

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Liquified Petroleum Gase (LPG) merupakan gas yang dicairkan pada suhu biasa dan tekanan tertentu. Komponen utama LPG adalah propane dan butana. (Sutardi, 2016). Konsumsi LPG di Indonesia meningkat setiap tahunnya. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral menyebutkan bahwa konsumsi LPG pada tahun 2020 mencapai 8.023.805 M.ton dimana jumlah tersebut naik 1,56% dibandingkan tahun sebelumnya yakni 7.777.990 M.ton. Tingginya data konsumsi LPG dikarenakan LPG adalah salah satu kebutuhan primer bagi masyarakat Indonesia yang merupakan negara dengan jumlah penduduk tinggi dan mendapat urutan ke empat di dunia. Berdasarkan data dari Direktorat Jendral Kependudukan dan Pencatatan Sipil – Kementerian Dalam Negeri, jumlah penduduk Indonesia pada tahun 2021 mencapai 273.879.750 Jiwa (Heri, 2019).

Dari data tersebut kita dapat memproyeksikan seberapa banyak kemungkinan konsumsi LPG di tahun berikutnya. Penggunaan LPG sebagai sumber bahan bakar minyak utama untuk kebutuhan rumah tangga sebaiknya mulai diturunkan, disamping karena harganya yang tinggi, LPG juga di produksi dari sumber daya alam yang sulit diperbaharui, oleh karena itu pentingnya kita mencari alternative bahan bakar yang ekonomis dan ramah lingkungan. Biogas merupakan salah satu kandidat unggul pengganti LPG. Salah satu sumber biogas yang potensial adalah dari limbah perkebunan kelapa sawit. Tahun 2018 luas perkebunan kelapa sawit di Indonesia mencapai 14,3 juta ha dan luas perkebunan kelapa sawit di Provinsi Riau sampai tahun 2018 adalah 2,7 juta ha (BPS, 2019). Ketersediaan limbah biomassa perkebunan kelapa sawit setiap tahunnya terus mengalami peningkatan, terutama limbah TKKS. Limbah TKKS mempunyai tren kenaikan yang sangat tajam dibandingkan dengan limbah batang, pelepah, cangkang dan serabut. Hal ini disebabkan karena total limbah TKKS sebesar 11.346.021 ton pada tahun 2028. Dilihat dari ketersediaan, limbah TKKS paling berpotensi menjadi bahan baku biomassa untuk energi alternative (Yanti, R.N & Lestari, I., 2020).

Produksi 1 ton tandan buah segar (TBS) di areal perkebunan di Malaysia akan menghasilkan limbah padat berupa TKKS 23%, cangkang 5,5%, serat 13,5%, sedangkan

limbah yang berasal dari kebun berupa batang hasil replanting 70% dari 40,1 ton/ha dan pelepah 27,03% dari 10,4 ton/ha (Abnisa et al. 2013). Jika dibandingkan efektivitas penggunaan bahan baku untuk pengolahan biogas antar limbah cair dan limbah padat, limbah padat memiliki potensi yang sangat besar, hal ini dikarenakan: (1) kandungan solid (TS) bahan baku padat lebih besar jika dibandingkan dengan limbah cair (30 – 60% TS untuk limbah padat dan hanya < 5% untuk limbah cair), (2) distribusi bahan baku lebih mudah dibandingkan limbah cair, (3) ukuran reaktor pengolahan lebih kecil, (4) lebih stabil dalam pengolahan secara (Heryadi & Chairasert, 2020).

Proses pengolahan secara anaerobik digestion (AD) secara umum dibagi menjadi beberapa tipe berdasarkan total solid bahan bakunya. Jika dibandingkan antara solid AD dan liquid AD, produktivitas metan secara volumetrik akan lebih besar berkisar 2 – 7 kalinya pada solid AD dibandingkan liquid AD. Hanya saja, beberapa kekurangan teknologi ini diantara yaitu (1) memiliki keterbatasan pada viskositas sehingga mengakibatkan terhambatnya proses AD, (2) transfer massa yang rendah, (3) tidak sempurnanya proses mixing serta akan mengakibatkan terakumulasinya bahan inhibitor seperti VFA dan ammonia sehingga akan menurunkan produksi gas methana/ biogas (Heryadi & Chairasert, 2020).

Salah satu faktor terpenting dalam pembentukan biogas adalah pengadukan. Proses pengadukan yang dilakukan secara berkala menghasilkan biogas dan produksi metana yang lebih tinggi dibandingkan pengadukan secara berkelanjutan. Pengadukan dapat meningkatkan produksi biogas 10%-30% dibandingkan tanpa pengadukan. (Kaparaju et al., 2008).

Oleh karena itu penambahan kotoran sapi akan mengurangi viskositas dan proses pengadukan bahan biogas. Pada umumnya kotoran sapi hanya digunakan sebagai pupuk namun pemanfaatan lain yang bisa dilakukan adalah memprosesnya menjadi sumber energi yang potensial dalam bentuk biogas karena kotoran sapi mempunyai nilai rasio C/N tinggi yaitu 20:1 (Kaparaju et al., 2008). Kotoran sapi cocok sebagai bahan baku pembentukan biogas untuk menaikkan rasio C/N. Menurut Widyasmara et al. (2012) rentang rasio C/N antara 25-30 merupakan rentang optimum untuk proses penguraian anaerob.

1.2 Data Analisis Pasar

Data analisis pasar berisi informasi data produksi, konsumsi, impor, dan ekspor serta proyeksi untuk 5 tahun ke depan bertujuan untuk mengetahui peluang pasar Sebelum

mendirikan pabrik biogas, tentunya dibutuhkan data besaran peluang yang tersedia agar mengetahui kapasitas produksi pabrik. Peluang pasar ini dihitung berdasarkan data kapasitas konsumsi, produksi, ekspor, dan impor yang telah di proyeksikan. Metode proyeksi menggunakan perhitungan persen pertumbuhan.

1.2.1 Data Produksi

Data produksi ini diperoleh dari data produksi LPG Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi-ESDM,2021. Data produksi LPG dalam satuan M.ton lalu dikonversikan menjadi satuan m³.

Tabel 1. 1 Data Produksi Biogas di Indonesia (Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi- Kementerian ESDM, 2020)

Tahun	Produksi LPG (M.ton)	Jumlah produksi (m ³)
2016	2.226.202	4.839.569.565
2017	2.006.918	4.362.865.217
2018	2.002.354	4.352.943.478
2019	1.935.172	4.206.895.652
2020	1.921.652	4.177.504.348

Dari data diatas, kita dapat memproyeksikan jumlah produksi untuk 3 (tiga) tahun kedepan yaitu tahun 2025. Proyeksi ini tidak dihitung menggunakan persamaan trendline karena hasil perolehan R² berada di 0,9552 sehingga data proyeksi yang dihasilkan kemungkinan tidak akurat. Oleh karena itu, proyeksi dihitung menggunakan perhitungan persen pertumbuhan. Sebagai contoh, untuk menghitung Persen Pertumbuhan dari tahun 2019 ke 2020 diperoleh dengan menghitung selisih produksi biogas tahun 2020 dan 2019 yang kemudian dibagi dengan produksi biogas tahun 2019 dan dikalikan 100%. Selanjutnya dihitung rata-rata persen pertumbuhan dari 2019-2020.

Setelah diperoleh rata-rata persen pertumbuhan masing-masing data produksi, maka dapat dihitung proyeksi persen pertumbuhan hingga tahun 2025 dengan mengalikan data produksi tahun terakhir dengan (100% + rata-rata % pertumbuhan). Berikut adalah hasil Proyeksi Produksi Biogas menggunakan metode persen pertumbuhan:

Tabel 1. 2 Proyeksi Jumlah Produksi LPG di Indonesia Tahun 2021-2025

Tahun	Proyeksi Jumlah Produksi (m ³)
2021	4.010.404.174
2022	3.849.988.007
2023	3.695.988.487
2024	3.548.148.947
2025	3.406.222.989

1.2.2 Data Konsumsi

Data konsumsi, Ekspor dan Impor diperoleh dari Laporan Tahunan 2020 Direktorat Jendral Minyak dan Gas Bumi - Kementerian ESDM terkait data LPG pada tahun 2016-2020. Data LPG dijadikan acuan karena tujuan biogas yang akan diproduksi untuk menggantikan penggunaan LPG sebagai bahan bakar rumah tangga. Berikut adalah Data Konsumsi LPG Tahun 2016-2020:

Tabel 1. 3 Data Konsumsi Biogas Tahun 2016-2020 di Indonesia (Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi - Kementerian ESDM, 2020)

Tahun	Jumlah Konsumsi (m ³)
2016	14.440.506.522
2017	15.654.028.261
2018	16.439.530.435
2019	16.908.673.913
2020	17.443.054.348

Data diatas menunjukkan bahwa konsumsi LPG setiap tahunnya meningkat dengan persen pertumbuhan rata-rata sebesar 5%. Berikut adalah proyeksi Jumlah Konsumsi LPG tahun 2021-2025

Tabel 1. 4 Proyeksi Jumlah Konsumsi Biogas tahun 2021-2025

Tahun	Proyeksi Jumlah Konsumsi(m ³)
2021	18.315.207.065
2022	19.230.967.418
2023	20.192.515.789
2024	21.202.141.579
2025	22.262.248.658

1.2.3 Data Impor

Impor merupakan salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan LPG. Dengan banyaknya pabrik biogas diharapkan dapat menekan kebutuhan Impor LPG di Indonesia. Berikut adalah data Impor LPG tahun 2016-2020:

Tabel 1. 5 Data Impor biogas Tahun 2016-2020 di Indonesia (Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi - Kementerian ESDM, 2020)

Tahun	Jumlah Impor (m ³)
2016	9.730.280.435
2017	11.873.769.565
2018	12.101.243.478
2019	12.423.250.000
2020	13.906.439.130

Tabel 1.5 menunjukkan bahwa peningkatan jumlah impor LPG setiap tahunnya sangat tinggi, dengan rata-rata persen pertumbuhan sebesar 10%. Berikut adalah Proyeksi Jumlah Impor Tahun 2021-2025:

Tabel 1. 6 Proyeksi Jumlah Impor biogas Tahun 2021-2025 di Indonesia

Tahun	Proyeksi Jumlah Impor (m ³)
2021	15.297.083.043
2022	16.826.791.348
2023	18.509.470.483
2024	20.360.417.531
2025	22.396.459.284

1.2.4 Data Ekspor

Data Ekspor LPG di Indonesia setiap tahunnya menurun, hal ini selaras dengan data Konsumsi yang semakin meningkat namun Produksinya masih sangat terbatas sehingga kebutuhan Impor LPG setiap tahunnya meningkat untuk memenuhi kebutuhan di Indonesia. Berikut data ekspor LPG Tahun 2016-2020:

Tabel 1. 7 Data Ekspor Biogas Tahun 2016-2020 di Indonesia (Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi - Kementerian ESDM, 2020)

Tahun	Jumlah Ekspor (m ³)
2016	1.073.913
2017	808.696
2018	943.478
2019	993.478
2020	726.087

Dari data diatas diperoleh rata-rata persen pertumbuhannya berkurang setiap tahunnya sebesar 7%. Sehingga Proyeksi Impor LPG pada Tahun 2025 adalah sebagai berikut:

Tabel 1. 8 Proyeksi Jumlah Ekspor Biogas Tahun 2021-2025 di Indonesia

Tahun	Proyeksi Jumlah Konsumsi (m ³)
2021	675.261
2022	627.993
2023	584.033
2024	543.151
2025	505.130

1.3 Penentuan Kapasitas Pabrik

Penentuan kapasitas Pabrik Biogas dapat dihitung dengan Peluang pasar yakni menghitung selisih antar *supply* (penawaran) dan *demand* (permintaan) pada tahun pendirian pabrik, kapasitas ekonomi pabrik sejenis yang telah beroperasi secara komersil di dunia serta berdasarkan ketersediaan bahan baku. Berikut adalah data peluang pasar yang diperoleh dari data produksi & konsumsi (*supply*) serta data impor & ekspor (*demand*).

Tabel 1. 9 Selisih antara Penawaran dan Permintaan pada Tahun Pendirian Pabrik

Penawaran (m ³)		Permintaan (m ³)	
Produksi	3.406.222.989	Konsumsi	22.262.248.658
Impor	22.396.459.284	Ekspor	505.130
Total	25.802.682.273	22.262.753.788	
Selisih	3.539.928.485		

Pada tahun 2025 diproyeksikan bahwa total penawaran LPG adalah sebesar 25.802.682.273 m³ sedangkan total permintaan LPG adalah sebesar 22.262.753.788 m³. Dari Tabel 1.9 diperoleh selisih antara penawaran dan permintaan LPG adalah 3.539.928.485 m³ yang merupakan jumlah penawaran lebih besar dibandingkan dengan jumlah permintaan. Maka peluang pasar Pabrik Biogas ini adalah menggantikan atau bahkan menghapus produk impor di Indonesia. Selain itu, faktor lain dalam penentuan kapasitas produksi biogas adalah melihat kapasitas ekonomis yang sudah tersedia secara global. Berikut adalah data kapasitas ekonomis di dunia dapat dilihat pada Tabel 1.10.

Tabel 1. 10 Kapasitas Ekonomis

No	Negara	Kapasitas Produksi (m ³ /tahun)
1	US	275.767.093
2	China	136.870.755
3	Russian Federetaion	60.353.036
4	India	24.957.287
5	United Arab Emirates	27.328.546

Berdasarkan data pada Tabel 1.10, dapat diketahui rentang kapasitas ekonomis antara 25.000.000 – 275.000.000 m³/tahun. Mengingat pabrik biogas yang akan dibangun menggunakan sumber daya alam yakni Tandan Kosong Kelapa Sawit, sehingga penentuan kapasitas juga berdasarkan ketersediaan bahan baku. Berikut adalah data bahan baku Kelapa sawit pada Tahun 2017-2021.

Tabel 1. 11 Data Bahan Baku Kelapa Sawit (Laporan Triwulan 4 Direktorat Jendral Perkebunan, 2021)

Tahun	Produksi Kelapa Sawit	TKKS (kg)	Potensial Biogas (m ³)
2017	8.113.852	1.866.185.960	236.240.481
2018	8.496.029	1.954.086.670	247.367.832
2019	9.513.208	2.188.037.840	276.983.710
2020	9.984.315	2.296.392.450	290.700.320
2021	10.270.149	2.362.134.270	299.022.577

Seperti yang diketahui bahwa bahan alam itu tidak dapat diperoleh dengan mudah setiap tahunnya, sehingga data yang digunakan adalah ketersediaan bahan baku terkini. Menurut Lewicki et al. (2018), setiap 25 juta ton TKKS diperoleh 3.163.750.000 m³ biogas. Pada tabel 1.11 diperoleh informasi produksi kelapa sawit dari tahun 2017 hingga 2021. Pada tahun 2021, ketersediaan TKKS tersedia sebanyak 2.362.134.270 kg.

Selain TKKS, bahan baku utama adalah kotoran sapi. Dalam 3 tahun terakhir populasi sapi potong di Provinsi Riau meningkat secara signifikan. Berikut adalah data bahan baku Kotoran sapi tahun 2019-2021.

Tabel 1. 12 Data Bahan Baku Kotoran Sapi (Direktorat Jendral Peternakan dan Kesehatan Hewan, 2022)

Tahun	Jumlah kotoran sapi (Kg)	Potensial Biogas (m ³)
2019	1.832.255.040	8.428.373
2020	1.888.960.920	8.689.220
2021	1.926.743.280	8.863.019

Penentuan kapasitas pabrik diambil 80% dari ketersediaan bahan baku potensial, sehingga berdasarkan data pada Tabel 1.10 dan Tabel 1.12 terkait ketersediaan bahan baku TKKS dan Kotoran sapi pada tahun terakhir maka ditentukan bahwa kapasitas Pabrik Biogas dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dan Kotoran sapi adalah sebanyak 250.000.000 m³ pertahun.

1.4 Penentuan Lokasi

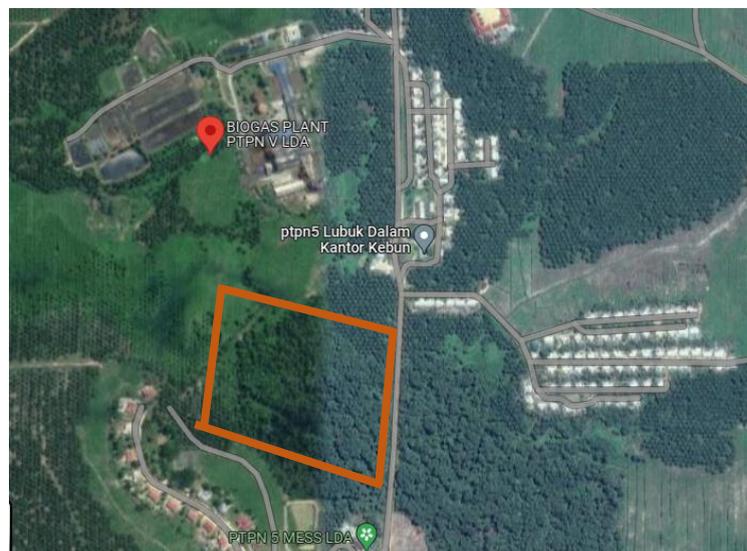
Penentuan lokasi merupakan salah satu aspek penting dalam pembangunan pabrik, karena lokasi ini akan mempengaruhi banyak hal seperti perencanaan anggaran, transportasi waktu simpan bahan baku, distribusi produk dan lain-lain.

Notabene nya banyak pabrik yang menggunakan bahan baku alam dibangun mendekati sumber bahan bakunya. Pembangunan ini dilakukan berdasarkan pertimbangan untuk mengurangi biaya pengangkutan bahan baku serta untuk menjaga kondisi bahan baku agar tidak mudah rusak dan membusuk. Berdasarkan Badan Pusat Statistik (2021) wilayah penghasil kelapa sawit terbanyak adalah Kepulauan Riau dengan luas 2.860,80 Ribu Hektar. Oleh karena itu, berdasarkan pertimbangan tersebut pembangunan pabrik biogas di daerah Provinsi Riau.



Gambar 1.1 Wilayah Pabrik Biogas

Salah satu penghasil kelapa sawit yang berada di Provinsi Riau adalah PT Perkebunan Nusantara (PTPN) V yang terletak di daerah Kabupaten Siak. Lokasi ini sangat strategis karena dekat dengan sumber bahan baku tandan kosong kelapa sawit dan dekat dengan pabrik biogas PTPN yang menggunakan bahan baku limbah organik cair kelapa sawit (POME). Maka dari itu, lokasi pabrik lebih spesifik akan dibangun di daerah dekat PTPN V tepatnya di Lubuk Dalam, Kecamatan Lubuk Dalam, Kabupaten Siak, Riau 28671.



Gambar 1.2 Wilayah Pabrik Biogas (Google Maps, 2022).

1.4.1 Sumber Bahan Baku

Pabrik yang didirikan tentunya diusahakan dekat dengan sumber bahan baku utama yakni Tandan Kosong Kelapa Sawit. Pabrik tersebut harus memperoleh supply bahan baku yang dibutuhkan dengan mudah, harga layak, kontinyu, biaya transportasi yang rendah serta

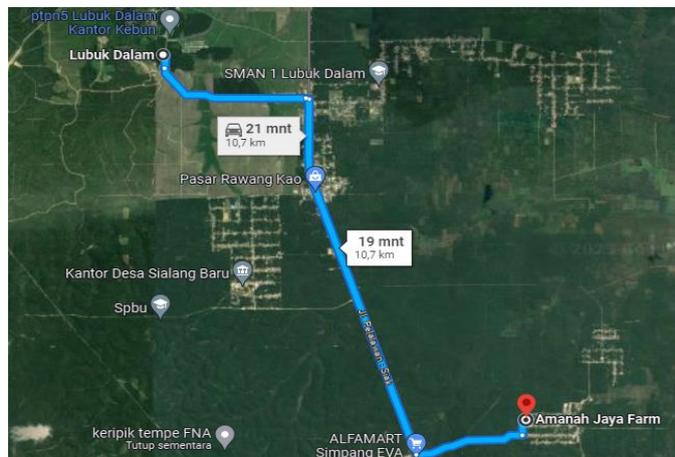
bahan baku aman selama diperjalanan. Tandan Kosong Kelapa Sawit ini didapatkan dari PT Perkebunan Nusantara (PTPN) V di daerah Kabupaten Siak, Riau, sedangkan kotoran sapi didapatkan dari Amanah Jaya Farm di daerah Kabupaten Siak, Riau.

1.4.2 Waktu Pengangkutan Bahan baku

Efisiensi waktu merupakan target yang harus dicapai dalam mobilisasi bahan baku. Semakin cepat waktu pengangkutan dari perkebunan ke Pabrik maka semakin memperkecil resiko saat pemindahan. Jarak dari rencana lokasi pabrik biogas ke pabrik bahan baku TKKS berjarak 300 m dan membutuhkan waktu selama 4 menit yang dimuat dalam Gambar 1.3. Lalu, jarak dari rencana lokasi pabrik biogas ke bahan baku kotoran sapi di daerah kabupaten siak, Riau berjarak 10,7 km dan membutuhkan waktu selama 21 menit yang dimuat dalam Gambar 1.4.



Gambar 1.3 Waktu Pengangkutan Bahan Baku (Google Maps, 2023).



Gambar 1.4 Waktu Pengangkutan Bahan Baku Kotoran Sapi (Google Maps, 2023).

1.4.3 Transportasi

Transportasi adalah salah satu faktor yang sangat penting dalam pemilihan lokasi pabrik. Dengan fasilitas transportasi tentunya pengeluaran yang dialokasikan pabrik dapat diatur seminimum mungkin. Pabrik ini direncanakan didirikan di kabupaten siak, Riau yang memiliki akses jalur darat dan juga akses transportasi yang mudah dengan adanya Bandar Udara Internasional Sultan Syarif Kasim II, dan Pelabuhan PT Bandar Teguh Abadi.

1.4.4 Tenaga Kerja

Tenaga kerja yang dipekerjakan tentunya sesuai dengan kebutuhan operasional pabrik. Dengan memberdayakan sumber daya manusia di daerah lokasi pabrik mampu membantu sekaligus membuka lapangan pekerjaan baru di wilayah tersebut. Selain masyarakat lokal, tentu profesionalisme pekerja sangat dibutuhkan sehingga tenaga kerja terampil dan memiliki kualifikasi Pendidikan tertentu diharapkan mampu meningkatkan kualitas SDM Pabrik. SDM terampil ini diperoleh dari lulusan sekolah menengah hingga perguruan tinggi. Kota Pekanbaru memiliki persentase angka partisipasi sekolah (APS) yang dimuat dalam Tabel 1.13.

Tabel 1. 13 Angka Partisipasi sekolah di Kota Pekanbaru Menurut Jenis Kelamin (BPS,2019)

Usia Sekolah	Angka Partisipasi Sekolah di Kota Pekanbaru		
	2017	2018	2019
7-12	98,23	99,17	99,55
13-15	96,19	97,05	97,50
16-18	83,26	81,96	82,53
19-24	46,91	-	-

1.4.5 Utilitas

Utilitas adalah suatu unit pendukung proses pabrik yang berperan untuk mensuplai bahan bakar, air dan listrik yang dibutuhkan proses dalam pabrik. Kebutuhan air dalam perancangan pabrik biogas dari limbah tandan kosong kelapa sawit ini didapatkan dari air di Kawasan Industri Tenayan, Kota Pekanbaru. Untuk kebutuhan bahan bakar solar untuk *dump truck* pengangkut bahan baku dipenuhi dari PT. Pertamina (Persero).

1.4.6 Iklim

Kelembapan rata-rata udara di Kota Pekanbaru cukup tinggi yaitu berkisar 75,50-89,40%. Sedangkan rata-rata udara bulanan di Kota Pekanbaru adalah 30°C, suhu Kota Pekanbaru relative stabil berdasarkan data BPS 2019-2021 yakni di rentang suhu 21-33 °C. (Badan Pusat Statistika, 2023).

1.4.7 Lingkungan

Lokasi pabrik yang akan didirikan berada di Kota Pekanbaru, lebih tepatnya terletak di Kawasan Industri Tenayan, Provinsi Riau. Menurut Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil - Disdukcapil (2022) jumlah penduduk Kota Pekanbaru mencapai 1.085.000 jiwa dimana jumlah tersebut mengalami penambahan 11.000 jiwa dari tahun 2021. Dari data tersebut disimpulkan bahwa lingkungan yang dipilih merupakan lingkungan yang sedang berkembang dari segi ekonominya karena dilihat pertumbuhan penduduk yang terus meningkat serta ketersediaannya pabrik kelapa sawit.