

SKRIPSI
PRA RANCANGAN PABRIK NITROBENZENA MELALUI
PROSES NITRASI BENZENA DENGAN ASAM CAMPURAN
KAPASITAS 110.000 TON/TAHUN



Oleh :

Aini Zahri

(2410017411026)

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana Pada
Jurusan Teknik Kimia

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS BUNG HATTA

PADANG

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 NITROBENZENA MELALUI PROSES NITRASI BENZENA
DENGAN ASAM CAMPURAN KAPASITAS 110.000 TON/TAHUN

OLEH:

Aini Zahri

2410017411026

Disetujui oleh:

Pembimbing

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

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

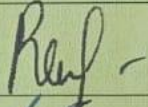
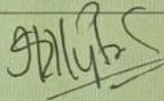


JURUSAN TEKNIK KIMIA

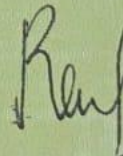
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI – UNIVERSITAS BUNG HATTA
Kampus III – Jl. Gajah Mada, Gunung Pangilun, telp. (0751) 54257 Padang

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

Nama : Aini Zahri
NPM : 2410017411026
Tanggal Sidang : 5 Februari 2026

Jabatan	Nama	Tanda Tangan
Pembimbing	Prof. Dr. Eng. Ir. Reni Desmiarti, S.T., M.T	
Penguji	1. Dr. Maria Ulfah, S.T., M.T	
	2. Dr. Ellyta Sari, S.T., M.T	

Pembimbing,



Prof. Dr. Eng. Ir. Reni Desmiarti, 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 NITROBENZENA MELALUI PROSES NITRASI BENZENA
DENGAN ASAM CAMPURAN KAPASITAS 110.000 TON/TAHUN**

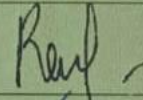
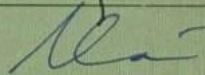
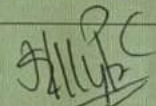
Oleh:

Aini Zahri

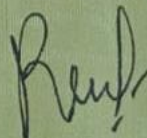
2410017411026

Sidang Tugas Akhir Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri

Universitas Bung Hatta Dengan Team Penguji:

Jabatan	Nama	Tanda Tangan
Pembimbing	Prof. Dr. Eng. Ir. Reni Desmiarti, S.T., M.T	
Penguji	1. Dr. Maria Ulfah, S.T., M.T	
	2. Dr. Ellyta Sari, S.T., M.T	

Pembimbing,



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

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah Subhanahu wata'ala yang telah memberikan nikmat dan karunia Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan usulan proposal skripsi ini dengan judul **“Pra Rancangan Pabrik Nitrobenzena Melalui Proses Nitrase Benzena dengan Asam Campuran Kapasitas 110.000 Ton/Tahun”**. Usulan skripsi ini sebagai salah satu bentuk pembelajaran untuk memenuhi syarat menjadi Program Studi Sarjana Teknik Kimia Universitas Bung Hatta. Dalam usulan proposal skripsi ini penulis menyadari bahwa banyak kekurangan dalam penulisan usulan proposal skripsi ini, sehingga penulis mengharapkan kritik yang membangun untuk mengembangkan proposal ini menjadi lebih baik. Dan penulis berharap usulan skripsi 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 skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, ST., MT., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta dan pembimbing skripsi yang senantiasa menyediakan waktunya untuk membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu Dr. Maria Ulfa, ST., MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Bung Hatta.
3. Seluruh Dosen Teknik Kimia Universitas Bung Hatta yang telah memberikan ilmu pengetahuannya untuk penyelesaian skripsi ini.
4. Kepada kedua orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan banyak doa, kasih sayang, dukungan materil, dukungan moril dan perhatian yang luar biasa kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Pihak-pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang turut membantu penulis.

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

Padang, Januari 2026

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
BAB 1 Pendahuluan.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Kapasitas Pabrik.....	3
1.2.1 Pabrik Nitrobenzena yang telah berdiri	3
1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku.....	3
1.2.3 Analisis Prediksi Kapasitas Nitrobenzena	4
1.3 Lokasi Pabrik	6
1.3.1 Alternatif Lokasi I (Daerah Remen, Jenu, Tuban).....	6
1.3.2 Alternatif Lokasi II (Kawasan Industri Batang).....	7
1.3.3 Alternatif Lokasi III (Kawasan Industri Medan)	9
BAB II Tinjauan Pustaka.....	12
2.1 Tinjauan Umum.....	12
2.1.1 Bahan Baku dan Bahan Penunjang	12
2.1.1.1 Bahan Baku.....	12
2.1.1.2 Bahan Penunjang	15
2.2 Tinjauan Proses.....	16
2.2.1 Proses Nitrase Benzena secara Batch dengan Katalis	
Asam Sulfat	16
2.2.2 Proses Nitrase Benzena secara Kontinu Tanpa Katalis	17
2.2.3 Proses Nitrase Benzena secara Kontinu dengan Katalis	
Asam Sulfat	18
2.3 Sifat Fisik dan Sifat Kimia Bahan (MSDS).....	20
2.3.1 Bahan Baku Pembuatan Nitrobenzena.....	20
2.3.1.1 Benzena (C ₆ H ₆)	20

2.3.1.2 Asam Nitrat (HNO_3)	20
2.3.2 Bahan Penunjang.....	22
2.3.3 Produk.....	24
2.4 Spesifikasi Bahan Baku, Bahan Penunjang dan Produk	25
2.4.1 Spesifikasi Bahan Baku.....	25
2.4.2 Bahan Penunjang.....	26
2.4.3 Produk	26
BAB III Tahapan dan Deskripsi Proses.....	27
3.1 Tahapan Proses	27
3.2 Deskripsi Proses	28
3.2.1 Persiapan Bahan Baku	28
3.2.2 Pembentukan Produk	29
3.2.3 Pemisahan dan Pemurniaan	29
BAB IV Neraca Massa dan Neraca Energi.....	32
4.1 Neraca Massa	32
4.1.1 <i>Mixer</i> (MT-121).....	32
4.1.2 Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (R-241).....	33
4.1.3 Dekanter 1 (D-361).....	35
4.1.4 Dekanter 2 (D-362).....	36
4.1.5 Evaporator (EV-371)	36
4.2 Neraca Energi	37
4.2.1 <i>Heater</i> 1 (HE-131).....	37
4.2.2 <i>Heater</i> 2 (HE-132).....	38
4.2.3 Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (R-241).....	39
4.2.4 <i>Cooler</i> 1 (CO-251).....	40
4.2.5 Evaporator (EV-371)	41
4.2.6 <i>Cooler</i> 2 (CO-352).....	42
4.2.7 <i>Cooler</i> 3 (CO-353).....	43
4.2.8 Kondensor (C-381).....	44
4.2.9 <i>Cooler</i> 4 (CO-354).....	45

BAB V Utilitas	47
5.1 Unit Pengolahan Air.....	47
5.1.1 Kebutuhan Air	47
5.1.2 Proses Pengolahan Air.....	50
5.1.3 Deskripsi Proses Pengolahan Air	52
5.2 Unit Pengolahan Uap (<i>steam</i>)	55
5.3 Unit Penyediaan Listrik	57
5.4 Unit Penyediaan Bahan Bakar	58
BAB VI Spesifikasi Peralatan	59
6.1 Peralatan Utama	59
6.1.1 Tangki Penyimpanan Asam Nitrat (TP-101).....	59
6.1.2 Pompa Asam Nitrat (P-111)	60
6.1.3 Tangki Penyimpanan Asam Sulfat (TP-102).....	61
6.1.4 Pompa Asam Sulfat (P-112)	61
6.1.5 <i>Mixing Tank</i> (MT-121).....	62
6.1.6 Pompa <i>Mixer</i> (P-114)	63
6.1.7 <i>Heater</i> 1 (HE-131).....	64
6.1.8 Tangki Penyimpanan Benzena (TP-103).....	65
6.1.9 Pompa Benzena (P-113)	66
6.1.10 <i>Heater</i> 2 (HE-132).....	66
6.1.11 Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (R-241).....	67
6.1.12 Pompa Reaktor (P-215)	69
6.1.13 <i>Cooler</i> 1 (CO-251).....	70
6.1.14 Dekanter 1 (D-361).....	70
6.1.15 Dekanter 2 (D-362).....	72
6.1.16 Evaporator (EV-371)	73
6.1.17 <i>Cooler</i> 2 (CO-352).....	75
6.1.18 <i>Cooler</i> 3 (CO-353).....	75
6.1.19 Pompa Evaporator (P-317)	76
6.1.20 Kondensor (C-381).....	77

6.1.21 Cooler 4 (CO-354).....	77
6.1.22 Pompa UPL (P-316)	77
6.1.23 Tangki Penyimpanan Nitrobenzena (TP-304).....	78
6.2 Peralatan Utilitas	80
6.2.1 Screening (S-111)	80
6.2.2 Pompa Air (P-101).....	81
6.2.3 Tangki Penyimpanan NaOCl (TP-211)	82
6.2.4 Pompa NaOCl (P-102).....	82
6.2.5 Tangki Mixer (MT-221)	83
6.2.6 Pompa Air (P-102).....	84
6.2.7 Cartridge Filter (CF-311)	84
6.2.8 Pompa Air (P-104).....	85
6.2.9 Membran RO (RO-411).....	86
6.2.10 Pompa Air (P-105).....	87
6.2.11 Tangki Penyimpanan Kaporit (TP-512)	87
6.2.12 Pompa Kaporit (P-106).....	88
6.2.13 Tangki Mixer 2 (MT-531)	89
6.2.14 Pompa Air (P-107).....	90
6.2.15 Bak Penampungan (BP-541)	90
6.2.16 Pompa Air (P-108).....	91
6.2.17 Membran RO 2 (RO-711).....	92
6.2.18 Bak Penampungan 2 (BP-721)	92
6.2.19 Pompa Air (P-109).....	93
6.2.20 Pompa Kondensat (P-1010).....	94
6.2.21 Pompa Air (P-1011).....	95
6.2.22 Pompa Hot Water (P-1012)	95
6.2.23 Cooling Tower (CT-711).....	96
BAB VII Tata Letak Pabrik dan K3LH	98
7.1 Tata Letak Pabrik dan Peralatan Proses	99
7.2 Bahaya	103

7.3 Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup	108
7.3.1 Daftar Peraturan Pemerintah tentang Keselamatan dan Kesehatan	110
7.3s.2 Alat Pelindung Diri (APD)	110
BAB VIII Organisasi Perusahaan	115
8.1 Stuktur Organisasi.....	115
8.1.1 Bentuk Organisasi	115
8.1.2 Tugas dan Wewenang	115
8.1.3 Jumlah Karyawan	122
8.1.4 Sistem Kerja.....	123
8.2 Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji.....	124
8.2.1 Sistem Kepegawaian	124
8.2.2 Sistem Gaji	125
8.2.3 Kesejahteraan Karyawan.....	126
BAB IX Analisa Ekonomi.....	128
9.1 <i>Total Capital Investment</i> (FCI)	128
9.2 Biaya Produksi (<i>Total Production Cost</i>).....	132
9.3 Harga Jual (<i>Total Sales</i>).....	132
9.4 Tinjauan Kelayakan Pabrik	137
9.4.1 Laba Kotor dan Laba Bersih	137
9.4.2 Laju Pengembalian Modal (<i>Rate of Return</i>)	138
9.4.3 Waktu Pengembalian Modal (<i>Pay Out Time</i>)	138
9.4.4 Titik Impas (<i>Break Event Point</i>)	138
BAB X Tugas Khusus	139
10.1 Pendahuluan	139
10.2 Ruang Lingkup.....	139
10.3 Rancangan	139
10.3.1 Tangki Penyimpanan Benzena (TP-103).....	139
10.3.2 Pompa Benzena (P-113)	142
10.3.3 <i>Cooler</i> 1 (CO-251).....	150

10.3.4 <i>Continuos Stired Tank Reactor</i> (CSTR) (R-241)	156
10.3.5 Dekanter 1 (D-371).....	170
BAB XI Kesimpulan	186
11.1 Kesimpulan	186
11.2 Saran.....	187
DAFTAR PUSTAKA	188
LAMPIRAN.....	189

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Kapasitas Pabrik Nitrobenzena	3
Tabel 1.2 Pabrik Penghasil Bahan Baku dan Bahan Penunjang	3
Tabel 1.3 Data Impor Nitrobenzena.....	4
Tabel 1.4 Persentase Penggunaan Nitrobenzena di Indonesia	6
Tabel 1.5 Analisis SWOT Kawasan Industri Tuban, Jawa Timur	7
Tabel 1.6 Analisis SWOT Kawasan Industri Batang, Jawa Tengah.....	8
Tabel 1.7 Analisis SWOT Kawasan Industri Medan, Sumatera Utara	9
Tabel 2.1 Perbandingan Pemilihan Metode Pembuatan Nitrobenzena	20
Tabel 2.2 Sifat Fisik dan Sifat Kimia Benzena	20
Tabel 2.3 Sifat Fisik dan Sifat Kimia Asam Nitrat	21
Tabel 2.4 Sifat Fisik dan Sifat Kimia Nitrobenzena	24
Tabel 2.5 Spesifikasi Benzena di PT Trans Pasific Petrochemical Indonesia	25
Tabel 2.6 Spesifikasi Asam Nitrat di PT Multi Nitrotama Indonesia	25
Tabel 2.7 Spesifikasi Asam Sulfat di PT Petrokimia Gresik	26
Tabel 2.8 Spesifikasi Nitrobenzena.....	26
Tabel 3.1 Tabel Kelarutan, Densitas dan Fasa pada Perancangan Pabrik Nitrobenzena.....	30
Tabel 4.1 Neraca Massa Total <i>Mixer</i> (M-121).....	33
Tabel 4.2 Neraca Massa Total RATB (R-241)	34
Tabel 4.3 Neraca Massa Total Dekanter 1 (D-361)	35
Tabel 4.4 Neraca Massa Total Dekanter 2 (D-362)	36
Tabel 4.5 Neraca Massa Total Evaporator (EV-371).....	37
Tabel 4.6 Neraca Energi Total <i>Heater</i> 1 (HE-131).....	38
Tabel 4.7 Neraca Energi Total <i>Heater</i> 2 (HE-132).....	39
Tabel 4.8 Neraca Energi Total Reaktor (R-241).....	40
Tabel 4.9 Neraca Energi Total <i>Cooler</i> 1 (CO-251).....	41
Tabel 4.10 Neraca Energi Total Evaporator (EV-371)	42
Tabel 4.11 Neraca Energi Total <i>Cooler</i> 2 (CO-352).....	43

Tabel 4.12 Neraca Energi Total <i>Cooler</i> 3 (CO-353).....	44
Tabel 4.13 Neraca Energi Total Kondensor (C-381).....	45
Tabel 4.14 Neraca Energi Total <i>Cooler</i> 4(CO-354).....	46
Tabel 5.1 Tabel Kualitas Air Laut Tuban	48
Tabel 5.2 Parameter Standar Baku Mutu Air untuk Alat Proses	48
Tabel 5.3 Kebutuhan Air Sanitasi	49
Tabel 5.4 Kebutuhan Air Pendingin untuk Alat Proses	49
Tabel 5.5 Total Kebutuhan Air Pabrik Nitrobenzena	50
Tabel 5.6 Kebutuhan <i>Steam</i>	57
Tabel 5.7 Kebutuhan Listrik	57
Tabel 6.1 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Asam Nitrat (T-101).....	59
Tabel 6.2 Spesifikasi Pompa Asam Nitrat (P-111)	60
Tabel 6.3 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Asam Sulfat (T-102).....	61
Tabel 6.4 Spesifikasi Pompa Asam Sulfat (P-112).....	61
Tabel 6.5 Spesifikasi <i>Mixing Tank</i> (M-121)	62
Tabel 6.6 Spesifikasi Pompa <i>Mixer</i> (P-114)	63
Tabel 6.7 Spesifikasi <i>Heater</i> 1 (HE-131).....	64
Tabel 6.8 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Benzena (TP-103).....	65
Tabel 6.9 Spesifikasi Pompa Benzena (P-112).....	66
Tabel 6.10 Spesifikasi <i>Heater</i> 2 (HE-132).....	66
Tabel 6.11 Spesifikasi RATB (R-241).....	67
Tabel 6.12 Spesifikasi Pompa Reaktor (P-251)	69
Tabel 6.13 Spesifikasi <i>Cooler</i> 1 (CO-251)	70
Tabel 6.14 Spesifikasi Dekanter 1 (D-361).....	70
Tabel 6.15 Spesifikasi Dekanter 2 (D-362).....	72
Tabel 6.16 Spesifikasi Evaporator (EV-371)	73
Tabel 6.17 Spesifikasi <i>Cooler</i> 2 (CO-352)	75
Tabel 6.18 Spesifikasi <i>Cooler</i> 3 (CO-353)	75
Tabel 6.19 Spesifikasi Pompa Evaporator (P-317).....	76
Tabel 6.20 Spesifikasi Kondensor (C-381).....	77

Tabel 6.21 Spesifikasi <i>Cooler</i> 4 (CO-354)	77
Tabel 6.22 Spesifikasi Pompa UPL (P-316)	77
Tabel 6.23 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Nitrobenzena	78
Tabel 6.24 Spesifikasi <i>Screening</i> (SS-111).....	80
Tabel 6.25 Spesifikasi Pompa Air (P-101)	80
Tabel 6.26 Spesifikasi Tangki Penyimpanan NaOCl (TP-211).....	81
Tabel 6.27 Spesifikasi Pompa NaOCl (P-102)	82
Tabel 6.28 Spesifikasi Tangki <i>Mixer</i> (MT-221)	83
Tabel 6.29 Spesifikasi Pompa Air (P-103)	84
Tabel 6.30 Spesifikasi <i>Cartridge Filter</i> (CF-311)	84
Tabel 6.31 Spesifikasi Pompa Air (P-104)	85
Tabel 6.32 Spesifikasi Membran RO (RO-411)	86
Tabel 6.33 Spesifikasi Pompa Air (P-105)	87
Tabel 6.34 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Kaporit (TP-512)	87
Tabel 6.35 Spesifikasi Pompa Kaporit (P-106).....	88
Tabel 6.36 Spesifikasi Pompa Air (P-107)	89
Tabel 6.37 Spesifikasi Bak Penampungan (BP-351)	90
Tabel 6.38 Spesifikasi Pompa Air (P-108)	90
Tabel 6.39 Spesifikasi Pompa Air (P-109)	92
Tabel 6.40 Spesifikasi Pompa Kondensat (P-1010).....	93
Tabel 6.41 Spesifikasi Pompa Air (P-1011)	93
Tabel 6.42 Spesifikasi Pompa Air (P-1012)	94
Tabel 6.43 Spesifikasi Pompa Hot Water (P-1013).....	95
Tabel 6.44 Spesifikasi <i>Cooling Water</i> (CT-711)	96
Tabel 6.45 Spesifikasi Pompa Air (P-1014)	96
Tabel 7.1 Keterangan Tata Letak Peralatan Pabrik.....	102
Tabel 7.2 <i>Hazard</i> pada Alat Industri.....	104
Tabel 7.3 Penilaian Peluang Terjadinya Bahaya.....	106
Tabel 7.4 Akibat dan Tingkat Keparahan	107
Tabel 7.5 Matriks Resiko	108

Tabel 7.6 Penilaian Tingkat Resiko	108
Tabel 7.7 Macam – macam APD	112
Tabel 8.1 Jumlah Karyawan.....	110
Tabel 8.2 Jadwal Kerja Karyawa Shift	112
Tabel 9.1 <i>Fic Capital Investment</i> (FCI)	131
Tabel 9.2 Komponen TCI	132
Tabel 9.3 Harga Bahan.....	135
Tabel 9.4 <i>Total Production Cost</i> (TPC).....	136
Tabel 9.5 Harga Jual	137
Tabel 9.6 Harga Jual Produksi Pabrik.....	138

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Linear Nitrobenzena Berdasarkan Data Laporan.....	5
Gambar 1.2 Kawasan Industri Tuban.....	6
Gambar 1.3 Kawasan Industri Batang	8
Gambar 1.4 Kawasan Industri Medan.....	9
Gambar 2.1 Struktur Kimia Benzena	14
Gambar 2.2 Struktur Kimia Asam Nitrat	15
Gambar 2.3 Struktur Kimia Asam Sulfat	15
Gambar 2.4 Proses Nitrase Nitrobenzena secara Batch dengan Katalis.....	17
Gambar 2.5 Proses Nitrase Nitrobenzena secara Kontiniu tanpa Katalis.....	18
Gambar 2.6 Proses Nitrase Nitrobenzena secara Kontiniu dengan katalis Asam Sulfat	19
Gambar 3.1 Blok Diagram Proses Pembuatan Nitrobenzena	28
Gambar 3.2 <i>Flowsheet</i> Pembuatan Nitrobenzena	31
Gambar 4.1 Blok Diagram Neraca Massa <i>Mixer</i> (M-121)	33
Gambar 4.2 Blok Diagram Neraca Massa RATB (R-241)	34
Gambar 4.3 Blok Diagram Neraca Massa Dekanter 1 (D-361).....	35
Gambar 4.4 Blok Diagram Neraca Massa Dekanter 2 (D-362).....	36
Gambar 4.5 Blok Diagram Neraca Massa Evaporator (EV-371)	37
Gambar 4.6 Blok Diagram Neraca Energi <i>Heater</i> 1 (HE-131).....	38
Gambar 4.7 Blok Diagram Neraca Energi <i>Heater</i> 2 (HE-132).....	39
Gambar 4.8 Blok Diagram Neraca Energi RATB (R-241).....	40
Gambar 4.9 Blok Diagram Neraca Energi <i>Cooler</i> 1 (CO-251)	41
Gambar 4.10 Blok Diagram Neraca Energi Evaporator (EV-371)	42
Gambar 4.11 Blok Diagram Neraca Energi <i>Cooler</i> 2 (CO-352)	43
Gambar 4.12 Blok Diagram Neraca Energi <i>Cooler</i> 3 (CO-353)	44
Gambar 4.13 Blok Diagram Neraca Energi Kondensor (C-381).....	45
Gambar 4.14 Blok Diagram Neraca Energi <i>Cooler</i> 4 (CO-354)	46
Gambar 5.1 Unit Pengolahan Air.....	51

Gambar 7.1 Tata Letak Pabrik	94
Gambar 7.2 Tata Letak Peralatan.....	95
Gambar 8.1 Struktur Organisasi Perusahaan Pabrik Nitrobenzena	116
Gambar 9.1 Analisa BEP	138

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Neraca Massa	L.A
Lampiran B Neraca Energi.....	L.B
Lampiran C Spesifikasi Peralatan.....	L.C
Lampiran D Analisa Ekonomi	L.D

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Kebutuhan nitrobenzena di Indonesia saat ini bergantung pada impor, yang menyebabkan kerentanan terhadap fluktuasi harga global dan gangguan rantai pasok. Hal ini meningkatkan biaya produksi bagi industri hilir, seperti tekstil dan farmasi, yang bergantung pada nitrobenzena. Menurut studi oleh Kumar et al. (2019), ketergantungan impor bahan kimia strategis dapat menghambat daya saing industri lokal karena biaya logistik yang tinggi dan ketidakpastian pasokan. Pendirian pabrik nitrobenzena akan menjamin pasokan yang stabil, mengurangi biaya impor, dan menghemat devisa negara, sehingga mendukung stabilitas ekonomi nasional.

Nitrobenzena dengan rumus umum $C_6H_5NO_2$ yang juga dikenal sebagai *nitrobenzol* atau *mirbane oil* merupakan cairan berupa minyak berwarna kuning pucat yang tak larut dalam air dan memiliki aroma seperti buah almond, serta mempunyai sifat beracun apabila terhirup langsung atau terpapar secara langsung, nitrobenzena ini juga merupakan bahan kimia hasil nitrasi senyawa aromatik, yaitu Benzena dengan asam penitrasi yang berasal dari asam campuran antara Asam nitrat dan Asam sulfat maupun Asam nitrat saja. nitrobenzena ($C_6H_5NO_2$) memainkan peran strategis sebagai bahan baku utama dalam produksi anilin, pewarna sintetis, pestisida, farmasi, bahan peledak dan polimer, dengan permintaan global yang terus meningkat seiring integrasi pasar dunia. Bahan baku tersebut memiliki nilai tambah yang sangat tinggi jika diproses menjadi Nitrobenzena. Benzena dijual dengan harga per kg Rp 18.000,- untuk Asam nitrat Rp 7.000,- per kg untuk Asam sulfat Rp 4.000,- . Sementara Nitrobenzena dijual dengan harga Rp 75,000.

Indonesia memiliki akses dalam penggunaan benzena, bahan baku utama nitrobenzena, melalui industri petrokimia domestik. Namun, benzena sering diekspor dalam bentuk mentah dengan nilai tambah rendah. Dengan mendirikan pabrik nitrobenzena, benzena dapat diolah menjadi produk bernilai tinggi, meningkatkan

efisiensi ekonomi sumber daya lokal. Penelitian oleh Lee et al. (2020) menunjukkan bahwa pengolahan bahan baku lokal menjadi produk kimia dapat meningkatkan kontribusi sektor industri di negara berkembang. Proyek ini juga memungkinkan integrasi hulu-hilir dalam rantai pasok kimia nasional. Di Indonesia juga belum banyak industri yang mendirikan pabrik Nitrobenzena, hal tersebutlah yang menjadi acuan atau alasan mengapa pabrik nitrobenzena ini perlu didirikan. Dengan berdirinya pabrik nitrobenzena ini pasti akan berdampak pada industri tertentu yang membutuhkan nitrobenzena dan berdampak juga terhadap masyarakat.

Menurut Badan Pusat Statistik (2024) jumlah impor nitrobenzena dalam negeri pada tahun 2018 – 2023 cenderung mengalami kenaikan. Pertumbuhan impor pada tahun 2018 hingga 2019 mengalami peningkatan sebesar 46,44%, pada tahun 2019 hingga 2020 mengalami peningkatan sebesar 179,2%, pada tahun 2020 hingga tahun 2021 mengalami peningkatan sebesar 110,7%, pada tahun 2021 hingga 2022 mengalami penurunan sebesar 9,82%, dan pada tahun 2022 hingga 2023 mengalami peningkatan sebesar 66,12%. Kebutuhan nitrobenzena di Indonesia diperkirakan akan terus meningkat seiring dengan meningkatnya kebutuhan manusia. Hal ini menunjukkan bahwa produk nitrobenzena dibutuhkan di Indonesia sehingga pendirian pabrik nitrobenzena memiliki peluang yang baik.

Pembangunan dan operasional pabrik nitrobenzena akan membuka ribuan lapangan kerja, baik langsung maupun tidak langsung. Tenaga kerja dibutuhkan untuk lini produksi, manajemen, hingga sektor pendukung seperti pemeliharaan dan logistik. Patel dan Sharma (2022) menyatakan bahwa industri kimia skala besar dapat menciptakan hingga 10.000 lapangan kerja per fasilitas, termasuk peluang pelatihan teknis untuk meningkatkan keterampilan tenaga kerja lokal. Hal ini akan meningkatkan pendapatan masyarakat, mengurangi angka pengangguran, dan mendukung kesejahteraan di wilayah sekitar pabrik, seperti di Remen Tuban, Jawa Timur.

Berdasarkan hal-hal yang telah dijabarkan di atas maka dari itu pendirian pabrik nitrobenzena dari asam campuran ini sangat berpotensi untuk didirikan di Indonesia.

1.2 Kapasitas Pabrik

Dalam penentuan kapasitas pabrik kimia yaitu Nitrobenzena, maka diperlukan data-data untuk menjadi pertimbangan dalam pendirian pabrik Nitrobenzena yaitu pabrik nitrobenzena yang telah berdiri, ketersediaan bahan baku serta data impor dari produk Nitrobenzena.

1.2.1 Pabrik Nitrobenzena yang telah berdiri

Adapun pabrik Nitrobenzena yang telah berdiri dapat dilihat pada **Tabel 1.1**

Tabel 1.1 Kapasitas Pabrik Nitrobenzena yang telah berdiri

No	Nama Perusahaan	Negara	Kapasitas (Ton/Tahun)
1	Anilina de Portugal	Estarreja, Portugal	160.000
2	Huntsman	Wilton, UK	400.000
3	CZ Zachem	Bydgoszcz, Poland	20.000
4	MCHZ	Ostrava, Czech Republic	140.000
5	Wanhua	China	240.000
6	DuPont	Beaumont, Texas	172.000
7	Rubicon	Geismar, Lousianna, USA	518.000
8	Bayer	Rio de Janeiro, Brazil	32.000
9	BASF	Yosu, South Korea	80.000
10	Bann Quimica	Sao Paulo, Brazil	15.000
11	CBP	Camacari, Brazil	14.000
12	Mitsui Chemicals	Japan	60.000
13	First Chemical	Amerika Serikat	500.000

Sumber : Masing-masing perusahaan (2024)

1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku

Pada perancangan pabrik Nitrobenzena ini menggunakan bahan baku Benzena dengan bahan penunjang yaitu Asam Sulfat, Asam Nitrat dan NaOH. Ketersediaan bahan baku dapat dilihat pada **Tabel 1.2**

Tabel 1.2 Pabrik Penghasil Bahan Baku dan Bahan Pendukung

No	Pabrik	Bahan	Kapasitas (Ton/Tahun)
1	PT Pertamina RU IV Cilacap	Benzena	125.000
2	PT Trans Pacific Petrochemical Indotama	Benzena	400.000
3	PT Chandra Asri	Benzena	200.000
4	PT Humpuss Aromatik	Benzena	260.000
5	PT Stryindo Mono Indonesia	Benzena	110.000
6	PT Tuban Petrochemical	Benzena	300.000

7	PT Indonesian Acid Industri	Asam sulfat	82.500
8	PT Petrokimia Gresik	Asam sulfat	550.000
9	PT Multi Nitrotama Kimia	Asam nitrat	160.000
10	PT Asahimas Chemical	Natrium Hidroksida	700.000

Sumber : Masing-masing perusahaan (2024)

1.2.3 Analisa Prediksi Kapasitas Nitrobenzena

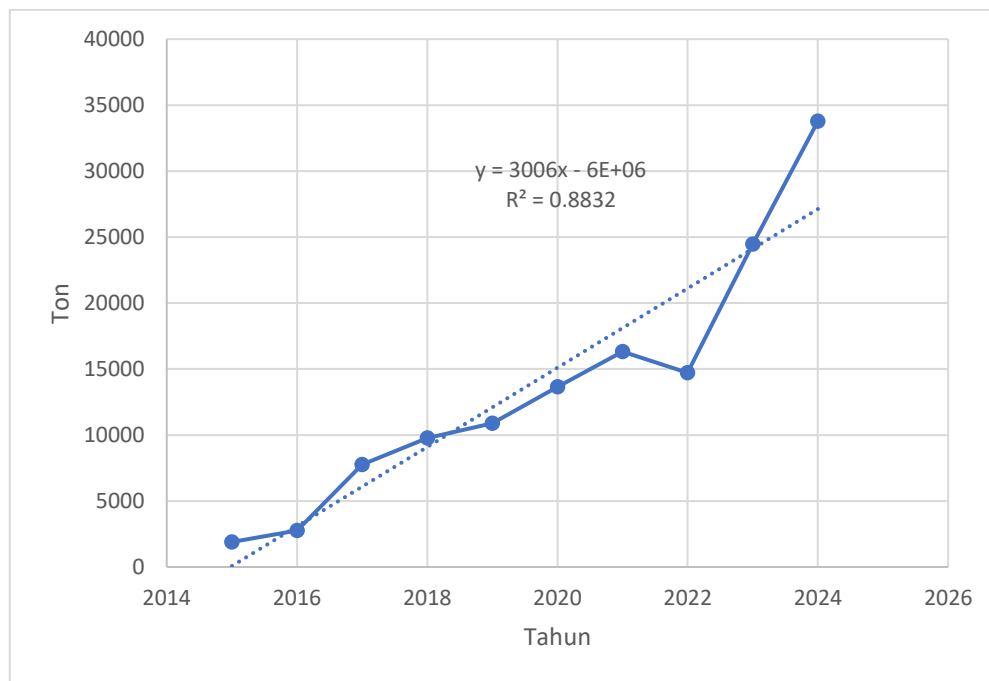
Data impor Nitrobenzena di Indonesia dapat dilihat pada **Tabel 1.3**

Tabel 1.3 Data Impor Nitrobenzena di Indonesia

No	Tahun	Jumlah (Ton/Tahun)
1	2015	1.894,5
2	2016	2.774,3
3	2017	7.747,2
4	2018	9.763,2
5	2019	10.891,6
6	2020	13.643,1
7	2021	16.323,7
8	2022	14.721,7
9	2023	24.455,3
10	2024	33.774,8

Sumber : Badan Pusat Statistik (2015-2024)

Berdasarkan **Tabel 1.3** dapat diketahui bahwa jumlah impor nitrobenzena di Indonesia seiring bertambahnya tahun mengalami kenaikan. Hal ini disebabkan karena belum berdirinya pabrik nitrobenzena di Indonesia sedangkan kebutuhan akan bahan tersebut terus meningkat seiring berjalannya waktu. Kebutuhan nitrobenzena di dalam negeri sendiri masih dipenuhi dengan cara mengimpor dari negara lain, seperti China, Brazil, Jerman, India, Perancis, dan Amerika Serikat. Hal ini juga sejalan dengan tidak ditemukannya data ekspor nitrobenzena dari Indonesia. Pendirian pabrik Nitrobenzena diharapkan dapat memenuhi kebutuhan penggunaan bahan nitrobenzena dalam negeri (Indonesia). Berdasarkan **Tabel 1.3** dapat di plot grafik seperti yang terlihat pada **Gambar 1.1**



Gambar 1.1 Grafik Linear Nitrobenzena berdasarkan data impor

Berdasarkan **Gambar 1.1** diatas dapat dilihat data impor Nitrobenzena dari tahun 2015-2024 dapat diprediksikan untuk kebutuhan Nitrobenzena pada tahun 2030 dengan cara pendekatan regresi linear, sehingga diperoleh persamaan regresi linear untuk $y = 3006x - 6E+06$ dimana “x” adalah tahun dan “y” adalah jumlah impor nitrobenzena (Ton/Tahun), jadi untuk kebutuhan Indonesia akan Nitrobenzena pada 2030 diprediksi sekitar 102.000 Ton/Tahun, Perkiraan kapasitas pabrik Nitrobenzena yang akan didirikan pada tahun 2030 adalah 110.000 Ton/Tahun. Hal tersebut dikarenakan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan sisanya di ekspor ke perusahaan yang membutuhkan produk nitrobenzena, seperti Sumitomo Chemical di Jepang, Wanhua dan Sinopec di Tiongkok, dan Hunsman di Amerika Serikat. Persentase penggunaan nitrobenzena di Indonesia dapat dilihat pada **Tabel 1.4**

Tabel 1.4 Persentase penggunaan Nitrobenzena di Indonesia

No	Penggunaan Nitrobenzena	Persentase
1	Produksi anilin	78 %
2	Industri farmasi dan obat-obatan	10%
3	Industri cat dan pewarnaan	4%
4	Produksi pelarut (<i>solvent</i>)	2%
5	Produksi pestisida	3%
6	Produk-produk lainnya	3%

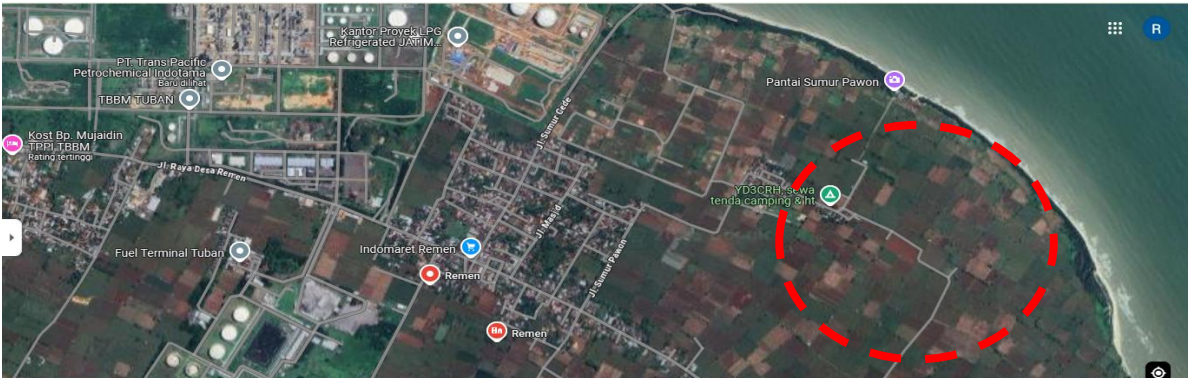
Sumber: Redivia, 2024

1.3 Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pendirian pabrik Nitrobenzena dilakukan dengan menggunakan metode analisis SWOT (*Strenght, Weakness, Opportunities and Threat*) sebagai pertimbangan dalam pemilihan lokasi yang ditampilkan pada **Tabel 1.5** sampai **Tabel 1.7**

1.3.1 Alternatif Lokasi I (Daerah Remen, Jenu Kabupaten Tuban, Jawa Timur)

Alternatif lokasi 1 untuk perancangan pabrik Nitrobenzena dengan bahan baku Benzena dan Asam Campuran dapat dilihat pada **Gambar 1.2**



Gambar 1. 2 Kawasan Industri Tuban (*Tuban Industrial Estate*)

Sumber : Google maps.com

Adapun analisis SWOT Kawasan industri di Tuban, Jawa Timur dapat dilihat pada **Tabel 1.5**

Tabel 1.5 Analisis SWOT Kawasan Industri Tuban, Jawa Timur

Variabel	Internal		Eksternal	
	<i>Strength</i> (Kekuatan)	<i>Weakness</i> (Kelemahan)	<i>Opportunities</i> (Peluang)	<i>Threat</i> (Tantangan)
Bahan baku	Dekat dengan bahan baku Benzena dari PT Trans Pacific Petrochemical Indotama	Adanya biaya bea cukai untuk impor ekspor bahan	Bekerja sama dengan perusahaan yang membutuhkan Nitrobenzena	Ketergantungan pasokan bahan baku jika kekurangan untuk sekitar tuban
Pemasaran	Berlokasi di Kawasan industri Tuban, dekat dengan pelabuhan, jalan nasional dan jalur distribusi utama	Penggunaan Nitrobenzena masih terbatas karena belum semua pihak mengenal produk nitrobenzena	Belum ada pabrik Nitrobenzena di Indonesia sedangkan permintaan selalu meningkat	Bekerjasama dengan para peneliti dan berbagai lembaga masyarakat untuk meningkatkan penggunaan Nitrobenzena
Utilitas	Lokasi merupakan kawasan industri, sehingga kebutuhan utilitas dapat digunakan bersama, untuk air dapat dari laut dan untuk listrik berasal dari PLN Tuban.	Resiko air laut 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
Tenaga kerja	Dapat diperoleh dari penduduk sekitar dan provinsi sekitar yang terampil dan siap untuk bekerja serta berkembang	Ketersediaan tenaga ahli yang masih sedikit	Bekerjasama dengan lembaga ketenagakerjaan dalam merekrut tenaga kerja	Harus sering memberi pelatihan kepada tenaga kerja agar menciptakan tenaga kerja yang ahli dibidangnya dari lembaga pelatihan terdekat
Kondisi daerah	Kondisi iklim dan cuaca stabil/ tidak ekstrem	Tidak cukup jauh dengan pemukiman warga	Dekat dengan perusahaan lain untuk dapat menjalin kerjasama yang baik	Persaingan dengan pabrik yang lain

1.3.2 Alternatif Lokasi II (Kawasan Industri Batang, Jawa Tengah)

Adapun alternatif lokasi 2 untuk perancangan pabrik Nitrobenzena dengan bahan baku Benzena dan Asam Campuran dapat dilihat pada **Gambar 1.3**



Gambar 1.3 Kawasan Industri Batang, Jawa Tengah

Sumber : Google maps.com

Adapun analisis SWOT Kawasan industri di Batang, Jawa Tengah dapat dilihat pada

Tabel 1.6

Tabel 1.6 Analisis SWOT Kawasan Industri Batang, Jawa Tengah

Variabel	Internal		Eksternal	
	<i>Strength (Kekuatan)</i>	<i>Weakness (Kelemahan)</i>	<i>Opportunities (Peluang)</i>	<i>Threat (Tantangan)</i>
Bahan baku	Dekat dengan bahan baku Benzena dari PT Pertamina RU IV Cilacap (kisaran 250 km)	Jarak bahan baku Asam nitrat cukup jauh melalui jalur darat	Bekerja sama dengan perusahaan yang membutuhkan Nitrobenzena	Melakukan impor jika kebutuhan bahan baku di tidak mencukupi
Pemasaran	Lokasi ini di dukung oleh Jalan Tol Semarang-Batang	Jauh dengan transportasi laut	Belum ada pabrik Nitrobenzena di Indonesia sedangkan permintaan selalu meningkat	Bekerjasama dengan para peneliti dan berbagai lembaga masyarakat untuk meningkatkan penggunaan Nitrobenzena
Utilitas	Untuk kebutuhan listrik dipenuhi dari PLN Kawasan dan bahan bakar dekat dari Pertamina	Kebutuhan air dilakukan pengolahan sendiri atau dari PDAM	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
Tenaga kerja	Dapat diperoleh dari penduduk sekitar dan provinsi sekitar	Ketersediaan tenaga ahli yang masih sedikit	Bekerjasama dengan lembaga ketenagakerjaan dalam merekrut tenaga kerja	Harus sering memberi pelatihan kepada tenaga kerja dari lembaga pelatihan
Kondisi daerah	Kondisi iklim dan cuaca stabil	Lahan terbatas dan dekat dengan permukiman warga	Dekat dengan perusahaan lain untuk dapat bekerjasama	Persaingan dengan pabrik yang lain

1.3.3 Alternatif Lokasi III (Kawasan Industri Modern, Medan)

Adapun alternatif lokasi 3 untuk perancangan pabrik Nitrobenzena dengan bahan baku Benzena dan Asam Campuran dapat dilihat pada **Gambar 1.4**



Gambar 1.4 Kawasan Industri Medan, Sumatra Utara

Sumber : Google maps.com

Adapun analisis SWOT Kawasan industri di Medan, Sumatra Utara dapat dilihat pada

Tabel 1.7

Tabel 1.7 Analisis SWOT Kawasan Industri Medan, Sumatra Utara

Variabel	Internal		Eksternal	
	<i>Strength</i> (Kekuatan)	<i>Weakness</i> (Kelemahan)	<i>Opportunities</i> (Peluang)	<i>Threat</i> (Tantangan)
Bahan baku	Akses mudah impor bahan baku via pelabuhan Belawan.	Tidak ada produsen benzena atau asam nitrat lokal	Posisi strategis untuk ekspor	Ketergantungan pelabuhan
Pemasaran	Menjangkau untuk ekspor	Pasar sumatera relatif kecil	Bisa suplai ke industri di sumatera	Kompetisi dengan produk impor dari luar
Utilitas	Untuk kebutuhan listrik dipenuhi dari PLN dan Kawasan KIM ini memiliki sistem utilitas industri modern	Biaya logistik untuk bahan kimia relatif lebih tinggi	Potensi pengembangan pemabngkit energi terintegrasi	Dapat mengalami gangguan pasokan
Tenaga kerja	Terdapat banyak lulusan politeknik dengan jurusan Teknik yang memadai	Kurang pengalaman spesifik di industri kimia berat	Bisa melakukan program pelatihan khusus dinas tenaga kerja	Kecelakaan kerja meningkat tanpa pelatihan dasar standar kimia
Kondisi daerah	Kondisi iklim dan cuaca stabil	Infrastruktur jalan luar Kawasan masih kurang	Dukung program pemerataan industri diluar jawa	Resiko gangguan social seperti banjir masih ada

Adapun skor/penilaian untuk pemilihan alternatif lokasi dapat dilihat sebagai berikut :

Variabel	Lokasi 1				Lokasi 2				Lokasi 3			
	<i>Streng th</i>	<i>Weakn ess</i>	<i>Oppurtuni ties</i>	<i>Thre at</i>	<i>Streng th</i>	<i>Weakn ess</i>	<i>Oppurtuni ties</i>	<i>Thre at</i>	<i>Streng th</i>	<i>Weakn ess</i>	<i>Oppurtuni ties</i>	<i>Thre at</i>
Bahan Baku	5	3	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5
Pemasaran	4	3	5	3	3	4	4	3	4	4	4	4
Utilitas	4	2	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4
Tenaga Kerja	4	4	4	4	4	3	3	3	4	3	3	3
Kondisi Daerah	4	3	4	3	3	3	4	4	3	3	3	3
Jumlah	21	15	21	18	18	18	19	18	19	19	17	19

Berdasarkan tiga lokasi alternatif yang disediakan diatas, maka dipilih lokasi alternatif I (Daerah Remen Jenu, Kabupaten Tuban, Jawa Timur) dengan beberapa pertimbangan, yaitu sebagai berikut :

1. Lokasi dekat dengan sumber bahan baku yaitu Benzena dari PT Trans Pacific Petrochemical Indotama dan tidak terlalu jauh dari bahan penunjang yaitu asam nitrat dari PT Nitrotama Kimia dan Asam sulfat serta NaOH dari PT Petrokimia Gresik dan PT Asahimas Chemical.
2. Transportasi yang sangat mendukung baik transportasi darat ataupun laut
3. Lokasi pemasaran yang strategis dikarenakan target pasar dari produk Nitrobenzena ini memang untuk pulau jawa ataupun ekspor menuju luar negeri
4. Sumber air bersih ataupun proses dapat diperoleh dari air laut dengan melakukan pengolahan terlebih dahulu di Department Utilitas
5. Energi listrik ataupun bahan bakar dapat diperoleh dari PLN dan Pertamina terdekat sekitar Tuban.
6. Kondisi daerah di Kawasan industri tersebut dapat dibilang baik karena iklimnya yang stabil.