

**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:

KYLA BATRISYA SALSABILA F

NIM 40040121650059

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:

KYLA BATRISYA SALSABILA F.

NIM 40040121650059

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:

KYLA BATRISYA SALSABILA F NIM 40040121650059

Disetujui dan Disahkan Sebagai Laporan Tugas Akhir (Skripsi)

Semarang, 05 Agustus 2025

Dosen Pembimbing,



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

NIP. H.7.199005152021021001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Kyla Batrisya Salsabila F

NIM : 40040121650059

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



Kyla Batrisya Salsabila F

NIM. 40040121650059

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. Abi dan Umi yang tidak henti-hentinya selalu memberikan doa dan motivasi untuk tidak menyerah menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Hanida Desira Nailufar selaku partner skripsi, yang senantiasa berjuang dan memberi semangat satu sama lain sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan lancar.
7. Aulia, Katleya, Ervina, Fasya, Oktavia, Nilam, Danis, Fira, 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.
8. Seluruh member NCT, terutama Lee Jenyo yang senantiasa menemani dan menghibur penulis dengan lagu-lagunya selama penyusunan skripsi ini.

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	52
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.....	58
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.....	91
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).....	97
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.....	99
3.2.1	<i>Belt Conveyor</i> (CO-01).....	99
3.2.2	<i>Cooling Conveyor</i> (CL-02).....	99
3.2.3	Blower (BL-02).....	100
3.2.4	Pompa (P-02).....	100
3.3	Unit Size Reduction.....	101
3.3.1	<i>Jaw Crusher</i> (CR-01).....	101
3.3.2	<i>Hammer Mill</i> (CR-02).....	101
3.3.3	<i>Ball Mill</i> (CR-03).....	102
3.3.4	<i>Screen</i> (SR-01).....	102

3.4	Unit Penukar Panas	103
3.4.1	<i>Heat Exchanger</i> (HE-05).....	103
3.5	Unit Separasi	104
3.5.1	<i>Cyclone</i> (CY-02).....	104
3.5.2	<i>Rotary Drum Vacuum Filter</i> (RD-01).....	104
3.5.3	<i>Knock Out Drum</i> (SP-01)	105
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).....	110
3.6.6	<i>Carbonating Tower</i> (R-01)	111
BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES		112
4.1	Unit Penyedia dan Pengolahan Air (<i>Water Treatment System</i>)	112
4.1.1	Air Sanitasi	116
4.1.2	Air Pendingin.....	117
4.1.3	Air Proses	119
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	122
4.3.1	Kebutuhan Listrik Untuk Proses.....	122
4.3.2	Kebutuhan Listrik Untuk Utilitas	123
4.3.3	Kebutuhan Listrik Untuk Penerangan	124
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>	127
4.4	Unit Penyedia Bahan Bakar	128
4.5	Unit Laboratorium	129
4.6	Unit Pengolahan Limbah	131
4.7	Unit <i>Health, Safety, and Environment</i> (HSE)	133
BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN		136
5.1	Bentuk Perusahaan	136

5.2	Struktur Organisasi	137
5.3	Tugas dan Wewenang	140
5.3.1	Pemegang Saham.....	140
5.3.2	Dewan Komisaris	140
5.3.3	Direktur Utama	140
5.3.4	Direktur Produksi dan Teknik.....	141
5.3.5	Direktur Keuangan dan Umum	141
5.3.6	Kepala Bagian.....	141
5.3.7	Kepala Seksi (<i>Supervisor</i>)	142
5.3.8	Kepala Regu	143
5.4	Kebutuhan Karyawan dan Sistem Pengupahan	143
5.4.1	Pembagian Jam Kerja	143
5.4.2	Perincian Jumlah Karyawan	144
5.5	Penggolongan Jabatan, Jumlah dan Gaji Karyawan	146
5.5.1	Penggolongan Jabatan	146
5.5.2	Jumlah Karyawan Total	148
5.5.3	Penggolongan Gaji Menurut Jabatan.....	149
5.6	Kesejahteraan Karyawan	151
5.7	<i>Corporate Social Responsibility (CSR)</i>	153
5.7.1	Dasar Pelaksanaan dan Kebijakan Program CSR.....	153
5.7.2	Pengertian <i>Corporate Social Responsibility (CSR)</i>	154
5.7.3	Kebijakan CSR pada Pabrik Natrium Karbonat	154
BAB VI TROUBLESHOOTING		156
6.1	Unit Penyimpanan	156
6.2	Unit Pemindah	157
6.2.1	<i>Belt Conveyor</i>	157
6.2.2	<i>Cooling Conveyor</i>	158
6.2.3	Pompa	158
6.3	Unit <i>Size Reduction</i>	159
6.4	Unit Penukar Panas	160
6.5	Unit Separasi	161
6.5.1	<i>Cyclone</i>	161
6.5.2	<i>Rotary Drum Vacuum Filter</i>	162
6.5.3	<i>Knock Out Drum</i>	162

6.6	Unit Reaksi	163
6.6.1	Reaktor	163
6.6.2	<i>Absorber</i>	164
6.6.3	<i>Rotary Kiln</i>	165
BAB VII ANALISA EKONOMI		167
7.1	Penaksiran Harga Peralatan	167
7.2	Dasar Perhitungan	169
7.2.1	Kapasitas Produksi	169
7.2.2	Kebutuhan Bahan Baku	170
7.2.3	Kebutuhan Alat	170
7.3	Perhitungan Biaya	171
7.3.1	<i>Capital Investment</i>	171
7.3.2	<i>Production Cost</i>	175
7.4	Analisa Kelayakan	177
7.4.1	<i>Profit on Sales</i>	177
7.4.2	<i>Return on Investment</i>	178
7.4.3	<i>Pay-out Time</i>	178
7.4.4	<i>Internal Rate Return</i>	179
7.4.5	<i>Break-even Point</i>	179
7.4.6	<i>Shutdown Point</i>	180
7.4.7	<i>Net Present Value (NPV)</i>	180
7.5	Hasil Perhitungan	181
7.5.1	<i>Capital Investment</i>	181
7.5.2	<i>Production Cost</i>	182
7.6	Analisa Kelayakan	184
7.6.1	<i>Profit on Sales</i>	184
7.6.2	<i>Return Of Investment</i>	184
7.6.3	<i>Pay Out Time</i>	184
7.6.4	<i>Break Event Point</i>	184
7.6.5	<i>Shut Down Point</i>	185
7.6.6	<i>Internal Rate Return</i>	185
7.6.7	<i>Net Precent's Value</i>	185
BAB VIII KESIMPULAN		187
DAFTAR PUSTAKA		188

LAMPIRAN A NERACA MASSA.....	191
LAMPIRAN B NERACA PANAS.....	218
LAMPIRAN C SPESIFIKASI ALAT.....	249
LAMPIRAN D ANALISA EKONOMI	351

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	48
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	53
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	66
Tabel 2. 14 Neraca Massa R-01	66
Tabel 2. 15 Neraca Massa HE-04	67
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 CI-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	82
Tabel 2. 38 Neraca Panas HE-02	82
Tabel 2. 39 Neraca Panas HE-03	83
Tabel 2. 40 Neraca Panas R-01.....	84
Tabel 2. 41 Neraca Panas HE-04	84
Tabel 2. 42 Neraca Panas RK-02.....	85
Tabel 2. 43 Neraca Panas CL-02	86
Tabel 2. 44 Neraca Panas HE-05	86
Tabel 2. 45 Neraca Panas Overall.....	87
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)	97
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)	99

Tabel 3. 9 Spesifikasi <i>Cooling Conveyor</i> (CL-02)	99
Tabel 3. 10 Spesifikasi Blower (BL-02).....	100
Tabel 3. 11 Spesifikasi Pompa (P-02).....	100
Tabel 3. 12 Spesifikasi <i>Jaw Crusher</i> (CR-01).....	101
Tabel 3. 13 Spesifikasi <i>Hammer Mill</i> (CR-02).....	101
Tabel 3. 14 Spesifikasi <i>Ball Mill</i> (CR-03)	102
Tabel 3. 15 Spesifikasi <i>Screen</i> (SR-01)	102
Tabel 3. 16 Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i> (HE-05)	103
Tabel 3. 17 Spesifikasi <i>Cyclone</i> (CY-02).....	104
Tabel 3. 18 Spesifikasi <i>Rotary Drum Vacuum Filter</i> (RD-01)	104
Tabel 3. 19 Spesifikasi <i>Knock Out Drum</i> (SP-01).....	105
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).....	110
Tabel 3. 25 Spesifikasi <i>Carbonating Tower</i> (R-01).....	111
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.....	126
Tabel 4. 10 Spesifikasi AC Generator	128
Tabel 5. 1 Jadwal Kerja Karyawan Proses	144
Tabel 5. 2 Perincian Jumlah Karyawan Operator Lapangan	145
Tabel 5. 3 Penggolongan Jabatan	146
Tabel 5. 4 Perincian Jumlah Karyawan	148
Tabel 5. 5 Penggolongan Gaji Menurut Jabatan.....	149

Tabel 6. 2 <i>Troubleshoots</i> Unit Penyimpanan	156
Tabel 6. 3 <i>Troubleshoots Belt Conveyor</i>	157
Tabel 6. 4 <i>Troubleshoots Cooling Conveyor</i>	158
Tabel 6. 5 <i>Troubleshoots Pompa</i>	158
Tabel 6. 6 <i>Troubleshoots Crusher</i>	159
Tabel 6. 7 <i>Troubleshoots Heat Exchanger</i>	160
Tabel 6. 8 <i>Troubleshoots Cyclone</i>	161
Tabel 6. 9 <i>Troubleshoots Rotary Drum Vacuum Filter</i>	162
Tabel 6. 10 <i>Troubleshoots Knock Out Drum</i>	162
Tabel 6. 11 <i>Troubleshoots Reaktor</i>	163
Tabel 6. 12 <i>Troubleshoots Absorber</i>	164
Tabel 6. 13 <i>Troubleshoots Rotary Kiln</i>	165
Tabel 7. 1 Daftar Harga <i>Indeks CEP</i>	167
Tabel 7. 2 Daftar Harga Bahan Baku.....	170
Tabel 7. 3 Daftar Harga Alat.....	170
Tabel 7. 4 Presentase Biaya <i>Equipment Installation</i>	171
Tabel 7. 5 Presentase Biaya <i>Piping Cost</i>	172
Tabel 7. 6 Presentase Biaya <i>Instrumentation</i>	172
Tabel 7. 7 Presentase Biaya <i>Insulation</i>	172
Tabel 7. 8 Presentase Biaya <i>Utilities</i>	173
Tabel 7. 9 Presentase Biaya <i>Engineering and Construction</i>	173
Tabel 7. 10 Presentase Biaya <i>Contingency</i>	174
Tabel 7. 11 Presentase Biaya <i>Maintenance</i>	175
Tabel 7. 12 Biaya <i>Physical Plant Cost</i>	181
Tabel 7. 13 Biaya <i>Fix Capital Investment</i>	181
Tabel 7. 14 Biaya <i>Working Capital Investment</i>	181
Tabel 7. 15 Biaya <i>Total Capital Investment</i>	182
Tabel 7. 16 Biaya <i>Direct Manufacturing Cost</i>	182
Tabel 7. 17 Biaya <i>Indirect Manufacturing Cost</i>	182
Tabel 7. 18 Biaya <i>Fixed Manufacturing Cost</i>	183
Tabel 7. 19 Biaya <i>Total Manufacturing Cost</i>	183
Tabel 7. 20 Biaya <i>General Expand</i>	183

Tabel 7. 21 Biaya <i>Production Cost</i>	183
Tabel 7. 22 Analisa Kelayakan Pabrik.....	185
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.....	249
Tabel C. 2 Data Komponen NH ₃	252
Tabel C. 3 Data Komponen CaCO ₃	255
Tabel C. 4 Data Komponen Batubara	257
Tabel C. 5 Data Komponen Na ₂ CO ₃	259
Tabel C. 6 Data Komponen CaCl ₂	261
Tabel C. 7 Data Komponen Produk Na ₂ CO ₃	267
Tabel C. 8 Data Komponen NH ₄ OH	270
Tabel C. 9 Kerugian Gesek Pada Aliran Fluida.....	271
Tabel C. 10 Data Komponen <i>Slurry</i>	279
Tabel C. 11 Data Komponen Air Pendingin	280
Tabel C. 12 Penentuan <i>Hot Fluid</i> Dan <i>Cold Fluid</i>	280
Tabel C. 13 <i>Troubleshoot Exchanger Fitting</i>	281
Tabel C. 14 Penentuan Dimensi DPHE	282
Tabel C. 15 Penentuan <i>Pressure Drop</i>	284
Tabel C. 16 Data Komponen Air Pendingin	286
Tabel C. 17 Data Komponen Filtrat.....	290
Tabel C. 18 Data Komponen Padatan.....	291

Tabel C. 19 Data Komponen CO ₂ dan H ₂ O.....	294
Tabel C. 20 Data Komponen NaCl dan H ₂ O	298
Tabel C. 21 Harga ΔH _f Masing-masing Komponen.....	304
Tabel C. 22 Data Komponen Masuk RK-02.....	304
Tabel C. 23 Data Komponen Keluar RK-02.....	304
Tabel C. 24 Data Perhitungan Densitas	305
Tabel C. 25 Data Perhitungan Densitas <i>Liquid</i>	305
Tabel C. 26 Data Komponen Perhitungan Viskositas.....	309
Tabel C. 27 Data Komponen Bahan Masuk Absorber.....	330
Tabel C. 28 Penentuan μ, Cp, ρ bahan masuk	330
Tabel C. 29 Data komponen keluar absorber	331
Tabel C. 30 Penentuan μ, Cp, ρ Bahan Keluar Absorber	331
Tabel C. 31 Data Komponen Masuk NaCl dan NH ₄ OH	340
Tabel C. 32 Data Komponen Masuk NaCl dan NH ₄ OH	341
Tabel C. 33 Data Komponen Gas Masuk	341
Tabel C. 34 Data Komponen Gas Masuk	342
Tabel D. 1 Biaya PEC Impor	354
Tabel D. 2 Biaya Pemasangan Alat	355
Tabel D. 3 Biaya Pemipaan	356
Tabel D. 4 Biaya Instrumentasi	357
Tabel D. 5 Biaya Insulasi.....	357
Tabel D. 6 Biaya Listrik	358
Tabel D. 7 <i>Physical Plant Cost</i>	360
Tabel D. 8 <i>Engineering and Construction Cost</i>	361
Tabel D. 9 <i>Fix Capital Invesment</i>	361
Tabel D. 10 <i>Working Capital Investment</i>	363
Tabel D. 11 <i>Capital Investment</i>	364
Tabel D. 12 <i>Total Manufacturing Cost</i>	368
Tabel D. 13 <i>General Expand</i>	369
Tabel D. 14 <i>Production Cost</i>	369
Tabel D. 15 <i>Cash Flow</i>	371
Tabel D. 16 <i>Commulative Cash Flow</i>	373

Tabel D. 17 <i>Internal Rate of Return</i>	374
Tabel D. 18 Analisa Kelayakan Ekonomi.....	376

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 Daigram Struktur Organisasi	139
Gambar 7. 1 Grafik <i>Indeks</i> CEP	168
Gambar 7. 2 Grafik Analisa Kelayakan BEP dan SDP	186
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.....	200
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>	254
Gambar C. 2 Tinggi <i>Torispherical Dished Head</i>	263
Gambar C. 3 <i>Centrifugal Blower</i>	269
Gambar C. 4 <i>Heat Exchanger</i>	279
Gambar C. 5 <i>Flow Area and Equivalent Diameter in DPHE</i>	282
Gambar C. 6 <i>Cyclone</i>	286
Gambar C. 7 <i>Vertical Knock Out Drum</i>	294
Gambar C. 8 Tangki Pelarutan.....	297
Gambar C. 9 <i>Continous Stirried Tank Reactor</i>	303
Gambar C. 10 <i>Torispherical Dished Head</i>	307
Gambar C. 11 <i>Rotary Kiln</i>	313
Gambar C. 12 Badan Alat Pembakar.....	328
Gambar C. 13 Tebal Badan Alat Pembakar	328
Gambar C. 14 Kepala Alat Pembakar Gas	328
Gambar C. 15 <i>Nozzel</i>	329

Gambar C. 16 Cincin Pengatur Udara	329
Gambar C. 17 Dimensi Head.....	337
Gambar C. 18 <i>Carbonating Tower</i>	339
Gambar C. 19 <i>Oriface Plate</i>	344

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

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: limestone, salt, sodium carbonate, solvay process