PRARANCANGAN PABRIK HIDROGEN
DARI GLISEROL DAN UAP AIR DENGAN KAPASITAS PRODUKSI 36.200 TON/TAHUN

TRI ROSMA WINDA 2110017411008

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana Pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta

UNIVERSITAS BUNG HATTA

2025

PRARANCANGAN PABRIK HIDROGEN DARI GLISEROL DAN UAP AIR DENGAN KAPASITAS PRODUKSI 36.200 TON/TAHUN

TRI ROSMA WINDA (2110017411008)

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana Pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta

UNIVERSITAS BUNG HATTA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
2025

Dipindai dengan CamScanner

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI – UNIVERSITAS BUNG HATTA
Kampus III – Jl. Gajah Mada, Gunung Pangilun, telp.(0751)54257 Padang

---

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

PRARANCANGAN PABRIK HIDROGEN DARI GLISEROL DAN UAP AIR DENGAN KAPASITAS 36.200 TON/ TAHUN

OLEH :

Tri Rosma Winda
2110017411008

Disetujui oleh Pembimbing

Dr. Maria Ulfa, S.T., M.T

Diketahui oleh :

Fakultas Teknologi Industri	Jurusan Teknik Kimia
Dekan	Ketua
Prof. Dr. Eng. Ir. Reni Desmiarti, S.T., M.T.	Dr. Maria Ulfa, S.T., M.T

Dipindai dengan CamScanner

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI – UNIVERSITAS BUNG HATTA
Kampus III – Jl. Gajah Mada, Gunung Pangilun, telp.(0751)54257 Padang

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI SKRIPSI

SKRIPSI

PRARANCANGAN PABRIK HIDROGEN DARI GLISEROL DAN UAP AIR DENGAN KAPASITAS 36.200 TON/ TAHUN

OLEH :

Tri Rosma Winda
2110017411008

Tugas Sidang Akhir Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta dengan Team Penguji

Jabatan	Nama	Tanda Tangan
Ketua	Dr. Maria Ulfa, S.T., M.T	
Anggota	Prof. Dr. Pasymi, S.T., M.T.	
	Ir. Erda Rahmilaila Desfitri, S.T., M.Eng, Ph.D	

Pembimbing

Dr. Maria Ulfa, S.T., M.T

Dipindai dengan CamScanner

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI – UNIVERSITAS BUNG HATTA
Kampus III – Jl. Gajah Mada, Gunung Pangilun, telp.(0751)54257 Padang

LEMBAR PENGESAHAN REVISI LAPORAN SKRIPSI/PRA RANCANGAN PABRIK

Nama : **Tri Rosma Winda**
NPM : **2110017411008**
Tanggal Sidang : **19 September 2025**

Jabatan	Nama	Tanda Tangan
Ketua	Dr. Maria Ulfa, S.T., M.T	
Anggota	Prof. Dr. Pasymi, S.T., M.T.	
	Ir. Erda Rahmilaila Desfitri, S.T., M.Eng, Ph.D	

Pembimbing

Dr. Maria Ulfa, S.T., M.T

Dipindai dengan CamScanner

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah Subhanahu wata'ala yang telah memberikan nikmat dan karunia Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir ini dengan judul **"Pra Rancangan Pabrik Hidrogen dari Gliserol dan Uap Air dengan Kapasitas Produksi 36.200 Ton/Tahun"**. Usulan proposal ini sebagai salah satu bentuk pembelajaran untuk memenuhi syarat menjadi Program Studi Sarjana Teknik Kimia Universitas Bung Hatta. Dalam usulan proposal ini penulis menyadari bahwa banyak kekurangan dalam penulisan usulan proposal ini, sehingga penulis mengharapkan kritik yang membangun untuk mengembangkan proposal ini menjadi lebih baik. Dan penulis berharap usulan proposal ini dapat memberikan pembelajaran yang banyak bagi penulis sendiri maupun orang lain yang membacanya. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, mustahil bagi penulis untuk menyelesaikan usulan proposal ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Eng. Ir. Reni Desmiarti, ST., MT., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.
2. Ibu Dr. Maria Ulfah, ST., MT., selaku ketua jurusan dan pembimbing yang telah memberikan arahan serta pengetahuannya dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Bapak Prof. Dr. Pasymi, ST., MT., selaku penguji I pada seminar tugas akhir
4. Ibu Ir. Erda Rahmilaila Desfitri, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku penguji II seminar tugas akhir.
5. Seluruh Dosen Teknik Kimia Universitas Bung Hatta yang telah memberikan ilmu pengetahuannya untuk penyelesaian penelitian ini.
6. Ucapan terima kasih yang paling dalam penulis tujukan kepada kedua orang tua tercinta. Terima kasih atas kasih sayang, doa, dan pengorbanan yang tiada pernah berhenti mengalir sepanjang hidup penulis. Di balik setiap langkah kecil yang berhasil penulis tempuh, selalu ada doa yang dipanjatkan dengan tulus

dari hati seorang ayah dan ibu. Keringat, letih, bahkan air mata yang tak pernah terlihat menjadi sumber kekuatan penulis untuk terus berjuang. Tanpa doa restu dan kasih sayang tulus dari ayah dan ibu, mustahil penulis mampu berdiri sampai pada titik ini.

7. Tidak lupa penulis juga ingin menyampaikan terima kasih yang mendalam penulis haturkan kepada **Fani Fazilla,** sosok yang dengan setia selalu hadir mendampingi di setiap perjalanan. Menjadi anak tengah yang berjuang seorang diri di perantauan bukanlah hal mudah. Banyak wajah yang tampak ramah, namun nyatanya hanya sebatas semu. Benturan-benturan kecil yang datang silih berganti terkadang membuat hati lelah dan hampir menyerah. Jika bukan karena doa orang tua dan ketulusan Fani yang selalu menguatkan, mungkin penulis sudah memilih untuk berhenti melangkah. Fani telah membuktikan bahwa kesetiaan masih ada, bahkan ketika dunia seakan dipenuhi kepalsuan. Terima kasih atas semangat, perhatian, dan dukungan tanpa henti yang diberikan, di mana pun dan kapan pun. Kehadiranmu menjadi cahaya yang membuat penulis mampu bertahan, hingga akhirnya karya ini dapat terselesaikan.

Penulis berharap semoga usulan ini dapat memberikan hal positif bagi pihak akademis khususnya dan pembaca pada umumnya. Penulis menyadari bahwa penulisan usulan pra rancangan pabrik ini jauh dari kesempurnaan, sehingganya kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa yang akan datang.

Padang, 03 September 2025

Penulis

INTISARI

Pabrik hidrogen berbahan baku gliserol dan uap air dengan kapasitas produksi 36.200 ton/tahun direncanakan akan didirikan di Kawasan Industri Dumai, Riau, dengan mempertimbangkan analisis Strength, Weakness, Opportunities, and Threats (SWOT) terkait ketersediaan bahan baku, potensi pasar, akses transportasi, tenaga kerja, utilitas pendukung, serta kondisi iklim dan lingkungan. Pabrik ini beroperasi selama 330 hari per tahun dan menghasilkan hidrogen dengan kemurnian 99,9% yang digunakan sebagai bahan baku industri kimia dan energi bersih. Proses produksi menggunakan metode Steam Reforming dengan tahapan utama berupa persiapan bahan baku, reaksi pada reaktor Steam Reforming dan Water Gas Shift (HT-WGS dan LT-WGS), serta pemurnian hidrogen melalui Pressure Swing Adsorption (PSA). Produk utama berupa hidrogen murni, sedangkan produk samping berupa karbon dioksida ditangani sesuai standar pengolahan limbah. Pendirian pabrik ini bertujuan untuk mengurangi ketergantungan impor hidrogen, memanfaatkan kelebihan gliserol dari industri biodiesel, membuka lapangan kerja baru, serta mendukung transisi energi berkelanjutan. Hasil analisis ekonomi menunjukkan bahwa proyek ini layak dengan Total Capital Investment (TCI) sebesar US$ 360.196.510, Total Production Cost (TPC) sebesar US$ 408.734.635 per tahun, dan Total Sales sebesar US$ 593.965.431 per tahun, sehingga diperoleh laba bersih sekitar US$ 138,9 juta per tahun, dengan Rate of Return (ROR) 38,57%, Pay Out Time (POT) selama 3 tahun 7 bulan, dan Break-Even Point (BEP) sebesar 40,5%.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR ..... **ii**
DAFTAR ISI ..... **iv**
DAFTAR TABEL ..... **vi**
DAFTAR GAMBAR ..... **vviii**
BAB I **1**
PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Kapasitas Rancangan 3
1.3 Lokasi Pabrik 7
BAB II **15**
TINJAUAN TEORI **15**
2.1 Tinjauan Umum 15
2.2 Tinjauan Proses 19
2.3 Sifat Fisika dan Kimia 23
2.4 Spesifikasi Bahan Baku, Bahan Penunjang dan produk 26
BAB III **28**
TAHAPAN DAN DESKRIPSI PROSES **28**
3.1 Tahapan Proses dan Blok Diagram 28
3.2 Deskripsi Proses dan *Flow Sheet* 30
BAB IV **33**
NERACA MASSA & NERACA ENERGI **33**
4.1 Neraca Massa 33
4.2 Neraca Energi 40
BAB V
UTILITAS **46**
5.1 Unit Pengolahan Air 46
5.2 Unit Penyediaan Steam 56
5.3 Unit Penyediaan Listrik 58
5.4 Unit Penyediaan Bahan Bakar 58
5.5 Unit Pengolahan Limbah 58

BAB VI 60
SPESIFIKASI ALAT 60
6.1 Spesifikasi Peralatan Utama 60
BAB VII
TATA LETAK PABRIK DAN K3LH
(KESEHATAN, KESELAMATAN KERJA DAN LINGKUNGAN HIDUP)
7.1 Tata Letak Pabrik 96
7.2 Kesehatan dan Keselamatan Kerja Lingkungan Hidup 98
BAB VIII ORGANISASI PERUSAHAAN 114
8.1 Struktur Organisasi 114
8.2 Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji 124
BAB IX ANALISA EKONOMI 128
9.1 Total Capital Investment 128
9.2 Biaya Produksi (Total Production Cost) 129
9.3 Harga Jual (Total Sales) 130
9.4 Tinjauan Kelayakan Pabrik 130
BAB X 132
TUGAS KHUSUS 132
10.1 Pendahuluan 132
10.2 Ruang Lingkup Rancangan 132
10.3 Rancangan 132
BAB XI KESIMPULAN 169
11.1 Kesimpulan 169
11.2 Saran 170
DAFTAR PUSTAKA 171
LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Pabrik Hidrogen yang Beroperasi di Dunia 3
Tabel 1. 2 Ketersediaan Bahan Baku Gliserol di Sejumlah Daerah 3
Tabel 1. 3 Produksi Pabrik Hidrogen Indonesia 4
Tabel 1. 4 Data Impor Hidrogen Indonesia 5
Tabel 1. 5 Kebutuhan Hidrogen pada Pabrik Metanol 5
Tabel 1. 6 Proyeksi Produk, Konsumsi, Ekspor, Impor Tahun 2030 5
Tabel 1. 7 Analisis SWOT Kawasan Industri Dumai, Riau 8
Tabel 1. 8 Analisis SWOT Kawasan Industri Medan, Sumatera Utara 10
Tabel 1. 9 Analisis SWOT Balikpapan, Kalimantan Timur 12
Tabel 1. 10 Analisis Lokasi Pabrik Hidrogen 13
Tabel 2. 1 Perbandingan Proses Pembuatan Hidrogen 22
Tabel 2. 2 Sifat Fisik dan Kimia Gliserol 23
Tabel 2. 3 Sifat Fisik dan Kimia Uap Air (H_2O) 24
Tabel 2. 4 Sifat Fisik dan Kimia Oksigen (O_2) 24
Tabel 2. 5 Sifat Fisik dan Kimia Nitrogen (N_2) 25
Tabel 2. 6 Sifat Fisik dan Kimia Katalis Nikel (Ni) 25
Tabel 2. 7 Sifat Fisik dan Kimia Hidrogen 25
Tabel 2. 8 Spesifikasi Gliserol 26
Tabel 2. 9 Spesifikasi Air 26
Tabel 2. 10 Spesifikasi Hidrogen 26
Tabel 2. 11 Spesifikasi Karbon Dioksida 27
Tabel 4. 1 Neraca Massa Mixing 34
Tabel 4. 2 Neraca Massa Reaktor Steam Reforming 35
Tabel 4. 3 Neraca Massa Reaktor High Temperature Water-Gas Shift 36
Tabel 4. 4 Neraca Massa Reaktor Low Temperature Water Gas Shift 37
Tabel 4. 5 Neraca Massa Liquid-Gas Separator 38
Tabel 4. 6 Neraca Massa Pressure Swing Adsorption 39
Tabel 4. 7 Neraca Energi Furnace 40
Tabel 4. 8 Neraca Energi Reaktor Steam Reforming 41
Tabel 4. 9 Neraca Energi Expander 41
Tabel 4. 10 Neraca Energi Cooler 1 42
Tabel 4. 11 Neraca Energi Reaktor High Temperature Water-Gas Shift 42
Tabel 4. 12 Neraca Energi Cooler 2 43
Tabel 4. 13 Neraca Energi Reaktor Low Temperature Water-Gas Shift 43
Tabel 4. 14 Neraca Energi Cooler 3 44
Tabel 4. 15 Neraca Energi Kompresor Multi Stage 44
Tabel 4. 16 Neraca Energi Heater 45
Tabel 4. 17 Neraca Energi Kompresor 45
Tabel 5. 1 Kualitas Air Sungai Mesjid 46
Tabel 5. 2 Parameter Standar Baku Mutu Air Untuk Keperluan Higenis Sanitasi 47

Tabel 5. 3 Kebutuhan Air Sanitasi 48
Tabel 5. 4 Kebutuhan Air Pendingin untuk Alat Proses 48
Tabel 5. 5 Total Kebutuhan Air Pabrik Hidrogen 48
Tabel 5. 6 Resin Kation-Anion Exchange 53
Tabel 5. 7 Kebutuhan Steam 57
Tabel 6. 1 Spesifikasi Penyimpanan Gliserol 60
Tabel 6. 2 Spesifikasi Tangki Pelaruran Gliserol 61
Tabel 6. 3 Spesifikasi Penyimpanan Methane 62
Tabel 6. 4 Spesifikasi Heat Exchanger (HE-101) 62
Tabel 6. 5 Spesifikasi Kompresor (C-101) 63
Tabel 6. 6 Spesifikasi Furnace 64
Tabel 6. 7 Spesifikasi Reaktor Steam Reforming (R-301) 65
Tabel 6. 8 Spesifikasi Expander 66
Tabel 6. 9 Spesifikasi Cooler (CO-101) 67
Tabel 6. 10 Spesifikasi Reaktor High Temperature Water Gas-Shift 68
Tabel 6. 11 Spesifikasi Cooler (CO-102) 69
Tabel 6. 12 Reaktor Low Temperature Water Gas Shift 70
Tabel 6. 13 Spesifikasi Flash Drum 72
Tabel 6. 14 Spesifikasi Pressure swing adsorbption 73
Tabel 6. 15 Spesifikasi Kompresor (C-102) 74
Tabel 7. 1 Tata Letak Lingkungan Pabrik hidrogen 98
Tabel 7. 2 Identifikasi Bahaya pada Alat Proses 100
Tabel 7. 3 Identifikasi Bahaya pada Alat Proses 102
Tabel 7. 4 Identifikasi Potensi Bahaya Paparan Fisik 105
Tabel 8. 1 Jumlah Karyawan 122
Tabel 8. 2 Jumlah Karyawan 124
Tabel 9. 1 Biaya Komponen Total Capital Investment 129
Tabel 9. 2 Biaya Komponen Manufacturing Cost 129
Tabel 9. 3 Harga Jual Pasaran Produk 130
Tabel 9. 4 Harga Jual Produksi Pabrik 130

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Kawasan Industri Dumai, Riau ..... **Error! Bookmark not defined.**
Gambar 1. 2 Kawasa Industri Medan, Sumatera utara 9
Gambar 1. 3 Balikpapan, Kalimantan Timur 11
Gambar 2. 1 Struktur Satu Molekul Air 18
Gambar 3. 1 Blok Diagram Pra-rancangan Pabrik Hidrogen dari Gliserol dan Uap Air 29
Gambar 5. 1 Blok Diagram Pengolahan Air Limbah 49
Gambar 5. 2 Flowsheet Pengolahan Air Pabrik Hidrogen 50
Gambar 5. 3 Gambar Proses Pengolahan Air 52
Gambar 7. 1 Tata Letak Pabrik Silikon Dioksida 98
Gambar 7. 2 Hirarki Pengendalian Risiko K3 108
Gambar 7. 3 Safety Helmet 110
Gambar 7. 4 Safety Belt 110
Gambar 7. 5 Safety Boot 110
Gambar 7. 6 Safety Shoes 111
Gambar 7. 7 Safety Gloves 111
Gambar 7. 8 Ear Plug / Ear Muff 112
Gambar 7. 9 Safety Glasses 112
Gambar 7. 10 Respirator 112
Gambar 7. 11 Face Shield 113
Gambar 7. 12 Raincoat 113
Gambar 7. 13 Safety Vest 113
Gambar 8. 1 Struktur Organisasi Perusahaan Pabrik Hidrogen 116
Gambar 9. 1 Kurva BEP 131

LAMPIRAN

LAMPIRAN A NERACA MASSA.....LA-1
LAMPIRAN B NERACA ENERGI.....LB -1
LAMPIRAN C SPESIFIKASI PERALATAN.....LC -1
LAMPIRAN D ANALISA EKONOMI.....LD-1

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi saat ini menghadapi tantangan berupa peningkatan permintaan energi dan menurunnya sumber energi berbasis fosil. Oleh karena itu, menemukan sumber energi alternatif yang bersih dan terbarukan menjadi sangat penting. Hidrogen, khususnya, menarik karena kepadatan energinya yang tinggi dan fitur bebas emisi yang ditawarkannya. Telah terdokumentasi dengan baik bahwa pembakaran hidrogen akan mengurangi terbentuknya gas CO_2 atau emisi berbahaya lainnya seperti asap dan partikel dibandingkan dengan energi berbasis fosil (Elysabeth et al., 2020).

Indonesia sebagai salah satu negara berkembang dengan pertumbuhan ekonomi yang pesat membutuhkan *roadmap* yang jelas untuk pengembangan hidrogen sebagai sumber energi alternatif. Pengembangan hidrogen hijau di sektor energi Indonesia akan dimulai secara bertahap pada tahun 2031 dan meningkat pesat setelah tahun 2050. Kapasitas pembangkitan hidrogennya akan meningkat secara signifikan dari 328 MW pada tahun 2031 hingga 2035, 332 MW pada tahun 2036 hingga 2040 dan 9 GW pada tahun 2041 hingga 2050, dan 52 GW pada tahun 2051 hingga 2060. Indonesia telah menetapkan visi untuk memanfaatkan hidrogen hijau, amonia dan penangkapan serta penyimpanan karbon untuk mengurangi jejak karbonnya. Indonesia menargetkan penggunaan hidrogen hijau sebagai energi alternatif untuk sektor transportasi, industri dan rumah tangga di masa depan (IFHE, 2023).

Potensi produksi hidrogen di indonesia sangat besar. Indonesia memiliki sumber daya alam yang melimpah, seperti sinar matahari, angin, air, biomassa, dan geothermal, yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan hidrogen hijau. Potensi biomassa di Indonesia, seperti limbah pertanian dan limbah kelapa sawit, dapat

UNIVERSITAS BUNG HATTA

dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk produksi hidrogen melalui proses gasifikasi atau fermentasi. Selain itu Indonesia memiliki banyak sungai dan potensi pembangkit listrik tenaga air yang signifikan. Listrik yang dihasilkan dapat digunakan untuk elektrolisis air dan menghasilkan hidrogen (IFHE, 2023).

Salah satu sumber bahan baku hidrogen yang menarik adalah gliserol, yang merupakan produk sampingan dari proses biodiesel. Dengan meningkatnya produksi biodiesel, jumlah gliserol yang dihasilkan juga semakin besar. Gliserol, sebagai produk sampingan dari proses produksi biodiesel, memiliki potensi besar sebagai bahan baku untuk produksi hidrogen. Dengan meningkatnya produksi biodiesel, gliserol yang berlebih dapat dimanfaatkan secara efektif, mengurangi limbah dan meningkatkan keberlanjutan proses energi (Elysabeth et al., 2020).

Hidrogen dapat diproduksi dari gliserol dengan teknologi pemanasan konvensional seperti *steam reforming*, pirolisis, *reforming* air superkritis yang dilakukan pada suhu tinggi. Proses konversi gliserol menjadi hidrogen dapat dilakukan melalui reformasi uap, dimana gliserol bereaksi dengan uap air untuk menghasilkan hidrogen dan produk sampingan lainnya. Proses ini melibatkan reaksi antara gliserol dan uap air pada suhu dan tekanan tertentu untuk menghasilkan hidrogen dan produk sampingan lainnya. Proses ini memiliki keuntungan dibandingkan dengan metode konvensional, karena dapat memanfaatkan sumber daya yang ada dan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil.

Prarancangan pabrik hidrogen ini diharapkan dapat mengurangi ketergantungan terhadap impor bahan kimia terutama hidrogen, memanfaatkan gliserol sebagai bahan baku yang bernilai ekonomis dan mengoptimalkan perolehan nilai tambah, serta membuka lapangan pekerjaan baru sehingga dapat mengurangi tingkat pengangguran di Indonesia. Prarancangan pabrik ini diharapkan pula dapat memberikan kontribusi positif terhadap pengurangan emisi gas rumah kaca dan mendukung transisi menuju ekonomi yang lebih berkelanjutan.

1.2 Kapasitas Rancangan

1.2.1 Kapasitas Pabrik yang Sudah Ada

Daftar pabrik hidrogen yang telah beroperasi di beberapa negara dapat dilihat pada Tabel 1.1

Tabel 1. 1 Pabrik Hidrogen yang Beroperasi di Dunia

No	Nama Pabrik	Lokasi	Kapasitas (Ton/Tahun)	Sumber
1	Linde's Hydrogen Production Facility	China	200.000	www.blackridgeresearch.com
2	Brinto Green Hydrogen Island	Denmark	1.000.000	www.blackridgeresearch.com
3	NEOM Green Hydrogen Project	Arab Saudi	219,000	www.blackridgeresearch.com
4	Shell's Hydrogen Plant	Jerman	1.300.000	www.shell.com
5	Western Green Energy Hub	Australia	3.500.000	www.blackridgeresearch.com

1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku pembuatan hidrogen adalah gliserol yang merupakan limbah dari proses pembuatan biodiesel. selain itu bahan baku lainnya yang digunakan yaitu air akan diperoleh dari sungai di area tersebut. Data kapasitas pabrik penghasil gliserol dapat dilihat pada Tabel 1.2

Tabel 1. 2 Ketersediaan Bahan Baku Gliserol di Sejumlah Daerah

No	Pabrik	Lokasi	Ketersediaan (Ton/Tahun)
1	PT Wilmar Bioenergi Indonesia	Riau	157.779,3
2	PT Pelita Agung Agrindustri Dumai	Riau	55.986,25
3	PT Sari Dumai Sejati	Riau	67.862,05
4	PT Sinar Oleochemical Int	Sumatera Utara	15.000
5	PT Flora Sawitan	Sumatera Utara	5.400
6	PT Permata Hijau Palm Oleo	Sumatera Utara	41.053,86
7	PT Unilever	Jawa Timur	8.450
8	PT Wings Surya	Jawa Timur	3.500
9	PT Wilmar Nabati Indonesia	Jawa Timur	221.400
10	PT Sukajadi Sawit Mekar	Kalimantan Tengah	39.586,22

No	Pabrik	Lokasi	Ketersediaan (Ton/Tahun)
11	PT Smart Tbk	Kalimantan Selatan	43.346,87
12	PT Jhonlin Agro Raya	Kalimantan Selatan	55.986,25
13	PT Kutai Refinery Nusantara	Kalimantan Timur	112.495,5
14	PT Energi Unggul Persada	Kalimantan Timur	93.310,26
15	PT LDC Indonesia	Lampung	47.503,49
16	PT Tunas Baru	Lampung	39.586,22

Sumber: (https://agrikan.id/)

1.2.3 Kebutuhan Impor Hidrogen di Indonesia

Penentuan kapasitas produksi hidrogen didasarkan pada kebutuhan hidrogen untuk industri di Indonesia dan ketersedian bahan baku yang ada. Kapasitas pabrik hidrogen ini ditentukan berdasarkan kebutuhan impor dan jumlah bahan baku air yang tersedia. Untuk menentukan kapasitas produksi pabrik yang akan didirikan maka diperlukan data konsumsi hidrogen, data produksi hidrogen di Indonesia, dan data kebutuhan impor hidrogen.

$$F = P\ (1 + i)^n$$

Keterangan:

F = Jumlah produk pada tahun 2030 (ton/tahun)

P = Data besarnya impor pada tahun 2023 (ton)

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

n = Selisih tahun

Sumber : Timmerhaus, K.D., 2004

Tabel 1. 3 Produksi Pabrik Hidrogen Indonesia

Pabrik	Kapasitas (Ton/Tahun)
PT Samator Gresik	96900
PT BOC Gas	48480
PT Air Liquid	218176
PT Sarimita Jaya	15000
PT Aneka Gas Industri	25000
Produksi H_2 2030	**403.556**

Tabel 1. 4 Data Impor Hidrogen Indonesia

Tahun	Jumlah Impor (ton)	Pertumbuhan (%)
2016	1925,958	0
2017	2338,021	0,00214
2018	2375,109	0,000159
2019	367,535	-0,00845
2020	53,884	-0,00853
total ∑%P		**-0,01469**
i		**-0,00294**
Impor H_2 2030		**52,32183**

Sumber : Badan Pusat Statistik (2024)

Tabel 1. 5 Kebutuhan Hidrogen pada Pabrik Metanol

Tahun	Berat (Ton)	Pertumbuhan (%)
2016	82.481	0
2017	57.575	-0,0030196
2018	132.117	0,012946939
2019	146.029	0,001053006
2020	158.629	0,000862842
total ∑%P		**0,011843183**
i		**0,002368637**
Kebutuhan H_2 2030		**162.426,6475**

Sumber : Badan Pusat Statistik (2024)

Data ekspor hidrogen Indonesia belum ditemukan baik saat ini maupun tahun-tahun sebelumnya, hal ini dikarenakan pemerintah yang masih terfokus pada kebutuhan energi lain yang juga terus meningkat di Indonesia. namun Indonesia memiliki potensi besar untuk menjadi eksportir hidrogen di masa depan. Dari tabel di atas, maka diperoleh nilai proyeksi produksi, konsumsi, ekspor, dan impor hidrogen tahun 2030 yang dapat dilihat pada Tabel 1.6

Tabel 1. 6 Proyeksi Produk, Konsumsi, Ekspor, Impor Tahun 2030

Proyeksi	Berat (Ton)
Produksi	403.556
Konsumsi	162.426,6475
Ekspor	0
Impor	52,32183

Penggunaan metode regresi liniar didapat nilai R^2 dibawah 90% sehingga tidak efektif digunakan untuk menentukan kapasitas pabrik, maka digunakan metode *discounted* pada prarancangan pabrik hidrogen ini. Untuk itu kapasitas produksi pabrik hidrogen yang akan didirikan pada 2030 dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$F1 + F2 + F3 = F4 + F5$$

Keterangan:

F1 = nilai impor (ton/tahun)

F2 = nilai produksi dalam negeri (ton/tahun)

F3 = nilai produksi pabrik baru (ton/tahun)

F4 = nilai ekspor (ton/tahun)

F5 = nilai konsumsi dalam negeri (ton/tahun)

Dari data diatas digunakan untuk mengetahui jumlah kebutuhan hidrogen sebagai perhitungan lanjutan dalam menentukan kapasitas pabrik yang akan didirikan, sehingga diperoleh kebutuhan hidrogen yang belum terpenuhi sebesar :

$$52{,}32183 + 403.556 + F3 = 0 + 162.426{,}6475$$

$$F3 = 241.181{,}6744 \text{ ton/tahun}$$

Dari persamaan diatas diketahui jumlah kebutuhan hidrogen di Indonesia pada tahun 2030 sebesar 241.181,6744 ton/tahun. Dengan analisa potensi ketersediaan bahan baku gliserol pada tahun 2030, maka pabrik yang dibangun direncanakan 15% dari total kebutuhan hidrogen di Indonesia, maka kapasitas produksi menjadi

$$\text{Kapasitas pabrik} = 15\% \times 241.181{,}6744 = 36.200 \text{ ton/tahun}$$

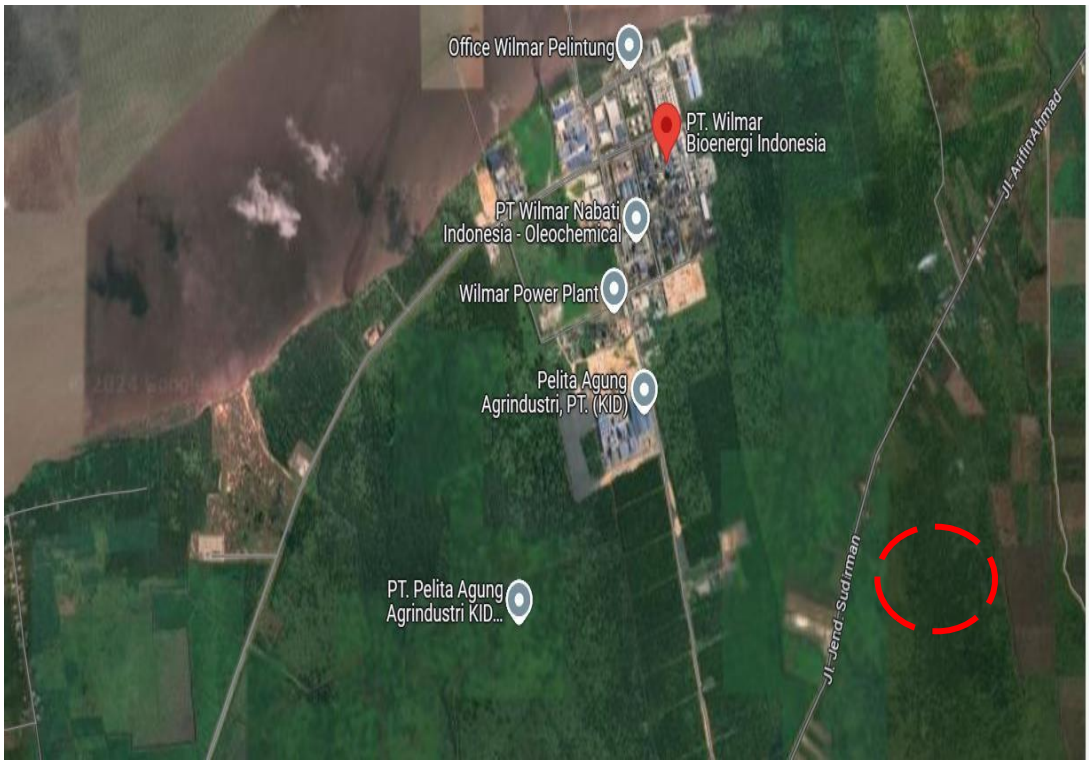
Berdasarkan perhitungan diatas, kapasitas pabrik hidrogen yang dibangun pada tahun 2030 diperoleh sebesar 36.200 ton/tahun.

1.3 Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi didasarkan pada keputusan yang dapat memengaruhi efisiensi operasional dan keberhasilan bisnis. Beberapa hal perlu diperhatikan dalam menentukan lokasi pembangunann pabrik seperti ketersediaan bahan baku atau sumber daya yang dekat sehingga dapat mengurangi biaya transportasi dan waktu produksi. Selain itu pemilihan lokasi juga harus mempertimbangkan hal-hal seperti akses transportasi, pertimbangan dapak lingkungan, pasar dan konsumen serta lain sebagainya. Pengambilan keputusan dapat di pakai berdasarkan penggunaanan alisis SWOT *(Strength, Weakness, Opportunities, Threat)*. Data analisis SWOT dapat dilihat pada masing-masing tabel dibawah ini.

1.3.1 Alternatif Lokasi I (Kawasan Industri Dumai, Riau)

Lokasi ini terletak di **Kawasan Industri Dumai, Riau** yang dapat dilihat pada Gambar 1.1

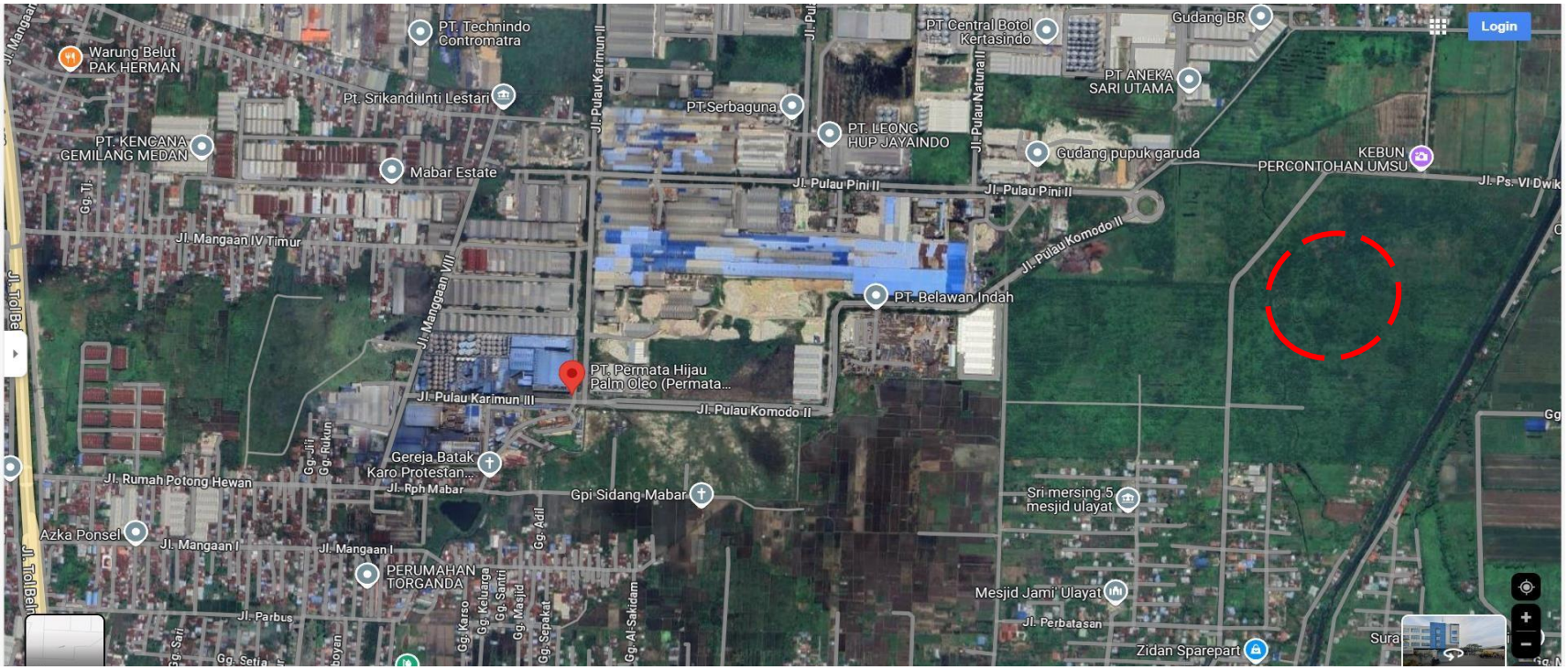


Tabel 1. 7 Analisis SWOT Kawasan Industri Dumai, Riau

Variabel	Internal		Eksternal		Skor
	Strength (Kekuatan)	**Weakness (Kelemahan)**	**Opportunities (Peluang)**	**Threat (Tantangan)**	
Bahan baku	Dekat bahan baku gliserol dari PT Wilmar Bioenergi Indonesia	Perlunya pembenahan infrastruktur untuk transportasi bahan baku ke lokasi pabrik.	Bekerja sama dengan perusahaan yang membutuhkan Hidrogen	Melakukan impor jika kebutuhan bahan baku yang tidak mencukupi	5
Pemasaran	Dumai memiliki pelabuhan internasional yang mempermudah ekspor produk hidrogen ke pasar global.	Adanya biaya bea cukai dan Kerusakan insfratuktur jalan sewaktu-waktu dalam perbaikan	Permintaan Hidrogen sebagai energi hijau terus meningkat, baik didalam negeri maupun internasional	Bekerjasama dengan para peneliti dan berbagai lembaga masyarakat untuk meningkatkan energi hijau dari hidrogen	4
Utilitas	Lokasi merupakan kawasan industri, sehingga kebutuhan utilitas dapat dicukupi oleh unit utilitas kawasan	Resiko air sungai keruh tinggi	Bekerja sama dengan perusahaan-perusahaan sekitar untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas utilitas	Ikut andil dalam pengolahan sumber utilitas, untuk mengurangi biaya utilitas dan mengurangiresiko pencemaran	4
Tenaga kerja	Dapat diperoleh dari penduduk sekitar dan provinsi sekitar	Ketersediaan tenaga ahli yang masih sedikit dan perlu pelatihan intensif untuk meningkatkan kemampuan.	Bekerjasama dengan lembaga ketenagakerjan dalam merekrut tenaga kerja	Harus sering memberi pelatihan kepada tenaga kerja dari lembaga pelatihan	4
Kondisi daerah	Kondisi iklim dan cuaca stabil	Dekat dengan permukiman warga dan harga sewa tanah cukup mahal	Dekat dengan perusahaan lain untuk dapat bekerjasama	Persaingan dengan pabrik yang lain	4

1.3.2 Alternatif Lokasi II (Kawasan Industri Medan, Sumatera Utara)

Lokasi ini terletak di **Kawasan Industri Medan, Sumatera Utara** yang dapat dilihat pada Gambar 1.2



Gambar 1. 1 Kawasa Industri Medan, Sumatera utara

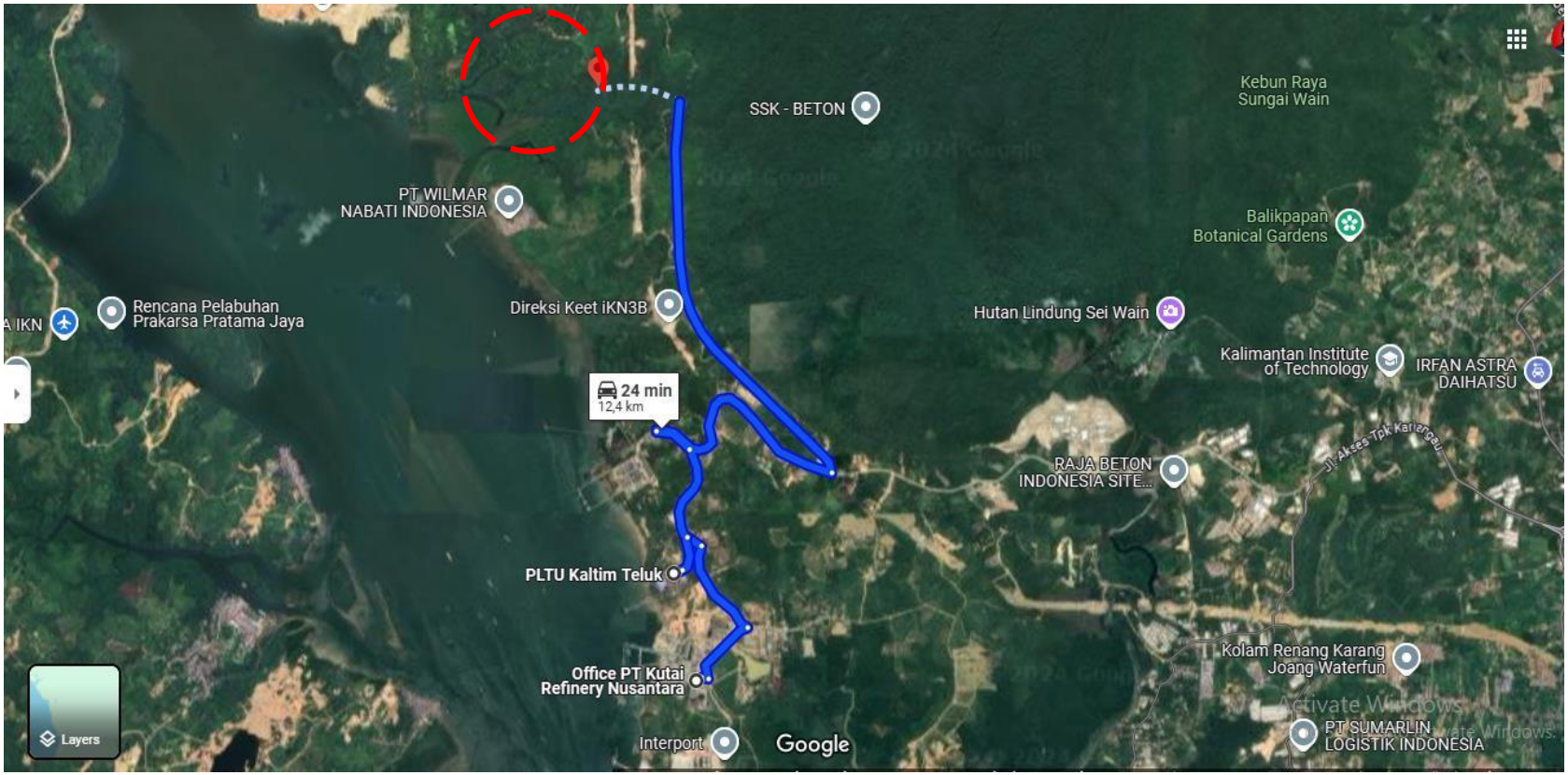
Sumber: maps.google.com

Tabel 1. 8 Analisis SWOT Kawasan Industri Medan, Sumatera Utara

Variabel	Internal		Eksternal		Skor
	Strength (Kekuatan)	**Weakness (Kelemahan)**	**Opportunities (Peluang)**	**Threat (Tantangan)**	
Bahan baku	Dekat bahan baku gliserol dari PT Pertama Hijau Palm	Jarak bahan baku tambahan yang jauh	Peluang kerja sama dengan pabrik biodiesel local dan bekerja sama dengan perusahaan yang membutuhkan Hidrogen	Melakukan impor jika kebutuhan bahan baku yang tidak mencukupi	2
Pemasaran	Medan memiliki pelabuhan internasional petikemas belawan terbesar di sumatera, yang memudahkan distribusi domestic dan internasional	Adanya biaya bea cukai dan Kerusakan insfratuktur jalan sewaktu-waktu dalam perbaikan	Potensi ekspor ke negara-negara Asia Tenggara yang sedang gencar mengadopsi energi hijau	Bekerjasama dengan para peneliti dan berbagai lembaga masyarakat untuk meningkatkan energi hijau dari hidrogen dan juga persaingan dari negara tetangga seperti Malaysia dan singapura	4
Utilitas	Lokasi merupakan kawasan industri, sehingga kebutuhan utilitas dapat dicukupi oleh unit utilitas kawasan	Resiko air sungai keruh atau tercemar dapat menganggu proses produksi	Peluang untuk membangun instalasi energi terbarukan sendiri,seperti pembangkit surya, untuk mengurangi biaya operasional	Ikut andil dalam pengolahan sumber utilitas, untuk mengurangi biaya utilitas dan mengurangi resiko pencemaran	4
Tenaga kerja	Dapat diperoleh dari penduduk sekitar dan provinsi sekitar	Keterbatasan tenaga ahli khususnya dibidang teknologi hidrogen	Bekerjasama dengan lembaga ketenagakerjan dan Pendidikan untuk mencetak tenaga ahli lokal	Harus sering memberi pelatihan kepada tenaga kerja dari lembaga pelatihan	4
Kondisi daerah	Kondisi iklim dan cuaca stabil	Dekat dengan permukiman warga dan harga sewa tanah cukup mahal	Dekat dengan perusahaan lain untuk dapat bekerjasama	Persaingan ketat dengan pabrik lain dikawasan industry medan dan sekitarnya	4

1.3.3 Alternatif Lokasi III (Kawasan Balikpapan, Kalimantan Timur)

Lokasi ini terletak di **Balikpapan, Kalimantan Timur** yang dapat dilihat pada **Gambar 1.4**



Gambar 1. 2 Balikpapan, Kalimantan Timur
Sumber: maps.google.com

Tabel 1. 9 Analisis SWOT Balikpapan, Kalimantan Timur

Variabel	Internal		Eksternal		Skor
	Strength (Kekuatan)	**Weakness (Kelemahan)**	**Opportunities (Peluang)**	**Threat (Tantangan)**	
Bahan baku	Dekat bahan baku gliserol yang dihasilkan dari pabrik Kutai Refinery Nusantara	Jarak pengadaan bahan baku tambahan dari luar Kalimantan membutuhkan logistic yang lebih tinggi	Bekerja sama dengan perusahaan yang mengahasilkan limbah gliserol dalam jumlah besar.	Melakukan impor jika kebutuhan bahan baku yang tidak mencukupi	3
Pemasaran	Dekat dengan Pelabuhan Semayang, sehingga dapat mempermudah ekspor produk hidrogen ke pasar global.	Adanya biaya bea cukai dan Kerusakan insfratuktur jalan sewaktu-waktu dalam perbaikan	Permintaan hidrogen sebagai energi hijau terus meningkat, baik didalam negeri maupun internasional	Bekerjasama dengan para peneliti dan berbagai lembaga masyarakat untuk meningkatkan energi hijau dari hidrogen	4
Utilitas	Lokasi merupakan kawasan industri, sehingga kebutuhan utilitas dapat dicukupi oleh unit utilitas Kawasan Listrik : PLTU Kaltim Teluk	Resiko kualitas air Sungai di sekitar Kawasan yang kadang keruh	Bekerja sama dengan perusahaan-perusahaan sekitar untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas utilitas	Ikut andil dalam pengolahan sumber utilitas, untuk mengurangi biaya utilitas dan mengurangi resiko pencemaran	4
Tenaga kerja	Dapat diperoleh dari penduduk sekitar dan provinsi sekitar	Kurangnya tenaga ahli yang spesifik dibidang teknologi hidrogen	Bekerjasama dengan lembaga ketenagakerjan dan Pendidikan dalam mencetak tenaga ahli lokal	Persaingan tenaga kerja dengan pabrik-pabrik besar disekitar Kawasan industri	3
Kondisi daerah	Kondisi iklim dan cuaca stabil	Dekat dengan hutan lindung sehingga perlu pengadaan akses transportasi	Dekat dengan perusahaan lain untuk dapat bekerjasama	Persaingan ketat dengan Perusahaan lain	3

1.3.4 Pemilihan Lokasi Pabrik

Berdasarkan analisa SWOT terhadap bahan baku, pemasaran, tenaga kerja, utilitas dan kondisi daerah. Maka untuk pemilihan lokasi pabrik, digunakan skala likert yang disajikan pada tabel 1.7 berikut.

Tabel 1. 10 Analisis Lokasi Pabrik Hidrogen

Lokasi / Variabel	Lokasi I (Dumai)	Lokasi II (Medan)	Lokasi III (Balikpapan)
Bahan Baku	5	2	3
Pemasaran	4	4	4
Utilitas	4	4	4
Tenaga Kerja	4	4	4
Kondisi Daerah	4	4	4
Total	**21**	**18**	**19**

Pada tabel diatas penilaian dilakukan dengan cakupan range 1-5, dimana:

1 = Sangat Tidak Baik

2 = Tidak Baik

3 = Cukup

4 = Baik

5 = Sangat Baik

Hasil analisa SWOT dan skala likert pada tabel diatas, maka daerah terpilih sebagai lokasi pendirian pabrik hidrogen yaitu alternatif lokasi I (Dumai, Provinsi Riau) dengan beberapa pertimbangan :

1. Sumber bahan baku, dekat dengan gliserol, dari PT. Wilmar Bioenergi Indonesia dan PT Pelita Agung Agroindustri, sehingga pasokan baku utama dapat terjamin.
2. Lokasi pemasaran, dumai merupakan kota pelabuhan dengan akses ekspor yang baik melalui pelabuhan dumai, mempermudahn pemasaran hidrogen ke pasar domestik maupun internasional.
3. Transportasi, karena fasilitas transportasi sangat mendukung, dengan akses jalan darat yang baik dan Pelabuhan dumai yang mejadi pusat distribusi utama.

4. Tenaga kerja, dumai memiliki akses ketenaga kerja lokal maupun dari daerah sekitar seperti riau dan Sumatera barat yang mendukung operasional pabrik.
5. Sumber air, bisa diperoleh dari kawasan atau dapat diperoleh secara kontinyu dari sungai pelintung.
6. Kebutuhan energi, energi listrik bisa didapat dari kawasan atau punya PLN tersendiri, bahan bakar dekat dengan POM pertamina.