

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Fatty alcohol (alkohol lemak) adalah alkohol alifatik yang merupakan turunan dari lemak alam ataupun minyak alam. *Fatty alcohol* merupakan bagian dari asam lemak dan *fatty aldehyd*. *Fatty alcohol* sangat populer sebagai bahan baku detergen, karena memiliki toleransi yang tinggi dan lebih mudah terurai. *Fatty alcohol* dapat digunakan sebagai emulsifier, emollients, dan thickeners dalam industri kosmetik dan makanan. *Fatty alcohol* sendiri dapat digunakan secara luas dalam bidang industri yaitu pada industri *plasticizer*, detergen, pengelmuksi, pelumas, softener, kosmetik (untuk pembuatan macam-macam krim wajah), makanan sebagai anti oksidan, surfaktan, bahan anti busa, produk *intermediate*, parfum dan farmasi.^[1]

Salah satu faktor yang mendorong berkembangnya industri *fatty alcohol* adalah ketersediaan bahan baku. Secara umum pembuatan alkohol dapat menggunakan bahan baku yang *renewable* maupun *non renewable*. Bahan baku *renewable* misalnya minyak sawit, sedangkan bahan baku *non renewable* berasal dari minyak bumi. Pada saat ini, bahan baku *non renewable* terbatas, maka perlu dilakukan berbagai usaha untuk menggantikan bahan baku *non renewable* dengan bahan baku *renewable*. Bahan baku *non renewable* pada pembuatan surfaktan mengalami keterbatasan karena tingginya harga minyak bumi sehingga mulai tumbuh industri surfaktan berbahan baku *renewable* seperti alkohol lemak (*fatty alcohol*) dan asam lemak (*fatty acid*) yang berasal dari kelapa sawit.^[1]

Fatty alcohol alami atau dari bahan oleo memiliki keunggulan dari pada *fatty alcohol* dari bahan petro, yaitu harga yang lebih murah, berasal dari sumber yang dapat diperbaharui dan produk yang dihasilkan lebih ramah lingkungan. *Fatty alcohol* kemudian dapat difraksinasi, dimana *dodecyl alcohol* (DA) merupakan salah satu fraksi dari *fatty alcohol*.^[1]

1.2. Sejarah Perkembangan Industri

Pada tahun 1993, permintaan *dodecanol* di Eropa adalah sekitar 60.000 ton per tahun. Ini dapat diperoleh dari asam lemak inti sawit atau minyak kelapa dan *metil ester* melalui

hidrogenasi. Ini juga dapat diproduksi secara sintetis melalui proses *Ziegler*. Metode laboratorium klasik melibatkan reduksi etil laurat *Bouveault-Blanc*.^[2]

Dodecanol digunakan untuk membuat surfaktan, minyak pelumas, obat-obatan, dalam pembentukan polimer monolitik dan sebagai bahan tambahan makanan yang meningkatkan rasa. Dalam kosmetik, *dodecanol* digunakan sebagai *emolien*. Ini juga merupakan pendahulu *dodecanol*, wewangian penting, dan *1-bromododecane*, agen alkilasi untuk meningkatkan lipofilisitas molekul organik.^[2]

1.3. Kegunaan Produk

Dodecyl alcohol banyak digunakan dan di aplikasikan sebagai berikut :^[3]

- Sebagai surfaktan dasar untuk produk deterjen, sampo, cairan pencuci piring, dan pembersih.
- Sebagai zat adiktif pelumas.

1.4. Sifat Fisika, Kimia, dan Termodinamika Bahan Baku dan Produk

1.4.1. Bahan Baku Utama

Kebutuhan dan keberadaan bahan baku merupakan faktor utama agar pabrik dapat berjalan sesuai proses yang dikehendaki, bahan baku yang digunakan harus diketahui spesifikasi dengan tujuan mengetahui perlakuan apa yang harus diberikan kepada bahan baku tersebut. Bahan baku yang digunakan dalam pabrik pembuatan *Dodecyl Alcohol* berupa *Laurate Methyl Ester* dan *Hydrogen*, sedangkan katalis yang digunakan adalah *Copper Chromite Oxide*. Spesifikasi dari bahan baku dan katalis yang digunakan dapat dilihat pada tabel di bawah ini.^[4]

A. Laurate Methyl Ester

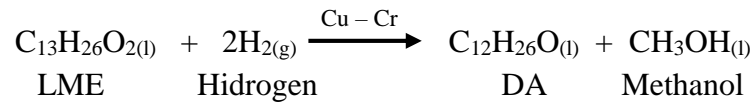
Sifat-sifat fisika :^[4]

- Rumus molekul : $C_{13}H_{26}O_2$
- Bau : Berbau tajam
- Bentuk : Cair
- Berat molekul : 214 g/mol
- Densitas : 0,8702 g/cm³
- Boiling point : 267°C
- Melting point : 5,2°C
- Kelarutan : 0,8841 mg/L
- Suhu kritis : 260°C
- Vapour pressure : 0,00411 mmHg

- Titik didih : 267°C
- Warna : Bening berwarna kuning

Sifat-sifat kimia :

Proses pembentukan *dodecyl alcohol*, dihasilkan dari reaksi *laurate methyl ester* dengan hidrogen,



Sifat-sifat termodinamika :^[16]

- Panas spesifik : Temperatur minimum 298 °C
- : Temperatur maksimum 1500 °C

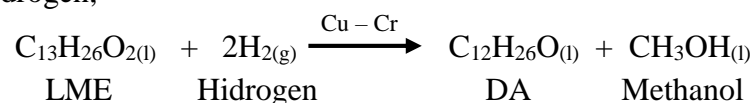
B. Hidrogen

Sifat-sifat fisika :^[4]

- Rumus molekul : H₂
- Bau : Tidak berbau
- Bentuk : Gas
- Berat molekul : 2,016 g/mol
- Densitas : 81,3 g/cm³
- Kepadatan : 0,08988 g/L
- Kalor peleburan : 0,117 kJ/mol
- Kalor penguapan : 0,904 kJ/mol
- Suhu kritis : 260°C
- Titik lebur : 13,99 K
- Titik kritis : 32,938 K
- Titik didih : -252,76°C
- Warna : Tidak berwarna

Sifat-sifat kimia :

- Proses pembentukan *dodecyl alcohol*, dihasilkan dari reaksi *laurate methyl ester* dengan hidrogen,



- Hidrogen akan meledak sendiri pada temperatur 500 °C.

- Hidrogen membentuk campuran yang bisa meledak dengan udara dalam konsentrasi hidrogen 4–74% dan dengan klorin dalam konsentrasi 5–95%.
- Reaksi ledakan dapat dipicu oleh percikan api, panas, atau sinar matahari.

Sifat-sifat termodinamika : ^[16]

- Panas spesifik : Temperatur minimum 250 °C
: Temperatur maksimum 1500 °C

1.4.2. Bahan Baku Pembantu

A. Copper Chromate Oxide

Sifat-sifat fisika : ^[4]

- Rumus molekul : CuCr_2O_4
- Bentuk : Padatan
- Berat molekul : 231,5 g/mol
- Densitas : 5,0-5,3 g/cm³
- Kelarutan : 0,5% dalam air

Sifat-sifat kimia :

- Stabilitas dan reaktivitas : Stabil dalam suhu kamar dan wadah tertutup
- Sifat bahan : Beracun dan menyebabkan iritasi

1.4.3. Produk Utama

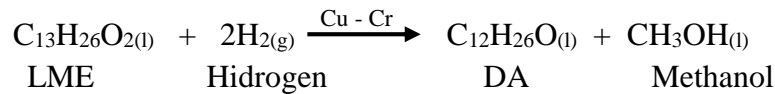
A. Dodecyl Alcohol

Sifat-sifat fisika : ^[4]

- Rumus molekul : $\text{C}_{12}\text{H}_{26}\text{O}$
- Bentuk : Cair
- Berat molekul : 186,34 g/mol
- Densitas : 0,833 g/cm³
- Titik didih : 260°C
- Titik lebur : 24°C
- Titik nyala : 127°C
- Warna : Tidak berwarna

Sifat-sifat kimia :

LME dan H₂ diumpankan ke dalam reaktor melalui bagian atas reaktor melewati tumpukan katalis *Copper Chromite Oxide*, sehingga reaksi utama yang terjadi adalah sebagai berikut:



Sifat-sifat termodinamika : ^[16]

- Panas spesifik : Temperatur minimum 298 °C
- : Temperatur maksimum 649 °C
- : Cp at 25°C (493,22 °C)

1.4.4. Produk Samping

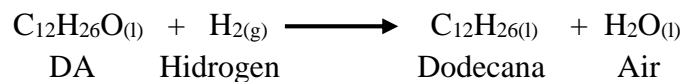
A. Methanol

Sifat-sifat fisika : ^[4]

- Rumus molekul : CH₃OH
- Bentuk : Cair
- Berat molekul : 32,04 g/mol
- Densitas : 0,783 g/cm³
- Titik didih : 64,7°C
- Titik lebur : -97°C
- Titik nyala : 11°C
- Viskositas : 0,59 mPa.s at 20°C
- Warna : Tidak berwarna

Sifat-sifat kimia :

Selain reaksi utama terjadi juga reaksi samping antara DA dan hidrogen yang menghasilkan hidrokarbon dan air, reaksi samping yang terbentuk adalah sebagai berikut:



Sifat-sifat termodinamika : ^[16]

- Panas spesifik : Temperatur minimum 176 °C
- : Temperatur maksimum 461 °C
- : Cp at 25°C (79,93 °C)

1.5. Analisa Pasar

1.5.1. Analisa Ekonomi

Kapasitas produksi perlu direncanakan untuk mendirikan suatu pabrik. Jumlah ini dapat mengatasi permintaan kebutuhan *Dodecyl Alcohol* di dalam negeri dan juga kebutuhan dunia. Perkiraan kapasitas produksi dapat ditentukan menurut nilai konsumsi setiap tahun dengan melihat perkembangan industri dalam kurun waktu berikutnya.

Tabel 1.1. Daftar harga bahan dan produk^[5]

No	Bahan	Berat Molekul	Harga (\$/kg)
1	<i>Laurate Methyl Ester</i>	214	0,1
2	<i>Hydrogen</i>	2,016	1,7
3	<i>Dodecyl Alcohol</i>	186,34	5,0

Tabel 1.2. Analisa kebutuhan dan hasil reaksi pada *Dodecyl alcohol*

No	Komponen		
	$C_{13}H_{26}O_2$	H_2	$C_{12}H_{26}O$
1	-1	-2	+0,98
Jumlah	-1	-2	+0,98

$$\begin{aligned} \text{Economic Potential} &= \text{Produk} - \text{Reaktan} \\ &= [(0,98 \times 186,34 \times \text{U\$ } 5,0)] - [(1 \times 214 \times \text{U\$ } 0,1) \\ &\quad + (1 \times 2,016 \times \text{U\$ } 1,7)] \\ &= \text{U\$ } 888,2388/\text{kgmol } C_{12}H_{26}O \end{aligned}$$

Kurs dollar per tanggal 30 Agustus 2023, Bank Indonesia = Rp. 15.188,20-.^[6]

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, maka dari itu dapat ditarik kesimpulan bahwa pabrik *dodecyl alcohol* dapat didirikan pada tahun 2028.

1.5.2 Menentukan Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi perlu direncanakan untuk mendirikan suatu pabrik, agar dapat mengetahui berapa jumlah permintaan kebutuhan *dodecyl alcohol* didalam negeri maupun luar negeri. Perkiraan kapasitas produksi dapat ditentukan menurut nilai konsumsi setiap tahun dengan cara melihat perkembangan industri dalam kurun waktu berikutnya.

Direncanakan pabrik ini akan didirikan pada tahun 2028. Pada produksi ini, data yang digunakan adalah data impor ekspor pada tahun 2017-2022. Sehingga perkiraan penggunaan *dodecyl alcohol* pada tahun 2028 dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$m = P (1+i)^n$$

Keterangan :

m = jumlah impor pada tahun 2028 (ton/tahun)

P = jumlah impor pada tahun 2022 (ton/tahun)

i = rata-rata kenaikan impor tiap tahun (%)

n = jangka waktu pabrik berdiri (2023-2028) = 6 tahun

Tabel 1.3. Data peluang pasar *dodecyl alcohol* di Indonesia^[7]

Tahun	Ekspor (Ton)	Pertumbuhan (%)	Impor (Ton)	Pertumbuhan (%)
2017	35.337	-	868	-
2018	49.155	0,39	549	-0,37
2019	51.375	0,05	521	-0,05
2020	53.536	0,04	1.097	1,11
2021	67.087	0,25	1.190	0,08
2022	62.149	-0,07	1.154	-0,03
Rata-rata	53.106	0,13	896	0,15

Tabel 1.4. Produsen dan kapasitas produksi *fatty alcohol* di Indonesia^[8]

Nama Perusahaan	Lokasi	Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)
PT. Bakrie Sumatra Plantations	Kuala Tanjung	132.000
PT. Domba Mas Medan	Kuala Tanjung	60.000
PT. Ecogreen Oleochemicals	Medan	419.000
PT. Musim Mas	Medan	450.000
PT. Wilmar Nabati Indonesia	Gresik	464.000
PT. Kutai Refinery Nusantara	Balikpapan	500.000
PT. Energi Unggul Persada	Bontang	660.000
PT. Sumi Asih Oleochemical	Lampung	189.000
Total		2.874.000

Tabel 1.5. Konsumsi *fatty alcohol* di Dunia Tahun 2022^[9]

Negara	Konsumsi
Amerika Utara	641.000
Eropa	736.000
Amerika Selatan	235.000
China	878.000
India	235.000
Japan	129.000
Asia Tenggara	191.000
Total	3.045.000

Dari data kebutuhan *fatty alcohol* di Indonesia, maka dari itu dapat diperkirakan kapasitas impor (m1) *fatty alcohol* pada tahun 2028 adalah :

$$\begin{aligned}
 m1 &= P (1+ i)n \\
 &= 1.154 (1 + 0,15)^6 \\
 &= 2.669 \text{ ton/tahun}
 \end{aligned}$$

Produksi pabrik dalam negeri (m2) *fatty alcohol* pada tahun 2028 adalah:

$$\begin{aligned}
 m2 &= P (1+ i)n \\
 &= 2.874.000 (1 + 0)^6 \\
 &= 2.874.000 \text{ ton/tahun}
 \end{aligned}$$

Kapasitas ekspor (m4) *fatty alcohol* pada tahun 2028 adalah:

$$\begin{aligned}
 m4 &= P (1+ i)n \\
 &= 62.149 (1 + 0,13)^6 \\
 &= 129.392 \text{ ton/tahun}
 \end{aligned}$$

Konsumsi (m5) *fatty alcohol* pada tahun 2028 adalah:

$$\begin{aligned}
 m5 &= P (1+ i)n \\
 &= 3.045.000 (1 + 0)^6 \\
 &= 3.045.000 \text{ ton/tahun}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil diatas dapat dihitung kapasitas pabrik *Dodecyl Alcohol* dari *Laurate Methyl Ester* pada tahun 2028 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 m1 + m2 + m3 &= m4 + m5 \\
 m3 &= (m4 + m5) - (m1 + m2)
 \end{aligned}$$

Keterangan :

m1 = nilai impor tahun 2028 (ton)

m_2 = produksi pabrik didalam negeri (ton/tahun)

m_3 = kapasitas pabrik yang akan didirikan (ton/tahun)

m_4 = nilai ekspor tahun 2028

m_5 = nilai konsumsi dunia tahun 2028 (ton/tahun)

sehingga,

$$m_3 = (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2)$$

$$m_3 = (129.392 + 3.045.000) - (2.669 + 2.874.000)$$

$$m_3 = 3.174.392 - 2.876.669$$

$$m_3 = 297.723 \text{ ton/tahun}$$

Jadi kapasitas produksi pabrik baru yang akan didirikan adalah 300.000 Ton/Tahun.

1.6. Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik sangat menentukan kemajuan serta kelangsungan dari suatu industri pada saat sekarang dan pada masa yang akan datang karena berpengaruh terhadap faktor produksi dan distribusi dari pabrik yang didirikan. Pemilihan lokasi pabrik harus tepat berdasarkan perhitungan biaya produksi dan distribusi yang minimal serta pertimbangan sosiologi dan budaya masyarakat di sekitar lokasi pabrik. Sedangkan untuk tata letak pabrik dan tata letak peralatan proses merupakan faktor penting dalam kelancaran operasional pabrik, oleh karena itu lokasi tata letak pabrik dan tata letak peralatan pabrik merupakan dua faktor yang tidak terpisahkan untuk menjadi sangat ekonomis dan menguntungkan. Hal ini akan menentukan lancar atau tidaknya operasi pabrik yang bersangkutan.

Beberapa faktor yang dianggap penting dalam penentuan lokasi :

1. Faktor utama :

A. Penyediaan bahan baku

Hal-hal yang perlu diperhatikan mengenai bahan baku adalah :

- Letak sumber bahan baku
- Kapasitas sumber bahan baku
- Kualitas bahan baku yang ada
- Cara mendapatkan bahan baku dan pengangkutannya

B. Pemasaran (*marketing*)

Hal-hal yang perlu diperhatikan mengenai daerah pemasaran adalah :

- Dimana hasil produksi akan dipasarkan
- Kemampuan daya serap pasar dan prospek pasar dimasa yang akan datang

- Pengaruh persaingan yang ada
- Jarak daerah pemasaran dan cara mencapai daerah tersebut

C. Tenaga listrik dan bahan bakar

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

- Ada atau serta jumlah tenaga listrik
- Kemungkinan pengadaan listrik dan bahan bakar
- Harga listrik dan bahan bakar
- Kemungkinan pengadaan listrik dari PLN (Pusat Listrik Negara)
- Sumber bahan bakar

D. Persediaan air

Air dapat diperoleh dari beberapa sumber, yaitu :

- Dari air sungai / sumber air
- Dari air kawasan industri
- Dari perusahaan air minum (PDAM)

Jika kebutuhan air cukup besar, pengambilan air sumber / air sungai lebih ekonomis.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan sumber air :

- Kemampuan sumber air untuk memenuhi kebutuhan pabrik
- Kualitas air yang tersedia
- Pengaruh musim terhadap kemampuan penyediaan air

E. Iklim

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

- Keadaan alam yang mempengaruhi tinggi rendahnya investasi untuk konstruksinya
- Humidity dan temperatur udara
- Adanya badai, topan, dan gempa bumi

2. Faktor khusus:

A. Transportasi

Yang harus diperhatikan dalam hal ini adalah pengangkutan bahan baku, bahan bakar, dan produk yang dihasilkan, berkaitan dengan fasilitas-fasilitas yang ada, yaitu :

- Jalan raya
- Sungai dan laut yang dapat dilalui oleh kapal pengangkut
- Pelabuhan yang tersedia

B. Tenaga kerja

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

- Mudah/sukarnya mendapatkan tenaga kerja disekitar pabrik
- Tingkat penghasilan tenaga kerja didaerah itu
- Perburuhan dan serikat buruh

C. Peraturan dan perundang-undangan

Hal-hal yang perlu ditinjau :

- Ketentuan-ketentuan mengenai daerah industri
- Ketentuan mengenai jalan umum yang ada
- Ketentuan mengenai jalan umum bagi industri yang ada didaerah tersebut

D. Karakteristik lokasi

Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah:

- Susunan tanah, daya dukung terhadap pondasi bangunan pabrik, kondisi pabrik, kondisi jalan, serta pengaruh air
- Penyediaan dan fasilitas tanah untuk perluasan atau unit baru
- Harga tanah

E. Faktor lingkungan

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

- Adat istiadat / kebudayaan didaerah sekitar lokasi pabrik
- Fasilitas perumahan, sekolah, poliklinik, dan tempat ibadah
- Fasilitas tempat hiburan dan biayanya

F. Pembuangan limbah

Hal ini berkaitan dengan usaha pencegahan terhadap pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh unit buangan pabrik berupa gas, cair, maupun padat, dengan memperhatikan peraturan pemerintah.

Berdasarkan faktor-faktor diatas maka pabrik *Dodecyl Alcohol* di Indonesia direncanakan berlokasi di daerah Balikpapan, Kalimantan Timur, kawasan industri Kariangau dengan luas lahan sebesar 133,3 Ha. Alasan atau dasar pemilihan lokasi tersebut adalah :^[10]

1. Penyediaan Bahan Baku

Bahan baku utama yang digunakan dalam pembuatan *Dodecyl Alcohol* adalah *Laurate Methyl Ester*, *Gas Hydrogen* dan katalis *Copper Chromate Oxide*. Kebutuhan *Laurate Methyl Ester* dari PT. Kutai Refinery Nusantara dimana kapasitas produksinya adalah

500.000 ton/tahun dan *Gas Hydrogen* dari PT. Pertamina RU V Balikpapan. Untuk katalis yang digunakan adalah *Copper Chromate Oxide* dapat diperoleh dari *Sigma – Aldrich* Singapura. Sebagai kawasan industri yang baik kawasan industri Kariangau memiliki sarana transportasi yang memadai, baik melalui darat (jalan tol ke berbagai daerah lain), laut (Pelabuhan PT. Kaltim Kariangau Terminal), udara (Bandara Sultan Aji Muhammad Sulaiman Sepinggian), pusat pemerintahan Provinsi Kalimantan Timur.

2. Transportasi

Pembelian bahan baku dan penjualan produk dapat dilakukan melalui jalur laut, udara maupun darat. Kawasan Industri Kariangau merupakan daerah yang dekat dengan pelabuhan dan jalan tol dan kawasan industri lain sehingga memudahkan pemasaran produk.

3. Kebutuhan Air

Air yang digunakan diperoleh dari waduk manggar KM 12, sungai wain KM 15 dan WTP yang telah diolah sebelumnya dengan menggunakan unit utilitas untuk selanjutnya digunakan dalam keperluan proses dan kebutuhan lainnya (kantor, laboratorium, kantin dan tempat ibadah serta poliklinik).

Air kawasan dipilih untuk memenuhi kebutuhan air di pabrik dengan terlebih dahulu mengalami pengolahan. Selain itu pemilihan air kawasan untuk memenuhi kebutuhan air di pabrik juga disebabkan karena kebutuhan air tidak terlalu besar, baik sebagai air proses, air pendingin, maupun sebagai air sanitasi.

4. Kebutuhan Tenaga Listrik dan Bahan Bakar

Pembangkit listrik utama untuk pabrik diperoleh dari PLTU Teluk Balikpapan dan generator solar yang bahan bakarnya diperoleh dari Pertamina RU V Balikpapan.

5. Tenaga Kerja

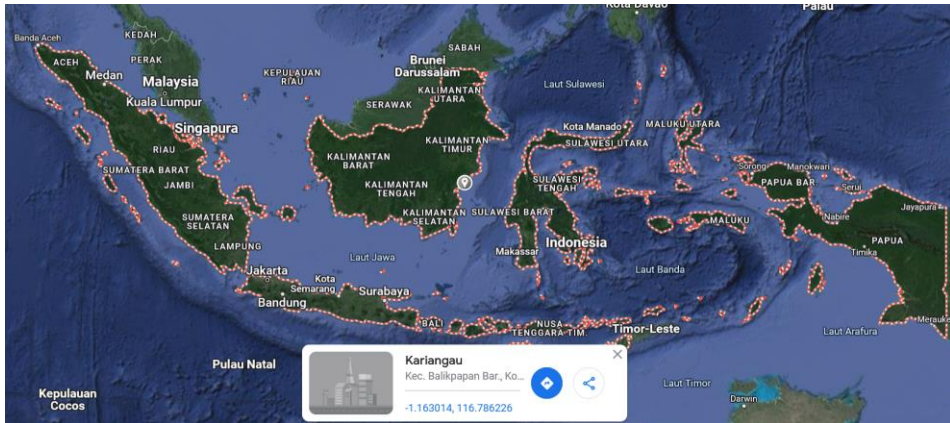
Sebagai kawasan industri, daerah ini merupakan salah satu tujuan para pencari kerja. Tenaga kerja ini merupakan tenaga kerja yang produktif dari berbagai perguruan tinggi di provinsi Kalimantan Timur. Jumlah penduduk Kota Balikpapan 2023 sebesar 733.396 Jiwa (Sumber : Dukcapil Kota Balikpapan)^[11]

6. Biaya untuk Tanah

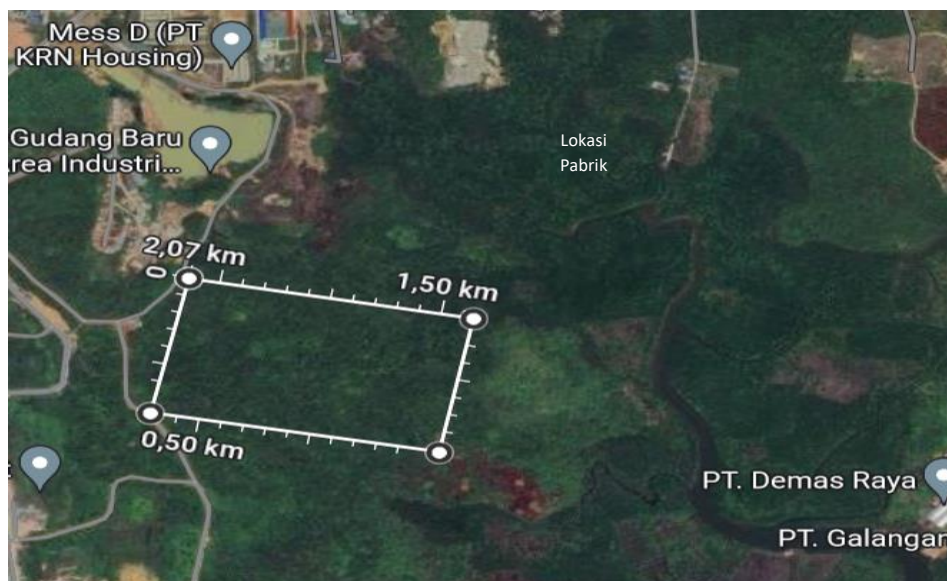
Tanah yang tersedia untuk lokasi pabrik masih cukup luas dan dalam harga yang terjangkau.

7. Pembuangan Limbah

Diarea tersebut terdapat perusahaan PT. Balikpapan Enviromental Services (BES) yang bergerak dibidang pengolahan limbah dan perusahaan independen PT. Sucofindo, PT. Surveyor Indonesia untuk mengecek baku mutu air limbah hasil dari kegiatan usaha.



Gambar 1.1 Lokasi Pendirian Pabrik *Dodecyl Alcohol* di Indonesia^[12]



Gambar 1.2 Lokasi Pendirian Pabrik *Dodecyl Alcohol* di Balikpapan^[12]