

**PRARANCANG PABRIK NATRIUM KARBONAT (Na_2CO_3) DARI BATU
KAPUR DAN GARAM DENGAN PROSES SOLVAY KAPASITAS 132.000
TON/TAHUN**



SKRIPSI

**Dibuat untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Mata Kuliah Skripsi dan Seminar
Skripsi pada Jurusan S.Tr. Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Sekolah Vokasi,
Universitas Diponegoro**

Disusun Oleh:

HANIDA DESIRA NAILUFAR

NIM 40040121650037

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2025**

**PRARANCANG PABRIK NATRIUM KARBONAT (Na_2CO_3) DARI BATU
KAPUR DAN GARAM DENGAN PROSES SOLVAY KAPASITAS 132.000
TON/TAHUN**



SKRIPSI

**Dibuat untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Mata Kuliah Skripsi dan Seminar
Skripsi pada Jurusan S.Tr. Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Sekolah Vokasi,
Universitas Diponegoro**

Disusun Oleh:

HANIDA DESIRA NAILUFAR

NIM 40040121650037

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2025**

HALAMAN PENGESAHAN
PRARANCANG PABRIK NATRIUM KARBONAT (Na_2CO_3) DARI BATU
KAPUR DAN GARAM DENGAN PROSES SOLVAY KAPASITAS 132.000
TON/TAHUN

SKRIPSI

Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Terapan
Teknik

Disusun Oleh:

HANIDA DESIRA NAILUFAR

NIM 40040121650037

Disetujui dan Disahkan Sebagai Laporan Tugas Akhir (Skripsi)

Semarang, 05 Agustus 2025

Dosen Pembimbing,



Hermawan Dwi Anyanto, S.T., M.Sc., Ph.D.

NIP. H.7.199005152021021001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEKOLAH VOKASI
PROGRAM STUDI
TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI

Jalan Gubernur Mochtar
Kampus Universitas Diponegoro
Tembalang Semarang Kode Pos 50275
Telepon/Faksimile (024) 7471379
Laman: vokasi@liveundip.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

Judul Laporan TA : Prarancang Pabrik Natrium Karbonat (Na_2CO_3) Dari Batu Kapur Dan
Garam Dengan Proses Solvay Kapasitas 132.000 Ton/Tahun

Identitas Penulis:

N a m a : Hanida Desira Nailufar

N I M : 40040121650037

Fakultas/Prodi : Sekolah Vokasi/S.Tr. Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Laporan Tugas Akhir ini telah disahkan dan disetujui pada:

Hari : Senin

Tanggal : 25 Agustus 2025

Semarang, 25 Agustus 2025

Mengetahui,

Tim Penguji

Penguji I,

Penguji II,

Anggun Puspitarini Siswanto S.T., Ph.D
NIP. H.7.198803152018072001

Abdullah Malik Islam Filardli S.T., M.T.
NIP. 199608152024061003

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Hanida Desira Nailufar

NIM : 40040121650037

Judul Tugas Akhir : Prarancang Pabrik Natrium Karbonat (Na_2CO_3) Dari Batu Kapur Dan Garam Dengan Proses Solvay Kapasitas 132.000 Ton/Tahun

Fakultas/Jurusan : Sekolah Vokasi/ S.Tr. Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya saya Hanida Desira Nailufar dan partner saya Kyla Batrisya Salsabila F didampingi dan buku hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Diponegoro sesuai aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa ada paksaan dari siapa pun.



Semarang, 05 Agustus 2025



Hanida Desira Nailufar

NIM. 40040121650037

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat selama ini sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir (Skripsi) dengan Judul **“Prarancang Pabrik Natrium Karbonat (Na_2CO_3) Dari Batu Kapur Dan Garam Dengan Proses Solvay Kapasitas 132.000 Ton/Tahun”**. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan berbagai pihak. Oleh karena itu, penyusun menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Mohamad Endy Yulianto, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri.
2. Hermawan Dwi Ariyanto, S.T., M.Sc., Ph.D, selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang membimbing, mengarahkan, mendukung serta memberi masukan dalam penyusunan tugas akhir ini sehingga dapat terselesaikan dengan baik.
3. Dr. Ir. Fahmi Arifan S.T., M.Eng., IPM., ASEAN Eng., selaku Dosen Wali yang telah memberikan semangat dan doa kepada penyusun.
4. Seluruh Dosen Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
5. Abah, Ibu, Mas Aar, Mas Okta, dan Mbak Mega yang tidak henti-hentinya selalu memberikan doa dan motivasi untuk tidak menyerah menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Catur Ilham yang selama ini memberikan dukungan baik suka atau duka kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir.
7. Kyla Batrisya Salsabila selaku partner skripsi, yang senantiasa berjuang dan memberi semangat satu sama lain sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan lancar.
8. Rachel, Mayang, Okta, Dea, Nabilla, Afra, dan yang lainnya, yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu hingga terselesaikannya skripsi ini. Semoga segala bantuan yang telah diberikan, diberi balasan yang setimpal dari Allah SWT.

Penyusun menyadari keterbatasan dan kemampuan dalam penyusunan skripsi ini, oleh karena itu penyusun mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun sehingga dapat bermanfaat bagi penyusun untuk menyempurnakan skripsi ini.

Semarang, 13 April 2025

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xx
INTISARI.....	xxiv
SUMMARY	xxv
BAB I PENDAHULUAN	26
1.1 Latar Belakang	26
1.2 Kapasitas Rancangan	27
1.2.1 Prediksi Kebutuhan Natrium Karbonat di Indonesia.....	27
1.2.2 Perhitungan Kapasitas Produksi	29
1.2.3 Ketersediaan Bahan Baku.....	30
1.2.4 Kapasitas Komersial (minimal) Pabrik Natrium Karbonat	33
1.2.5 Proses yang Digunakan	34
1.3 Penentuan Lokasi Pabrik.....	34
1.3.1 Faktor Penentuan Lokasi	34
1.3.2 Metode Pemilihan Lokasi.....	36
1.3.3 Penentuan Lokasi Pendirian Pabrik Natrium Karbonat.....	37
1.4 Tinjauan Proses	43
1.4.1 Macam-macam Proses Pembuatan Natrium Karbonat.....	43
1.4.2 Kegunaan Produk	48
BAB II DESKRIPSI PROSES.....	50
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	50
2.1.1 Spesifikasi Bahan Baku	50
2.1.2 Spesifikasi Bahan Pembantu	51
2.1.3 Spesifikasi Produk	51
2.1.4 Spesifikasi Produk Samping.....	52
2.2 Konsep Proses	53
2.2.1 Dasar Reaksi	53

2.2.2	Mekanisme Reaksi.....	53
2.2.3	Fase Reaksi	54
2.2.4	Kondisi Operasi	54
2.2.5	Tinjauan Secara Thermodinamika	54
2.2.6	Tinjauan Kinetika Reaksi	56
2.3	Langkah Proses.....	57
2.3.1	Persiapan Bahan Baku	58
2.3.2	Pembentukan Produk.....	59
2.3.3	Produk Samping dan <i>Recovery Ammonia</i>	60
2.4	Process Flow Diagram (PFD).....	62
2.5	Neraca Massa dan Neraca Panas	63
2.5.1	Neraca Massa	63
2.5.2	Neraca Panas	77
2.6	Tata Letak Pabrik dan Pemetaan.....	87
2.6.1	<i>Lay Out</i> Pabrik	88
2.6.2	<i>Lay Out</i> Peralatan Proses.....	92
BAB III	SPESIFIKASI ALAT.....	95
3.1	Unit Penyimpanan	95
3.1.1	Gudang Penyimpanan NaCl (TP-01).....	95
3.1.2	Tangki NH ₃ (TP-02)	95
3.1.3	Gudang Penyimpanan CaCO ₃ (TP-03).....	96
3.1.4	Gudang Penyimpanan Batubara (TP-04).....	96
3.1.5	Gudang Penyimpanan Produk Na ₂ CO ₃ (TP-05).....	97
3.1.6	Tangki Penyimpanan Produk Samping CaCl ₂ (TP-06).....	98
3.2	Unit Pemindahan	98
3.2.1	<i>Belt Conveyor</i> (CO-01).....	98
3.2.2	<i>Cooling Conveyor</i> (CL-02).....	99
3.2.3	Blower (BL-02)	99
3.2.4	Pompa (P-02).....	100
3.3	Unit Size Reduction	100
3.3.1	<i>Jaw Crusher</i> (CR-01)	100
3.3.2	<i>Hammer Mill</i> (CR-02)	101
3.3.3	<i>Ball Mill</i> (CR-03)	101
3.3.4	<i>Screen</i> (SR-01).....	102

3.4	Unit Penukar Panas.....	102
3.4.1	<i>Heat Exchanger</i> (HE-05).....	102
3.5	Unit Separasi.....	103
3.5.1	<i>Cyclone</i> (CY-02).....	103
3.5.2	<i>Rotary Drum Vacuum Filter</i> (RD-01).....	104
3.5.3	<i>Knock Out Drum</i> (SP-01)	104
3.6	Unit Reaksi.....	105
3.6.1	Tangki Pelarutan (M-01)	105
3.6.2	<i>Continous Strried Tank Reactor</i> (R-02).....	106
3.6.3	<i>Rotary Kiln</i> (RK-02).....	107
3.6.4	<i>Burner</i>	109
3.6.5	<i>Absorber</i> (AB-01).....	109
3.6.6	<i>Carbonating Tower</i> (R-01)	110
BAB IV	UNIT PENDUKUNG PROSES	112
4.1	Unit Penyedia dan Pengolahan Air (<i>Water Treatment System</i>)	112
4.1.1	Air Sanitasi	115
4.1.2	Air Pendingin.....	117
4.1.3	Air Proses	118
4.1.4	<i>Air Hydrant</i>	119
4.1.5	Kebutuhan Air Total	120
4.2	Unit Penyedia Udara Tekan (<i>Power Air System</i>).....	120
4.3	Unit Penyedia Listrik	121
4.3.1	Kebutuhan Listrik Untuk Proses.....	122
4.3.2	Kebutuhan Listrik Untuk Utilitas	123
4.3.3	Kebutuhan Listrik Untuk Penerangan	123
4.3.4	Kebutuhan Listrik Untuk <i>Air Conditioner</i> (AC)	125
4.3.5	Kebutuhan Listrik Total.....	126
4.3.6	<i>Generator Set</i>	126
4.4	Unit Penyedia Bahan Bakar	128
4.5	Unit Laboratorium	128
4.6	Unit Pengolahan Limbah	131
4.7	Unit <i>Health, Safety, and Environment</i> (HSE).....	133
BAB V	MANAJEMEN PERUSAHAAN	135
5.1	Bentuk Perusahaan	135

5.2	Struktur Organisasi.....	136
5.3	Tugas dan Wewenang	139
5.3.1	Pemegang Saham.....	139
5.3.2	Dewan Komisaris	139
5.3.3	Direktur Utama	139
5.3.4	Direktur Produksi dan Teknik.....	140
5.3.5	Direktur Keuangan dan Umum	140
5.3.6	Kepala Bagian.....	140
5.3.7	Kepala Seksi (<i>Supervisor</i>)	141
5.3.8	Kepala Regu	142
5.4	Kebutuhan Karyawan dan Sistem Pengupahan.....	142
5.4.1	Pembagian Jam Kerja	142
5.4.2	Perincian Jumlah Karyawan	143
5.5	Penggolongan Jabatan, Jumlah dan Gaji Karyawan	145
5.5.1	Penggolongan Jabatan	145
5.5.2	Jumlah Karyawan Total	147
5.5.3	Penggolongan Gaji Menurut Jabatan.....	148
5.6	Kesejahteraan Karyawan	149
5.7	<i>Corporate Social Responsibility (CSR)</i>	152
5.7.1	Dasar Pelaksanaan dan Kebijakan Program CSR.....	152
5.7.2	Pengertian <i>Corporate Social Responsibility (CSR)</i>	152
5.7.3	Kebijakan CSR pada Pabrik Natrium Karbonat	153
BAB VI	<i>TROUBLESHOOTING</i>	155
6.1	Unit Penyimpanan	155
6.2	Unit Pemindah	156
6.2.1	<i>Belt Conveyor</i>	156
6.2.2	<i>Cooling Conveyor</i>	156
6.2.3	Pompa	157
6.3	<i>Unit Size Reduction</i>	158
6.4	Unit Penukar Panas.....	159
6.5	Unit Separasi.....	160
6.5.1	<i>Cyclone</i>	160
6.5.2	<i>Rotary Drum Vacuum Filter</i>	161
6.5.3	<i>Knock Out Drum</i>	161

6.6	Unit Reaksi	162
6.6.1	Reaktor	162
6.6.2	Absorber	163
6.6.3	Rotary Kiln	164
BAB VII	ANALISA EKONOMI	166
7.1	Penaksiran Harga Peralatan	166
7.2	Dasar Perhitungan.....	168
7.2.1	Kapasitas Produksi	168
7.2.2	Kebutuhan Bahan Baku	169
7.2.3	Kebutuhan Alat.....	169
7.3	Perhitungan Biaya	170
7.3.1	Capital Investment	170
7.3.2	Production Cost	174
7.4	Analisa Kelayakan.....	176
7.4.1	Profit on Sales.....	176
7.4.2	Return on Investment	177
7.4.3	Pay-out Time.....	177
7.4.4	Internal Rate Return	178
7.4.5	Break-even Point	178
7.4.6	Shutdown Point.....	179
7.4.7	Net Present Value (NPV)	179
7.5	Hasil Perhitungan	180
7.5.1	Capital Investment	180
7.5.2	Production Cost	181
7.6	Analisa Kelayakan.....	183
7.6.1	Profit on Sales.....	183
7.6.2	Return Of Investment	183
7.6.3	Pay Out Time	183
7.6.4	Break Event Point	183
7.6.5	Shut Down Point.....	184
7.6.6	Internal Rate Return	184
7.6.7	Net Precents Value	184
BAB VIII	KESIMPULAN	186
DAFTAR PUSTAKA		187

LAMPIRAN A NERACA MASSA.....	191
LAMPIRAN B NERACA PANAS.....	218
LAMPIRAN C SPESIFIKASI ALAT.....	250
LAMPIRAN D ANALISA EKONOMI	352

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Kebutuhan Natrium Karbonat di Indonesia (Badan Pusat Statistika, 2025) .	27
Tabel 1. 2 Pertumbuhan Rata-rata per Tahun	28
Tabel 1. 3 Daftar Perusahaan Penyuplai NaCl	30
Tabel 1. 4 Daftar Perusahaan Penyuplai CaCO ₃	31
Tabel 1. 5 Daftar Perusahaan Penyuplai NH ₃	31
Tabel 1. 6 Daftar Pabrik Na ₂ CO ₃ di Berbagai Negara.....	33
Tabel 1. 7 Penentuan Lokasi Pendirian Pabrik	37
Tabel 1. 8 Daftar Pasar Na ₂ CO ₃ di Indonesia.....	41
Tabel 1. 9 Perbandingan Proses Pembuatan Na ₂ CO ₃	47
Tabel 2. 1 Komposisi Natrium Klorida	50
Tabel 2. 2 Komposisi Batu Kapur	51
Tabel 2. 3 Komposisi Ammonia	51
Tabel 2. 4 Komposisi Natrium Karbonat.....	52
Tabel 2. 5 Komposisi Kalsium Klorida	52
Tabel 2. 6 Dasar Reaksi Proses Solvay.....	53
Tabel 2. 7 Reaksi Pengendapan Natrium Bikarbonat (NaHCO ₃).....	53
Tabel 2. 8 Panas Pembentukan Standar Reaktan dan Produk.....	55
Tabel 2. 9 Harga (ΔG°) Setiap Komponen.....	55
Tabel 2. 10 Neraca Massa Mixer (M-01)	64
Tabel 2. 11 Neraca Massa HE-02	65
Tabel 2. 12 Neraca Massa AB-01	65
Tabel 2. 13 Neraca Massa HE-03	65
Tabel 2. 14 Neraca Massa R-01	66
Tabel 2. 15 Neraca Massa HE-04	66
Tabel 2. 16 Neraca Massa RD-01	67
Tabel 2. 17 Neraca Massa RK-02	68
Tabel 2. 18 Neraca Massa CL-02	68
Tabel 2. 19 Neraca Massa CR-03	69
Tabel 2. 20 Neraca Massa CY-02	69
Tabel 2. 21 Neraca Massa HE-05	70
Tabel 2. 22 Neraca Massa SP-01	70

Tabel 2. 23 Neraca Massa CR-01	71
Tabel 2. 24 Neraca Massa RK-01	71
Tabel 2. 25 Neraca Massa CY-01	72
Tabel 2. 26 Neraca Massa CL-01	72
Tabel 2. 27 Neraca Massa He-01	73
Tabel 2. 28 Neraca Massa R-02.....	73
Tabel 2. 29 Neraca Massa R-03	74
Tabel 2. 30 Neraca Massa SP-02	74
Tabel 2. 31 Neraca Massa Overall.....	75
Tabel 2. 32 Neraca Panas RK-01	78
Tabel 2. 33 Neraca Panas Cl-01.....	79
Tabel 2. 34 Neraca Panas R-02.....	80
Tabel 2. 35 Neraca Panas R-03.....	80
Tabel 2. 36 Neraca Panas AB-01	81
Tabel 2. 37 Neraca Panas HE-01	81
Tabel 2. 38 Neraca Panas HE-02	82
Tabel 2. 39 Neraca Panas HE-03	83
Tabel 2. 40 Neraca Panas R-01	83
Tabel 2. 41 Neraca Panas HE-04	84
Tabel 2. 42 Neraca Panas RK-02.....	85
Tabel 2. 43 Neraca Panas CL-02	85
Tabel 2. 44 Neraca Panas HE-05	86
Tabel 2. 45 Neraca Panas Overall.....	86
Tabel 2. 46 Luas Tanah Pabrik	90
Tabel 2. 47 Keterangan <i>Lay Out</i> Peralatan Proses.....	93
Tabel 3. 2 Spesifikasi Gudang Penyimpanan NaCl (TP-01)	95
Tabel 3. 3 Spesifikasi Tangki Penyimpanan NH ₃ (TP-02)	95
Tabel 3. 4 Spesifikasi Gudang Penyimpanan CaCO ₃ (TP-03)	96
Tabel 3. 5 Spesifikasi Gudang Penyimpanan Batubara (TP-04)	96
Tabel 3. 6 Spesifikasi Gudang Penyimpanan Produk Na ₂ CO ₃ (TP-05)	97
Tabel 3. 7 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Produk Samping CaCl ₂ (TP-06).....	98
Tabel 3. 8 Spesifikasi <i>Belt Conveyor</i> (CO-01)	98

Tabel 3. 9 Spesifikasi <i>Cooling Conveyor</i> (CL-02)	99
Tabel 3. 10 Spesifikasi Blower (BL-02)	99
Tabel 3. 11 Spesifikasi Pompa (P-02).....	100
Tabel 3. 12 Spesifikasi <i>Jaw Crusher</i> (CR-01).....	100
Tabel 3. 13 Spesifikasi <i>Hammer Mill</i> (CR-02).....	101
Tabel 3. 14 Spesifikasi <i>Ball Mill</i> (CR-03)	101
Tabel 3. 15 Spesifikasi <i>Screen</i> (SR-01)	102
Tabel 3. 16 Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i> (HE-05)	102
Tabel 3. 17 Spesifikasi <i>Cyclone</i> (CY-02).....	103
Tabel 3. 18 Spesifikasi <i>Rotary Drum Vacuum Filter</i> (RD-01)	104
Tabel 3. 19 Spesifikasi <i>Knock Out Drum</i> (SP-01).....	104
Tabel 3. 20 Spesifikasi Tangki Pelarutan (M-01)	105
Tabel 3. 21 Spesifikasi Reaktor CSTR (R-02)	106
Tabel 3. 22 Spesifikasi <i>Rotary Kiln</i> (RK-02)	107
Tabel 3. 23 Spesifikasi <i>Burner Rotary Kiln</i>	109
Tabel 3. 24 Spesifikasi Absorber (AB-01).....	109
Tabel 3. 25 Spesifikasi <i>Carbonating Tower</i> (R-01).....	110
Tabel 4. 1 Syarat Kualitas Air Sanitasi	116
Tabel 4. 2 Syarat Baku Mutu Air Pendingin.....	117
Tabel 4. 3 Jumlah Kebutuhan Air Pendingin	118
Tabel 4. 4 Kebutuhan Air Proses	119
Tabel 4. 5 Kebutuhan Air Total.....	120
Tabel 4. 6 Data Jumlah Kebutuhan Listrik Proses.....	122
Tabel 4. 7 Kebutuhan Listrik Untuk Utilitas	123
Tabel 4. 8 Data Jumlah Kebutuhan Listrik	124
Tabel 4. 9 Kebutuhan Listrik Untuk AC	125
Tabel 4. 10 Spesifikasi AC Generator	127
Tabel 5. 1 Jadwal Kerja Karyawan Proses	143
Tabel 5. 2 Perincian Jumlah Karyawan Operator Lapangan	143
Tabel 5. 3 Penggolongan Jabatan	145
Tabel 5. 4 Perincian Jumlah Karyawan	147
Tabel 5. 5 Penggolongan Gaji Menurut Jabatan.....	148

Tabel 6. 2 <i>Troubleshoots</i> Unit Penyimpanan	155
Tabel 6. 3 <i>Troubleshoots Belt Conveyor</i>	156
Tabel 6. 4 <i>Troubleshoots Cooling Conveyor</i>	156
Tabel 6. 5 <i>Troubleshoots Pompa</i>	157
Tabel 6. 6 <i>Troubleshoots Crusher</i>	158
Tabel 6. 7 <i>Troubleshoots Heat Exchanger</i>	159
Tabel 6. 8 <i>Troubleshoots Cyclone</i>	160
Tabel 6. 9 <i>Troubleshoots Rotary Drum Vacuum Filter</i>	161
Tabel 6. 10 <i>Troubleshoots Knock Out Drum</i>	161
Tabel 6. 11 <i>Troubleshoots Reaktor</i>	162
Tabel 6. 12 <i>Troubleshoots Absorber</i>	163
Tabel 6. 13 <i>Troubleshoots Rotary Kiln</i>	164
Tabel 7. 1 Daftar Harga <i>Indeks CEP</i>	166
Tabel 7. 2 Daftar Harga Bahan Baku.....	169
Tabel 7. 3 Daftar Harga Alat.....	169
Tabel 7. 4 Presentase Biaya <i>Equipment Installation</i>	170
Tabel 7. 5 Presentase Biaya <i>Piping Cost</i>	171
Tabel 7. 6 Presentase Biaya <i>Instrumentation</i>	171
Tabel 7. 7 Presentase Biaya <i>Insulation</i>	171
Tabel 7. 8 Presentase Biaya <i>Utilities</i>	172
Tabel 7. 9 Presentase Biaya <i>Engineering and Construction</i>	172
Tabel 7. 10 Presentase Biaya <i>Contingency</i>	173
Tabel 7. 11 Presentase Biaya <i>Maintenance</i>	174
Tabel 7. 12 Biaya <i>Physical Plant Cost</i>	180
Tabel 7. 13 Biaya <i>Fix Capital Investment</i>	180
Tabel 7. 14 Biaya <i>Working Capital Investment</i>	180
Tabel 7. 15 Biaya <i>Total Capital Investment</i>	181
Tabel 7. 16 Biaya <i>Direct Manufacturing Cost</i>	181
Tabel 7. 17 Biaya <i>Indirect Manufacturing Cost</i>	181
Tabel 7. 18 Biaya <i>Fixed Manufacturing Cost</i>	182
Tabel 7. 19 Biaya <i>Total Manufacturing Cost</i>	182
Tabel 7. 20 Biaya <i>General Expand</i>	182

Tabel 7. 21 Biaya <i>Production Cost</i>	182
Tabel 7. 22 Analisa Kelayakan Pabrik.....	184
Tabel A. 1 Neraca Massa M-01	192
Tabel A. 2 Neraca Massa HE-02	193
Tabel A. 3 Neraca Massa AB-01	194
Tabel A. 4 Neraca Massa HE-03	195
Tabel A. 5 Neraca Massa R-01	197
Tabel A. 6 Neraca Massa HE-04	198
Tabel A. 7 Neraca Massa RD-01	199
Tabel A. 8 Neraca Massa RK-02	200
Tabel A. 9 Neraca Massa CL -02.....	201
Tabel A. 10 Neraca Massa CR-03	202
Tabel A. 11 Neraca Massa CY-02.....	203
Tabel A. 12 Neraca Massa HE-05	203
Tabel A. 13 Neraca Massa SP-01	204
Tabel A. 14 Neraca Massa CR-01	205
Tabel A. 15 Komponen Impuritas <i>Limestone</i>	207
Tabel A. 16 Komponen Batubara	207
Tabel A. 17 Komposisi Gas Hasil Pembakaran.....	209
Tabel A. 18 Neraca Massa RK-01	210
Tabel A. 19 Neraca Massa CY-01.....	210
Tabel A. 20 Neraca Massa CL-01.....	212
Tabel A. 21 Neraca Massa HE-01	213
Tabel A. 22 Neraca Massa R-02	214
Tabel A. 23 Neraca Massa R-03	215
Tabel A. 24 Neraca Massa SP-02	216
Tabel A. 25 Neraca Massa <i>Overall</i>	216
Tabel B. 1 Cp Komponen <i>Solid</i>	218
Tabel B. 2 Cp Komponen <i>Liquid</i>	218
Tabel B. 3 Cp Komponen <i>Gas</i>	219
Tabel B. 4 Komposisi <i>Limestone</i> Masuk RK-01	220
Tabel B. 5 Komposisi Batubara Masuk RK-01	221

Tabel B. 6 Neraca Panas RK-01	225
Tabel B. 7 Neraca Panas CL-01	227
Tabel B. 8 Neraca Panas R-02	229
Tabel B. 9 Neraca Panas R-03	231
Tabel B. 10 Neraca Panas AB-01	233
Tabel B. 11 Neraca Panas HE-01	235
Tabel B. 12 Neraca Panas HE-02	236
Tabel B. 13 Neraca Panas HE-03	238
Tabel B. 14 Neraca Panas R-01	241
Tabel B. 15 Neraca Panas HE-04	242
Tabel B. 16 Neraca Panas RK-02	245
Tabel B. 17 Neraca Panas CL-02	246
Tabel B. 18 Neraca Panas HE-05	248
Tabel B. 19 Neraca Panas <i>Overall</i>	248
Tabel C. 1 Data Komponen NaCl	250
Tabel C. 2 Data Komponen NH ₃	253
Tabel C. 3 Data Komponen CaCO ₃	256
Tabel C. 4 Data Komponen Batubara	258
Tabel C. 5 Data Komponen Na ₂ CO ₃	260
Tabel C. 6 Data Komponen CaCl ₂	261
Tabel C. 7 Data Komponen Produk Na ₂ CO ₃	268
Tabel C. 8 Data Komponen NH ₄ OH	271
Tabel C. 9 Kerugian Gesek Pada Aliran Fluida	272
Tabel C. 10 Data Komponen <i>Slurry</i>	280
Tabel C. 11 Data Komponen Air Pendingin	280
Tabel C. 12 Penentuan <i>Hot Fluid</i> Dan <i>Cold Fluid</i>	281
Tabel C. 13 <i>Troubleshoot Exchanger Fitting</i>	282
Tabel C. 14 Penentuan Dimensi DPHE	283
Tabel C. 15 Penentuan <i>Pressure Drop</i>	285
Tabel C. 16 Data Komponen Air Pendingin	287
Tabel C. 17 Data Komponen Filtrat	291
Tabel C. 18 Data Komponen Padatan	292

Tabel C. 19 Data Komponen CO ₂ dan H ₂ O.....	295
Tabel C. 20 Data Komponen NaCl dan H ₂ O	299
Tabel C. 21 Harga ΔH_f Masing-masing Komponen.....	305
Tabel C. 22 Data Komponen Masuk RK-02.....	305
Tabel C. 23 Data Komponen Keluar RK-02.....	305
Tabel C. 24 Data Perhitungan Densitas	306
Tabel C. 25 Data Perhitungan Densitas <i>Liquid</i>	306
Tabel C. 26 Data Komponen Perhitungan Viskositas.....	310
Tabel C. 27 Data Komponen Bahan Masuk Absorber.....	331
Tabel C. 28 Penentuan μ , C_p , ρ bahan masuk	331
Tabel C. 29 Data komponen keluar absorber	332
Tabel C. 30 Penentuan μ , C_p , ρ Bahan Keluar Absorber	332
Tabel C. 31 Data Komponen Masuk NaCl dan NH ₄ OH	341
Tabel C. 32 Data Komponen Masuk NaCl dan NH ₄ OH	342
Tabel C. 33 Data Komponen Gas Masuk	342
Tabel C. 34 Data Komponen Gas Masuk	343
Tabel D. 1 Biaya PEC Impor.....	355
Tabel D. 2 Biaya Pemasangan Alat	356
Tabel D. 3 Biaya Pemipaan	357
Tabel D. 4 Biaya Instrumentasi	358
Tabel D. 5 Biaya Insulasi.....	358
Tabel D. 6 Biaya Listrik	359
Tabel D. 7 <i>Physical Plant Cost</i>	361
Tabel D. 8 <i>Engineering and Construction Cost</i>	362
Tabel D. 9 <i>Fix Capital Invesment</i>	362
Tabel D. 10 <i>Working Capital Investment</i>	364
Tabel D. 11 <i>Capital Investment</i>	365
Tabel D. 12 <i>Total Manufacturing Cost</i>	369
Tabel D. 13 <i>General Expand</i>	370
Tabel D. 14 <i>Production Cost</i>	370
Tabel D. 15 <i>Cash Flow</i>	372
Tabel D. 16 <i>Commulative Cash Flow</i>	375

Tabel D. 17 <i>Internal Rate of Return</i>	376
Tabel D. 18 Analisa Kelayakan Ekonomi.....	378

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Nilai Impor Natrium Karbonat.....	28
Gambar 1. 2 Grafik Nilai Ekspor Natrium Karbonat	28
Gambar 1. 3 Diagram Alir Proses Natural.....	44
Gambar 2. 1 Diagram Alir Proses Produksi Natrium Karbonat	62
Gambar 2. 2 Diagram Alir Neraca Massa	63
Gambar 2. 3 Diagram Alir Neraca Massa M-01.....	64
Gambar 2. 4 Diagram Alir Neraca Massa HE-02.....	64
Gambar 2. 5 Diagram Alir Neraca Massa AB-01	65
Gambar 2. 6 Diagram Alir Neraca Massa HE-03.....	65
Gambar 2. 7 Diagram Alir Neraca Massa R-01	66
Gambar 2. 8 Diagram Alir Neraca Massa HE-04.....	66
Gambar 2. 9 Diagram Alir Neraca Massa RD-01.....	67
Gambar 2. 10 Diagram Alir Neraca Massa RK-02.....	68
Gambar 2. 11 Diagram Alir Neraca Massa CL-02	68
Gambar 2. 12 Diagram Alir Neraca Massa CR-03	69
Gambar 2. 13 Diagram Alir Neraca Massa CY-02	69
Gambar 2. 14 Diagram Alir Neraca Massa HE-05	70
Gambar 2. 15 Diagram Alir Neraca Massa SP-01	70
Gambar 2. 16 Diagram Alir Neraca Massa CR-01	71
Gambar 2. 17 Diagram Alir Neraca Massa RK-01.....	71
Gambar 2. 18 Diagram Alir Neraca Massa CY-01	72
Gambar 2. 19 Diagram Alir Neraca Massa CL-01	72
Gambar 2. 20 Diagram Alir Neraca Massa HE-01.....	73
Gambar 2. 21 Diagram Alir Neraca Massa R-02	73
Gambar 2. 22 Diagram Alir Neraca Massa R-03	74
Gambar 2. 23 Diagram Alir Neraca Massa SP-02.....	74
Gambar 2. 24 Diagram Alir Neraca Panas	77
Gambar 2. 25 Diagram Alir Neraca Panas RK-01	78
Gambar 2. 26 Diagram Alir Neraca Panas CL-01	79
Gambar 2. 27 Diagram Alir Neraca Panas R-02	79
Gambar 2. 28 Diagram Alir Neraca Panas R-03	80

Gambar 2. 29 Diagram Alir Neraca Panas AB-01	81
Gambar 2. 30 Diagram Alir Neraca Panas HE-01	81
Gambar 2. 31 Diagram Alir Neraca Panas HE-02	82
Gambar 2. 32 Diagram Alir Neraca Panas HE-03	83
Gambar 2. 33 Diagram Alir Neraca Panas R-01	83
Gambar 2. 34 Diagram Alir Neraca Panas HE-04	84
Gambar 2. 35 Diagram Alir Neraca Panas RK-02	85
Gambar 2. 36 Diagram Alir Neraca Panas RK-02	85
Gambar 2. 37 Diagram Alir Neraca Panas HE-05	86
Gambar 2. 38 <i>Lay Out</i> Pabrik	91
Gambar 2. 39 <i>Lay Out</i> Peralatan Proses	93
Gambar 4. 1 Diagram Alir Pengolahan Air	112
Gambar 4. 2 Diagram Struktur Organisasi	138
Gambar 7. 1 Grafik <i>Indeks</i> CEP	167
Gambar 7. 2 Grafik Analisa Kelayakan BEP dan SDP	185
Gambar A. 1 Diagram Alir Neraca Massa M-01	192
Gambar A. 2 Diagram Alir Neraca Massa HE-02	193
Gambar A. 3 Diagram Alir Neraca Massa AB-01	193
Gambar A. 4 Diagram Alir Neraca Massa HE-03	195
Gambar A. 5 Diagram Alir Neraca Massa R-01	196
Gambar A. 6 Diagram Alir Neraca Massa HE-04	197
Gambar A. 7 Diagram Alir Neraca Massa RD-01	198
Gambar A. 8 Diagram Alir Neraca Massa RK-02	199
Gambar A. 9 Diagram Alir Neraca Massa CL -02	201
Gambar A. 10 Diagram Alir Neraca Massa CR-03	201
Gambar A. 11 Diagram Alir Neraca Massa CY-02	202
Gambar A. 12 Diagram Alir Neraca Massa HE-05	203
Gambar A. 13 Diagram Alir Neraca Massa SP-01	204
Gambar A. 14 Diagram Alir Neraca Massa CR-01	205
Gambar A. 15 Diagram Alir Neraca Massa RK-01	206
Gambar A. 16 Diagram Alir Neraca Massa CY-01	210
Gambar A. 17 Diagram Alir Neraca Massa CL-01	211

Gambar A. 18 Diagram Alir Neraca Massa HE-01	212
Gambar A. 19 Diagram Alir Neraca Massa R-02	213
Gambar A. 20 Diagram Alir Neraca Massa R-03	214
Gambar A. 21 Diagram Alir Neraca Massa SP-02	215
Gambar B. 1 Diagram Alir Neraca Panas RK-01	220
Gambar B. 2 Diagram Alir Neraca Panas CL-01	226
Gambar B. 3 Diagram Alir Neraca Panas R-02	227
Gambar B. 4 Diagram Alir Neraca Panas R-03	229
Gambar B. 5 Diagram Alir Neraca Panas AB-01	232
Gambar B. 6 Diagram Alir Neraca Panas HE-01	234
Gambar B. 7 Diagram Alir Neraca Panas HE-02	235
Gambar B. 8 Diagram Alir Neraca Panas HE-03	237
Gambar B. 9 Diagram Alir Neraca Panas R-01	238
Gambar B. 10 Diagram Alir Neraca Panas HE-04	241
Gambar B. 11 Diagram Alir Neraca Panas RK-02	243
Gambar B. 12 Diagram Alir Neraca Panas CL-02	245
Gambar B. 13 Diagram Alir Neraca Panas HE-05	246
Gambar C. 1 Jenis <i>Spherical Tank</i>	255
Gambar C. 2 Tinggi <i>Torispherical Dished Head</i>	264
Gambar C. 3 <i>Centrifugal Blower</i>	270
Gambar C. 4 <i>Heat Exchanger</i>	280
Gambar C. 5 <i>Flow Area and Equivalent Diameter in DPHE</i>	283
Gambar C. 6 <i>Cyclone</i>	287
Gambar C. 7 <i>Vertical Knock Out Drum</i>	295
Gambar C. 8 Tangki Pelarutan	298
Gambar C. 9 <i>Continous Stirried Tank Reactor</i>	304
Gambar C. 10 <i>Torispherical Dished Head</i>	308
Gambar C. 11 <i>Rotary Kiln</i>	314
Gambar C. 12 Badan Alat Pembakar	329
Gambar C. 13 Tebal Badan Alat Pembakar	329
Gambar C. 14 Kepala Alat Pembakar Gas	329
Gambar C. 15 <i>Nozzel</i>	330

Gambar C. 16 Cincin Pengatur Udara	330
Gambar C. 17 Dimensi Head.....	338
Gambar C. 18 <i>Carbonating Tower</i>	340
Gambar C. 19 <i>Oriface Plate</i>	345

INTISARI

Studi pra-rancangan ini berfokus pada pembangunan pabrik Natrium Karbonat (Na_2CO_3) dengan kapasitas produksi 132.000 ton/tahun, menggunakan batu kapur (CaCO_3) dan garam (NaCl) sebagai bahan baku utama. Latar belakang pendirian pabrik ini adalah untuk mengatasi tingginya kebutuhan natrium karbonat di Indonesia yang selama ini hanya dipenuhi melalui impor. Pendirian pabrik ini di Indonesia bertujuan untuk meningkatkan kemandirian produksi bahan kimia vital yang memiliki peran besar dalam industri kaca, detergen, kertas, dan bahan kimia lainnya. Pabrik ini dirancang dengan proses Solvay, yang dipilih karena kemurnian produk yang dihasilkan tinggi dan efisiensi bahan baku yang optimal berkat sistem daur ulang yang terintegrasi. Proses ini merupakan proses kontinu yang menawarkan keuntungan dari segi efisiensi tenaga kerja dan kuantitas produk yang lebih banyak.

Dalam studi ini, dilakukan analisis kebutuhan pasar, ketersediaan bahan baku, kapasitas minimum ekonomi, pemilihan lokasi pabrik, serta deskripsi teknis proses produksi. Lokasi Gresik, Jawa Timur, dipilih sebagai tempat pendirian pabrik berdasarkan metode *factor rating* karena keunggulannya dari segi ketersediaan bahan baku, infrastruktur, tenaga kerja, dan kedekatan dengan pasar industri. Proses produksi melibatkan tahapan pelarutan garam, absorpsi amonia, kalsinasi batu kapur, karbonasi, filtrasi bikarbonat, kalsinasi bikarbonat, serta pemulihan amonia. Neraca massa dan energi juga dihitung untuk menentukan efisiensi proses. Dengan pendekatan teknis dan ekonomis yang komprehensif, prarancang pabrik ini diharapkan dapat menjadi solusi strategis untuk mengurangi impor natrium karbonat, meningkatkan kemandirian industri kimia nasional, dan mendorong pertumbuhan ekonomi lokal.

Kata kunci: natrium karbonat, proses solvay, garam, batu kapur

SUMMARY

This pre-design study focuses on the construction of a Sodium Carbonate (Na_2CO_3) plant with a production capacity of 132,000 tons/year, using limestone (CaCO_3) and salt (NaCl) as the main raw materials. The background of the establishment of this plant is to overcome the high demand for sodium carbonate in Indonesia which has only been met through imports. The establishment of this plant in Indonesia aims to increase the independence of the production of vital chemicals that have a major role in the glass, detergent, paper and other chemical industries. The plant is designed with the Solvay process, which was chosen due to the high purity of the products produced and optimal raw material efficiency thanks to an integrated recycling system. It is a continuous process that offers advantages in terms of labor efficiency and greater product quantity.

In this study, market demand, raw material availability, economic minimum capacity, plant site selection, and technical description of the production process were analyzed. Gresik, East Java, was selected as the plant site based on the factor rating method due to its advantages in terms of raw material availability, infrastructure, labor, and proximity to industrial markets. The production process involves the stages of salt dissolution, ammonia absorption, limestone calcination, carbonation, bicarbonate filtration, bicarbonate calcination, and ammonia recovery. Mass and energy balances were also calculated to determine the process efficiency. With a comprehensive technical and economic approach, this plant design is expected to be a strategic solution to reduce sodium carbonate imports, increase the independence of the national chemical industry, and boost local economic growth.

Keywords: *sodium carbonate, solvay process, salt, limestone*