

**DESAIN PROYEK PABRIK SODA ASH ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) MENGGUNAKAN  
PROSES *SOLVAY* KAPASITAS 170.000 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:**

**Syefrin Syahadatia Gani    NIM. 40040118650059**

**PRODI S-Tr TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI  
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI  
SEKOLAH VOKASI  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG**

**2022**

**DESAIN PROYEK PABRIK SODA ASH ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) MENGGUNAKAN  
PROSES *SOLVAY* KAPASITAS 170.000 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:**

**Syefrin Syahadatia Gani    NIM. 40040118650059**

**PRODI S-Tr TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI**

**DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI**

**SEKOLAH VOKASI**

**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG**

**2022**

## HALAMAN PENGESAHAN

**DESAIN PROYEK PABRIK SODA ASH ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) MENGGUNAKAN  
PROSES *SOLVAY* KAPASITAS 170.000 TON/TAHUN****SKRIPSI**

**Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik**

**Disusun Oleh:**

**Syefrin Syahadatia Gani**

**NIM. 40040118650059**

Disetujui dan Disahkan Sebagai Laporan Tugas Akhir (Skripsi)

Semarang, 12 Desember 2022

Dosen Pembimbing,

  
**Anggun Puspitarini Siswanto, S.T., Ph.D.**

**NIP.H.7.198803152018072001**

**HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS**

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Syefrin Syahadatia Gani  
NIM : 40040118650059  
Judul Tugas Akhir (Skripsi) : Desain Proyek Pabrik Soda Ash ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) Menggunakan  
Proses *Solvay* Kapasitas 170.000 Ton/Tahun  
Fakultas/Jurusan : Sekolah Vokasi/S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama Maudina Yunia Rahma didampingi Pembimbing dan bukan 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 dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Semarang, 12 Desember 2022



Syefrin Syahadatia Gani

NIM. 40040118650059



### HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

Judul :  
Desain Proyek Pabrik Soda Ash ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) Menggunakan Proses *Solvay* Kapasitas  
170.000 Ton/Tahun

Identitas Penulis :  
Nama : Syefrin Syahadatia Gani  
NIM : 40040118650059  
Fakultas/Jurusan : Sekolah Vokasi / S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri


Laporan Tugas Akhir/Skripsi ini telah disahkan dan disetujui pada:

Hari :  
Tanggal :


Semarang, 28 Desember 2022

Mengetahui,  
Tim Penguji

Penguji I,

  
**Moh. Endy Julianto, S.T., M.T.**  
NIP. 197107311999031001

Penguji II,

  
**Fahmi Arifan S.T., M.Eng.**  
NIP. 198002202005011001

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya selama ini sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan tugas akhir (skripsi) yang berjudul “Desain Proyek Pabrik Soda Ash ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) Menggunakan Proses *Solvay* Kapasitas 170.000 Ton/Tahun” dengan baik.

Terselesaikannya laporan tugas akhir (skripsi) ini tentunya berkat bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Penyusun ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Moh. Endy Julianto, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri.
2. Ir. R.TD Wisnu Broto, M.T selaku Dosen Wali Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri angkatan 2018.
3. Anggun Puspitarini Siswanto, S.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang dengan sabar selalu membimbing, mengarahkan, dan memberikan ilmu selama proses penyusunan laporan tugas akhir (skripsi).
4. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri yang telah memerikan ilmu selama menjalani perkuliahan.
5. Mama, Papa, Abang dan Adek dan seluruh keluarga penyusun yang selalu memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya selama ini.
6. Maudina Yunia Rahma, partner dalam penyusunan skripsi ini yang telah bekerja sama dengan sangat baik, selalu bersedia bertukar pikiran, meluangkan waktu dan tenaganya dalam menyusun skripsi ini hingga akhirnya dapat terselesaikan dengan baik.
7. Kiki, Mba Arum, Farras, Aqila, Ufa, Lulu yang selalu bersedia membantu dan mendengarkan keluh kesah selama proses penyusunan skripsi ini.
8. Teman-teman TRKI 2018 yang telah berproses bersama selama menjalani perkuliahan.
9. Seluruh pihak yang telah membantu yang tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu.

Penyusun menyadari adanya keterbatasan dan kekurangan dalam proses penyusunan laporan tugas akhir (skripsi) ini, oleh karena itu penyusun mengharapkan saran dan kritik yang membangun sehingga dapat bermanfaat untuk kedepannya.

Semarang, 12 Desember 2022

Penyusun

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS .....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	xii
INTISARI .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>14</b>
1. 1 Latar Belakang.....	14
1. 2 Kapasitas Rancangan .....	15
1. 3 Penentuan Lokasi Pabrik .....	20
1. 4 Tinjauan Proses.....	22
<b>BAB II DESKRIPSI PROSES.....</b>	<b>27</b>
2. 1 Spesifikasi Bahan Baku Utama, Bahan Baku Penunjang, dan Produk.....	27
2. 2 Konsep Proses.....	30
2. 3 Langkah Proses .....	34
2. 4 Diagram Alir.....	37
2. 5 Neraca Massa dan Neraca Panas .....	39
2. 5. 1 Neraca Massa.....	39
2. 5. 2 Neraca Panas .....	55
2. 6 Tata Letak Pabrik dan Pemetaan .....	69
2. 6. 1 Tata Letak Pabrik.....	69
2. 6. 2 Tata Letak Alat .....	72
<b>BAB III SPESIFIKASI ALAT .....</b>	<b>75</b>
3. 1 Unit Penyimpanan.....	75
3. 2 Unit Pemindahan.....	76
3. 3 Unit Pemanasan .....	76
3. 4 Unit Reaktor .....	77
3. 5 Unit Pemisah.....	79
<b>BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES .....</b>	<b>80</b>
4. 1 Unit Pengadaan dan Pengolahan Air .....	80

4. 2	Unit Pengadaan Listrik.....	88
4. 3	Unit Pengadaan <i>Steam</i> .....	93
4. 4	Unit Pengadaan Bahan Bakar .....	96
4. 5	Unit Pengadaan Udara Tekan .....	96
4. 6	Laboratorium .....	96
4. 7	Unit Pengolahan Limbah.....	99
4. 8	Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup .....	100
4. 9	Instrumentasi .....	100
BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN .....		102
5. 1	Bentuk Perusahaan.....	102
5. 2	Struktur Organisasi .....	102
5. 3	Tugas dan Wewenang .....	105
5. 4	Kebutuhan Karyawan dan Sistem Pengupahan .....	108
5. 5	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji .....	110
5. 6	Kesejahteraan Sosial Karyawan .....	113
5. 7	<i>Corporate Social Responsibility (CSR)</i> .....	115
BAB VI TROUBLESHOOTING .....		117
BAB VII ANALISA EKONOMI .....		125
7. 1	Penentuan Harga Peralatan.....	125
7. 2	Penetapan Dasar Perhitungan .....	128
7. 3	Perhitungan Biaya Produksi ( <i>Production Cost</i> ) .....	128
7. 4	Analisis Kelayakan .....	134
7. 5	Hasil Perhitungan.....	136
7. 6	Analisa Kelayakan .....	139
DAFTAR PUSTAKA .....		144
LAMPIRAN .....		148
LAMPIRAN A NERACA MASSA.....		148
LAMPIRAN B NERACA PANAS.....		189
LAMPIRAN C SPESIFIKASI ALAT .....		242
LAMPIRAN D ANALISA EKONOMI.....		291



## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Konsumsi Soda Ash Dalam Negeri (Badan Pusat Statistik, 2017) .....	15
Tabel 1. 2 Data Impor Soda Ash Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2022) .....	17
Tabel 1. 3 Ekspor Soda Ash Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2022).....	18
Tabel 1. 4 Kapasitas Produksi Soda Ash di Dunia (U.S. Geological Survey, 2022).....	20
Tabel 1. 5 Perbandingan Proses Pembuatan Soda Ash (Minallah et al., 2017; Ullmann, 2009; Wisniak, 2003).....	25
Tabel 2. 1 Spesifikasi Produk Natrium Karbonat/Soda Ash (Standar Nasional Indonesia, 1989). 28	28
Tabel 2. 2 Neraca Massa <i>Salt Dissolver Tank</i> .....	39
Tabel 2. 3 Neraca Massa $\text{Na}_2\text{CO}_3$ <i>Tank</i> .....	39
Tabel 2. 4 Neraca Massa $\text{Ca}(\text{OH})_2$ <i>Tank</i> .....	40
Tabel 2. 5 Neraca Massa <i>Brine Purification</i> .....	40
Tabel 2. 6 Neraca Massa <i>P.A.M Tank</i> .....	41
Tabel 2. 7 Neraca Massa <i>Clarifier</i> .....	41
Tabel 2. 8 Neraca Massa <i>Rotary Kiln</i> .....	42
Tabel 2. 9 Neraca Massa <i>Cooler</i> .....	42
Tabel 2. 10 Neraca Massa <i>Lime Slaker</i> .....	43
Tabel 2. 11 Neraca Massa <i>Dewatering Screen</i> .....	43
Tabel 2. 12 Neraca Massa $\text{Ca}(\text{OH})_2$ <i>Storage</i> .....	44
Tabel 2. 13 Neraca Massa <i>Flue Gas Desulphurization (FGD)</i> .....	44
Tabel 2. 14 Neraca Massa <i>Ammonia Absorber</i> .....	45
Tabel 2. 15 Neraca Massa <i>Carbonation Column</i> .....	46
Tabel 2. 16 Neraca Massa <i>Pre-Limer</i> .....	47
Tabel 2. 17 Neraca Massa <i>Rotary Drum Filter</i> .....	48
Tabel 2. 18 Neraca Massa <i>Rotary Calciner</i> .....	48
Tabel 2. 19 Neraca Massa <i>Cyclone</i> .....	49
Tabel 2. 20 Neraca Massa <i>Conveyor</i> .....	50
Tabel 2. 21 Neraca Massa <i>Ball Mill</i> .....	50
Tabel 2. 22 Neraca Massa <i>Vibrating Screen</i> .....	51
Tabel 2. 23 Neraca Massa $\text{Na}_2\text{CO}_3$ <i>Tank</i> .....	51
Tabel 2. 24 Neraca Massa <i>Overall</i> .....	52

Tabel 2. 25 Neraca Panas <i>Salt Dissolver Tank</i> .....	55
Tabel 2. 26 Neraca Panas <i>Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> Tank</i> .....	55
Tabel 2. 27 Neraca Panas <i>Ca(OH)<sub>2</sub> Tank</i> .....	56
Tabel 2. 28 Neraca Panas <i>Brine Reaktor</i> .....	56
Tabel 2. 29 Neraca Panas <i>P.A.M Tank</i> .....	57
Tabel 2. 30 Neraca Panas <i>Clarifier</i> .....	57
Tabel 2. 31 Neraca Panas <i>Rotary Kiln</i> .....	58
Tabel 2. 32 Neraca Panas <i>Cyclone Kiln</i> .....	59
Tabel 2. 33 Neraca Panas <i>Cooler</i> .....	59
Tabel 2. 34 Neraca Panas <i>Lime Slaker</i> .....	60
Tabel 2. 35 Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i> .....	60
Tabel 2. 36 Neraca Panas <i>Flue Gas Desulphurization (FGD)</i> .....	61
Tabel 2. 37 Neraca Panas <i>Heater</i> .....	62
Tabel 2. 38 Neraca Panas <i>Ammonia Absorber</i> .....	62
Tabel 2. 39 Neraca Panas <i>Cooler</i> .....	63
Tabel 2. 40 Neraca Panas <i>Carbonation Column</i> .....	63
Tabel 2. 41 Neraca Panas <i>Pre-Limer</i> .....	64
Tabel 2. 42 Neraca Panas <i>Rotary Calciner</i> .....	65
Tabel 2. 43 Neraca Panas <i>Overall</i> .....	66
Tabel 2. 45 Rincian Luas Bangunan .....	70
Tabel 3. 1 Spesifikasi <i>Storage Tank</i> (Brownell & Young, 1959).....	75
Tabel 3. 2 Spesifikasi Pompa (Yaws, 1999).....	76
Tabel 3. 3 Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i> (D Q Kern, 1965).....	76
Tabel 3. 4 Spesifikasi <i>Brine Reaktor</i> (Coulson & Richardson, 2001) .....	77
Tabel 3. 5 Spesifikasi <i>Absorber Column</i> (Coulson & Richardson, 2001) .....	78
Tabel 3. 6. Spesifikasi <i>Vibrating Screen</i> (Perry et al., 1997) .....	79
Tabel 4. 1 Persyaratan Air Sanitasi (Menteri Kesehatan Republik Indonesia, 2017).....	81
Tabel 4. 2 Kebutuhan Air Sanitasi .....	81
Tabel 4. 3 Spesifikasi Air Proses (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan, 2019).....	82
Tabel 4. 4 Kebutuhan Air Proses .....	82
Tabel 4. 5 Syarat Umum Air Pendingin (ASME Water Quality Standard, 2016).....	83

Tabel 4.6 Kebutuhan Air Proses .....	83
Tabel 4. 7 Syarat Umpan Air Boiler .....	85
Tabel 4. 8 Kebutuhan Boiler Feed Water (Kementerian Umum, 2019) .....	85
Tabel 4. 9 Kebutuhan Listrik untuk Proses .....	89
Tabel 4. 10 Kebutuhan Listrik untuk Utilitas .....	90
Tabel 4. 11 Kebutuhan Listrik untuk Penenrangan Bangunan Indoor.....	91
Tabel 4. 12 Kebutuhan Listrik untuk Penerangan Bangunan Outdoor.....	91
Tabel 4. 13 Kebutuhan Listrik untuk AC .....	92
Tabel 4. 14 Total Kebutuhan Listrik Pabrik .....	93
Tabel 5. 1 Pembagian Shift Karyawan.....	109
Tabel 5. 2 Jadwal Kerja untuk Setiap Regu .....	110
Tabel 5. 3 Pembagian Jabatan Berdasarkan Pendidikan .....	110
Tabel 5. 4 Rincian Jumlah Karyawan Bagian Proses (Ulrich, 1984) .....	111
Tabel 5. 5 Rincian Jumlah Karyawan Bagian Utilitas .....	112
Tabel 5. 6 Rincian Jumlah Karyawan Beserta Gaji Tiap Bulan.....	112
Tabel 6. 1 Troubleshooting pada Unit Penyimpanan (Apriani, 2016).....	118
Tabel 6. 2 Troubleshooting pada Unit Pemindah (Febriyan & Safarudin, 2022; Hariady, 2014; Utama & Achmad, 2020) .....	119
Tabel 6. 3 <i>Troubleshooting</i> pada Unit Reaksi (Sari, 2014).....	121
Tabel 6. 4 <i>Troubleshooting</i> pada Unit Pemisah (Kamil & Edial, n.d.; Mujianto, 2019; Voutchkov, 2008) .....	122
Tabel 6. 5 <i>Troubleshooting</i> pada Unit Penukar Panas (Faisyal et al., 2017; Muchammad, 2017).....	123
Tabel 7. 1 <i>Chemical Engineering Plant Cost Index</i> 2001-2020.....	126
Tabel 7. 2 <i>Total Physical Plant Cost (PPC)</i> .....	136
Tabel 7. 3 <i>Total Direct Plant Cost (DPC)</i> .....	136
Tabel 7. 4 <i>Total Fixed Capital Investment (FCI)</i> .....	137
Tabel 7. 5 <i>Total Working Capital Investment (WCI)</i> .....	137
Tabel 7. 6 <i>Total Capital Investment (TCI)</i> .....	137
Tabel 7. 7 <i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i> .....	138
Tabel 7. 8 <i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i> .....	138
Tabel 7. 9 <i>Total Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i> .....	138

Tabel 7. 10 <i>Total Manufacturing Cost (TMC)</i> .....	139
Tabel 7. 11 <i>Total Biaya General Expense (TGE)</i> .....	139
Tabel 7. 12 Total Biaya Produksi ( <i>Production Cost</i> ).....	139
Tabel C. 1 Ringkasan Spesifikasi <i>Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> Storage</i> .....	247
Tabel C. 2 Perhitungan Densitas <i>Feed</i> Pompa .....	251
Tabel C. 3 Perhitungan Viskositas <i>Feed</i> .....	251
Tabel C. 4 Ringkasan Spesifikasi Pompa.....	255
Tabel C. 5 Ringkasan Spesifikasi <i>Heater</i> .....	260
Tabel C. 6 Data Kesetimbangan Absorpsi Ammonia .....	267
Tabel C. 7 Nilai <i>N<sub>OG</sub></i> dengan <i>y<sub>1</sub>/y<sub>2</sub></i> pada berbagai <i>mG<sub>m</sub>/L<sub>m</sub></i> .....	268
Tabel C. 8 Data <i>Diffusion</i> Volume Tiap Atom.....	271
Tabel C. 9 Perhitungan Nilai <i>Diffusion</i> Volume Gas Feed .....	271
Tabel C. 10 Perhitungan Nilai <i>Diffusion</i> Volume Liquid Feed .....	271
Tabel C. 11 Ringkasan Desain Kolom Absorpsi D-01 .....	278
Tabel C. 12 Ringkasan Spesifikasi <i>Brine</i> Reaktor.....	288
Tabel C. 13 Ringkasan Spesifikasi <i>Vibrating Screen</i> .....	290
Tabel D. 1 <i>Chemical Engineering Cost Plant Index</i> Tahun 2001-2020 .....	291
Tabel D. 2 Harga Alat dalam Negeri .....	293
Tabel D. 3 Harga Alat Luar Negeri (Matche.com, 2022) .....	294
Tabel D. 4 Fixed Cost Investment (FCI).....	295
Tabel D. 5 <i>Purchased Equipment Cost (PEC)</i> Alat Impor.....	296
Tabel D. 6 <i>Purchased Equipment Cost (PEC)</i> Alat dalam Negeri .....	296
Tabel D. 7 <i>Equipment Installation Cost</i> (Robert S Aries & Newton, 1955).....	297
Tabel D. 8 <i>Piping Cost</i> (Robert S Aries & Newton, 1955).....	297
Tabel D. 9 <i>Instrumentation Cost</i> (Robert S Aries & Newton, 1955).....	297
Tabel D. 10 <i>Insulation Cost</i> (Robert S Aries & Newton, 1955).....	298
Tabel D. 11 <i>Electrical Cost</i> (Peters & Timmerhaus, 1991) .....	298
Tabel D. 12 Biaya Bangunan.....	298
Tabel D. 13 Rincian Bangunan Outdoor.....	299
Tabel D. 14 Total Biaya <i>Physical Plant Cost (PPC)</i> .....	300
Tabel D. 15 Total <i>Capital Investment (TCI)</i> .....	301

Tabel D. 16 <i>Working Capital Investment (WCI)</i> .....	301
Tabel D. 17 <i>Total Manufacturing Cost</i> .....	303
Tabel D. 18 <i>Direct Manufacturing Cost</i> .....	304
Tabel D. 19 <i>Raw Material Cost</i> .....	304
Tabel D. 20 <i>Labor Cost</i> .....	304
Tabel D. 21 <i>Supervisi Cost</i> .....	305
Tabel D. 22 <i>Indirect Manufacturing Cost</i> .....	306
Tabel D. 23 <i>Fixed Manufacturing Cost</i> .....	308
Tabel D. 24 <i>Total General Expense</i> .....	309
Tabel D. 25 <i>Total Biaya Administrasi</i> .....	309
Tabel D. 26 <i>Management Salary</i> .....	309
Tabel D. 27 <i>Total Biaya Produksi</i> .....	311
Tabel D. 28 <i>Cash Flow</i> .....	313
Tabel D. 29 <i>Cummulative Cash Flow</i> .....	314
Tabel D. 30 <i>Fixed Manufacturing Cost (Fa)</i> .....	314
Tabel D. 31 <i>Variable Cost (Va)</i> .....	315
Tabel D. 32 <i>Regulated Cost (Ra)</i> .....	315
Tabel D. 33 <i>Net Present Value</i> .....	316

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Konsumsi Soda Ash di Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2017) .....	16
Gambar 1. 2 Impor Soda Ash Tahun 2014 – 2021 (Badan Pusat Statistik, 2022) .....	17
Gambar 1. 3 Ekspor Soda Ash Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2022) .....	18
Gambar 2. 1 Diagram Alir Proses .....	37
Gambar 2. 2 <i>Flowsheet</i> Pembuatan Soda Ash .....	38
Gambar 2. 3 Diagram Alir Neraca Massa .....	54
Gambar 2. 4 Diagram Alir Neraca Panas .....	68
Gambar 2. 5 Tata Letak Pabrik Soda Ash .....	71
Gambar 2. 6 <i>Layout</i> Alat .....	73
Gambar 5. 1 Struktur Organisasi Perusahaan .....	104
Gambar 7. 1 <i>Chemical Engineering Plant Cost Index</i> 2001-2020 .....	126
Gambar 7. 2 Analisa Kelayakan Ekonomi .....	143

## INTISARI

Pabrik Soda Ash ini direncanakan beroperasi pada tahun 2025 dengan kapasitas 170.000 ton/tahun menggunakan proses *solway*. Bahan baku utama dari pabrik ini adalah garam rakyat (NaCl) dan batu kapur. Pabrik ini akan didirikan di daerah Kabupaten Bangkalan, Madura, Jawa Timur. Reaksi proses pembuatan soda ash memiliki nilai  $\Delta H$  reaksi sebesar  $-159$  kJ/mol.  $\Delta H$  reaksi negatif berarti reaksi berjalan dengan bersifat eksotermis. Reaktor yang digunakan pada proses pencampuran garam dengan liquid  $\text{Ca(OH)}_2$  dan liquid  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  adalah reaktor CSTR dengan suhu reaksi  $30^\circ\text{C}$  dan tekanan 1 atm. Produk  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  terbentuk setelah diproses dalam *rotary calciner* dengan suhu operasi  $190^\circ\text{C}$ . Produk akhir diseragamkan ukurannya menjadi 100 mesh didalam *vibrating screen* dan disimpan dalam *storage* pada suhu  $30^\circ\text{C}$  dan tekanan 1 atm. Kebutuhan energi pada pabrik ini diperoleh dari bahan bakar berupa batu bara. Kebutuhan listrik untuk operasional pabrik dipenuhi dari PLN dan generator sebagai cadangan.

Bentuk perusahaan yang direncanakan pada pabrik soda ash ini adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan status perusahaan terbuka yang mendapatkan modal dari penjualan saham, dan tiap pemegang saham mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih dengan jumlah karyawan 131 orang. Dari perhitungan neraca massa dan neraca panas didapatkan efisiensi produk untuk neraca massa sebesar 91,18% dan neraca panas sebesar 99,51%. Pada desain proyek pabrik soda ash ini dapat dilihat dari analisa kelayakan berdasarkan nilai *Break Even Point* (BEP) sebesar 48% dan *Pay Out Time* setelah pajak pada tahun ke-3.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dewasa ini, Indonesia terus melakukan pengembangan di bidang industri secara meluas, salah satunya adalah bidang industri kimia. Pengembangan industri kimia ini telah dilakukan sejak awal pembangunan nasional hingga saat ini. Walaupun sempat mengalami krisis moneter yang menyebabkan tingkat ekonomi Indonesia menurun pada tahun 1998, Indonesia perlahan mampu bangkit untuk kembali mengembangkan bidang industri kimia (Mahfud & Sabara, 2018). Pengembangan ini seharusnya diiringi dengan kemandirian Indonesia dalam memenuhi kebutuhan bahan baku industri kimia dengan memanfaatkan sumber daya alam yang dimiliki. Ketersediaan bahan baku sangat mempengaruhi produk dan harga produk yang dihasilkan oleh industri kimia. Sehingga industri kimia besar biasanya dikembangkan berdasarkan ketersediaan bahan baku yang paling melimpah di alam (Mahfud & Sabara, 2018).

Salah satu produk industri kimia yang banyak digunakan sebagai bahan baku industri adalah natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) atau biasa dikenal dengan soda ash. Soda ash merupakan garam natrium dari asam karbonat yang berbentuk bubuk berwarna putih (Wagialla et al., 1992). Soda ash juga merupakan salah satu komoditi ekspor impor terbesar di dunia dengan total kapasitas produksi yang mencapai 59 juta ton pada tahun 2021 (U.S. Geological Survey, 2022). Soda ash banyak digunakan sebagai bahan baku beberapa industri, seperti industri kimia, kaca, sabun dan deterjen, petrokimia, pulp dan kertas, tekstil, makanan, serta masih banyak cabang industri lainnya (Ullmann, 2009).

Industri – industri yang menggunakan soda ash sebagai bahan bakunya telah banyak berdiri dan berkembang di Indonesia. Namun untuk memenuhi kebutuhan soda ash, Indonesia masih mengandalkan pasokan impor dari berbagai negara lain. Menurut Badan Pusat Statistik (2022), pada tahun 2021 Indonesia mengimpor soda ash dengan total sebanyak 821.456,004 ton. Hal ini terjadi karena pabrik soda ash pertama di Indonesia yang akan dibangun oleh PT. Kaltim Parna Industri saat ini masih dalam proses pembangunan dan direncanakan baru beroperasi pada tahun 2024.

Melihat kondisi belum tersedianya pabrik soda ash di Indonesia dapat menyebabkan akan terus terjadi peningkatan impor soda ash seiring dengan meningkatnya kebutuhan industri



pengguna soda ash. Sehingga peluang untuk mendirikan pabrik soda ash di Indonesia sangat terbuka lebar. Pendirian pabrik soda ash di Indonesia juga dapat membawa berbagai dampak positif, antara lain:

- a. Ikut serta membantu memenuhi kebutuhan soda ash dalam negeri.
- b. Mengurangi impor soda ash yang dapat menghemat devisa negara.
- c. Memanfaatkan sumber daya alam Indonesia yang melimpah untuk meningkatkan nilai guna dan nilai jualnya.
- d. Membuka lapangan pekerjaan baru sehingga dapat mengurangi tingkat pengangguran di Indonesia.

## **1. 2 Kapasitas Rancangan**

Penentuan kapasitas rancangan agar menguntungkan perlu mempertimbangkan beberapa faktor yaitu:

### **1. 2. 1 Proyeksi Kebutuhan Soda Ash di Indonesia**

#### **a. Produksi Soda Ash Dalam Negeri**

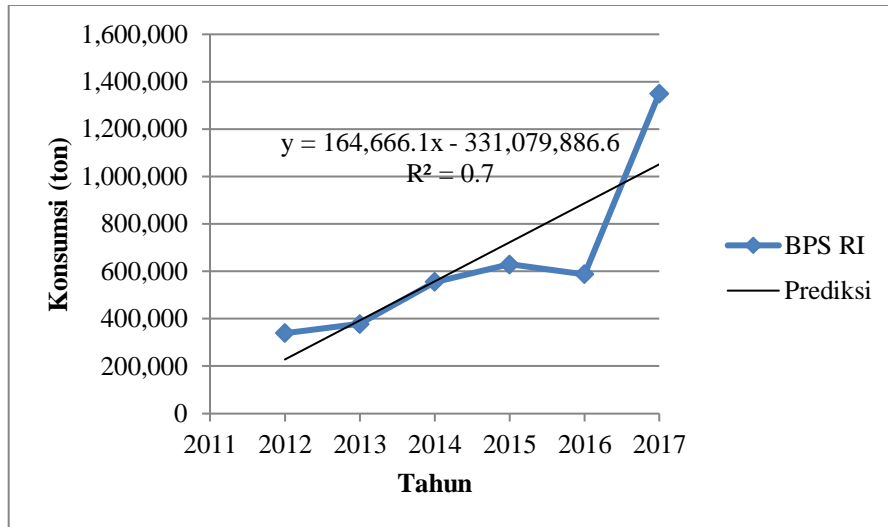
Pabrik soda ash pertama di Indonesia direncanakan beroperasi pada tahun 2024 dengan kapasitas produksi 300.000 ton/tahun dan telah memulai pembangunan konstruksi pabrik pada tahun 2018. Pabrik ini didirikan oleh PT. Kaltim Parna Industri (KPI) dengan menggandeng PT. Petrokimia Gresik dan satu perusahaan asing yang memiliki teknologi pengembangan soda ash. Sehingga diperkirakan kapasitas produksi soda ash di Indonesia pada tahun 2025 sebesar 300.000 ton.

#### **b. Konsumsi Soda Ash Dalam Negeri**

Proyeksi konsumsi soda ash di Indonesia pada tahun 2025 didapatkan berdasarkan data Statistik Industri Manufaktur Bahan Baku Industri seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. 1.

Tabel 1. 1 Konsumsi Soda Ash Dalam Negeri (Badan Pusat Statistik, 2017)

<b>Tahun</b>	<b>Konsumsi (Ton/Tahun)</b>
2012	339.104
2013	378.259
2014	554.760
2015	629.072
2016	588.235
2017	1.350.919



Gambar 1. 1 Grafik Konsumsi Soda Ash di Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2017)

Berdasarkan grafik di atas, didapatkan persamaan linier yang dapat digunakan untuk memproyeksikan jumlah konsumsi soda ash di Indonesia pada tahun tertentu dengan mengkorelasikan antara tahun dengan kebutuhan konsumsi. Persamaan liniernya adalah sebagai berikut:

$$y = 164.666,1x - 331.079.886,6$$

Dimana:

y = Konsumsi soda ash di Indonesia pada tahun ke-x

x = Tahun

Dari persamaan tersebut dapat dicari prediksi konsumsi soda ash di Indonesia pada tahun pendirian pabrik ini (2025) sebagai berikut:

$$y = 164.666,1 (2025) - 331.079.886,6$$

$$y = 2.368.966 \text{ ton}$$

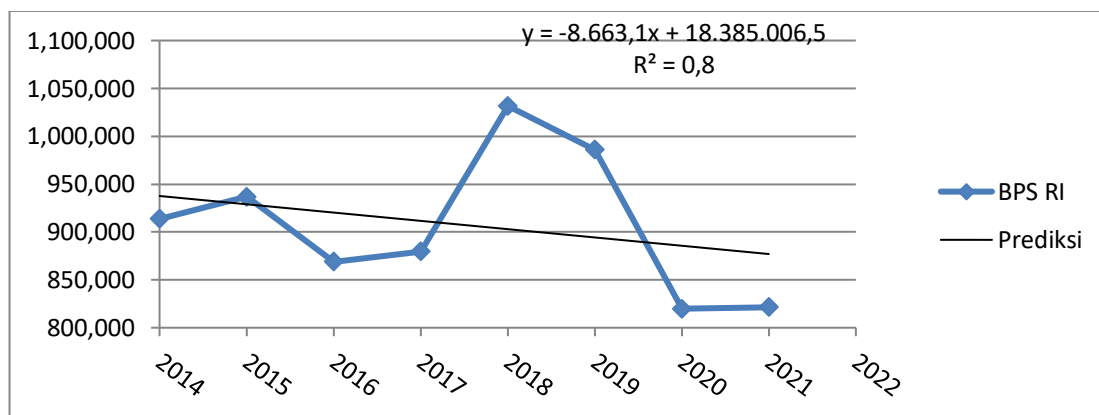
Jadi pada tahun 2025 diperkirakan konsumsi soda ash di Indonesia mencapai 2.368.966 ton.

### c. Impor Soda Ash di Indonesia

Tabel 1. 2 Data Impor Soda Ash Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2022)

Tahun	Impor (Ton/Tahun)
2014	931.825,107
2015	936.654,780
2016	869.081,045
2017	879.750,591
2018	1.031.606,797
2019	985.995,511
2020	819.912,215
2021	821.456,004

Berdasarkan Tabel 1. 2, kebutuhan soda ash di Indonesia sepenuhnya masih dipasok oleh impor dari luar negeri karena belum tersedianya pabrik soda ash di Indonesia. Dari data tersebut, dapat digunakan untuk memprediksi kebutuhan soda ash pada tahun 2025 menggunakan persamaan regresi linear  $y = ax \pm b$ .



Gambar 1. 2 Impor Soda Ash Tahun 2014 – 2021 (Badan Pusat Statistik, 2022)

Dari gambar 1. 2 didapatkan persamaan  $y = -8663,1x + 18.385.006,5$  dimana  $y$  adalah proyeksi konsumsi soda ash di Indonesia dan  $x$  adalah tahun konsumsi. Dari persamaan tersebut dapat dicari prediksi impor soda ash pada tahun pabrik beroperasi (2025) sebagai berikut:

$$y = -8663,1 (2025) + 18.385.006,5$$

$$y = 842.229 \text{ ton}$$

Jadi pada tahun 2025 diperkirakan Indonesia melakukan impor soda ash mencapai 842.229 ton.

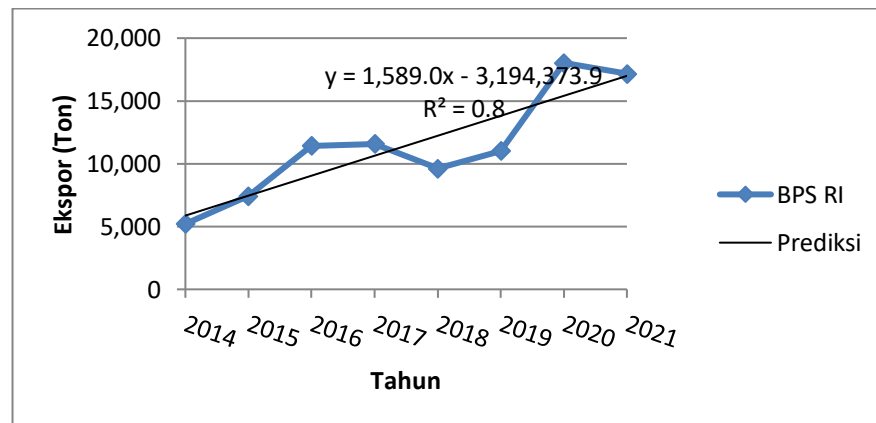
#### d. Ekspor Soda Ash Indonesia ke Luar Negeri

Saat ini ekspor soda ash yang tercantum dalam data di Badan Pusat Statistik (2022) merupakan penjualan kembali soda ash yang diimpor dari luar negeri. Berikut ditunjukkan pada Tabel 1. 3 berisi data ekspor soda ash yang dilakukan oleh Indonesia.

Tabel 1. 3 Ekspor Soda Ash Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2022)

Tahun	Ekspor (Ton/Tahun)
2014	5.213
2015	7.420
2016	11.417
2017	11.578
2018	9.630
2019	11.025
2020	18.027
2021	17.150

Dari data tersebut kemudian diproyeksikan menggunakan persamaan linier seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. 3.



Gambar 1. 3 Ekspor Soda Ash Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2022)

Berdasarkan sebaran data di atas, didapatkan nilai koefisien korelasi sebesar 0,8 dan persamaan linier yang dapat digunakan untuk memprediksi ekspor soda ash Indonesia pada tahun pabrik beroperasi (2025) sebagai berikut:

$$y = 1.589x - 3.194.373,9$$

Dimana:

y = Jumlah ekspor soda ash Indonesia pada tahun ke- x

x = Tahun

Sehingga didapatkan prediksi ekspor soda ash Indonesia pada tahun 2025 adalah sebanyak 23.351 ton dengan persamaan sebagai berikut:

$$y = 1.589 (2025) - 3.194.373,9$$

$$y = 23.351 \text{ ton}$$

Dari prediksi yang telah dilakukan berdasarkan kapasitas produksi pabrik soda ash yang sudah ada, data konsumsi, impor, dan ekspor soda ash di Indonesia dapat digunakan untuk menentukan kapasitas produksi pabrik soda ash yang akan dibangun pada tahun 2025 dengan menggunakan rumus peluang sebagai berikut:

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

Dimana:

$$\text{Konsumsi} = 2.368.966 \text{ ton}$$

$$\text{Ekspor} = 23.351 \text{ ton}$$

$$\text{Produksi} = 300.000 \text{ ton}$$

$$\text{Impor} = 842.229 \text{ ton}$$

Sehingga didapatkan nilai peluang sebesar 1.250.088 ton/tahun. Dari nilai peluang yang didapatkan, dipilih kapasitas pabrik soda ash pada tahun 2025 sebesar 14% dari peluang yaitu sebanyak 170.000 ton/tahun.

### **1. 2. 2 Ketersediaan Bahan Baku**

Bahan baku utama pembuatan soda ash adalah garam rakyat dan batu kapur. Bahan baku garam rakyat akan diambil dari alam yang terdapat pada empat kabupaten di Madura, yaitu Bangkalan, Sampang, Pamekasan, dan Sumenep. Menurut Pusat Data Statistik dan Informasi Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia (KKP RI, 2018), jumlah produksi garam rakyat di Madura sebanyak 645.535,09 ton. Sedangkan untuk bahan baku batu kapur akan diambil dari Kabupaten Bangkalan yang memiliki cadangan batu gamping/batu kapur sebanyak 1.083.054.996.791 m<sup>3</sup> (Badan Pusat Statistik Kabupaten Bangkalan, 2015).

### **1. 2. 3 Kapasitas Minimal Pabrik Soda Ash Dunia**

Kapasitas pendirian pabrik harus berada diatas kapasitas minimum, atau paling tidak harus sama dengan kapasitas pabrik yang sedang berjalan. Kapasitas minimum produksi soda ash dunia diduduki oleh Ethiopia yang hanya memproduksi soda ash 20.000 ton pada tahun 2021.

Tabel 1. 4 Kapasitas Produksi Soda Ash di Dunia (U.S. Geological Survey, 2022)

	<i>Mine Production</i>		<i>Reserve</i>
	<b>2020</b>	<b>2021</b>	
<b><i>Natural :</i></b>			
<i>United States</i>	9,900	12,000	23,000,000
<i>Botswana</i>	250	260	400,000
<i>Ethiopia</i>	18	20	400,000
<i>Kenya</i>	220	250	7,000
<i>Turkey</i>	4,200	4,400	880,000
<b><i>Other Countries</i></b>	NA	NA	280,000
<i>World total, natural (rounded)</i>	14,700	17,000	25,000,000
<i>World total, synthetic (rounded)</i>	40,400	42,000	XX
<i>World total (rounded)</i>	55,100	59,000	XX

Berdasarkan pertimbangan di atas, maka kapasitas pabrik ditentukan sebesar 170.000 ton/tahun dengan harapan sebagai berikut:

- Dapat memenuhi kebutuhan soda ash dalam negeri yang telah diperkirakan pada tahun 2025.
- Dapat memberi keuntungan karena kapasitas yang dirancang telah melampaui kapasitas minimum pabrik yang telah beroperasi di dunia.
- Dapat meningkatkan nilai guna dan nilai jual sumber daya alam Indonesia yang melimpah.

### **1. 3 Penentuan Lokasi Pabrik**

Penentuan lokasi pabrik merupakan salah satu faktor penting dalam proses perencanaan pendirian sebuah pabrik. Ketepatan dalam menentukan lokasi pabrik dapat memberi kontribusi yang positif dalam segi teknis hingga perekonomian pabrik. Adapun beberapa pertimbangan yang dijadikan dasar penentuan lokasi pabrik antara lain, ketersediaan bahan, utilitas, transportasi, letak pabrik dengan pasar, tenaga kerja, kondisi alam, dan prospek pengembangan dimasa depan.

Pabrik soda ash direncanakan akan didirikan di Kabupaten Bangkalan, Madura, Jawa Timur. Pemilihan lokasi ini dilakukan berdasarkan pertimbangan sebagai berikut:

#### **1. 3. 1 Faktor Utama**

Faktor utama merupakan faktor yang dapat mempengaruhi secara langsung tujuan utama pabrik, yaitu produksi dan distribusi produk. Adapun yang termasuk faktor utama meliputi:

### **1. 3. 1. 1 Ketersediaan Bahan Baku**

Terpenuhinya kebutuhan bahan baku merupakan indikator utama dalam keberjalanan proses produksi suatu pabrik. Pabrik yang lokasinya dekat dengan sumber bahan baku dapat mengurangi kemungkinan terjadinya kerusakan, pengurangan, atau kontaminan bahan baku selama proses pengiriman serta dapat menghemat biaya pengiriman. Bahan baku pembuatan soda ash yaitu garam rakyat yang diambil dari Kabupaten Bangkalan, Sampang, Pamekasan, dan Sumenep. Sedangkan untuk bahan baku batu kapur diambil dari Kabupaten Bangkalan.

### **1. 3. 1. 2 Letak Pabrik dengan Daerah Pemasaran**

Pada masa awal pendirian pabrik soda ash ini, tujuan utamanya adalah untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Industri – industri pengguna soda ash dalam proses produksinya sebagian besar terletak di Pulau Jawa, khususnya di wilayah Jawa Timur. Dari Kabupaten Bangkalan menuju Ibukota Provinsi Jawa Timur, Surabaya memiliki jarak yang cukup dekat yaitu 28 km (Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur, 2017).

### **1. 3. 1. 3 Transportasi**

Pendirian pabrik harus dilengkapi dengan sarana transportasi yang memadai. Pada transportasi darat, keberadaan Jembatan Suramadu memudahkan perjalanan dari Kabupaten Bangkalan (Pulau Madura) ke Pulau Jawa (Surabaya). Selain itu, untuk transportasi laut terdapat Pelabuhan Kamal dan Pelabuhan Tanjung Bumi yang dapat mempermudah transportasi perdagangan antar pulau.

### **1. 3. 1. 4 Utilitas**

Pendirian pabrik harus ditunjang dengan terpenuhinya utilitas pabrik, seperti kebutuhan air dan listrik. Kebutuhan air proses dapat dipenuhi dari sungai – sungai di sekitar Kabupaten Bangkalan, antara lain sungai Calteng (7,7 km), sungai Ombul (5,5 km), sungai Kalajen (4,4 km), dan sungai Jerdabung (3,15 km) (Badan Pusat Statistik Kabupaten Bangkalan, 2013). Sedangkan kebutuhan listrik dapat dipenuhi di Kabupaten Bangkalan karena ketersediaan listrik di lokasi ini sudah menjangkau seluruh pelosok desa. Kebutuhan listrik dipenuhi oleh Jaringan Interkoneksi Jawa Madura Bali melalui jaringan bawah laut. Jaringan tersebut masuk dari Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) Gresik melalui Gardu Induk Kamal dan kemudian didistribusikan ke seluruh penjuru Madura. Dengan telah tersedianya listrik di Kabupaten Bangkalan akan memudahkan untuk memenuhi kebutuhan utilitas listrik pabrik soda ash.

### **1. 3. 1. 5 Tenaga Kerja**

Kabupaten Bangkalan terletak dekat Surabaya yang merupakan pusat pendidikan di Jawa Timur, sehingga tidak sulit untuk mendapatkan tenaga kerja ahli. Sementara itu, jumlah pengangguran di Kabupaten Bangkalan juga cukup tinggi sehingga dapat menyerap tenaga kerja dari warga sekitar lokasi pabrik, baik tenaga kerja ahli atau tenaga kerja tanpa keahlian.

### **1. 3. 2 Faktor Penunjang**

#### **1. 3. 2. 1 Kondisi Alam**

Kabupaten Bangkalan memiliki luas wilayah 1.260,14 km<sup>2</sup> dengan didominasi oleh kondisi tanah yang datar (45,43%) dan bergelombang (50,45%). Wilayah ini berada pada ketinggian 2 – 200 meter diatas permukaan laut (mdpl). Sehingga beberapa bagian di Kabupaten Bangkalan yang letaknya cukup tinggi dari permukaan laut dapat terhindar dari resiko terjadinya tanah longsor, banjir, dan erosi (Bappeda Provinsi Jawa Timur, 2013).

#### **1. 3. 2. 2 Kebijakan Pemerintah**

Kebijakan pemerintah Kabupaten Bangkalan mendukung pelaksanaan pengembangan industri di wilayahnya. Hal ini bertujuan untuk mewujudkan pertumbuhan ekonomi yang merata dan meningkatkan kualitas sumber daya manusia. Dengan demikian, pendirian pabrik soda ash di wilayah Kabupaten Bangkalan akan lebih mudah karena memiliki dukungan dari pemerintah daerah.

#### **1. 3. 2. 3 Sarana Penunjang Lain**

Sarana penunjang lain seperti fasilitas pendidikan, tempat ibadah, perumahan, tempat hiburan, fasilitas kesehatan, fasilitas olahraga, dan lain – lain harus ada di sekitar lokasi pabrik guna meningkatkan kesejahteraan dan kualitas hidup masyarakat sekitar.

### **1. 4 Tinjauan Proses**

#### **1. 4. 1 Macam-Macam Proses**

Proses pembuatan natrium karbonat telah dilakukan sejak zaman kuno hingga tahun 1800-an yang dilakukan melalui proses pembakaran vegetasi alam dan air laut yang kemudian dilanjutkan dengan proses kalsinasi dalam panas yang menyala dan pencucian abu (Wagialla et al., 1992). Berdasarkan proses tersebut, terbentuklah istilah soda ash. Setelah berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, terdapat proses pembuatan soda ash yang lebih modern. Adapun beberapa proses pembuatan soda ash yang dilakukan secara sintetik adalah sebagai berikut:

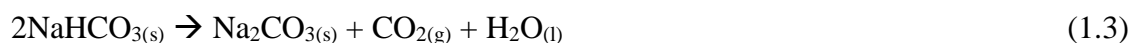


### 1. 4. 1. 1 Proses *Le Blanc*

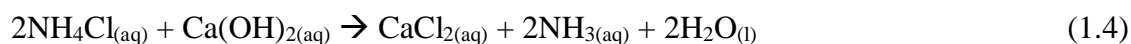
Proses *Le Blanc*, menggunakan bahan baku garam laut dan asam sulfat. Garam laut (NaCl) direbus dalam asam sulfat untuk menghasilkan natrium sulfat dan gas hidrogen klorida. Proses ini dilakukan dengan dasar pemanggangan *salt cake* (kerak garam) dengan karbon (batu bara) dan batu kapur di dalam kiln dan sesudah itu mengerasakan hasilnya dengan air. Produk kasar dari reaksi ini disebut *black ash* (abu hitam). Pengerasan dilakukan pada waktu dingin, pada pengerasan ini berlangsung hidrolisis sebagian sulfida. Kemudian *black ash* diubah lagi menjadi karbonat dengan pengolahan dengan gas yang mengandung karbon dioksida yang berasal dari kiln. Larutan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> yang dihasilkan, dipekatkan sehingga menghasilkan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> yang kemudian dikeringkan atau dikalsinasi (Wisniak, 2003).

### 1. 4. 1. 2 Proses *Solvay*

Proses *Solvay* menggunakan bahan baku utama garam (NaCl) dan batu kapur (CaCO<sub>3</sub>) sebagai bahan baku dasar dan menggunakan amonia sebagai siklus reagen, dengan produk samping CaCl<sub>2</sub>. Ini berdasarkan pada kenyataan bahwa amonia bereaksi dengan karbon dioksida dan air untuk membentuk amonium bikarbonat. Dengan reaksi sebagai berikut:

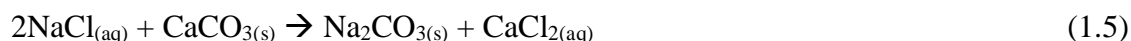


Pada reaksi ini, amonium bikarbonat terbentuk bereaksi dengan garam untuk membentuk natrium bikarbonat. Natrium bikarbonat kemudian dikalsinasi menjadi abu soda ringan. Klorida juga terbentuk sebagai produk sampingan. Hal ini dinetralisir dengan kapur untuk membentuk kalsium klorida, dengan reaksi sebagai berikut:



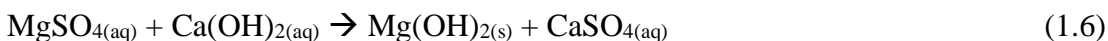
Proses *solvay* pada umumnya, amonia yang terbentuk oleh reaksi ini di-recycle masuk kedalam proses untuk digunakan kembali. Amonia dianggap sebagai katalis (Ullmann, 2009).

Proses *solvay* dapat diringkas sesuai dengan persamaan sebagai berikut:



Reaksi kimia ini tidak langsung diterapkan. Proses *solvay* menggunakan tahap perantara NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub> dalam mendapatkan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> dari NaCl dan CaCO<sub>3</sub>. Amonia (NH<sub>3</sub>) yang dibutuhkan didaur ulang. Proses ini diringkas sebagai berikut:

a. Pemurnian air garam, untuk mendapatkan larutan natrium klorida murni:

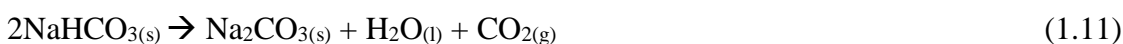


- b. Absorpsi amonia dan karbonasi dari garam amonia setelah  $\text{CO}_2$  terkompresi dari reaksi (1.10) dan (1.11) (Wagialla et al., 1992).



- c. Filtrasi natrium bikarbonat, didapatkan dari (1.8) dan (1.9)

- d. Dekomposisi bikarbonat menjadi karbonat dan  $\text{CO}_2$  recovery



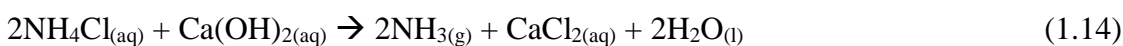
- e. Pembakaran batu kapur di kiln dan  $\text{CO}_2$  recovery



- f. Larutan kapur



- g. Regenerasi amonia



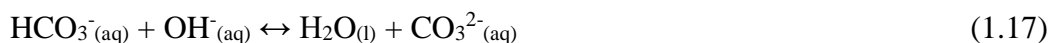
### 1. 4. 1. 3 Proses Karbonasi

Proses Karbonasi tergantung akan ketersediaan NaOH yang diproduksi dari hasil produk sampingan dari pembuatan klorin dari air garam. Dapat dikatakan pasar soda ash tergantung pada permintaan pasar untuk klorin, karena selama produksi klorin, NaOH juga diproduksi dimana bersaing dalam sebagian besar aplikasi soda ash. Maka dari itu, jika permintaan klorin tinggi, produk sampingan NaOH yang dihasilkan, dapat mengambil alih sebagian besar pasar soda ash dan menekan harga. Dengan demikian mengetahui kebutuhan pasar dan kelayakan untuk soda ash harus memperhitungkan saat ini dan proyeksi pasar NaOH atau klorin.

Proses pembuatan soda ash dengan metode karbonasi, dengan absorpsi  $\text{CO}_2$  dalam larutan aqueous NaOH. Dimana,  $\text{Na}^+$  dan  $\text{OH}^-$  hampir seluruhnya terionisasi dalam *pure water* sebab NaOH adalah basa kuat. Kemudian saat gas  $\text{CO}_2$  diumpankan ke larutan NaOH untuk diabsorb,  $\text{CO}_2$  secara fisik terabsorb menjadi  $\text{CO}_2$  cair, seperti persamaan (1.15).

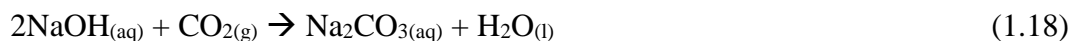


Kemudian  $\text{CO}_2$  cair bereaksi dengan  $\text{OH}^-$  untuk menghasilkan  $\text{HCO}_3^-$  dan  $\text{CO}_3^-$ , seperti yang tujukan dalam persamaan (1.16) dan (1.17).



Pada persamaan (1.16) ada reaksi kedua, dapat dianggap reaksi orde satu semu karena konsentrasi  $\text{CO}_2$  konstan. Persamaan, (1.16) dan (1.17) adalah reaksi reversibel dengan rate yang sangat cepat dalam kisaran pH tinggi. Reaksi (1.17) terjadi setelah reaksi (1.16).  $\text{CO}_2$  cair tidak terdapat dalam larutan selama reaksi keseluruhan karena pembentukannya segera bereaksi dengan  $\text{OH}^-$ . Setelah  $\text{CO}_2$  cair yang dihasilkan dalam larutan,  $\text{CO}_2$  cair segera dikonsumsi melalui reaksi (1.16) dan (1.17).

Persamaan (1.17) dominan di awal reaksi karena absorben dipertahankan dengan alkalinitas yang sangat tinggi dan selanjutnya meningkatkan konsentrasi relatif  $\text{CO}_3^{2-}$  dengan  $\text{HCO}_3^-$ . Selain itu,  $\text{OH}^-$  cepat menurun melalui reaksi (1.16) dan (1.17). Oleh karena itu, sementara pH dengan cepat menurun selama periode reaksi awal, konsentrasi  $\text{CO}_3^{2-}$  meningkat. Berdasarkan fenomena tersebut, reaksi bersih dilakukan selama waktu awal reaksi penyerapan  $\text{CO}_2$  secara keseluruhan dinyatakan pada persamaan (1.18) (Minallah et al., 2017).



Tabel 1. 5 Perbandingan Proses Pembuatan Soda Ash (Minallah et al., 2017; Ullmann, 2009; Wisniak, 2003)

Pertimbangan	Proses		
	<i>Le Blanc</i>	<i>Solvay</i>	Karbonasi
1. Aspek Teknis Proses			
a. Bahan Baku	NaCl; $\text{CaCO}_3$ ; C	NaCl; $\text{CaCO}_3$	$\text{CO}_2$ ; NaOH
b. Bahan Tambahan	$\text{H}_2\text{SO}_4$	$\text{NH}_3$	-
c. Produk Samping	HCl ; CaS	$\text{CaCl}_2$	
d. Kemurnian Produk	96,8%	99,6%	99%
e. Korosivitas Bahan	Tinggi	Sedang	Sedang
2. Kondisi Operasi			
a. Tekanan	Tinggi	1	1
b. Temperatur	Tinggi	60	30
3. Aspek dampak lingkungan	Tinggi	Sedang	Rendah

### 1. 4. 2 Proses yang Dipilih Untuk Produksi Pabrik

Proses yang dipilih untuk produksi soda ash ialah proses *solway*. Proses *solway* yang banyak digunakan oleh berbagai produsen di dunia. Proses *solway* berbahan baku utama batu kapur dan garam. Proses *solway* dipilih karena Bahan baku yang digunakan mudah di dapatkan yaitu batu kapur dan garam. Produk samping yang dihasilkan  $\text{CaCl}_2$ . Kemurnian produk yang didapat lebih tinggi yaitu mampu mencapai 99,6%. Korosifitas bahan lebih rendah sehingga tidak memerlukan biaya perawatan yang tinggi. Dampak lingkungan yang diakibatkan dari proses *solway* lebih kecil sehingga tidak memerlukan perlakuan khusus terhadap pencemaran yang terjadi dan produk samping bisa dijual yaitu  $\text{CaCl}_2$ .

### 1. 4. 3 Kegunaan Produk

Soda ash banyak digunakan untuk kebutuhan sehari-hari, salah satunya pada industri *baking powder*, sebagai obat asam lambung, sebagai pemadam api bubuk kering dan pakan ternak.

Soda ash cenderung membentuk gumpalan di keadaan lembab atau di bawah tekanan. Pada pemanasan hingga  $> 60^\circ\text{C}$ , banyak yang terdekomposisi menjadi soda ash. Sifat yang dihasilkan mudah menyerap bau yang ada disekitarnya. Oleh karena itu, harus disimpan dalam suhu ruang dan kering (Ullmann, 2009).