun. Dari data tersebut diolah menjadi gambaran data konsumsi listrik untuk Kalimantan Timur tiap tahun dalam satuan GWh yang ditampilkan pada tabel 1.2.

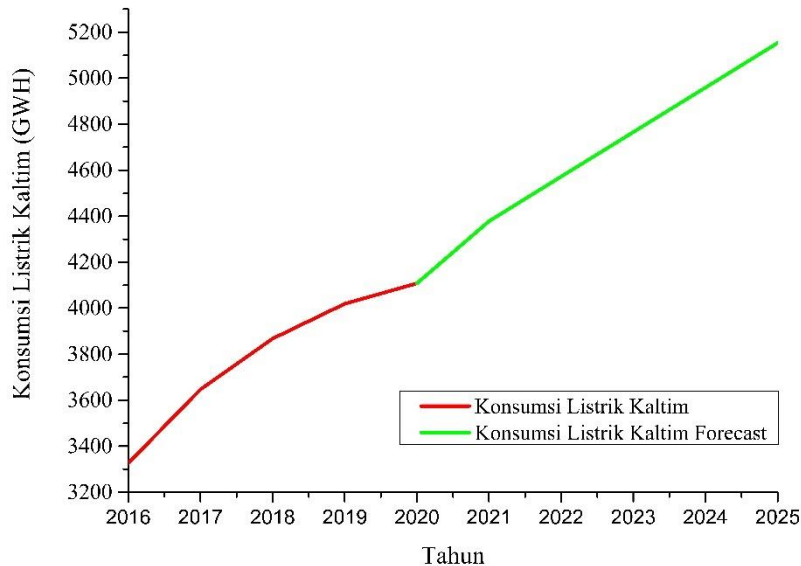
Tabel 1. 4 Data Konsumsi listrik Kalimantan Timur

Tahun	Jumlah konsumsi listrik (GWh)
2016	3.326
2017	3.647
2018	3.868
2019	4.019
2020	4.108

Sumber: (Statistik Ketenagalistrikan, Dirjen Ketenagalistrikan, Kementerian ESDM)

Berdasarkan tabel 1.1, tren konsumsi listrik di Kalimantan Timur terus meningkat setiap tahunnya. Maka proyeksi data konsumsi untuk beberapa tahun kemudian menggunakan metode

regresi linier dengan persamaan $y = 193,64x - 386.968$ hasil proyeksi ditunjukkan pada Gambar 1.2.



Gambar 1. 2 Regresi linear untuk memproyeksikan jumlah Konsumsi listrik Kalimantan Timur

Dari pembacaan forecast pada tahun 2024 dimana pabrik akan dibangun, didapat data konsumsi listrik Kalimantan Timur sebesar 4.959,36 GWh.

1.2.3 Data Impor

Tidak ditemukan data impor listrik dari dan menuju Kalimantan Timur.

1.2.4 Data Ekspor

Tidak ditemukan data ekspor listrik dari dan menuju Kalimantan Timur.

1.3 Penentuan Kapasitas Pabrik

Parameter yang dijadikan standar dalam menentukan kapasitas pabrik adalah selisih nilai ketersediaan dan permintaan ditahun pabrik biogas akan beroperasi secara komersial yaitu pada tahun 2024, data ketersediaan didapat dari produksi biogas pada tahun 2024 dan data permintaan didapat dari konsumsi biogas di tahun 2024.

Tabel 1. 5 Selisih antara Ketersediaan dan Permintaan pada Tahun Pendirian Pabrik

	Ketersediaan (GWh)		Permintaan (GWh)	
		Produksi	118,4	Konsumsi
	Ekspor	-	Impor	-
Total	118,4		4.959,36	
Selisih	4.840,96			

Berdasarkan Tabel 1.5 dapat dilihat pada tahun 2024 diproyeksikan nilai permintaan pasar akan lebih besar dibandingkan nilai ketersediaan pasar dengan selisih sebesar 4,840,96 GWh/tahun

Tabel 1. 6 Kapasitas Ekonomi Pabrik Biogas Di Kalimantan Timur

No	Perusahaan	Daerah	Kapasitas Produksi (MW)
1.	PT. REA Kaltim Plantation	Kutai Kartanegara	7
2.	PT . Dharma Intisawit Nugraha	Kutai Timur	4,4
3.	PT. Indonesia Plant Synergy	Kutai Timur	3,5
4.	PT. Prima Mitrajaya Mandiri	Kutai Kartanegara	0,8
5.	PT. Hutan Hijau Mas	Berau	1
6.	PT. Multi Mitra Makmur Abadi	Paser	1

Berdasarkan tabel 1.4 dapat dilihat kapasitas produksi biogas dari setiap Perusahaan di Kalimantan Timur jika ditotal 17.1 MWh/tahun yang hanya menyuplai permintaan pasar sebesar 0.0003318% , dilihat dari data tersebut untuk ikut serta memenuhi kebutuhan pasar maka pabrik biogas yang akan dibangun sebesar 1170 MWh/tahun yang akan menyuplai kebutuhan pasar biogas sebesar 1,1757%.

1.4 Penentuan Lokasi

Penentuan lokasi pabrik merupakan hal penting dalam keberlangsungan operasional pabrik. Penentuan yang strategis berpengaruh biaya distribusi bahan baku dan produk. Faktor penting lain yang diperhatikan penentuan lokasi adalah sumber bahan baku, letak pasar atau konsumen, sumber tenaga kerja, transportasi, fasilitas untuk pabrik, fasilitas untuk karyawan, peraturan pemerintah, dan lingkungan. Berdasarkan faktor - faktor tersebut, penentuan lokasi pabrik berada di Kelurahan Lolo, Kecamatan Kuaro, Kabupaten Paser, Kalimantan Timur 76281 merupakan daerah penghasil kelapa sawit dengan luas lahan perkebunan kelapa sawit sebesar 1.163.223 ha.

1.4.1 Sumber Bahan Baku

Pabrik yang didirikan diusahakan dekat dengan sumber bahan baku utama. Pabrik harus memperoleh jumlah bahan baku yang dibutuhkan dengan mudah, layak harga, kontinyu, dan biaya transportasi yang rendah serta tidak rusak dalam perjalanan. Bahan baku untuk pabrik biogas ini adalah limbah TKKS dan *Palm Oil Mill Effluent* (POME) yang diambil dari perusahaan pengolahan kelapa sawit di daerah Paser dan sekitarnya.

1.4.2 Konsumen

Target konsumen pabrik Biogas dari TKKS ini adalah untuk memenuhi kebutuhan listrik untuk pabrik yang beroperasi di Kalimantan Timur. Selain itu, kawasan pemukiman seperti desa sekitar Kalimantan Timur juga menjadi target konsumen dari pembangunan pabrik ini.

1.4.3 Transportasi

Transportasi merupakan faktor penting yang dipertimbangkan dalam penentuan lokasi pabrik. Faktor transportasi berpengaruh terhadap biaya pengangkutan bahan baku dan produk sehingga kualitasnya tetap terjaga dan nilai ekonomisnya tinggi. Pabrik ini direncanakan berdiri di Kabupaten Paser yang berlokasi bersebelahan dengan PT. Buana Wirasubur Sakti.

1.4.4 Tenaga Kerja

Tenaga kerja yang dibutuhkan terdiri dari tenaga kerja terampil dan tenaga kerja non-terampil. Tenaga kerja non terampil diambil dari lingkungan masyarakat disekitar lokasi pabrik sehingga dengan demikian pendirian pabrik dapat sekaligus membuka lapangan pekerjaan. Sedangkan tenaga kerja terampil diperoleh dari lulusan sekolah menengah atas hingga

perguruan tinggi. Kalimantan Timur memiliki angka partisipasi sekolah yang besar dengan angka partisipasi sekolah untuk Sekolah Menengah Atas sebesar 95,52% dan Perguruan Tinggi sebesar 33,86%.

1.4.5 Utilitas

Utilitas merupakan unit pendukung suatu proses dalam pabrik. Utilitas berperan sebagai penyuplai bahan bakar, air, steam, hingga kelistrikan yang dibutuhkan proses dalam pabrik. Kebutuhan air dalam perancangan pabrik biogas ini didapatkan dari PDAM Kabupaten Kutai Timur. Untuk kebutuhan listrik *start-up* didapat dari PT. PLN (persero) wilayah Kalimantan Timur.

1.4.6 Iklim

Kabupaten Kutai Timur memiliki iklim hutan tropika humida. Temperatur udara rata - rata Kabupaten Kutai Timur berkisar pada 26°C dengan temperatur terendah mencapai 21°C dan temperatur tertinggi mencapai 33°C. Curah hujan Kabupaten Kutai Timur berkisar pada 2000 - 4000 mm/tahun dengan jumlah hari rata - rata selama 130 - 150 hari/tahun.

1.4.7 Dampak Lingkungan

Pendirian pabrik memiliki pengaruh terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat akibat dari pembuangan limbah yang dihasilkan dari aktivitas produksi. Pengelolaan limbah perlu diperhatikan dengan cermat dan teliti agar tidak menimbulkan pencemaran lingkungan. Kabupaten Kutai Timur memiliki luas wilayah sebesar 35.748 km² dengan luas kecamatan Karangan sebesar 3.064,36 km² atau 8,57% dari luas wilayah Kabupaten Kutai Timur. Rincian lebih lanjut mengenai standar pengelolaan lingkungan hidup terdapat pada Peraturan Daerah Kabupaten Kutai Timur Nomor 7 Tahun 2012 Tentang Pengelolaan Sampah.



Gambar 1. 3 Lokasi Pabrik