

SKRIPSI

**PRA-RANCANGAN PABRIK ASAM FORMAT DARI CO₂ DAN H₂
MELALUI PROSES NOVEL *ECO-EFFICIENT* DENGAN KAPASITAS
70.000 TON/TAHUN**



Disusun Oleh :

RIZKY ADITIYA PRATAMA 2410017411043

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

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS BUNG HATTA**

2026



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

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI

Pra Rancangan Pabrik Asam Format dari CO₂ dan H₂ melalui Proses Novel Eco-Efficient dengan Kapasitas 70.000 Ton/Tahun

OLEH :

Rizky Aditiya Pratama

2410017411043

Disetujui oleh:
Pembimbing

Prof. Dr. Eng. Ir Reni Desmiarti, ST. MT.

Diketahui oleh :

Fakultas Teknologi Industri

Dekan

Prof. Dr. Eng. Ir. Reni Desmiarti, S.T., M.T

Jurusan Teknik Kimia

Ketua

Dr. Maria Ulfah, S.T., M.T.



JURUSAN TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI – UNIVERSITAS BUNG HATTA

Kampus III – Jl. Gajah Mada, Gunung Pangilun, telp. (0751) 54257 Padang

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
SKRIPSI**

**Pra Rancangan Pabrik Asam Format dari CO₂ dan H₂ melalui Proses Novel Eco-
Efficient dengan Kapasitas 70.000 Ton/Tahun**

Oleh :

Rizky Aditya Pratama

2410017411043

Sidang Tugas Akhir Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri

Universitas Bung Hatta Dengan Team Penguji :

| Jabatan | Nama | Tanda Tangan |
|---------|--|--------------|
| Ketua | Prof. Dr. Eng. Ir Reni Desmiarti, ST. MT. | |
| Anggota | 1. Dr. Ellyta Sari, ST, MT | |
| | 2. Ir. Erda Rahmilaila Desfitri, ST. M.Eng. Ph.D | |

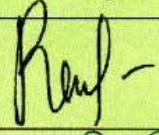


Pembimbing,

Prof. Dr. Eng. Ir Reni Desmiarti, ST. MT.

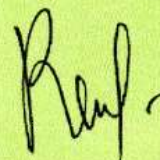


**LEMBAR PENGESAHAN REVISI LAPORAN SKRIPSI/
PRA RANCANGAN PABRIK**

Nama : Rizky Aditiya Pratama
NPM : 2410017411043
Tanggal Sidang : 06 Maret 2026

| Jabatan | Nama | Tanda Tangan |
|---------|--|---|
| Ketua | Prof. Dr. Eng. Ir Reni Desmiarti, ST. MT. |  |
| Anggota | 1. Dr. Ellyta Sari, ST, MT |  |
| | 2. Ir. Erda Rahmilaila Desfitri, ST. M.Eng. Ph.D | a/n  |

Pembimbing,



Prof. Dr. Eng. Ir Reni Desmiarti, ST. MT.

ABSTRAK

Asam format merupakan salah satu bahan kimia penting yang banyak digunakan dalam industri tekstil, penyamakan kulit, pengawet pakan ternak, serta sebagai bahan antara dalam industri kimia. Pemanfaatan CO₂ sebagai bahan baku juga memberikan keuntungan dari sisi lingkungan karena dapat mengurangi emisi gas rumah kaca sekaligus menghasilkan produk bernilai tambah. Proses produksi asam format dalam rancangan ini memanfaatkan reaksi antara CO₂ dan H₂ dengan bantuan katalis dalam kondisi operasi tertentu untuk menghasilkan produk secara efisien dan ramah lingkungan. Tahapan proses meliputi persiapan bahan baku, reaksi pembentukan produk, pemisahan, serta pemurnian produk akhir. Peralatan utama yang digunakan antara lain reaktor, heat exchanger, kompresor, separator, dan unit pemurnian lainnya yang dirancang berdasarkan perhitungan neraca massa dan neraca energi. Pabrik direncanakan beroperasi secara kontinyu selama 330 hari per tahun dengan kapasitas produksi 70.000 ton/tahun. Hasil perancangan menunjukkan bahwa proses yang digunakan mampu menghasilkan asam format dengan efisiensi proses yang baik serta memanfaatkan CO₂ sebagai bahan baku yang lebih ramah lingkungan. Dengan penerapan teknologi ini diharapkan dapat mendukung pengembangan industri kimia berkelanjutan serta meningkatkan nilai ekonomi dari pemanfaatan gas karbon dioksida.

Kata kunci: asam format, karbon dioksida, hidrogen, proses eco-efficient, pra-rancangan pabrik.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT. yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Pelaksanaan skripsi ini merupakan salah satu persyaratan akademis yang harus dipenuhi di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta Padang yang berjudul **PRA-RANCANGAN PABRIK ASAM FORMAT DARI CO₂ DAN H₂ MELALUI PROSES NOVEL *ECO-EFFICIENT* DENGAN KAPASITAS 70.000 TON/TAHUN.**

Selama pembuatan skripsi ini tidak lepas dari dukungan, bimbingan dan bantuan dari banyak pihak yang sangat berarti bagi penulis. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada

1. Ibu Prof. Dr. Eng. Ir. Reni Desmiarti, ST., MT. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta Padang dan pembimbing yang telah memberikan arahan dan membagi pengetahuannya hingga penulis dapat membuat proposal skripsi ini.
2. Ibu Dr. Maria Ulfah, ST., MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Bung Hatta Padang.
3. Seluruh dosen Teknik Kimia Universitas Bung Hatta yang telah memberikan ilmu pengetahuannya untuk pembuatan hasil proposal skripsi ini.
4. Kedua orang tua dan keluarga besar penulis yang telah memberi dukungan moral dan materil.

Penulis menyadari bahwa proposal skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan karena meskipun penulis telah berusaha semaksimal mungkin. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritikan dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan proposal skripsi ini. Semoga proposal skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pembaca. Demikian penulis ucapkan, mohon maaf dan terima kasih.

Padang, Maret 2025

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----------|
| LEMBAR PENGESAHAN | i |
| KATA PENGANTAR | ii |
| DAFTAR ISI..... | iii |
| DAFTAR TABEL..... | viii |
| DAFTAR GAMBAR..... | xi |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Kapasitas Pabrik | 2 |
| 1.2.1 Kapasitas Pabrik Asam Format yang Telah Berdiri..... | 3 |
| 1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku..... | 3 |
| 1.2.3 Kebutuhan Pasar | 4 |
| 1.3 Lokasi Pabrik | 7 |
| 1.3.1 Alternatif Lokasi 1 (Pertamina RU IV Cilacap) | 7 |
| 1.3.2 Alternatif Lokasi 2 (Pertamina RU II Dumai) | 9 |
| 1.3.3 Alternatif Lokasi 3 (Pertamina RU V Balikpapan)..... | 10 |
| 1.3.4 Pemilihan Lokasi Pabrik Asam Format | 12 |
| BAB II TINJAUAN TEORI..... | 15 |
| 2.1 Tinjauan Umum Asam Format | 15 |
| 2.2 Tinjauan Proses..... | 16 |
| 2.2.1 Proses Kemira-Leonard | 16 |
| 2.2.2 Proses Novel <i>Eco-Efficient</i> | 17 |
| 2.2.3 Proses Elektrokimia Bertekanan Tinggi | 19 |
| 2.3 Sifat Fisika dan Kimia | 21 |
| 2.3.1 Bahan Baku..... | 21 |
| 2.3.2 Bahan Penunjang | 22 |
| 2.3.3 Produk..... | 24 |
| 2.4 Spesifikasi Bahan Baku, Penunjang dan Produk | 25 |
| 2.4.1 Spesifikasi Bahan Baku | 25 |
| 2.4.2 Spesifikasi Bahan Penunjang..... | 26 |
| 2.4.3 Spesifikasi Produk | 26 |
| BAB III TAHAPAN DAN DESKRIPSI PROSES | 28 |
| 3.1 Tahapan Proses dan Blok Diagram..... | 28 |

| | |
|---|-----------|
| 3.1.1 Tahapan Proses | 28 |
| 3.1.2 Blok Diagram..... | 28 |
| 3.2 Deskripsi dan Flowsheet Proses | 28 |
| 3.2.1 Deskripsi Proses..... | 28 |
| BAB IV NERACA MASSA DAN ENERGI | 33 |
| 1.1 Neraca Massa..... | 33 |
| 1.1.1 Turbin..... | 34 |
| 1.1.2 Reaktor (R-121) | 35 |
| 1.1.3 <i>Dryer</i> (D-131) | 36 |
| 1.1.4 Absorber (A-141)..... | 37 |
| 1.1.5 Membran (M-151)..... | 38 |
| 1.1.6 Reaktor (R-222) | 38 |
| 1.1.7 Reaktor (R-223) | 39 |
| 1.1.8 Menara Distilasi (MD-361)..... | 40 |
| 1.1.9 Accumulator (ACC-3111) | 41 |
| 1.1.10 <i>Reboiler</i> (R-3121) | 42 |
| 1.1.11 Menara Distilasi (MD-362)..... | 43 |
| 1.1.12 Accumulator (ACC-3112) | 44 |
| 1.1.13 <i>Reboiler</i> (R-3122) | 45 |
| 1.2 Neraca Energi | 46 |
| 1.2.1 Reaktor (R-121) | 46 |
| 1.2.2 <i>Heat Recovery</i> (HR-1141) | 47 |
| 1.2.3 <i>Dryer</i> (D-131) | 48 |
| 1.2.4 <i>Cooler</i> (E-192)..... | 49 |
| 1.2.5 <i>Absorber</i> (A-141)..... | 50 |
| 1.2.6 <i>Heater</i> (E-193) | 51 |
| 1.2.7 Reaktor (R-222) | 52 |
| 1.2.8 Reaktor (R-223) | 53 |
| 1.2.9 <i>Cooler</i> (E-294)..... | 54 |
| 1.2.10 Menara Distilasi (MD-361)..... | 55 |
| 1.2.11 <i>Condensor</i> (CD-3101) | 56 |
| 1.2.12 <i>Reboiler</i> (RB-3121) | 57 |
| 1.2.13 Menara Distilasi (MD-362)..... | 58 |

| | |
|--|-----------|
| 1.2.14 <i>Condensor</i> (CD-3102) | 58 |
| 1.2.15 <i>Reboiler</i> (RB-3122) | 59 |
| 1.2.16 <i>Cooler</i> (E-395) | 60 |
| BAB V UTILITAS | 61 |
| 5.1 Unit Penyediaan Air, <i>Steam</i> dan Listrik | 61 |
| 5.1.1 Unit Penyediaan Air | 61 |
| 5.1.2 Unit Penyediaan <i>Steam</i> | 67 |
| 5.1.3 Unit Penyediaan Listrik | 68 |
| 5.2 Unit Pengolahan Limbah | 68 |
| BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN | 71 |
| 6.1 Spesifikasi Peralatan Utama | 71 |
| 6.1.1 Kompresor | 71 |
| 6.1.2 Tangki Penyimpanan | 71 |
| 6.1.3 Pompa | 72 |
| 6.1.4 Reaktor PFR (R-223) | 73 |
| 6.1.5 <i>Heater</i> (E-193) | 74 |
| 6.1.6 Reaktor CSTR (R-222) | 75 |
| 6.1.7 <i>Cooler</i> (E-395) | 76 |
| 6.1.8 Absorpsi (A-141) | 76 |
| 6.1.9 Menara Distilasi (MD-362) | 77 |
| 6.1.10 Tangki Penyimpanan Asam Format (ST-316) | 78 |
| 6.1.11 Tangki Penyimpanan Hidrogen | 79 |
| 6.1.12 Turbin | 80 |
| 6.1.13 <i>Furnace</i> | 80 |
| 6.1.14 Reaktor rWGS | 81 |
| 6.1.15 <i>Heat Recovery</i> | 82 |
| 6.1.16 <i>Dryer</i> | 82 |
| 6.1.17 Membran Unit | 83 |
| 6.1.18 Kompresor | 84 |
| 6.1.19 <i>Cooler</i> | 84 |
| 6.1.20 Tangki Penyimpanan CuAlCl_4 (ST-113) | 85 |
| 6.1.21 Tangki Penyimpanan Metanol (ST-214) | 85 |
| 6.1.22 Tangki Penyimpanan Air (ST-215) | 86 |

| | |
|--|------------|
| 6.2 Spesifikasi Peralatan Utilitas | 87 |
| 6.2.1 Bak Penampung Air Bersih | 87 |
| 6.2.2 Membran Reverse Osmosis | 87 |
| 6.2.3 Tangki Air Demin | 88 |
| 6.2.4 Cooling Tower | 89 |
| BAB VII TATA LETAK DAN K3LH (KESEHATAN, KESELAMATAN KERJA, DAN LINGKUNGAN HIDUP)..... | 90 |
| 7.1 Tata Letak Pabrik..... | 90 |
| 7.2 Kesehatan dan Keselamatan Kerja Lingkungan Hidup | 94 |
| 7.2.1 Sebab dan Akibat Terjadinya Kecelakaan | 95 |
| 7.2.2 Peningkatan Usaha Keselamatan Kerja | 97 |
| 7.2.3 Jenis-Jenis dan Tindakan Untuk Menghindari atau Mengurangi Kecelakaan Kerja | 98 |
| 7.2.4 Identifikasi Bahaya pada Pabrik | 99 |
| 7.2.5 Alat Pelindung Diri (APD) | 105 |
| BAB VIII ORGANISASI PERUSAHAAN | 110 |
| 8.1 Bentuk Perusahaan..... | 110 |
| 8.2 Struktur Organisasi | 111 |
| 8.3 Tugas dan Wewenang..... | 111 |
| 8.3.1 Pemegang Saham | 112 |
| 8.3.2 Dewan Komisaris | 112 |
| 8.3.3 Direktur Utama | 112 |
| 8.3.4 General Manager..... | 113 |
| 8.3.5 Kepala Bagian..... | 113 |
| 8.4 Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji | 116 |
| 8.5 Sistem Kerja | 117 |
| 8.5.1 Waktu Kerja Karyawan Non Shift..... | 117 |
| 8.5.2 Waktu Kerja Karyawan Shift..... | 117 |
| 8.6 Jumlah Karyawan | 117 |
| 8.7 Kesejahteraan Sosial Karyawan..... | 118 |
| BAB IX ANALISA EKONOMI..... | 122 |
| 9.1 <i>Total Capital Investment</i> | 122 |
| 9.2 Biaya Produksi (<i>Total Production Cost</i>) | 124 |
| 9.3 Harga Jual (<i>Total Sales</i>)..... | 125 |
| 9.4 Tinjauan Kelayakan Pabrik..... | 125 |

| | |
|---|------------|
| 9.4.1 Laba Kotor dan Laba Bersih..... | 125 |
| 9.4.2 Laju Pengembalian Modal (<i>Rate of Return</i>) | 125 |
| 9.4.3 Waktu Pengembalian Modal (<i>Pay Out Time</i>) | 126 |
| 9.4.4 Titik Impas (Break Even Point) | 126 |
| BAB X TUGAS KHUSUS | 127 |
| 10.1 Pendahuluan..... | 127 |
| 10.2 Ruang Lingkup Rancangan..... | 128 |
| 10.3 Rancangan..... | 128 |
| BAB XI PENUTUP | 165 |
| 11.1 Kesimpulan | 165 |
| 11.2 Saran | 166 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 167 |
| LAMPIRAN A NERACA MASSA..... | 169 |
| LAMPIRAN B NERACA ENERGI..... | 182 |
| LAMPIRAN C SPESIFIKASI ALAT..... | 198 |
| LAMPIRAN D ANALISA EKONOMI | 272 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 1.1 Daftar Pabrik Penghasil Asam Format di Dunia | 3 |
| Tabel 1.2 Emisi Karbon Dioksida di Indonesia..... | 4 |
| Tabel 1.3 Daftar Kilang Pertamina di Indonesia | 4 |
| Tabel 1.4 Konsumsi Asam Format di Indonesia..... | 5 |
| Tabel 1.5 Data Ekspor Asam Format..... | 5 |
| Tabel 1.6 Impor Asam Format..... | 6 |
| Tabel 1.7 Analisa SWOT daerah Pertamina Refinery Unit IV Cilacap, Provinsi Jawa Tengah | 7 |
| Tabel 1.8 Analisa SWOT daerah Pertamina Refinery Unit II Dumai, Provinsi Riau | 9 |
| Tabel 1.9 Analisa SWOT daerah Pertamina Refinery Unit V Balikpapan, Provinsi Kalimantan Timur..... | 11 |
| Tabel 1.10 Analisis Lokasi Asam Format..... | 12 |
| Tabel 2.1 Perbandingan Proses Pembuatan Asam Format | 20 |
| Tabel 2.2 Sifat Fisika Dan Kimia Karbon Dioksida..... | 21 |
| Tabel 2.3 Sifat Fisik dan Kimia Hidrogen..... | 21 |
| Tabel 2.4 Sifat Fisik dan Kimia Metanol | 22 |
| Tabel 2.5 Sifat Fisik dan Kimia Molibdenum Karbida | 22 |
| Tabel 2.6 Sifat Fisik dan Kimia Tembaga (I) Aluminium Tetraklorida..... | 23 |
| Tabel 2.7 Sifat Fisik dan Kimia Natrium Metoksida..... | 23 |
| Tabel 2.8 Sifat Fisik dan Kimia Asam Format | 24 |
| Tabel 2.9 Sifat Fisik dan Kimia Metanol | 24 |
| Tabel 2.10 Spesifikasi Karbon Dioksida | 25 |
| Tabel 2.11 Spesifikasi Hidrogen..... | 25 |
| Tabel 2.12 Spesifikasi Metanol | 25 |
| Tabel 2.13 Spesifikasi Molibdenum Karbida..... | 26 |
| Tabel 2.14 Tembaga (I) Aluminium Tetraklorida..... | 26 |
| Tabel 2.15 Natrium Metoksida..... | 26 |
| Tabel 2.16 Spesifikasi Asam Format..... | 26 |
| Tabel 2.17 Spesifikasi Metanol | 27 |
| Tabel 4.1 Neraca Massa Turbin (T-171)..... | 35 |
| Tabel 4.2 Neraca Massa Reaktor (R-121) | 36 |
| Tabel 4.3 Neraca Massa Dryer (D-131) | 36 |
| Tabel 4.4 Neraca Massa Absorber (A-141)..... | 37 |
| Tabel 4.5 Neraca Massa Membran (M-151)..... | 38 |
| Tabel 4.6 Neraca Massa Reaktor (R-222) | 39 |
| Tabel 4.7 Neraca Massa Reaktor (R-223) | 39 |
| Tabel 4.8 Neraca Massa Menara Distilasi (MD-361)..... | 40 |
| Tabel 4.9 Neraca Massa Accumulator (ACC-3111)..... | 41 |
| Tabel 4.10 Neraca Massa Reboiler (RB-3121) | 42 |

| | | |
|-------------------|---|----|
| Tabel 4.11 | Neraca Massa Menara Distilasi (MD-362) | 43 |
| Tabel 4.12 | Neraca Massa Accumulator (ACC-3112) | 44 |
| Tabel 4.13 | Neraca Massa Reboiler (RB-3122) | 45 |
| Tabel 4.14 | Kapasitas Komponen (kJ/kmol K) | 46 |
| Tabel 4.15 | Neraca Energi Reaktor (R-121) | 47 |
| Tabel 4.16 | Neraca Energi Heat Recovery (HR-1141) | 48 |
| Tabel 4.17 | Neraca Energi Dryer (D-131) | 49 |
| Tabel 4.18 | Neraca Energi Cooler (E-192) | 50 |
| Tabel 4.19 | Neraca Energi Absorber (A-141) | 51 |
| Tabel 4.20 | Neraca Energi Heater (E-193) | 52 |
| Tabel 4.21 | Neraca Energi Reaktor (R-222) | 53 |
| Tabel 4.22 | Neraca Energi Reaktor (R-223) | 54 |
| Tabel 4.23 | Neraca Energi Cooler (E-294) | 55 |
| Tabel 4.24 | Neraca Energi Menara Distilasi (MD-361) | 56 |
| Tabel 4.25 | Neraca Energi Condensor (CD-3101) | 56 |
| Tabel 4.26 | Neraca Energi Reboiler | 57 |
| Tabel 4.27 | Neraca Energi Menara Distilasi (MD-362) | 58 |
| Tabel 4.28 | Neraca Energi Condensor (CD-3102) | 59 |
| Tabel 4.29 | Neraca Energi Reboiler | 60 |
| Tabel 4.30 | Neraca Energi Cooler (E-395) | 60 |
| Tabel 5.1 | Kebutuhan Air Sanitasi | 63 |
| Tabel 5.2 | Kebutuhan Air Pendingin | 64 |
| Tabel 5.3 | Persyaratan Air Proses | 65 |
| Tabel 5.4 | Kebutuhan Listrik | 68 |
| Tabel 5.5 | Spesifikasi Limbah Cair | 68 |
| Tabel 6.1 | Spesifikasi Kompresor (C-282) | 71 |
| Tabel 6.2 | Spesifikasi Tangki (ST-111) | 71 |
| Tabel 6.3 | Spesifikasi Pompa (P-214) | 72 |
| Tabel 6.4 | Spesifikasi Reaktor | 73 |
| Tabel 6.5 | Spesifikasi Heater (E-193) | 74 |
| Tabel 6.6 | Reaktor CSTR (R-222) | 75 |
| Tabel 6.7 | Spesifikasi Cooler (E-395) | 76 |
| Tabel 6.8 | Spesifikasi Absorpsi | 76 |
| Tabel 6.9 | Spesifikasi Menara Distilasi (MD-362) | 77 |
| Tabel 6.10 | Spesifikasi Tangki Penyimpanan Asam Format (TP-316) | 78 |
| Tabel 6.11 | Spesifikasi Tangki (ST-112) | 79 |
| Tabel 6.12 | Spesifikasi Turbin (T-171) | 80 |
| Tabel 6.13 | Spesifikasi Furnace (E-191) | 80 |
| Tabel 6.14 | Spesifikasi rWGS (R-121) | 81 |
| Tabel 6.15 | Spesifikasi Heat Recovery (HR-1141) | 82 |
| Tabel 6.16 | Dryer (D-131) | 82 |
| Tabel 6.17 | Membran (M-151) | 83 |

| | |
|--|-----|
| Tabel 6.18 Spesifikasi Kompressor (C-181) | 84 |
| Tabel 6.19 Spesifikasi Cooler (E-192) | 84 |
| Tabel 6.20 Spesifikasi Tangki Penyimpanan CuAlCl_4 (ST-113)..... | 85 |
| Tabel 6.21 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Metanol (ST-214) | 85 |
| Tabel 6.22 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Air (ST-215)..... | 86 |
| Tabel 6.23 Spesifikasi Bak Penampung (BP-111)..... | 87 |
| Tabel 6.24 Spesifikasi Membran Reverse Osmosis (RO-121) | 87 |
| Tabel 6.25 Spesifikasi Tangki Air Demin (TDW-131)..... | 88 |
| Tabel 6.26 Spesifikasi Cooling Tower (TDW-141) | 89 |
| Tabel 7.1 Identifikasi Bahaya pada Alat Proses dan Alat Utilitas..... | 99 |
| Tabel 7.2 Identifikasi Hazard Bahan | 101 |
| Tabel 7.3 Identifikasi Potensi Paparan Bahan Kimia | 102 |
| Tabel 7.4 Identifikasi Potensi Paparan Fisis..... | 103 |
| Tabel 7.5 Identifikasi Hazard Plant Layout dan Lokasi Proses | 103 |
| Tabel 8.1 Waktu Kerja Karyawan Non Shift | 117 |
| Tabel 8.2 Karyawan Non Shift | 117 |
| Tabel 8.3 Karyawan Shift..... | 118 |
| Tabel 9.1 Total Capital Investment..... | 123 |
| Tabel 9.2 Biaya Komponen Manufacturing Cost..... | 124 |
| Tabel 9.3 Perhitungan Laba Kotor dan Laba Bersih | 125 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|--------------------|---|----|
| Gambar 1.1 | Lokasi Pertamina RU IV Cilacap..... | 7 |
| Gambar 1.2 | Lokasi Pertamina RU II Dumai | 9 |
| Gambar 1.3 | Lokasi Pertamina RU V Balikpapan | 11 |
| Gambar 2.1 | Struktur dua dimensi asam format | 15 |
| Gambar 2.2 | Blok Diagram Proses Kemira-Leonard..... | 17 |
| Gambar 2.3 | Blok Diagram Proses Novel Eco-Efficient | 18 |
| Gambar 2.4 | Blok Diagram Proses High Pressure Electrochemical | 19 |
| Gambar 3.1 | Blok Diagram Pembuatan Asam Format dari Karbon Dioksida dan Hidrogen dengan Metode Novel Eco-Efficient..... | 28 |
| Gambar 4.1 | Blok Diagram Neraca Massa Turbin (T-171)..... | 35 |
| Gambar 4.2 | Blok Diagram Neraca Massa Reaktor (R-121)..... | 35 |
| Gambar 4.3 | Blok Diagram Neraca Massa Dryer (D-131) | 36 |
| Gambar 4.4 | Blok Diagram Neraca Massa Absorber (A-141)..... | 37 |
| Gambar 4.5 | Blok Diagram Neraca Massa Membran (M-151) | 38 |
| Gambar 4.6 | Blok Diagram Neraca Massa Reaktor (R-222)..... | 38 |
| Gambar 4.7 | Blok Diagram Neraca Massa Reaktor (R-223)..... | 39 |
| Gambar 4.8 | Blok Diagram Neraca Massa Menara Distilasi (MD-361) | 40 |
| Gambar 4.9 | Blok Diagram Neraca Massa Accumulator (ACC-3111) | 41 |
| Gambar 4.10 | Blok Diagram Neraca Massa Reboiler (RB-3121) | 42 |
| Gambar 4.11 | Blok Diagram Neraca Massa Menara Distilasi (MD-362)..... | 43 |
| Gambar 4.12 | Blok Diagram Neraca Massa Accumulator (ACC-3112) | 44 |
| Gambar 4.13 | Blok Diagram Neraca Massa Reboiler (RB-3122) | 45 |
| Gambar 4.14 | Blok Diagram Neraca Energi Reaktor (R-121)..... | 47 |
| Gambar 4.15 | Blok Diagram Neraca Heat Recovery (HR-1141) | 48 |
| Gambar 4.16 | Blok Diagram Neraca Energi Dryer (D-131)..... | 49 |
| Gambar 4.17 | Blok Diagram Neraca Energi Cooler (E-192)..... | 50 |
| Gambar 4.18 | Blok Diagram Neraca Energi Absorber (A-141)..... | 51 |
| Gambar 4.19 | Blok Diagram Neraca Energi Heater (E-193)..... | 52 |
| Gambar 4.20 | Blok Diagram Neraca Energi Reaktor (R-222)..... | 53 |
| Gambar 4.21 | Blok Diagram Neraca Energi Reaktor (R-223)..... | 54 |
| Gambar 4.22 | Blok Diagram Neraca Energi Cooler (E-294)..... | 55 |
| Gambar 4.23 | Blok Diagram Neraca Massa Menara Distilasi (MD-361) | 56 |
| Gambar 4.24 | Blok Diagram Neraca Energi Condensor (CD-3101) | 56 |
| Gambar 4.25 | Blok Diagram Neraca Energi Reboiler (RB-3121)..... | 57 |
| Gambar 4.26 | Blok Diagram Neraca Massa Menara Distilasi (MD-362) | 58 |
| Gambar 4.27 | Blok Diagram Neraca Energi Condensor (CD-3102) | 59 |
| Gambar 4.28 | Blok Diagram Neraca Energi Reboiler (RB-3121)..... | 59 |
| Gambar 4.29 | Blok Diagram Neraca Energi Cooler (E-395)..... | 60 |
| Gambar 5.1 | Flowsheet Utilitas Pra Rancangan Pabrik Asam Format | 62 |
| Gambar 5.2 | Blok Diagram Proses Pengolahan Air Proses | 66 |
| Gambar 7.1 | Tata Letak Pabrik Asam Format..... | 93 |

Gambar 9.1 Grafik Break Even Point (BEP) 126

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permintaan terhadap bahan kimia terbarukan semakin meningkat seiring dengan menipisnya sumber daya fosil dan meningkatnya kesadaran global terhadap perubahan iklim. Salah satu upaya yang dikembangkan saat ini adalah pemanfaatan kembali karbon dioksida (CO_2) sebagai bahan baku kimia bernilai tinggi atau disebut *Carbon Capture and Utilization (CCU)*. Pengembangan proses konversi CO_2 menjadi bahan kimia terbarukan, seperti asam format.

Asam format (HCOOH) merupakan turunan pertama dari senyawa karboksilat. Senyawa asam format terdapat dalam tubuh semut merah sehingga disebut asam semut. Asam format merupakan bahan kimia penting dalam aplikasi industri, digunakan sebagai pengawet dan agen antibakteri dalam pakan ternak, serta untuk mengolah tekstil dan kulit (Hietala dkk., 2016). Indonesia tergolong sebagai produsen karet terbesar yang banyak menggunakan asam format untuk proses koagulasi karet dari lateks. Kemudian asam format digunakan sebagai bahan dasar zat warna pada industri tekstil, sebagai bahan penetralisir zat kapur pada industri penyamakan kulit, desinfektan dan bahan pengawet pada industri farmasi serta sebagai zat aditif untuk mencegah infeksi *flock* pada makanan ternak.

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS, 2022) kebutuhan nasional terhadap asam format mencapai puluhan ribu ton per tahun. Namun, di Indonesia hanya terdapat satu perusahaan yang memproduksi asam format yaitu PT. Sintas Kurama Perdana dengan kapasitas produksi sebesar 11.000 ton/tahun. PT. Sintas Kurama Perdana menggunakan bahan baku metil format yang harus diimpor dari luar negeri, sehingga meningkatkan biaya produksi dan ketergantungan terhadap bahan baku luar negeri. Hal tersebut mengakibatkan ketidaksesuaian antara asam format yang dibutuhkan dengan asam format yang tersedia. Kebutuhan asam format dipenuhi dengan melakukan impor yang cukup besar dari tahun ke tahun.

Alternatif lain memproduksi asam format dengan bahan baku CO_2 dan H_2 menjadi solusi yang lebih ekonomis dan berkelanjutan. Proses ini memanfaatkan gas karbon dioksida yang merupakan hasil samping dari berbagai industri seperti pembangkit listrik, pabrik pupuk, dan pabrik petrokimia dan gas hidrogen (*green*

hydrogen) yang dapat diperoleh dari proses elektrolisis air menggunakan energi terbarukan. Dengan demikian, pemanfaatan CO₂ sebagai bahan baku tidak hanya mengurangi emisi gas rumah kaca yang berkontribusi terhadap perubahan iklim, tetapi juga menciptakan nilai tambah dari limbah gas industri.

Kalmoukidis et al. (2024) menjelaskan teknologi produksi asam format berbasis CO₂ dan H₂ dapat menghasilkan produk *green formic acid* dengan efisiensi energi yang tinggi dan dampak lingkungan yang minimal. Teknologi ini berpotensi besar untuk diterapkan di Indonesia, mengingat ketersediaan sumber CO₂ dari berbagai industri serta kebutuhan nasional akan bahan kimia ramah lingkungan yang terus meningkat.

Mendirikan pabrik asam format berbasis CO₂ dan H₂ di Indonesia, diharapkan dapat mengurangi ketergantungan impor bahan baku, memanfaatkan limbah gas industri secara produktif, serta berkontribusi terhadap pengurangan emisi karbon nasional. Selain itu, juga akan membuka peluang ekonomi baru, meningkatkan kemandirian industri kimia nasional, dan menciptakan lapangan kerja yang mendukung pembangunan berkelanjutan di Indonesia.

1.2 Kapasitas Pabrik

Penentuan kapasitas pabrik dipengaruhi oleh kebutuhan bahan baku, nilai ekspor, kebutuhan konsumsi dalam negeri, nilai impor dan kapasitas produksi dalam negeri. Proyeksi kapasitas pabrik dihitung menggunakan metode *demand* dan *supply*. *Demand* terdiri dari nilai ekspor dan kebutuhan konsumsi dalam negeri. Sedangkan, *supply* dipengaruhi oleh nilai impor dan kapasitas produksi dalam negeri.

1.2.1 Kapasitas Pabrik Asam Format yang Telah Berdiri

Daftar pabrik aseton yang ada di beberapa negara dapat dilihat pada **Tabel**

1.1

Tabel 1.1 Daftar Pabrik Penghasil Asam Format di Dunia

| No | Perusahaan | Lokasi | Kapasitas (Ton) | Sumber |
|----|---------------------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | PT. Sintas Kurama Perdana | Indonesia | 11.000 | sintas90.co.id |
| 2 | BASF | United States | 250.000 | report.basf.com |
| 3 | Feicheng Acid Chemical | Feicheng, Cina | 100.000 | sdacid.com |

| | | | | |
|---|---------------------------------|---------------------|---------|------------------|
| 4 | Rashtriya Chemicals | Thal, India | 11.000 | newindiaacid.com |
| 5 | Gujarat Narmada Valley | Bharuch, India | 20.000 | newindiaacid.com |
| 6 | Huang Hua Pengfa Chemical | Hebei, Cina | 20.000 | sdacid.com |
| 7 | Perstop | Stenungsund, Sweden | 70.000 | perstorp.com |
| 8 | Shanxi Yuanping Chemical | Yuanping, China | 20.000 | sdacid.com |
| 9 | Shandong Asam Technology Co.Ltd | Feicheng, China | 200.000 | sdacid.com |

Berdasarkan **Tabel 1.4** dapat dilihat bahwa perusahaan asam format di Indonesia hanya satu, yaitu PT. Sintas Kurama Perdana dengan kapasitas produksi 11.000 ton/tahun.

1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam pendirian pabrik asam format yaitu karbon dioksida (CO₂) dan hidrogen (H₂). Pemanfaatan gas karbon dioksida yang melimpah di Indonesia sebagai bahan baku menjadi solusi strategis untuk mengatasi isu lingkungan dan meningkatkan nilai ekonomi serta mengurangi efek rumah kaca, yang kemudian direaksikan dengan hidrogen untuk menghasilkan Asam Format (HCOOH).

Proses konversi karbon dioksida menjadi asam format ini, sering disebut sebagai *Carbon Capture and Utilization (CCU)*, secara langsung mengurangi emisi karbon dioksida yang dilepaskan ke atmosfer dan menjadikannya produk kimia bernilai tinggi. Dengan jaminan pasokan dan pemanfaatan CO₂ industri. Memanfaatkan sumber karbon dioksida industri, seperti dari kilang minyak atau pembangkit listrik. Berikut **Tabel 1.2** emisi karbon dioksida di Indonesia:

Tabel 1.2 Emisi Karbon Dioksida di Indonesia

| Tahun | Total Emisi CO ₂ (juta ton) | Sumber |
|-------|--|------------------------|
| 2019 | 2.254,15 | KLHK/ Kementerian ESDM |
| 2020 | 1.200,82 | BPS/KLHK |
| 2021 | 1.230,73 | BPS/Kemenperin |
| 2022 | 1.228,72 | KLHK/Kemenperin |

Hidrogen yang digunakan sebagai reaktan penting dapat disuplai dari berbagai sumber, termasuk dari produk samping unit *Steam Methane Reforming*

(SMR) di kilang minyak Pertamina atau dari *Green Hydrogen* yang diproduksi melalui elektrolisis air menggunakan energi terbarukan sebanyak 40.000 ton/tahun. Indonesia tidak hanya mengambil langkah nyata dalam menurunkan intensitas gas rumah kaca secara nasional, tetapi juga membuka peluang baru dalam industri petrokimia yang berkelanjutan. Berikut daftar kilang Pertamina di Indonesia. Berikut **Tabel 1.3 Daftar Kilang Pertamina di Indonesia**:

Tabel 1.3 Daftar Kilang Pertamina di Indonesia

| No | Nama Kilang | Lokasi | Kapasitas (bbl/hari) | Emisi CO ₂ (ton/tahun) |
|----|-----------------|------------|----------------------|-----------------------------------|
| 1 | RU II Dumai | Dumai | 170.000 | 2.003.355 |
| 2 | RU III Plaju | Palembang | 133.000 | 1.440.984 |
| 3 | RU IV Cilacap | Cilacap | 348.000 | 3.936.420 |
| 4 | RU V Balikpapan | Balikpapan | 260.000 | 2.939.900 |
| 5 | RU VI Balongan | Indramayu | 125.000 | 1.413.750 |
| 6 | RU VII Kasim | Sorong | 10.000 | 113.150 |

1.2.3 Kebutuhan Pasar

Kebutuhan pasar dapat dilihat dari *demand* dan *supply* yang akan dihitung menggunakan *discounted method* sebagai berikut :

1.2.3.1 Demand

Demand terdiri dari kebutuhan konsumsi dalam negeri dan nilai ekspor.

a. Konsumsi

Asam format dikonsumsi oleh PT. Lotus Indah Tekstil, PT. Tristate, PT. Bakri Dotek Prima yang bergerak di industri tekstil, PT Radia Indolates, PT. Maju Mandiri Perkasa yang bergerak di industri karet dan vulkanisasi. Data konsumsi asam format di Indonesia dapat dilihat di **Tabel 1.4** berikut :

Tabel 1.4 Konsumsi Asam Format di Indonesia

| Tahun | Kapasitas (Ton) | Pertumbuhan (%) |
|-----------|-----------------|-----------------|
| 2020 | 43.000 | 0 |
| 2021 | 36.000 | -0,163 |
| 2022 | 44.000 | 0,222 |
| 2023 | 50.000 | 0,136 |
| 2024 | 57.000 | 0,14 |
| Rata-rata | | 0,067 |

Sumber : UN, Comtrade

Berdasarkan data di atas, dapat dilihat bahwa persentase pertumbuhan produksi asam format terus meningkat setiap tahun. Setelah mendapatkan nilai rata-

rata persen pertumbuhan, langkah selanjutnya adalah menghitung proyeksi impor pada tahun 2030 dengan rumus sebagai berikut :

$$Pt = Po \times (1 + r)^n \quad (1)$$

Keterangan :

Pt = Proyeksi konsumsi tahun 2030

Po = Jumlah konsumsi dari tahun terakhir berdasarkan data

r = Rata-rata persen pertumbuhan dari total data

n = Selisih tahun terakhir data dengan tahun yang diinginkan

Dari perhitungan rumus di atas, didapat proyeksi impor asam format di Indonesia pada tahun 2030 sebesar 84.112,66 ton.

b. Ekspor

Data ekspor asam format dapat dilihat dari tabel 1.5 dibawah ini :

Tabel 1.5 Data Ekspor Asam Format

| Tahun | Kapasitas (Ton) | Pertumbuhan (%) |
|-----------|-----------------|-----------------|
| 2020 | 86 | 0 |
| 2021 | 242 | 1,814 |
| 2022 | 75 | -0,690 |
| 2023 | 76 | 0,013 |
| 2024 | 50 | -0,342 |
| Rata-rata | | 0,159 |

Sumber : UN, Comtrade

Berdasarkan data di atas, dengan menghitung berdasarkan persentasi pertumbuhan dengan menggunakan persamaan 1 didapatkan ekspor di tahun 2030 sebesar 121,19 ton, yang akan di impor ke negara Thailand, Myanmar, Singapura ataupun Kamboja.

1.2.3.2 Supply

Supply terdiri dari nilai impor dan kapasitas produksi dalam negeri. Data impor dan kapasitas produksi dalam negeri dapat dilihat sebagai berikut :

a. Impor

Data impor asam format ditunjukkan pada Tabel 1.6 di bawah ini:

Tabel 1.6 Impor Asam Format

| Tahun | Berat (Ton) | Persentasi (%) |
|-------|-------------|----------------|
| 2020 | 3.434 | 0 |
| 2021 | 3.633 | 0,058 |
| 2022 | 2.974 | -0,181 |
| 2023 | 4.027 | 0,354 |
| 2024 | 3.445 | -0,145 |

Sumber: UN, Comtrade

Berdasarkan data di atas, dengan menghitung berdasarkan persentasi pertumbuhan dengan menggunakan persamaan 1 didapatkan impor di tahun 2030 sebesar 3.811,667 ton.

b. Produksi

Di Indonesia sendiri hanya terdapat satu perusahaan yang memproduksi asam format, yaitu PT. Sintas Kurama Perdana yang berlokasi di Kawasan Industri Kujang Cikampek (KIKC), Karawang. Dari awal berdiri hingga saat ini, PT. Sintas Kurama Perdana memiliki kapasitas produksi 11.000 ton/tahun.

Berdasarkan data *demand and supply* dapat dihitung kapasitas pabrik menggunakan *discounted method*. Secara umum, dapat dikatakan bahwa semakin besar kapasitas pabrik maka keuntungan yang didapatkan akan semakin besar, tetapi perlu diperhatikan bahwa perhitungan keuntungan pabrik akan berbuhungan dengan berbagai aspek. Oleh karena itu, untuk menghitung peluang kapasitas pendirian pabrik asam format pada tahun 2030 akan digunakan rumus:

$$\text{Peluang} = \text{Demand} - \text{Supply}$$

$$\text{Peluang} = (\text{Ekspor} + \text{Konsumsi}) - (\text{Impor} + \text{Produksi}) \quad (2)$$

Dari penjabaran pada poin-poin sebelumnya, didapatkan bahwa proyeksi tahun 2030 yaitu ekspor sebesar 121,19 ton, konsumsi asam format sebesar 84.112,66 ton, impor sebesar 3.811,667 ton, dan produksi sebesar 11.000 ton. Oleh karena itu, peluang kapasitas produksi asam format tahun 2030 yang didapat dari perhitungan adalah 69.442,19 ton dan dibulatkan menjadi 70.000 ton/tahun.

1.3 Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi berdirinya suatu pabrik merupakan salah satu aspek penting yang harus diperhatikan dalam merancang pabrik. Secara geografis, penentuan lokasi pabrik sangat menentukan kemajuan serta kelangsungan dari suatu industri kini 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 seminimal mungkin serta pertimbangan sosiologi dan budaya masyarakat di sekitar lokasi pabrik. Pemilihan lokasi pendirian pabrik Asam Akrilat dilakukan menggunakan analisis SWOT (*Strength, Weakness, Opportunities, and Threat*) sebagai berikut:

1.3.1 Alternatif Lokasi 1 (Pertamina RU IV Cilacap)

Lokasi ini terletak di Kecamatan Cilacap Selatan, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah dapat dilihat di **Gambar 1.1**



Gambar 1.1 Lokasi Pertamina RU IV Cilacap

Analisa pemilihan lokasi pabrik di Pertamina Refinery Unit IV Cilacap, Provinsi Jawa Tengah dapat dilihat pada **Tabel 1.7**

Tabel 1.7 Analisa SWOT daerah Pertamina Refinery Unit IV Cilacap, Provinsi Jawa Tengah

| Variabel | Internal | | Eksternal | |
|-------------------|--|--|--|--|
| | Strength (Kekuatan) | Weakness (Kelemahan) | Opportunities (Peluang) | Threat (Tantangan) |
| Bahan Baku | Dekat dengan sumber bahan baku CO ₂ dan H ₂ dari industri petrokimia | Kualitas dan kemurnian CO ₂ tergantung proses produksi | Pemanfaatan CO ₂ sebagai bahan baku mendukung program <i>carbon capture utilization</i> (CCU).- | Fluktuasi harga dan pasokan H ₂ industri. |
| Pemasaran | Lokasi strategis dekat jalur distribusi Jawa Tengah– Jawa Barat.- Dekat dengan kawasan industri dan pelabuhan Cilacap. | Pasar domestik asam format masih terbatas, perlu edukasi dan ekspansi pasar. | Peluang ekspor ke industri kulit, tekstil, dan karet di Asia Tenggara. | Persaingan dengan produk impor dari Cina dan Malaysia. |
| Utilitas | Tersedia jaringan listrik dan air industri | Ketergantungan pada utilitas utama | Dapat bekerja sama dengan PLN dan | Risiko kenaikan tarif listrik |

| | | | | |
|-----------------------|--|---|--|--|
| | dari kawasan Pertamina. | Pertamina dapat menimbulkan kendala jika terjadi gangguan pasokan. | PDAM untuk perluasan kapasitas utilitas kawasan. | dan air industri. |
| Tenaga Kerja | Tersedia tenaga kerja teknis dan operator berpengalaman dari industri migas dan petrokimia di Cilacap. | Keterbatasan tenaga ahli di bidang teknologi konversi CO ₂ dan reaksi kimia bertekanan tinggi. | Dapat meningkatkan kualitas SDM lokal melalui pelatihan industri kimia hijau. | Persaingan tenaga kerja dengan industri migas dan kimia lain di kawasan yang sama. |
| Kondisi Daerah | Kawasan industri Pertamina sudah memiliki infrastruktur memadai dan akses transportasi lengkap. Dekat dengan pelabuhan ekspor-impor. | Area pengembangan industri terbatas karena padatnya kawasan eksisting. | Mendukung pengembangan industri ramah lingkungan berbasis dekarbonisasi. - Dapat menjadi proyek percontohan CCU nasional. | Risiko lingkungan akibat kebocoran gas CO ₂ dan H ₂ . |

1.3.2 Alternatif Lokasi 2 (Pertamina RU II Dumai)

Lokasi ini terletak di Pertamina Refinery Unit II Dumai di Kota Dumai, Provinsi Riau, Indonesia dapat dilihat pada **Gambar 1.2**



Gambar 1.2 Lokasi Pertamina RU II Dumai

Analisa pemilihan lokasi pabrik di Pertamina Refinery Unit II (RU II) Dumai, Provinsi Riau dapat dilihat pada **Tabel 1.8**

Tabel 1.8 Analisa SWOT daerah Pertamina Refinery Unit II Dumai, Provinsi Riau

| Variabel | Internal | | Eksternal | |
|---------------------|--|--|--|--|
| | Strength (Kekuatan) | Weakness (Kelemahan) | Opportunities (Peluang) | Threat (Tantangan) |
| Bahan Baku | Dekat dengan sumber CO ₂ dan H ₂ hasil samping kilang minyak Pertamina RU II Dumai | Produksi CO ₂ , H ₂ bergantung pada stabilitas operasi kilang. | Pemanfaatan CO ₂ mendukung program dekarbonisasi industri migas dan <i>carbon capture utilization</i> (CCU) | Persaingan dengan proyek pemanfaatan CO ₂ lain (metanol, urea, dll). |
| Pemasaran | Dekat dengan pelabuhan ekspor-impor Dumai yang sudah aktif dan akses mudah ke pasar domestik di Sumatera dan Malaysia. | Konsumsi asam format di wilayah Sumatera masih terbatas, perlu pengembangan pasar hilir. | Peluang ekspor ke Malaysia dan Singapura untuk industri kulit, tekstil, dan karet. | Fluktuasi permintaan dari sektor industri pengguna. |
| Utilitas | Kawasan Pertamina Dumai memiliki jaringan listrik, uap, air industri, dan pelabuhan sendiri | Ketertinggalan terhadap infrastruktur utilitas Pertamina dapat menjadi hambatan jika terjadi gangguan operasional. | Potensi pengembangan utilitas bersama antar industri di kawasan tersebut. | Gangguan suplai akibat pemeliharaan fasilitas utama. |
| Tenaga Kerja | Tersedia SDM berpengalaman dari industri migas, oleokimia, dan biodiesel di Dumai serta dukungan tenaga teknis | Tenaga ahli di bidang teknologi reaksi CO ₂ dan H ₂ masih terbatas sehingga pelatihan tambahan | Dapat meningkatkan kompetensi SDM lokal di bidang kimia hijau dan konversi karbon. | Persaingan dengan industri oleokimia dan migas sekitar dalam perekrutan tenaga kerja terampil. |

| | | | | |
|-----------------------|---|--|--|---|
| | dari politeknik dan sekolah vokasi setempat. | untuk penguasaan teknologi sintesis modern. | | |
| Kondisi Daerah | Dumai merupakan kawasan industri kimia dan energi strategis nasional. Infrastruktur pelabuhan dan akses logistik sudah berkembang baik. | Beberapa area memiliki risiko banjir dan genangan air pada musim hujan serta Pengembangan lahan baru perlu studi AMDAL mendalam. | Potensi menjadi proyek percontohan pengolahan CO ₂ industri di Sumatera | Risiko lingkungan dari kebocoran gas atau limbah kimia serta regulasi lingkungan dan izin operasi yang semakin ketat. |

1.3.3 Alternatif Lokasi 3 (Pertamina RU V Balikpapan)

Lokasi ini terletak di Pertamina Refinery Unit V Balikpapan, Provinsi Kalimantan Timur di tepi Teluk Balikpapan dapat dilihat pada **Gambar 1.3**



Gambar 1.3 Lokasi Pertamina RU V Balikpapan

Analisa pemilihan lokasi pabrik di Pertamina Refinery Unit V Balikpapan, Provinsi Kalimantan Timur dapat dilihat pada **Tabel 1.9**

Tabel 1.9 Analisa SWOT daerah Pertamina Refinery Unit V Balikpapan, Provinsi Kalimantan Timur

| Variabel | Internal | | Eksternal | |
|----------|---------------------|----------------------|-------------------------|--------------------|
| | Strength (Kekuatan) | Weakness (Kelemahan) | Opportunities (Peluang) | Threat (Tantangan) |
| | | | | |

| | | | | |
|-----------------------|--|---|--|---|
| Bahan Baku | Dekat dengan sumber CO ₂ dan H ₂ hasil samping kilang Pertamina RU V Balikpapan | Kualitas CO ₂ dan H ₂ dari proses produksi | Mendukung program <i>carbon capture, utilization, and storage</i> (CCUS) di Kalimantan Timur. | Fluktuasi pasokan gas CO ₂ dan H ₂ jika terjadi <i>shutdown</i> atau <i>maintenance</i> kilang. |
| Pemasaran | Lokasi strategis dekat Pelabuhan Semayang dan Kariangau untuk distribusi domestik dan ekspor | Pasar lokal asam format masih berkembang, perlu perluasan pasar industri hilir. | Peluang besar memasok industri konstruksi, kulit, dan tekstil di IKN dan Kalimantan. | Persaingan dengan produk impor dan pabrikan di Pulau Jawa atau luar negeri |
| Utilitas | Kawasan Pertamina Balikpapan memiliki akses lengkap terhadap listrik, uap, air industri, dan pelabuhan energi. | Ketergantungan terhadap utilitas utama Pertamina dan ketersediaan lahan industri yang terbatas. | Potensi kolaborasi utilitas dengan proyek kilang baru dan kawasan industri Kariangau. | Risiko kenaikan tarif energi dan air industri. |
| Tenaga Kerja | Tersedia tenaga kerja berpengalaman dari industri migas, petrokimia, dan proyek kilang Balikpapan | Kekurangan tenaga ahli di bidang reaksi kimia karbonasi dan teknologi hidrogen murni. | Dapat meningkatkan kualitas SDM lokal melalui pelatihan teknologi kimia hijau dan konversi CO ₂ . | Persaingan tenaga kerja dengan proyek besar di IKN dan industri migas lainnya. |
| Kondisi Daerah | Infrastruktur industri modern dan pelabuhan internasional sudah tersedia. | Harga lahan industri relatif tinggi dan area pengembangan terbatas. | Potensi menjadi pusat riset dan produksi kimia karbon rendah di Indonesia Timur. | Risiko lingkungan dan perizinan AMDAL yang ketat di kawasan |

| | | | | |
|--|--|--|--|----------------|
| | | | | industri migas |
|--|--|--|--|----------------|

1.3.3 Pemilihan Lokasi Pabrik Asam Format

Berdasarkan analisa SWOT terhadap bahan baku, penawaran, tenaga kerja, utilitas, dan kondisi daerah. Maka untuk pemilihan lokasi pabrik, digunakan skala likert yang disajikan pada Tabel 1.20 berikut :

Tabel 1.8 Analisis Lokasi Asam Format

| Variabel \ Lokasi | Cilacap (Jawa Tengah) | Dumai (Riau) | Balikpapan (Kalimantan Timur) |
|---------------------------------|------------------------------|---------------------|--------------------------------------|
| Bahan Baku | 4 | 4 | 4 |
| Pemasaran | 4 | 4 | 3 |
| Tenaga Kerja | 5 | 4 | 3 |
| Utilitas | 5 | 4 | 4 |
| Kondisi Daerah | 4 | 3 | 3 |
| Total | 22 | 18 | 17 |

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

Setelah dilakukan pengamatan, Cilacap, Provinsi Jawa Tengah sangat memenuhi kriteria sebagai lokasi terbaik untuk pendirian pabrik asam format berbasis CO₂ dan H₂. Berikut alasan utama pemilihannya:

1. Bahan Baku

Cilacap merupakan salah satu pusat industri migas dan petrokimia terbesar di Indonesia, terutama dengan keberadaan Pertamina RU IV. Kilang ini menghasilkan CO₂ dan H₂ sebagai produk samping proses reforming dan pengolahan minyak. Ketersediaan bahan baku yang dekat, stabil, dan berasal dari beberapa unit proses menjadikan rantai pasok sangat terjamin serta menekan biaya transportasi dan penyimpanan.

2. Pemasaran

Cilacap memiliki posisi geografis strategis di Pulau Jawa wilayah dengan konsentrasi industri terbesar di Indonesia. Lokasinya dekat dengan pasar hilir utama seperti industri tekstil, karet, konstruksi, kulit, dan petrokimia di Jawa Barat, Jawa Tengah dan Jawa Timur. Selain itu pelabuhan tanjung intan mendukung distribusi domestic dan ekspor sehingga memudahkan pemasaran produk secara efisien.

3. Tenaga Kerja

Cilacap memiliki tenaga kerja berpengalaman dari industri migas, petrokimia, dan kimia terkait. Banyaknya fasilitas industri besar membuat masyarakat setempat familiar dengan operasi teknis, sistem keamanan industri, dan proses kimia. Ketersediaan tenaga kerja terampil dari SMK, politeknik, dan sekolah vokasi juga mempermudah pelatihan operator dan teknisi

4. Utilitas

Kawasan industri Pertamina RU IV Cilacap memiliki infrastruktur utilitas yang sangat baik, termasuk, jaringan listrik industri, air proses dari sistem perpipaan kawasan, uap, akses ke pelabuhan energi dan terminal BBM. Dukungan utilitas yang sudah stabil serta kemudahan integrasi dengan fasilitas yang ada menjadikan Cilacap sangat sesuai untuk pembangunan pabrik kimia baru.

5. Kondisi Daerah

Cilacap merupakan kawasan industri yang telah berkembang dengan baik dan dilengkapi infrastruktur transportasi lengkap, seperti jalan nasional, jalur kereta, dan pelabuhan besar. Kawasan industri di Cilacap relatif jauh dari pemukiman padat dan telah diarahkan sebagai **zona industri berat**, sehingga meminimalkan risiko sosial dan memastikan kepatuhan terhadap peraturan lingkungan dan tata ruang.