

SKRIPSI
PRA RANCANGAN PABRIK ETILEN DARI LNG KAPASITAS
PRODUKSI 920.000 TON/TAHUN



Oleh:

Umi Ramadhani (1910017411003)

Sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana pada
Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta

UNIVERSITAS BUNG HATTA

FEBRUARI 2024

SKRIPSI

PRA RANCANGAN PABRIK ETILEN DARI LNG DENGAN
KAPASITAS PRODUKSI 920.000 TON/TAHUN

OLEH :

L.MI SAMADHANI

1910017411003

Dibaca dan Disetujui Oleh :

Pembimbing

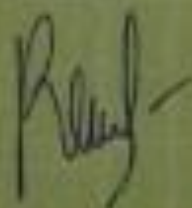


Ellyta Sari, S.T., M.T

Diketahui Oleh :

Fakultas Teknologi Industri

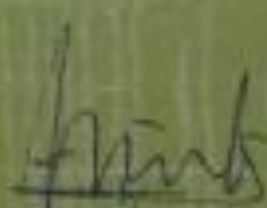
Dekan



Prof. Dr. Eng. Rani Desmiarti, S.T., M.T

Jurusan Teknik Kimia

Ketua



Dr. Firdaus, S.T., M.T

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
SKRIPSI

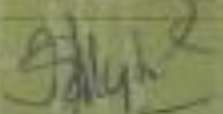
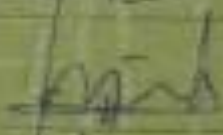
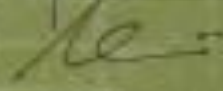
PRA RANCANGAN PABRIK ETILEN DARI LNG DENGAN
KAPASITAS PRODUKSI 920.000 TON/TAHUN

Oleh :

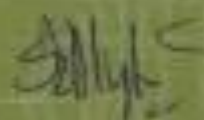
L.M. RAMADHANI

1910017411003

Sidang Tugas Akhir Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta Dengan Tim Penguji

Jabatan	Nama	Tanda Tangan
Ketua	Ellyta Sari, S.T., M.T	
Anggota	1. Dr. Firdaus, S.T., M.T	
	2. Dr. Mario Ulfah, S.T., M.T	

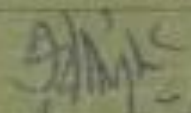
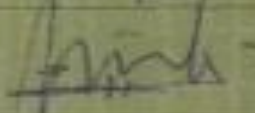
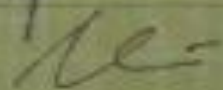
Pembimbing



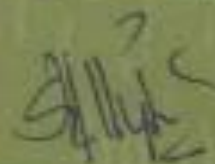
Ellyta Sari, S.T., M.T

LEMBAR PENGESAHAN REVISI LAPORAN SKRIPSI/PRA
RANCANGAN PABRIK

Nama : Umi Ramadhani
NPM : 1910017411003
Tanggal Sidang : 16 Februari 2024

Jabatan	Nama	Tanda Tangan
Ketua	Ellyta Sari, S.T., M.T	
Anggota	1. Dr. Firdaus, S.T., M.T	
	2. Dr. Maria Ulfah, S.T., M.T	

Pembimbing



Ellyta Sari, S.T., M.T

INTISARI

Pabrik Etilen ini dirancang dengan kapasitas 920.000 ton/tahun dengan menggunakan proses *oxidative coupling methane* (OCM) dengan bahan baku dari LNG dan Oksigen. Pabrik ini direncanakan berlokasi di Kawasan Industri kota Bontang, Kalimantan Timur dan akan mulai beroperasi pada tahun 2030. Proses yang digunakan dalam pembentukan produk Etilen merupakan proses *oxidative coupling methane* (OCM) dengan umpan berupa LNG dan oksigen menggunakan katalis LiMgO. Reaksi pembentukan Etilen ini berlangsung pada suhu 700 °C dan tekanan 4 atm dengan konversi maksimum pembentukan produk sebesar 91,70%. Reaktor yang digunakan berupa *fix bed multitube* dengan perbandingan mol input LNG:Oksigen adalah 1:1,1.

Kebutuhan listrik untuk keperluan operasional pabrik direncanakan berasal dari PLN dan dari generator sebagai cadangan. Kebutuhan air direncanakan berasal dari Sungai Bontang. Total kebutuhan air pada kondisi kontinyu adalah 2.333 m³/hari. Bentuk badan usaha pabrik Etilen ini adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi berupa *line and staff* dengan total karyawan sebanyak 308 orang. Jadwal kerja beberapa posisi karyawan dibagi menjadi 4 regu *shift*. Secara keseluruhan, pabrik beroperasi selama 24 jam/hari dan 330 hari/tahun.

Berdasarkan perhitungan ekonomi diperoleh nilai *rate of return* (ROR) sebesar 53%. Waktu pengembalian modal (*pay out time*) sebesar 1 tahun 6 bulan. Dan titik *break even point* (BEP) sebesar 47%.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	Error! Bookmark not defined.
INTISARI	iii
DAFTAR ISI	vError! Bookmark not defined.
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Kapasitas Rancangan	3
1.3 Lokasi Pabrik	7
BAB II TINJAUAN TEORI	
2.1 Tinjauan Umum	Error! Bookmark not defined.
2.2 Tinjauan Proses	Error! Bookmark not defined.
2.3 Sifat Fisik dan Kimia	Error! Bookmark not defined.
2.4 Spesifikasi	Error! Bookmark not defined.
BAB III TAHAPAN DAN DESKRIPSI PROSES	
3.1 Tahapan Proses dan Blok Diagram.....	Error! Bookmark not defined.
3.2 Flowsheet dan Deskripsi Proses.....	Error! Bookmark not defined.
BAB IV NERACA MASSA DAN ENERGI	
4.1 Neraca Massa	Error! Bookmark not defined.
4.2 Neraca Energi.....	Error! Bookmark not defined.
BAB V UTILITAS	
5.1 Kebutuhan Listrik	Error! Bookmark not defined.
5.2 Kebutuhan Air.....	Error! Bookmark not defined.
5.3 Unit Penyediaan Air.....	Error! Bookmark not defined.

5.4 Unit Pengolahan Limbah**Error! Bookmark not defined.**

BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN

6.1 Spesifikasi Peralatan Utama**Error! Bookmark not defined.**

6.2 Spesifikasi Peralatan Utilitas**Error! Bookmark not defined.**

BAB VII TATA LETAK PABRIK DAN K3LH (KESEHATAN, KESELAMATAN KERJA DAN LINGKUNGAN HIDUP)

7.1 Tata Letak Pabrik dan Peralatan Proses**Error! Bookmark not defined.**

7.2 Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup **Error! Bookmark not defined.**

BAB VIII ORGANISASI PERUSAHAAN

8.1 Struktur Organisasi**Error! Bookmark not defined.**

8.2 Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji**Error! Bookmark not defined.**

BAB IX ANALISA EKONOMI

9.1 Total Capital Investment**Error! Bookmark not defined.**

9.2 Biaya Produksi (Total Production Cost) ...**Error! Bookmark not defined.**

9.3 Harga Jual (Total Sales)**Error! Bookmark not defined.**

9.4 Tinjauan Kelayakan Pabrik**Error! Bookmark not defined.**

BAB X TUGAS KHUSUS

10.1 Pendahuluan**Error! Bookmark not defined.**

10.2 Ruang Lingkup Rancangan**Error! Bookmark not defined.**

10.3 Rancangan**Error! Bookmark not defined.**

BAB XI KESIMPULAN

11.1 Kesimpulan**Error! Bookmark not defined.**

11.2 Saran**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Daftar Pabrik Etilen yang Berdiri.....	3
Tabel 1.2. Daftar Perusahaan Penghasil LNG.....	4
Tabel 1.3. Data Impor Etilen di Indonesia	6
Tabel 1.4. Analisis SWOT Lokasi Banggai, Sulawesi Tengah.....	8
Tabel 1.5. Analisis SWOT Teluk Bintuni, Papua Barat.....	10
Tabel 1.6. Analisis SWOT Kota Bontang, Kalimantan Timur	11
Tabel 2.1 Komposisi LNG	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2.2. Perbandingan Proses Pembuatan Etilen	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2.3. Sifat Fisik dan Kimia LNG	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2.4. Sifat Fisika dan Kimia Oksigen.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2.5. Sifat Fisika dan Kimia Katalis LiMgO.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2.6. Sifat Fisik dan Kimia Etilen	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2.7. Spesifikasi Etilen PT. Badak Bontang ..	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2.8. Spesifikasi Oksigen PT. Samator Gas..	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2.9. Spesifikasi Etilen.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.1. Neraca Massa Total <i>Pressure Swing Adsorption</i> 1 (PSA-121)....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.2. Neraca Massa Total Furnace (F-131)...	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.3. Neraca Massa Total Reaktor (R-241)...	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.4. Neraca Massa Total Flash Drum (FD-371).....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.5. Tabel Neraca Massa Total Pressure Swing Adsorption 2 (PSA-322)	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.6. Blok Diagram Neraca Massa Total PSA-323	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.7. Neraca Energi Total PSA 1 (PSA 1–121)	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.8. Neraca Energi Furnace Total (F–131)..	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.9. Neraca Energi Total Reaktor (R-241) ..	Error! Bookmark not defined.

Tabel 4.10. Neraca Energi Total Heat Exchanger (HE-351)**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.11. Neraca Energi Total Chiller (CH-361)..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.12. Neraca Energi Total Flash Drum (FD-371) **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.13. Neraca Energi Total PSA 2 (PSA-322)..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.14. Neraca Energi Total PSA 3 (PSA-323)..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.1. Kebutuhan Listrik.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.2. Kualitas Air Sungai Bontang.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.3. Parameter Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan pada Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.4. Kebutuhan Air Sanitasi**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.5. Total Kebutuhan Air Pabrik Etilen.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.6. Resin Kation-Anion Exchange**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5.7. Baku Mutu Air Limbah Pabrik.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6.1. Spesifikasi Kompresor (C-111).....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6.2. Spesifikasi PSA-121**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6.3. Spesifikasi Kompresor (C-112).....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6.4. Spesifikasi Furnace (F-131)**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6.5. Spesifikasi Reaktor (R-241)**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6.6. Spesifikasi Flash Drum (FD-371)**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6.7. Spesifikasi *Heat Exchanger* (HE-351).**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6.8. Spesifikasi PSA-322.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6.9. Spesifikasi PSA-323**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6. 10. Spesifikasi Kompresor (C-315).....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6.11. Spesifikasi *Storage Tank* Etilen (ST-481)..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6.12. Spesifikasi Kompresor (C-316).....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6.13. Spesifikasi *Storage Tank* Etana (ST-482) **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6.14. Spesifikasi Pompa 1 (P-1101)**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6.15. Spesifikasi Bak Penampung (BP-1201) **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6.16. Spesifikasi Pompa 2 (P-1102)**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6.17. Spesifikasi Tangki Pelarutan Alum (TP-131) .. **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6.18. Spesifikasi Tangki Pelarutan Kapur Tohor (T-132) **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6.19. Spesifikasi Tangki Pelarutan Kaporit (T-133) . **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6.20. Spesifikasi Pompa 3 (P-1104)**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6.21. Spesifikasi Pompa 4 (P-1103)**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6. 22. Spesifikasi Pompa 5 (P-1105)**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6.23. Spesifikasi UPA-241**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6.24. Spesifikasi Pompa 6 (P-2106)**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6.25. Spesifikasi *Sand Filter* (SF-351)**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6.26. Spesifikasi Pompa 7 (P-3107)**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6.27. Spesifikasi Bak Penampung (BPA-361) **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6.28. Spesifikasi Pompa 8 (P-3108)**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6.29. Spesifikasi Ion Exchange (KA-371) ..**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6.30. Spesifikasi Pompa 9 (P-3109)**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6.31. Spesifikasi *Feed Water* (FW-381).....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6.32. Spesifikasi Pompa (P-3110)**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6.33. Spesifikasi *Cooling Tower* (CT-391) .**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 7.1. Tata Letak Lingkungan Pabrik Ethylene..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 8.1. Jumlah Karyawan**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 8.2. Jumlah Karyawan**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 9.1. Biaya Komponen <i>Total Capital Investment</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 9.2. Biaya Komponen <i>Manufacturing Cost</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 9.3. Harga Jual Pasaran Produk.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 9.4. Harga Jual Produksi Pabrik	Error! Bookmark not defined.
Tabel 10.1. Diameter Optimum Pipa.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 10.2. Koefisien Fitting.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 10.3. Nilai kf.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 10.4. Berat Molekul Campuran	Error! Bookmark not defined.
Tabel 10.5. Kapasitas Panas Komponen	Error! Bookmark not defined.
Tabel 10.6. Fraksi Komponen Umpan Reaktor.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 10.7. Viskositas Umpan.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 10.8. Konduktivitas Termal Umpan	Error! Bookmark not defined.
Tabel 10.9. Kapasitas Panas Umpan	Error! Bookmark not defined.
Tabel 10.10. Densitas Vapor	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Diagram Penggunaan Etilen dalam Beberapa Industri.....	5
Gambar 1. 2 Konsumsi Etilen di Beberapa Negara.....	5
Gambar 1.3. Kebutuhan Etilen di Indonesia.....	7
Gambar 1.4. Banggai, Sulawesi Tengah.....	8
Gambar 1.5. Teluk Bintuni, Papua Barat	9
Gambar 1. 6. Kota Bontang, Kalimantan Timur	11
Gambar 2.1. Siklus Katalis Heterogen	Error! Bookmark not defined.

Gambar 2.2. Proses Pembuatan Etilen menggunakan Proses Dehidrasi Etanol	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.3. Proses Produksi Etilen dari Nafta melalui Metoda Perengkahan Uap Nafta.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.4. Proses Pembuatan Etilen dari Gas Alam dengan Teknologi <i>Oxidative Coupling Methane.</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.1 Blok Diagram Pra Rancangan Pabrik Etilen Kapasitas 920.000 Ton/Tahun.....	28
Gambar 3.2 Flowsheet Pra Rancangan Pabrik Etilen Kapasitas 920.000 Ton/Tahun	29
Gambar 4.1. Blok Diagram Neraca Massa Pressure Swing Adsorption 1 (PSA 1- 1201)	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.2. Blok Diagram Neraca Massa Furnace (F-1501)...	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.3. Blok Diagram Neraca Massa Reaktor (R-2601)...	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.4. Blok Diagram Neraca Massa Flash Drum (FD-3901).....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.5. Blok Diagram Neraca Massa Pressure Swing Adsorption 2 (PSA 2 - 31002)	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.6. Blok Diagram Neraca Massa Pressure Swing Adsorption (PSA 3 - 31103)	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.7. Blok Diagram Neraca Energi PSA 1(PSA 1-1201).....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.8. Blok Diagram Neraca Energi Furnace (F-1501)..	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.9. Blok Diagram Neraca Energi Reaktor (R-2601) ..	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.10. Blok Diagram Neraca Energi Heat Exchanger (HE-3701)....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.11. Blok Diagram Neraca Energi Chiller (CH-3801)	Error! Bookmark not defined.

Gambar 4.12. Blok Diagram Neraca Energi Flash Drum (FD-3901)	Error!
Bookmark not defined.	
Gambar 4.13. Blok Diagram Neraca Energi PSA 2 (PSA 2-31002).....	Error!
Bookmark not defined.	
Gambar 4.14. Blok Diagram Neraca Energi PSA 3 (PSA 3-31103).....	Error!
Bookmark not defined.	
Gambar 5.1. Blok Diagram Proses Pengolahan Air	Error! Bookmark not defined.
Gambar 5.2. <i>Flowsheet</i> Proses Pengolahan Air	50
Gambar 5.3. Gambaran Proses Pengolahan Air ...	Error! Bookmark not defined.
Gambar 7.1. Tata Letak Pabrik.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 7.2. Tata Letak Lingkungan Pabrik Etilen.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 7.3. <i>Safety Helmet</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 7.4. <i>Safety Belt</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 7.5. <i>Boot</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 7.6. <i>Safety Shoes</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 7.7. <i>Safety Gloves</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 7.8. <i>Ear Plug</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 7.9. <i>Safety Glasses</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 7. 10. Respirator.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 7.11. <i>Face Shield</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 7.12. <i>Rain Coat</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 7.13. <i>Safety Vest</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 8. 1. Struktur Organisasi Perusahaan Pabrik Etilen	Error! Bookmark not defined.
Bookmark not defined.	
Gambar 9.1. Kurva BEP	Error! Bookmark not defined.
Gambar 10.1. Pompa	Error! Bookmark not defined.
Gambar 10.2. Kompresor (C-1101).....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 10.3. Jenis Kompresor.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 10.4. Perkiraan Efisiensi Kompresor	Error! Bookmark not defined.

Gambar 10.5. *Pressure Swing Adsorption* (PSA- 1201) **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 10.6. Reaktor Fix Bed Multitube (R-2601) **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 10.7. Flash Drum (FD-3901)**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 10.8. *Heat Exchanger* (HE-3701).....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 10. 9.*Storage Tank* Etilen**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 10.10. Diagram Fasa Etilen**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Perhitungan Neraca Massa.....	LA-1
Lampiran B. Perhitungan Neraca Energi	LB-1
Lampiran C. Spesifikasi Peralatan dan Utilitas.....	LC-1
Lampiran D. Perhitungan Analisa Ekonomi	LD-1

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Etilen (C_2H_4) merupakan senyawa alkena yang merupakan bahan baku paling penting dalam industri petrokimia, yang digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk produksi plastik, serat sintesis, pelapisan, dan berbagai produk kimia lainnya. Berdasarkan RIPIN 2015-2035, salah satu komoditas produksi yang diprioritaskan di awal tahun 2015 hingga 2035 adalah Etilen. Permintaan global akan Etilen terus meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi, urbanisasi, dan perkembangan industri di berbagai sektor. Sektor industri menjadi penggerak utama untuk pembangunan ekonomi nasional yang memberikan kontribusi terutama dalam peningkatan nilai tambah produk dan pembentukan daya saing nasional. Pasar Etilen global diperkirakan sebesar USD 101,1 miliar di tahun 2020 dan diprediksi akan meningkat sebesar 5,5 % di tahun 2029 (Ethylene Market Size, 2021,2029). Dalam beberapa dekade akhir ini konsumsi Etilen semakin meningkat yang didorong oleh tingginya permintaan produk turunan Etilena. Aplikasi utama Etilen ialah menjadi prekursor utama sebagai bahan baku untuk produksi berbagai intermediet kimia penting melalui reaksi kimia seperti Polietilen yang menyumbang sekitar 60% dari permintaan global (www.intratec.us), Polivinil Klorida, Polistirena, dan bahkan fabrikasi surfaktan (yaitu Etilen glikol atau Etilen oksida) (Soh, *et al*, 2017).

Menurut Asosiasi Petrokimia Teluk, sekitar 183 juta ton Etilen diproduksi di seluruh dunia pada tahun 2019. Biaya emisi CO_2 dari proses tersebut diperkirakan mencapai 2 kg dari etilen yang diproduksi. Perengkahan Nafta menghasilkan berbagai macam produk sampingan selain Etilen, yang harus diisolasi, dan dimurnikan. Proses *Cracking* Etana sebagian besar menghindari produk samping yang dihasilkan, dan pasokan Etana yang terbatas. Tradisionalnya, Etilen diproduksi dari sumber-sumber bahan baku seperti minyak bumi dan gas alam. Gas alam adalah salah satu kemungkinan utama untuk menggantikan minyak setidaknya sebagian dalam produksi hidrokarbon, karena cadangan gas alam dianggap lebih

melimpah daripada sumber daya minyak. Sebuah proses untuk mengubah gas alam yang terdiri dari Metana menjadi Etilen memiliki banyak daya tarik. Namun, dengan berkembangnya teknologi dan peningkatan ketersediaan LNG (*Liquid Natural Gas*), muncul potensi baru untuk memproduksi Etilen dari LNG. LNG telah menjadi komoditas yang semakin populer di pasar energi global, karena ketersediaannya yang melimpah membuatnya menjadi alternatif yang menarik untuk diversifikasi pasokan bahan baku Etilen.

Berdasarkan data dari Direktorat Jendral Minyak dan Gas Alam Kementerian ESDM, Indonesia memiliki cadangan gas alam mencapai 41,62 TSCF di tahun 2021. Indonesia dapat mengoptimalkan peran LNG, seperti yang diproyeksikan dalam Neraca LNG Indonesia, akan ada peningkatan produksi LNG pada tahun 2028. Berdasarkan Neraca Gas Indonesia 2022-2030, Indonesia akan mampu memenuhi kebutuhan dalam negeri dari lapangan migas yang ada. Dalam 10 tahun ke depan, Indonesia juga diperkirakan akan mengalami surplus gas hingga 1715 MMSCFD yang berasal dari beberapa proyek potensial. Secara umum komponen utama penyusun LNG adalah Metana (CH_4) dan juga Etana (C_2H_6) yang menjadi alternatif dalam produksi Etilena dengan salah satu teknologi *Oxidative Coupling Methane* (OCM) yang memiliki potensi lebih ekonomis dan tidak berbahaya bagi lingkungan (Toraman, *et al.*, 2021). Proses OCM menarik bagi industry, sejak penemuan tahun 1980-an teknologi OCM dipelajari secara ekstensif. Prinsip dasarnya adalah mengubah metana menjadi radikal Metil dengan menghilangkan atom Hidrogen melalui oksidasi, dan membiarkan radikal Metil bergabung membentuk Etana, atau sebaiknya langsung menjadi Etilena pada suhu yang tinggi.

Penerapan teknologi OCM ini berfokus pada skala pabrik komersial yang memiliki potensi keuntungan signifikan karena rendahnya biaya gas alam dan kenaikan harga minyak yang berdampak pada metode produksi etilena tradisional. Pendirian pabrik ini akan mampu membuka lapangan pekerjaan sehingga mengurangi angka pengangguran di Indonesia yang mencapai 5,86 % di Agustus 2022 (bps. go. id., 2022).

1.2 Kapasitas Rancangan

Dalam penentuan kapasitas produksi untuk Pabrik Etilen terdapat beberapa faktor dasar penentuan kapasitas produksi yang harus dipertimbangkan, yaitu :

1.2.1 Kapasitas Minimum Pabrik Etilen yang Ada

Data mengenai kapasitas pabrik Etilen yang telah ada sangat diperlukan dalam proses penentuan kapasitas pabrik yang akan didirikan. Hal ini bertujuan untuk memperkirakan serta membuat perbandingan dengan kapasitas pabrik yang akan didirikan. Berikut beberapa daftar pabrik Etilen yang telah berdiri dapat dilihat pada **Tabel 1.1**.

Tabel 1.1. Daftar Pabrik Etilen yang Berdiri

No	Nama Perusahaan	Kapasitas (ton/tahun)	Lokasi	Sumber
1.	Chandra Asri Petrochemical Tbk	900.000	Banten, Jawa Barat, Indonesia	tkdn.kemenperin.go.id
2.	Chevron Philips Chemical	2.560.000	Texas, Amerika Serikat	www.offshore-technology.com
3.	Braskem	200.000	Brazil	www.icis.com
4.	Zhejiang Petrochemical Corp	1.400.000	China	www.icis.com - ICIS Supply & Demand Database
5.	HMEL Hindustan Petroleum Energy Limited (HMEL)	1.200.000	India	www.icis.com - ICIS Supply & Demand Database
6.	Shell	1.500.000	Amerika Serikat	www.icis.com - ICIS Supply & Demand Database
7.	Korea Petrochemical Industry Co	800.000	Korea Selatan	www.kpic.co.kr
8.	Nova Chemical Corporations	8.000.000	Canada	www-novachem-com

1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku

Pada perancangan Pabrik Etilen, bahan baku utama yang digunakan adalah LNG. Berikut beberapa perusahaan penghasil LNG dilihat pada **Tabel 1.2**.

Tabel 1.2. Daftar Perusahaan Penghasil LNG

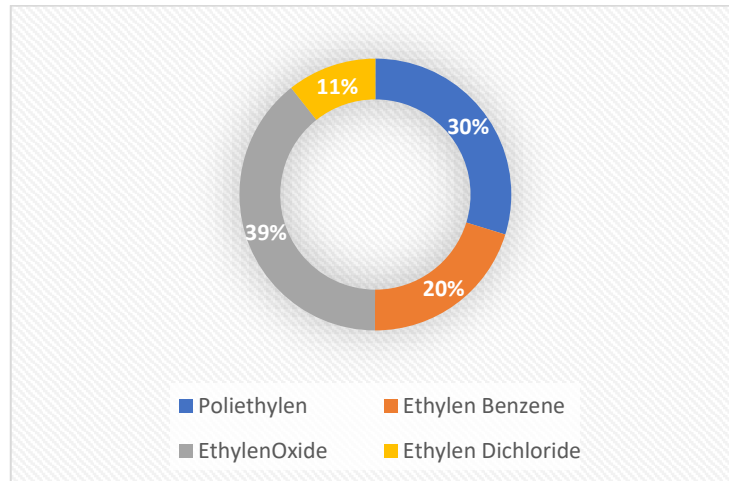
No.	Nama Pabrik	Lokasi	Kapasitas (Ton/Tahun)	Sumber
1.	Kilang LNG Badak	Bontang, Kalimantan Timur	22.500.000	https://ppkl.menlhk.go.id/website/filebox/507/180716143156DRKPL%20PT%20Badak%20NGL%202017.pdf
2.	Kilang LNG Tangguh	Teluk Bintuni, Papua	11.400.000	https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/sekilas-penetapan-pelaksanaan-pembangunan-proyek-kilang-lng-tangguh-train-3
3.	Kilang LNG Donggi Senoro	Donggi, Sulawesi Tengah	2.000.000	https://dslng.com/uploads/220914_DSLNG_COMPRO_2022_WEB.pdf
4.	Kilang Kayan LNG Nusantara	Tanjung Keramat, Kalimantan Utara	3.486	https://diskominfo.kaltaraprov.go.id/kaltara-akan-terbantu-devisa-dari-kilang-mini-lng/

1.2.3 Kebutuhan Pasar

1. Prediksi Kebutuhan Pasar Etilen

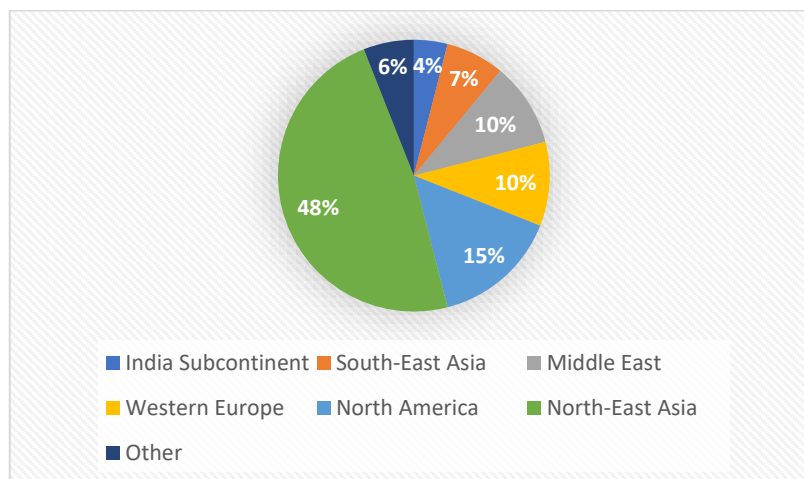
Di Indonesia pengolahan Etilen menjadi produk monomer dan Polietilen dapat berupa *Linier Low Density Polyethylene* (LLDPE) dan *High Density Polyethylene* (HDPE). Dengan meningkatnya kebutuhan Etilen, penambahan pendirian pabrik Etilen akan menjadi peluang besar dan mendorong pertumbuhan industri untuk menjadi pemasok kebutuhan Etilen terutama bagi Indonesia sendiri. Sehingga dapat mengurangi laju impor dan ketergantungan akan bahan kimia dari negara lain. Dan

apabila memungkinkan pendirian pabrik Etilen ini dapat mengekspor produk ke negara lainnya untuk meningkatkan keuntungan dan mendorong kegiatan ekspor. Berikut grafik kegunaan Etilen dalam industri lainnya dapat dilihat pada **Gambar 1.1.**



Gambar 1.1. Diagram Penggunaan Etilen dalam Beberapa Industri
 Sumber: dataintel.com., 2019

Dari berbagai macam kegunaan Etilen dalam banyak industri, dapat di perkirakan permintaan Etilen baik sebagai bahan baku, maupun bahan penunjang akan meningkat untuk beberapa tahun mendatang. Selain dibutuhkan di Indonesia kebutuhan Etilen di berbagai negara lain juga sangat penting, seperti yang terlihat pada **Gambar 1.2.**



Gambar 1. 2 Konsumsi Etilen di Beberapa Negara
 Sumber: ihsmarket.com, 2021

2. Penentuan Kapasitas Pabrik Etilen

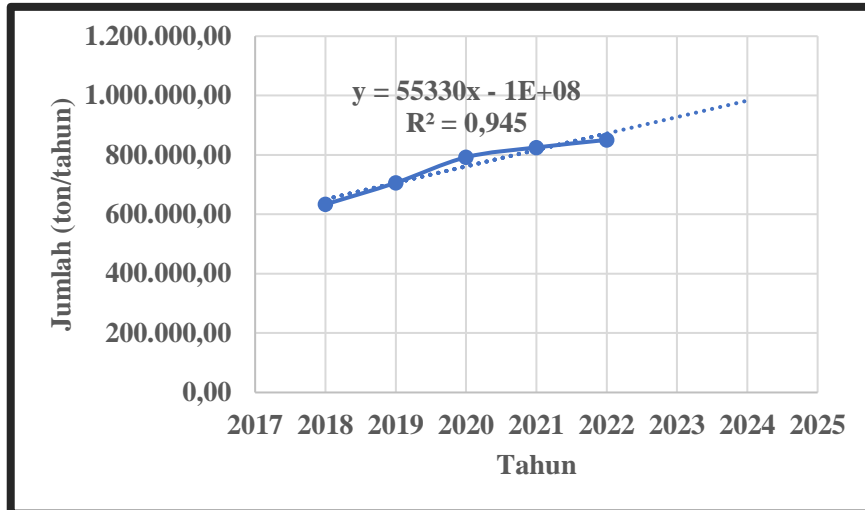
Penentuan kapasitas produksi pabrik tidak hanya di pertimbangkan berdasarkan kekosongan pasar Etilen saja, pertimbangan lain dalam penentuan kapasitas juga dapat dilihat dari kapasitas produksi pabrik yang telah beroperasi baik di dalam negeri maupun luar negeri. Kapasitas pabrik didirikan harus berada diatas kapasitas minimal atau sama dengan kapasitas yang sudah berjalan. Penentuan kapasitas produksi pabrik Etilen dapat dilihat dari kebutuhan Etilen di Indonesia yang dilihat dari data impor Etilen yang masih cukup besar. Data impor Etilen di Indonesia dapat dilihat pada **Tabel 1.3**.

Tabel 1.3. Data Impor Etilen di Indonesia

No	Tahun	Jumlah (ton/tahun)
1.	2018	633.449,50
2.	2019	706.300,66
3.	2020	792.258,43
4.	2021	825.237,51
5.	2022	850.633,54

Sumber : bps.go.id., 2023

Rentang kapasitas produksi pabrik Etilen yang sudah ada di dunia antara 200.000 – 2.560.000 ton/tahun dan kapasitas produksi pabrik Etilen yang sudah ada di Indonesia yaitu 900.000 ton/tahun. Dari data impor Etilen tersebut, dapat dibuat prediksi kebutuhan Etilen di Indonesia untuk beberapa tahun ke depan, dengan metode *Last Square* dan *Regresi Linear* yang dapat di lihat pada **Gambar 1.3**.



Gambar 1.3. Kebutuhan Etilen di Indonesia

Berdasarkan perhitungan metode *last square* dan dari **Gambar 1.3.** kebutuhan Etilen di Indonesia tahun 2030 diproyeksikan sebesar 1.340.880 ton/tahun. Kapasitas produksi pabrik Etilen yang direncanakan 70% dari jumlah ketersediaan bahan baku sehingga kapasitas rancangan pabrik Etilen sebesar **920.000** ton/tahun.

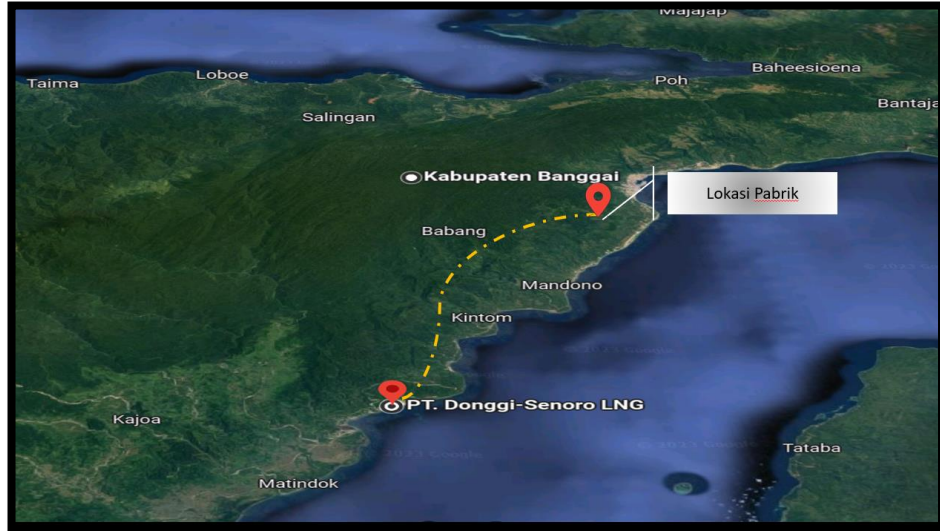
1.3 Lokasi Pabrik

1.3.1 Pemilihan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi untuk pendirian pabrik Etilen di lakukan menggunakan analisa SWOT (*Strength, Weakness, Opportunities, and Threat*) dari beberapa daerah yang akan di seleksi. Adapun beberapa alternatif pemilihan lokasi pendirian pabrik adalah sebagai berikut:

A. Alternatif Lokasi I Sulawesi Tengah

Adapun lokasi Banggai yang terdapat di Provinsi Sulawesi Tengah dapat dilihat pada **Gambar 1.4**.



Gambar 1.4. Banggai, Sulawesi Tengah

Sumber: maps.google.com

Adapun analisa SWOT pemilihan lokasi Banggai, Sulawesi Tengah dapat dilihat pada **Tabel 1.4**.

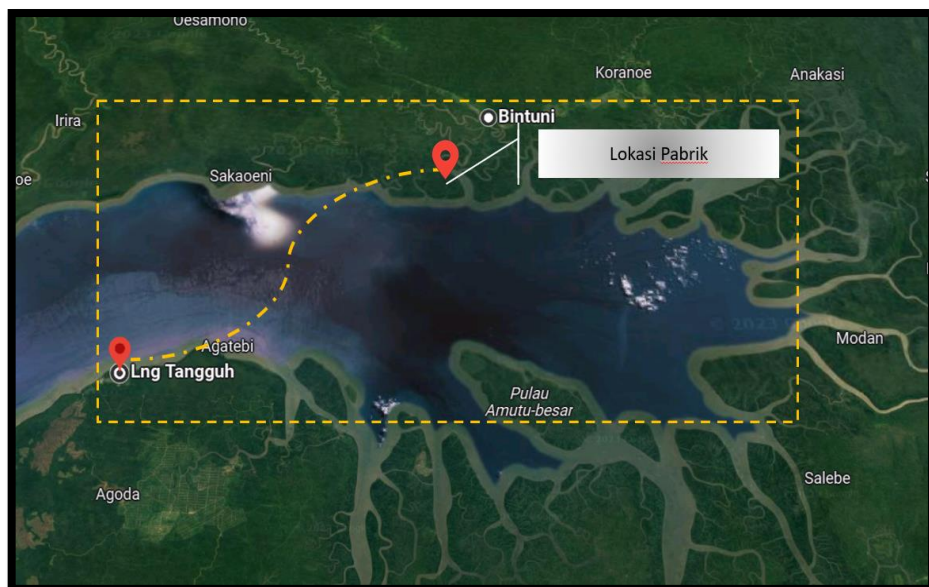
Tabel 1.4. Analisis SWOT Lokasi Banggai, Sulawesi Tengah

Alternatif Lokasi	Variabel	Internal		Eksternal	
		Strength (Kekuatan)	Weakness (Kelemahan)	Opportunities (Peluang)	Threat (Tantangan)
Lokasi I Kabupaten Banggai, Sulawesi Selatan	Bahan Baku	Dekat dengan bahan baku utama dari PT. LNG Donggi Senoro	Ketergantungan dengan pihak ketiga untuk mensuplai bahan baku	Adanya pengembangan dari pemerintah dalam industri gas alam	Jarak dengan sumber bahan tambahan lumayan jauh
	Pemasaran	Menjadi produsen tunggal di kawasan Banggai, Sulawesi Tengah	Perlu adanya peningkatan transportasi baik darat, laut dan udara	Letak geografis yang strategis sehingga berdampak positif pada jalur perdagangan	Infrastruktur yang kurang memadai

	Utilitas	Listrik dapat diperoleh dari PLTU	Jarak dengan PLTU lumayan jauh	Kebutuhan air dapat diperoleh dari sungai	Potensi tercemarnya air sungai disekitar. Membuat pembangkit listrik sendiri
	Tenaga Kerja	Dapat diperoleh dari penduduk yang bermukim disekitar pabrik	<ul style="list-style-type: none"> • Keterbatasan dalam membayar upah tenaga kerja. • Keterbatasan tenaga kerja yang terampil 	Tersedia rekomendasi tenaga kerja dari lembaga yang terdidik.	Kualitas SDM yang rendah
	Kondisi Daerah	Iklim cenderung stabil	Kontur tanah tidak rata karena sebagian besar merupakan penggunaan	Daerah diperuntukkan kawasan industri.	Kurangnya lahan untuk perluasan pabrik

B. Alternatif Lokasi II (Teluk Bintuni, Papua Barat)

Adapun lokasi Kabupaten Teluk Bintuni yang terdapat di Provinsi Papua Barat bisa dilihat pada **Gambar 1.5**.



Gambar 1.5. Teluk Bintuni, Papua Barat

Sumber: maps.google.com

Tabel 1.5. Analisis SWOT Teluk Bintuni, Papua Barat

Alternatif Lokasi	Variabel	Internal		Eksternal	
		Strength (Kekuatan)	Weakness (Kelemahan)	Opportunities (Peluang)	Threat (Tantangan)
Lokasi II Teluk Bintuni, Papua Barat	Bahan Baku	Dekat dengan PT Kilang LNG Tangguh	Ketergantungan dengan pihak pemasok bahan baku	Hampir seluruh kawasan Bintuni mengandung LNG	Jarak dengan bahan penunjang lumayan jauh
	Pemasaran	Terdapat pelabuhan Bintuni yang menjadi mobilitas kegiatan pengelolaan gas Tangguh	Transportasi darat, laut dan udara kurang efektif	Menjadi satu-satunya produsen Etilen di Bintuni	Kualitas mutu bersaing dengan importir
	Utilitas	<ul style="list-style-type: none"> Dekat dengan PLN Kalirejo Lampung Tengah Sumber air berasal dari sungai Bintuni 	Kualitas air yang akan digunakan rendah.	Kebutuhan air dapat diperoleh melalui kerja sama dengan pabrik yang ada di sekitarnya.	<ul style="list-style-type: none"> Potensi tercemarnya air sungai disekitar. Membuat pengolahan air lebih maksimal.
	Tenaga Kerja	Dapat diperoleh dari penduduk yang bermukim di sekitar pabrik dan provinsi sekitar	Kompetisi dalam pemberian gaji karyawan karena berada dikawasan yang dekat dengan pabrik disekitar.	Tersedia rekomendasi tenaga kerja dari lembaga yang terdidik dan terampil.	Perusahaan yang lebih mapan bisa menawarkan gaji yang lebih tinggi.
	Kondisi Daerah	Cuaca dan iklim di daerah ini relatif stabil	Topografi wilayah dikelilingi perbukitan dan rawa	Daerah diperuntukkan kawasan industri.	Potensi bencana alam sering terjadi

C. Alternatif Lokasi III (Kota Bontang, Kalimantan Timur)

Adapun lokasi Kota Bontang merupakan wilayah yang terdapat di Provinsi Kalimantan Timur dapat dilihat pada **Gambar 1.6**.



Gambar 1. 6. Kota Bontang, Kalimantan Timur
Sumber: maps.google.com

Tabel 1.6. Analisis SWOT Kota Bontang, Kalimantan Timur

Alternatif Lokasi	Variabel	Internal		Eksternal	
		Strength (Kekuatan)	Weakness (Kelemahan)	Opportunities (Peluang)	Threat (Tantangan)
Lokasi III Kota Bontang, Kalimantan Timur	Bahan Baku	Dekat dengan ketersediaan bahan baku utama (LNG) yaitu PT Badak NGL, Bontang dan dekat dengan bahan baku Oksigen dari PT. Samator	Impor bahan baku dengan PT lain lebih sulit	Pengangkutan bahan baku lancar	Bahan baku yang digunakan dikhawatirkan akan habis
	Pemasaran	Transportasi laut dekat dengan pelabuhan Bontang	Perlunya angkutan laut yang memadai	Satu-satunya pabrik <i>Ethylene</i> di Provinsi Kalimantan Timur	<ul style="list-style-type: none"> Kualitas mutu bersaing dengan importir dan pabrik petrokimia lain Melewati pemukiman penduduk
	Utilitas	<ul style="list-style-type: none"> Ketersediaan air yang digunakan berasal dari sungai dan 	Kualitas air rendah.	Kebutuhan listrik dapat diperoleh dari PLTA/PLN dan PLTU	<ul style="list-style-type: none"> Pembuatan unit utilitas sendiri.

		laut <ul style="list-style-type: none"> • Sumber air berasal dari Sungai Bontang • Dekat dengan PLN dan PLTU Badak, Bontang 		PT. Badak NGL Bontang.	
Tenaga Kerja	Dapat diperoleh dari penduduk sekitar dan dari provinsi sekitar	Keterbatasan dengan pembayaran upah tenaga kerja	Tersedia rekomendasi tenaga kerja dari lembaga yang terdidik dan terampil dari luar lokasi pabrik	<ul style="list-style-type: none"> • Perusahaan yang lebih mapan bisa menawarkan gaji yang lebih tinggi. • Tingginya nilaiupah minimum regional 	
Kondisi Daerah	Cuaca dan iklim di daerah ini relatif stabil	Disekeliling pemukiman masyarakat	Daerah diperuntukan untuk kawasan industri.	Berada dilingkungan masyarakat sehingga mempengaruhi lingkungan	

1.3.2 Penentuan Lokasi Pabrik

Berdasarkan analisis SWOT yang telah dilakukan, pabrik Etilen dari LNG akan didirikan di Kota Bontang, Kalimantan Timur, dengan pertimbangan sebagai berikut :

1. Bahan baku LNG diperoleh dari PT. Badak NGL yang memiliki kapasitas pabrik sebesar 22.500.000 ton/tahun.
2. Pemasaran dapat dilakukan dengan mudah karena dekat dengan pelabuhan Bontang yang merupakan pelabuhan Industri yang terkenal di kota Bontang.
3. Utilitas yang digunakan untuk sumber listrik berasal dari PLN kota Bontang, dan sumber air berasal dari air Sungai Bontang.
4. Memiliki Sumber Daya Manusia yang berwawasan dan terampil
Iklim yang stabil dapat menunjang pendirian pabrik didaerah ini.