

**TUGAS DESAIN PABRIK KIMIA – TK 184803**

**PRA DESAIN PABRIK**

***SODIUM BICARBONATE DARI  
SODIUM CARBONATE***

**Triven Huygens Simaremare  
NRP. 0221164000078**

**Andre Visi Sinaga  
NRP. 0221164000126**

**Dosen Pembimbing :**

**Prof. Dr. Ir. Heru Setyawan, M.Eng.**

**NIP. 1967 02 03 1991 02 1 001**

**Dr. Widiyastuti, S.T., M.T.**

**NIP. 1975 03 06 2002 12 2 002**

**DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN  
REKAYASA SISTEM  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH  
NOPEMBER SURABAYA  
2020**

## LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Tugas Desain Pabrik Kimia dengan Judul :

**"Pabrik Sodium Bicarbonate ( $\text{NaHCO}_3$ ) dari Sodium Carbonate ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )"**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S-1 Departemen Teknik Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Oleh :

Triven Huygens Simaremare

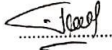
NRP. 0221164000078

Andre Visi Sinaga

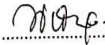
NRP. 02211640000126

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Desain Pabrik Kimia :


1. Prof.Dr.Ir.Heru Setyawan, M.Eng

..... (Pembimbing I)

2. Dr. Widiyastuti, S.T., M.T

..... (Pembimbing II)


3. Juwari, S.T., M.Eng., Ph.D

..... (Penguji I)

4. Ir. Ignatius Gunardi, M.T

..... (Penguji II)

5. Ir. Nuniek Hendriane, M.T

..... (Penguji III)



## RINGKASAN

Pabrik *Sodium Bicarbonate* dengan bahan baku *Sodium Carbonate* dan Gas CO<sub>2</sub> didirikan dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan *Sodium Bicarbonate* dalam negeri sehingga mengurangi jumlah impor. *Sodium Bicarbonate* banyak digunakan sebagai bahan tambahan makanan (aditif) & farmasi yakni hampir 90% dari keseluruhan jumlah impor.

Pembuatan *Sodium Bicarbonate* dalam pra desain ini menggunakan proses karbonasi, dengan bahan baku *Sodium Carbonate*, gas CO<sub>2</sub>. Bahan baku berupa *Sodium Carbonate* di suplai dari PT. Dalian Chem. Ind. Corp. Liaoning, China. Adapun gas CO<sub>2</sub> disuplai dari PT Samator Gas Gresik, Jawa Timur.

Pabrik *Sodium Bicarbonate* direncanakan akan didirikan di daerah Gresik, Jawa Timur. Pabrik *Sodium Bicarbonate* ini di desain beroperasi secara kontinyu selama 24 jam per hari, dengan perencanaan operasi selama 340 hari per tahun sebagai berikut :

- 1) Kapasitas produksi : 11,000 ton/tahun
- 2) Kebutuhan bahan baku
  - *Sodium Carbonate* : 6,952.15 ton/tahun
  - Gas CO<sub>2</sub> : 3,354.306 ton/tahun
- 3) Bentuk Perusahaan : Perseroan Terbatas
- 4) Analisa Ekonomi
  - a) Permodalan
    - Modal tetap (FCI) : Rp. 42,520,114,207
    - Modal Kerja (WCI): Rp. 7,503,549,566
    - Modal total (TCI) : Rp. 50,023,663,773
    - Modal sendiri (60% TCI): Rp. 30,014,198,264
    - Modal pinjaman (40% TCI):Rp. 20,009,465,509
  - b) Rentabilitas
    - Masa konstruksi : 2 tahun
    - Pengembalian pinjaman : 4.59 Tahun
    - Bunga Bank : 12.5 %

- Laju Inflasi : 4.36 %
- Rate Of Investment (ROI) : 15.82 %
- Break Even Point (BEP) : 54.96 %

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadirat Tuhan YME karena atas berkat Rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Pra Desain Pabrik ”*Sodium Bicarbonate (NaHCO<sub>3</sub>) dari Sodium Carbonate (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)*” yang merupakan salah satu syarat kelulusan bagi mahasiswa Teknik Kimia FTIRS-ITS Surabaya.

Keberhasilan penulisan Tugas Pra Desain Pabrik ini tidak lepas dari dorongan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Heru Setyawan, M.Eng. & Ibu Dr. Widiyastuti, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Tugas Pra Desain Pabrik atas bimbingan dan saran yang telah diberikan.
2. Ibu Dr. Widiyastuti, S.T., M.T., selaku Kepala Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
3. Bapak Dr. Kusdianto, S.T., M.Sc. Eng selaku Sekretaris Program Studi S-1 Departemen Teknik Kimia, FTIRS-ITS.
4. Bapak dan Ibu Dosen pengajar serta seluruh karyawan Departemen Teknik Kimia.
5. Orang Tua dan keluarga kami yang telah banyak memberikan dukungan baik moral maupun spiritual.
6. Teman-teman seperjuangan di Laboratorium Elektrokimia dan Korosi yang telah memberikan segala *support*, bantuan dan kerjasamanya.
7. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Pra Desain Pabrik ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhirnya, kami memohon maaf atas segala kekurangan yang terjadi selama proses penyusunan tugas ini. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi Penulis dan Pembaca.

Surabaya, 13 Januari 2020

Penyusun

## DAFTAR ISI

RINGKASAN.....	i
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR TABEL .....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	x
BAB I PENDAHULUAN .....	1
I.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik.....	1
I.2 Penggunaan Produk.....	3
I.3 Ketersediaan Bahan Baku .....	4
I.4 Aspek Pemasaran .....	5
BAB II BASIS DESAIN DATA .....	9
II.1 Kapasitas Pabrik .....	9
II.2 Pemilihan Lokasi Pabrik.....	15
II.3 Kondisi Alam Lokasi Pabrik.....	20
II.4 Spesifikasi Bahan Baku & Produk.....	21
BAB III SELEKSI DAN URAIAN PROSES .....	29
III.1 Macam-macam Proses.....	29
III.2 Seleksi dan Uraian Proses.....	32
III.3 Kondisi Bahan Baku & Produk .....	34
III.4 Tinjauan Termodinamika .....	34
III.5 Tahapan Proses .....	36
BAB IV NERACA MASSA & ENERGI.....	39
BAB V DAFTAR & HARGA PERALATAN .....	99
BAB VI ANALISA EKONOMI .....	113
VI.1 Bentuk dan Organisasi Perusahaan .....	113
VI.2 Pengelolaan Sumber Daya Manusia.....	115
VI.3 Peralatan dan Utilitas Proses .....	120
VI.4 Analisa Ekonomi.....	1216
BAB VII KESIMPULAN.....	129
DAFTAR PUSTAKA.....	130

## DAFTAR TABEL

Tabel I.1 Data impor <i>Sodium bicarbonate</i> berbagai negara ..	23
Tabel I.2 Pabrik Sodium carbonate di beberapa negara .....	23
Tabel I.3 Penggunaan Sodium bicarbonate di dunia .....	235
Tabel II.1 Data Konsumsi Sodium Bicarbonate pada beberapa pabrik di Indonesia tahun 2008-2019 .....	10
Tabel II.2 Perkembangan Produksi Sodium bicarbonate di Indonesia.....	12
Tabel II.3 Perkembangan Impor Sodium bicarbonate di Indonesia.....	13
Tabel II.4 Perkembangan Ekspor Sodium bicarbonate di Indonesia.....	14
Tabel II.5 Baku Mutu Gas CO <sub>2</sub> PT.Samator Industri Gas .....	23
Tabel II.6 Baku Mutu Penggunaan <i>Sodium bicarbonate</i> .....	25
Tabel III.1 Parameter Seleksi Proses <i>Sodium Bicarbonate</i> ...	33
Tabel IV.1 Komposisi Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> .....	40
Tabel IV.2 Neraca massa screw conveyor (J-111) .....	40
Tabel IV.3 Neraca massa Mixing Tank (M-112) .....	41
Tabel IV.4 Neraca massa Sodium Carbonate Pump (L-113)	42
Tabel IV.5 Neraca massa Sodium Carbonate Heat Exchanger (E-114).....	43
Tabel IV.6 Neraca massa CO <sub>2</sub> Feed Storage Tank (F-115)...	44
Tabel IV.7 Neraca massa CO <sub>2</sub> Feed Compressor (G-116) ....	45
Tabel IV.8 Neraca massa continuous stirrer tank .....	46
reactor (R-110) .....	46
Tabel IV.9 Neraca massa Crystall Pump (L-117) .....	48
Tabel IV.10 Neraca massa rotary drum vacuum .....	49
filter (H-210).....	49
Tabel IV.11 Neraca massa Recycle Pump (L-211) .....	50
Tabel IV.12 Neraca massa Screw conveyor (J-212).....	51
Tabel IV.13 Neraca massa rotary dryer (B-310) .....	52
Tabel IV.14 Neraca massa Blower (G-311) .....	53
Tabel IV.15 Neraca massa Cyclone (H-312).....	54
Tabel IV.16 Neraca massa Belt conveyor I (J-313).....	56



Tabel IV.17 Neraca massa Ball Mill (C-314).....	57
Tabel IV.18 Neraca massa Screen (H-315) .....	58
Tabel IV.19 Neraca massa Elevator (J-316).....	59
Tabel IV.20 Neraca massa Belt conveyor 2 (J-317).....	60
Tabel IV.21 Komposisi $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .....	65
Tabel IV.22 Enthalpi bahan masuk Screw Conveyor.....	66
Tabel IV.23 Enthalpi bahan Keluar Screw Conveyor .....	66
Tabel IV.24 Enthalpi Bahan masuk $\text{Na}_2\text{CO}_3$ Mixing Tank ...	67
Tabel IV.25 Enthalpi Bahan keluar $\text{Na}_2\text{CO}_3$ Mixing Tank....	68
Tabel IV.26 Enthalpi Bahan Masuk $\text{Na}_2\text{CO}_3$ Pump .....	69
Tabel IV.27 Enthalpi Bahan Keluar $\text{Na}_2\text{CO}_3$ Pump .....	69
Tabel IV.28 Enthalpi bahan masuk $\text{Na}_2\text{CO}_3$ Heater .....	70
Tabel IV.29 Enthalpi bahan Keluar $\text{Na}_2\text{CO}_3$ Heater.....	71
Tabel IV.30 Neraca Energi Total $\text{Na}_2\text{CO}_3$ Heater (E-114)...	71
Tabel IV.31 Enthalpi Bahan masuk $\text{CO}_2$ Storage Tank.....	72
Tabel IV.32 Enthalpi Bahan keluar $\text{CO}_2$ Storage Tank .....	72
Tabel IV.33 Enthalpi Bahan Masuk $\text{CO}_2$ Kompresor .....	73
Tabel IV.34 Enthalpi Bahan Keluar $\text{CO}_2$ Kompresor .....	73
Tabel IV.35 Neraca Energi Total $\text{CO}_2$ Kompresor .....	74
Tabel IV.36 Enthalpi Standar reaktan Bubble Column .....	75
Tabel IV.37 Enthalpi Standar produk Bubble Column Reactor (R-110) .....	75
Tabel IV.38 Enthalpi Pembentukan Reaktan.....	76
Tabel IV.39 Enthalpi Pembentukan Produk .....	77
Tabel IV.40 Enthalpi Bahan masuk Reaktor .....	77
Tabel IV.41 Tabel Enthalpi Bahan keluar Reaktor.....	77
Tabel IV.42 Enthalpi Bahan masuk Crystall Pump.....	79
Tabel IV.43 Enthalpi Bahan keluar Crystall Pump .....	79
Tabel IV.44 Enthalpi Bahan Masuk Rotary Vacuum Filter ..	80
Tabel IV.45 Enthalpi Bahan keluar Rotary Vacuum Filter ...	81
Tabel IV.46 Neraca Energi Total Rotary Vacuum Filter.....	81
Tabel IV.47 Enthalpi Bahan masuk Screw Conveyor .....	82
Tabel IV.48 Enthalpi Bahan keluar Screw Conveyor.....	82
Tabel IV.49 Enthalpi Bahan masuk Recycle Pump.....	83
Tabel IV.50 Enthalpi Bahan keluar Recycle Pump .....	83

Tabel IV.51 Enthalpi Bahan Masuk Rotary Dryer .....	84
Tabel IV.52 Enthalpi Bahan Keluar Rotary Dryer .....	85
Tabel IV.53 Properties Bahan masuk Blower .....	86
Tabel IV.54 Enthalpi Bahan masuk Blower .....	86
Tabel IV.55 Enthalpi Bahan keluar Blower .....	87
Tabel IV.56 Neraca Total <i>Air Blower</i> .....	87
Tabel IV.57 Enthalpi Bahan masuk Cyclone .....	88
Tabel IV.58 Enthalpi Bahan keluar Cyclone .....	89
Tabel IV.59 Enthalpi Bahan masuk Belt Conveyor I .....	90
Tabel IV.60 Enthalpi Bahan Keluar Belt Conveyor I.....	91
Tabel IV.61 Enthalpi Bahan Masuk Ball Mill.....	92
Tabel IV.62 Enthalpi Bahan Keluar Ball Mill.....	93
Tabel IV.63 Enthalpi Bahan Masuk Elevator.....	94
Tabel IV.64 Enthalpi Bahan Keluar Elevator.....	94
Tabel IV.65 Enthalpi Bahan Masuk Screen .....	95
Tabel IV.66 Enthalpi Bahan Keluar Screen .....	95
Tabel IV.67 Enthalpi Bahan Masuk Belt Conveyor II .....	96
Tabel IV.68 Enthalpi Bahan Keluar Belt Conveyor II .....	97
Tabel V.1 Spesifikasi Sodium Carbonate Screw Conveyor ..	97
Tabel V.2 Spesifikasi Sodium Carbonate Mixing Tank .....	100
Tabel V.3 Spesifikasi Sodium Carbonate Feed Pump.....	101
Tabel V.4 Spesifikasi Sodium Carbonate Heater .....	102
Tabel V.5 Spesifikasi CO2 Feed Storage Tank .....	102
Tabel V.6 Spesifikasi CO2 Feed Compressor .....	102
Tabel V.7 Spesifikasi Crystall Pump.....	103
Tabel V.8 Spesifikasi Reaktor .....	104
Tabel V.9 Spesifikasi Rotary Vacuum Filter.....	105
Tabel V.10 Spesifikasi Recycle Pump.....	105
Tabel V.11Spesifikasi Screw Conveyor.....	106
Tabel V.12 Spesifikasi Rotary Dryer.....	107
Tabel V.13 Spesifikasi Blower .....	107
Tabel V.14 Spesifikasi Cyclone .....	108
Tabel V.15 Spesifikasi Belt Conveyor .....	109
Tabel V.16 Spesifikasi Ball Mill .....	109
Tabel V.17 Spesifikasi Vibrating Screen.....	110

Tabel V.18 Spesifikasi Elevator .....	110
Tabel V.19 Spesifikasi Belt Conveyor 2 .....	111
Tabel VI.1 Daftar Kebutuhan karyawan Pabrik NaHCO <sub>3</sub> ....	97
Tabel VI.2 Parameter Perhitungan Ekonomi.....	97
Tabel VI.3 Ringkasan Hasil Perhitungan Analisa Ekonomi	127

## DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Pasar Sodium bicarbonate berdasarkan AGTW ...	6
Gambar I.2 Pasar Sodium bicarbonate berdasarkan area .....	6
Gambar I.3 Pasar Sodium bicarbonate berdasarkan produk....	8
Gambar II.1 Grafik Data Konsumsi $\text{NaHCO}_3$ pada beberapa pabrik.....	11
Gambar II.2 Peta Lokasi Pendirian Pabrik .....	17
Gambar II.3 Sodium Carbonate.....	22
Gambar II.4 Sodium Bicarbonate .....	27
Gambar III.1 Flow Diagram Proses Solvay.....	30
Gambar III.2 Flow Diagram Proses Karbonasi .....	32
Gambar IV.1 Analisa Sistem yang digunakan untuk perhitungan neraca massa.....	39
Gambar VI.1 Struktur Organisasi Garis & Staff .....	114

# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi disertai dengan kemajuan sektor industri telah menuntut semua negara ke arah industrialisasi. Indonesia sebagai negara berkembang banyak melakukan pembangunan di segala bidang khususnya di bidang sektor industri kimia. Sebagai contohnya, pertumbuhan Industri Kimia, Tekstil dan Aneka (IKTA) meningkat signifikan pada triwulan I tahun 2017. Peningkatan tersebut yaitu meningkat 5,16 %. Pertumbuhan tersebut didorong oleh sektor perindustrian bahan kimia dan barang dari bahan kimia sebesar 10,40 % (Sigit, 2017).

Namun ketergantungan impor luar negeri masih lebih besar dibandingkan ekspornya. Indonesia masih banyak mengimpor bahan baku atau produk industri kimia dari luar negeri. Sebagai contohnya, sekitar 64% dari total industri di Indonesia masih mengandalkan bahan baku, serta barang modal impor untuk mendukung proses produksi. Terkait bahan baku, masalah utamanya industri kimia dasar di Indonesia tidak berkembang, sehingga tidak mampu memenuhi kebutuhan bahan baku industri kimia. Selain itu, skala ekonomis untuk membangun pabrik bahan baku industri kimia di dalam negeri juga dinilai belum efisien, sehingga produsen masih memilih untuk impor daripada membangun pabrik. (Basyir, 2018)

Salah satu industri kimia tersebut adalah industri *Sodium bicarbonate* yang digunakan pada bermacam-macam industri, mulai dari industri makanan dan minuman hingga industri farmasi. *Sodium bicarbonate*, juga dikenal sebagai *baking soda*, adalah senyawa kimia dengan rumus kimia  $\text{NaHCO}_3$ . Sekarang ini kebutuhan *Sodium bicarbonate* di dalam negeri semakin meningkat karena manfaatnya yang begitu beragam. Untuk saat ini, kebutuhan *Sodium bicarbonate* di Indonesia belum cukup

terpenuhi dengan baik. Hal tersebut dapat dilihat dari data impor yang lebih besar jumlahnya dibandingkan produksi dan ekspor. (Badan Pusat Statistik,2019)

Ketergantungan impor menyebabkan banyaknya kerugian bagi negara terutama finansial, sehingga diperlukan suatu usaha penanggulangan. Salah satu upayanya adalah mendirikan pabrik *Sodium bicarbonate*. Pabrik *Sodium bicarbonate* didirikan bertujuan untuk menghasilkan suatu produk yang berguna bagi masyarakat dan industri, antara lain untuk mempengaruhi industri-industri lain yang menggunakan *Sodium bicarbonate* sebagai bahan baku dan bahan pembantu. Hal ini dapat menambah devisa negara, pemecahan masalah tenaga kerja, dan memperkuat perekonomian negara dengan membuka peluang berdirinya pabrik lain yang menggunakan produk dari pabrik tersebut.

**Tabel I.1 Data impor *Sodium bicarbonate* dari berbagai negara**

Negara	Januari-Desember 2018	
	Jumlah (ton)	Harga (US\$)
Jepang	2.011,94	1.165.312
Korea Selatan	9,3	24.112
Singapore	5.835,37	1.748.847
Malaysia	45,08	14.083
China	77.508,01	22.936.071

Sumber : Badan Pusat Statistik (BPS)

Dari data yang ditampilkan pada tabel di atas, dapat disimpulkan China sebagai sumber *Sodium Bicarbonate* terbesar untuk Indonesia dengan total biaya impor sebesar US\$ 22.936.071.

Berdasarkan uraian di atas, *Sodium bicarbonate* (*Baking soda*), sangat berpotensi dikembangkan di Negara Indonesia untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan menutupi impor *Sodium bicarbonate*. Pendirian pabrik *Sodium bicarbonate* di Indonesia selain untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri juga akan diproyeksikan untuk ekspor. Didirikannya pabrik *Sodium*

*bicarbonate* ini diharapkan mampu memberikan keuntungan sebagai berikut:

- Mengurangi ketergantungan impor *Sodium bicarbonate*.
- Membantu pemenuhan bahan baku bagi pabrik-pabrik di Indonesia yang menggunakan bahan baku *Sodium bicarbonate*.
- Membuka lapangan kerja baru bagi penduduk sekitar pabrik sehingga menurunkan angka pengangguran.

Berdasarkan pertimbangan di atas maka pendirian pabrik *Sodium bicarbonate* di Indonesia dipandang cukup strategis.

## I.2 Penggunaan Produk

*Sodium bicarbonate* merupakan bahan kimia yang berbentuk kristal serbuk putih yang banyak digunakan dalam berbagai bidang:

### 1. Industri Makanan

Di bidang industri makanan sebagai pengembang roti , biskuit & sebagai bahan campuran dalam beberapa pakan hewan ternak

### 2. Farmasi & Kesehatan

Di bidang farmasi, *Sodium bicarbonate* digunakan dalam komposisi obat-obatan dan bisa menjadi larutan dialisis . Sedangkan di bidang kesehatan dapat dipergunakan obat kumur alami, menghilangkan bau badan, sebagai antacid untuk mengurangi asam lambung, meredakan gatal akibat gigitan serangga, memutihkan gigi dan mampu mengangkat sel kulit mati.

### 3. Rumah Tangga

Di dalam sektor rumah tangga *Sodium bicarbonate* bisa berfungsi sebagai bahan penambah pemadam kebakaran, produk pencuci maupun pembersih perabot rumah tangga dan toilet juga menghilangkan noda membandel. Selain itu bisa menyeimbangkan pH dalam aquarium & kolam.

### I.3 Ketersediaan Bahan Baku

Untuk mendukung kelangsungan proses produksi *Sodium bicarbonate*, maka penyediaan bahan baku harus dipersiapkan dengan baik. Bahan baku yang diperlukan untuk membuat *Sodium bicarbonate* yaitu *Sodium carbonate*.

**Tabel I.2 Pabrik Sodium carbonate di beberapa negara**

No	Pabrik	Negara	Kapasitas (ton/h)
1	FMC Wyoming Corp	Amerika Serikat	3,250,000
2	Solvay Chemicals, Inc	Amerika Serikat	2,800,000
3	Searless Valley Minerals, Inc	Amerika Serikat	1,450,000
4	Tata Chemical Partners	Amerika Serikat	2,800,000
5	Penrice Soda Product, Ltd	Australia	500,000
6	Dalian Chem.Ind.Corp.Liaoning	China	3,000,000

Untuk saat ini, negara Indonesia belum menghasilkan *sodium carbonate*. Sehingga, untuk memasok bahan baku diperoleh dari impor dari salah satu negara penghasil *sodium carbonate* terbesar di dunia. Dari tabel di atas, Dalian Chem. Ind. Corp. Liaoning yang berlokasi di China menjadi negara tujuan impor bahan bakunya. Selain jarak yang lebih dekat daripada Amerika Serikat, pabrik ini juga menghasilkan 3,000,000 ton/tahun. Sehingga akan memenuhi bahan baku yang dibutuhkan. Sedangkan sumber CO<sub>2</sub> diperoleh dari PT. Samator Gas Industri.



## I.4 Aspek Pemasaran

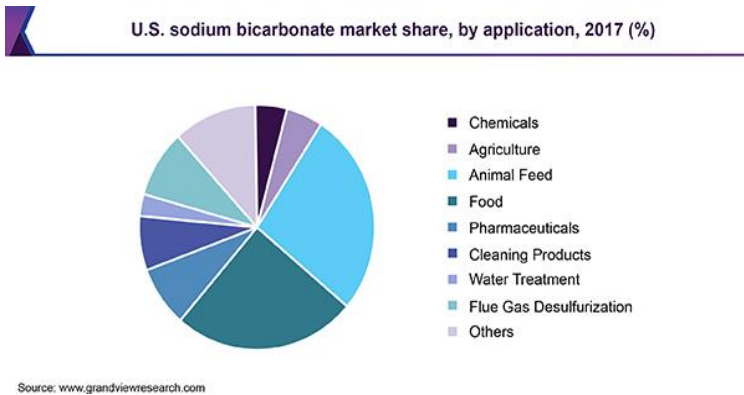
### 1.4.1 Segmentasi Pasar

Ditinjau dari *grand view research*, pada tahun 2017, sebanyak 27,32% *Sodium bicarbonate* digunakan dalam produksi makanan hewan. Sisanya digunakan dalam produksi makanan, minuman, farmasi, dan produk lainnya.

**Tabel I.3 Penggunaan *Sodium bicarbonate* di dunia**

Sektor	Penggunaan Produk <i>Sodium bicarbonate</i> (%)
Industri Kimia	3
Pertanian	3
Industri Makanan Hewan	29
Industri Makanan	25
Farmasi	7
Pembersih Produk	6
Pengolahan Air	2
Desulfurisasi Gas Buang	10
Lain-lain	15

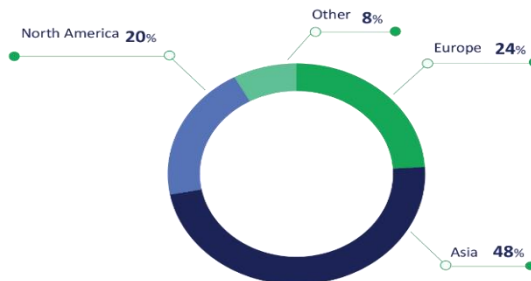
Sumber : Grand View Research



**Gambar I.1** Pasar *Sodium bicarbonate* berdasarkan aplikasi Grand View Research, 2017

Sedangkan ditinjau dari area pemasaran *Sodium bicarbonate*, pada tahun 2016, sebanyak 48% memproduksi *Sodium bicarbonate* di Asia ini yang menempati posisi pertama kemudian disusul Eropa 24% dan Amerika Serikat Utara 20%.

#### PRODUCTION CAPACITIES OF BAKING SODA BY REGION



Source: Own compilation based on data from IHS Chemical

**Gambar I.2** Pasar *Sodium bicarbonate* berdasarkan area (Ciech group, 2016)

Dari kedua tinjauan di atas, produk *Sodium bicarbonate* akan ditargetkan untuk industri makanan yang mayoritas membutuhkan produk *Sodium bicarbonate* tersebut dan industri farmasi yang saat ini sedang berkembang pesat dalam bidang kesehatan dengan menggunakan bahan baku *Sodium bicarbonate*. Pasar yang ditargetkan adalah area Asia khususnya Negara Indonesia karena memiliki tingkat konsumsi *Sodium bicarbonate* yang cukup tinggi.

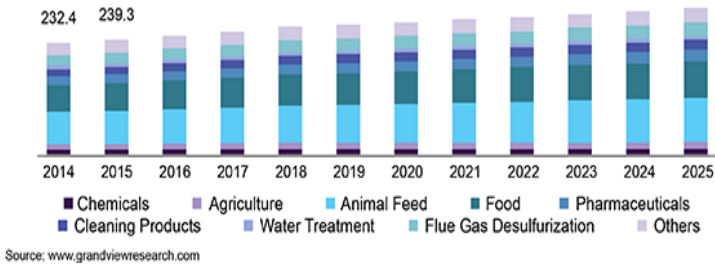
#### **1.4.2 Target Pasar**

Berdasarkan analisa pasar global yang telah dijelaskan pada subbab I.4.1, konsumen yang ditargetkan pada produksi *Sodium bicarbonate* adalah industri farmasi sebagian besar & makanan yang ada di Indonesia terutama Pulau Jawa. Saat ini, banyak sekali pabrik makanan dan farmasi yang tersebar di Pulau Jawa.

#### **1.4.3 Prospek Bisnis**

Berdasarkan analisa pasar yang dilakukan oleh *Grand View Research* (2017), ditinjau dari macam produk *Sodium bicarbonate*, diprediksikan hingga tahun 2025 pakan hewan dan makanan adalah dua aplikasi utama yang menghasilkan permintaan *Sodium bicarbonate* yang cukup besar di AS, Kanada, dan Meksiko. Industri pakan ternak yang sedang tumbuh di wilayah tersebut kemungkinan akan semakin memacu permintaan produk di tahun-tahun mendatang. Sektor-sektor lain, seperti desulfurisasi gas buang, produk pembersih, dan obat-obatan juga diproyeksikan berkontribusi ke pasar secara signifikan.

### U.S. sodium bicarbonate market size, by application, 2014 - 2025 (USD Million)



**Gambar I.3 Jumlah Pasar *Sodium bicarbonate* berdasarkan Produk**

(Grand View Research, 2017)

Gambar I.3 menunjukkan bahwa memproduksi *Sodium bicarbonate* menjadi pilihan yang tepat karena prospeknya yang bagus di masa mendatang. Ukuran pasar *Sodium bicarbonate* Amerika Utara diperkirakan USD 388,4 juta pada 2017, meluas dengan estimasi CAGR 1,8% dari 2018 hingga 2025. Pasar diperkirakan akan didorong oleh meningkatnya permintaan dari industri pengguna akhir seperti pakan ternak, makanan, bahan kimia, obat-obatan, dan pengolahan air. Selain itu, dukungan pemerintah yang kuat untuk R&D untuk meningkatkan cakupan aplikasi adalah faktor penting yang diharapkan dapat mendorong pasar. Untuk itu, pendirian pabrik *Sodium bicarbonate* sebagai tambahan bahan pada industri makanan dan farmasi di Indonesia memiliki prospek yang sangat bagus dalam memenuhi kebutuhan nasional.

## **BAB II**

### **BASIS DESAIN DATA**

#### **II.1 Kapasitas Pabrik**

Berdasarkan kenaikan kebutuhan akan *Sodium bicarbonate* di Indonesia dan usaha untuk mengurangi impor *sodium bicarbonate* dari negara lain, maka perlu didirikan pabrik dengan skala yang cukup untuk memenuhi kebutuhan *Sodium bicarbonate* dalam negara. Disamping itu berdirinya pabrik *Sodium bicarbonate* dapat mendorong berkembangnya industrialisasi di Indonesia.

Dengan perencanaan yang tepat maka pabrik *Sodium bicarbonate* yang didirikan diharapkan :

1. Meningkatkan perekonomian Negara Indonesia
2. Terserapnya tenaga kerja yang berarti mengurangi pengangguran dan pemanfaatan sumber daya alam.
3. Memenuhi kebutuhan *Sodium bicarbonate* dalam negeri.
4. Meningkatkan Industrialisasi, berdirinya industri-industri lainnya yang menggunakan bahan baku *Sodium bicarbonate*.

Pada pendirian pabrik, analisis pasar untuk penentuan kapasitas pabrik sangat penting. Apabila kapasitas telah ditentukan maka dapat ditentukan pula volume reaktor, perhitungan neraca massa, neraca panas, dan lain-lain. Untuk menentukan kapasitas pabrik diperlukan data-data produksi dan pemakaian bahan, yang bisa diperoleh dari data Badan Pusat Statistik (BPS).

Pabrik *Sodium bicarbonate* ini direncanakan akan mulai beroperasi pada tahun 2024, dengan mengacu pada pemenuhan kebutuhan domestik dan peningkatan nilai ekspor. Kebutuhan *Sodium bicarbonate* pada tahun 2024 dapat dihitung sebagai berikut :

$$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5$$

dimana :

$m_1$  = Impor *Sodium bicarbonate* pada tahun 2024 (Ton).

$m_2$  = Produksi *Sodium bicarbonate* dalam negeri tahun 2024 (Ton).

$m_3$  = Kapasitas produksi *Sodium bicarbonate* tahun 2024 (Ton).

$m_4$  = Ekspor *Sodium bicarbonate* pada tahun 2024 (Ton).

$m_5$  = Konsumsi *Sodium bicarbonate* tahun 2024 (Ton).

(Timmerhaus, Edisi Kelima)

maka untuk mendapatkan kapasitas produksi *Sodium bicarbonate* tahun 2024 adalah sebagai berikut :

$$m_3 = m_4 + m_5 - m_1 - m_2$$

Karena esensinya jumlah konsumsi dan jumlah kebutuhan berbeda, dimana konsumsi bergantung dari ketersediaan bahan baku atau produk, kemampuan suatu negara untuk mengekspor dan mengimpor serta kondisi keamanan suatu Negara. *Sodium bicarbonate* digunakan oleh industri makanan seperti roti, biskuit, farmasi dan di bidang pakan ternak.

Berikut data konsumsi *Sodium bicarbonate* pada beberapa perusahaan di Indonesia dari tahun ke tahun yang nantinya menjadi bahan pertimbangan untuk menentukan jumlah konsumsi *Sodium bicarbonate* di Indonesia.

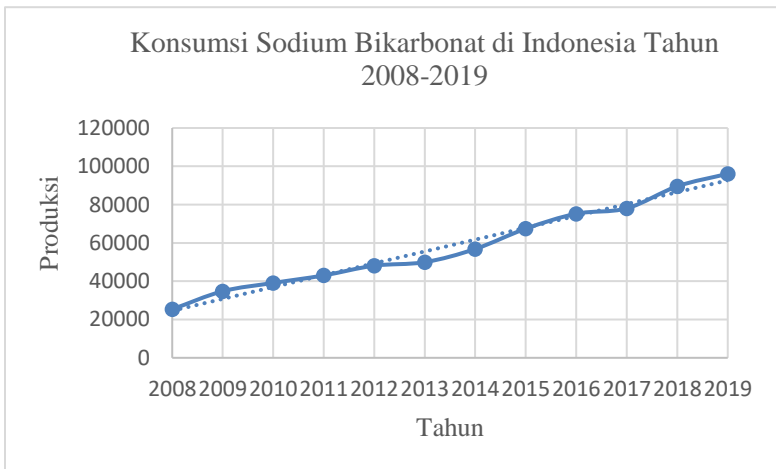
**Tabel II.1 Data Konsumsi *Sodium Bicarbonate* pada beberapa pabrik di Indonesia tahun 2008-2019**

Tahun	Konsumsi (ton/tahun)
2008	25,346
2009	34,766
2010	39,095

2011	43,026
2012	48,116
2013	49,946
2014	56,828
2015	67,422
2016	75,232
2017	78,050
2018	89,549
2019	96,088

Sumber : Badan Pusat Statistik (BPS)

Dari data tabel II.1 dibuat kurva seperti pada gambar II.1 agar dapat dilakukan regresi untuk memprediksi jumlah konsumsi *Sodium Bicarbonate*.



**Gambar II.1** Grafik Data Konsumsi  $\text{NaHCO}_3$  di Indonesia tahun 2008-2019

Dengan melakukan regresi pada kurva dari grafik **Gambar II.1** ini didapatkan persamaan garis dan R yaitu

$$y = 6,187.5x - 12,400,606.2$$

$$R^2 = 0.9811$$

Karena data hasil grafik menunjukkan nilai R yang mendekati nilai 1 maka nilai perhitungan yang didapat valid. Setelah itu, dengan menggunakan persamaan tersebut dapat diketahui jumlah kebutuhan *Sodium bicarbonate* di Indonesia pada tahun 2024. Dengan memasukkan nilai  $x=2024$ , maka akan didapatkan jumlah kebutuhan *Sodium bicarbonate* di Indonesia yakni 123,602.2 ton

Sehingga total konsumsi *Sodium Bicarbonate* pada tahun 2024 sebesar 123,602.2 ton.

**Tabel II.2 Perkembangan Produksi *Sodium Bicarbonate* di Indonesia**

Tahun	Produksi (ton/tahun)	Pertumbuhan
2015	887.60	0
2016	2,300	1.591
2017	3,490.22	0.517
2018	4,401.90	0.261
2019	7,759.32	0.763
Perkembangan rata-rata		0.783
Perkembangan %		0.00783

Sumber : Badan Pusat Statistik (BPS)

Dari tabel diatas diperoleh kenaikan produksi tahun = 0,00783 maka diperkirakan produksi pada tahun 2024 dapat dihitung dengan persamaan :

$$m = P (1+i)^n$$

dimana :

P = Data besarnya produksi pada tahun 2019 (ton)

M = Jumlah produk pada tahun 2024 (ton)

i = Rata-rata kenaikan produksi tiap tahun (%)

n = Selisih tahun (-)

Sehingga perkiraan produksi pada tahun 2024 sebesar :



$$\begin{aligned}
 m_2 &= P (1+i)^n \\
 &= 7,759.32 (1+ 0.00783)^5 \\
 &= 8,067.892 \text{ ton/tahun}
 \end{aligned}$$

**Tabel II.3 Perkembangan Impor *Sodium Bicarbonate* di Indonesia**

Tahun	Impor (ton/tahun)	Pertumbuhan
2015	81,187.961	0
2016	88,576.136	0.091
2017	94,160.934	0.063
2018	105,430.352	0.119
2019	92,430.352	-0.123
Perkembangan rata-rata		0.0375
Perkembangan %		0.000375

Sumber : Badan Pusat Statistik (BPS)

Dari tabel diatas diperoleh kenaikan impor tahun = 0.000375 maka diperkirakan impor pada tahun 2024 dapat dihitung dengan persamaan :

$$m = P (1+i)^n$$

dimana :

P = Data besarnya impor pada tahun 2019 (ton)  
M = Jumlah produk pada tahun 2024 (ton)  
i = Rata-rata kenaikan impor tiap tahun (%)  
n = Selisih tahun (-)

Sehingga perkiraan impor pada tahun 2024 sebesar :

$$\begin{aligned}
 m_1 &= P (1+i)^n \\
 &= 92,430.352 (1+0,000375)^5 \\
 &= 92,603.78 \text{ ton/tahun}
 \end{aligned}$$

Impor *Sodium bicarbonate* yang semakin besar menunjukkan kebutuhan produk ini semakin meningkat setiap tahunnya. Oleh karena itu perencanaan pendirian pabrik *Sodium bicarbonate* di Indonesia cukup penting memenuhi kebutuhan dalam negeri. Pendirian pabrik *Sodium bicarbonate* didukung dengan masih banyaknya lahan yang dapat digunakan untuk mendirikan pabrik,

SDM yang banyak, letak geografis yang strategis dan kebutuhan dunia akan *Sodium bicarbonate* yang besar.

**Tabel II.4 Perkembangan Ekspor *Sodium Bicarbonate* di Indonesia**

Tahun	Ekspor (ton/tahun)	Pertumbuhan
2015	22,682	0
2016	92,601	3.082
2017	17,622	-0.809
2018	48,889	1.774
2019	19,978	-0.591
Perkembangan rata-rata		0.864
Perkembangan %		0.00864

Sumber : Badan Pusat Statistik (BPS)

Dari tabel diatas diperoleh kenaikan ekspor per tahun = 0.00864 maka diperkirakan ekspor pada tahun 2024 dapat dihitung dengan persamaan :

$$m = P (1+i)^n$$

dimana :

P = Data besarnya ekspor pada tahun 2019 (ton)

M = Jumlah produk pada tahun 2024 (ton)

i = Rata-rata kenaikan ekspor tiap tahun (%)

n = Selisih tahun (-)

Sehingga perkiraan ekspor pada tahun 2024 sebesar :

$$\begin{aligned} m_4 &= P (1+i)^n \\ &= 19,978 (1+0.00864)^5 \\ &= 20,856.09 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Dari data kebutuhan, ekspor *Sodium Bicarbonate* di Indonesia, dan prediksi jumlah produksi dalam negeri serta keinginan untuk mengekspor produk maka dapat ditentukan kapasitas produksi untuk mendirikan pabrik *Sodium Bicarbonate* menggunakan persamaan:

$$m_1+m_2+m_3 = m_4+m_5$$

dimana :

$m_1$  = Impor *Sodium bicarbonate* pada tahun 2024 (Ton) .

$m_2$  = Produksi *Sodium bicarbonate* dalam negeri tahun 2024 (Ton).

$m_3$  = Kapasitas produksi *Sodium bicarbonate* tahun 2024 (Ton).

$m_4$  = Ekspor *Sodium bicarbonate* pada tahun 2024 (Ton).

$m_5$  = Konsumsi *Sodium bicarbonate* tahun 2024 (Ton).

(Timmerhaus, Edisi Kelima)

Maka :

$$m_3 = m_5 + m_4 - m_1 - m_2$$

$$m_3 = 123,602,2 + 20,856.09 - 92,603.78 - 8,067.892$$

$$m_3 = 43,786.61 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan perhitungan kapasitas produksi pabrik di atas, maka pabrik yang akan berdiri akan mendominasi 25% dari total kebutuhan *Sodium bicarbonate* untuk menutupi kebutuhan impor yang ada. maka kapasitas produksi menjadi :

Kapasitas Produksi Pabrik *Sodium bicarbonate*

$$= (25\%) \times 43,786.61 \text{ ton/tahun}$$

$$= 10,946.65 \text{ ton/tahun}$$

Jika dibulatkan maka kapasitas produksi pabrik *Sodium bicarbonate* pada tahun 2024 yaitu **11,000 ton/tahun**.

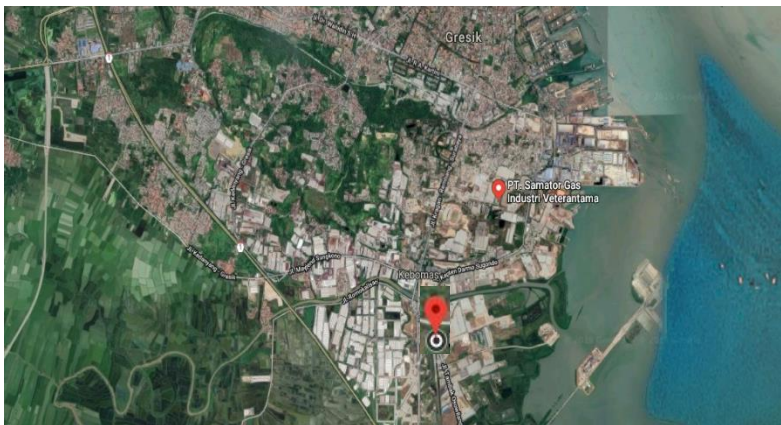
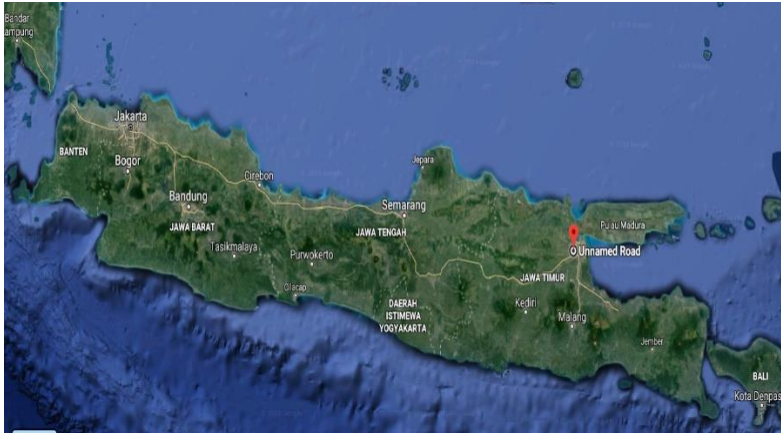
## II.2 Pemilihan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi suatu pabrik merupakan salah satu masalah pokok yang menunjang keberhasilan suatu pabrik dan akan mempengaruhi kelangsungan dan kemajuan pabrik tersebut. Untuk memilih lokasi pabrik, harus mempertimbangkan beberapa faktor yang diklasifikasi sebagai berikut :

1. Faktor Primer, meliputi letak pabrik terhadap bahan baku, pasar untuk pemasaran produk, sarana transportasi, utilitas dan tenaga kerja yang tersedia.
2. Faktor Sekunder, meliputi luas area untuk memperluas pabrik, karakteristik lokasi untuk mendirikan pabrik,

3. kebijakan pemerintah dan sosial masyarakat daerah setempat.

Atas pertimbangan tersebut, pabrik *Sodium bicarbonate* akan didirikan di daerah Gresik, Jawa Timur, dengan pertimbangan sebagai berikut :





**Gambar II.2** Peta Lokasi Pendirian Pabrik *Sodium Bicarbonate*

### ➤ **Faktor Primer**

#### **1. Pemasaran Produk**

Dengan pesatnya pembangunan industri di tempat tersebut maka pasar untuk penjualan produk cukup baik. Pemasaran produk ditargetkan di seluruh pulau di Negara Indonesia khususnya pulau Jawa dikarenakan banyaknya pabrik hilir yaitu pabrik yang mengolah bahan baku menjadi bahan setengah jadi dan bahan jadi untuk dikonsumsi oleh masyarakat. Dominasi pabrik makanan dan farmasi terdapat di pulau Jawa. Sehingga pemasaran akan sangat strategis, dengan lokasi kabupaten Gresik yang masih berdekatan dengan kegiatan pusat pulau Jawa, salah satunya yaitu kota Surabaya.

#### **2. Letak pabrik terhadap bahan baku**

Bahan baku merupakan faktor utama dalam kelangsungan operasi suatu pabrik. Bahan baku utama *Sodium bicarbonate* adalah *Sodium carbonate* atau biasa disebut *Soda ash*. Bahan tersebut diimpor dari Dalian Chem. Ind. Corp. Liaoning, China berkapasitas 3,000,000 ton/tahun karena Indonesia belum memproduksi *Sodium carbonate*. *Sodium carbonate* yang diimpor

akan didistribusikan oleh PT Nusa Indah Megah yang berada di Surabaya. Selain itu, faktor lain yang mendasari pabrik ini berdiri di daerah kabupaten Gresik, Jawa Timur yaitu adanya rencana dari Pemerintah Indonesia yang akan mendirikan pabrik *Sodium carbonate* pertama berkapasitas 300,000 ton/tahun yang direncanakan didirikan di daerah Gresik pada tahun 2019. Proyek ini akan dikerjakan oleh PT. Kaltim Parna Industri yang bekerja sama dengan PT. Petrokimia Gresik. Sehingga, nantinya sumber bahan baku yang awalnya impor dapat diperoleh dari pabrik *sodium carbonate* ini. Sedangkan untuk bahan pembantu berupa gas CO<sub>2</sub> diperoleh dari PT. Samator Industri Gas di kabupaten Gresik, Jawa Timur dengan kapasitas 182,500 ton/tahun. Berdasarkan pertimbangan ketersediaan dan lokasi bahan baku tersebut, maka kabupaten Gresik, provinsi Jawa Timur dipilih sebagai lokasi pembangunan pabrik, karena lokasi ini dekat dengan bahan baku sehingga dapat mengurangi biaya transportasi.

### **3. Sarana Transportasi**

Fasilitas transportasi berupa angkutan darat cukup memadai, sehingga pengiriman bahan baku ataupun pemasaran produk dapat berjalan lancar. Selain itu, kabupaten Gresik memiliki pasar yang strategis untuk penjualan produk, sehingga juga meminimalkan biaya transportasi untuk produk. Selain itu kawasan ini juga dekat dengan sarana dan prasarana transportasi seperti sarana pengangkutan dengan kereta api maupun jalan raya, sehingga memberi kemudahan dalam operasional administrasi dan pengelolaan manajemen.

### **4. Utilitas**

Utilitas suatu pabrik meliputi energi (listrik), *steam* dan air. Daerah kabupaten Gresik yang terletak di provinsi Jawa Timur memiliki kawasan industri yang terencana sehingga kebutuhan utilitas seperti tenaga listrik, air dan bahan bakar dapat diatasi. Kebutuhan air dapat diperoleh dari sungai sekitar kawasan industri Gresik, Jawa Timur. Sedangkan unit pengadaan listrik

diambil dari PLN setempat dan generator sebagai cadangan.

## **5. Tenaga Kerja**

Kabupaten Gresik terletak tidak terlalu jauh dari pusat kota yang memiliki banyak lembaga pendidikan formal maupun nonformal sehingga memiliki potensi tenaga ahli baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Dengan didirikannya pabrik ini akan mengurangi tingkat pengangguran baik dari penduduk sekitar ataupun penduduk urban. Selain itu, tenaga ahli juga dapat diambil dari luar daerah mengingat lokasi pabrik yang tidak jauh dari pusat kota seperti Surabaya, sehingga memudahkan akses.

### ➤ **Faktor Sekunder**

#### **1. Karakteristik Lokasi**

Menyangkut iklim di daerah tersebut serta kondisi sosial dan sikap masyarakatnya yang sangat mendukung bagi sebuah kawasan industri Gresik terpadu. Maka dari itu kabupaten Gresik bisa digunakan sebagai lokasi pendirian pabrik *Sodium Bicarbonate*.

#### **2. Perluasan Area Pabrik**

Kabupaten Gresik memiliki kemungkinan untuk perluasan pabrik karena mempunyai areal yang cukup luas. Hal ini perlu diperhatikan karena dengan semakin meningkatnya permintaan produk, akan menuntut adanya perluasan pabrik.

#### **3. Sosial Masyarakat**

Dengan masyarakat yang akomodatif terhadap perkembangan industri dan tersedianya fasilitas umum untuk hidup bermasyarakat, maka lokasi di kabupaten Gresik dirasa tepat untuk didirikan Pabrik *Sodium Bicarbonate*.

#### **4. Kebijakan pemerintah**

Sesuai dengan kebijakan pengembangan industri, pemerintah telah menetapkan daerah kabupaten Gresik sebagai kawasan industri yang terbuka bagi investor asing, Pemerintah sebagai fasilitator telah memberikan kemudahan-kemudahan dalam

perizinan, pajak dan lain-lain yang menyangkut teknis pelaksanaan pendirian suatu pabrik. Dengan memperhatikan faktor-faktor tersebut di atas maka lokasi pabrik akan didirikan di wilayah kabupaten Gresik, Jawa Timur dengan  $\pm$  5 Ha.

### **II.3 Kondisi Alam Lokasi Pabrik**

Pabrik *Sodium bicarbonate* ini direncanakan didirikan di kabupaten Gresik, Jawa Timur. Dengan kondisi alam sebagai berikut :

- a) Kelembaban : 71-77%
- b) Suhu : 26-28°C
- c) Curah Hujan : Ringan
- d) Gempa : -
- e) Angin : 9 km/jam
- f) Arah Angin : Barat Daya

Sumber : Badan Meteorologi & Geofisika (BMKG)



## II.4 Spesifikasi Bahan Baku & Produk

### II.4.1. Bahan Baku Utama

#### A) *Sodium Carbonate* ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )

Produk ini merupakan produk intermediate yang dihasilkan oleh pabrik ini. Setelah itu diolah lebih lanjut agar menghasilkan produk utama yaitu *Sodium bicarbonate*.

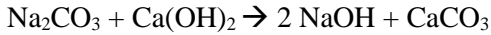
*Sodium Carbonate* merupakan komoditas kimia yang sekitar 75% produksi dunia adalah abu sintetis yang dibuat dari Natrium klorida melalui Proses Solvay atau proses yang sejenis, sisanya yang 25% di produksi dari Natrium karbonat alami. Dalam dunia perdagangan, Natrium karbonat banyak dimanfaatkan untuk industri kaca, obat – obatan, bahan makanan, water treatment, deterjen, industri pulp dan kertas, indistri tekstil dan lain – lain (Kirk and Othmer, 1979).

#### Sifat Fisis

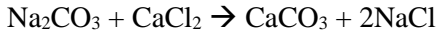
Rumus Molekul	: $\text{Na}_2\text{CO}_3$
Berat Molekul	: 105.99 g/gmol
Bentuk	: padatan
Penampilan	: serbuk putih atau granula
Warna	: putih
Bau	: tidak berbau
Specific gravity/density	: 2.53 g/cm <sup>3</sup>
Kelarutan	: 50.31 g/100 ml air pada 70°C
Densitas	: 2.533 g/cm <sup>3</sup> pada 70°C
Kemurnian	: 99,9 % dengan impuritar 0,01% $\text{SiO}_2$

#### Sifat Kimia

- Bereaksi dengan  $\text{SiO}_2$  menghasilkan  $\text{Na}_2\text{O}$   
 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{O} + \text{SiO}_2 + \text{CO}_2$
- Bereaksi dengan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  menghasilkan  $\text{NaOH}$



- Bereaksi dengan  $\text{CaCl}_2$  menjadi  $\text{CaCO}_3$



**Gambar II.3** *Sodium carbonate*

## II.4.2. Bahan Baku Penunjang

### A) Air

Air adalah substansi kimia dengan rumus kimia  $\text{H}_2\text{O}$ . Satu molekul air memiliki dua atom hidrogen kovalen terikat pada atom oksigen tunggal. Penggunaan air di industri terutama adalah untuk proses, pembersihan, pemanasan, pendinginan, dan pembuatan uap/steam. Sumber air berasal dari air permukaan termasuk di dalamnya air sungai, air tanah, dan air laut. Kualitas air ditentukan oleh kualitas dan kuantitas kontaminan biologi, fisika, dan kimia.

### Sifat Fisis

Rumus Molekul	: $\text{H}_2\text{O}$
Bentuk	: cairan
Warna	: tidak berwarna
Bau	: tidak berbau
Berat Molekul	: 18 g/gmol
pH	: 7
Titik leleh	: 0 °C
Titik didih	: 100 °C
Temperatur kritis	: 374.1 °C
Tekanan kritis	: 218.3atm

Tekanan vapor	: 17.535 mmHg
Density	: 1 gr/cm <sup>3</sup>
Specific gravity	: 0.99823 g/ml

### Sifat Kimia

- Merupakan senyawa kovalen polar.
- Bersifat netral.
- Pelarut yang baik.
- Dapat Menguraikan asam dan basa.
- Bereaksi dengan oksida logam membentuk hidroksida yang bersifat basa dan apabila bereaksi dengan oksida non logam membentuk asam.
- Merupakan elektrolit lemah dan mampu menghantarkan listrik karena terionisasi.



Pada pabrik ini menggunakan air dari sumber air yang terdekat seperti sungai dan danau. Diperlukan tahap pre-treatment untuk memurnikan air yang akan digunakan untuk proses.

### B) Gas CO<sub>2</sub>

Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) atau zat asam arang adalah sejenis senyawa kimia yang terdiri dari dua atom oksigen yang terikat secara kovalen dengan sebuah atom karbon. Ia berbentuk gas pada keadaan temperatur dan tekanan standar dan hadir di atmosfer bumi. Rata-rata konsentrasi karbon dioksida di atmosfer bumi kira-kira 387 ppm berdasarkan volume walaupun jumlah ini bisa bervariasi tergantung pada lokasi dan waktu.

**Tabel II.5 Baku Mutu Gas CO<sub>2</sub> PT.Samator Industri Gas**

No	Uraian	Takaran
1	Karbon Dioksida	Min 99,9%
2	Karbon Monoksida	Maks. 10 ppm
3	Total Hidrokarbon -metana -Non-metana	Maks 50 ppm Maks 20 ppm

4	Benzena	Maks 0,02 ppm
5	Asetaldehid	Maks 0,2 ppm
6	H <sub>2</sub> S	Maks 0,1 ppm
7	SO <sub>2</sub>	Maks 1 ppm
8.	Bau	Tidak berbau
9.	Rasa	Tidak berasa asing

(PT.Samator Industri Gas)

**Sifat Fisis**Rumus Molekul : CO<sub>2</sub>

Bentuk : gas

Penampilan : gas tidak berwarna

Berat Molekul : 44 g/gmol

Warna : tidak berwarna

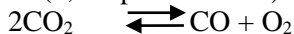
Bau : tidak berbau

pH : 3.7 (carbonic acid)

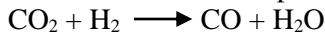
Kelarutan : 2000 mg/l (dalam air)

**Sifat Kimia**

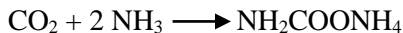
- Karbon Dioksida sangat stabil pada suhu biasa. Jika dipanaskan sampai 1700°C reaksi akan berjalan ke kanan (1,5% pada 2227°C)



- Karbon Dioksida dapat direduksi dengan H<sub>2</sub>



- Karbon Dioksida dapat bereaksi dengan ammonium membentuk ammonium carbonat.



CO<sub>2</sub> yang digunakan diambil dari PT. Samator Industri Gas yang berada di kabupaten Gresik, Jawa Timur sesuai dengan banyak yang diperlukan.

**II.4.3.Target Produk Utama**

*Sodium bicarbonate* dipasarkan dalam bentuk Kristal putih. Spesifikasi *Sodium bicarbonate* dikategorikan dalam spesifikasi grade makanan & grade obat-obatan.

**Tabel II.6 Baku Mutu Penggunaan *Sodium bicarbonate***

No.	Nama Bahan Tambahan Makanan	enis/Bahan Makanan	Batas Maksimum Penggunaan
1.	<i>Sodium bicarbonate</i>	Keju	30 g/kg, tunggal atau campuran dengan $\text{CaCO}_3$
2.		ediaan Keju Olahan	40 g/kg, tunggal atau campuran dengan pengasaman dan pengemulsi lain dihitung terhadap bahan anhidrat
3.		Coklat	50 g/kg, tunggal atau campuran dengan hidroksida ( $\text{NH}_3$ , K, Ca, Mg, Na) dan bikarbonat ( $\text{NH}_3$ , K), dihitung sebagai $\text{K}_2\text{CO}_3$ anhidrat, pada coklat bebas lemak
4.		Jem & Jelli: Mermalad	Secukupnya
5.		Mentega	2 g/kg, tunggal atau campuran dengan penetral lain, dihitung terhadap bahan anhidrat.
6.		Pasta Tomat	Untuk menaikkan pH hingga tidak lebih dari 4,3
7.		Soda Kue	Secukupnya

8.		PASI : makanan bayi kalengan ; Makanan pelengkap sereal	Secukupnya
----	--	---	------------

(SNI 01-0222-1995)

*Sodium bicarbonate* adalah senyawa kimia dengan rumus  $\text{NaHCO}_3$ . Senyawa ini disebut juga *baking soda* (soda kue), Sodium bikarbonat, natrium hidrogen karbonat, dan lain-lain. Senyawa ini merupakan kristal yang sering terdapat dalam bentuk serbuk. *Sodium bicarbonate* larut dalam air. Senyawa ini digunakan dalam roti atau kue karena bereaksi dengan bahan lain membentuk gas karbon dioksida, yang menyebabkan roti "mengembang".

### Sifat Fisis

Rumus Molekul	: $\text{NaHCO}_3$
Berat Molekul	: 84.01 g/gmol
Bentuk	: padatan
Penampilan	: serbuk
Warna	: putih
Bau	: tidak berbau
pH	: 8.3
Titik leleh	: 270 °C
Specific gravity/density	: 2.159 g/cm <sup>3</sup>
Kelarutan	: 12,7 g/100ml air pada suhu 75°C
Densitas	: 2,173 g/cm <sup>3</sup> pada 75°C
Kemurnian	: 99,9%

### Sifat Kimia

- Bereaksi dengan asam akan menghasilkan Natrium dan Gas





**Gambar II.4** *Sodium Bicarbonate*

## **II. 1. Basis Perhitungan**

Untuk menentukan perhitungan neraca massa & neraca panas maka dibutuhkan basis perhitungan. Basis perhitungan pada pabrik *Sodium Bicarbonate* ini adalah sebagai berikut:

Basis perhitungan	: 1 jam operasi
Waktu operasi	: 340 hari/tahun
Suhu referensi	: $25^{\circ}\text{C} = 298,15 \text{ K}$
Satuan operasi	: kg/jam dan kJ

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## **BAB III**

### **SELEKSI DAN URAIAN PROSES (PFD)**

#### **III.1. Macam-macam Proses**

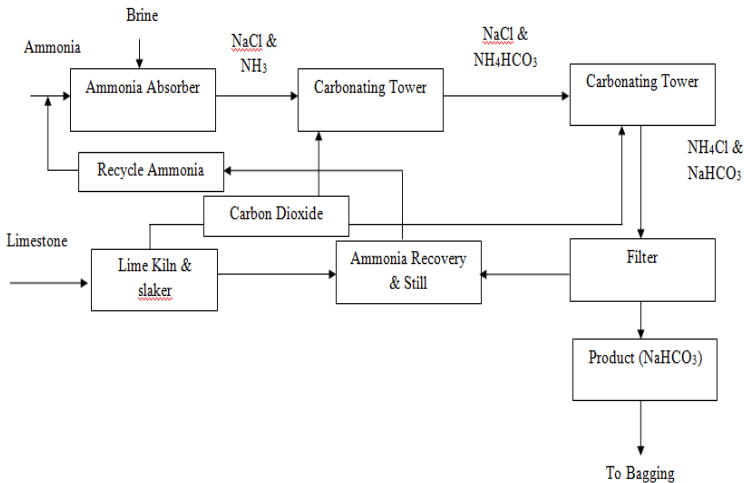
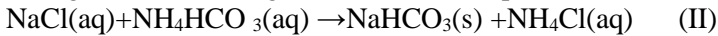
Pembuatan baking soda (soda kue) atau *Sodium Bicarbonate* pada dasarnya mereaksikan bahan baku yang digunakan yaitu *Sodium Carbonate* dan gas karbon dioksida sehingga menghasilkan baking soda (soda kue). Pembuatan baking soda pada umumnya hanya dilakukan dengan dua proses yaitu :

- a. Proses Ammonia – Soda (Proses Solvay)
- b. Proses Karbonasi

##### **III.1.1 Proses Ammonia-Soda (Solvay)**

Proses solvay merupakan salah satu proses dalam pembuatan industri alkali *Sodium Carbonate* dan *Sodium Bicarbonate*. Dalam proses ini *Sodium Carbonate* merupakan produk utama, sedangkan *Sodium Bicarbonate* sebagai produk *intermediate*. Kedua produk ini akan dihasilkan dengan mereaksikan ammonia dengan larutan brine (NaCl). Gas CO<sub>2</sub> dihasilkan dari Limestone (CaCO<sub>3</sub>). Proses solvay merupakan proses paling tua dan bahkan masih digunakan dalam pembuatan *Sodium Carbonate* dan *Sodium Bicarbonate*. Dalam proses ini, air garam dan amonia dimasukkan ke dalam *ammonia absorber*. Aliran keluar *ammonia absorber* masuk ke dalam menara karbonasi, karbon dioksida dialirkan melalui bawah menara. Menara yang biasa digunakan adalah menara *perforated plates* dan *rotaring blades*. Selama reaksi berlangsung, produk yang dihasilkan yaitu *sodium bicarbonate* akan mengalir ke arah samping menara, *rotaring scrubber* atau *blades* bergerak ke arah samping menara dan membawanya dengan *screw conveyor* lalu setelah itu keluar menuju *filter* untuk disaring impuriti dari produk *Sodium Bicarbonate*. Reaksi ini beroperasi pada tekanan 4 atm dan pada suhu 70 °C

Reaksi :



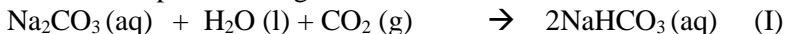
**Gambar III.1** Flow Diagram Proses Solvay

Dalam proses ini dihasilkan produk samping berupa *Ammonium Chloride*. *Ammonium Chloride* ini dimurnikan dengan cara sublimasi. Apabila *Sodium Bicarbonate* diberi perlakuan pemanasan  $200^{\circ}\text{C}$  maka akan terbentuk menjadi *Sodium Carbonate*, air dan karbon dioksida. Akan tetapi, proses pembuatan *Sodium bicarbonate* dari proses Solvay memiliki beberapa kelemahan, yaitu:

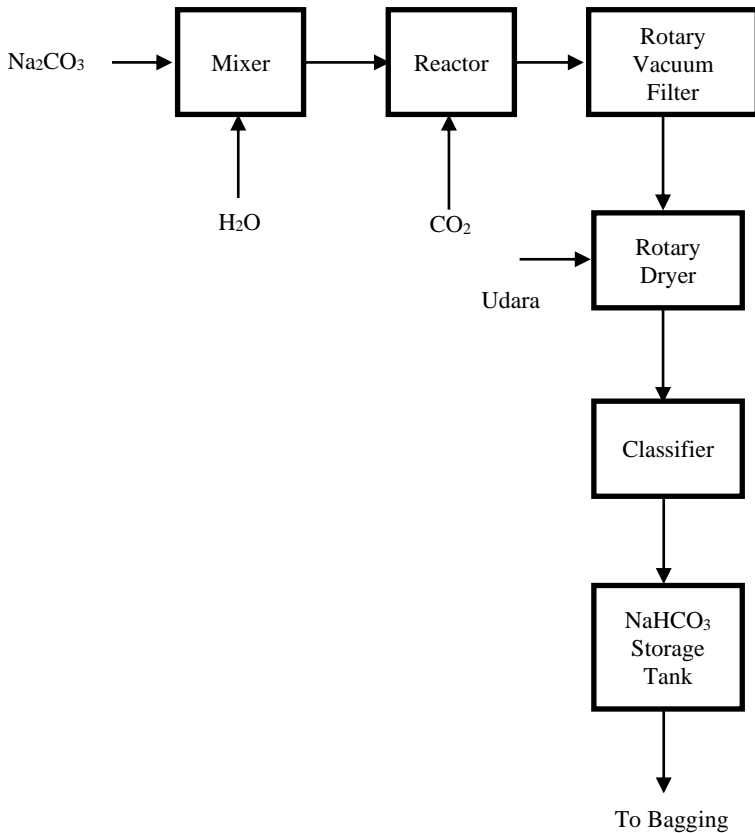
1. Proses pengeringan *Sodium bicarbonate* sangat sulit dilakukan.
2. Produk yang dihasilkan memiliki banyak pengotor.
3. Berpotensi terkontaminasi oleh ammonia yang akan membuat produk menjadi bau dan tidak layak untuk digunakan terutama untuk kelas makanan.

### III.1.2 Proses Karbonasi

Pada pembentukan *Sodium Bicarbonate* yang memerlukan reaksi antara larutan *Sodium Carbonate*, gas  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ . Namun sumber bahan baku *Sodium Carbonate* belum diproduksi di Negara Indonesia. Sehingga untuk memenuhi kebutuhan bahan baku diperoleh dengan cara mengimpor *Sodium Carbonate*. Produk *Sodium Bicarbonate* yang dibuat dengan bahan baku *Sodium Carbonate* menghasilkan produk dengan kemurnian yang tinggi. Hal ini sesuai dengan target pasar kami berupa Kristal *Sodium Bicarbonate* dengan grade makanan. Proses pembentukan *Sodium bicarbonate* dari karbonasi *Sodium carbonate* diperoleh dengan membentuk reaksi :



Proses pembuatan *Sodium Bicarbonate* dilakukan dengan cara mereaksikan larutan *Sodium Carbonate*, air dan gas  $\text{CO}_2$ . Larutan *Sodium Carbonate* akan dimasukkan ke dalam *Coloum bubble reactor* bersama gas  $\text{CO}_2$  secara *counter current* pada suhu  $40^\circ\text{C}$  dan tekanan 2.7 atm. Padatan kristal *Sodium Bicarbonate* yang terbentuk kemudian keluar dari dasar *reactor* yang selanjutnya akan dipisahkan pada alat *rotary drum vacum filter* untuk memisahkan *mother liquor* berupa larutan *Sodium Carbonate*. *Sodium Bicarbonate* berupa cake basah akan dimasukkan ke dalam *rotary dryer* untuk diturunkan kadar airnya menjadi 0,01%. Untuk memperkecil ukuran dari *output rotary dryer* digunakan alat *ball mill*, sehingga sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Berdasarkan spesifikasi produk padatan *Sodium Bicarbonate* dengan jenis granular berukuran 150 mesh sehingga dibutuhkan classifier untuk memisahkan produk sesuai ukuran spesifikasi yaitu 150 mesh. Ukuran kristal diatas dan dibawah 150 mesh akan masuk ke dalam *product off* setelah proses pemisahan produk kristal *Sodium Bicarbonate* siap untuk dikemas dengan kapasitas per kemasan 25 kg.



**Gambar III.2** Flow Diagram Proses Karbonasi

### **III.2. Seleksi dan Uraian Proses**

Dari kedua proses yang telah dijabarkan di atas dapat dirangkum sesuai tabel III.1 di bawah ini.

**Tabel III.1 Parameter Seleksi Proses *Sodium Bicarbonate***

No.		Proses Solvay	Proses Karbonasi
1.	Kemurnian	95.7 %	99.0%
2.	Produk Bahan Baku	NH <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> O, CO <sub>2</sub> dan NaCl	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , CO <sub>2</sub> & H <sub>2</sub> O
3.	Kondisi Operasi		
	1.Suhu		
	2.Tekanan	70 °C	40°C
4.	Korosifitas	4 atm	2-3 atm
5.	Bahan	Sedang	Rendah
	Aspek dampak	Tinggi	Rendah
6.	Lingkungan		
	Produk Sampung	NH <sub>4</sub> Cl	-

Dari uraian proses *Sodium Bicarbonate* yang telah dijelaskan diatas dan membandingkan kedua proses tersebut, maka proses yang paling efisien dan efektif adalah pembuatan *Sodium Bicarbonate* dari *Sodium Carbonate* yang berasal dari proses karbonasi.

Keuntungan dari proses ini antara lain :

1. Bahan baku pembantu lebih sedikit dibandingkan proses lainnya
2. Kemurnian produk yang diperoleh cukup tinggi
3. Investasi lebih ekonomis, dengan menggunakan instalasi sederhana
4. Limbah yang dihasilkan tidak mencemari lingkungan.

### III.3 Kondisi Bahan baku dan Produk

#### III.3.1 Kondisi Bahan Baku

##### 1. *Sodium Carbonate*

Sumber : Dalian Chem. Ind. Corp. Liaoning, China

Fase : Padat (30°C, 1 atm)

Kemurnian : 99,99%

##### 2. Gas CO<sub>2</sub>

Sumber : PT. Samator Gas Gresik

Fase : Gas (30°C, 1 atm)

Kemurnian : 100%

##### 3. Air (H<sub>2</sub>O)

Sumber : Sungai atau Danau Sekitar Pabrik

Fase : Cair (30°C, 1 atm)

Kemurnian : 100%

#### III.3.2 Kondisi Produk Utama

##### 1. *Sodium Bicarbonate* (NaHCO<sub>3</sub>)

Fase : Padatan Kristal (30°C, 1 atm)

Warna : Putih Bening

Kemurnian : 99%

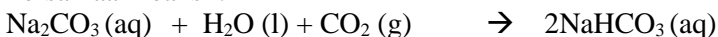
Impuritas : < 0,1%

### III.4 Tinjauan Termodinamika

Menurut Perry, untuk menentukan sifat reaksi apakah berjalan secara eksotermis atau endotermis, maka perlu pembuktian dengan menggunakan panas reaksi ( $\Delta H$ ) pada reaksi 2 atm. Panas reaksi ( $\Delta H$ ) dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan :

$$\Delta H^{\circ} = \sum \Delta H^{\circ}_{f \text{ produk}} - \sum \Delta H^{\circ}_{f \text{ reaktan}}$$

Persamaan reaksi :



*Sodium Carbonate*

Air

Karbon Dioksida

*Sodium Bicarbonate*

Data-data harga  $\Delta H_f^\circ$  untuk masing-masing komponen pada 298,15°K

adalah :

$$\begin{aligned}\Delta H_f^\circ \text{ H}_2\text{O} &= -285,800 \text{ kJ/kmol} \\ \Delta H_f^\circ \text{ CO}_2 &= -393,500 \text{ kJ/kmol} \\ \Delta H_f^\circ \text{ Na}_2\text{CO}_3 &= -1,130,700 \text{ kJ/kmol} \\ \Delta H_f^\circ \text{ NaHCO}_3 &= -112,650 \text{ kJ/kmol} \\ \Delta H_f^\circ \text{ NaHCO}_3(l) &= -950,800 \text{ kJ/kmol}\end{aligned}$$

Jika  $\Delta H = (-)$  maka reaksi bersifat eksotermis

Jika  $\Delta H = (+)$  maka reaksi bersifat endotermis

$$\begin{aligned}\Delta H^\circ_{\text{reaksi}} &= \Sigma \Delta H_f^\circ \text{ produk} - \Sigma \Delta H_f^\circ \text{ reaktan} \\ &= \{153.94(-285,800) + 1.337(-393,500) + 0.219(-1,130,700) + 16.05(-950,800) + 0.016(-112,650)\} - \{161.977(-285,800) + 0(-393,500) + 8.255(-1,130,700) + 0.016(-112,650)\} \\ &= -4,409,110.26 \text{ kJ (reaksi eksotermis)}\end{aligned}$$

Untuk mengetahui reaksi pembuatan *Sodium Bicarbonate* termasuk reaksi *reversible* atau *irreversible*, maka harus dihitung harga tetapan kesetimbangan (K) Diketahui data-data sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\Delta G_f^\circ \text{ H}_2\text{O} &= -54.635 \text{ kcal/mol} \\ \Delta G_f^\circ \text{ CO}_2 &= -94.26 \text{ kcal/mol} \\ \Delta G_f^\circ \text{ Na}_2\text{CO}_3 &= -251.36 \text{ kcal/mol} \\ \Delta G_f^\circ \text{ NaHCO}_3 &= -202.87 \text{ kcal/mol}\end{aligned}$$

Perubahan energy Gibbs reaksi dapat dihitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned}\Delta G^\circ_{\text{reaksi}} &= \Sigma \Delta G_f^\circ \text{ produk} - \Sigma \Delta G_f^\circ \text{ reaktan} \\ &= 2(-202.87) - ((-251.36) + (-54.635) + (-94.26)) \\ &= -5.485 \text{ kcal/mol} = -5,485 \text{ kcal/kmol}\end{aligned}$$

$$\Delta G^\circ_{\text{reaksi}} = -RT \ln K$$

$$\begin{aligned}\ln K &= \frac{\Delta G^\circ_{\text{reaksi}}}{-RT} = \frac{-5,485 \text{ kcal/kmol}}{-1.987 \text{ kcal/}^\circ\text{K} \times 298.15 \text{ K}} \\ &= 9.258\end{aligned}$$

$$K = 10494.124$$

Untuk harga tetapan kesetimbangan pada  $T = 313,15 \text{ K}$

$$\ln(K_2/K_1) = \frac{\Delta H^{\circ}}{R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

$$K_{\text{reaksi}} = 18036.209$$

Dari perhitungan diatas tampak bahwa harga K sangat besar, sehingga reaksi yang terjadi merupakan reaksi *irreversible*.

### III.5 Tahapan Proses

Secara garis besar, langkah proses pembuatan *Sodium Bicarbonate* ( $\text{NaHCO}_3$ ) adalah sebagai berikut :

*Sodium Carbonate* ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) yang disimpan dalam fase padat pada suhu  $30^{\circ}\text{C}$  dan tekanan 1 atm diumpankan ke Mixing Tank (M-112) dengan menggunakan *screw conveyor* (J-111) dicampur dengan air pada suhu  $30^{\circ}\text{C}$  ditambah dengan arus *recycle*, diaduk hingga menjadi larutan jenuh  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

Umpan *carbonator* dari *Mixing Tank* (M-112) dipompakan dengan menggunakan pompa sentrifugal (L-113) dan dinaikkan tekanannya dari 1 atm menjadi 2.7 atm lalu dipanaskan dengan *heat exchanger* (E-114) menjadi suhu  $40^{\circ}\text{C}$  ke dalam *carbonator* berjenis *bubble reactor*. Gas  $\text{CO}_2$  diumpankan pada tekanan 2.7 dan suhu  $40^{\circ}\text{C}$  melalui bagian bawah *carbonator*, dimana gas  $\text{CO}_2$  sebelumnya dilewatkan melalui compressor (G-116) untuk dinaikkan tekanannya dari 1 atm menjadi 2.7 atm dan mengalami kenaikan suhu hingga  $40^{\circ}\text{C}$ . Di dalam *carbonator* terjadi reaksi antara larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dengan gas  $\text{CO}_2$  membentuk kristal  $\text{NaHCO}_3$  dalam bentuk larutan. Reaksi berlangsung secara eksotermis, akan tetapi karena banyaknya air yang terkandung dalam *mixing tank*, maka temperatur di dalam *mixing tank* tidak mengalami kenaikan hingga variable yang diinginkan, sehingga dibutuhkan jaket pemanas untuk menaikkan temperaturnya hingga  $40^{\circ}\text{C}$ . Untuk menjaga tekanan di dalam *carbonator* tetap 2.7 atm, *carbonator* dilengkapi dengan *exhaust valve* yang akan membuang gas  $\text{CO}_2$  sisa ke atmosfer. Produk yang diperoleh dari *carbonator* adalah *Sodium bicarbonate* ( $\text{NaHCO}_3$ ), produk samping berupa air, serta sisa reaktan berupa *Sodium carbonate*. Dimana hasil samping ini digunakan kembali sebagai umpan



*Mixing Tank* (M-112) melalui *recycle* dengan menggunakan

pompa *sentrifugal* (L-211).

Produk utama berupa *Sodium bicarbonate* akan tersaring melalui *Rotary Drum Filter* (H-210) untuk dipisahkan dari filtratnya. Kemudian hasil penyaringan berupa *cake* basah diangkut ke dalam *Rotary dryer* (B-310) menggunakan *screw conveyor* (J-212). Setelah itu akan melalui proses pengeringan menggunakan udara panas yang diperoleh dari *Blower* (G-311). Debu  $\text{NaHCO}_3$  yang terbawa keluar udara akan ditangkap kembali dengan *Cyclone* (H-312) dan dialirkan kembali bersama *output* dari *Rotary dryer* (B-310) menuju *Belt Conveyor* (J-313) untuk diangkut ke dalam proses penggilingan dengan menggunakan *ball mill* (C-314) untuk mengecilkan ukuran hingga 150 mesh. Setelah itu akan disaring menggunakan *screener* (H-315) untuk memisahkan produk yang tidak sesuai dengan ukuran yang ditentukan. Setelah itu, diangkut ke proses pengemasan dengan menggunakan *belt conveyor 2* (J-317) .

## BAB IV NERACA MASSA DAN ENERGI

### IV.1 Neraca Massa

Kapasitas :	= 11000	ton Sodium Bicarbonate/ Tahun
	= 32.3529	ton Sodium Bicarbonate/ Hari
	= 32352.941	kg Sodium Bicarbonate/hari
	= 1348.0392	kg Sodium Bicarbonate/jam
Operasi :	= 340	hari/tahun ; 24 jam /hari
Satuan		
Massa :	=	kg
Basis		
Perhitungan :	=	1 jam operasi
Basis :	= 851.9794	Kg Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>

Dalam pengerjaan Pra-Desain Pabrik *Sodium Bicarbonate* ini dihitung dengan menggunakan persamaan neraca massa (*material balance*) dengan rumus sebagai berikut:

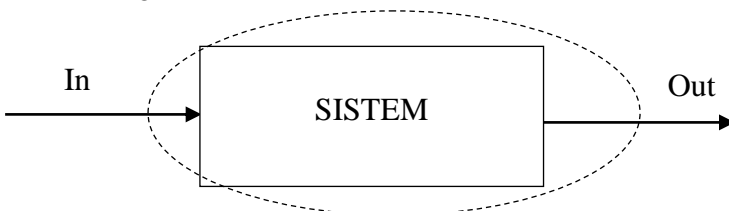
$$Accumulation = In - Out + Generation - Consumption \quad (1)$$

Dengan anggapan *steady state*, maka  $Accumulation = 0$  sehingga

$$0 = In - Out + Generation - Consumption \quad (2)$$

$$Out + Consumption = In + Generation \quad (3)$$

Dibawah ini adalah perhitungan neraca massa untuk masing-masing alat Sistematika perhitungan neraca massa setiap sistem adalah sebagai berikut :



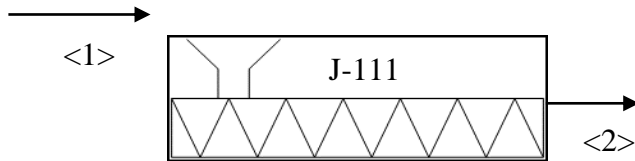
**Gambar IV.1 Analogi sistem yang digunakan untuk perhitungan neraca massa**

**Tabel IV.1 Komposisi  $\text{Na}_2\text{CO}_3$** 

No	Komponen	Fraksi Massa	Massa
1	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	0.9998	851.809
2	$\text{H}_2\text{O}$	0.0002	0.1704
Total			851.9794

**1. Sodium Carbonate Screw Conveyor (J-111)**

Fungsi : Mengangkut padatan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ke dalam mixing tank

**Keterangan :**

Aliran <1> = Aliran  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  masuk screw conveyor

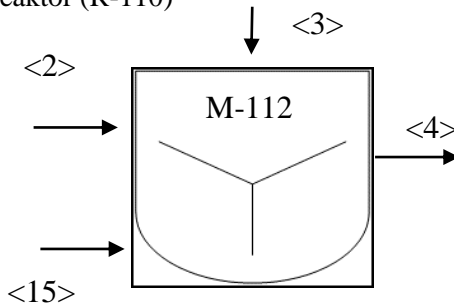
Aliran <2> = Aliran  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  keluar screw conveyor

**Tabel IV.2 Neraca massa screw conveyor (J-111)**

Komposisi	In		Out	
	<1>		<2>	
	X1	M1	X2	M2
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	0.9998	851.809	1	851.809
$\text{H}_2\text{O}$	0.0002	0.1704	2E-04	0.1704
$\text{NaHCO}_3$	0	0	0	0
$\text{CO}_2$	0	0	0	0
Total	1	851.9794	1	851.9794
	851.9794		851.9794	

## 2. Sodium Carbonate Mixing Tank (M-112)

Fungsi : Mengencerkan Sodium Carbonate sebelum dimasukkan ke dalam reaktor (R-110)



### Keterangan :

Aliran <2> = Aliran padatan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

Aliran <3> = Aliran  $\text{H}_2\text{O}$  (air)

Aliran <15> = Aliran recycle dari Rotary Drum Vacuum Filter

Aliran <4> = Aliran Keluaran Mixing Tank

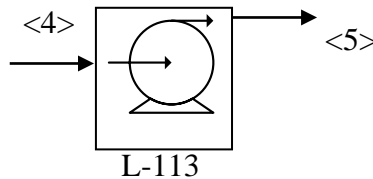
**Tabel IV.3 Neraca massa Mixing Tank (M-112)**

Komposisi	In					
	<2>		<3>		<15>	
	X2	M2	X3	M3	X15	M15
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	0.9998	851.809	0	0	0.0083	23.2744
$\text{H}_2\text{O}$	0.0002	0.170	1	147.011	0.9912	2768.41
$\text{NaHCO}_3$	0	0	0	0	0.0005	1.35
$\text{CO}_2$	0	0	0	0	0	0
Total	1	851.979	1	147.011	1	2793.038
	3792.0281					

Out	
<4>	
X4	M4
0.2308	875.0834
0.7689	2915.595
0.0004	1.350
0	0
1	3792.0281
3792.0281	

### 3. Sodium Carbonate Feed Pump (L-113)

Fungsi : Memompa dan menaikkan tekanan feed menjadi 2.7 atm untuk dimasukkan ke dalam bubble column reactor (R-110).



#### Keterangan :

Aliran <4> = Aliran feed larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  masuk  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  Pump

Aliran <5> = Aliran feed larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  keluar  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  Pump

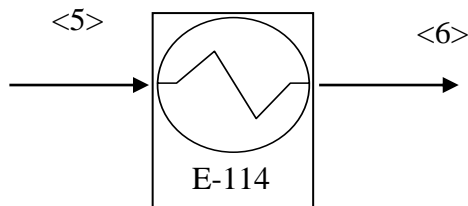
**Tabel IV.4 Neraca massa Sodium Carbonate Pump (L-113)**

Komposisi	BM	In		Out	
		<4>		<5>	
		X4	M4	X5	M5
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	106	0.2308	875.083	0.231	875.083
$\text{H}_2\text{O}$	18	0.7689	2915.595	0.769	2915.59
$\text{NaHCO}_3$	84	0.0004	1.350	4E-04	1.35

CO <sub>2</sub>	44	0	0	0	0
Total		1	3792.0281	1	3792.02
		3792.0281		3792.0281	

#### 4. Sodium Carbonate Heat Exchanger (E-114)

Fungsi : Memanaskan Sodium Carbonate hingga suhu operasi pada bubble column reactor (R-110)



#### Keterangan :

Aliran <5> = Aliran larutan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> masuk ke Heater

Aliran <6> = Aliran larutan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> keluar dari Heater

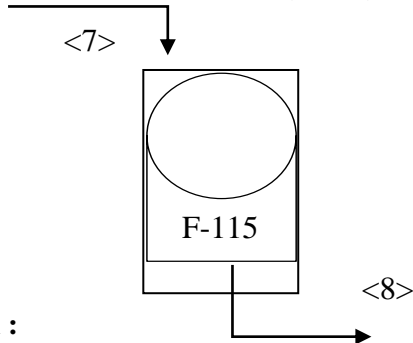
**Tabel IV.5 Neraca massa Sodium Carbonate Heat Exchanger (E-114)**

Komposisi	BM	In		Out	
		<5>		<6>	
		X5	M5	X6	M6
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	106	0.2308	875.083	0.231	875.083
H <sub>2</sub> O	18	0.7689	2915.595	0.769	2915.595
NaHCO <sub>3</sub>	84	0.0004	1.35	0.0004	1.35
CO <sub>2</sub>	44	0	0	0	0

Total	1	3792.0281	1	3792.0281
	3792.0281		3792.0281	

### 5. CO<sub>2</sub> Feed Storage Tank (F-115)

Fungsi : Menampung gas CO<sub>2</sub> Feed yang akan dimasukkan ke dalam bubble column reactor (R-110)



#### Keterangan :

Aliran <7> = Aliran masuk gas CO<sub>2</sub> ke dalam CO<sub>2</sub> Storage Tank

Aliran <8> = Aliran keluar gas CO<sub>2</sub> dari CO<sub>2</sub> Storage Tank

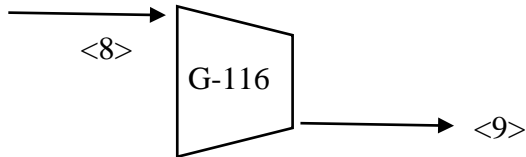
**Tabel IV.6 Neraca massa CO<sub>2</sub> Feed Storage Tank (F-115)**

Komposisi	BM	In		Out	
		<7>		<8>	
		X7	M7	X8	M8
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	106	0	0	0	0
H <sub>2</sub> O	18	0	0	0	0
NaHCO <sub>3</sub>	84	0	0	0	0
CO <sub>2</sub>	44	1	411.067	1	411.067
Total		1	411.067	1	411.067
		411.067		411.067	



### 6. CO<sub>2</sub> Feed Compressor (G-116)

Fungsi : Mengalirkan CO<sub>2</sub> dan mengompresi tekanannya menjadi 2.7 atm untuk dimasukkan ke bubble column reactor (R-110)



#### Keterangan :

Aliran <8> = Aliran gas CO<sub>2</sub> masuk CO<sub>2</sub> Feed Compressor

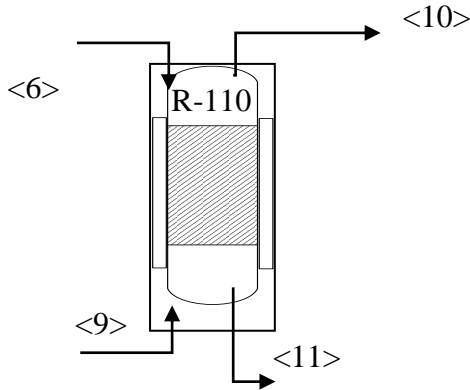
Aliran <9> = Aliran gas CO<sub>2</sub> keluar dari CO<sub>2</sub> Feed Compressor

**Tabel IV.7 Neraca massa CO<sub>2</sub> Feed Compressor (G-116)**

Komposisi	BM	In		Out	
		<8>		<9>	
		X8	M8	X9	M9
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	106	0	0	0	0
H <sub>2</sub> O	18	0	0	0	0
NaHCO <sub>3</sub>	84	0	0	0	0
CO <sub>2</sub>	44	1	411.067	1	411.067
Total		1	411.067	1	411.067
		411.067		411.067	

### 7. Bubble Column Reactor (R-110)

Fungsi : Mereaksikan Sodium Carbonate dengan CO<sub>2</sub> agar menjadi NaHCO<sub>3</sub>

**Keterangan :**

Aliran <6> = Aliran bahan baku larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  keluar dari  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  Heater

Aliran <9> = Aliran bahan baku Gas  $\text{CO}_2$  keluar dari  $\text{CO}_2$  Heater

Aliran <10> = Aliran Gas  $\text{CO}_2$  keluar dari reaktor

Aliran <11> = Aliran Produk yang keluar dari Reactor berupa Suspensi

**Tabel IV.8 Neraca massa continuous stirrer tank reactor (R-110)**

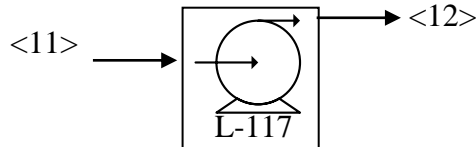
Komposisi	BM	In			
		<6>		<9>	
		X6	M6	X9	M9
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	106	0.2308	875.083	0	0
$\text{H}_2\text{O}$	18	0.7689	2915.5947	0	0
$\text{NaHCO}_3$	84	0.0004	1.35	0	0
$\text{CO}_2$	44	0	0	1	411.067

Total	1	3792.0281	1	411.067
		4203.09505		

Out			
<10>		<11>	
X10	M10	X11	M11
0	0	0.0056	23.2977
0	0	0.6686	2770.9518
0	0	0.3258	1350
1	58.8455	0	0
1	58.8455	1	4144.2495
4203.09505			

### 8. Crystall Pump (L-117)

Fungsi : memompakan produk keluar dari Reaktor (R-110) ke dalam Rotary Vacuum Filter (H-210)



#### Keterangan :

Aliran <11> = Aliran Suspensi Sodium Bicarbonate masuk ke Crystall Pump

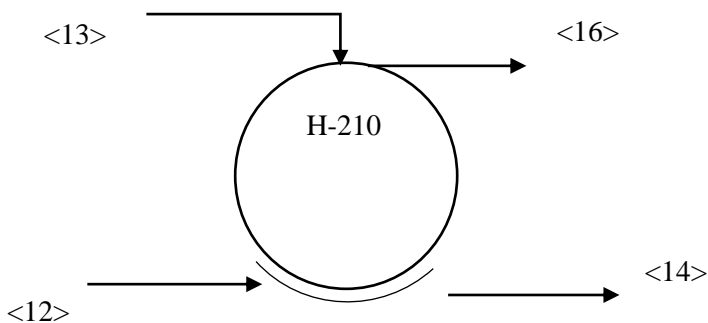
Aliran <12> = Aliran Suspensi Sodium Bicarbonate keluar dari Crystall Pump

**Tabel IV.9 Neraca massa Crystall Pump (L-117)**

Komposisi	BM	In		Out	
		<11>		<12>	
		X11	M11	X12	M12
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	106	0.0056	23.298	0.0056	23.298
H <sub>2</sub> O	18	0.6686	2770.952	0.6686	2770.952
NaHCO <sub>3</sub>	84	0.3258	1350	0.3258	1350
CO <sub>2</sub>	44	0	0	0	0
Total		1	4144.2495	1	4144.2495
		4144.2495		4144.2495	

**9. Rotary Drum Vacuum Filter (H-210)**

Fungsi : Memisahkan kristal NaHCO<sub>3</sub> dari mother liquor

**Keterangan :**

Aliran <12> = Aliran slurry kristal NaHCO<sub>3</sub> masuk ke Rotary Vacuum Filter

Aliran <16> = Aliran padatan kristal NaHCO<sub>3</sub> masuk ke Rotary Dryer

Aliran <13> = Aliran Air Pencuci masuk

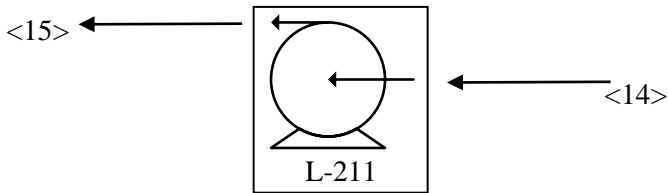
Aliran <14> = Aliran Air Pencuci keluar

**Tabel IV.10 Neraca massa rotary drum vacuum filter (H-210)**

Komposisi	BM	In			
		<12>		<13>	
		X12	M12	X13	M13
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	106	0.0056	23.298	0	0
H <sub>2</sub> O	18	0.6686	2770.952	1	0.2330
NaHCO <sub>3</sub>	84	0.3258	1350	0	0
CO <sub>2</sub>	44	0	0	0	0
Total		1	4144.2495	1	0.2330
		4144.4825			
Out					
<14>			<16>		
X14	M14	X16	M16		
0.0083	23.2744	2E-05	0.0233		
0.9912	2768.4	0.0021	2.7712		
0.0005	1.3500	0.9979	1348.6500		
0	0	0	0		
1	2793.0380	1	1351.4445		
4144.4825					

**10. Recycle pump (L-211)**

Fungsi : Memompa aliran recycle ke Mixing Tank (M-112)



**Keterangan :**

Aliran <14> = Aliran recycle masuk ke dalam recycle pump (L-211)

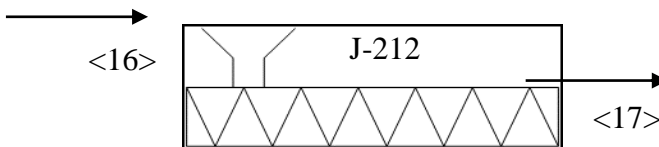
Aliran <15> = Aliran recycle keluar dari recycle pump (L-211)

**Tabel IV.11 Neraca massa Recycle Pump (L-211)**

Komposisi	BM	In		Out	
		<14>		<15>	
		X14	M14	X15	M15
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	106	0.0083	23.274	0.008	23.274
H <sub>2</sub> O	18	0.9912	2768.414	0.9912	2768.414
NaHCO <sub>3</sub>	84	0.0005	1.35	0.0005	1.35
CO <sub>2</sub>	44	0	0	0	0
Total		1	2793.0380	1	2793.0380
		2793.0380		2793.0380	

**11. Screw Conveyor (J-212)**

Fungsi : Mengangkut cake untuk dimasukkan ke dalam rotary dryer (B-310)



**Keterangan :**

Aliran <16> = Aliran cake yang masuk ke dalam screw conveyor

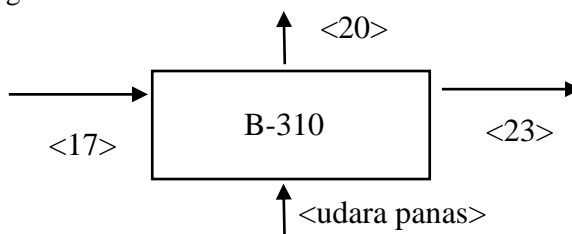
Aliran <17> = Aliran cake yang keluar dari screw conveyor

**Tabel IV.12 Neraca massa Screw conveyor (J-212)**

Komposisi	BM	In		Out	
		<16>		<17>	
		X16	M16	X17	M17
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	106	2E-05	0.0233	3E-05	0.023
H <sub>2</sub> O	18	0.0021	2.7712	0.003	2.7712
NaHCO <sub>3</sub>	84	0.9979	1348.65	1.583	1348.65
CO <sub>2</sub>	44	0	0	0	0
Total		1	1351.444	1.586	1351.444
		1351.444		1351.444	

### 12. Rotary Dryer (B-310)

Fungsi : menguapkan air dan akan menghasilkan produk dengan kandungan air sebesar 0.01%

**Keterangan :**

Aliran <17> = Aliran kristal NaHCO<sub>3</sub> masuk ke dalam rotary dryer

Aliran <20> = Aliran udara keluar dari rotary dryer

Aliran <23> = Aliran kristal  $\text{NaHCO}_3$  keluar dari rotary dryer

**Tabel IV.13 Neraca massa rotary dryer (B-310)**

Komposisi	BM	In			
		<17>		Udara Panas	
		X17	M17	X	M
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	106	2E-05	0.023298	0	0
$\text{H}_2\text{O}(\text{Maf})$	18	0.0021	2.771	0	0
$\text{NaHCO}_3$	84	0.9979	1348.650	0	0
$\text{CO}_2$	44	0	0	0	0
Udara Kering		0	0	0.978	298.7096
$\text{H}_2\text{O}(\text{Mai})$		0	0	0.022	6.572
$\text{H}_2\text{O}(\text{Mao})$		0	0	0	0
Total		1	1351.4445	1	305.2812
		1656.7257			

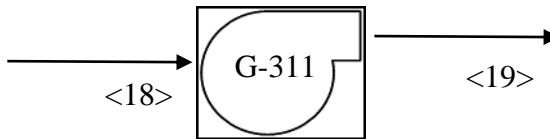
Out			
<20>		<23>	
X20	M20	X23	M23
0	0	2E-05	0.023298
0	0	1E-04	0.1342
0.0215	6.7520	0.9999	1341.9068
0	0	0	0
0.9493	298.7096	0	0
0	0	0	0



0.0292	9.200	0	0
1	314.6615	1	1342.0643
1656.7257			

### 13. Blower (G-311)

Fungsi : Mengalirkan udara untuk dimasukkan ke dalam burner rotary dryer (B-310)



#### Keterangan :

Aliran <18> = Aliran Udara masuk ke Blower

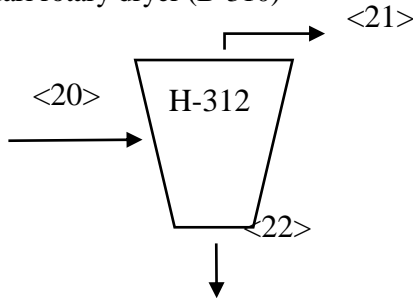
Aliran <19> = Aliran Udara keluar dari Blower

**Tabel IV.14 Neraca massa Blower (G-311)**

Komposisi	BM	In		Out	
		<18>		<19>	
		X18	M18	X19	M19
Udara Kering		0.9785	298.7096	0.978	298.710
H <sub>2</sub> O(Mai)		0.0215	6.5716	0.022	6.572
Total		1	305.281	1	305.281
		305.2812		305.2812	

#### 14. Cyclone (H-312)

Fungsi : Memisahkan partikel kristal  $\text{NaHCO}_3$  yang terbawa oleh udara dari rotary dryer (B-310)



#### Keterangan :

Aliran <20> = Aliran gas masuk cyclone

Aliran <22> = Aliran gas keluar cyclone jatuh ke belt conveyor 2

Aliran <21> = Aliran gas keluar cyclone keluar atmosfer

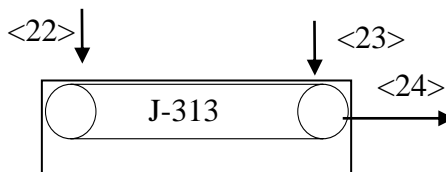
**Tabel IV.15 Neraca massa Cyclone (H-312)**

Komposisi	BM	In	
		<20>	
		X20	M20
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	106	0	0
$\text{H}_2\text{O}$	18	0	0
$\text{NaHCO}_3$	84	0.0215	6.7520
$\text{CO}_2$	44	0	0
Udara Kering		0.9493	298.7096
$\text{H}_2\text{O}(\text{Mai})$		0	0
$\text{H}_2\text{O}(\text{Mao})$		0.0292	9.1999
Total		1	314.6615
		314.661	

Out			
<21>		<22>	
X21	M21	X22	M22
0	0	0	0
0	0	0	0
2E-05	0.0068	1	6.7452
0	0	0	0
0.97	298.7096	0	0
0	0	0	0
0.03	9.1999	0	0
1	307.916	1	6.7452
314.661			

### 15. Belt Conveyor 1 (J-313)

Fungsi : Mengangkut kristal  $\text{NaHCO}_3$  dari rotary dryer (B-310) dan cyclone (H-312)



#### Keterangan :

Aliran <23> = Aliran Kristal  $\text{NaHCO}_3$  keluar dari rotary dryer

Aliran <22> = Aliran Kristal  $\text{NaHCO}_3$  keluar dari cyclone

Aliran <24> = Aliran Kristal keluar dari Belt Conveyor

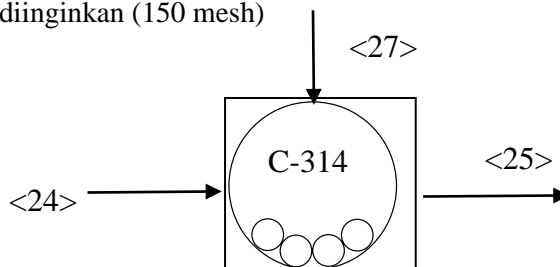
**Tabel IV.16 Neraca massa Belt conveyor I (J-313)**

Komposisi	BM	In			
		<22>		<23>	
		X22	M22	X23	M23
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	106	0	0	2E-05	0.0233
H <sub>2</sub> O	18	0	0	1E-04	0.134
NaHCO <sub>3</sub>	84	1	6.7452	1	1341.907
CO <sub>2</sub>	44	0	0	0	0
Total		1	6.745	1	1342.0643
		1348.8095			

Out	
<24>	
X24	M24
2E-05	0.0233
1E-04	0.1342
0.9999	1348.6520
0	0
1	1348.8095
1348.8095	

**16. Ball Mill (C-314)**

Fungsi : Mengecilkan ukuran kristal NaHCO<sub>3</sub> hingga ukuran yang diinginkan (150 mesh)

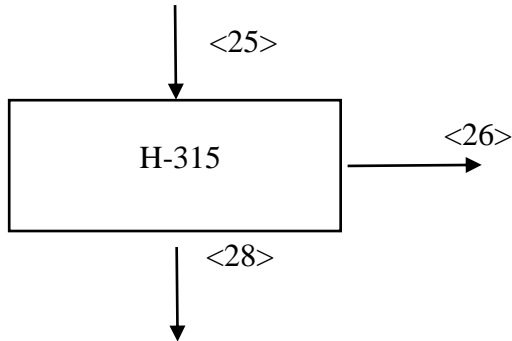


**Keterangan :**Aliran <24> = Aliran kristal NaHCO<sub>3</sub> masuk Ball MillAliran <25> = Aliran Kristal NaHCO<sub>3</sub> keluar ball millAliran <27> = Aliran kristal NaHCO<sub>3</sub> off spec dari Screen**Tabel IV.17 Neraca massa Ball Mill (C-314)**

Komposisi	BM	In			
		<24>		<27>	
		X24	M24	X27	M27
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	106	2E-05	0.02330	2E-05	0.00012
H <sub>2</sub> O	18	1E-04	0.1342	1E-04	0.0007
NaHCO <sub>3</sub>	84	0.9999	1348.6520	1	6.7433
CO <sub>2</sub>	44	0	0	0	0
Total		1	1348.8095	1	6.7440
		1355.5535			
Out					
<25>					
X25	M25				
2E-05	0.02341				
1E-04	0.1349				
0.9999	1355.3952				
0	0				
1	1355.5535				
1355.5535					

### 17. Screen (H-315)

Fungsi : memisahkan ukuran kristal on spec (150 mesh) dengan off spec (lebih dari 150 mesh)



#### Keterangan :

Aliran <25> = Aliran kristal  $\text{NaHCO}_3$  masuk Screen

Aliran <26> = Aliran Kristal  $\text{NaHCO}_3$  (off spec) keluar screen

Aliran <28> = Aliran kristal  $\text{NaHCO}_3$  on spec dari Screen

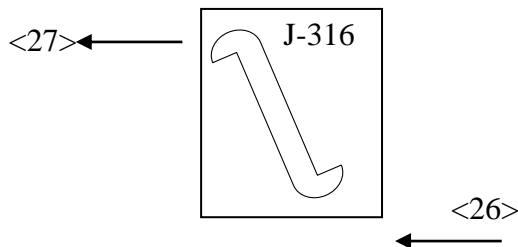
**Tabel IV.18 Neraca massa Screen (H-315)**

Komposisi	BM	In	
		<25>	
		X25	M25
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	106	2E-05	0.0234
$\text{H}_2\text{O}$	18	1E-04	0.1349
$\text{NaHCO}_3$	84	0.9999	1355.3952
$\text{CO}_2$	44	0	0
Total		1	1355.5535
		1355.5535	

Out			
<28>		<26>	
X28	M28	X26	M26
2E-05	0.0233	2E-05	0.0001
1E-04	0.13420	1E-04	0.0007
1	1348.6520	0.9999	6.7433
0	0	0	0
1	1348.8095	1	6.7440
1355.5535			

### 18. Elevator (J-316)

Fungsi : Mengangkut kristal  $\text{NaHCO}_3$  yang belum dihaluskan secara sempurna kembali ke ball mill (C-314)



#### Keterangan :

Aliran <26> = Aliran Kristal  $\text{NaHCO}_3$  (off spec) keluar screen

Aliran <27> = Aliran Kristal  $\text{NaHCO}_3$  (off spec) masuk ke ball mill

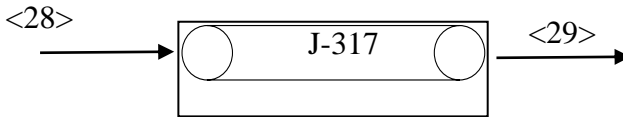
**Tabel IV.19 Neraca massa Elevator (J-316)**

Komposisi	BM	In		Out	
		<26>		<27>	
		X26	M26	X27	M27
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	106	2E-05	0.0001	2E-05	0.0001
$\text{H}_2\text{O}$	18	1E-04	0.0007	1E-04	0.0007
$\text{NaHCO}_3$	84	0.9999	6.7433	1	6.7433

CO <sub>2</sub>	44	0	0	0	0
Total		1	6.744	1	6.744
		6.744		6.744	

### 19. Belt Conveyor 2 (J-317)

Fungsi : Mengangkut kristal NaHCO<sub>3</sub> ke proses pengemasan



#### Keterangan :

Aliran <28> = Aliran kristal NaHCO<sub>3</sub> on spec dari Screen

Aliran <29> = Aliran kristal NaHCO<sub>3</sub> on spec keluar dari Belt conveyor

**Tabel IV.20 Neraca massa Belt conveyor 2 (J-317)**

Komposisi	BM	In		Out	
		<28>		<29>	
		X28	M28	X29	M29
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	106	2E-05	0.0233	2E-05	0.0233
H <sub>2</sub> O	18	1E-04	0.1342	1E-04	0.1342
NaHCO <sub>3</sub>	84	0.9999	1348.6520	1	1348.6520
CO <sub>2</sub>	44	0	0	0	0
Total		1	1348.8095	1	1348.8095
		1348.8095		1348.8095	




## IV.II Neraca Energi

Basis perhitungan =	1	jam operasi
Kapasitas =	11000	ton/tahun
	32.3529	ton/hari
	32352.9412	kg/tahun
	1348.0392	kg/jam
Jumlah hari operasi =	340	hari/tahun
Jumlah jam operasi =	24	jam/hari
Suhu Referensi =	25	Suhu (°C)

Keterangan :

 = Tekanan (atm)

 = Suhu (°C)

 = Nomor aliran

Menurut Himmelblau (1989), dalam perhitungan neraca energi ini berlaku teori hukum kekekalan energi dengan persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Akumulasi energi sistem} = \text{Energi masuk} - \text{Energi keluar} + \text{Generasi energi} - \text{Konsumsi energi}$$

$$H_{in} + \frac{1}{2}V_{in}^2 + g \cdot z_{in} + Q = H_{out} + \frac{1}{2}V_{out}^2 + g \cdot z_{out} + W_s$$

Dengan asumsi :

1. Tidak ada akumulasi energy pada sistem (steady State)
2. Q loss pada peralatan = 5-10%
3. Neraca energi dihitung per kapasitas alat
4. Perubahan energi kinetik diabaikan
5. Perubahan energi potensial diabaikan

Sehingga persamaan umum *energy balance* menjadi:

$$H_{in} = H_{out} + Q + W_s$$

Perhitungan entalpi diperlukan dalam perhitungan neraca energi. Robert Perry (1984) menjelaskan bahwa pada komposisi konstan, properti molar *thermodynamic* adalah fungsi dari temperatur dan tekanan, sebagai

$$dH = \left( \frac{\partial H}{\partial T} \right)_P dT + \left( \frac{\partial H}{\partial P} \right)_T dP$$

Kondisi komponen pada suhu referensi :

Fase Liquid

1. Natrium Karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )

Fase Padat

2. Natrium Bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ )

Fase Gas

3. Karbon Dioksida ( $\text{CO}_2$ )

### 1. Kapasitas Panas Gas

Dengan Rumus :

$$C_p = A + B.T + C.T^2 + D.T^3 + E/T^2$$

Dengan :  $C_p$  : Kapasitas panas gas, KJ/kmol.K°

$T$  : 298,15 Suhu, K°

A,B,C,D,E : Konstanta

Komponen	A	B	C
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>			
CO <sub>2</sub>	27.437	0.04231	-1.956E-05
H <sub>2</sub> O	33.933	-0.0084186	0.0000299
NaHCO <sub>3</sub>			

D	E	C <sub>p</sub> (Kj/kmol.K°)
4E-09	-3E-13	38.41934511
-1.8E-08	3.7E-12	33.60848154

### 2. Kapasitas Panas Cair

Dengan Rumus :

$$C_p = A + BT + C.T^2 + D.T^3$$

Dengan :  $C_p$  : Kapasitas panas liquid, KJ/kmol.K°

$T$  : 298,15 Suhu, K°

A,B,C,D : Konstanta

Komponen	A	B	C
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	121		
CO <sub>2</sub>	-338.956	5.2796	-0.023279
H <sub>2</sub> O	92.053	-0.039953	-0.00021103

NaHCO <sub>3</sub>	366.9456067		
--------------------	-------------	--	--

D	Cp (Kj/kmol.K°)
	28.919
0.00003598	119.4053472
5.3469E-07	75.55303004
	87.7

### 3. Kapasitas Panas Padatan

Dengan Rumus :

$$C_p = A + B.T + C.T^2$$

Dengan : Cp : Kapasitas panas liquid, Kj/kmol.K°

T : 298,15 Suhu, K°

A,B,C,D : Konstanta

Komponen	A	B	C
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	175.201	-0.0003481	7.4327E-06
CO <sub>2</sub>			
H <sub>2</sub> O			
NaHCO <sub>3</sub>	166.5342	-0.005249	1.4757E-06

Cp (Kj/kmol.K°)
42.00614863
165.1003907

**Tabel IV.21 Komposisi Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>**

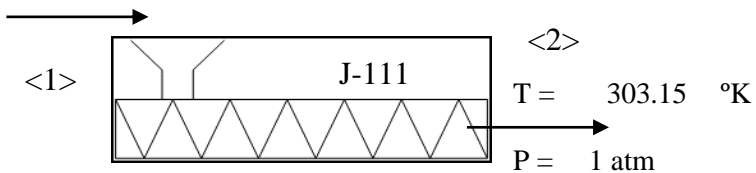
No	Komponen	Fraksi Massa	Massa
1	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0.9998	851.809
2	H <sub>2</sub> O	0.0002	0.1704
Total			851.9794

### 1. Screw Conveyor (J-111)

fungsi : Memtransportasikan padatan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> dari Feed Storage Tank

$$T = 303.15 \text{ } ^\circ\text{K}$$

$$P = 1 \text{ atm}$$



#### Keterangan :

Aliran <1> = Aliran masuk dari Feed Storage Tank

Aliran <2> = Aliran keluar dari Screw Conveyor

**Tabel IV.22 Enthalpi bahan masuk Screw Conveyor**

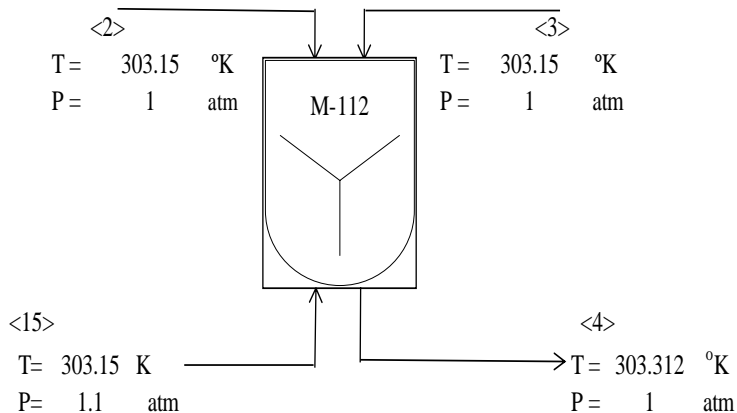
<b>Komponen</b>	<b>m (kg)</b>	<b>n (kmol)</b>	<b>Cp (kJ/kmol)</b>	<b><math>\Delta H</math> (kJ)</b>
Aliran <1>				
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	851.809	8.035	42.006148	1687.7932
H <sub>2</sub> O	0.1704	0.009	75.553030	3.5761767
CO <sub>2</sub>	0	0	38.419345	0
Total				1691.3694
Total Enthalpi Bahan masuk				1691.3694

**Tabel IV.23 Enthalpi bahan Keluar Screw Conveyor**

<b>Komponen</b>	<b>m (kg)</b>	<b>n (kmol)</b>	<b>Cp (kJ/kmol)</b>	<b><math>\Delta H</math> (kJ)</b>
Aliran <2>				
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	851.809	8.03593	42.006148	1687.7932
H <sub>2</sub> O	0.1704	0.00947	75.553030	3.5761767
CO <sub>2</sub>	0	0	38.419345	0
Total Enthalpi Bahan keluar				1691.3694

## 2. Mixing Tank (M-112)

Fungsi : Mengencerkan Bahan Baku Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> sebelum dimasukkan ke dalam Reaktor (R-110)



**Keterangan :**

Aliran <2> = Aliran padatan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

Aliran <3> = Aliran  $\text{H}_2\text{O}$  (air)

Aliran <15> = Aliran recycle dari Rotary Drum Vacuum Filter

Aliran <4> = Aliran Keluaran Mixing Tank

**Tabel IV.24 Enthalpi Bahan masuk  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  Mixing Tank**

Komponen	m (kg)	n (kmol)	Cp (kJ/kmol)	$\Delta H$ (kJ)
Aliran <2>				
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	851.809	8.03593	42.00614863	1687.793202
$\text{H}_2\text{O}$	0.1704	0.00947	75.55303004	3.576176755
Total				1691.369379
Aliran <15>				
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	23.2744	0.21957	28.919	31.74869687
$\text{H}_2\text{O}$	2768.41	153.801	75.55303004	58100.56762
$\text{NaHCO}_3$	1.35	0.01607	87.7	7.047321429
$\text{CO}_2$	0	0	38.41934511	0

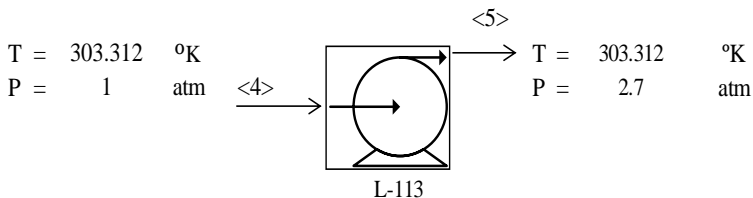
Total				58139.36364
Aliran <3>				
H <sub>2</sub> O	147.0	8.16726	75.55303004	3085.304522
Total				3085.304522
Total Enthalpi Bahan Masuk				62916.0375

**Tabel IV.25 Enthalpi Bahan keluar Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> Mixing Tank**

Komponen	m (kg)	n (kmol)	C <sub>p</sub> (kJ/kmol)	ΔH (kJ)
Aliran <4>				
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	875.083	8.2555	28.919	1232.385798
H <sub>2</sub> O	2915.6	161.977	75.55303004	63172.25238
NaHCO <sub>3</sub>	1.35	0.01607	87.7	7.275685272
CO <sub>2</sub>	0.0	0	38.41934511	0
Total				64411.91387
ΔH solution				-1495.876329
Total				62916.0375

### 3. Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> Pump (L-113)

Fungsi : Menaikkan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> dari tekanan dari 1 atm ke 2 atm sebelum masuk ke Reaktor (R-110)





**Keterangan :**

Aliran <4> = Aliran feed larutan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> masuk Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> Pump

Aliran <5> = Aliran feed larutan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> keluar Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> Pump

**Tabel IV.26 Enthalpi Bahan Masuk  
Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> Pump**

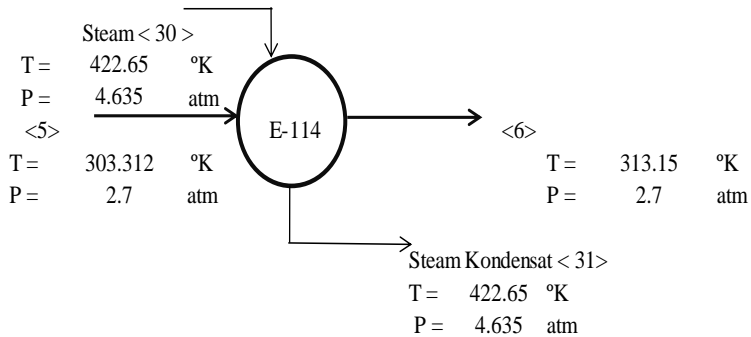
<b>Komponen</b>	<b>m (kg)</b>	<b>n (kmol)</b>	<b>Cp (kJ/kmol)</b>	<b>ΔH (kJ)</b>
Aliran <4>				
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	875.083	8.2555	28.919	1232.3858
H <sub>2</sub> O	2915.6	161.977	75.55303004	63172.252
NaHCO <sub>3</sub>	1.35	0.01607	87.7	7.2756852
CO <sub>2</sub>	0.0	0	38.41934511	0
Total				64411.913

**Tabel IV.27 Enthalpi Bahan Keluar  
Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> Pump**

<b>Komponen</b>	<b>m (kg)</b>	<b>n (kmol)</b>	<b>Cp (kJ/kmol)</b>	<b>ΔH (kJ)</b>
Aliran <5>				
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	875.083	8.2555	28.919	1232.385798
H <sub>2</sub> O	2915.59	161.977	75.55303004	63172.25238
NaHCO <sub>3</sub>	1.35	0.01607	87.7	7.275685272
CO <sub>2</sub>	0	0	38.41934511	0
Total				64411.91387

#### 4. $\text{Na}_2\text{CO}_3$ Heater (E-114)

Fungsi : Memanaskan Feed  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  hingga suhu operasi pada Reaktor (R-110)



#### Keterangan :

Aliran <5> = Aliran larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  masuk ke Heater

Aliran <6> = Aliran larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  keluar dari Heater

Aliran <30> = Aliran Steam

Aliran <31> = Aliran Steam Kondensat

**Tabel IV.28 Enthalpi bahan masuk  
 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  Heater**

Komponen	m (kg)	n (kmol)	Cp (kJ/kmol)	$\Delta H$ (kJ)
Aliran <5>				
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	875.083	8.2555	28.919	1232.385798
$\text{H}_2\text{O}$	2915.59	161.977	75.55303004	63172.25238
$\text{NaHCO}_3$	1.35	0.01607	87.7	7.275685272
$\text{CO}_2$	0	0	38.41934511	0

Total	64411.9139
-------	------------

**Tabel IV.29 Enthalpi bahan Keluar  
Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> Heater**

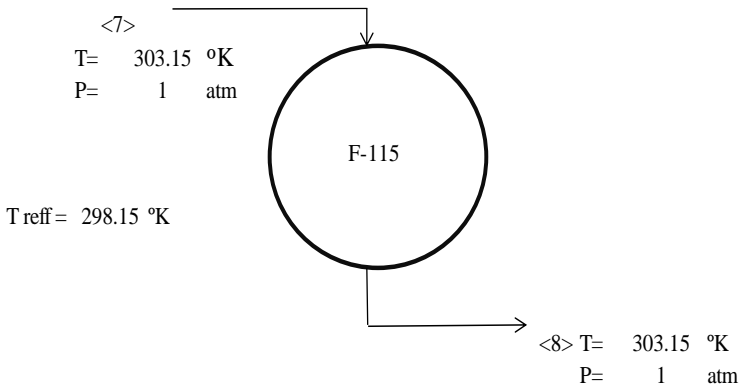
Komponen	m (kg)	n (kmol)	Cp (kJ/kmol)	ΔH (kJ)
Aliran <6>				
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	875.083	8.2555	28.919	3581.1137
H <sub>2</sub> O	2915.59	161.977	75.553030	183568.3
NaHCO <sub>3</sub>	1.35	0.01607	87.7	21.141964
CO <sub>2</sub>	0	0	38.419341	0
Total				187170.607

**Tabel IV.30 Neraca Energi Total Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> Heater  
(E-114)**

Aliran Panas Masuk (kJ)		Aliran Panas Keluar (kJ)	
ΔH<5>	64411.91387	ΔH<6>	187170.6007
ΔHs <30>	159328.5623	ΔHs <31>	36569.87549
Total	223740.4762	Total	223740.4762

### 5. CO<sub>2</sub> Storage Tank (F-115)

Fungsi : Menampung bahan baku Gas CO<sub>2</sub> sebelum masuk ke dalam Reaktor (R-110)

**Keterangan :**

Aliran  $\langle 7 \rangle$  = Aliran masuk gas CO<sub>2</sub> ke dalam CO<sub>2</sub> Storage Tank

Aliran  $\langle 8 \rangle$  = Aliran keluar gas CO<sub>2</sub> dari CO<sub>2</sub> Storage Tank

**Tabel IV.31 Enthalpi Bahan masuk CO<sub>2</sub> Storage Tank**

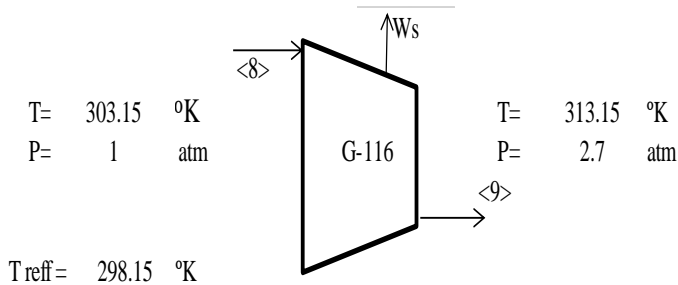
Komponen	m (kg)	n (kmol)	C <sub>p</sub> (kJ/kmol)	ΔH (kJ)
Aliran $\langle 7 \rangle$				
CO <sub>2</sub>	411.067	9.34243	38.41934511	1794.6506
Total				1794.6506

**Tabel IV.32 Enthalpi Bahan keluar CO<sub>2</sub> Storage Tank**

Komponen	m (kg)	n (kmol)	C <sub>p</sub> (kJ/kmol)	ΔH (kJ)
Aliran $\langle 8 \rangle$				
CO <sub>2</sub>	411.067	9.34243	38.41934511	1794.6506
Total				1794.6506

## 6. CO<sub>2</sub> Feed Compressor (G-116)

Fungsi : Menaikan Tekanan Gas CO<sub>2</sub> dari 1 atm menjadi 2 atm sebelum masuk ke dalam Bubble Column Reactor (R-110)



### Keterangan :

Aliran <8> = Aliran gas CO<sub>2</sub> masuk CO<sub>2</sub> Feed Compressor

Aliran <9> = Aliran gas CO<sub>2</sub> keluar dari CO<sub>2</sub> Feed Compressor

**Tabel IV.33 Enthalpi Bahan Masuk CO<sub>2</sub> Kompresor**

Komponen	m (kg)	n (kmol)	Cp (kJ/kmol)	ΔH (kJ)
Aliran <8>				
CO <sub>2</sub>	411.067	9.34243	38.41934511	1794.6506
Total				1794.6506

**Tabel IV.34 Enthalpi Bahan Keluar CO<sub>2</sub> Kompresor**

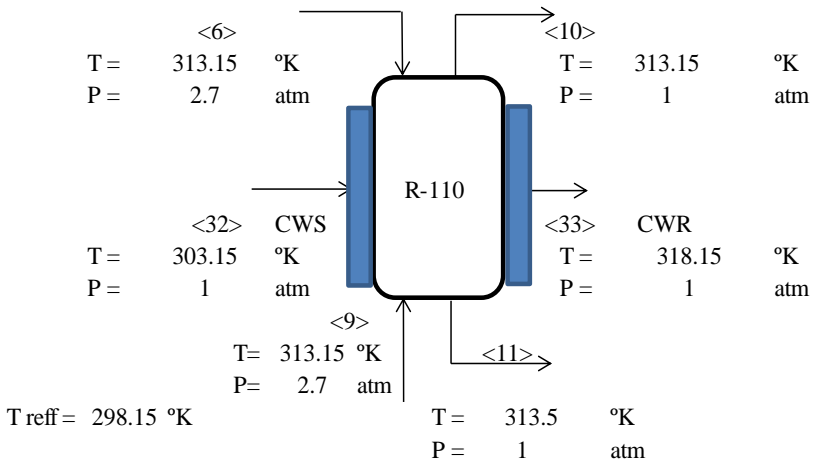
Komponen	m (kg)	n (kmol)	Cp (kJ/kmol)	ΔH (kJ)
Aliran <9>				
CO <sub>2</sub>	411.067	9.34243	38.41934511	5383.7591
Total				5383.7591

**Tabel IV.35 Neraca Energi Total CO<sub>2</sub> Kompresor**

Aliran Panas Masuk (kJ)		Aliran Panas Keluar (kJ)	
$\Delta H_{<8>}$	1794.650561	$\Delta H_{<9>}$	5383.7591
		Q lepas	-3589.108535
Total	1794.6506	Total	1794.6506

### 7. Bubble Column Reactor (R-110)

Fungsi : Mereaksikan Larutan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> dengan Gas CO<sub>2</sub>



#### Keterangan :

Aliran <6> = Aliran bahan baku larutan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> keluar dari Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> Heater

Aliran <9> = Aliran bahan baku Gas CO<sub>2</sub> keluar dari CO<sub>2</sub> Heater

Aliran <11> = Aliran Produk yang keluar dari Reactor berupa Suspensi

Aliran <10> = Aliran Gas CO<sub>2</sub> keluar dari reaktor

Aliran <32> = Aliran Cooling Water Suplai

Aliran <33> = Aliran Cooling Water Return

**Tabel IV.36 Enthalpi Standar reaktan Bubble Column**

**Reactor (R-110)**

<b>Komponen</b>	<b>m (kg)</b>	<b>n (kmol)</b>	<b>Cp (kJ/kmol)</b>	<b>ΔH (kJ)</b>
Aliran <6>				
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	875.083	8.2555	28.919	-3581.113745
H <sub>2</sub> O	2915.59	161.977	75.55303004	-183568.345
NaHCO <sub>3</sub>	1.35	0.01607	87.7	-21.14196429
CO <sub>2</sub>	0	0	38.41934511	0
Aliran <9>				
CO <sub>2</sub>	411.067	9.34243	38.41934511	-5383.759095

<b>ΔHs</b>
-192554.36

**Tabel IV.37 Enthalpi Standar produk Bubble Column  
Reactor (R-110)**

<b>Komponen</b>	<b>m (kg)</b>	<b>n (kmol)</b>	<b>Cp (kJ/kmol)</b>	<b>ΔH (kJ)</b>
-----------------	---------------	-----------------	---------------------	----------------

Aliran <11>				
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	23.2977	0.21979	28.919	95.34144146
H <sub>2</sub> O	2770.95	153.942	75.55303004	174461.5062
NaHCO <sub>3 (l)</sub>	1.35	0.01607	87.7	21.14196429
NaHCO <sub>3</sub>	1348.7	16.06	165.1003907	39761.18605
CO <sub>2</sub>	58.8455	1.337	38.41934511	770.701603

<b>ΔHs</b>
215102.21

**Tabel IV.38 Enthalpi Pembentukan Reaktan**

<b>Komponen</b>	<b>n (kmol)</b>	<b>ΔHf (kJ/kmol)</b>	<b>ΔHf (kJ)</b>
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	8.255503868	-1130700	-9334498.223
H <sub>2</sub> O	161.9774833	-285800	-46293164.74
NaHCO <sub>3</sub>	0.016071429	-112650	-1810.446429
CO <sub>2</sub>	0	-393500	0
<b>Total</b>			<b>-55629473.41</b>



**Tabel IV.39 Enthalpi Pembentukan Produk**

<b>Komponen</b>	<b>n (kmol)</b>	<b><math>\Delta H_f</math> (kJ/kmol)</b>	<b><math>\Delta H_f</math> (kJ)</b>
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0.219789623	-1130700	-248516.1263
H <sub>2</sub> O	153.9417688	-285800	-43996557.52
NaHCO <sub>3</sub>	0.016071429	-112650	-1810.446429
NaHCO <sub>3(l)</sub>	16.05535714	-950800	-15265433.57
CO <sub>2</sub>	1.337	-393500	-526266.0057
Total			-60038583.67

**Tabel IV.40 Enthalpi Bahan masuk Reaktor**

<b>Komponen</b>	<b>n (kmol)</b>	<b>Cp(kJ/kmol)</b>	<b><math>\Delta H</math>(kJ)</b>
Aliran <6>			
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	8.2555039	28.919	-3581.113745
H <sub>2</sub> O	161.97748	75.55303004	-183568.345
NaHCO <sub>3</sub>	0.0160714	87.7	-21.14196429
CO <sub>2</sub>	0	38.41934511	0
Total			-187170.6007
Aliran <9>			
CO <sub>2</sub>	9.3424318	38.41934511	-5383.759095
Total			-5383.759095
Total Entalpi Bahan Masuk Reaktor			-192554.36

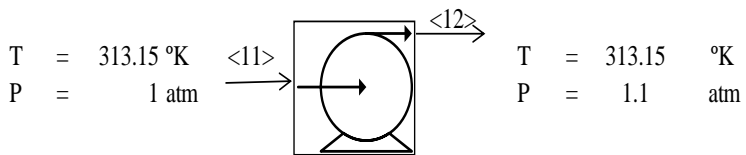
**Tabel IV.41 Tabel Enthalpi Bahan keluar Reaktor**

<b>Komponen</b>	<b>n (kmol)</b>	<b>Cp(kJ/kmol)</b>	<b><math>\Delta H</math>(kJ)</b>
Aliran <11>			

Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0.219789623	28.919	95.34144146
H <sub>2</sub> O	153.9417688	75.55303004	174461.5062
NaHCO <sub>3 (l)</sub>	0.016071429	87.7	21.14196429
NaHCO <sub>3</sub>	16.05535714	165.1003907	39759.76377
Aliran <10>			
CO <sub>2</sub>	1.337	38.41934511	770.701603
ΔH cooling water			4541389.41
ΔH kristalisasi			-539935.72
ΔHrxn			-4409110.26
Total			-192554.36

### 8. Crystall Pump (L-117)

Fungsi : memompakan produk keluar dari Reaktor (R-110) ke dalam Rotary Vacuum Filter (H-210)



L-117

#### Keterangan :

Aliran <11> = Aliran Suspensi Sodium Bicarbonate masuk ke Crystall Pump

Aliran <12> = Aliran Suspensi Sodium Bicarbonate keluar dari Crystall Pump

**Tabel IV.42 Enthalpi Bahan masuk Crystall Pump**

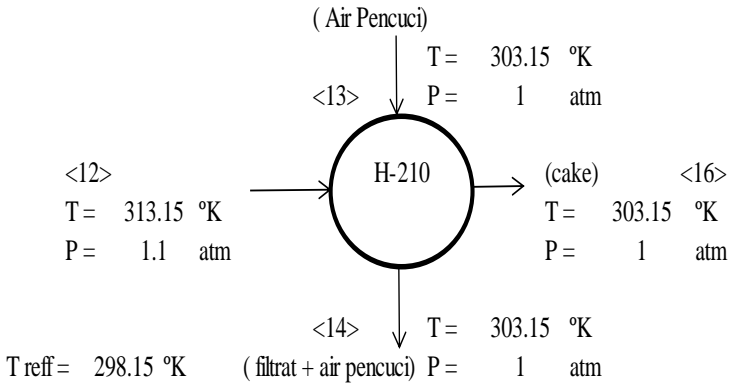
<b>Komponen</b>	<b>m (kg)</b>	<b>n (kmol)</b>	<b>Cp (kJ/kmol)</b>	<b><math>\Delta H</math> (kJ)</b>
Aliran <11>				
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	23.2977	0.21979	28.919	95.34144146
H <sub>2</sub> O	2770.95	153.942	75.55303004	174461.5062
NaHCO <sub>3(l)</sub>	1.35	0.01607	87.7	21.14196429
NaHCO <sub>3</sub>	1348.65	16.0554	165.1003907	39759.76377
Total				214331.5086

**Tabel IV.43 Enthalpi Bahan keluar Crystall Pump**

<b>Komponen</b>	<b>m (kg)</b>	<b>n (kmol)</b>	<b>Cp (kJ/kmol)</b>	<b><math>\Delta H</math> (kJ)</b>
Aliran <12>				
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	23.2977	0.21979	28.919	95.34144146
H <sub>2</sub> O	2770.95	153.942	75.55303004	174461.5062
NaHCO <sub>3(l)</sub>	1.35	0.01607	87.7	21.14196429
NaHCO <sub>3</sub>	1348.65	16.0554	165.1003907	39759.76377
Total				214331.5086

## 9. Rotary Drum Vacuum Filter (H-210)

Fungsi : Memisahkan Kristal NaHCO<sub>3</sub> dari mother liquor

**Keterangan :**

Aliran <12> = Aliran slurry kristal  $\text{NaHCO}_3$  masuk ke Rotary Vacuum Filter

Aliran <16> = Aliran padatan kristal  $\text{NaHCO}_3$  masuk ke Rotary Dryer

Aliran <13> = Aliran Air Pencuci masuk

Aliran <14> = Aliran Air Pencuci keluar

**Tabel IV.44 Enthalpi Bahan Masuk Rotary Vacuum Filter**

Komponen	m (kg)	n (kmol)	Cp (kJ/kmol)	$\Delta H$ (kJ)
Aliran <12>				
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	23.2977	0.21979	28.919	95.34144146
$\text{H}_2\text{O}$	2770.95	153.942	75.55303004	174461.5062
$\text{NaHCO}_3$	1.35	0.01607	87.7	21.14196429
$\text{NaHCO}_3$	1348.65	16.0554	165.1003907	39759.76377
Aliran <13>				
$\text{H}_2\text{O}$	0.23298	0.01294	75.55303004	4.8894773

Total	214336.3981
-------	-------------

**Tabel IV.45 Enthalpi Bahan keluar Rotary Vacuum Filter**

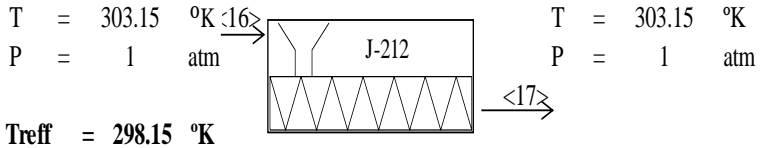
Komponen	m (kg)	n (kmol)	Cp (kJ/kmol)	$\Delta H$ (kJ)
Aliran <16>				
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0.0233	0.00022	28.919	0.03178048
H <sub>2</sub> O	2.77095	0.15394	75.55303004	58.1538354
NaHCO <sub>3</sub>	1348.65	16.0554	165.1003907	13253.72868
Aliran <16>				
Air Pencuci	0.00023	1.3E-05	28.919	0.001871517
Aliran <14>				
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	23.2744	0.21957	28.919	31.74870001
H <sub>2</sub> O	2768.18	153.788	75.55303004	58095.68157
NaHCO <sub>3</sub>	1.35	0.01607	87.7	7.047321429
Aliran <14>				
Air Pencuci	0.23274	0.01293	28.919	1.869645667
Total				71448.26341

**Tabel IV.46 Neraca Energi Total Rotary Vacuum Filter**

Aliran Panas Masuk (kJ)		Aliran Panas Keluar (kJ)	
$\Delta H$ in	214336.3981	$\Delta H$ out	71448.26341
		Q serap	142888.135
Total	214336.3981	Total	214336.3981

### 10. Screw Conveyor (J-212)

Fungsi : Membawa padatan/cake sodium bicarbonate menuju Rotary dryer



#### Keterangan :

Aliran <16> = Aliran cake yang masuk ke dalam screw conveyor

Aliran <17> = Aliran cake yang keluar dari screw conveyor

**Tabel IV.47 Enthalpi Bahan masuk Screw Conveyor**

Komponen	m (kg)	n (kmol)	Cp (kJ/kmol)	$\Delta H$ (kJ)
Aliran <16>				
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	0.0233	0.00022	28.919	0.03178048
$\text{H}_2\text{O}$	2.77118	0.15395	75.55303004	58.15872488
$\text{NaHCO}_3$	1348.65	16.0554	165.1003907	13253.72868
Total				13311.9192

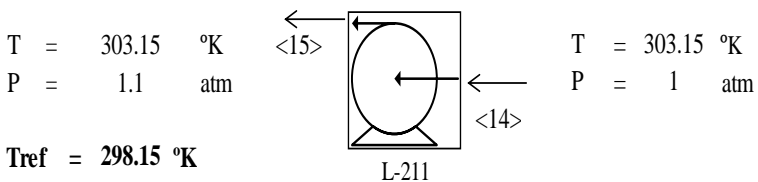
**Tabel IV.48 Enthalpi Bahan keluar Screw Conveyor**

Komponen	m (kg)	n (kmol)	Cp (kJ/kmol)	$\Delta H$ (kJ)
Aliran <17>				
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	0.0233	0.00022	28.919	0.03178048
$\text{H}_2\text{O}$	2.77118	0.15395	75.55303004	58.15872488
$\text{NaHCO}_3$	1348.65	16.0554	165.1003907	13253.72868

Total	13311.9192
-------	------------

### 11 . Recycle Pump (L-211)

Fungsi : mengalirkan aliran recycle dari Rotary Vacuum Filter (RVF)



#### Keterangan :

Aliran <14> = Aliran recycle masuk ke dalam recycle pump (L-211)

Aliran <15> = Aliran recycle keluar dari recycle pump (L-211)

**Tabel IV.49 Enthalpi Bahan masuk Recycle Pump**

Komponen	m (kg)	n (kmol)	C <sub>p</sub> (kJ/kmol)	ΔH (kJ)
Aliran <14>				
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	23.2744	0.21957	28.919	31.74870001
H <sub>2</sub> O	2768.41	153.801	75.553030	58100.56616
NaHCO <sub>3</sub>	1.35	0.01607	87.7	7.047321429
Total				58139.3622

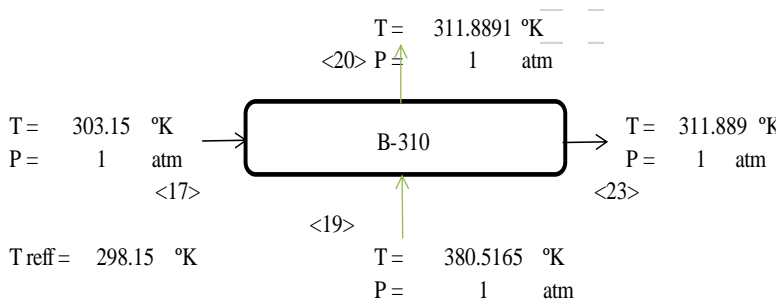
**Tabel IV.50 Enthalpi Bahan keluar Recycle Pump**

Komponen	m (kg)	n (kmol)	C <sub>p</sub> (kJ/kmol)	ΔH (kJ)
----------	--------	----------	--------------------------	---------

Aliran <15>				
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	23.2744	0.21957	28.919	31.74870001
H <sub>2</sub> O	2768.41	153.801	75.55303004	58100.56616
NaHCO <sub>3</sub>	1.35	0.01607	87.7	7.047321429
Total				58139.3622

## 12. Rotary Dryer (B-310)

Fungsi : menguapkan air dan akan menghasilkan produk dengan kandungan air 0,01%



### Keterangan :

Aliran <17> = Aliran kristal NaHCO<sub>3</sub> masuk ke dalam rotary dryer

Aliran <23> = Aliran kristal NaHCO<sub>3</sub> keluar dari rotary dryer

Aliran <19> = Aliran Udara masuk ke dalam rotary dryer

Aliran <20> = Aliran udara keluar dari rotary dryer

**Tabel IV.51 Enthalpi Bahan Masuk Rotary Dryer**

Komponen	m (kg)	n (kmol)	C <sub>p</sub> (kJ/kmol)	ΔH (kJ)
Aliran <17>				



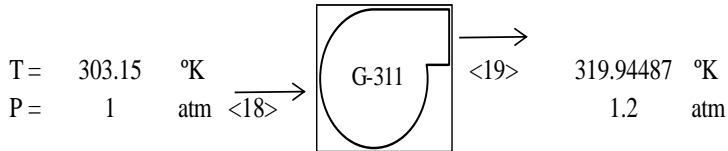
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0.0233	0.00022	28.919	0.0317804
H <sub>2</sub> O	2.77118	0.15395	75.55303004	58.1587248
NaHCO <sub>3</sub>	1348.65	16.0554	165.1003907	13253.7286
Aliran <19>				
ΔH gas inlet				47547.4590
Total				60859.3782

**Tabel IV.52 Enthalpi Bahan Keluar Rotary Dryer**

<b>Komponen</b>	<b>m (kg)</b>	<b>n (kmol)</b>	<b>Cp (kJ/kmol)</b>	<b>ΔH (kJ)</b>
Aliran <23>				
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0.0233	0.00022	28.919	0.087327996
H <sub>2</sub> O	0.1342	0.00746	75.55303004	7.739080156
NaHCO <sub>3</sub>	1341.91	15.9751	165.1003907	36236.69663
Aliran <20>				
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0	0	28.919	0
H <sub>2</sub> O	0.02923	0.00162	75.55303004	1.685643167
NaHCO <sub>3</sub>	0.02146	0.00026	165.1003907	0.579449381
ΔH gas outlet				24612.59009
Total				60859.3782

### 13. Blower (G-311)

Fungsi : Memasukan udara kedalam rotary dryer sebelum dipanaskan dengan burner

**Keterangan :**

Aliran <18> = Aliran Udara masuk ke Blower

Aliran <19> = Aliran Udara keluar dari Blower

**Tabel IV.53 Properties Bahan masuk Blower**

Komponen	m (kg)	fraksi massa (x)	Cp (kJ/kmol K)	(x) Cp (kJ/kmol K)
Aliran <18>				
N <sub>2</sub>	230.90671	0.772929	27.26992	21.07948806
O <sub>2</sub>	61.378493	0.205472	30.703602	6.308959315
H <sub>2</sub> O	6.430145	0.021526	33.60848154	0.723470248
Total	298.7096	1		28.11191763

**Tabel IV.54 Enthalpi Bahan masuk Blower**

Komponen	m (kg)	n (kmol)	Cp (kJ/kmol)	ΔH (kJ)
Aliran <18>				
N <sub>2</sub>	230.901	8.24646	27.26992	1124.4009
O <sub>2</sub>	61.3787	1.91808	30.703602	294.4604
H <sub>2</sub> O	6.43015	0.35723	33.60848154	60.029847
Total				1478.89126

**Tabel IV.55 Enthalpi Bahan keluar Blower**

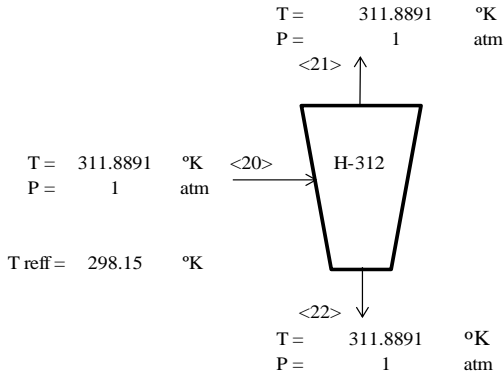
<b>Komponen</b>	<b>m (kg)</b>	<b>n (kmol)</b>	<b>Cp (kJ/kmol)</b>	<b><math>\Delta H</math> (kJ)</b>
Aliran <19>				
N <sub>2</sub>	230.901	8.24646	27.26992	4901.233673
O <sub>2</sub>	61.3787	1.91808	30.703602	1283.545088
H <sub>2</sub> O	6.43015	0.35723	33.60848154	261.6685643
Total				6446.447325

**Tabel IV.56 Neraca Total Air Blower**

<b>Aliran Panas Masuk (kJ)</b>		<b>Aliran Panas Keluar (kJ)</b>	
$\Delta H<18>$	1478.891	$\Delta H<19>$	6446.447325
		$\Delta H$ lepas	-4967.556064
Total	1478.8913	Total	1478.8913

### 14. Cyclone (H-312)

Fungsi : Memisahkan Gas (Udara & air) dengan Kristal  $\text{NaHCO}_3$



#### Keterangan :

Aliran <20> = Aliran gas masuk cyclone

Aliran <22> = Aliran gas keluar cyclone jatuh ke belt conveyor 2

Aliran <21> = Aliran gas keluar cyclone keluar atmosfer

**Tabel IV.57 Enthalpi Bahan masuk Cyclone**

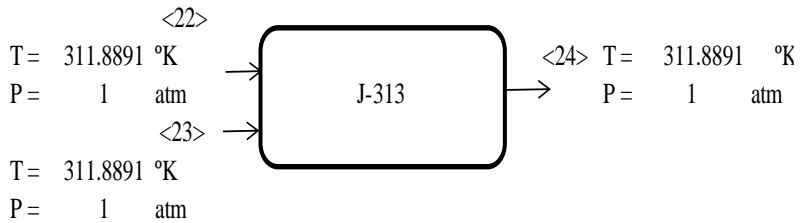
Komponen	m (kg)	n (kmol)	Cp (kJ/kmol)	$\Delta H$ (kJ)
Aliran <20>				
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	0	0	28.919	0
$\text{H}_2\text{O}$	0.02923	0.00162	75.55303	1.685643167
$\text{NaHCO}_3$	0.02146	0.00026	165.1003	0.579449381
Udara:				
$\text{N}_2$	230.901	8.24646	27.26992	3089.645528
$\text{O}_2$	61.3787	1.91808	30.70360	809.1226832
Air	6.43015	0.35723	33.60848	164.9509416
Total				4065.9842

**Tabel IV.58 Enthalpi Bahan keluar Cyclone**

<b>Komponen</b>	<b>m (kg)</b>	<b>n (kmol)</b>	<b>n Cp (kJ/kmol)</b>	<b><math>\Delta H</math> (kJ)</b>
Aliran <21>				
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0	0	28.919	0
NaHCO <sub>3</sub>	2.1E-05	2.6E-07	165.100390	0.000579449
H <sub>2</sub> O	0.02923	0.00162	75.5530300	1.685643167
Udara:				
N <sub>2</sub>	230.901	8.24646	27.26992	3089.645528
O <sub>2</sub>	61.3787	1.91808	30.703602	809.1226832
Air	6.43015	0.35723	33.6084815	164.9509416
Aliran <22>				
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0	0	28.919	0
NaHCO <sub>3</sub>	0.02144	0.00026	165.100390	0.578869932
H <sub>2</sub> O	0	0	75.5530300	0
Udara:				
N <sub>2</sub>	0	0	27.26992	0
O <sub>2</sub>	0	0	30.703602	0
Air	0	0	33.6084815	0
Total				4065.9842

**15. Belt Conveyor I (J-313)**

Fungsi : Mentransportasi kristal keluaran dari rotary dryer & cyclone masuk ke Ball Mill



$$T_{\text{reff}} = 298.15 \text{ } ^\circ\text{K}$$

**Keterangan :**

Aliran <23> = Aliran Kristal  $\text{NaHCO}_3$  keluar dari rotary dryer

Aliran <22> = Aliran Kristal  $\text{NaHCO}_3$  keluar dari cyclone

Aliran <24> = Aliran Kristal keluar dari Belt Conveyor

**Tabel IV.59 Enthalpi Bahan masuk Belt Conveyor I**

Komponen	m (kg)	n (kmol)	Cp (kJ/kmol)	$\Delta H$ (kJ)
Aliran <22>				
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	0	0	28.919	0
$\text{H}_2\text{O}$	0	0	75.55303004	0
$\text{NaHCO}_3$	0.02144	0.00026	165.1003907	0.578869932
Udara:				
$\text{N}_2$	0	0	27.26992	0
$\text{O}_2$	0	0	30.703602	0
Air	0	0	33.60848154	0
Aliran <23>				
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	0.0233	0.00022	28.919	0.087327996

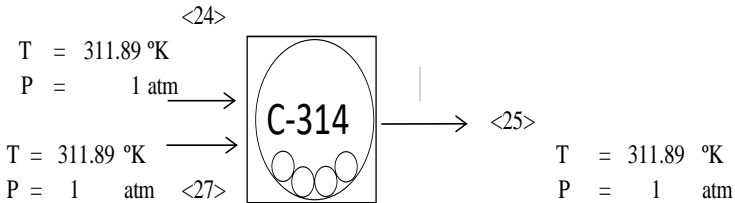
H <sub>2</sub> O	0.1342	0.00746	75.55303004	7.739080156
NaHCO <sub>3</sub>	1341.91	15.9751	165.1003907	36236.69663
Total				36245.1019

**Tabel IV.60 Enthalpi Bahan Keluar Belt Conveyor I**

<b>Komponen</b>	<b>m (kg)</b>	<b>n (kmol)</b>	<b>Cp (kJ/kmol)</b>	<b>ΔH (kJ)</b>
Aliran <24>				
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0.0233	0.00022	28.919	0.087327996
H <sub>2</sub> O	0.1342	0.00746	75.55303004	7.739080156
NaHCO <sub>3</sub>	1341.93	15.9753	165.1003907	36237.2755
Udara:				
N <sub>2</sub>	0	0	27.26992	0
O <sub>2</sub>	0	0	30.703602	0
Air	0	0	33.60848154	0
Total				36245.1019

### 16. Ball-Mill (C-314)

Fungsi : menyesuaikan ukuran kristal  $\text{NaHCO}_3$  yang masuk ke dalam agar on spec (150 mesh)



Treff =  $298.15 \text{ }^\circ\text{K}$

#### Keterangan :

Aliran <24> = Aliran kristal  $\text{NaHCO}_3$  masuk Ball Mill

Aliran <25> = Aliran Kristal  $\text{NaHCO}_3$  keluar ball mill

Aliran <27> = Aliran kristal  $\text{NaHCO}_3$  off spec dari Screen

**Tabel IV.61 Enthalpi Bahan Masuk Ball Mill**

Komponen	m (kg)	n (kmol)	Cp (kJ/kmol)	$\Delta H$ (kJ)
Aliran <24>				
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	0.0233	0.00022	28.919	0.087327996
$\text{H}_2\text{O}$	0.1342	0.00746	75.55303004	7.739080156
$\text{NaHCO}_3$	1341.93	15.9753	165.1003907	36237.2755
Aliran <27>				
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	0.00012	1.1E-06	28.919	0.00043664
$\text{H}_2\text{O}$	0.00067	3.7E-05	75.55303004	0.038695401
$\text{NaHCO}_3$	6.70964	0.07988	165.1003907	181.1863775
Total				36426.3274

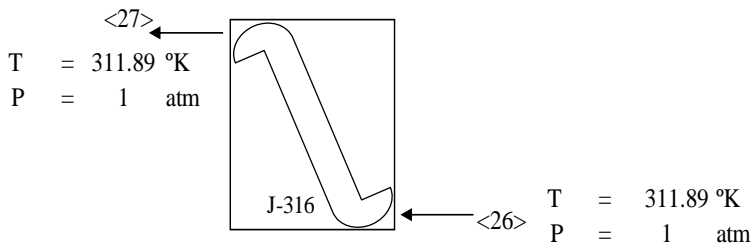


**Tabel IV.62 Enthalpi Bahan Keluar Ball Mill**

Komponen	m (kg)	n (kmol)	Cp (kJ/kmol)	$\Delta H$ (kJ)
Aliran <25>				
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0.02341	0.00022	28.919	0.087764636
H <sub>2</sub> O	0.13487	0.00749	75.55303004	7.777775556
NaHCO <sub>3</sub>	1348.64	16.0552	165.1003907	36418.46187
Total				36426.3274

**17. Elevator (J-316)**

Fungsi : Mengangkut kristal NaHCO<sub>3</sub> yang belum dihaluskan secara sempurna kembali ke ball mill (C-314)

**Keterangan :**

Aliran <26> = Aliran Kristal NaHCO<sub>3</sub> (off spec) keluar screen

Aliran <27> = Aliran Kristal NaHCO<sub>3</sub> (off spec) masuk ke ball mill

**Tabel IV.63 Enthalpi Bahan Masuk Elevator**

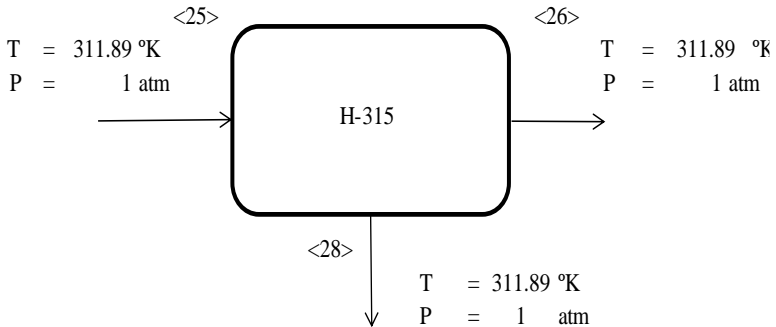
<b>Komponen</b>	<b>m (kg)</b>	<b>n (kmol)</b>	<b>Cp (kJ/kmol)</b>	<b>ΔH (kJ)</b>
Aliran <26>				
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0.00012	1.1E-06	28.919	0.00043664
H <sub>2</sub> O	0.00067	3.7E-05	75.55303004	0.038695401
NaHCO <sub>3</sub>	6.70964	0.07988	165.1003907	181.1863775
Total				181.2255

**Tabel IV.64 Enthalpi Bahan Keluar Elevator**

<b>Komponen</b>	<b>m (kg)</b>	<b>n (kmol)</b>	<b>Cp (kJ/kmol)</b>	<b>ΔH (kJ)</b>
Aliran <27>				
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0.00012	1.1E-06	28.919	0.00043664
H <sub>2</sub> O	0.00067	3.7E-05	75.55303004	0.038695401
NaHCO <sub>3</sub>	6.70964	0.07988	165.1003907	181.1863775
Total				181.2255

**18. Screen (H-315)**

Fungsi : menyesuaikan ukuran kristal NaHCO<sub>3</sub> yang masuk ke dalam agar on spec (150 mesh)



$$T_{\text{reff}} = 298.15 \text{ } ^\circ\text{K}$$

**Keterangan :**

Aliran <25> = Aliran kristal  $\text{NaHCO}_3$  masuk Screen

Aliran <26> = Aliran Kristal  $\text{NaHCO}_3$  (off spec) keluar screen

Aliran <28> = Aliran kristal  $\text{NaHCO}_3$  on spec dari Screen

**Tabel IV.65 Enthalpi Bahan Masuk Screen**

Komponen	m (kg)	n (kmol)	Cp (kJ/kmol)	$\Delta H$ (kJ)
Aliran <25>				
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	0.02341	0.00022	28.919	0.087764636
$\text{H}_2\text{O}$	0.13487	0.00749	75.55303004	7.777775556
$\text{NaHCO}_3$	1348.64	16.0552	165.1003907	36418.46187
Total				36426.3274

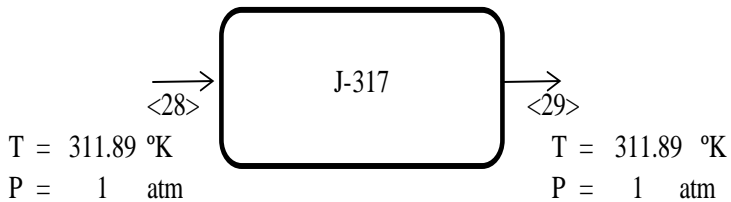
**Tabel IV.66 Enthalpi Bahan Keluar Screen**

Komponen	m (kg)	n (kmol)	Cp (kJ/kmol)	$\Delta H$ (kJ)
----------	--------	----------	--------------	-----------------

Aliran <26>				
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0.00012	1.1E-06	28.919	0.00043664
H <sub>2</sub> O	0.00067	3.7E-05	75.55303004	0.038695401
NaHCO <sub>3</sub>	6.70964	0.07988	165.1003907	181.1863775
Aliran<28>				
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0.0233	0.00022	28.919	0.087327996
H <sub>2</sub> O	0.1342	0.00746	75.55303004	7.739080156
NaHCO <sub>3</sub>	1341.93	15.9753	165.1003907	36237.2755
Total				36426.3274

### 19. Belt Conveyor II (J-317)

Fungsi : Mengangkut kristal NaHCO<sub>3</sub> ke proses pengemasan



#### Keterangan :

Aliran <28> = Aliran kristal NaHCO<sub>3</sub> on spec dari Screen

Aliran <29> = Aliran kristal NaHCO<sub>3</sub> on spec keluar dari Belt conveyor

**Tabel IV.67 Enthalpi Bahan Masuk Belt Conveyor II**

Komponen	m (kg)	n (kmol)	C <sub>p</sub> (kJ/kmol)	ΔH (kJ)
----------	--------	----------	--------------------------	---------

Aliran <28>				
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0.0233	0.00022	28.919	0.087327996
H <sub>2</sub> O	0.1342	0.00746	75.55303004	7.739080156
NaHCO <sub>3</sub>	1341.93	15.9753	165.1003907	36237.2755
Total				36245.1019

**Tabel IV.68 Enthalpi Bahan Keluar Belt Conveyor II**

<b>Komponen</b>	<b>m (kg)</b>	<b>n (kmol)</b>	<b>C<sub>p</sub> (kJ/kmol)</b>	<b>ΔH (kJ)</b>
Aliran <29>				
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0.0233	0.00022	28.919	0.087327996
H <sub>2</sub> O	0.1342	0.00746	75.55303004	7.739080156
NaHCO <sub>3</sub>	1341.93	15.9753	165.1003907	36237.2755
Total				36245.1019

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB V DAFTAR DAN HARGA PERALATAN

### V.1 Daftar Peralatan

#### 1. Sodium Carbonate Screw Conveyor (J-111)

Tabel V.1 Spesifikasi Sodium Carbonate Screw  
Conveyor

<b>Spesifikasi Alat :</b>			
Nama	<i>Screw Conveyor (J-111)</i>		
Fungsi	Mengangkut padatan $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ke dalam mixing tank		
Tipe	Screw conveyor helicoid		
Kapasitas	851.98	kg/jam	
Dimensi	Panjang =	30 ft =	9.14 m
	Diameter =	10 in =	0.25 m
	D.flight =	9 in =	0.23 m
Kecepatan	6.02	rpm =	38 m/menit
<i>Power motor</i>	0.80	HP	
Bahan	<i>Carbon Steel</i>		
Jumlah	1	unit	
Harga	\$7,325.05		

## 2. Sodium Carbonate Mixing Tank (M-112)

Tabel V.2 Spesifikasi Sodium Carbonate Mixing Tank

<b>Spesifikasi Alat :</b>					
Nama Alat	Sodium Carbonate Mixing Tank (M-112)				
	Mengencerkan larutan Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 99.98%				
Fungsi	hingga 23.08%				
Kapasitas					
Tangki	=	98.77051	ft <sup>3</sup> /jam	2.7969	m <sup>3</sup> /jam
Jumlah					
Tangki	=	1	unit		
Bentuk	=	Tangki berupa silinder tegak dengan tutup atas dan atas berbentuk dished head			
Ukuran	=				
Diameter	=	54.00	In	=	1.3716 m
Tinggi	=	8.93	Ft	=	2.721 m
Tebal shell	=	0.188	in	=	0.476 cm
Tebal tutup atas	=	0.1875	In	=	0.4763 cm
Tebal tutup bawah	=	0.1875	In	=	0.4763 cm
Pengaduk	=				
Jenis	=	Flat six blade turbine with disk			
Diameter	=	49	In	=	1.2344 m
Power	=	0.0447	HP	=	0.0334 KW
Jumlah	=	1	Unit		
Kecepatan putar	=	39,809	Rpm		
Daya motor	=	0.031	Hp		
Harga Peralatan	=	\$ 9,185.37			



### 3. Sodium Carbonate Feed Pump (L-113)

Tabel V.3 Spesifikasi Sodium Carbonate Feed Pump

Spesifikasi Alat :	
Nama	= <i>Sodium Carbonate Pump (L-113)</i>
Fungsi	= Memompa dan Menaikkan Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> dari tekanan dari 1 atm ke 2.7 atm sebelum masuk ke Reaktor (R-110)
Tipe alat	= <i>Centrifugal Pump</i>
Bahan pipa	= <i>Stainless steel</i>
Kapasitas	= 3.270 m <sup>3</sup>
Power pompa	= 0.3164 HP
(NPSH) <sub>a</sub>	= 3.8164 m
Power pompa	
Motor	= 0.3955 HP
Jumlah	= 1 unit
Ukuran pipa	= 3.5 in sch 40
Harga	= \$ 5,697.26

#### 4. Sodium Carbonate Heater (E-114)

Tabel V.4 Spesifikasi Sodium Carbonate Heater

<b>Spesifikasi Alat :</b>	
Nama	= Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> Heater (E-114)
Fungsi	= Memanaskan Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> sebelum direaksikan pada reaktor (R-110)
Tipe	= 1-2 Shell and Tube Exchanger
Jumlah	= 1 unit
Bagian shell	=
ID	= 8 in = 20.32 cm
Baffle spacing	= 1.6 in = 4.064 cm
Bagian tube	=
OD	= 1 in = 2.54 cm
Jumlah	= 16 unit
Ukuran	= 16BWG; Panjang 14in; 5/4 triangular pitch
Passes	= 2
Harga Alat	= \$ 8,441.24

#### 5. CO<sub>2</sub> Feed Storage Tank (F-115)

Tabel V.5 Spesifikasi Feed Storage Tank

<b>Spesifikasi Alat :</b>	
Nama Alat	= CO <sub>2</sub> Feed Storage Tank (F-115)
Fungsi	= Menampung bahan baku CO <sub>2</sub> selama 30 hari
Kapasitas	
Tangki	= 304.200,58 Kg
Jumlah	= 1 Unit
Tangki	
Bentuk	= Spherical Tank
Ukuran	=
Diameter	= 7 m = 275.59 in
Tebal shell	= 0.177 cm = 0.0697 in
Bahan	= High Alloy Steel 3A 240 Grade B
Harga	= \$ 7,208.77
Peralatan	

## 6. CO<sub>2</sub> Feed Compressor (G-116)

Tabel V.6 Spesifikasi Feed Compressor

Spesifikasi Alat		
Nama	=	CO2 Kompresor (G-116)
Fungsi	=	Menaikkan tekanan Gas CO <sub>2</sub> menuju Reaktor(R-110)
Tipe	=	Centrifugal
Kapasitas	=	364.6 m <sup>3</sup> /jam
Tekanan masuk	=	14.69 psia
Tekanan keluar	=	39.69 psia
Power compressor	=	13.16 hp
Harga Peralatan	=	\$ 14,045.92

## 7. Crystall Pump (L-117)

Tabel V.7 Spesifikasi Crystall Pump

Spesifikasi Alat		
Nama	=	Crystall Pump (L-117)
Fungsi	=	Memompa produk keluar dari Reaktor (R-110) ke dalam Rotary Drum Vacuum Filter (H-210)
Tipe alat	=	Centrifugal Pump
Bahan pipa	=	Stainless steel
Kapasitas	=	3.403 m <sup>3</sup>
Power pompa	=	0.0596 HP
(NPSH) <sub>a</sub> pompa	=	3.8522 M
Power Motor	=	0.0745 HP
Jumlah	=	1 unit
Ukuran pipa	=	3 in sch 40
Harga Peralatan	=	\$ 5,813.53

## 8. Reaktor (R-110)

Tabel V.8 Spesifikasi Reaktor

<b>Spesifikasi Alat :</b>	
Nama Alat	= Reaktor (R-110) Mereaksikan $\text{Na}_2\text{CO}_3$ dengan $\text{CO}_2$
Fungsi	= membentuk $\text{NaHCO}_3$
Tipe	= Bubble Column Reactor
Dimensi	=
	Diameter = 2.83 ft
	Tinggi = 9.6165 ft
	Tinggi Head = 0.7432 ft
	Tebal shell (ts) = 3/16 In
	Tebal head (th) = 0.25 In
Tekanan Desain	= 44.6974 psi High Alloy Steel SA-240 grade M
Bahan Konstruksi	= Type 316
Jumlah	= 1 Unit
Media Pendingin	= Jacket Pendingin menggunakan air pendingin
Diameter Jacket	= 0.36 ft
Volume Jacket	= 0.768 $\text{ft}^3$
Banyak air pendingin	= 71988.81 kg
Harga Peralatan	= \$ 49,531.26

## 9. Rotary Vacuum Filter (H-210)

Tabel V.9 Spesifikasi Rotary Vacuum Filter

### Spesifikasi Alat :

Nama	=	Rotary Drum Vacuum Filter (H-210)
Fungsi	=	Memisahkan padatan kristal $\text{NaHCO}_3$ di dalam Mother liquor
Tipe	=	Rotary drum vacuum filter
Kapasitas	=	4144.48 kg/jam
Bahan	=	
• Drum	=	Carbon Steel
• Filter	=	Nylon
Luas	=	23.272 m <sup>2</sup>
Jumlah	=	1 unit
Waktu siklus	=	377 detik
Panjang	=	3.85 m
Harga Peralatan	=	\$ 26,358.54

## 10. Recycle Pump (L-211)

Tabel V.10 Spesifikasi Recycle Pump

<b>Spesifikasi Alat :</b>		
Nama	=	Recycle Pump (L-211)

Fungsi	=	Mengalirkan aliran recycle dari Rotary Vacuum Filter (RVF)
Tipe alat	=	Centrifugal Pump
Bahan pipa	=	Stainless steel
Kapasitas	=	2.787 m <sup>3</sup>
Power pompa	=	0.0588 HP
(NPSH) <sub>a</sub> pompa	=	6.7979 m
Power Motor	=	0.0735 HP
Jumlah	=	1 Unit
Ukuran pipa	=	3.5 in sch 40
Harga Peralatan	=	\$ 5,115.90

## 11. Screw Conveyor (J-212)

Tabel V.11 Spesifikasi Screw Conveyor

<b>Spesifikasi Alat :</b>			
Nama	=	Screw Conveyor (J-212)	
Fungsi	=	Mengangkut cake untuk dimasukkan ke dalam rotary dryer (B-310)	
Tipe	=	Screw conveyor helicoid	
Kapasitas	=	1,351.44	kg/jam
Dimensi	=	Panjang =	45ft =13.7 m
		Diameter =	10 in = 0.25 m
		D.flight =	9 in = 0.23 m
Kecepatan	=	9.55 rpm =	60 m/menit
Power motor	=	1.27	HP
Bahan	=	Carbon Steel	

Jumlah	=	1	Unit
Harga Peralatan	=	\$ 9,301.64	

## 12. Rotary Dryer (B-310)

Tabel V.12 Spesifikasi Rotary Dryer

<b>Spesifikasi Alat :</b>			
Nama	=	Rotary Dryer (B-310)	
Fungsi	=	Mengeringkan padatan kristal NaHCO <sub>3</sub> yang keluar dari rotary drum vacuum filter (H-310)	
Tipe	=	Single shell dryer	
Cara air masuk	=	Injeksi melalui spray nozzle	
Metode pemanasan	=	Direct heating dengan pola kontak counter current	
Panas yang ditransfer	=	60,859.4	kJ/jam
Panjang Dryer	=	8.0832	Ft
Diameter Dryer	=	1.464	Ft
Luas Dryer	=	1.68	ft <sup>2</sup>
Kemiringan Dryer	=	2,74	°
Berat Dryer	=	844.25	Lb
Power yang dibutuhkan	=	5	HP
Waktu Tinggal	=	3.67	menit
Tipe	=	De Florez Circular Burner	
Jumlah	=	1	Unit
Bahan Konstruksi	=	Carbon Steel	
Harga Peralatan	=	\$ 171,266.54	

## 13. Blower (G-311)

Tabel V.13 Spesifikasi Blower

<b>Spesifikasi Alat :</b>			
Nama	=	Blower (G-311)	

Fungsi	=	Mengalirkan udara ke dalam rotary dryer sebelum dipanaskan dengan burner		
Type	=	Centrifugal Blower		
Bahan	=	Carbon Steel		
Kapasitas	=	0.3	m <sup>3</sup> /jam	
Jumlah	=	1		Unit
Power	=	0.00282		HP
Harga Peralatan	=	\$ 2,906.76		

#### 14. Cyclone (H-312)

Tabel V.14 Spesifikasi Cyclone

<b>Spesifikasi :</b>				
<b>Alat</b>				
Nama	=	Cyclone (H-312)		
Fungsi	=	Memisahkan udara keluar yang membawa padatan kristal NaHCO <sub>3</sub> dengan densitas lebih kecil		
Type	=	Spiral		
Bahan	=	Carbon Steel SA-240 grade M tipe 316		
Kapasitas	=	275.187	m <sup>3</sup> /jam	m <sup>3</sup> /jam
Jumlah	=	1		Unit
Ukuran	=	D	=	2.75 m
		De	=	1.375 m
		Lc	=	8.25 m
		Lb	=	4.4 m
		Dd	=	0.6875 m
		S	=	2.475 m
		H	=	1.65 m
		W	=	0.495 m
Harga Peralatan	=	\$ 18,487.02		



### 15. Belt Conveyor 1 (J-313)

Tabel V.15 Spesifikasi Belt Conveyor 1

<b>Spesifikasi Alat :</b>			
Nama	= Belt Conveyor I (J-313)		
Fungsi	= Mengangkut Padatan Kristal NaHCO <sub>3</sub> dari Rotary Dryer (B-310) & Cyclone (H-312) menuju Ball mill		
Tipe	= Flat belt conveyor 20° idler		
Dimensi :			
Panjang Belt	= 15	m	= 49.21 Ft
Lebar Belt	= 1	m	= 3.28 Ft
Kecepatan	= 1	m/s	= 196.9 Fpm
Power Motor	= 2.891	HP	= 2.1559 kW
Bahan	= Polyester Nylon		
Jumlah plies	= 3	plies	
Spesifikasi Bahan Belt	= PN150 (PN500/3)		
Jumlah	= 1	unit	
Harga Peralatan	= \$ 15.600,84		

### 16. Ball Mill (C-314)

Tabel V.16 Spesifikasi Ball Mill

<b>Spesifikasi Alat :</b>	
Nama	= Ball Mill (C-314)
Fungsi	= Mengecilkan ukuran NaHCO <sub>3</sub> dari ukuran 115 $\mu$ m menjadi 105 $\mu$ m
Tipe alat	= Marcy Ball Mill
Diameter Bahan Masuk	= 0.0115 m
Diameter Bahan Keluar	= 0.0105 m
Crusher Size	= 0.9 x 0.6 m <sup>2</sup>
Kecepatan	= 35 rpm
Power Motor	= 915 J/s

Jumlah	= 1	unit
Bahan	= Carbon Steel	
Harga Peralatan	= \$ 97,551	

## 17. Vibrating Screen (H-315)

Tabel V.17 Spesifikasi Vibrating Screen

<b>Spesifikasi Alat :</b>		
Nama	=	Classifier Vibrating Screener (H-315)
Fungsi	=	Menyesuaikan ukuran kristal NaHCO <sub>3</sub> yang masuk ke dalam agar on spec (150 mesh)
Tipe	=	Vibrating screens ukuran 150 mesh
Kapasitas	=	1,348.81 Kg/jam
Ukuran Bahan	=	150 mesh
Sieve opening	=	0.0001 m
Diameter Wire	=	0.0001 m
Wide	=	1.8 m <sup>2</sup>
Jumlah	=	1 Unit
Bahan	=	Carbon Steel
Konstruksi		
Power Vibrating	=	0.99 HP
Harga Peralatan	=	\$ 24,300.55

## 18. Elevator (J-316)

Tabel V.18 Spesifikasi Elevator

<b>Spesifikasi Alat :</b>		
Nama	=	Elevator (J-316) Mengangkut Cake berupa padatan kristal dari
Fungsi	=	screen menuju ball mill
Tipe	=	Centrifugal Discharge
Jumlah	=	1 Unit
Dimensi	=	
Ukuran	=	(6 in x 4 in x 3 m)
Tinggi	=	3 m = 9.84 ft
Kecepatan	=	93.6 ft/menit
Daya Motor	=	0.416 HP = 0.3102 KW
Harga Peralatan	=	\$ 11,394.51

## 19. Belt Conveyor 2 (J-317)

Tabel V.19 Spesifikasi Belt Conveyor 2

<b>Spesifikasi Alat :</b>				
Nama	=	Belt Conveyor 2 (J-317)		
Fungsi	=	Mengangkut Cake berupa Kristal dari NaHCO <sub>3</sub> Screen menuju Pengemasan		
Tipe	=	Flat belt conveyor 20° idler		
Dimensi :				
Panjang Belt	=	20	m	= 65.62 Ft
Lebar Belt	=	1	m	= 3.28 Ft
Kecepatan	=	1	m/s	= 196.9 Fpm
Power Motor	=	2.948	HP	= 2.198 kW
Bahan	=	Polyester Nylon		
Jumlah plies	=	3	plies	
Spesifikasi Bahan Belt	=	PN150 (PN500/3)		
Jumlah	=	1	unit	
Harga Peralatan	=	\$ 25,695.79		

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **BAB VI**

### **ANALISA EKONOMI**

Analisa ekonomi merupakan salah satu parameter apakah suatu pabrik tersebut layak didirikan atau tidak. Untuk menentukan kelayakan suatu pabrik secara ekonomi, diperlukan perhitungan parameter analisa ekonomi. Parameter kelayakan tersebut antara lain ROI (*Rate on Investment*), POT (*Pay Out Time*), dan BEP (*Break Even Point*).

Sebelum dilakukan analisa ekonomi, akan dideskripsikan terlebih dahulu bentuk dan organisasi perusahaan, peralatan dan utilitas proses yang mendukung perhitungan ekonomi pabrik. Pada bagian organisasi perusahaan terdapat rincian gaji tiap golongan beserta jumlah karyawan dan pada utilitas akan dijabarkan utilitas sebagai penunjang keberlangsungan proses produksi. Perhitungan analisa ekonomi secara keseluruhan dilampirkan pada appendix D.

#### **VI.1 Bentuk Dan Organisasi Perusahaan**

##### **VI.1.1 Bentuk Badan Perusahaan**

Bentuk badan perusahaan dalam mengoperasikan pabrik *Sodium Bicarbonate* ( $\text{NaHCO}_3$ ) dari *Sodium Carbonate* yang dipilih adalah Perseroan Terbatas (PT) Perseroan Terbatas merupakan suatu persekutuan yang menjalankan perusahaan dengan modal usaha yang terbagi dalam beberapa saham dimana tiap sekutu (disebut juga persero) turut mengambil bagian sebanyak satu atau lebih saham. Bentuk PT ini dipilih karena beberapa pertimbangan sebagai berikut :

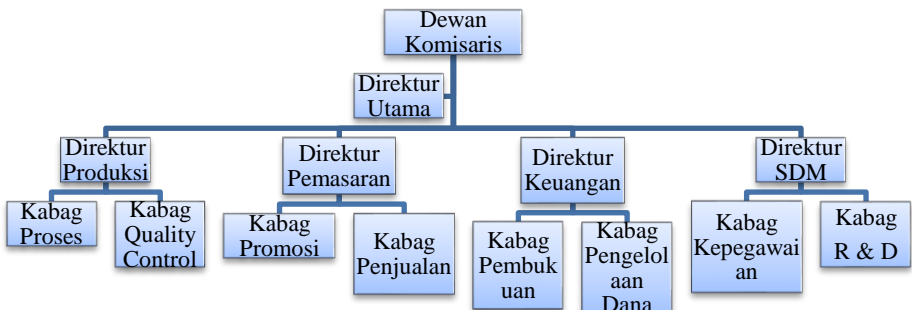
1. Modal perusahaan dapat lebih mudah diperoleh yaitu dari penjualan saham maupun dari pinjaman bank.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, karena segala sesuatu yang menyangkut kelancaran produksi ditangani oleh pimpinan perusahaan.
3. Kekayaan pemegang saham terpisah dari kekayaan perusahaan, sehingga kekayaan pemegang saham tidak menentukan modal perusahaan.

4. Pemilik modal adalah pemegang saham, sedangkan pelaksanaannya adalah dewan komisaris.

### VI.1.2 Sistem Organisasi Perusahaan

Sistem organisasi Pabrik *Sodium Bicarbonate* ( $\text{NaHCO}_3$ ) dari *Sodium Carbonate* adalah garis dan staf dimana pelimpahan wewenang berlangsung secara vertikal dan sepenuhnya dari puncak pimpinan ke kepala bagian serta bawahannya. Dasar pemilihan sistem ini adalah :

- Biasa digunakan untuk organisasi yang cukup besar dengan produksi yang terus menerus.
- Terdapat kesatuan pimpinan dan perintah sehingga disiplin kerja lebih baik. Masing-masing kepala bagian/manager secara langsung bertanggung jawab atas aktifitas yang dilakukan untuk mencapai tujuan.
- Terdapat pembagian tugas yang jelas.
- Staffing dilaksanakan sesuai dengan prinsip *the right man on the right place*.



**Gambar VI.1 Struktur Organisasi Garis dan Staff**

Terdapat dua komponen utama dalam organisasi garis dan staff, yaitu :

#### 1. Pimpinan

Tugas pimpinan secara garis besar adalah :

- a. Membuat rencana kerja yang terperinci dengan koordinasi para staff
- b. Melakukan pengawasan pelaksanaan kerja dari berbagai bagian dalam pabrik
- c. Meninjau secara teratur pelaksanaan pekerjaan di tiap-tiap bagian dan memberikan bimbingan serta petunjuk di dalam pelaksanaan pekerjaan
- d. Melaporkan kepada direksi tentang hal-hal yang terkait dengan pengelolaan pabrik
- e. Mewakili pabrik dalam perundingan dengan pihak lain

## 2. Staff (Pembantu Pimpinan)

- Suatu badan yang terdiri dari para tenaga ahli yang membantu pimpinan dan yang menjalankan kebijaksanaan perusahaan.
- Staff merupakan suatu tim yang utuh dan saling membantu dan saling membutuhkan, setiap permasalahan yang ada dipecahkan secara bersama.

Macam – macam staff antara lain :

- a. Staff koordinasi  
Biasanya disebut staff umum, yaitu kelompok staff yang membantu pimpinan dalam perencanaan dan pengawasan, juga setiap saat memberikan nasehat kepada pimpinan baik diminta maupun tidak.
- b. Staff Teknik  
Biasanya disebut staff khusus, yaitu kelompok staff yang memberikan pelayanan jasa kepada komponen pelaksana untuk melancarkan tugas parik
- c. Staff Ahli  
Staff ini terdiri dari para ahli dalam bidang yang diperlukan oleh pabrik untuk membantu direktur dalam penelitian

### VI.1.3 Struktur Organisasi

Pembagian kerja dalam organisasi ini adalah :

1. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris bertindak sebagai pemegang saham

Tugas Dewan Komisaris :

- Mengawasi direktur dan berusaha agar tindakan direktur tidak merugikan perseroan
- Mengadakan rapat umum minimal sekali dalam 1 tahun
- Menetapkan kebijaksanaan perusahaan
- Mengadakan evaluasi/pengawasan tentang hasil yang diperoleh perusahaan
- Memberikan nasehat kepada direktur bila direktur ingin mengadakan perubahan dalam perusahaan

## 2. Direktur Utama

Direktur adalah pemegang kepengurusan dalam perusahaan dan merupakan pimpinan tertinggi dan penanggung jawab utama dalam perusahaan secara keseluruhan.

Tugas direktur adalah :

- Menetapkan kebijaksanaan perusahaan baik ke dalam maupun keluar
- Menetapkan strategi perusahaan, merumuskan rencana-rencana dan cara-cara melaksanakannya
- Mengawasi jalannya perusahaan
- Mengadakan koordinasi yang tepat dari semua bagian
- Memberikan instruksi kepada bawahannya untuk mengadakan tugas masing-masing
- Mempertanggung jawabkan kepada dewan komisaris segala pelaksanaan dari anggaran belanja dan pendapatan perusahaan

## 3. Direktur

Direktur bertanggungjawab ke direktur utama dalam pelaksanaan tugasnya, baik yang berhubungan dengan pemasaran, personalia, pembelian, produksi maupun pengawasan produksi.

Tugas direktur :



- Membantu direktur utama dalam perencanaan maupun dalam penelaahan kebijaksanaan pokok dalam bidang masing-masing
  - Mengumpulkan fakta-fakta kemudian menggolongkannya dan mengevaluasinya
4. Kepala Bagian Proses  
Kepala bagian proses bertugas mengawasi proses produksi dan mengusahakan agar barang-barang diproduksi dengan biaya rendah, kualitas tinggi dan harga yang bersaing yang diinginkan dalam waktu yang sesingkat mungkin.
  5. Kepala Bagian Quality Control  
Kepala bagian ini bertugas mengontrol kualitas produk dan bertanggung jawab kepada Direktur Produksi.
  6. Kepala Bagian Promosi  
Kepala bagian ini bertugas mempromosikan produk dengan cara mengontrol periklanan produk.
  7. Kepala Bagian Penjualan  
Kepala bagian ini bertugas mengusahakan agar hasil-hasil produksi dapat disalurkan dan didistribusikan secara tepat agar harga jual terjangkau dan mendapat keuntungan optimum.
  8. Kepala Bagian Pembukuan  
Kepala Bagian Pembukuan bertanggung jawab dengan segala bentuk pembukuan kegiatan yang telah dilakukan dan merencanakan kegiatan yang akan dilakukan
  9. Kepala Bagian Pengelolaan Dana  
Bagian ini bertugas untuk mengadakan kontak dengan pihak penjual bahan baku dan mempersiapkan order-order pembelian.
  10. Kepala Bagian Kepegawaian  
Kepala Bagian Kepegawaian bertugas mengurus kesejahteraan karyawan meliputi gaji, tunjangan dan penerimaan pegawai baru.

11. Kepala Bagian Pendidikan dan Pelatihan Kepala Bagian Pendidikan dan Pelatihan tugasnya mengurus penelitian dan pelatihan terhadap karyawan maupun pelajar yang akan melakukan kerja praktek.

## **VI.2 Pengelolaan Sumber Daya Manusia**

### **VI.2.1 Status Karyawan dan Sistem Upah**

Pada perusahaan ini sistem upah karyawan berbeda-beda tergantung dari status karyawan dan tingkat pendidikan serta besarnya kedudukan dan tanggung jawab serta keahliannya.

- a. Karyawan tetap

Adalah karyawan yang sudah diangkat sebagai karyawan tetap perusahaan berdasarkan surat keputusan direktur. Pembayaran upah didasarkan atas upah bulanan dan mendapat hak penuh atas tunjangan-tunjangan dan jaminan-jaminan sosial yang diberikan perusahaan.

- b. Karyawan tidak tetap

Adalah karyawan yang masih menjalani masa kerja percobaan paling lama tiga bulan, diterima sebagai pegawai berdasarkan nota persetujuan direktur utama atas pengajuan kepala yang membawahinya. Pembayaran upah berdasarkan atas upah bulanan, tetapi belum dapat hak penuh atas tunjangan-tunjangan dan jaminan sosial yang diberikan perusahaan.

- c. Karyawan harian

Adalah karyawan yang bekerja secara harian atau borongan seperti buruh pengangkut barang, buruh bangunan dan lain-lain yang bekerja pada saat tertentu saja (pada saat dibutuhkan). Mereka bekerja berdasarkan nota persetujuan kepala yang membawahinya atas permintaan kepala bagian yang membutuhkannya.

### **VI.2.2 Jadwal Jam Kerja**

Pembagian kerja pada pabrik natrium bikarbonat ini direncanakan bekerja selama 340 hari per tahun dengan waktu

kerja sesuai penggolongan pegawai *non-shift* dan *shift*. Pembagian kerjanya adalah sebagai berikut :

1. Pegawai *non-shift*

Bekerja selama 5 hari dalam seminggu dan llibur pada hari sabtu, minggu dan hari besar. Ketentuan jam kerja sebagai berikut :

- Senin s/d Kamis= 07.30 WIB - 16.30 WIB  
Istirahat = 12.00 WIB - 13.00 WIB
- Jum'at = 07.30 WIB - 17.00 WIB  
Istirahat = 11.30 WIB - 13.00 WIB

2. Pegawai *shift*

Terdiri dari 4 *group shift* yaitu *shift* I, II, III, dan IV. Setiap harinya terdapat 3 *group* dan 1 *group* lainnya libur. Berikut jadwal pembagian jam kerja untuk pegawai yang *shift*

- *Shift* I = 07.00 WIB – 15.00 WIB
- *Shift* II = 15.00 WIB – 23.00 WIB
- *Shift* III = 23.00 WIB – 07.00 WIB
- *Shift* IV = *off*

Dalam satu periode waktu tertentu diatur sedemikian rupa sehingga jumlah libur antar *shift* sama dan semuanya mendapat jatah yang sama dalam *shift* pagi, sore maupun malam.

### VI.2.3 Jaminan Sosial

Jaminan sosial adalah pembayaran yang diterima pihak karyawan dalam hal pembayaran di luar kesalahannya. Untuk membuat susunan yang baik dan kepuasan kerja yang tinggi, maka haruslah diperhatikan mengenai jaminan sosial dan kesejahteraan karyawan. Jaminan sosial yang diberikan perusahaan kepada karyawan adalah sebagai berikut :

a. Tunjangan

Tunjangan diberikan kepada karyawan tetap berupa uang dan dikeluarkan bersama-sama dengan gaji.

b. Fasilitas

Disediakan kendaraan antar-jemput untuk karyawan atau uang *transport* yang sesuai dengan golongannya. Untuk direktur dan

manager lainnya disediakan fasilitas kendaraan dinas berupa kendaraan roda empat atau roda dua. Untuk seluruh karyawan setiap jam istirahat disediakan makan dan minum, sedangkan fasilitas-fasilitas lain yang perlu diberikan adalah :

- Kesejahteraan  
Hal ini sangat diperhatikan oleh perusahaan dengan cara menyediakan balai pengobatan di lokasi *plant*.
- Perumahan dan lain-lain diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku dan petunjuk dari Departemen Tenaga Kerja berdasarkan undang-undang pemerintah.

#### **VI.2.4 Absensi Karyawan**

Mengingat akan kedisiplinan karyawan untuk menunjang kelancaran produksi maka perlu diadakan suatu peraturan absensi berupa cuti yang terdiri dari :

- Cuti selama 12 hari kerja dan diatur dengan mengajukan permohonan selambat-lambatnya satu bulan sebelumnya untuk dipertimbangkan lagi.
- Cuti hamil bagi karyawan wanita selama satu bulan sebelum melahirkan dan dua bulan setelah melahirkan.
- Keperluan dinas atas perintah atasan mengingat pertimbangan kondisi perusahaan.

#### **VI.2.5 Tingkat Pendidikan Tenaga Kerja**

Jumlah karyawan yang dibutuhkan untuk terselenggaranya kinerja yang baik pada pabrik ini diuraikan sebagai berikut :

**Tabel VI.1 Daftar kebutuhan karyawan Pabrik  
NaHCO<sub>3</sub>**

No	Jabatan	Pendidikan				Jumlah
		SMA	D3	S1	S2	
1	Dewan Komisaris				3	3
2	Direksi Utama				1	1
3	Direktur Produksi			1		1
4	Direktur Keuangan			1		1
5	Direktur Pemasaran			1		1
6	Direktur SDM			1		1
7	Sekretaris			1		1
8	Kepala Bagian					
	a. Kabag Proses			1		1
	b. Kabag Quality Control			1		1
	c. Kabag Promosi			1		1
	d. Kabag Penjualan			1		1
	e. Kabag Pembukuan			1		1
	f. Kabag Pengelolaan Dana			1		1
	g. Kabag Kepegawaian			1		1
	h. Kabag R & D			1		1
9	Dokter			2		2
10	Perawat		2			2
11	Karyawan Proses		152	10		162
12	Karyawan Quality Control		6	3		9
13	Karyawan Promosi		5	3		8
14	Karyawan Penjualan		6	3		9
15	Karyawan Pembukuan		6	3		9

16	Karyawan Pengolahan Dana		5	3		8
17	Karyawan Kepegawaian		5	3		8
18	Karyawan R & D		5	3		8
19	Karyawan Utilitas		5	3		8
20	Karyawan Maintenance		6	3		9
21	Satpam	6				6
22	Office Boy	5				5
23	Supir	4				4
24	IT			3		3
<b>Total</b>		15	203	55	4	277

### VI.2.6 Tingkat Golongan dan Jabatan Tenaga Kerja

Pembagian tingkat golongan bergantung pada banyak hal seperti jabatan, masa kerja, prestasi, dan lainnya.

### VI.2.7 Sistem Pengupahan

Sistem pengupahan karyawan dibedakan menurut status karyawan, tingkatan pendidikan dan besar kecilnya tanggung jawab/kedudukannya serta keahlian dan masa kerja. Sistem penggajian tersebut diatur sebagai berikut :

a. Gaji Bulanan

Gaji bulanan diberikan kepada karyawan bulanan tetap sesuai dengan bidangnya, kedudukannya serta keahlian yang dimilikinya

b. Gaji Harian

Gajian harian diberikan kepada karyawan harian tetap yang besarnya tergantung pada keahlian dan masa kerjanya.

c. Gaji Borongan

Gaji borongan diberikan kepada karyawan harian lepas atau pekerja borongan.

Berikut tabel gaji berdasarkan lulusan dan jabatan yang sedang diemban dalam perusahaan :

## VI.2.8 Sarana Penunjang dan Fasilitas Kesejahteraan

Perusahaan yang didirikan dilengkapi dengan sarana-sarana penunjang untuk kelancaran pabrik, yaitu :

a. Keamanan

Sarana ini di-*handle* oleh beberapa orang *security* yang bertugas untuk menjaga keamanan dan ketertiban di area pabrik beserta perumahan karyawan.

b. Perumahan bagi karyawan di lokasi dekat area pembangkit tenaga listrik untuk golongan tertentu agar memudahkan pengendalian perumahan apabila terjadi sesuatu yang bersifat darurat.

c. Sarana kesehatan yang meliputi :

- Klinik darurat, terletak di sekitar pabrik sebagai pertolongan pertama bila terjadi kecelakaan.
- Poliklinik berfungsi untuk memperoleh pelayanan kesehatan bagi karyawan dan keluarganya dengan dokter perusahaan.

d. Masjid yang berfungsi sebagai tempat ibadah karyawan khususnya yang beragama muslim.

e. Kantin dan koperasi karyawan yang berfungsi untuk memenuhi kebutuhan pokok dan makanan sehari-hari karyawan.

f. Unit *hydrant* yang berfungsi untuk mengatasi kemungkinan terjadinya kebakaran.

g. Unit kendaraan untuk transportasi karyawan.

h. Keuangan dan cuti

Finansial yang diberikan kepada karyawan meliputi :

- Gaji setiap bulan sesuai dengan *grade*
- Premi *shift* berdasarkan jabatan dan yang lembur bagi karyawan *shift* sesuai gaji dasar.
- THR dan uang cuti tahunan.

Untuk karyawan yang sudah pension disediakan pesangon. Untuk kesempatan cuti, karyawan mendapat kesempatan cuti 12 hari kerja setiap tahun dan setiap 3 tahun

mendapat cuti 21 hari kerja. Untuk karyawan non-staff hak cuti tahunan sama tetapi cuti besar dapat dilakukan setiap 5 tahun sekali.

### **VI.3 Peralatan dan Utilitas Proses**

#### **VI.3.1 Peralatan**

Peralatan merupakan sarana utama proses industri dapat berjalan dengan lancar. Biaya peralatan biasanya menjadi tolak ukur perhitungan biaya yang lain sehingga semakin besar biaya peralatan maka semakin besar investasi yang dikeluarkan perusahaan. Pabrik ini direncanakan akan dibangun pada 2021. Berikut referensi yang digunakan :

<i>Index cost</i> untuk 2014	=	576.1
<i>Index cost</i> untuk 2021	=	669.835
Kurs US Dollar (2019)	=	Rp13,880.00/USD

#### **VI.3.2 Utilitas**

Utilitas merupakan sarana penunjang suatu industri, karena utilitas merupakan penunjang proses utama dan memegang peranan penting dalam pelaksanaan operasi dan proses. Sarana utilitas pada Proses pembuatan Sodium Bicarbonate ini meliputi :

a. Air yang digunakan untuk keperluan

##### 1. Media pendingin

Unit penyediaan air bertugas untuk memenuhi kebutuhan air ditinjau dari segi panas. Penggunaan air sebagai media pendingin pada alat perpindahan panas dikarenakan faktor berikut :

- Air tidak dapat menyerap jumlah panas yang tinggi per satuan volume.
- Air merupakan materi yang mudah didapat dan relatif murah.
- Tidak mudah mengembang atau menyusut dengan adanya perubahan suhu.
- Mudah dikendalikan dan dikerjakan.
- Tidak mudah terdekomposisi.



Syarat air pendingin adalah tidak boleh mengandung :

- *Hardness* : memberikan efek pada pembentukan kerak
- Zat-zat organik : penyebab *slime*
- Silika : penyebab kerak

Pada air pendingin ditambahkan zat kimia yang bersifat menghilangkan dan mencegah kerak, zat organik dan korosi.

## 2. Perumahan dan keperluan sanitasi *plant*

Kebutuhan air untuk pabrik diambil dari air laut, dimana sebelum digunakan air laut perlu diolah terlebih dahulu agar tidak mengandung zat-zat pengotor dan zat-zat lainnya yang tidak layak untuk kelancaran operasi. Air pada proses industri ini digunakan untuk kepentingan air sanitasi meliputi air untuk laboratorium dan karyawan. Air sanitasi digunakan untuk keperluan para karyawan dilingkungan pabrik. Penggunaannya antara lain untuk konsumsi, mencuci, mandi memasak, laboratorium, perkantoran dan lain-lain. Adapun syarat air sanitasi meliputi :

### a) Syarat fisik

- Suhu dibawah suhu udara
- Warna jernih
- Tidak berasa
- Tidak berbau
- Kekeruhan  $\text{SiO}_2$  tidak lebih dari 1 mg/L

### b) Syarat kimia

- pH = 6,5 – 8,5
- Tidak mengandung zat terlarut yang berupa zat organik dan anorganik seperti  $\text{PO}_4$ , Hg, Cu dan sebagainya

### c) Syarat bakteriologi

- Tidak mengandung kuman atau bakteri, terutama bakteri patogen

- Bakteri E.Coli kurang dari 1/100 ml

b. Pengolahan limbah

Limbah yang terbentuk dari kegiatan *plant* ini adalah :

1. Limbah penggunaan air untuk perumahan dan laboratorium
2. Limbah air panas dari proses industri yang diendapkan silikanya

Limbah jenis ini ditreatment di *collecting pit waste* dimana seluruh air panas akan dikumpulkan terlebih dahulu di suatu kolam penampung sebelum dialirkan ke *reinjection well* tempat dimana dikembalikan ke dalam bumi.

## VI.4 Analisa Ekonomi

### VI.4.1 Asumsi Perhitungan

Dalam melakukan analisa keuangan ini, digunakan beberapa asumsi antara lain sebagai berikut :

- Modal kerja sebesar 2 tahun biaya pengeluaran, yaitu biaya peralatan, bangunan, lahan, yang terinci dalam modal tetap dan modal kerja
- Eskalasi biaya produksi yang meliputi biaya produksi langsung, biaya *plant overhead*, biaya pengeluaran umum dan biaya tetap sebesar nilai inflasi 4,36 % setiap tahun
- Sumber dana investasi berasal dari modal sendiri sebesar 60 % biaya investasi dan pinjaman jangka pendek sebesar 40 % biaya investasi dengan bunga sebesar 12,5 % per tahun yang akan dibayar dalam jangka waktu 4.59 tahun.
- Penyusutan investasi alat dan bangunan terjadi dalam waktu 20 tahun secara *straight line*
- Masa evaluasi ekonomi yaitu selama 20 tahun

**Tabel VI.2 Parameter Perhitungan Ekonomi**

<b>PARAMETER</b>	<b>Nilai</b>	<b>Keterangan</b>
Pajak pendapatan (pasal 17 Ayat 2 UU PPh No.17, Tahun 2012)	30 %	/tahun
Inflasi (bi.go.id)	4,36 %	/tahun
Depresiasi	12 %	/tahun
Bunga Pinjaman	12,5 %	/tahun
<b>OPERASI</b>		
Hari Operasi	340	Hari
<b>Modal Sendiri (60 %)</b>	30,014,198,264	Rupiah
<b>Modal Pinjam (40 %)</b>	20,009,465,509	Rupiah

#### VI.4.2 Analisis Keuangan

Analisa keuangan yang digunakan pada pembangkit listrik tenaga panas bumi ini adalah dengan menggunakan metode *linier*. Analisa keuangan untuk pembangkit listrik tenaga panas bumi terdiri dari perhitungan biaya produksi dan aliran kas/kinerja keuangan. Detail perhitungan dapat dilihat pada appendiks D.

**Tabel VI.3 Ringkasan Hasil Perhitungan Analisa  
Ekonomi untuk Pabrik NaHCO<sub>3</sub>**

ROI	15.82%
<i>Pay Out Time</i> (tahun)	4.59
BEP	54.96 % kapasitas produksi

Sebelum dilakukan analisa terhadap ketiga faktor diatas perlu dilakukan peninjauan terhadap beberapa hal sebagai berikut :

1. Penaksiran modal (*Total Capital Investment, TCI*), yang meliputi :
  - a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment, FCI*) = Rp. 42,520,114,207

- b. Modal Kerja (*Working Capital Investment, WCI*) =  
Rp. 7,503,549,566
2. Penentuan biaya produksi (*Total production cost, TPC*) yang terdiri atas:
  - a. Biaya pembuatan (*Manufacturing Cost*)  
= Rp. 46,665,916,669
  - b. Biaya pengeluaran umum (*General expenses*)  
= Rp. 6,973,068,008
3. Biaya total  
Perhitungan biaya total ini digunakan untuk mengetahui berapa besarnya semua biaya yang dikeluarkan perusahaan, Selain itu, digunakan juga untuk mengetahui besarnya nilai titik impas (BEP). Untuk mengetahui besarnya titik impas (BEP) perlu dilakukan penaksiran terhadap :
  - a. Biaya tetap (*Fixed Cost, FC*)  
=Rp. 3,729,129,206
  - b. Biaya Semi Variabel (*Semi Variable Cost, SVC*)  
=Rp. 31,339,668,663
  - c. Biaya Variable (*Variable Cost, VC*)  
=Rp. 17,415,816,127
  - d. Total penjualan (*Sales, S*)  
=Rp. 63,245,600,000

## BAB VII KESIMPULAN

Dari uraian proses pabrik *Sodium Bicarbonate* ( $\text{NaHCO}_3$ ) dari *Sodium Carbonate* ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kapasitas pabrik *Sodium Bicarbonate* ( $\text{NaHCO}_3$ ) dari *Sodium Carbonate* dengan proses Karbonasi adalah 11,000 ton  $\text{NaHCO}_3$ /tahun beroperasi secara kontinu.
2. Bahan baku utama yang digunakan adalah *Sodium Carbonate* & Gas  $\text{CO}_2$  masing-masing sebesar 6,952.15 ton/tahun & 3,354.306 ton/tahun.
3. Lokasi pendirian pabrik *Sodium Bicarbonate* ( $\text{NaHCO}_3$ ) dari *Sodium Carbonate* direncanakan didirikan di kawasan industri Gresik, Jawa Timur dengan pertimbangan dekat dengan pabrik *Sodium Carbonate* pertama di Indonesia yang berkapasitas 300,000 ton/tahun yang akan direncanakan didirikan pada tahun 2019, ketersediaan sumber air, dekat dengan konsumen, ketersediaan power (PLN) dan dekat dengan pusat Ibu kota untuk pendistribusian (lebih mudah dalam pendistribusian).
4. Untuk dapat mendirikan pabrik *Sodium Bicarbonate* ( $\text{NaHCO}_3$ ) dari *Sodium Carbonate* berkapasitas 11,000 ton/ tahun diperlukan:
  - Total modal investasi sebesar Rp. 50,023,663,773
  - Total biaya produksi Rp. 53,638,984,677
  - Hasil penjualan per tahun Rp. 63,245,600,000
  - Dengan estimasi waktu pengembalian pinjaman selama 4.59 tahun, dapat diketahui *Rate of Investment* sebesar 15.82 %, break event point (BEP) sebesar 54.96%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arno Miller, Reisholzstrasse 18 etc. 1969. "Process for Preparing Sand Cores Using CO<sub>2</sub> Cured Silicate Binders" US Patent.
- Asriyanto, Harry . 2012. "*Sodium Bicarbonate dengan proses karbonasi sodium carbonate*" .Solo : Universitas Sebelas Maret (UNS) 2012.
- Austin, T. George. 1984. "*Shreve's Chemical Process Industries*". Fifth Edition. McGraw-Hill Book Company. New York.
- Brownell, L.E. and Young, F.H. 1959. "*Process Equipment Design*" .New Delhi :Willet Eastern Limited.
- Coulson, Richardson. 1999. "*Chemical Engineering, volume 6, third edition*". New York :Butterworth Heinemann.
- Dewati, R etc. 2018, "*Paper of Precipitated Silica from Pumice and Carbon Dioxide Gas (CO<sub>2</sub>) in CSTR Reactor*" Chemical Engineering, Engineering Faculty, University of Pembangunan Nasional East Java
- Faith, Keyes and Clark's. 1975. *Industrial Chemical*. New Jersey: A Willey – Interscience Publication.
- Geankoplis Christie John. 1993. "*Transport Processes and Separation Process Principle, 4<sup>th</sup> edition*" . New Jersey: Pearson Education International.
- Horvat, A , J. Golob and R. Gabrovsek, 2001, "Carbonation of Sodium Disilicate During Spray Drying" University of Ljubljana, Ljubljana, Slovenia.
- Hugo Walvarens etc, 2014 "*Process for Producing Sodium Bicarbonate*" US Patent.
- Hugot, E. 1972. "*Handbook of Cane Sugar Engineering 2<sup>nd</sup> edition*" . Amsterdam : Elsevier
- Hougen, Watson, dkk. 1954. "*Chemical Process Principles, 2<sup>nd</sup> edition*" . Singapore: John Wiley & Sons.
- Karimah, Ima. 2011. "*Nilai Indeks Glikemik Bubur Instan Pati Singkong dan Bubur Instan Pati Resisten Singkong*".

- Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Kern, D.Q. 1950. "*Process Heat Transfer 5<sup>th</sup> edition*". New York: McGraw-Hill Book Company
- Kusnarjo. 2010. "*Desain Alat Pemindah Panas*". Surabaya  
Kusnarjo. 2010. "*Desain Bejana Bertekanan*". Surabaya
- Ludwig, Ernest.E. 1999. "*Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants*". 3<sup>rd</sup> edition, volume 1. United States of America: Butterworth-Heinemann.
- Perry, Green. 2008. "*Perry's Chemical Engineers handbook, 8<sup>th</sup> edition*" , United State: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Peters, M.S. and Timmerhaus, K.D. 1991. "*Plant Design and Economic for Chemical Engineers 5<sup>th</sup> edition*" . New York: McGraw-Hill Inc.
- R.Y Hong, X Cai, L.S Wang, H.Z Li, Y.Zheng, D.G Wei. 2009  
Chemical Engineering Journal "*Synthesis of silica powders by pressured carbonation*" Soochow University, Jiangsu, China.
- Sih, Ping Heui, Cortessis, 1982, "*Carbonation process for the manufacture of Sodium Bicarbonate*" Greenbrae California (US).
- Smith, Robin. "*Chemical Process Design and Integration*". Chichester: John Wiley & Sons, Ltd.
- Ulrich Gael D. 1984. "*A Guide to Chemical Engineering Process Design ang Economics*". Canada: John Willey & Sons, Inc.
- VenkataRaman, M, 2019 "*Process Parameter Optimization of CO<sub>2</sub> gas curred Sodium Silicate Moulding Process for better Compression Strength*", Departement of Mechanical Engineering CVR college of Engineering, Hyderabad Telangana, India

- Vilbrandt, Frank C. 1959. “ *Chemical Engineering Plant Design*”, 4<sup>th</sup> Edition, Tokyo: McGraw-Hill Book Co, Kogakhusa Ltd.
- Walas, Couper, dkk. 2010. “*Chemical Process Equipment Selection And Design 5<sup>nd</sup> edition*”. United State of America: Elsevier
- Walter C, Saeman, etc 1975. “ *Sodium Bicarbonate Production*” US Patent.