

**PRA RENCANA PABRIK  
ROYAL DEMOLITION EXPLOSIVE ( $C_2H_6N_6O_6$ )  
DARI HEKSAMINA ( $C_6H_{12}N_4$ ) DAN ASAM NITRAT ( $HNO_3$ )  
DENGAN PROSES KOMBINASI  
KAPASITAS PRODUKSI 50.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN ALAT UTAMA  
ROTARY DRYER**

**SKRIPSI**

Disusun Oleh :

**CHRYSANT LARASATI P. 1114913**



**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2013**

3012

UNITED STATES DEPARTMENT OF JUSTICE  
FEDERAL BUREAU OF INVESTIGATION  
WASHINGTON, D. C. 20535

MEMORANDUM FOR : SAC, NEW YORK  
DATE: 10/10/68

**SKILLS:**

EDUCATION: B.S. IN BUSINESS ADMINISTRATION  
UNIVERSITY OF CALIFORNIA, BERKELEY

RELEVANT EXPERIENCE: 1964-1968, NEW YORK  
DEPT. OF SOCIAL SERVICES (DSS) AS A SOCIAL WORKER  
1961-1964, NEW YORK DEPT. OF SOCIAL SERVICES (DSS)  
AS A SOCIAL WORKER  
1958-1961, NEW YORK DEPT. OF SOCIAL SERVICES (DSS)  
AS A SOCIAL WORKER

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**PRA RENCANA PABRIK**

**ROYAL DEMOLITION EXPLOSIVE (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>N<sub>6</sub>O<sub>6</sub>)  
DARI HEKSAMINA (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>N<sub>4</sub>) DAN ASAM NITRAT (HNO<sub>3</sub>)  
KAPASITAS PRODUKSI 50.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN ALAT UTAMA  
ROTARY DRYER**

**SKRIPSI**

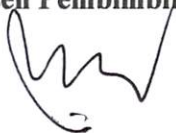
**Diajukan Sebagai Syarat Menempuh Wisuda  
Sarjana Pada Jenjang Strata Satu (S-1)  
Di Institut Teknologi Nasional Malang**

**Disusun Oleh :**

**CHRYSANT LARASATI PUTRI 11.14.913**

**Malang, 31 Juli 2013**

**Menyetujui,  
Dosen Pembimbing I**



**Ir. Harimbi Setyawati, MT**  
**NIP. 196303071992032002**

**Menyetujui,  
Dosen Pembimbing II**



**Dwi Ana Anggorowati, ST, MT**  
**NIP. 197009282005012001**


**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Kimia**

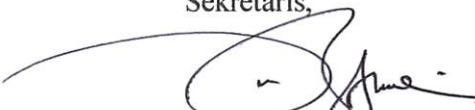


**Jimmy, ST, MT**  
**NIP. Y. 1039900330**


**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

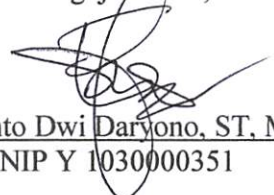
Nama : CHRYSANT LARASATI PUTRI  
NIM : 1114913  
Jurusan/Program Studi : TEKNIK KIMIA  
Judul Skripsi : PRA RENCANA PABRIK ROYAL DEMOLITION  
EXPLOSIVE DARI HEKSAMINA DAN ASAM NITRAT  
DENGAN PROSES KOMBINASI  
Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Ujian Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada :  
Hari : Selasa  
Tanggal : 23 Juli 2013  
Nilai : B

Ketua,  
  
Jimmy, ST, MT  
NIP Y 1039900330

Sekretaris,  
  
M. Istnaeny Hudha, ST, MT  
NIP Y 1030400400

Anggota Penguji,

Penguji Pertama,  
  
Jimmy, ST, MT  
NIP Y 1039900330

Penguji Kedua,  
  
Elvianto Dwi Daryono, ST, MT  
NIP Y 1030000351

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : CHRYSANT LARASATI PUTRI  
NIM : 1114913  
Jurusan/Program Studi : Teknik Kimia / Teknik Kimia (S-1)

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi yang berjudul :

### PRA RENCANA PABRIK

**ROYAL DEMOLITION EXPLOSIVE DARI HEKSAMINA DAN ASAM  
NITRAT DENGAN PROSES KOMBINASI  
KAPASITAS PRODUKSI 50.000 TON/TAHUN**

### PERANCANGAN ALAT UTAMA ROTARY DRYER

Adalah Skripsi hasil karya saya sendiri, bukan merupakan duplikasi serta tidak mengutip atau menyadur sebagian atau seluruhnya dari karya orang lain yang tidak disebutkan dari sumber aslinya.

Malang, 31 Juli 2013

Yang membuat pernyataan,



**CHRYSANT LARASATI PUTRI**  
NIM 1114913

## KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah kehadiran Allah SWT atas nikmat, rahmat dan hidayah-Nya, shalawat serta salam tetap tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “PRA RENCANA PABRIK ROYAL DEMOLITION EXPLOSIVE DARI HEKSAMINA DAN ASAM NITRAT”.

Penyusunan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan program Sarjana Teknik. Keberhasilan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini tak lepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini, diantaranya:

1. Ibu Ir. Harimbi Setyawati, M.T. selaku dosen pembimbing I yang telah membimbing, mengarahkan, dan memberikan saran dengan penuh kesabaran sehingga memudahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi.
2. Ibu Dwi Ana Anggorowari, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing, mengarahkan, dan memberikan saran dengan penuh kesabaran sehingga memudahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi.
3. Bapak Jimmy, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Para dosen serta karyawan Institut Teknologi Nasional Malang yang telah mengantarkan penulis sehingga tersusunnya skripsi ini.
5. Orang tua dan keluarga serta semua saudara atas doa, dukungan, kasih sayang dan cinta tulus yang tiada batas.
6. Semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya laporan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Laporan skripsi ini masih tidak lepas dari kekurangan. Oleh karena itu penulis menerima kritik dan saran yang membangun. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Malang, Juli 2013

Penulis

## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Lembar Persetujuan .....	ii
Berita Acara .....	iii
Pernyataan Keaslian Tulisan.....	iv
Kata Pengantar .....	v
Daftar Isi .....	vi
Daftar Gambar .....	vii
Daftar Tabel .....	viii
Abstrak .....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES .....	II-1
BAB III NERACA MASSA.....	III-1
BAB IV NERACA PANAS .....	IV-1
BAB V SPESIFIKASI ALAT.....	V-1
BAB VI PERANCANGAN ALAT UTAMA .....	VI-1
BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA .....	VII-1
BAB VIII UTILITAS.....	VIII-1
BAB IX LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK .....	IX-1
BAB X ORGANISASI PERUSAHAAN .....	X-1
BAB XI ANALISA EKONOMI .....	XI-1
BAB XII KESIMPULAN .....	XII-1
DAFTAR PUSTAKA	
APPENDIKS A .....	A-1
APPENDIKS B .....	B-1
APPENDIKS C.....	C-1
APPENDIKS D .....	D-1
APPENDIKS E.....	E-1

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 9.1. Peta Kota Cilegon.....	IX -6
Gambar 9.2. Gambar Tata Pabrik RDX.....	IX - 8
Gambar 9.3. Tata Letak Peralatn Pabrik.....	IX - 11
Gambar 10.1. Gambar Struktur Organisasi Pabrik RDX.....	X - 8
Gambar 11.1. Break Event Point Pra Rencana Pabrik RDX.....	XI - 8



## DAFTAR TABEL

Tabel 1.5.1. Daftar Ekspor Impor RDX.....	I - 6
Tabel 2.2.1. Perbandingan Proses produksi RDX.....	II - 4
Tabel 7.1.1. Instrumentasi peralatan pabrik.....	VII - 4
Tabel 7.2.2.1. Alat Keselamatan kerja.....	VII - 10
Tabel 10.6.1. Jadwal kerja karyawan pabrik.....	X - 11
Tabel 10.8.1. Jabatan dan tingkatan pendidikan tenaga kerja.....	X - 13
Tabel 10.9.1. Daftar Gaji karyawan.....	X - 13
Tabel 11.1. Cash Flow untuk NPV selama 10 tahun.....	X - 16
Tabel 11.2. Cash Flow untuk IRR.....	XI - 10
Tabel E.1.1. Indeks harga tahun 2005 – 2012.....	XI - 11
Tabel E.1.2. Peralatan yang di desain.....	E - 1
Tabel E.2.1. Daftar harga peralatan pabrik.....	E - 2
Tabel E.2.2. Daftar harga peralatan utilitas.....	E - 4
Tabel E.5.1. Daftar Gaji pegawai.....	E - 7

**PRA RENCANA PABRIK**  
**ROYAL DEMOLITION EXPLOSIVE (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>N<sub>6</sub>O<sub>6</sub>)**  
**DARI HEKSAMINA (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>N<sub>4</sub>) DAN ASAM NITRAT (HNO<sub>3</sub>)**  
**KAPASITAS PRODUKSI 50.000 TON/TAHUN**

Disusun Oleh :

1. Chrysant Larasati Putri : 11.14.913
2. Rahajeng Lisdayanti : 09.14.002

Dosen Pembimbing :

- Ir. Harimbi setyawati, MT  
Dwi Ana Anggorowati, ST, MT

---

**ABSTRAK**

RDX (*Royal Demolition Explosive*) dengan rumus kimia C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>N<sub>6</sub>O<sub>6</sub> atau lebih dikenal dengan nama *cyclonite*, *cyclomethylenetrinitramine*, atau *hexogen*. RDX berbentuk serbuk atau kristal, berwarna putih dan bersifat racun jika dipanaskan sampai terdekomposisi. RDX adalah peledak *nitroamine* yang secara luas digunakan dalam aplikasi militer dan industri pertambangan. Pembuatan RDX dilakukan dengan cara mereaksikan heksamina dan asam nitrat dengan proses kombinasi. RDX biasanya dicampur dengan bahan peledak lain untuk membuat bermacam-macam komposisi, seperti komposisi A, komposisi B, dan komposisi C (*compound*) mulai dari C-1, C-2, C-3, dan C-4. Perbedaan dari keempat *compound* tersebut adalah kadar RDX dan jenis *plasticizernya*.

Pemilihan lokasi pabrik RDX dibuat di Cilegon, Jawa Barat, dengan kapasitas produksi sebesar 50.000 ton/tahun. Model operasi yang diterapkan adalah sistem kontinue dengan waktu operasi 330 hari/tahun dan 24 jam/hari. Utilitas yang digunakan meliputi air, steam, listrik dan bahan bakar. Bentuk perusahaan ini adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi garis dan staf. Dari hasil perhitungan analisa ekonomi didapatkan TCI = Rp. 1.397.323.365.090,- ROI<sub>AT</sub> = 36 %; IRR = 21,85 %; POT = 1,97 tahun, BEP = 51,77 %. Dari hasil ekonomi tersebut dapat disimpulkan bahwa pabrik RDX ini layak untuk didirikan.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

RDX (*Royal Demolition Explosive*) dengan rumus kimia  $C_3H_6N_6O_6$  atau lebih dikenal dengan nama *cyclonite*, *cyclomethylenetrinitramine*, atau *hexogen*. RDX berbentuk serbuk atau kristal, berwarna putih dan bersifat racun jika dipanaskan sampai terdekomposisi.

(<http://www.surat kabar.com/domain/peledakRDX/htm>)

RDX adalah peledak *nitroamine* yang secara luas digunakan dalam aplikasi militer dan industri pertambangan. Pembuatan RDX dilakukan dengan cara mereaksikan heksamina dan asam nitrat dengan proses kombinasi. Sebagai bahan peledak, RDX biasanya digunakan dalam campuran bahan peledak lainnya dengan *plasticizer*, *phlegmatizers* atau *desensitizers*. RDX merupakan bahan peledak militer yang paling kuat dan dapat di simpan dalam waktu yang lama serta aman. RDX atau *cyclonite* juga digunakan sebagai komponen utama dari banyak bahan peledak terikat plastik yang digunakan dalam senjata nuklir.

(<http://www.hnsa.com/html>)

RDX merupakan jenis bahan peledak yang cukup stabil dan memiliki daya ledak tinggi yaitu sebesar 8.500 meter/detik. Sedangkan PETN (*Pentaerythritetranitrate*) hanya 7.200 meter/detik dan TNT (*Trinitrotoluena*) hanya 6.700 meter / detik.

(<http://en.wikipedia.org/RDX/htm>)

Di Indonesia terdapat dua pabrik pengguna RDX yaitu PT. PINDAD dan PT. DAHANA, tetapi kebutuhan bahan peledak RDX di Indonesia masih belum terpenuhi sehingga masih harus impor dari Negara lain yaitu Jepang, Hong Kong, Korea, Taiwan, China, Singapore, Philipina, Australia, India, Amerika, Jerman dan Prancis.

(<http://www.tempointeractive.com/index,id.php/htm>)

Dalam kondisi damai seperti sekarang, bahan peledak bisa digunakan untuk mendukung pembangunan ekonomi seperti bahan peledak untuk tambang batubara. Karena kebutuhan bahan peledak RDX saat ini terus meningkat, maka untuk

mengatasinya perlu didirikan lagi pabrik yang memproduksi bahan peledak RDX untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Dengan berdirinya pabrik bahan peledak RDX diharapkan agar Indonesia mampu bersaing dengan Negara pengimpor RDX dan dapat meningkatkan nilai ekonomi masyarakat Indonesia serta meningkatkan devisa Negara. Pemilihan lokasi pabrik RDX dibuat di Kawasan Industri Krakatau Steel Desa Gunung Sugih, Kecamatan Ciwandan, Kota Cilegon, Provinsi Banten, Jawa Barat.

### 1.2. Sejarah Perkembangan Industri RDX

Penemuan RDX tercatat mulai tahun 1890 ketika Hans Henning dari Jerman mengenalkan RDX sebagai obat. Kemampuannya sebagai peledak belum diketahui sampai tahun 1920. Pada tahun 1920, RDX dihasilkan dengan menitrasi *hexamine*. Pada tahun 1940 metode pembuatan RDX yang lebih efisien telah dikembangkan, yaitu di McGill University Department of Chemistry. Kemudian pada perang dunia ke II, RDX digunakan bersama-sama dengan TNT seperti peledak jenis Torpex yang terdiri dari: 42% TNT, 40% RDX, dan 18% aluminium. Saat ini RDX banyak digunakan sebagai bahan baku dari bom plastik yang digunakan dalam bidang militer dan pertambangan.

(Haryanti, F. 2011)

### 1.3. Kegunaan RDX

Kegunaan RDX biasanya dicampur dengan bahan peledak lain untuk membuat bermacam-macam komposisi, seperti komposisi A, komposisi B, dan komposisi C (*compound*) mulai dari C-1, C-2, C-3, dan C-4. Perbedaan dari keempat *compound* tersebut adalah kadar RDX dan jenis *plasticizernya*.

(Perry, J. H. 1997)

RDX banyak digunakan untuk memenuhi kebutuhan dalam bidang militer yaitu sebagai bahan peledak yang dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- a. Komposisi A merupakan campuran RDX dengan *wax*, dengan kadar 91% RDX dan 9% *wax*, mempunyai daya rambat sebesar 8.231 meter/detik. Biasanya digunakan dalam bidang militer yaitu sebagai bahan untuk ranjau darat dan roket oleh angkatan laut.

- b. Komposisi B merupakan campuran antara RDX dan TNT dengan perbandingan kurang lebih 60% RDX dan 40% TNT, mempunyai daya rambat sebesar 7.300 meter/detik. Biasanya digunakan oleh angkatan darat sebagai bahan untuk roket, ranjau darat, dan peluru.
- c. Komposisi C merupakan campuran antara RDX dan *plasticizer*. Digunakan dalam bidang militer yang biasa dikenal dengan nama bom *plastic*. Macam-macam komposisi C antara lain:
- Komposisi C-1 terdiri atas: 87% RDX dan 13% wax campuran, mempunyai daya rambat sebesar 7.900 meter/detik.
  - Komposisi C-2 terdiri atas: 71,9% RDX, 16,3% TNT, dan 11,8% tetryl, mempunyai daya rambat sebesar 7.600 meter/detik, tidak stabil dan beracun merupakan bahan peledak yang paling jelek daripada komposisi C-1, C-3 dan C-4.
  - Komposisi C-3 terdiri atas 77% RDX dan 23% plasticizer, mempunyai daya rambat sebesar 7.700 meter/detik.
  - Komposisi C-4 terdiri atas: 99% RDX, 5,5% *polyisobutylene* dan *di(2-ethylhexyl)* sebanyak 2% mempunyai daya rambat sebesar 8.100 meter/detik.

(Perry, J. H. 1997)

## 1.4. Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku dan Produk

### 1.4.1. Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku

Bahan Baku yang digunakan dalam pembuatan RDX adalah heksamina dan asam nitrat.

#### A. Heksamina

Sifat-sifat fisika:

- Nama Lain : *hexamine, hexamethylenetetramine*
- Rumus kimia :  $C_6H_{12}N_4$
- Berat molekul : 140,19
- Bentuk : serbuk
- Warna : putih
- Titik didih : 285 - 295°C
- Titik leleh : 280°C

- Titik nyala : 250°C
- Spesifik gravitasi : 1,27

Sifat-sifat kimia:

- Tidak mudah terbakar.
- Kelarutan dalam air : 89,5 g per 100 g (20°C)  
87,5 g per 100 g (40°C)  
84,4 g per 100 g (60°C)

(Othmer, K.E. R. 1983)

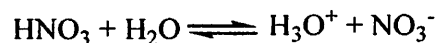
## B. Asam Nitrat

Sifat-sifat fisika:

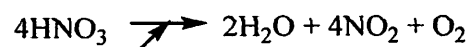
- Nama Lain : *nitric acid, aqua fortis, azotic acid*
- Rumus kimia : HNO<sub>3</sub>
- Berat molekul : 63
- Bentuk : cair
- Warna : kuning kecoklatan
- Titik didih : 122°C
- Titik leleh : -42°C
- Titik nyala : tidak diketahui
- Spesifik gravitasi : 1,41

Sifat-sifat kimia:

- Mudah larut dalam air, terurai menjadi ion H<sup>+</sup> dan ion NO<sub>3</sub><sup>-</sup>



- Pemanasan HNO<sub>3</sub> akan terurai menghasilkan NO<sub>2</sub> :



- Merupakan asam kuat yang bersifat korosif dan beracun
- Mudah terbakar

(Ulrich, G. D. 1984)

### C. Asetat Anhidrat

#### Sifat-sifat fisika:

- Nama Lain : *acetyl oxide, acetic acid anhydride, ethanoic anhydride*
- Rumus kimia :  $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$
- Berat molekul : 102,09
- Bentuk : cair
- Warna : tidak berwarna
- Titik didih :  $140^\circ\text{C}$
- Titik leleh :  $-73^\circ\text{C}$
- Titik nyala : tidak diketahui
- Spesifik gravitasi : 1,08

#### Sifat-sifat kimia:

- Kelarutan dalam air : larut perlahan-lahan
- Stabilitas kimia : stabil dalam kondisi penyimpanan yang baik
- Bahaya : asap beracun jika dipanaskan hingga dekomposisi
- Mudah terbakar.

(Othmer, K.E. R. 1983)

### 1.4.2. Sifat fisika dan kimia produk

Produk yang dihasilkan adalah RDX (*Royal Demolition eXplosive*)

#### Sifat-sifat fisika:

- Nama Lain : *cyclonite, cyclomethylenetrinitramine, hexogen*
- Rumus kimia :  $\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6\text{O}_6$
- Berat molekul : 222
- Bentuk : serbuk
- Warna : putih
- Titik leleh :  $204^\circ\text{C}$
- Titik nyala :  $260^\circ\text{C}$
- Kecepatan rambat : 8.500 m/detik

Sifat-sifat kimia:

- Kelarutan dalam air : larut perlahan-lahan
- Stabilitas kimia : stabil dalam kondisi penyimpanan yang baik
- Bahaya : asap beracun jika dipanaskan hingga dekomposisi
- Mudah terbakar.

(Urbanski, T. 1967)

### 1.5. Perkiraan Kapasitas Produksi

Dalam mendirikan industri diperlukan suatu perkiraan kapasitas produksi agar produk yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan pasar. Pabrik RDX direncanakan berdiri pada tahun 2016. Untuk memenuhi kebutuhan RDX, Indonesia masih harus mengimpor dari Negara lain. Berikut adalah data kapasitas impor RDX:

Table 1.1. Impor RDX di Indonesia

Tahun	Impor (ton)	Kenaikan (%)
2007	13.092,3737	–
2008	20.452,8930	56,21989
2009	14.752,6327	-27,87019
2010	13.505,6513	-8,452602
2011	13.849,6159	2,546819

Sumber: Badan Pusat Statistik, Surabaya

Dari Tabel 1.1. terlihat bahwa kenaikan impor RDX di Indonesia rata-rata 5,61098 % dengan pertumbuhan impor rata-rata sebesar 15.130,633 ton / tahun. Sehingga impor RDX pada tahun 2016 dapat diperkirakan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$A_n = A_0(1+i)^n \quad (\text{Ulrich, G. D. 1984})$$

Diamana:

$A_n$  = nilai impor tahun 2016 (ton)

$A_0$  = nilai rata-rata impor (15.130,633 ton / tahun)

$i$  = persentase kenaikan rata-rata per tahun (5,61098 % = 0,056109)

$n$  = selisih tahun (2016 – 2011 = 5 tahun)



maka impor RDX pada tahun 2016 adalah:

$$\begin{aligned} A_5 &= 15.130,633 (1+0,056109)^5 \\ &= 19.879,364 \text{ ton} \end{aligned}$$

Jadi diperkirakan impor RDX pada tahun 2016 sebesar 19.879,364 ton. Karena sampai saat ini Indonesia belum dapat memenuhi sendiri kebutuhan akan RDX, maka pada tahun 2016 kapasitas konsumsi dalam negeri sama dengan kapasitas impor. Diasumsikan ekspor RDX pada tahun 2016 sebesar 60% dari kapasitas produksi, sehingga kapasitas konsumsi alam negeri sebesar 40% dari kapasitas produksi.

$$\text{Ekspor RDX pada tahun 2016} = \frac{60\%}{40\%} \times 19.879,364$$

$$= 29.819,047 \text{ ton}$$

$$\text{Kapasitas RDX pada tahun 2016} = 19.879,364 + 29.819,047$$

$$= 49.698,411 \text{ ton}$$

$$= 50.000 \text{ ton}$$

Jadi perkiraan kapasitas pabrik pada tahun 2016 sebesar 50.000 ton / tahun.

## BAB II

### SELEKSI DAN URAIAN PROSES

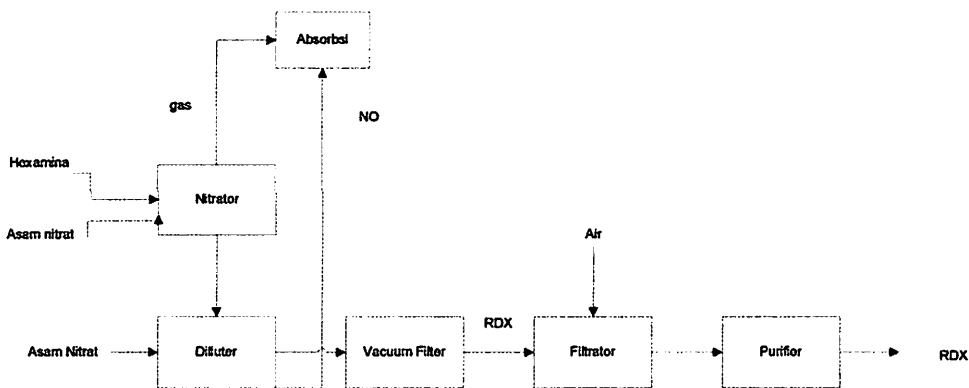
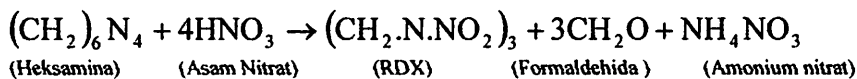
#### 2.1 Macam-Macam Proses

Proses pembuatan *cyclonite* atau yang biasa disebut RDX dapat dilakukan dengan berbagai cara, antara lain :

##### 2.1.1 Proses Nitration

Proses nitration merupakan metode yang paling tua dan sederhana dalam menghasilkan RDX berdasarkan reaksi antara heksametilen tetra amina (heksamina) dan asam nitrat pada 25 - 30°C.

(Urbanski, Chemistry and Technology of Explosives, Vol III)

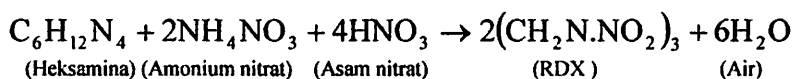


Gambar 2.1. Block diagram pembuatan RDX dengan proses nitration

##### 2.1.2 Metode Jerman

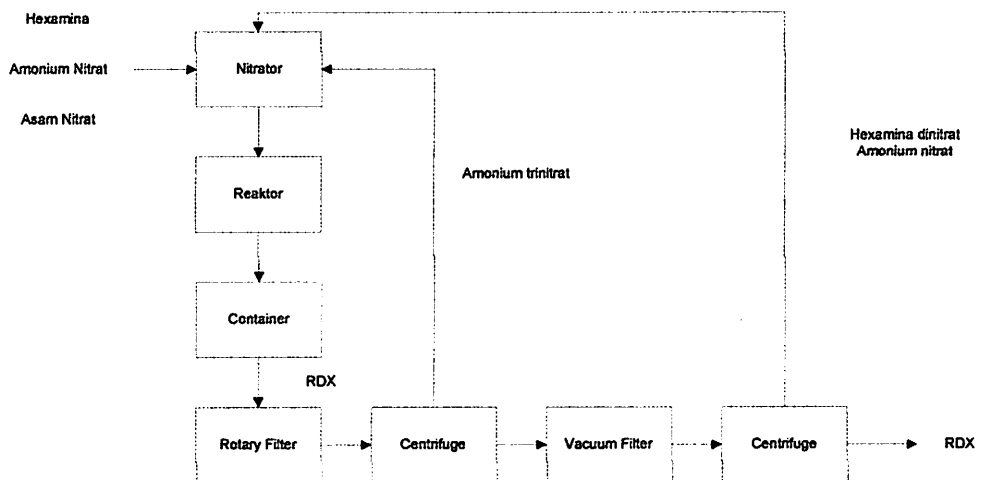
###### (i) *K-Method*

Metode ini ditemukan oleh Knöffler, sehingga disebut *K-method*. Metode ini diciptakan berdasarkan kenyataan bahwa heksametilentetraamina memiliki 6 gugus metilen per 4 gugus amino, jumlah gugus amino lebih sedikit daripada yang dibutuhkan untuk membentuk dua molekul RDX. sehingga dilakukan penambahan dua gugus amino dengan menambahkan sejumlah amonium nitrat untuk bereaksi dengan asam nitrat, seperti persamaan berikut :



Reaksi diatas hanya dapat dilakukan pada suhu tinggi (sekitar  $80^{\circ}\text{C}$ ). Reaksi ini kurang menguntungkan karena pencampuran antara asam nitrat, heksamina, dan amonium nitrat yang dipanaskan untuk mendapatkan reaksi pencampuran yang diinginkan.

(Urbanski, Chemistry and Technology of Explosives, Vol III)



Gambar 2.2. Block diagram pembuatan RDX dengan Metode K

### (ii) *W-Method*

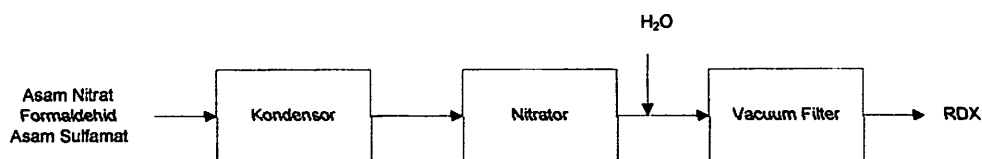
Suatu metode pembuatan RDX dari asam sulfamat, formaldehid, dan asam nitrat, diciptakan pada tahun 1934 oleh Wolfram, sehingga disebut *W-Method*. Metode ini didasari oleh kondensasi garam potasium dari asam sulfamat dengan formaldehid dan nitrasi dari produk kondensasi (garam putih).

Campuran disiapkan dari 99% asam nitrat dan sulfat anhidrat pada suhu  $30^{\circ}\text{C}$ . Panas yang meningkat selama nitrasi ( $500 \text{ kkal/kg cyclonite}$ ) dihilangkan dengan coil pendingin. RDX yang terbentuk sebagian tergantung, dan sebagian terlarut dalam larutan nitrat. Penambahan air dapat mengendapkan seluruh produk, yang kemudian dipisahkan dengan vacuum filter.

Setelah RDX dicuci dengan air, dan di netralisir dari residu asam dengan menggunakan 5% larutan sodium karbonat kemudian di re-kristalisasi. Asalnya RDX dapat di kristalisasi dengan nitrobenzena. Namun cara ini terbukti berbahaya karena titik didih dari pelarut.

Yield yang terbentuk sekitar 80-90%, tergantung dari formaldehid yang digunakan. Metode ini paling tidak menguntungkan daripada metode-metode yang lain, sehingga tidak dilanjutkan setelah perang dunia ke II berakhir.

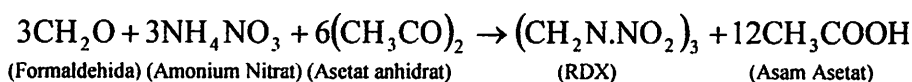
(Urbanski, Chemistry and Technology of Explosives, Vol III)



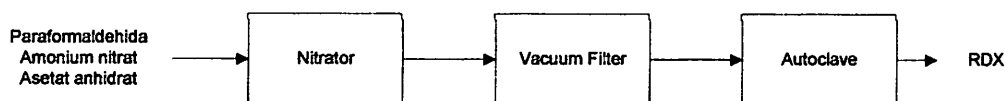
Gambar 2.3. Block diagram pembuatan RDX dengan Metode W

### (iii) *E-Method*

Metode ini dilakukan oleh Ebele di Jerman, sehingga disebut *E-Method*. Pada proses ini paraformaldehida dan amonium nitrat mengalami dehidrasi dibawah pengaruh dari asetat anhidrat dengan reaksi pembentukan RDX sebagai berikut :



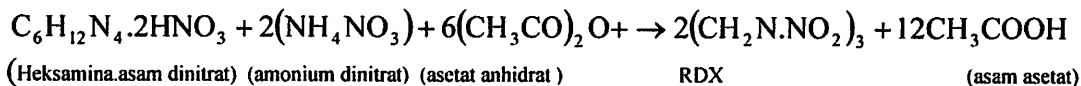
Yield yang terbentuk dalam skala pabrik sekitar 63-65%.<sup>[9]</sup>



Gambar 2.4. Block diagram pembuatan RDX dengan Metode E

### 2.1.3 Proses Kombinasi

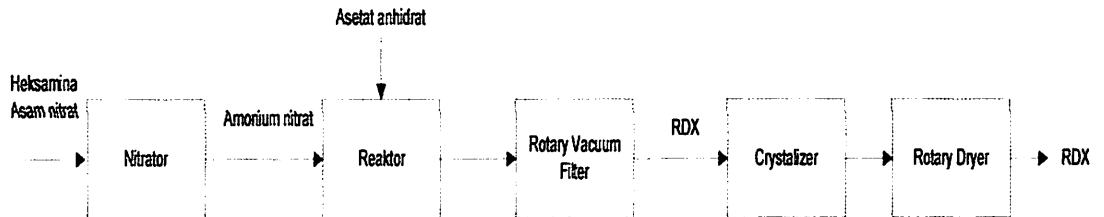
Metode ini adalah kombinasi antara metode ke - 1 dan 4, ditemukan ole W. E. Bachmann di USA pada tahun 1941. Heksamina dinitrat direaksikan dengan amonium dinitrat dalam asetat anhidrat. Tidak seperti *E-Method*, proses ini tidak menggunakan paraformaldehida, semua kebutuhan gugus metilen disediakan oleh heksamina, dan penambahan gugus amino (seperti *K-Method*) oleh amonium nitrat. Asam nitrat masuk dalam reaksi dikombinasikan dengan heksamina dan amonium dinitrat sebagai berikut :



Yield yang diperoleh dari metode ini sekitar 75-80%, dihitung dari gugus CH<sub>2</sub> dari heksamina dinitrat. Keuntungan metode ini dibandingkan *E-Method* yaitu metilen dan sebagian gugus amino dimasukkan dalam bentuk dehidrat, heksamina yang menjadi

sumber. Sedangkan ketika paraformaldehida digunakan, dehidrasi diperlukan. Karena itu, sedikit asetat anhidrat yang digunakan pada metode kombinasi dibandingkan *E-Method*.

(Urbanski, Chemistry and Technology of Explosives, Vol III)



Gambar 2.5. Block diagram pembuatan RDX dengan Proses Kombinasi

### 2.2. Pemilihan Proses

Perbandingan dari 3 macam proses untuk pembuatan RDX dapat dilihat pada tabel berikut:

Parameter	Proses Nitration	Metode Jerman			Proses Kombinasi
		K-Method	W-Method	E-Method	
1. Bahan Baku	Asam nitrat Heksamina	Heksamina Asam nitrat Amonium dinitrat	Asam sulfamat Formaldehid Asam nitrat	Formaldehid Amonium dinitrat Asetat anhidrat	Heksamina Asam nitrat
2. Aspek teknis					
- yield	75%	90%	80-90%	63-65%	75-80%
- konversi	-	90%	-	-	90%
- suhu	25-30 °C	± 80°C	30°C	60-65°C	40-50°C
- tekanan	1 atm	1 atm	1 atm	1 atm	1 atm
3. Aspek ekonomi					
- Investasi	Besar	Besar	Kecil	Besar	Kecil

Berdasarkan tabel diatas maka proses yang dipilih adalah proses kombinasi karena bahan baku mudah didapat, biaya/modal yang dibutuhkan tidak terlalu besar karena asetat anhidrat yang digunakan hanya sedikit, prosesnya tidak berbahaya karena dalam

proses ini suhu yang digunakan tidak terlalu tinggi seperti pada *K-Method* yang dapat menyebabkan ledakan, dan yield yang terbentuk cukup tinggi yaitu 75-80%.

### 2.3 Uraian Proses

Tahapan proses untuk menghasilkan RDX dari bahan baku heksamina dan asam nitrat adalah:

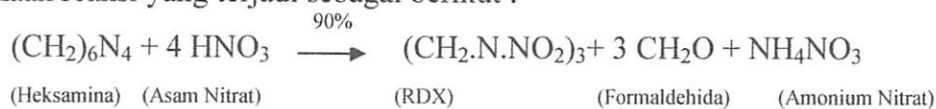
- Tahap penyiapan bahan baku
- Tahap reaksi
- Tahap pemisahan dan pencucian
- Tahap penanganan produk

#### 2.3.1. Tahap penyiapan bahan baku

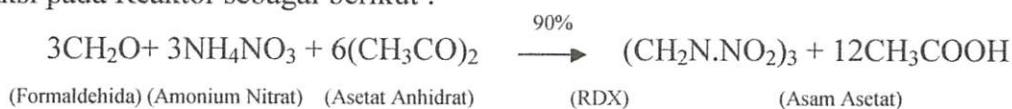
Bahan baku asam nitrat pada suhu kamar (25°C) dialirkan dari tangki penyimpanan (R-111) dengan menggunakan pompa centrifugal (L-112) kemudian didinginkan hingga suhu 15°C menggunakan pendingin *brine* masuk kedalam nitrator (R-110), didalam nitrator (R-110) reaksi yang terjadi adalah reaksi eksotermis. Heksamina diangkut dari tempat penyimpanan (F-114) dengan srew conveyor (J-125) masuk kedalam bin (F-116) kemudian masuk ke nitrator (R-110).

#### 2.3.2. Tahap Reaksi

Dalam nitrator (R-110) reaksi terjadi pada suhu 15°C dengan tekanan 1 atm. Persamaan reaksi yang terjadi sebagai berikut :



Setelah reaksi terjadi, *slurry* yang dihasilkan dari nitrator (R-110) dialirkan dengan menggunakan pompa centrifugal (L-122a) masuk kedalam reaktor (R-120) dimana reaksi terjadi secara endotermis. Kemudian asetat anhidrat dari tangki penyimpanan (F-121) dialirkan dengan pompa (L-122b) masuk kedalam reaktor (R-120). Didalam reaktor (R-120) bahan-bahan direaksikan pada suhu 50°C, tekanan 1 atm. Persamaan reaksi pada Reaktor sebagai berikut :



#### 2.3.3. Tahap pemisahan dan pencucian

*Slurry* dari reaktor (R-120) dialirkan dengan menggunakan pompa centrifugal (L-131) menuju ke *rotary vacuum filter* (H-130) untuk dicuci dan dipisahkan antara RDX dari larutan terikutnya. Kemudian *cake* RDX diangkut dengan belt conveyor (J-

141a) dan dimasukkan kedalam *rotary dryer* (B-140) untuk dikeringkan, sedangkan filtratnya dialirkan ke *waste*. Pada *rotary dryer* (B-140), RDX dikeringkan dengan udara panas yang diperoleh dari udara bebas. Udara bebas difiltrasi dengan filter udara (H-142) dan dialirkan dengan blower (G-143), kemudian udara tersebut dipanaskan dalam shell and tube *heat exchanger* (E-144) dengan menggunakan steam. Udara yang keluar dari *rotary dryer* (B-140) dimasukkan ke dalam *cyclone* (H-146) untuk dipisahkan dari partikel yang terikut.

#### **2.3.4. Tahap penanganan produk**

RDX yang keluar dari *rotary dryer* (B-140) kemudian dimasukkan kedalam hammer mill (M-145) supaya ukuran RDX yang dihasilkan seragam yaitu sebesar 60 mesh. Kemudian RDX yang keluar dari Hammer Mill (M-145) diangkut dengan *beltconveyor*(J-141b) dan *bucket elevator* (J-141c) masuk kedalam bin produk (F-147), demikian juga dengan RDX yang keluar dari *cyclone* (H-146) akan masuk kedalam bin produk (F-147), kemudian dengan mesin pengemas (F-148) RDX yang dihasilkan dikemas dalam karung 25 kg untuk disimpan dalam gudang (F-149) dan siap untuk dipasarkan.



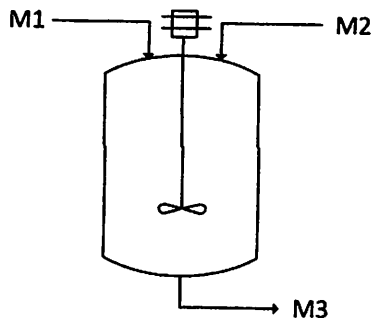
### BAB III

#### NERACA MASSA

Kapasitas produksi	= 50.000 ton/tahun = 50.000 kg/tahun
Waktu operasi	= 330 hari/tahun = 24 jam/hari
Produksi	= 50.000 kg/tahun $\times \frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}}$
	= 6.313,1313 kg/jam produk $(\text{CH}_2\text{N.N.O}_2)_3$
Basis perhitungan	= 4.734,8485 kg/jam
Satuan	= kg/jam

#### 1. Nitrator ( R-110 )

Fungsi : Untuk mereaksikan heksamina (  $(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$  ) 99,5 % dengan asam nitrat (  $\text{HNO}_3$  ) 68 % menghasilkan formaldehida (  $\text{CH}_2\text{O}$  ) dan Amonium Nitrat (  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  ) dengan konversi reaksi 90%.



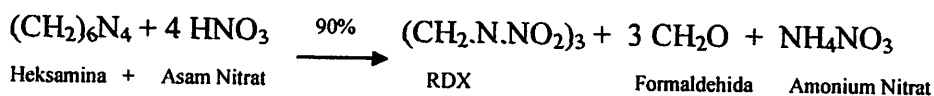
Neraca Massa di R-110

$$M_1 + M_2 = M_3$$

Keterangan :

- $M_1$  = Aliran heksamina dari tangki penampung (kg/jam)
- $M_2$  = Aliran asam nitrat dari tangki penampung (kg/jam)
- $M_3$  = Aliran menuju reaktor (kg/jam)

Reaksi I :



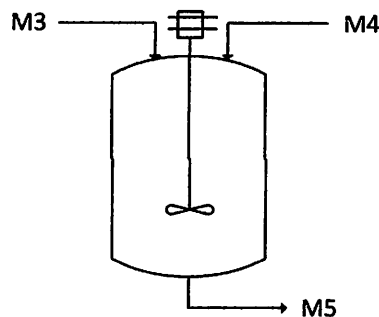


Neraca Massa Nitrator :

Masuk (kg/jam)	Keluar
dari tangki penampung (M1)	Ke Reaktor (M3)
(CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> N <sub>4</sub> = 1.747,5871	(CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> N <sub>4</sub> = 174,7587
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> = 3,5127	HNO <sub>3</sub> = 314,2075
H <sub>2</sub> O = 5,2691	(CH <sub>2</sub> .N.NO <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> = 2.492,0255
	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> = 898,0396
dari tangki penampung (M1)	CH <sub>2</sub> O = 1.010,6308
HNO <sub>3</sub> = 3.142,0751	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> = 3,5127
H <sub>2</sub> O = 526,9107	H <sub>2</sub> O = 532,1798
<b>Total = 5.425,3547</b>	<b>Total = 5.425,3547</b>

**2. Reaktor ( R-120 )**

Fungsi : Untuk mereaksikan formaldehid ( CH<sub>2</sub>O ) dan amonium nitrat ( NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> ) dari nitrator dengan asetat anhidrat ( (CH<sub>3</sub>CO)<sub>2</sub>O ) menghasilkan RDX ( (CH<sub>2</sub>.N.NO<sub>2</sub>)<sub>3</sub> ) dan asam asetat ( CH<sub>3</sub>COOH ) dengan konversi reaksi 90%



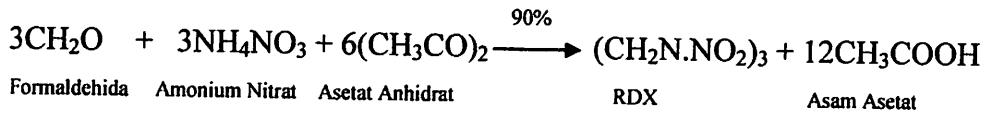
Neraca Massa di R-120

$$M_3 + M_4 = M_5$$

Keterangan :

- M<sub>3</sub> = Aliran *slurry* ( formaldehid dan amonium nitrat ) dari nitrator ( kg/jam )
- M<sub>4</sub> = Aliran asetat anhidrat dari tangki penampung ( kg/jam )
- M<sub>5</sub> = Aliran *slurry* ( *cyclonite* dan asam asetat ) ke *rotary vacuum filter* ( kg/jam )

Reaksi II :

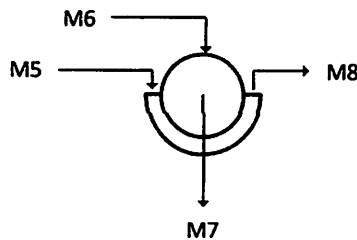


**Neraca Massa Reaktor**

Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
<b>Dari Nitrator (M3)</b>	<b>Ke Rotary Vacuum Filter (M5)</b>
(CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> N <sub>4</sub> = 174,7587	(CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> N <sub>4</sub> = 174,7587
HNO <sub>3</sub> = 314,2075	HNO <sub>3</sub> = 314,2075
(CH <sub>2</sub> .N.NO <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> = 2.492,0255	(CH <sub>2</sub> .N.NO <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> = 4.734,8485
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> = 2.694,1188	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> = 269,4119
CH <sub>2</sub> O = 1.010,6308	CH <sub>2</sub> O = 101,0631
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> = 3,5127	(CH <sub>3</sub> CO) <sub>2</sub> = 687,2322
H <sub>2</sub> O = 532,1798	CH <sub>3</sub> COOH = 7.276,5418
<b>Dari tangki penampung (M4)</b>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> = 3,5127
(CH <sub>3</sub> CO) <sub>2</sub> = 6.872,3223	H <sub>2</sub> O = 532,1798
<b>Total = 14.093,7562</b>	<b>Total = 14.093,7562</b>

**3. Rotary Vacuum Filter**

Fungsi : Untuk mencuci dan memisahkan cake dari filtratnya.



Neraca Massa di H-130

$$M_5 + M_6 = M_7 + M_8$$

Keterangan :

- M<sub>5</sub> = Aliran *slurry* dari reaktor (kg/jam)
- M<sub>6</sub> = Aliran H<sub>2</sub>O dari water proses (kg/jam)
- M<sub>7</sub> = Aliran ke *waste*

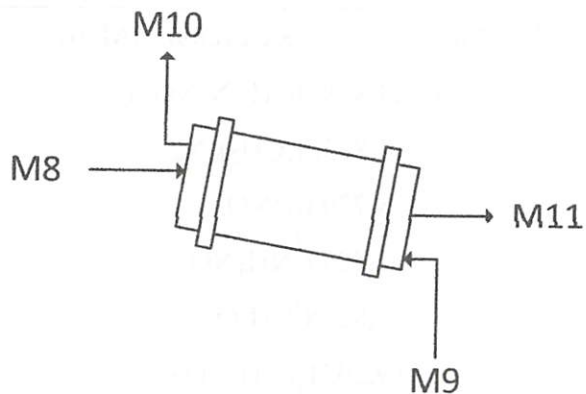
- $M_8$  = Aliran cake 90 % dan filtrat 10 % ke *Rotary Dryer*

## Neraca massa Rotary Vacuum Filter

Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
Dari reaktor (M5)		Ke waste (M7)	
$(\text{CH}_2.\text{N}.\text{NO}_2)_3$	= 4.734,8485	$(\text{CH}_2.\text{N}.\text{NO}_2)_3$	= -
$(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$	= 174,7587	$(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$	= 169,8757
$\text{HNO}_3$	= 314,2075	$\text{HNO}_3$	= 305,4282
$\text{NH}_4\text{NO}_3$	= 269,4119	$\text{NH}_4\text{NO}_3$	= 261,8842
$\text{CH}_2\text{O}$	= 101,0631	$\text{CH}_2\text{O}$	= 98,2393
$(\text{CH}_3\text{CO})_2$	= 687,2322	$(\text{CH}_3\text{CO})_2$	= 668,0301
$\text{CH}_3\text{COOH}$	= 7.276,5418	$\text{CH}_3\text{COOH}$	= 7.073,2263
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	= 3,5127	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	= 3,4146
$\text{H}_2\text{O}$	= 532,1798	$\text{H}_2\text{O}$	= 9.722,4120
	= 14.093,7562		= 18.302,5104
Dari water process (M6)		Ke Rotary Dryer	
$\text{H}_2\text{O}$	= 9.469,6970	$(\text{CH}_2.\text{N}.\text{NO}_2)_3$	= 4.734,8485
		$(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$	= 4,8830
		$\text{HNO}_3$	= 8,7793
		$\text{NH}_4\text{NO}_3$	= 7,5277
		$\text{CH}_2\text{O}$	= 2,8238
		$(\text{CH}_3\text{CO})_2$	= 19,2021
		$\text{CH}_3\text{COOH}$	= 203,3155
		$\text{Na}_2\text{CO}_3$	= 0,0982
		$\text{H}_2\text{O}$	= 279,4647
			= 5.260,9428
<b>Total</b>	<b>= 23.563,4531</b>	<b>Total</b>	<b>= 23.563,4531</b>

#### 4. Rotary Dryer

Fungsi : untuk mengeringkan cake yang berupa RDX



Neraca Massa di B-140

$$M_8 + M_9 = M_{10} + M_{11}$$

Keterangan :

- $M_8$  = Aliran *cake* RDX /  $(\text{CH}_2.\text{N}.\text{NO}_2)_3$  (kg/jam)
- $M_9$  = Aliran udara panas (kg/jam)
- $M_{10}$  = Aliran 1% RDX /  $(\text{CH}_2.\text{N}.\text{NO}_2)_3$  (kg/jam)
- $M_{11}$  = Aliran 99% RDX /  $(\text{CH}_2.\text{N}.\text{NO}_2)_3$  (kg/jam)

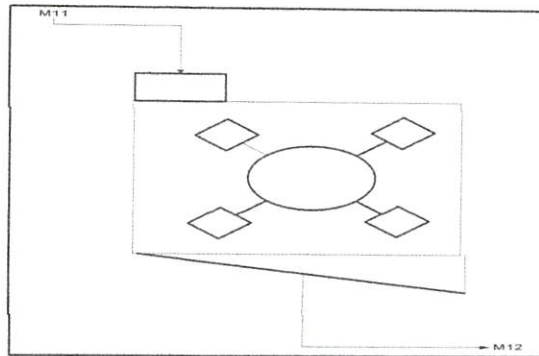


## Neraca massa Rotary Dryer

Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
Dari Rotary Vacuum Filter (M8)		Ke cyclone (M10)	
(CH <sub>2</sub> .N.NO <sub>2</sub> ) <sub>3</sub>	= 4.734,8485	CH <sub>2</sub> .N.NO <sub>2</sub> ) <sub>3</sub>	= 47,3485
(CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> N <sub>4</sub>	= 4,8830	(CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> N <sub>4</sub>	= 0,0488
HNO <sub>3</sub>	= 8,7793	HNO <sub>3</sub>	= 0,0878
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	= 7,5277	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	= 0,0753
CH <sub>2</sub> O	= 2,8238	CH <sub>2</sub> O	= 0,0282
(CH <sub>3</sub> CO) <sub>2</sub>	= 19,2021	(CH <sub>3</sub> CO) <sub>2</sub>	= 0,1920
CH <sub>3</sub> COOH	= 203,3155	CH <sub>3</sub> COOH	= 2,0332
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	= 0,0982	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	= 0,0010
H <sub>2</sub> O	= 279,4647	H <sub>2</sub> O	= 2,7946
		Udara	= 1.052,1886
			= 1.104,7980
Dari Burner (M9)		Ke Hammer Mill (M11)	
Udara	= 1.052,1886	CH <sub>2</sub> .N.NO <sub>2</sub> ) <sub>3</sub>	= 4.687,5000
		(CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> N <sub>4</sub>	= 4,8341
		HNO <sub>3</sub>	= 8,6915
		NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	= 7,4524
		CH <sub>2</sub> O	= 2,7956
		(CH <sub>3</sub> CO) <sub>2</sub>	= 19,0101
		CH <sub>3</sub> COOH	= 201,2823
		Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	= 0,0972
		H <sub>2</sub> O	= 276,6700
			= 5.208,3333
<b>Total</b>	<b>= 6.313,1313</b>	<b>Total</b>	<b>= 6.313,1313</b>

## 5. Hammer Mill

Fungsi : Untuk memecah (memperkecil) ukuran partikel (CH<sub>2</sub>.N.NO<sub>2</sub>)<sub>3</sub> agar ukurannya seragam.



Keterangan :

- $M_{11}$  = Aliran *Cyclonite* yang masuk ke hammer mill(kg/jam)
- $M_{12}$  = Aliran *Cyclonite* yang keluar dari hammer mill

#### Neraca massa Hammer Mill

Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
$(\text{CH}_2\cdot\text{N}\cdot\text{NO}_2)_3$	= 4.687,5000	$\text{CH}_2\cdot\text{N}\cdot\text{NO}_2$	= 4.687,5000
$(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$	= 4,8341	$(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$	= 4,8341
$\text{HNO}_3$	= 8,6915	$\text{HNO}_3$	= 8,6915
$\text{NH}_4\text{NO}_3$	= 7,4524	$\text{NH}_4\text{NO}_3$	= 7,4524
$\text{CH}_2\text{O}$	= 2,7956	$\text{CH}_2\text{O}$	= 2,7956
$(\text{CH}_3\text{CO})_2$	= 19,0101	$(\text{CH}_3\text{CO})_2$	= 19,0101
$\text{CH}_3\text{COOH}$	= 201,2823	$\text{CH}_3\text{COOH}$	= 201,2823
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	= 0,0972	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	= 0,0972
$\text{H}_2\text{O}$	= 276,6700	$\text{H}_2\text{O}$	= 276,6700
<b>Total</b>	<b>= 5.208,3333</b>	<b>Total</b>	<b>= 5.208,3333</b>

$$\begin{aligned}
 \text{Produk dalam bin} &= \text{Produk dari cyclone} + \text{produk dari hammer mill} \\
 &= 1.104,7980 + 5.208,3333 \\
 &= 6.313,1313 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$





## BAB IV

### NERACA PANAS

Kapasitas produksi = 50.000 ton/tahun  
 = 6313,1313 kg/jam

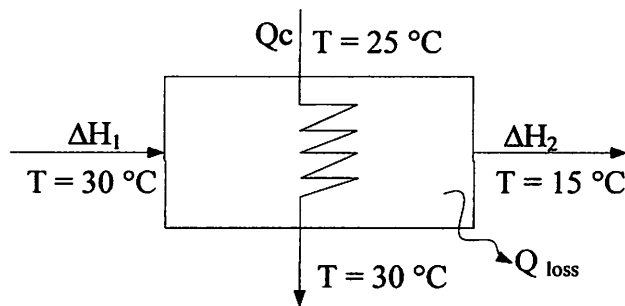
Waktu operasi = 330 hari/tahun

Satuan operasi = kkal/jam

Suhu referensi = 25°C

#### 1. Cooler (E-113)

Fungsi : Untuk menurunkan suhu asam nitrat dari 30°C menjadi 15°C.



Persamaan neraca panas:

$$\text{Panas masuk} = \text{Panas keluar}$$

$$\Delta H_1 = \Delta H_2 + Q_{\text{loss}} + Q_c$$

Dimana:  $\Delta H_1$  = Kandungan panas bahan masuk cooler (kkal/jam)  
 $\Delta H_2$  = Kandungan panas bahan keluar cooler (kkal/jam)  
 $Q_c$  = Kandungan pendingin dari brine (kkal/jam)  
 $Q_{\text{loss}}$  = Panas yang hilang (kkal/jam)

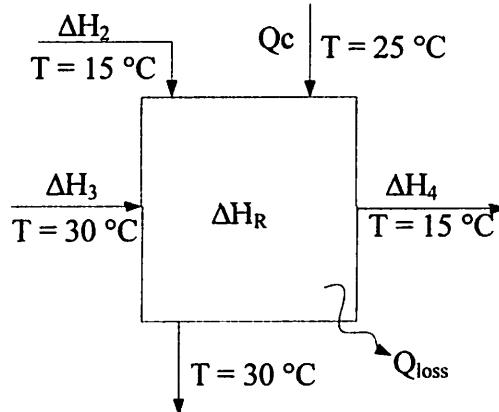
#### Neraca Panas Total pada Cooler

Panas Masuk (kkla/jam)		Panas Keluar (kkal/jam)	
$\Delta H_1$	= 5.197,1717	$\Delta H_2$	= -10.394,3435
		$Q_c$	= 15.331,6566
		$Q_{\text{loss}}$	= 259,8586
<b>Total</b>	<b>= 5.197,1717</b>	<b>Total</b>	<b>= 5.197,1717</b>



## 2. Nitrator (R-110)

Fungsi : Untuk mereaksikan asam nitrat dan heksamina pada suhu 15 °C



Persamaan neraca panas:

Panas masuk = Panas keluar

$$\Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_R = \Delta H_4 + Q_c + Q_{\text{loss}}$$

Dimana:

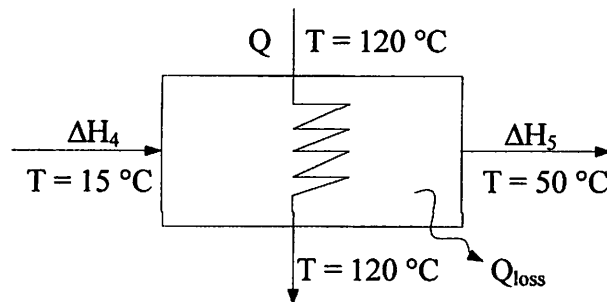
- $\Delta H_2$  = Kandungan panas bahan masuk dari cooler (kkal/jam)
- $\Delta H_3$  = Kandungan panas bahan masuk dari storage (kkal/jam)
- $\Delta H_R$  = Panas yang diserap reaksi (kkal/jam)
- $\Delta H_4$  = Kandungan panas bahan keluar cooler (kkal/jam)
- $Q_c$  = Pendingin dari brine (kkal/jam)
- $Q_{\text{loss}}$  = Panas yang hilang (kkal/jam)

**Nearaca Panas Total pada Nitratorr**

Panas masuk (kkal/jam)		Panas keluar (kkal/jam)	
$\Delta H_2$	= -10.394,3435	$\Delta H_4$	= -14.848,6955
$\Delta H_3$	= 2.299,4433	$Q_c$	= 22.262,4534
$\Delta H_R$	= 15.898,8560	$Q_{\text{loss}}$	= 390,1978
<b>Total</b>	<b>= 7.803,9557</b>	<b>Total</b>	<b>= 7.803,9557</b>

### 3. Heater (E-123)

Fungsi : Untuk memanaskan bahan yang keluar dari nitrator pada suhu 50 °C



Persamaan neraca panas :

$$\begin{aligned} \text{Panas masuk} &= \text{Panas keluar} \\ \Delta H_4 + Q &= \Delta H_5 + Q_{\text{loss}} \end{aligned}$$

Dimana:  $\Delta H_4$  = Kandungan panas bahan baku keluar nitrator (kkal/jam)

$\Delta H_5$  = Kandungan panas bahan baku keluar ke reaktor (kkal/jam)

$Q$  = Panas dari steam (kkal/jam)

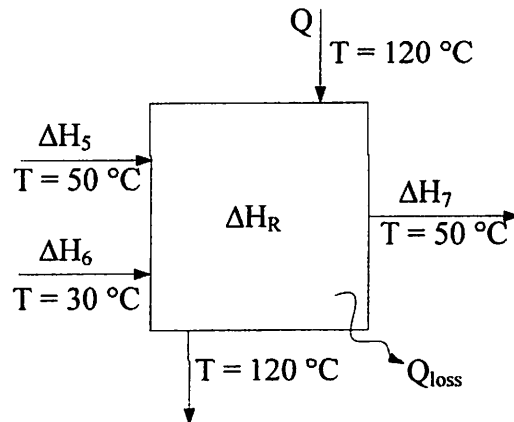
$Q_{\text{loss}}$  = Panas yang hilang (kkal/jam)

#### Neraca Panas Total pada Heater

Panas masuk (kkal/jam)		Panas keluar (kkal/jam)	
$\Delta H_4$	= -14.848,6955	$\Delta H_5$	= 37.121,7387
$Q$	= 53.084,0864	$Q_{\text{loss}}$	= 1.113,6522
<b>Total</b>	<b>= 38.235,3909</b>	<b>Total</b>	<b>= 38.235,3909</b>

#### 4. Reaktor (R-120)

Fungsi : Untuk mereaksikan campuran asam nitrat dan heksamina dengan -asetat anhidrat pada suhu 50 °C



Persamaan neraca panas:

Panas masuk = Panas keluar

$$\Delta H_5 + \Delta H_6 + Q = \Delta H_7 + \Delta H_R + Q_{\text{loss}}$$

Dimana:  $\Delta H_5$  = Kandungan panas bahan masuk dari heater (kkal/jam)

$\Delta H_6$  = Kandungan panas bahan masuk dari storage (kkal/jam)

$\Delta H_R$  = Panas yang diserap reaksi (kkal/jam)

$\Delta H_7$  = Kandungan panas bahan keluar cooler (kkal/jam)

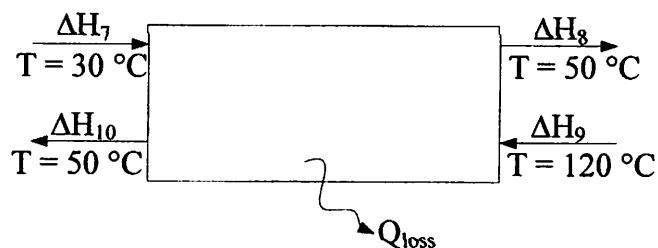
$Q$  = Panas dari steam (kkal/jam)

$Q_{\text{loss}}$  = Panas yang hilang (kkal/jam)

#### Neraca Panas Total pada Reaktor

Panas masuk (kkal/jam)		Panas keluar (kkal/jam)	
$\Delta H_5$	= 37.121,7387	$\Delta H_7$	= 135.472,3246
$\Delta H_6$	= 13.530,8627	$\Delta H_R$	= 121.390,2749
$Q$	= 209.650,8556	$Q_{\text{loss}}$	= 3.440,8575
<b>Total</b>	<b>= 260.303,4570</b>	<b>Total</b>	<b>= 260.303,4570</b>

## 5. Rotary Dryer (B-140)



Persamaan neraca panas:

$$\begin{aligned} \text{Panas masuk} &= \text{Panas keluar} \\ \Delta H_7 + \Delta H_9 &= \Delta H_8 + \Delta H_{10} + Q_{\text{loss}} \end{aligned}$$

Dimana:  $\Delta H_7$  = Panas bahan masuk Rotary dryer (kkal/jam)

$\Delta H_8$  = Panas bahan keluar rotary dryer (kkal/jam)

$\Delta H_9$  = Panas udara yang masuk (kkal/jam)

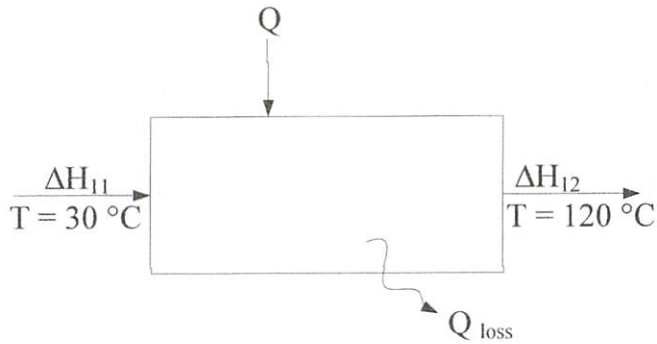
$\Delta H_{10}$  = Panas yang terbawa ke Cyclone (kkal/jam)

$Q_{\text{loss}}$  = Panas yang hilang (kkal/jam)

### Neraca Panas Total pada Rotary Dryer

Panas Masuk		Panas Keluar	
$\Delta H_7$	= 8.121,3168	$\Delta H_{10}$	= 30.232,5331
$\Delta H_9$	= 24.129,8400	$\Delta H_8$	= 406,0658
		$Q_{\text{loss}}$	= 1.612,5578
<b>Total</b>	<b>= 32.251,1568</b>	<b>Total</b>	<b>= 32.251,1568</b>

### 6. Heater Udara (H-142)



Persamaan neraca panas:

$$\begin{aligned} \text{Panas masuk} &= \text{Panas keluar} \\ \Delta H_{11} + Q_{\text{steam}} &= \Delta H_{12} + Q_{\text{loss}} \end{aligned}$$

Dimana:

- $\Delta H_{11}$  = Panas dalam udara kering yang keluar (kkal/jam)
- $\Delta H_{12}$  = Panas dalam udara kering yang masuk (kkal/jam)
- $Q$  = Panas yang dibutuhkan dari steam (kkal/jam)
- $Q_{\text{loss}}$  = Panas yang hilang (kkal/jam)

#### Neraca Panas Total pada Heater Udara

Panas Masuk (kkal/jam)		Panas Keluar (kkal/jam)	
$\Delta H_{11}$	= 1.376,2626	$\Delta H_{12}$	= 26.148,9898
$Q$	= 26.148,9898	$Q_{\text{loss}}$	= 1.376,2626
<b>Total</b>	<b>= 27.525,2525</b>	<b>Total</b>	<b>= 27.525,2525</b>



## **BAB V**

### **SPESIFIKASI ALAT**

#### **1. Tangki HNO<sub>3</sub> (F-111)**

Fungsi : Tempat penyimpanan HNO<sub>3</sub> selama 5 hari.

Tipe : Tangki berbentuk silinder vertikal dengan tutup atas standard dished dan tutup bawah flat

Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA-240 grade M tipe 316 dengan pelapis *politetrafluoroetilena* (Teflon)

Tipe Pengelasan : double welding butt joint

Volume tangki ( $V_T$ ) : 1.929,6020 ft<sup>3</sup>

Diameter dalam tangki ( $D_T$ ) : 181,7148 in

Diameter Luar ( $D_o$ ) : 182,2148 in

Tebal Silinder ( $t_s$ ) : 0,25 in

Tinggi Silinder ( $L_s$ ) : 109,0289 in

Tebal Tutup Atas ( $t_{ha}$ ) : 0,25 in

Tinggi Tutup Atas ( $h_a$ ) : 30,7098 in

Waktu tinggal : 5 hari

Jumlah tangki : 2 buah

#### **2. Gudang (CH<sub>2</sub>)<sub>6</sub>N<sub>4</sub> (F-114)**

Fungsi : Tempat penyimpanan heksamina sebagai bahan baku utama

Tipe : Gudang

Volume Gudang : 41.760,5449 ft<sup>3</sup>

Panjang Gudang : 50,4555 ft

Lebar Gudang : 25,2277 ft

Tinggi Gudang : 32,8080 ft

Jumlah : 1 buah

#### **3. Tangki (CH<sub>3</sub>CO)<sub>2</sub>O (F-121)**

Fungsi : Tempat penyimpanan (CH<sub>3</sub>CO)<sub>2</sub>O selama 5 hari.

Tipe : Tangki vertikal dengan tutup atas standard dished

Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA-240 grade M tipe 316



$$a'' = 0,2618 \text{ ft}^2/\text{ft}$$

$$d_i = 0,834 \text{ in}$$

Jumlah : 1 buah

### 6. Screw Conveyor (J-115)

Fungsi : Mengangkut Heksamina ((CH<sub>2</sub>)<sub>6</sub>N<sub>4</sub>) dari gudang menuju nitrator

Kapasitas : 6389,0682 kg/jam = 6,389068196 lb/jam

Diameter flights : 10 in

Diameter pipa : 2 ½ in

Kecepatan : 55 rpm

Diameter feed masuk : 9 in

Diameter shafts : 2 in

Diameter Screw : 20 in

Panjang : 30 ft

Power motor : 2 Hp

Jumlah : 1 buah

### 7. Bin Penampung (F-116)

Fungsi : Menampung Heksamina ((CH<sub>2</sub>)<sub>6</sub>N<sub>4</sub>) sebelum masuk ke nitrator

Tipe : Silinder tegak dengan tutup atas plate dan tutup bawah berbentuk conical dengan sudut 60°

Bahan : Stainless Steel SA 240 Grade M Type 316

Pengelasan : Double Welded Butt Joint

Dimensi Vessel :  $d_o = 168 \text{ in}$

$$d_i = 167,625 \text{ in}$$

$$t_s = 3/16 \text{ in}$$

$$t_{hb} = 3/16 \text{ in}$$

$$h_b = 145,1675 \text{ in}$$

$$\text{tinggi tangki} = 381,8891 \text{ in}$$

Jumlah : 1 buah

### 8. Nitrator (R-110)

Dapat dilihat pada Perancangan Alat Utama Bab VI oleh Rahajeng Lisdayanti





**12. Reaktor (R-120)**

Fungsi : Melarutkan  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$  dari konsentrasi 90% menjadi larutan  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$  dengan konsentrasi 53%

Tipe : Silinder tegak dengan tutup atas dan tutup bawah berbentuk Standart Dished dan dilengkapi pengaduk tipe Turbulent Impeller with 4 Flat Blades

Bahan : Stainless steel SA 240 grade M type 316

Dimensi vessel : do = 192 in  
 di = 190,75 in  
 ts = 5/8 in  
 tha = 5/16 in  
 thb = 5/16 in  
 ha = 32,2348 in  
 hb = 55,0548 in  
 tinggi tangki = 260,301 in

Jumlah : 1 buah

Jenis pengaduk : Axial Turbine with 4 Blades

Bahan : Carbon Steel SA 240 Grade M Type 316

Dimensi pengaduk : Da = 31,8750 in  
 W = 5,4188 in  
 L = 10,6250 in

**13. Pompa (L-131)**

Fungsi : Untuk mengalirkan slurry dari reaktor ke *Rotary Vacuum Filter*

Tipe : Centrifugal Pump

Dimensi Pompa : do = 2,875 in      A = 0,05322 ft<sup>2</sup>  
 di = 2,469 in

Daya Pompa : 1 Hp

Bahan : Carbon Stainless Steel SA 167 Grade 3 Type 304

Jumlah : 1 buah

**14. Rotary Drum Vacuum Filter (H-122)**

Fungsi : Untuk mencuci dan memisahkan cake RDX

Tipe : Continuous Rotary Vacuum-drum Filter  
 Kapasitas : 5260,9428 kg/jam  
 Luas Cake : 8,362553791 m<sup>2</sup>  
 Diameter Drum : 1 m  
 Daya Total : 4 Hp  
 Jumlah : 1 buah

#### 15. Filter Udara (H-142)

Fungsi : Menyaring debu yang terdapat dalam udara  
 Tipe : Dry Filter  
 Ukuran dry filter : 20 × 20  
 Jumlah : 1 buah

#### 16. Blower (G-143)

Fungsi : Menghembuskan udara menuju Rotary Dyer  
 Tipe : Centrifugal Blower  
 Power motor : 3 Hp  
 Bahan konstruksi : Carbon Steel SA 240 Grade M Type 316  
 Jumlah : 1 buah

#### 17 Heater Udara (E-143)

Fungsi : Memanaskan udara sebelum masuk ke Rotary Dryer  
 Tipe : Shell and Tube  
 Bahan konstruksi : HAS SA 240 Grade M Type 316  
 Kapasitas : 1052,1886 kg/jam = 2357,5337 lb/jam  
 Steam yang digunakan : 38,1892 kg/jam = 84,1919 lb/jam  
 Bagian *Shell* : IDs = 15,25 in  
                   B = 14,75 in  
                   Pt = 1,25 in  
                   de = 0,07 in  
 Bagian *Tube* : L = 16 ft

$$a' = 0,546 \text{ in}^2$$

$$a'' = 0,2618 \text{ ft}^2/\text{ft}$$

$$d_i = 0,87 \text{ in}$$

Jumlah : 1 buah

### 18. Rotary Dryer (B-140)

Dapat dilihat pada Perancangan Alat Utama Bab VI oleh Chrysant Larasati Putri

### 19. Heater (E-116A)

Fungsi : Untuk menaikkan suhu larutan  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$  dari 30 °C ke 100 °C

Tipe : Shell and Tube

Bahan Konstruksi : HAS SA 240 Grade M Type 316

Kapasitas : 14909,5352 kg/jam = 32869,5613 lb/jam

Steam yang digunakan : 1337,1966 kg/jam = 2947,9835 lb/jam

Bagian *Shell* : IDs = 19 ¼ in

$$B = 8 \text{ in}$$

$$P_t = 1,25 \text{ in}$$

$$d_e = 0,72 \text{ in}$$

Bagian *Tube* : L = 16 ft

$$a' = 0,546 \text{ in}^2$$

$$a'' = 0,2618 \text{ ft}^2/\text{ft}$$

$$d_i = 0,834 \text{ in}$$

Jumlah : 1 buah

### 20. Cyclone (H-146)

Fungsi : Untuk memisahkan debu atau partikel RDX yang terikut udara dari Rotary Dryer

Tipe : Duclone Collector

Bahan Konstruksi : Carbon Steel 240 Grade M Type 316

Dimensi :  $D_c = 0,3326 \text{ ft}$

$$D_e = 0,1663 \text{ ft}$$

$$H_c = 0,1663 \text{ ft}$$

$$L_c = 0,6651 \text{ ft}$$

Sc = 0,0415 ft

Zc = 0,6651 ft

Jc = 0,0831 ft

Bc = 0,0831 ft

Jumlah : 1 buah

### 21. Hammer Mill (M-145)

Fungsi : Untuk memperkecil ukuran RDX hingga 60 mesh

Daya : 4 Hp

Jumlah : 1 buah

### 22. Belt Conveyor (J-141a)

Fungsi : Untuk mengangkut cake RDX dari Rotary Vacuum Filter ke Rotary Dryer

Tipe : Flat Belt on Continuous Plate

Kapasitas : 5260,9428 kg/jam = 11598,2745 lb/jam

Residence time : 10 detik

Panjang belt : 10 m

Kecepatan : 1 m/detik

Power motor : 8 Hp

Jumlah : 1 buah

### 23. Belt Conveyor (J-141b)

Fungsi : Untuk mengangkut cake RDX dari Rotary Vacuum Filter ke Rotary Dryer

Tipe : Flat Belt on Continuous Plate

Kapasitas : 5260,9428 kg/jam = 11598,2745 lb/jam

Residence time : 10 detik

Panjang belt : 10 m

Kecepatan : 1 m/detik

Power motor : 8 Hp

Jumlah : 1 buah

**24. Bucket Elevator (J-141c)**

Fungsi : Untuk mengangkut cake RDX dari Rotary Vacuum Filter ke Rotary Dryer

Tipe : Continuous bucket elevator

Kapasitas : 4,1667 ton/jam

Ukuran : 6 x 4 x 4,5 in

Lebar : 7 in

Kecepatan : 83,6864 ft/menit

Power motor : 1 Hp

Jumlah : 1 buah

**25. Bin Produk (F-147)**

Fungsi : Menampung produk RDX sebelum masuk mesin pengemas

Tipe : Silinder tegak tutup bawah berbentuk Conis dengan sudut 60°

Bahan Konstruksi : Stainless Steel SA 240 Grade M Type 316

Pengelasan : Double Welded Butt Joint

Dimensi : do = 108 in  
 di = 107,75 in  
 ts = 2/16 in  
 thb = 2/16 in  
 hb = 93,3142 in  
 tinggi tangki = 236,792 in

Jumlah : 1 buah

**26. Mesin Pengemas (P-148)**

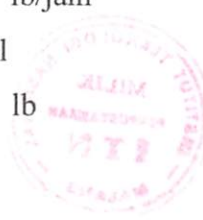
Fungsi : Mengemas produk dari bin produk ke dalam plastik bag

Kapasitas bahan : 13917,9293 lb/jam

Bahan konstruksi : Carbon Steel

Kapasitas mesin : 27835,8586 lb

Jumlah : 1 buah



**27. Gudang Produk  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (F-149)**

Fungsi : Tempat penyimpanan dan penyediaan produk RDX selama 30 hari.

Bahan Konstruksi : Beton bertulang

Panjang Gudang : 26 m

Lebar Gudang : 13 m

Tinggi Gudang : 10 m

Jumlah : 1 buah



## BAB VI

### PERANCANGAN ALAT UTAMA

Nama alat : **ROTARY DRYER (B-140)**  
Jenis : Single Shell Direct Heat Rotary Dryer  
Fungsi : Meringkan *cake* RDX

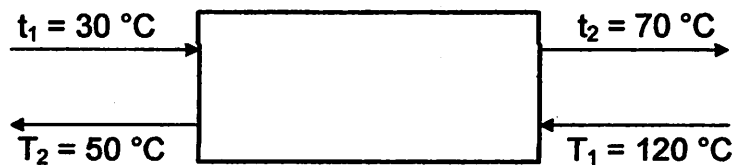
#### 6.1. Prinsip Kerja

Rotary Dryer merupakan alat pengeringan putar yang terdiri dari silinder horisontal dengan kemiringan tertentu. Putaran pada silinder disebabkan oleh roda gigi (gear) yang dihubungkan dengan suatu alat penggerak oleh motor penggerak. Umpan basah masuk pada hopper yang berada pada bagian silinder yang lebih tinggi, dan produk keluar pada ujung yang lain.

Perancangan alat utama Single Shell Direct Heat Rotary Dryer ini mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

- Kandungan air keluar adalah 5% dari air yang masuk
- Media pemanas yang digunakan adalah udara kering yang panas masuk dari ujung yang lebih rendah dengan bantuan blower, sehingga akan berkontak langsung secara berlawanan arah. Dengan cara tersebut diharapkan efisiensi panas yang diperoleh lebih besar.

#### 6.2. Kondisi Operasi



- rate aliran bahan = 5260,9428 kg/jam  
= 11598,2745 lb/jam
- rate aliran produk = 4734,8485 kg/jam  
= 10438,447 lb/jam



- rate udara panas masuk = 1052,1886 kg/jam  
= 2319,654988 lb/jam
- suhu bahan masuk = 30 °C
- suhu produk keluar = 70 °C
- suhu udara pemanas masuk = 120 °C
- suhu udara pemanas keluar = 50 °C

### **6.3. Tahap-tahap Perancangan**

Perancangan Rotary Dryer yang diperlukan meliputi :

#### **6.3.1. Perancangan Dimensi Rotary Dryer**

- a. Diameter silinder Rotary Dryer
- b. Volume bahan
- c. Volume silinder Rotary Dryer
- d. Tebal silinder Rotary Dryer
- e. Kecepatan putar Rotary Dryer
- f. Slope Rotary Dryer
- g. Corong feed atau Hopper
- h. Sudu-sudu atau Flight

#### **6.3.2. Perancangan Penggerak Rotary Dryer**

- a. Jumlah gigi pinion dan putaran drive
- b. Pitch Line Velocity dari gear dan pinion
- c. Safe Strength dari gear dan pinion
- d. Tenaga yang ditransmisikan oleh gear drive ke pinion
- e. Batas pemakaian muatan gear drive
- f. Berat beban total
- g. Tenaga yang dibutuhkan untuk memutar Rotary Dryer
- h. Putaran Reducer

#### **6.3.3. Perancangan Poros Penyangga Roll Support**

- a. Roll Support
- b. Bearing dan Housing

### 6.3.4. Perancangan Sistem Pondasi

#### Tahap-Tahap Perancangan :

#### 6.3.1. Perancangan Dimensi Rotary Dryer

##### a. Menghitung diameter silinder Rotary Dryer

Dibutuhkan 1 rotary dryer, sehingga :

Rate udara panas masuk = 1277,8136 kg/jam = 2817,3234 lb/jam

Dari “Perry 7<sup>th</sup> ed”, hal. 12-55, diperoleh :

Range kecepatan udara dalam rotary dryer = 0,5 – 5 kg/m<sup>2</sup>.dt  
= 368,68 – 3686,8 lb/ft<sup>2</sup>.jam

Dalam perancangan di ambil kecepatan udara 400 lb/ft<sup>2</sup>.jam

$$\begin{aligned} \text{Luas (A)} &= \frac{\text{rate udara masuk}}{\text{kecepatan udara}} \\ &= \frac{2319,655 \text{ lb/jam}}{400 \text{ lb/ft}^2 \cdot \text{jam}} \\ &= 5,7991 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

Dimana,

$$\begin{aligned} A &= \frac{\pi}{4} \times D^2 \\ 5,7991 &= \frac{3,14}{4} \times D^2 \\ D &= 3,3495 \text{ ft} \\ &= 1,209 \text{ m} \approx 2 \text{ m} \end{aligned}$$

Dari “Ulrich” tabel 4.10, hal. 132, diketahui range Rotary Dryer (direct) adalah 1 - 3 m, sehingga dipakai diameter 2 m = 6,5616 ft.

##### b. Menghitung volume bahan

Rate bahan masuk = 11598,2745 lb/jam

Densitas bahan = 103,0848 lb/ft<sup>3</sup>

Diasumsikan, waktu tinggal 60 menit = 1 jam

Berat bahan = 11598,2745 lb/jam x 1 jam = 11598,2745 lb

$$\text{Volume bahan} = \frac{\text{berat bahan}}{\rho}$$

$$= \frac{11598,2745 \text{ lb}}{103,0848 \text{ lb/ft}^3} = 112,51197 \text{ ft}^3 = 3,186 \text{ m}^3$$

**c. Menghitung volume silinder Rotary Dryer**

Dari "Ulrich" tabel 4.10, hal. 132, diketahui bahwa volume bahan 5 - 15 % dari volume Rotary Dryer, maka didapatkan persamaan :

Volume bahan < Volume rotary dryer

Volume bahan = 15% × Volume rotary dryer

$$\begin{aligned} \text{Volume rotary dryer} &= \frac{3,186 \text{ m}^3}{15\%} \\ &= 21,2400 \text{ m}^3 = 750,0485 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

Dimana,

$$\begin{aligned} \text{Volume rotary dryer} &= \frac{\pi}{4} \times D^2 \times L \\ &= 21,2400 \text{ m}^3 = \frac{3,14}{4} \times (2)^2 \times L \\ L &= 6,76433 \text{ m} \approx 7 \text{ m} \end{aligned}$$

Dari "Ulrich" tabel 4.10, hal. 132, diketahui range panjang Rotary Dryer (direct) adalah = 4 - 20 m, sehingga ukuran panjang yang digunakan 7 m = 22,9656 ft.

Maka :

Perbandingan L/D = 4 - 6 (Ulrich, tabel 4-10, hal. 132)

D = 2 m dan L = 7 m

Jadi,  $\frac{L}{D} = \frac{7}{2} = 3,5$  (memenuhi)

**d. Menghitung tebal silinder Rotary Dryer**

Rotary Dryer bekerja pada tekanan 1 atm = 14,696 psi

$$ts = \frac{P \times D}{2 \times ((F \times E) - 0,6)} + C$$

Dimana :

D = diameter rotary dryer : 6,5616 ft = 78,7400 in

ts = tebal shell yang dikehendaki

P = tekanan operasi : 1 atm = 14,696 psi

F = stress maksimum yang diijinkan : 18750 lb/in<sup>2</sup>

E = efisiensi pengelasan : 0,8

C = faktor korosi : 1/16 in

Perencanaan :

- Bahan konstruksi shell dryer : High Alloy Steel SA-240 Grade M Type 316
- Tekanan = 14,696 psi
- Temperatur operasi = 110 °C = 212 °F

$$t_s = \frac{14,696 \times 78,7400}{2 \times ((18750 \times 0,8) - 0,6)} + \frac{1}{16}$$

$$= (0,0386 \times 16/16) + 1/16$$

$$= \frac{1,6172}{16} \text{ in} \approx \frac{2}{16}$$

Jadi tebal shell rotary dryer adalah 2/16 in

**e. Menghitung kecepatan putar Rotary Dryer**

Persamaan yang digunakan,

$$N = \frac{v}{\pi \times D}$$

Dimana :

N = jumlah putaran rotary dryer (rpm)

v = kecepatan periphetal (ft/menit)

D = Diameter rotary dryer (ft)

Dari "Perry 7<sup>th</sup> ed", hal. 12-56, diketahui kecepatan periphetal Rotary Dryer (50 – 100) ft/menit, dalam perencanaan ini diambil v = 90 ft/menit.

$$N = \frac{90}{3,14 \times 6,5616}$$

$$= 4,3682 \text{ rpm}$$

Diketahui : N × D = 25-35

( Perry 3<sup>rd</sup> ed, hal. 832 )

Dari perhitungan di atas, maka harga N × D yaitu :

$$= 4,3682 \times 6,5616$$

$$= 28,6624 \text{ (memenuhi)}$$

**f. Menentukan slope Rotary Dryer**

Persamaan untuk aliran counter current :

$$\theta = \frac{0,23 \times L}{S \times N^{0,9} \times D} + 0,6 \frac{B \times L \times G}{F}$$

$$B = \frac{5}{D_p^{0,5}}$$

( Perry 7<sup>th</sup> ed, hal. 12-55 )

Dimana :

 $\theta$  = waktu tinggal

L = panjang dryer (ft)

B = konstanta beban material

D = diameter dryer

S = slope atau kemiringan

N = putaran dryer (rpm)

F = kecepatan umpan (lb/jam.ft<sup>2</sup>)G = kecepatan massa udara (lb/ft<sup>2</sup>.jam)D<sub>p</sub> = 200 mesh

Menghitung waktu tinggal :

$$\text{Waktu tinggal} = \frac{\text{hold up}}{\text{rate feed}}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume dryer} &= 21,24001074 \text{ m}^3 \\ &= 750,0485 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

Dari "Perry 6<sup>th</sup> ed", ditentukan hold up sebesar 3% - 15% volume dryer

Dalam perencanaan ini, digunakan hold up = 15% volume dryer

$$\begin{aligned} \text{Maka, hold up} &= 15\% \times 750,0485 \text{ ft}^3 \\ &= 112,5073 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rate feed} &= \frac{\text{rate bahan}}{\rho} \\ &= \frac{11598,2745 \text{ lb/jam}}{103,0848 \text{ lb/ft}^3} \\ &= 112,512 \text{ ft}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu tinggal} &= \frac{112,5073 \text{ ft}^3}{112,512 \text{ ft}^3/\text{jam}} \\ &= 0,9999 \text{ jam} \approx 1 \text{ jam} = 60 \text{ menit} = 3600 \text{ detik} \end{aligned}$$

Konstanta beban material :

Dimana D<sub>p</sub> = 60 mesh = 0,1177 in = 0,0029 m = 2988,2413 mikron

$$B = \frac{5}{D_p^{0,5}}$$

$$= \frac{5}{2988,2413^{0,5}} = 0,0915$$

Menghitung kecepatan umpan (F)

$$F = \frac{\text{umpan masuk}}{\frac{1}{4} \times D^2}$$

$$= \frac{11598,2745}{\frac{1}{4} \times 6,5616^2}$$

$$= 1077,541165 \text{ lb/ft}^2 \cdot \text{jam}$$

Maka :

$$\theta = \frac{0,23 \times L}{S \times N^{0,9} \times D} + 0,6 \frac{B \times L \times G}{F}$$

$$60 \text{ menit} = \frac{0,23 \times 22,9656}{S \times 4,3682^{0,9} \times 6,5616} + 0,6 \frac{0,0915 \times 22,9656 \times 400}{1077,541165}$$

$$60 \text{ menit} = \frac{1,61}{24,7333 S} + 0,1426$$

$$S = 0,001087491 \text{ ft/ft}$$

Jadi slope = 0,001087491

$$\alpha = \text{tg}^{-1} 0,001087491$$

$$= 0,0534^\circ \approx 0,5^\circ$$

Dari "Perry 5<sup>th</sup> ed", hal. 20-36, diperoleh harga slope 0 - 1 in/ft = 0 - 0,08 ft/ft, sehingga perhitungan diatas memenuhi.

**g. Menghitung corong feed atau Hopper**

$$\begin{aligned} \text{laju umpan masuk} &= 11598,2745 \text{ lb/jam} \\ \rho \text{ bahan masuk} &= 103,0848 \text{ lb/ft}^3 \\ \text{rate volumetrik} &= \frac{11598,2745 \text{ lb/jam}}{103,0848 \text{ lb/ft}^3} \\ &= 112,51197 \text{ ft}^3/\text{jam} = 3,186 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Asumsi waktu tinggal = 60 detik

Maka volume corong pemasukan atau Hopper :

$$V = 112,51197 \text{ ft}^3/\text{jam} \times 1 \text{ jam}/3600 \text{ detik} \times 60 \text{ detik} \\ = 1,8752 \text{ ft}^3$$

Faktor keamanan : 20%

Maka,

$$\text{Volume Hopper} = 1,2 \times 1,8752 \text{ ft}^3 = 2,25024 \text{ ft}^3$$

Direncanakan corong berbentuk kerucut terpancung dengan ketentuan :

$$D_{\text{luar}} = 2,5 \text{ ft}$$

$$D_{\text{dalam}} = 0,75 \text{ ft}$$

Jadi,

$$V = \pi/3 \times r^2 \times t$$

$$2,25024 = \pi/3 \times (1,25^2 - 0,75^2) \times t$$

$$t = 2,1499 \text{ ft} = 25,7989 \text{ in}$$

#### **h. Menghitung sudu-sudu atau Flight**

Dari "Perry 6<sup>th</sup> ed", hal. 20-23, untuk diameter (D) = 0,3 – 3 m

Diperoleh :

$$\text{- jumlah flight} = 0,6 D - 1 D$$

$$\text{- tinggi radial flight} = 1/12 D - 1/8 D$$

Maka ditetapkan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah flight} &= 0,7 D \\ &= 0,7 \times 6,5616 \\ &= 4,5931 \approx 5 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi flight} &= 1/12 D \\ &= 1/12 \times 6,5616 \\ &= 0,5468 \text{ ft} = 6,5617 \text{ in} \end{aligned}$$

Menghitung jarak antara sudu-sudu :

$$L = D \sin \frac{1}{2} \beta$$

Dimana :

L = jarak antara sudu-sudu/flight (ft)

D = diameter dryer (ft)

$\beta$  = sudut apit pada titik pusat

$$\beta = \frac{360}{\text{jumlah sudu}}$$

$$= \frac{360}{5} = 72^\circ$$

$$L = 6,5616 \times \sin (1/2 \times 72^\circ)$$

$$= 3,8568 \text{ ft} = 46,2822 \text{ in}$$

**6.3.2. Perancangan Penggerak Rotary Dryer**

Untuk menggerakkan rotary dryer digunakan gear drive yaitu suatu roda gigi yang digerakkan oleh pinion, sedangkan pinion digerakkan oleh motor. Hubungan antara pitch dan circular pitch pada gear drive adalah :

$$D_g = \frac{N_g \times P_c}{\pi} \dots\dots\dots ( \text{Pers 15-1, Hesse, hal. 420} )$$

$$D_g = \frac{N_g}{P_d} \dots\dots\dots ( \text{Pers 15-2, Hesse, hal. 420} )$$

Dimana :

- D<sub>g</sub> = diameter pitch
- P<sub>c</sub> = circular pitch
- P<sub>d</sub> = diametral pitch
- N<sub>g</sub> = jumlah gigi gear

Hubungan antara circular pitch dan diameter pitch adalah :

$$P_c \times P_d = \pi \dots\dots\dots ( \text{Pers 15-3, Hesse, hal. 421} )$$

Range circular pitch (P<sub>c</sub>) : 1,75 – 2 in

( Hesse, hal. 420 )

Ditentukan P<sub>c</sub> = 2 in, sehingga :

$$P_d = \frac{\pi}{2} = 1,57 \text{ in} = 0,1308 \text{ ft}$$

Ditetapkan :

$$D_g = 10 \text{ ft} = 120,0012 \text{ in}$$

Jumlah gigi gear,

$$N_g = D_g \times P_d$$

$$= 120,0012 \times 1,57$$

$$= 188,4019 \approx 189 \text{ buah}$$

**a. Menentukan jumlah gigi pinion dan putaran drive**

Jumlah gigi pinion (N<sub>p</sub>) dan putaran Drive gear



$$\begin{aligned}
 N_p &= \frac{1}{5} N_g \\
 &= \frac{1}{5} \times 189 \\
 &= 37,8 \approx 38 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

Diameter gigi penggerak / diameter pinion ( $D_p$ )

$$\begin{aligned}
 D_p &= \frac{N_p \times P_c}{\pi} \\
 &= \frac{38 \times 2}{3,14} = 24,2038 \text{ in} = 2,0170 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kecepatan putar gear drive} &= \frac{D_g}{D_p} \times \text{putaran Rotary Dryer (N)} \\
 &= \frac{120,0012 \text{ in}}{24,2038 \text{ in}} \times 4,3682 \text{ rpm} \\
 &= 21,6573 \text{ rpm}
 \end{aligned}$$

**b. Menentukan Pitch Line Velocity dari Gear dan Pinion**

Untuk pitch line velocity dari gear

$$V_m = \frac{\pi \times N_g \times \text{rpm}}{12 P_d}$$

( Hesse, hal. 433 )

$$D_g = N_g / P_d$$

Maka :

$$\begin{aligned}
 V_m &= \frac{\pi \times D_g \times \text{rpm}}{12} \\
 &= \frac{3,14 \times 120,0012 \times 4,3682}{12} \\
 &= 137,1629 \text{ ft/menit}
 \end{aligned}$$

Untuk pitch line velocity dari pinion

$$\begin{aligned}
 V_m &= \frac{\pi \times D_p \times \text{rpm}}{12} \\
 &= \frac{3,14 \times 24,2038 \times 21,6573}{12} \\
 &= 137,1628 \text{ ft/menit}
 \end{aligned}$$

**c. Menghitung safe strenght dari gear dan pinion**

$$F_s = S \times K \times \frac{b}{P_d} \times Y \dots \dots \dots \text{( Hesse, pers. 15-15, hal. 431 )}$$

Dimana :

- F<sub>s</sub> = safe strenght
- S = stress yang diijinkan
- K = faktor kecepatan
- b = lebar permukaan pinion
- Y = faktor permukaan gigi
- P<sub>d</sub> = ratio jumlah gigi dengan pitch diameter

Bahan yang digunakan adalah cast iron : S = 8000 psi  
( Hesse, tabel 15-1, hal. 430 )

Untuk metalik gearing dengan pitch line velocity (V<sub>m</sub>) lebih kecil dari 1000 rpm, mempunyai faktor kecepatan :

$$K = \frac{600}{600 + V_m} \dots \dots \dots \text{( Pers 15-13, Hesse, hal. 431 )}$$

$$= \frac{600}{600 + 137,1628} = 0,8139$$

Lebar permukaan gear

Lebar permukaan gear (b) dari "Hesse", hal. 431, didapatkan harga 9,5/pd – 12,5/pd

Dalam perencanaan ini dipakai 12,5/pd

Dimana, P<sub>d</sub> = 1,57

( Hesse, hal. 433 )

Faktor permukaan gigi (Y)

Digunakan 14,5 involute

( Hesse, hal. 430 )

$$Y = 0,39 - ( 2,15 / N )$$

Untuk pinion dengan jumlah gigi 38 buah

$$Y = 0,39 - ( 2,15 / 38 )$$

$$= 0,3334$$

Untuk gear dengan jumlah gigi 189 buah

$$Y = 0,39 - ( 2,15 / 189 )$$

$$= 0,3786$$

Maka safe strenght (Fs) :

- Pinion

$$F_s = 8000 \times 0,8139 \times \frac{(12,5/1,57)}{1,57} \times 0,3334$$

$$= 11008,7330 \text{ lb}$$

- Gear

$$F_s = 8000 \times 0,8139 \times \frac{(12,5/1,57)}{1,57} \times 0,3786$$

$$= 12501,2187 \text{ lb}$$

**d. Menentukan tenaga yang ditransmisikan oleh gear drive ke pinion**

$$H_p = \frac{F_s \times V_m}{33000} \dots\dots\dots \text{ ( Pers 15-12, Hesse, hal. 430 )}$$

- Pinion

$$H_p = \frac{11008,7330 \times 137,1628}{33000}$$

$$= 45,7572 \approx 46 \text{ Hp}$$

- Gear

$$H_p = \frac{12501,2187 \times 137,1629}{33000}$$

$$= 51,9607 \approx 52 \text{ Hp}$$

**e. Menentukan batas pemakaian muatan gear drive**

Untuk mengetahui apakah beban total yang diterima oleh gear drive pada rotary dryer ini memenuhi atau tidak maka lebih dahulu memperhitungkan batas pemakaian muatan gear drive.

$$F_w = D_p \times b \times Q \times W$$

( Hesse, tabel 15-16, hal. 432 )

Dimana :

Fw = batas beban (lb)

Dp = diameter pinion (in)

b = lebar permukaan gear (in)

Q = faktor perbandingan kecepatan

W = konstanta kombinasi material (psi) untuk cast iron dan gear

Untuk hardened steel dan gear,  $W = 250$

( Hesse, tabel 15-2, hal. 432 )

$$Q = \frac{2 \times N_g}{N_g + N_p}$$

$$= \frac{2 \times 189}{189 + 38} = 1,6652$$

$$F_w = 24,2038 \times (12,5/1,57) \times 1,6652 \times 250$$

$$= 80223,2639 \text{ lb}$$

Jadi beban maksimum yang diijinkan adalah  $80223,2639 \text{ lb} = 36389,0338 \text{ kg}$

**f. Menghitung berat beban total**

- **Berat silinder ( $W_1$ )**

$$W_1 = \frac{\pi}{4} \times (D_o^2 - D_i^2) \times L \times \rho$$

$$D_o = D_i + 2 \text{ ts}$$

$$= 78,7400 + (2 \times (3/16))$$

$$= 79,1150 \text{ in} = 6,5928 \text{ ft}$$

$\rho$  carbon steel :  $489 \text{ lb/ft}^3$

$$W_1 = \frac{3,14}{4} \times (6,5828^2 - 6,5616^2) \times 22,9656 \times 489$$

$$= 3619,4113 \quad \text{lb}$$

- **Berat flight ( $W_2$ )**

$$W_2 = n \times L \times H \times t \times \rho$$

Dimana,

$n$  = jumlah flight : 5 buah

$H$  = tinggi flight :  $0,5468 \text{ ft}$

$L$  = panjang rotary dryer :  $22,9656 \text{ ft}$

$t$  = tebal flight ditetapkan :  $0,25 \text{ in} = 0,0208 \text{ ft}$

$\rho$  = densitas carbon steel :  $489 \text{ lb/ft}^3$

$$W_2 = 5 \times 22,9656 \times 0,5468 \times 0,0208 \times 489$$

$$= 639,642 \quad \text{lb}$$

- **Berat gear ( $W_3$ )**

$$W_3 = \frac{\pi}{4} \times (Dg^2 - Do^2) \times b \times \rho$$

Dimana :

$$Dg = \text{diameter gear} : 120,0012 \text{ in} = 10 \text{ ft}$$

$$Do = \text{diameter luar dryer} : 6,5928 \text{ ft}$$

$$b = \text{lebar permukaan gear} : 12,5 / 1,57 = 7,9618 \text{ in} = 0,6635 \text{ ft}$$

$$\rho = \text{densitas cast iron} : 450 \text{ lb/ft}^3 \quad (\text{Perry 6}^{\text{th}} \text{ ed, hal. 3-95})$$

$$\begin{aligned} W_3 &= \frac{3,14}{4} \times (10^2 - 6,5928^2) \times 0,6635 \times 450 \\ &= 13250,35329 \text{ lb} \end{aligned}$$

- **Berat material ( $W_4$ )**

$$\begin{aligned} W_4 &= \text{berat umpan masuk Rotary Dryer} \\ &= 11598,2745 \text{ lb} \end{aligned}$$

- **Berat riding ring ( $W_5$ )**

$$W_5 = \frac{\pi}{4} \times 2 \times (Dr^2 - Do^2) \times b \times \rho$$

Dimana,  $Dr = Dg = \text{Diameter rinding ring} = 10 \text{ ft}$

$$\begin{aligned} W_5 &= \frac{3,14}{4} \times 2 \times (10^2 - 6,5928^2) \times 0,6635 \times 450 \\ &= 26500,7066 \text{ lb} \end{aligned}$$

Jadi,

$$\begin{aligned} W \text{ total} &= W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 \\ &= 3619,4113 + 639,642 + 13250,35329 + 11598,2745 + 26500,7066 \\ &= 55608,38768 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$55608,38768 \text{ lb} < 80223,2639 \text{ lb} \text{ (memenuhi)}$$

**g. Menghitung tenaga yang dibutuhkan untuk memutar Rotary Dryer**

$$Hp = \frac{N \times [(4,75 \times Do \times W) + (0,9125 \times D \times Wt) + (0,33 \times Wt)]}{100000}$$

Dimana :

$$N = \text{putaran rotary dryer} : 4,3682 \text{ rpm}$$

$$W = \text{beban material} : 11598,2745 \text{ lb}$$

$$D = \text{diameter riding ring} : 10 \text{ ft}$$

Wt = berat total : 55608,38768 lb

Do = diameter luar shell : 6,5928 ft

Maka,

Hp =

$$\frac{4,3682 \times [(4,75 \times 6,5928 \times 11598,2745) + (0,9125 \times 10 \times 55608,38768) + (0,33 \times 55608,38768)]}{100000}$$

$$= 38,8328 \text{ Hp} \approx 39 \text{ Hp}$$

#### h. Menentukan putaran pada Reducer

Putaran pada gear drive = 21,6573 rpm

Dipilih motor dengan putaran = 200 rpm

Untuk menghitung putaran Reducer, digunakan persamaan :

$$i = \frac{N_1}{N_2} = \frac{N_2}{N_3}$$

Dimana :

i = perbandingan putaran

$N_1$  = putaran motor

$N_2$  = putaran reducer

$N_3$  = putaran gear drive

Sehingga,

$$\begin{aligned} (N_2)^2 &= N_1 \times N_3 \\ &= 200 \times 21,6573 = 4331,4600 \end{aligned}$$

$$N_2 = 65,8138 \text{ rpm}$$

Harga perbandingan putaran :

$$i = \frac{N_1}{N_2} = \frac{200}{65,8183} = 3,0389$$

### 6.3.3. Perancangan Poros Penyangga Roll Support

Dalam perancangan ini digunakan 4 roll supporting dengan 4 buah poros dengan sudut 30°.

Berat beban total : 55608,38768 lb

Sehingga setiap penyangga menerima beban vertikal (P) sebesar :

$$P = \frac{W}{a}$$

Dimana :

$$W = \text{berat beban total (lb)}$$

$$a = (L/5)$$

$$= 22,9656 / 5 = 4,5931$$

Sehingga,

$$P = \frac{55608,38768}{4,5931} = 12106,88762 \text{ lb}$$

Sedangkan beban yang diterima oleh roll support ( $P_1$ ) :

$$P/P_1 = \cos 30^\circ$$

$$P_1 = 12106,88762 / \cos 30^\circ$$

$$= 13979,8296 \text{ lb}$$

Direncanakan jenis poros support dibuat dari bahan Forget or Hot Roller Steel, (20% carbon content), maka harga ultimate tensile : 65000 psi ( Hesse, hal. 467 ). Poros support tidak berputar, hanya roll support yang berputar.

Untuk menentukan diameter poros, maka berlaku persamaan :

$$D = \left[ \frac{5,09}{s} \times ((K \times T)^2 + (B \times M)^2) \right]^{1/3} \dots\dots\dots ( \text{Pers 16-5, Hesse, hal. 420} )$$

Dimana :

$$D = \text{diameter poros (in)}$$

$$K = \text{faktor kelebihan beban tiba-tiba : 1} \dots\dots\dots ( \text{Hesse, hal. 467} )$$

$$T = \text{torque} = 0$$

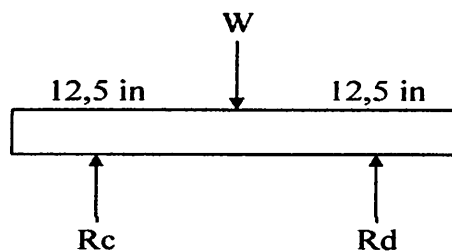
$$M = \text{momen (lb.in)}$$

$$s = \text{stress yang diijinkan} = 75\% \times 65000 \dots\dots\dots ( \text{Hesse, hal. 467} )$$

$$= 48750 \text{ psi}$$

$$B = \text{faktor momen : 1,5 - 3} \dots\dots\dots ( \text{Hesse, hal. 467} )$$

Ditetapkan panjang poros : 25 in



$$Rc + Rd = W$$

Sehingga,

$$\begin{aligned} R_c = R_d &= \frac{1}{2} W \\ &= \frac{1}{2} \times 55608,38768 \text{ lb} \\ &= 27804,19384 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Momen terbesar terdapat ditengah} &= (W/2) \times (L/2) \\ &= (55608,38768 / 2) \times (22,966 / 2) \\ &= 319269,997 \text{ lb} \end{aligned}$$

Sehingga,

$$\begin{aligned} D &= \left[ \frac{5,09}{48750} \times ((1 \times 0)^2 + (1,75 \times 319269,997)^2)^{1/2} \right]^{1/3} \\ &= 3,8783 \text{ in} = 0,3232 \text{ ft} \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh ukuran sebagai berikut :

- Diameter poros : 3,8783 in = 0,3232 ft
- Panjang poros : 25 in = 2,0833 ft
- Bahan konstruksi Forget or Hot Roller Steel (20% carbon-content) (Hesse, hal. 467)
- $\rho$  carbon steel : 489 lb/ft<sup>3</sup>
- = Berat poros =  $\frac{\pi}{4} \times D^2 \times L \times \rho$ 

$$= \frac{3,14}{4} \times 0,3232^2 \times 2,0833 \times 489$$

$$= 83,5335 \text{ lb}$$

#### a. Menghitung roll support

Direncanakan :

Bahan = cast iron

Diameter roll support = 10 in = 0,8333 ft

Lebar roll support = lebar riding ring

b = 12,5 / 1,57 = 7,9618 in = 0,6635 ft

$\rho$  cast iron = 450 lb/ft<sup>3</sup> (Perry 6<sup>th</sup> ed. tabel 3-118, hal. 3-95)

Maka berat roll support :

$$\begin{aligned} &= \frac{\pi}{4} \times b \times (D^2 - d^2) \times \rho \\ &= \frac{3,14}{4} \times 0,6635 \times (0,8333^2 - 0,3702^2) \times 450 \end{aligned}$$



$$= 130,6324 \text{ lb}$$

**b. Menghitung bearing dan housing**

Fungsi bearing atau bantalan adalah menumpu poros dan roll supporting

Direncanakan bearing jenis roll :

- Beban yang diterima roll	= 16131,8217 lb	
- Beban poros	= 83,5335 lb	
- Beban roll support	= 130,6324 lb	+
Total	= 16345,9877 lb	

Dipakai 2 buah bearing, maka setiap bearing menerima beban sebesar :

$$= 16345,9877 / 2 = 8172,993846 \text{ lb}$$

Tiap penyangga menahan 1/4 berat total,

$$= 1/4 \times 55608,38768 = 13902,09692 \text{ lb}$$

**Pemilihan bearing,**

$$P_t = \frac{P_r}{k_1 \times k_2 \times k_3 \times k_4 \times k_5}$$

Dimana :

$$P_t = \text{radial load (lb)}$$

$$P_r = \text{radial load sesungguhnya : } 8172,993846 \text{ lb}$$

$$K_1 = \frac{P_r}{P_r + P_a} + \frac{P_r}{P_r + 0} = 1$$

$$K_2 = \text{faktor yang menyangkut umur bearing} = 0,7894$$

$$K_3 = \text{faktor kecepatan putaran : } (400 / 4,3682)^{1/2} = 9,5693$$

$$K_4 = \text{faktor rotasi} = 1$$

$$K_5 = \text{faktor untuk impact load, untuk beban konstan dan tetap, } k = 1$$

Sehingga,

$$P_t = \frac{8172,993846}{1 \times 0,7894 \times 9,5693 \times 1 \times 1} = 1081,946058 \text{ lb}$$

Dari "Hesse" hal. 498, diperoleh type Cylindrical Roller Single Row dengan harga yang mendekati :

$$D = 7,250 \text{ in} = 0,6042 \text{ ft} = 0,1842 \text{ m}$$

$$L = 6,417 \text{ in} = 0,5347 \text{ ft} = 0,1630 \text{ m}$$

**Pemilihan housing,**

Dari "Hesse" hal. 490, diperoleh :

Type : Plummer Blacks ( SN-522 )

$$D = 4,00 \text{ in} = 0,3333 \text{ ft} = 0,1016 \text{ m}$$

$$E = 9,25 \text{ in} = 0,7708 \text{ ft} = 0,2350 \text{ m}$$

**6.3.4. Perancangan Sistem Pondasi**

Direncanakan sistem konstruksi pondasi beton tanpa tulang

- ( $\rho$ ) beton :  $140 \text{ lb/ft}^3$  ( *Dirjen Marga DPU dan Tenaga Kerja* )
- Tegangan beton yang diijinkan tanpa penulangan  $6 \text{ kg/m}^2$   
( *Peraturan Beton Indonesia, 1971, hal. 105* )
- Diasumsikan kondisi tanah adalah Alluvial Soil dengan tegangan yang diijinkan yaitu  $0,5 \text{ s/d } 1 \text{ ton/ft}^2$  ( *Hesse, hal. 327* )
- Direncanakan sistem konstruksi pondasi beton, campuran beton terdiri dari semen, kerikil dan pasir dengan perbandingan 1 : 2 : 3  
( *Van Denicum Teknik Sipil oleh Ir. Imam S* )

Untuk itu diadakan perbaikan, dengan cara tanah yang sudah digali selanjutnya dilapisi dengan :

- pasir kasar : 8 in
- pecahan batu kali : 6 in
- kerikil/pasir sampai rata, kemudian disiram dengan air dan dipadatkan.

Sebagai dasar perhitungan disesuaikan dengan pondasi yang tahan terhadap getaran.

**Perancangan :**

- Bentuk pondasi limas terpacung, dengan ukuran :

$$\text{Luas atas} = ( 7 \times 8 ) = 56 \text{ ft}^2$$

$$\text{Luas bawah} = ( 10 \times 12 ) = 120 \text{ ft}^2$$

$$\text{Tinggi} = 2 \text{ ft} = 24,0002 \text{ in}$$

- Volume pondasi (V)

$$V = 1/3 \times t \times [ (a \times b) + (a \times b)^{1/2} ]$$

$$= 1/3 \times 2 \times [ ( 56 + 120 ) + ( 56 \times 120 )^{1/2} ]$$

$$= 171,9837 \text{ ft}^3$$

- Berat pondasi (W)

$$\begin{aligned}
 W &= V \times \rho \\
 &= 171,9837 \text{ ft}^3 \times 140 \text{ lb/ft}^3 \\
 &= 24077,72324 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

- Beban yang diterima tanah (P)

$$\begin{aligned}
 P &= \text{berat pondasi} + \text{berat bearing} \\
 &= 24077,72324 + 16345,98769 \text{ lb} \\
 &= 40423,71093 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

- Tegangan tanah karena beban

$$\tau = \frac{P}{F} < 1 \text{ ton/ft}^2$$

Dimana, P = beban yang diterima tanah (lb)

F = luas alas (ft<sup>2</sup>)

Sehingga,

$$\begin{aligned}
 \tau &= \frac{40423,71093}{10 \times 12} \\
 &= 336,8642578 \text{ lb/ft}^2 \\
 &= 0,1528 \text{ ton/ft}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Untuk 3 pondasi} &= 3 \times 0,1528 \text{ ton/ft}^2 \\
 &= 0,4584 \text{ ton/ft}^2
 \end{aligned}$$

Karena tegangan yang terjadi akibat pembebanan kurang dari 1 ton/ft<sup>2</sup>, maka ukuran pondasi tersebut dapat digunakan.

- Menentukan slope atau sudut pondasi yang diijinkan pada tegangan

a. Panjang permukaan atas = 8 ft

b. Panjang permukaan bawah = 12 ft

Maka sudut pondasi

$$\begin{aligned}
 D &= \frac{a}{57} \sqrt{\tau} \dots\dots\dots \text{ ( Pers 12-3, Hesse, hal. 334 )} \\
 &= \frac{a}{57} \times \sqrt{0,1528} \\
 &= 0,322 a
 \end{aligned}$$

$$\text{tg } \theta = \frac{a}{D} = \frac{a}{0,322a} = 3,1056$$

Letak titik kekuatan pondasi pada 2 in diatas permukaan tanah ( *Hesse, hal. 336* )

$$\text{- Tinggi pondasi} = (2 \times 12,0001) - 2 = 22,0002 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{- Slope} &= \text{tg } \theta = \frac{(12 - 8) \times 12,0001}{22,0002} \\ &= 2,1818 \end{aligned}$$

$$2,1818 < 3,7200 \text{ (memenuhi)}$$

Dari hasil perhitungan ternyata sudut pondasi cukup memenuhi syarat karena  $\text{tg } \theta$  perhitungan  $< \text{tg } \theta$  (3,7200) yang diijinkan berdasarkan beban yang diterima tanah.

**Perhitungan :**

- Ketahanan pondasi terhadap moment akibat gaya horisontal yang terjadi pada bearing.

$$\cdot \text{Beban vertikal } (P_1) = 16131,8217 \text{ lb}$$

$$\begin{aligned} \cdot \text{Beban horizontal } (P_2) &= P_1 \sin 30^\circ \\ &= 16131,8217 \times \sin 30^\circ = 8065,9108 \text{ lb} \end{aligned}$$

- Moment akibat gaya horizontal (Mh)

$$\begin{aligned} M_h &= P_2 \times h \\ &= 8065,9108 \times 22,0002 \\ &= 177451,6519 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

- Moment akibat gaya vertikal (Mv)

$$M_v = \Sigma P \times h$$

Dimana,  $\Sigma P$  = beban yang diterima oleh suatu bearing

$$= \frac{8065,9108}{2} = 4032,9554 \text{ lb}$$

$$M_v = \Sigma P \times h$$

$$\begin{aligned} &= 4032,9554 \times 22,0002 \\ &= 88725,82594 \text{ .in} \end{aligned}$$

Jadi ketahanan terhadap moment akibat gaya horisontal cukup kuat (tidak terangkat), karena moment horizontal lebih besar dari moment vertikal sehingga ukuran pondasi memenuhi syarat.

## SPESIFIKASI ALAT ROTARY DRYER

### a. Silinder (Shell)

- Jenis = Silinder Horisontal
- Diameter = 78,7402 in = 6,5616 ft = 2 m
- Panjang = 275,5916 in = 22,9656 ft = 7 m
- Tebal = 2/16 in
- Kecepatan putaran = 4,3682 rpm
- Waktu tinggal = 1 jam
- Tenaga pemutar = 39 Hp
- Bahan konstruksi = High Alloy Steel SA 240 Grade M Type 316
- Jumlah = 1 buah

### b. Corong Pemasukan / Hopper

- Bentuk = Kerucut terpancung
- Diameter luar = 2,5 ft = 30,0003 in
- Diameter dalam = 0,75 ft = 9,0001 in
- Tinggi = 2,1499 ft = 25,7993 in
- Jumlah = 1 buah

### c. Sudu-sudu / Flight

- Jenis = Flight 72° Lip Flight
- Jarak antar sudu = 3,8568 ft = 46,2822 in
- Tinggi = 0,5468 ft = 6,5617 in
- Jumlah = 5 buah

### d. Roda gigi / Gear

- Jumlah gigi = 189 buah
- Diameter = 120,0012 in = 10 ft
- Lebar permukaan = 7,9618 in = 0,6635 ft
- Kecepatan putar = 21,6573 rpm
- Bahan konstruksi = Cast Iron
- Safe strength = 12502,5249 lb
- Pitch Line Velocity = 137,1629 ft/menit
- Daya motor = 52 Hp

### e. Gigi penggerak / Pinion

- Jumlah gigi = 38 buah
- Diameter = 24,2038 in = 2,0170 ft

- Lebar permukaan = 7,9618 in = 0,6635 ft
- Bahan konstruksi = Cast Iron
- Safe strength = 11009,8707 lb
- Pitch Line Velocity = 137,1628 ft/menit
- Daya motor = 46 Hp

**f. Poros**

- Diameter = 3,8783 in = 0,3232ft
- Panjang = 25 in = 2,0833 ft
- Bahan konstruksi = Forged or Hot Roller Steel (20% Carbon content)
- Berat poros = 83,5335 lb
- Jumlah = 4 buah

**g. Roll Supporting**

- Diameter = 10 in = 0,8332 ft
- Lebar = 7,9618 in = 0,6635 ft
- Bahan konstruksi = Cast Iron
- Berat Roll Supporting = 130,632 lb
- Jumlah = 4 buah

**h. Bearing**

- Type = Cylindrical Roller Single Row
- Diameter = 7,250 in = 0,6042 ft = 0,1842 m
- Panjang = 6,417 in = 0,5347 ft = 0,1630 m
- Jumlah = 2 buah

**i. Housing**

- Type = Plummer Blacks ( SN-522 )
- Diameter = 4,00 in = 0,3333 ft = 0,1016 m
- Panjang = 9,25 in = 0,7708 ft = 0,2350 m

**j. Pondasi**

- Bentuk = Limas terpancung
- Jumlah = 3 buah
- Bahan = Beton
- Luas atas = ( 7 x 8 ) = 56 ft
- Luas bawah = ( 10 x 12 ) = 120 ft
- Tinggi total = 2 ft

## **BAB VII**

### **INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA**

#### **7.1. Instrumentasi**

Instrumentasi merupakan bagian yang sangat penting dalam pengendalian proses produksi suatu pabrik. Sebelum dilakukan pengendalian terlebih dahulu dilakukan pengukuran. Pengukuran merupakan dasar untuk setiap pengendalian atau perencanaan proses-proses kimia dan fisika. Tanpa pengukuran tidak mungkin tercapai keselamatan, ekonomisasi dan mutu yang cukup baik di dalam industri kimia. Alat-alat ukur adalah instalasi yang mendeteksi besaran fisik berdasarkan prinsip pengukuran tertentu dan kemudian memperagakan harga ukur tersebut.

Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam pemasangan alat ukur:

1. Alat ukur harus dapat dicapai dengan mudah, supaya pengontrolan dan perawatan dapat dilaksanakan secara periodik.
2. Alat ukur harus mudah dibaca, yaitu dengan cara memasang skala penunjuk yang besar pada ketinggian mata.
3. Alat ukur harus terlindung dari pengaruh luar yang dapat merusak seperti getaran, pukulan, dingin, panas, pengotoran atau korosi, cara pencegahannya yaitu dengan memasang alat ukur dalam kotak yang kedap gas dan cairan.

Pengendalian proses secara manual makin sulit ditangani seiring dengan kebutuhan industri akan pengendalian yang makin tepat, cepat, seiring dan semakin banyaknya proses yang harus dikendalikan dalam waktu yang sama. Oleh karena itu, pengendalian otomatis makin sering digunakan.

Pengendalian dapat dibedakan menjadi:

1. Pengendalian operasi, yaitu dimana tiap perubahan kecil dari proses merupakan masukan bagi perangkat ukur yang mengakibatkan penyesuaian besaran setel.
2. Pengendalian pengamanan, yaitu dimana alat pengendali hanya bekerja bila harga toleransi dilampaui dan bila harga kembali ke daerah toleransi yang diijinkan.

3. Pengendalian penghenti, yaitu diaman alat pengendali hanya bereaksi satu kali yaitu bila harga telah melampaui harga toleransi.

Pada pra rencana pabrik RDK ini, alat-alat kontrol yang perlu digunakan adalah *Level Indicator (LI)*, *Temperature Controller (TC)*, *Flow Controller (FC)*, dan *Weight Controller (WC)*.

1. Level Indicator (LI)

Alat ini digunakan untuk mengawasi ketinggian permukaan suatu bahan dalam tangki penyimpanan.

2. Temperature Controller (TC)

Alat ini digunakan untuk mengontrol suhu, dalam peralatan proses agar suhu proses konstan.

3. Flow Controller (FC)

Alat ini dipasang pada pipa yang biasanya dikalibrasi dalam satuan volume untuk mengontrol jumlah total dan laju bahan yang masu

4. Weight Controller (WC).

Alat ini dipasang untuk menjaga berat produk yang diperoleh tetap konstan.

Table 7.1. Pemasangan alat kontrol pada pabrik RDX

No.	Nama Alat	Kode Alat	Kode Instrumentasi
1.	Tangki penyimpan $\text{HNO}_3$	F - 111	<i>Level Indicator (LI)</i>
2.	Tangki penyimpan $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$	F - 121	<i>Level Indicator (LI)</i>
3.	Nitrator	R - 110	<i>Temperature Controller (TC), Flow Controller (FC), Weight Controller (WC)</i>
4.	Reaktor	R - 120	<i>Temperature Controller (TC), Flow Controller (FC)</i>
5.	Pemanas udara	H - 142	<i>Temperature Controller (TC)</i>
6.	Bin produk	F - 147	<i>Weight Controller (WC)</i>



## 7.2. Keselamatan Kerja

Aktivitas dalam suatu pabrik umumnya berhubungan dengan resiko yang dapat mengakibatkan kerugian pada badan atau benda. Karena itu usaha-usaha keselamatan merupakan tugas sehari-hari yang harus diusahakan oleh seluruh karyawan. Dalam suatu pabrik biasanya diberikan suatu penyuluhan, pendidikan, petunjuk-petunjuk, dan peraturan agar kegiatan kerja sehari-hari berlangsung dengan aman dan bahaya-bahaya yang akan terjadi dapat diketahui sedini mungkin, sehingga dapat dihindarkan.

Macam-macam bahaya yang dapat terjadi dalam pabrik yang harus diperhatikan, yaitu:

### 1. Bahaya ledakan

Bahaya ledakan perlu mendapat perhatian yang besar karena pabrik memproduksi bahan peledak tingkat tinggi (*high explosive*). Hal-hal yang perlu diperhatikan untuk mencegah terjadinya bahaya ledakan adalah:

- Pemasangan alat kontrol yang baik, meliputi alat kontrol suhu dan tekanan.
- Pencegahan dan pengamanan yang baik terhadap bahaya kebakaran dan listrik, karena api dan listrik merupakan faktor yang dapat memicu ledakan.
- Ledakan dapat menimbulkan luka fisik bahkan kematian. Semua ledakan adalah berbahaya dan harus ditangani dengan sangat hati-hati berdasarkan prosedur keselamatan dengan petunjuk dari orang yang ahli dan berpengalaman.
- Selama penyimpanan, RDX harus dijauhkan dari gesekan, panas, listrik, dan tekanan.

### 2. Bahaya kebakaran

Bahaya kebakaran merupakan hal yang sangat membutuhkan perhatian, oleh sebab itu diperlukan pengamanan yang sebaik-baiknya, terutama dalam proses produksi. Cara menanggulangi kebakaran antara lain:

#### a. Pencegahan kebakaran

- Bagian alat-alat yang panas dan alat penyalur media pemanas harus diisolasi untuk mencegah terjadinya kebakaran.
- Pemansan tidak boleh dilakukan tanpa pengawasan yang kontinu, sebab cairan yang panas dapat meluap ke luar alat.

- Bahan-bahan yang dapat tersulut sendiri hanya boleh disimpan dalam bejana yang cocok, seperti lap-lap berminyak hanya boleh diletakan dalam bejana logam yang tertutup. Ada baiknya bejana tersebut diberi bahan pembasah dan air.
- Jika menggunakan api yang terbuka, seperti melakukan pengelasan, pembakaran, penyolderan, pemanasan dengan api langsung harus ada ijin khusus.
- Pemasangan pipa air (hidran) melingkar di seluruh lokasi pabrik.
  - Penyediaan alat pemadam kebakaran disetiap bagian pabrik, akan dipasang pada tempat yang mudah dijangkau.
- b. Pengamanan dan pengontrolan terhadap kebakaran
 

Apabila terjadi kebakaran, api harus dilokalisir agar jangan sampai menimbulkan ledakan, dan diusahakan dapat diketahui kemungkinan apa saja yang dapat terjadi dan bagaimana mengatasinya. Semua personel harus dievakuasi ke tempat yang aman, yaitu sejauh 5.000 ft (1 mil). Jika api tidak dapat ditangani sendiri oleh pabrik, maka harus segera menghubungi unti pemadam kebakaran.

### 3. Bahaya mekanik

Bahaya mekanik biasanya disebabkan oleh pengerjaan konstruksi yang tidak memenuhi syarat yang berlaku. Hal-hal yang perlu diperhatikan untuk mencegah kecelakaan adalah:

- Konstruksi harus mendapat perhatian yang tinggi.
- Poros berputar yang berada dalam daerah kontak harus diberi pelindung.
- Alat transmisi, perlengkapan roda gigi dan persneling harus dilindungi sedemikian rupa, sehingga pekerja tidak dapat menyentuh dan terbawa oleh alat tersebut.
- Mesin-mesin yang sedang berjalan harus dilindungi sedemikian rupa, sehingga bahaya karena masuknya tangan seseorang secara tidak sengaja tidak terjadi.
- Pekerjaan pembersihan dan reparasi hanya boleh dilakukan pada waktu mesin tidak berjalan. Agar mesin aman dari kemungkinan berjalan tanpa sengaja, saklar harus dikunci atau diberi sinyal tambahan.
- Perkakas yang cacat harus segera direparasi atau diganti.

#### 4. Bahaya listrik

Pada pengoperasian maupun perbaikan instalasi listrik, hendaknya selalu menggunakan alat pengaman yang disediakan pabrik, agar para pekerja dapat terjaga keselamatannya.

Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah:

- Reparasi atau pekerjaan lain pada instalasi listrik hanya boleh dilaksanakan oleh tenaga ahli (ahli listrik, ahli elektronika).
- Stop kontak, steker, kabel, dan tempat penghubung untuk alat yang dapat bergerak harus diperiksa keadaannya (isolasinya) sebelum digunakan.

#### 5. Bahaya terhadap kesehatan

Untuk menjaga kesehatan dan keselamatan karyawan, perlu adanya kesadaran dari seluruh karyawan agar dapat bekerja dengan baik, sehingga tidak membahayakan keselamatan jiwanya dan orang lain. Untuk itu, pengetahuan akan bahaya masing-masing alat sangatlah penting diketahui semua karyawan, terutama operator kontrol. Disamping itu, seluruh karyawan harus memiliki kesadaran yang tinggi untuk mematuhi semua peringatan-peringatan yang diberlakukan di beberapa area tertentu dalam pabrik.

Usaha-usaha perlindungan yang dapat dilakukan adalah:

- Menyediakan ventilasi udara yang cukup, sehingga dapat memberikan sirkulasi udara yang baik kepada karyawan, serta dapat menghindari gangguan pernapasan.
- Karyawan harus memakai alat-alat pengaman, seperti: masker, *goggles*, sarung tangan karet, celana katun, kaos kaki, dan sepatu khusus.
- Karyawan tidak mengonsumsi makanan, minuman, atau rokok di area yang mungkin terkontaminasi RDX.

Table 7.2. Penggunaan perlengkapan pengaman pada area-area tertentu

No.	Perlengkapan	Area
1.	Masker	Area storage bahan baku, area proses penanganan produk dan gudang produk
2.	Helm	Area proses dan area pengolahan air
3.	Sarung tangan karet	Area storage bahan baku, area proses bagian reaksi dan area pengolahan limbah

4.	Sepatu khusus	Area proses, area pengolahan air dan area pengolahan limbah
5.	Pemadam kebakaran	Semua bagian pabrik
6.	Alarm kebakaran	Semua area proses, gudang produk, ruang generator dan perkantoran
7.	Kacamata pelindung	Area storage bahan baku dan area proses bagian penanganan produk

Selain itu bahaya terhadap kesehatan karyawan juga perlu diperhatikan. Umumnya berasal dari bahan baku, bahan yang diproses, dan produk. RDX tidak menimbulkan iritasi pada kulit ataupun kanker. Akan tetapi bila terlalu sering berhadapan dengan RDX akan menimbulkan sakit kepala, insomnia, dan tunuh menjadi lemah. Pertolongan pertama apabila RDX kontak dengan bagian-bagian vital pada tubuh:

- Bila RDX terhirup, segera menghirup udara segar.
- Bila mata terkontak dengan RDX, segera mencuci mata dengan air. Bila terkena kulit, segera membilasnya dengan sabun dan air.
- Bila tertelan, segera meminum dua gelas air putih, dan segera memuntahkannya dengan cara memasukan jari ke dalam kerongkongan.
- Bila terkena ledakan, harus segera dibawa ke rumah sakit.



## **BAB VIII**

### **UTILITAS**

Unit utilitas merupakan salah satu bagian yang sangat penting untuk menunjang jalannya proses produksi dalam suatu industri kimia. Unit utilitas yang diperlukan pada pra-rencana Pabrik Royal Demolition eXplosive ini, yaitu :

- Air yang berfungsi sebagai air proses, air pendingin, air umpan boiler dan air sanitasi
- Steam sebagai media pemanas dalam proses produksi
- Listrik yang berfungsi untuk menjalankan alat-alat produksi, utilitas dan untuk penerangan pabrik
- Bahan bakar untuk mengoperasikan boiler dan generator.

Dari kebutuhan unit utilitas yang diperlukan, maka utilitas tersebut dibagi menjadi 3 unit, yaitu :

1. Unit pengolahan air (*Water Treatment*)
  - Air proses
  - Air pendingin
  - Air umpan boiler (penghasil steam)
  - Air sanitasi
2. Unit penyediaan tenaga listrik
3. Unit penyediaan bahan bakar

#### **8.1. Unit Pengolahan Air (*Water Treatment*)**

Berfungsi untuk memenuhi kebutuhan air baik ditinjau dari segi kualitas maupun kuantitasnya. Dari segi kualitas air menyangkut syarat air yang harus dipenuhi sedangkan dari segi kuantitas air merupakan jumlah kebutuhan air yang harus dipenuhi.

##### **8.1.1. Air Proses**

Air proses yang digunakan pada pra-rencana Pabrik Royal Demolition eXplosive ini sebesar 9469,697 kg/jam, digunakan pada Rotary Vacuum Filter (H-130).

### 8.1.2. Pendingin *Brine*

Berfungsi sebagai media pendingin pada alat perpindahan panas. Menggunakan air sebagai media pendingin ini disebabkan karena :

- mudah dikendalikan dan dikerjakan
- dapat menyerap panas
- tidak mudah menyusut karena pendinginan
- tidak mudah terkondensasi

Selain sebagai media pendingin *brine* harus memenuhi persyaratan tertentu yaitu tidak mengandung :

- besi penyebab korosi
- silika penyebab kerak
- minyak penyebab menurunnya efisiensi heat transfer yang merupakan makanan mikroba yang dapat menyebabkan terbentuknya endapan.

Pendingin *brine* pada pra-rencana Pabrik Royal Demolition eXplosive ini sebesar 22085,7674 kg/jam, digunakan untuk mendinginkan nitrator (R-110).

### 8.1.3. Air umpan boiler

Air umpan boiler merupakan bahan baku pembuatan steam yang berfungsi sebagai media pemanas. Kebutuhan steam pada Pabrik Royal Demolition eXplosive sebesar 531,1412 kg/jam, dengan temperatur 110 °C dan tekanan 14,6959 psia. Air umpan boiler disediakan dengan excess 20 % sebagai pengganti steam yang hilang, yang diperkirakan adanya kebocoran akibat dari transmisi sebesar 5 % dan faktor keamanan 10 %. Kebutuhan air umpan boiler sebanyak 1545,6591 lb/jam.

Zat-zat yang terkandung dalam air umpan boiler yang dapat menyebabkan kerusakan pada boiler adalah :

- Kadar zat terlarut (soluble matter) yang tinggi
- Zat padat terlarut (suspended solid)
- Garam-garam kalsium dan magnesium
- Zat organik (organic matter)
- Silica, sulfat, asam bebas dan oksida

Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh air umpan boiler :

- a. Tidak boleh berbuih (berbusa)

Busa disebabkan oleh adanya solid matter, suspended matter dan kebasaaan yang tinggi. Kesulitan yang dihadapi dengan adanya busa :

- Kesulitan pembacaan tinggi liquida dalam boiler
- Buih dapat menyebabkan percikan yang kuat yang mengakibatkan adanya solid-solid yang menempel dan mengakibatkan terjadinya korosi dengan adanya pemanasan lebih lanjut.

Untuk mengatasi hal ini perlu adanya pengontrolan terhadap adanya kandungan Lumpur, kerak, dan alkalinitas air umpan boiler.

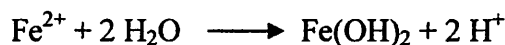
b. Tidak boleh membentuk kerak pada boiler

Kerak dalam boiler akan menyebabkan :

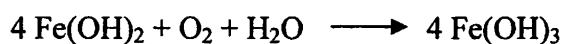
- Isolasi terhadap panas sehingga proses perpindahan panas terhambat
- Kerak yang terbentuk dapat pecah sewaktu-waktu, sehingga dapat menimbulkan kebocoran karena boiler mendapat tekanan yang kuat.

c. Tidak boleh menyebabkan korosi pada pipa

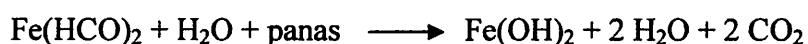
Korosi pada pipa boiler disebabkan oleh keasaman (pH rendah), minyak dan lemak, bikarbonat dan bahan organik, serta gas H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, yang terlarut dalam air. Reaksi elektrokimia antara besi dan air akan membentuk lapisan pelindung anti korosi pada permukaan baja, yaitu :



Tetapi jika terdapat oksigen dalam air, maka lapisan hydrogen yang terbentuk akan bereaksi membentuk air. Akibat hilangnya lapisan pelindung tersebut terjadilah korosi menurut reaksi :



Adanya bikarbonat dalam air akan menyebabkan terbentuknya CO<sub>2</sub>, karena pemanasan dan adanya tekanan. CO<sub>2</sub> yang terjadi bereaksi dengan air menjadi asam karbonat. Asam karbonat akan bereaksi dengan metal dan besi membentuk garam bikarbonat. Dengan adanya pemanasan (kalor), garam bikarbonat ini menjadi CO<sub>2</sub> lagi. Reaksi yang terjadi :



Air untuk keperluan ini harus memenuhi spesifikasi tertentu agar air tidak merusak boiler (ketel). Dari *Perry's 6<sup>th</sup> ed, hal. 976*, didapatkan bahwa air umpan boiler harus memenuhi spesifikasi sebagai berikut :

- Total padatan (total dissolved solid)  $\leq 3500$  ppm
- Alkanitas  $\leq 700$  ppm
- Padatan terlarut  $\leq 300$  ppm
- Silika = 60 – 100 ppm
- Besi  $\leq 0,1$  ppm
- Tembaga  $\leq 0,5$  ppm
- Oksigen  $\leq 0,007$  ppm
- Kesadahan  $\leq 0$
- Kekeruhan  $\leq 175$  ppm
- Minyak  $\leq 7$  ppm
- Residu fosfat  $\leq 140$  ppm

Untuk memenuhi persyaratan dan spesifikasi diatas, serta untuk mencegah kerusakan pada boiler, sebelum digunakan air umpan boiler harus diolah lagi terlebih dahulu melalui :

1. Demineralisasi, untuk menghilangkan ion-ion pengganggu
2. Deaerator, untuk menghilangkan gas-gas terlarut.

#### 8.1.4. Air Sanitasi

Air sanitasi digunakan untuk memenuhi kebutuhan karyawan, laboratorium, taman dan kebutuhan yang lain. Air sanitasi yang dipergunakan harus memenuhi syarat kualitas air sebagai berikut :

- a. Syarat fisik
  - Berada di bawah suhu udara
  - Warnanya jernih
  - pH netral
  - Tidak berbusa
  - Kekeruhan kurang dari 1 ppm SiO<sub>2</sub>
  - Tidak berasa
  - Tidak berbau



b. Syarat kimia

- Tidak mengandung logam berat seperti Pb, As, Cr, Cd, Hg
- Tidak mengandung zat-zat kimia beracun

c. Syarat mikrobiologis

Tidak mengandung kuman maupun bakteri, terutama bakteri patogen yang dapat merubah sifat fisik air

Kebutuhan air sanitasi pada Pra Rencana Pabrik Royal Demolition eXplosive ini adalah:

1. Untuk kebutuhan karyawan

Menurut standar WHO kebutuhan air untuk tiap orang = 120 L/hari/orang

2. Untuk laboratorium dan taman.

Direncanakan kebutuhan air untuk taman dan laboratorium adalah sebesar 50% dari kebutuhan karyawan.

3. Untuk pemadam kebakaran dan cadangan air.

Air sanitasi untuk pemadam kebakaran dan air cadangan direncanakan sebesar 40% dari kebutuhan air untuk karyawan, laboratorium dan taman.

Total kebutuhan air sanitasi untuk pra-rencana Pabrik Royal Demolition eXplosive ini sebesar 3010,9363 kg/jam.

### **Proses Pengolahan Air Pada Unit Pengolahan Air**

Air kawasan yang di *supply* dari PT. Krakatau Tirta Industri digunakan untuk memenuhi kebutuhan air proses, air pendingin, air umpan boiler dan air sanitasi.

Proses pengolahan air kawasan tersebut adalah sebagai berikut:

Air kawasan dipompa dengan pompa (L-210) menuju bak air bersih (F-210).

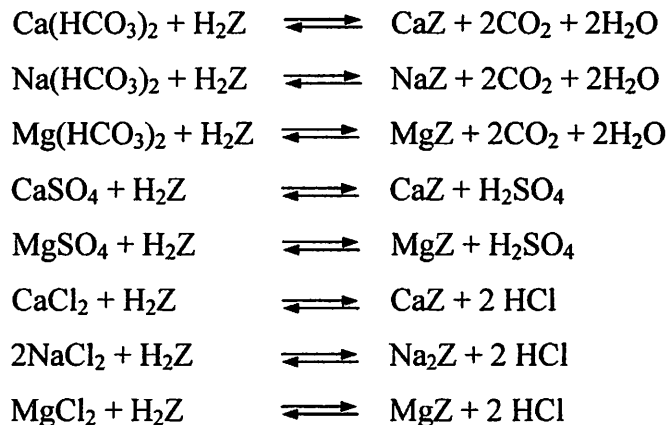
Kemudian dipompa dan diolah sesuai dengan fungsinya masing-masing, yaitu :

**a. Pengolahan air proses**

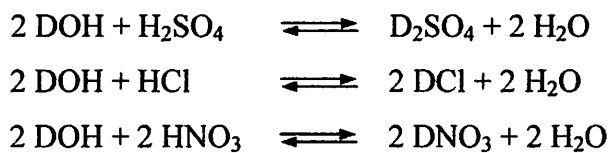
Pelunakan air proses yang dilakukan dengan pertukaran ion dalam demineralisasi yang terdiri dari dua tangki, yaitu tangki kation exchanger (D-210A) dan anion exchanger (D-210B). Kation exchanger yang digunakan adalah resin zeolit (H<sub>2</sub>Z) dan anion yang digunakan adalah deacidite (DOH).

Pompa air bersih (L-219) memompakan air dari bak air bersih (F-218) dan dipisahkan menjadi 3 aliran (air proses dan umpan boiler, air pendingin, air sanitasi). Untuk aliran yang pertama (air proses dan umpan boiler) dialirkan menuju

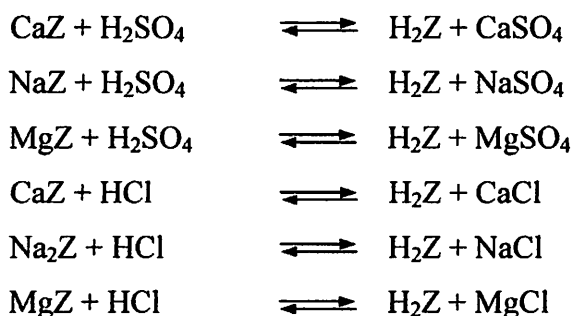
kation exchanger (D-210A). Dalam tangki kation exchanger terjadi reaksi-reaksi sebagai berikut :



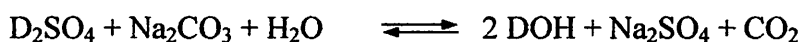
Ion-ion bikarbonat, sulfat dan klor diikat dengan ion Z membentuk  $\text{CO}_2$  dan air,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dan  $\text{HCl}$ . Selanjutnya air yang bersifat asam ini dialirkan ke tangki anion exchanger (D-210B) untuk dihilangkan anion-anion yang mengganggu proses. Resin yang dipakai dalam anion exchanger adalah Deacidite (DOH). Dalam tangki anion exchanger terjadi reaksi sebagai berikut :

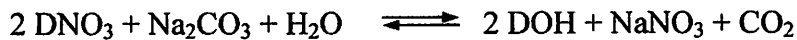
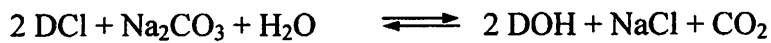


Pemakaian resin yang terus menerus menyebabkan resin tidak aktif lagi. Hal ini dapat diketahui dengan pemeriksaan kesadahan air proses dan umpan boiler. Resin yang sudah tidak aktif menunjukkan bahwa resin sudah tidak jenuh dan perlu diregenerasi. Regenerasi kation exchanger dilakukan dengan menggunakan asam sulfat atau asam klorida. Dengan reaksi sebagai berikut :



Sedangkan regenerasi anion exchanger dengan menggunakan larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  atau  $\text{NaOH}$ . Reaksi yang terjadi sebagai berikut :





Setelah keluar dari demineralisasi, air proses dan umpan boiler telah terbebas dari ion-ion pengganggu. Untuk memenuhi kebutuhan air proses dan umpan boiler, air lunak ditampung dalam bak air lunak (F-212). Pompa air lunak (L-213) memompakan air dari bak air lunak dan dipisahkan menjadi 2 aliran (air proses, air umpan boiler), aliran yang pertama (air proses) langsung dialirkan ke peralatan proses. Untuk aliran yang kedua (air umpan boiler) harus dilakukan treatment lanjutan.

**b. Pengolahan air pendingin**

Untuk memenuhi kebutuhan air pendingin, dilakukan dengan mengalirkan air pendingin dari bak air bersih (F-210) kemudian didistribusikan ke peralatan dengan pompa (L-222).

**c. Pengolahan air umpan boiler**

Untuk kebutuhan air umpan boiler dipakai air dari bak air lunak (F-212) yang melalui treatment lanjutan. Air lunak tersebut dipompakan oleh pompa air lunak (L-213) ke deaerator (D-14) untuk menghilangkan gas impurities pada air umpan boiler dengan sistem pemanasan. Dari deaerator air ditampung dalam bak Boiler Feed Water (F-215), kemudian diumpakan ke boiler (Q-217) dengan pompa ke boiler (L-216). Steam yang dihasilkan boiler didistribusikan ke peralatan dan kondensat yang dihasilkan direcycle.

**d. Pengolahan air sanitasi**

Air dari bak air bersih (F-210) dialirkan oleh pompa (L-219) menuju bak klorinasi (F-220) dan ditambahkan desinfektan klor ( $\text{Cl}_2$ ) sebanyak 1 ppm yang diinjeksikan langsung kedalam pipa. Dari bak klorinasi, air dialirkan menuju bak air sanitasi (F-222) dengan menggunakan pompa (L-221) dan siap digunakan sebagai air sanitasi.

**8.2. Unit Penyediaan Tenaga Listrik**

Listrik yang dibutuhkan pada pra-rencana Pabrik Royal Demolition eXplosive ini adalah meliputi :

- Peralatan proses Industri = 129 Hp = 96,1953 kW
- Daerah pengolahan air = 58 Hp = 43,2506 kW

- Listrik untuk penerangan = 300,555 kW

Kebutuhan listrik untuk proses, penerangan, instrumen dan lain-lain dipenuhi oleh PLN. Sedangkan apabila suplai listrik dari PLN mati, maka digunakan satu generator AC bertenaga diesel dengan power 498 kV.A, satu buah generator tambahan digunakan sebagai cadangan.

### 8.3. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan pada pabrik, yaitu pada boiler dan generator sebesar 1806,0478 L/hari. Bahan bakar yang digunakan adalah diesel oil. Pemilihan jenis bahan bakar yang digunakan berdasarkan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut :

- Harganya relatif murah
- Mudah didapat
- Viscositasnya relatif lebih rendah sehingga mudah mengalami pengabutan
- Heating valuenya relatif tinggi
- Tidak menyebabkan kerusakan pada alat-alat

Dari tabel 9.9 dan fig. 9-9, Perry 6<sup>th</sup> ed, spesifikasi bahan bakar didapat :

- Flash point = 38°C (100 °F)
- Pour point = -6°C (21,2 °F)
- Densitas = 55 lb/ft<sup>3</sup>
- Heating value = 19000 Btu/lb

### Pengolahan Limbah

Pada pra-rencana Pabrik Royal Demolition eXplosive ini memiliki kepedulian terhadap lingkungan disekitarnya. Bentuk kepedulian tersebut antara lain diwujudkan melalui pemantauan analisa mengenai dampak lingkungan, menyusun rencana pengelolaan lingkungan dan rencana pemantauan lingkungan.

Limbah yang dihasilkan dari pabrik Royal Demolition eXplosive adalah :

Limbah Gas.

Limbah gas yang dihasilkan berasal dari Cyclone ( H-146 ) dan pembakaran bahan bakar yang digunakan pada unit utilitas. Untuk mengatasinya, asap yang dihasilkan dilewatkan melalui sebuah cerobong yang cukup tinggi dan disemprot dengan air

untuk menangkap abu dan gas yang berbahaya, sehingga tidak mengganggu lingkungan dan masyarakat sekitarnya.

#### Limbah Cair

Limbah cair yang dihasilkan berupa cairan. Untuk penanganannya menggunakan beberapa tahap :

a. Pengolahan Pendahuluan (Pre Treatment)

Pada proses ini dilakukan pengambilan benda-benda terapung.

b. Pengolahan Pertama (Primary Treatment)

Pada tahap pengolahan ini bertujuan untuk mengendapkan padatan-padatan dan zat-zat yang terlarut yang tidak dapat mengendap secara grafitasi, dengan menambahkan zat kimia tertentu sebagai flokulan dan koagulan.

c. Pengolahan Kedua (Secondary Treatment)

Pengolahan kedua menggunakan proses biologis untuk mengurangi bahan-bahan organik melalui mikroorganisme yang ada didalamnya. Pada tahap ini juga dilakukan aerasi yang bertujuan untuk meningkatkan kandungan oksigen dalam limbah cair tersebut. Proses aerasi ini dilakukan hingga didapatkan nilai BOD, COD, dan DO yang memenuhi standard yang telah ditetapkan pemerintah.

d. Pengolahan Ketiga (Tertiary Treatment)

Pengolahan ketiga dilakukan untuk menetralkan pH limbah cair dan membunuh bakteri dengan cara menambahkan zat penetral dan desinfektan ke dalamnya. Dalam proses ini juga digunakan karbon aktif dan ion exchanger untuk menyerap ion-ion yang terlarut dalam limbah.



## **BAB IX**

### **LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK**

#### **9.1. Lokasi Pabrik**

Dasar pemilihan untuk penentuan lokasi dari suatu perusahaan adalah sangat penting sehubungan dengan perkembangan ekonomi dan sosial dari masyarakat karena akan mempengaruhi kedudukan perusahaan dalam persaingan dan menentukan kelangsungan hidup perusahaan selanjutnya.

Oleh karena itu perlu diadakan seleksi dan evaluasi, sehingga lokasi memenuhi persyaratan bila ditinjau dari segala segi. Faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik dibagi menjadi dua golongan, yaitu :

1. Faktor Utama
  - a. Penyediaan bahan baku
  - b. Pemasaran ( marketing )
  - c. Utilitas ( sumber air, listrik dan bahan bakar )
  - d. Keadaan geografis dan masyarakat
2. Faktor Khusus
  - a. Transportasi
  - b. Tenaga kerja
  - c. Buangan pabrik ( disposal )
  - d. Pembuangan limbah
  - e. Site dan karakteristik dari lokasi
  - f. Peraturan perundang-undangan

##### **9.1.1. Faktor Utama**

- a. Penyediaan Bahan Baku

Ditinjau dari tersedianya bahan baku dan harga dari bahan baku, maka pabrik hendaknya didirikan dekat dengan sumber bahan baku itu.

Hal-hal yang perlu diperhatikan mengenai bahan baku adalah :

- Letak sumber bahan baku.
- Kapasitas sumber bahan baku dan berapa lama sumber tersebut dapat diandalkan pengadaannya.
- Kualitas bahan baku yang ada dan apakah kualitas ini sesuai dengan persyaratan yang dibutuhkan.
- Cara mendapatkan bahan baku dan pengangkutan.

b. Pemasaran

Pemasaran merupakan salah satu faktor penting dalam industri kimia. Karena berhasil atau tidaknya pemasaran akan menentukan keuntungan industri tersebut.

Hal-hal yang harus diperhatikan adalah :

- Tempat produk yang akan dipasarkan.
- Kebutuhan produk saat sekarang dan akan datang.
- Pengaruh persaingan yang ada.
- Jarak pemasaran dari lokasi, dan sarana pengangkutan untuk daerah pemasaran

c. Utilitas

Unit utilitas dalam suatu pabrik sangatlah penting karena merupakan sarana bagi kelancaran proses produksi. Unit utilitas terdiri dari air, listrik dan bahan bakar.

▪ *Air*

Air merupakan kebutuhan yang penting dalam industri kimia. Air digunakan untuk kebutuhan proses, media pendingin, air sanitasi dan kebutuhan lainnya.

Untuk memenuhi kebutuhan ini, air dapat diambil dari tiga macam sumber yaitu air kawasan, air sungai, dan air dari PDAM.

Untuk itu perlu diperhatikan mengenai :

- Sampai berapa jauh sumber ini dapat melayani kebutuhan pabrik
- Kualitas sumber air yang tersedia
- Pengaruh musim terhadap kemampuan penyediaan.

Untuk memenuhi kebutuhan air sehari-hari diambil dua sumber : air sungai dan air PDAM. Air sungai diolah terlebih dahulu pada unit utilitas untuk menghasilkan air yang berkualitas sesuai dengan ketentuan. Air PDAM hanya

bersifat cadangan. Air PDAM juga digunakan untuk sanitasi dan untuk kebutuhan proses (air pendingin).

▪ ***Listrik dan Bahan Bakar***

Listrik dan bahan bakar dalam industri mempunyai peranan yang sangat penting terutama sebagai motor penggerak, penerangan dan untuk memenuhi kebutuhan yang lainnya. Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

- Ada atau tidaknya listrik di daerah tersebut
- Jumlah listrik di daerah tersebut
- Harga tenaga listrik
- Persediaan tenaga listrik di masa mendatang
- Mudah atau tidaknya mendapatkan bahan bakar.

d. **Iklm dan Alam Sekitarnya**

Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

- Keadaan alam

Keadaan alam yang menyulitkan konstruksi akan mempengaruhi spesifikasi peralatan serta konstruksi peralatan.

- Keadaan angin

Kecepatan dan arah angin pada situasi terburuk yang pernah terjadi pada tempat tersebut yang akan mempengaruhi peralatan.

- Gempa bumi yang pernah terjadi.
- Kemungkinan perluasan di masa yang akan datang.

**9.1.2. Faktor Khusus**

a. **Transportasi.**

Masalah transportasi perlu diperhatikan agar kelancaran supply bahan baku dan penyaluran produk dapat terjamin dengan biaya yang serendah mungkin dan dalam waktu yang singkat. Karena itu perlu diperhatikan fasilitas-fasilitas yang ada seperti :

- Jalan raya yang dapat dilalui oleh kendaraan roda empat
- Jalan/rel kereta api
- Adanya pelabuhan
- Sungai yang dapat dilayari oleh kapal dan perahu.



b. Buangan Pabrik

Apabila buangan pabrik berbahaya bagi kehidupan disekitarnya, maka ada beberapa hal yang harus diperhatikan :

- Cara pengeluaran bentuk buangan, terutama yang berhubungan dengan peraturan pemerintah dan peraturan setempat.
- Masalah pencemaran yang mungkin timbul

c. Tenaga Kerja

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

- Mudah atau tidaknya mendapatkan tenaga kerja yang diinginkan
- Keahlian dan pendidikan tenaga kerja yang ada
- Tingkat penghasilan tenaga kerja di daerah tersebut.

d. Site Karakteristik dari Lokasi

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam memilih lokasi adalah :

- Apakah daerah tersebut merupakan lokasi bebas sawah, rawa, bukit, dan sebagainya.
- Harga tanah dan fasilitas lainnya.

e. Faktor Lingkungan

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

- Apakah merupakan daerah pedesaan atau perkotaan
- Fasilitas rumah dan tempat ibadah.

f. Peraturan dan Perundang-undangan

Hal-hal yang perlu ditinjau :

- Ketentuan-ketentuan mengenai daerah tersebut
- Ketentuan mengenai jalan umum yang ada
- Ketentuan mengenai jalan umum bagi industri di daerah tersebut.

g. Pembuangan Limbah

Hal ini berkaitan dengan usaha pencegahan terhadap pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh buangan pabrik yang berupa gas, cair maupun padat, dengan memperhatikan peraturan pemerintah.

Berdasarkan faktor-faktor di atas daerah yang menjadi alternatif pilihan lokasi pendirian pabrik RDX (Royal Demolition Explosive) terletak di Kawasan Industri

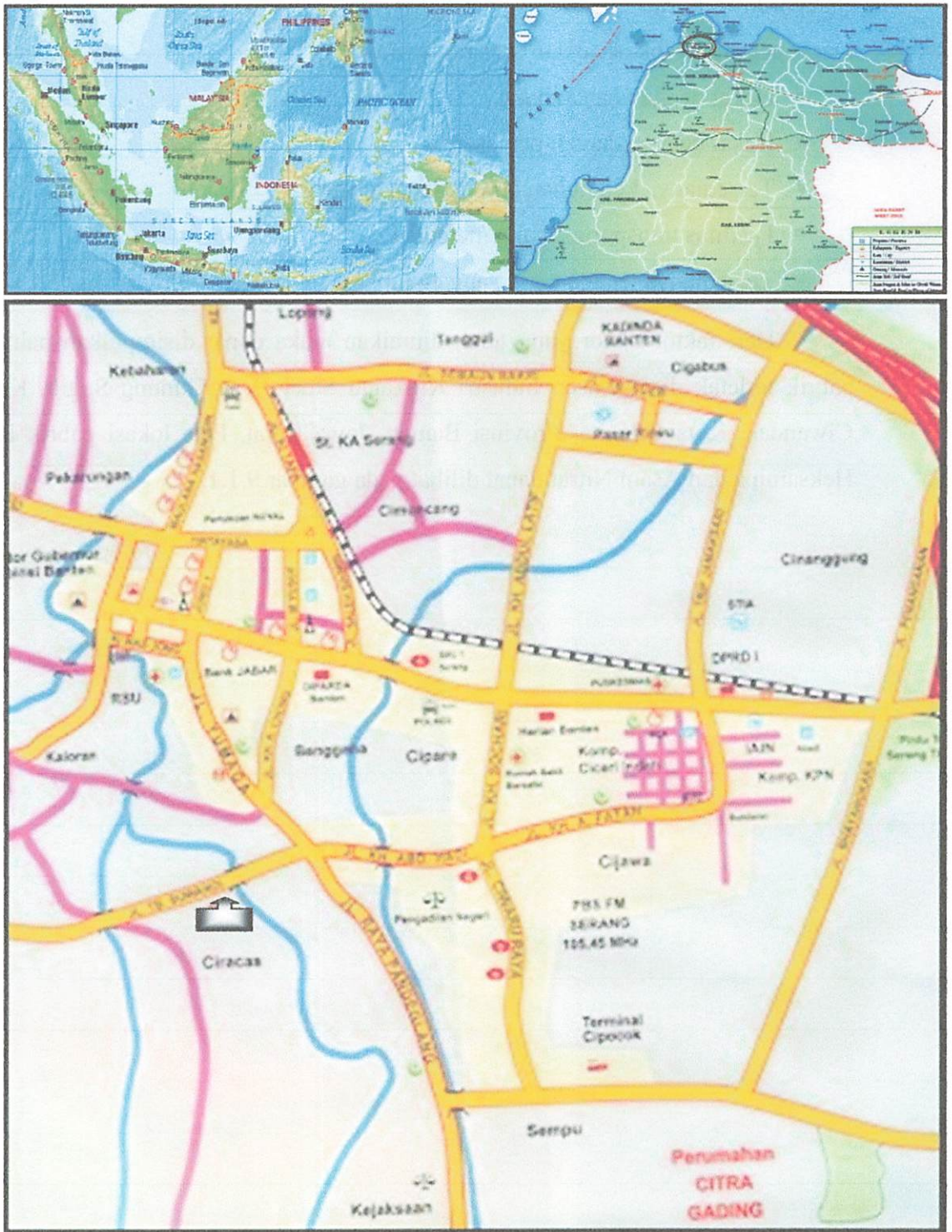
Krakatau Steel Desa Gunung Sugih, Kecamatan Ciwandan, Kota Cilegon, Provinsi Banten, Jawa Barat.

Dasar pemilihan lokasi adalah sebagai berikut :

- Dekat dengan bahan baku.
- Dekat dengan daerah pemasaran.
- Tersedianya kebutuhan air dan tenaga listrik.
- Fasilitas transportasi yang memadai.
- Tersedianya tenaga kerja yang cukup.

Dari faktor-faktor yang telah diuraikan maka dapat disimpulkan bahwa lokasi pabrik terletak di Kawasan Industri Krakatau Steel Desa Gunung Sugih, Kecamatan Ciwandan, Kota Cilegon, Provinsi Banten, Jawa Barat. Peta lokasi pabrik RDX dari Heksamina dan Asam Nitrat dapat dilihat pada gambar 9.1.1.

### Peta Kota Cilegon – Jawa Barat



 = Lokasi Pabrik RDX

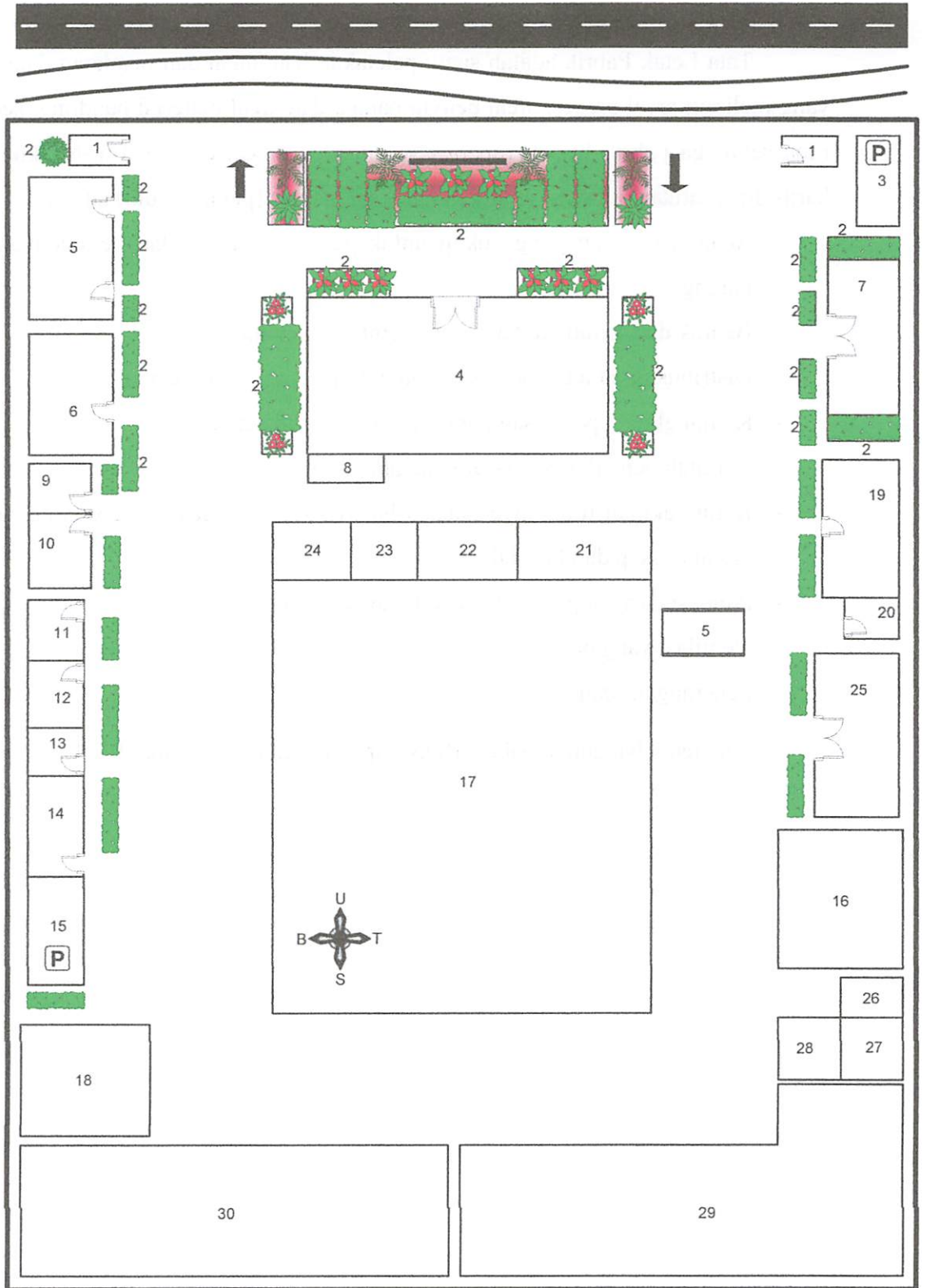
Gambar 9.1.1. Peta Lokasi Pabrik RDX

## **9.2. Tata Letak Pabrik (Plant Lay Out)**

Tata Letak Pabrik adalah suatu peletakan bangunan dan peralatan dalam pabrik, yang meliputi areal proses, areal penyimpanan, dan areal material handling, sedemikian rupa sehingga pabrik bisa beroperasi secara efektif dan efisien. Hal-hal khusus yang harus diperhatikan dalam pengaturan tata letak pabrik (plant lay out) adalah :

- Adanya ruangan yang cukup untuk gerakan pekerja dan pemindahan barang-barang.
- Bentuk dari kerangka bangunan, tembok, dan atap.
- Distribusi secara ekonomis dari kebutuhan air, steam, dan lain-lain.
- Kemungkinan perluasan pabrik di masa mendatang.
- Masalah penyaluran zat-zat buangan pabrik.
- Kemungkinan timbulnya bahaya-bahaya seperti ledakan, kebakaran, timbulnya gas atau asap dan lain-lain.
- Pondasi dari bangunan dan peralatan kerja (mesin-mesin).
- Ventilasi yang baik.
- Penerangan ruangan

Tata letak bangunan pabrik RDX dapat dilihat pada gambar 9.2.1.



Gambar 9.2.1. Tata Letak Pabrik RDX

Keterangan Gambar 9.2.1 :

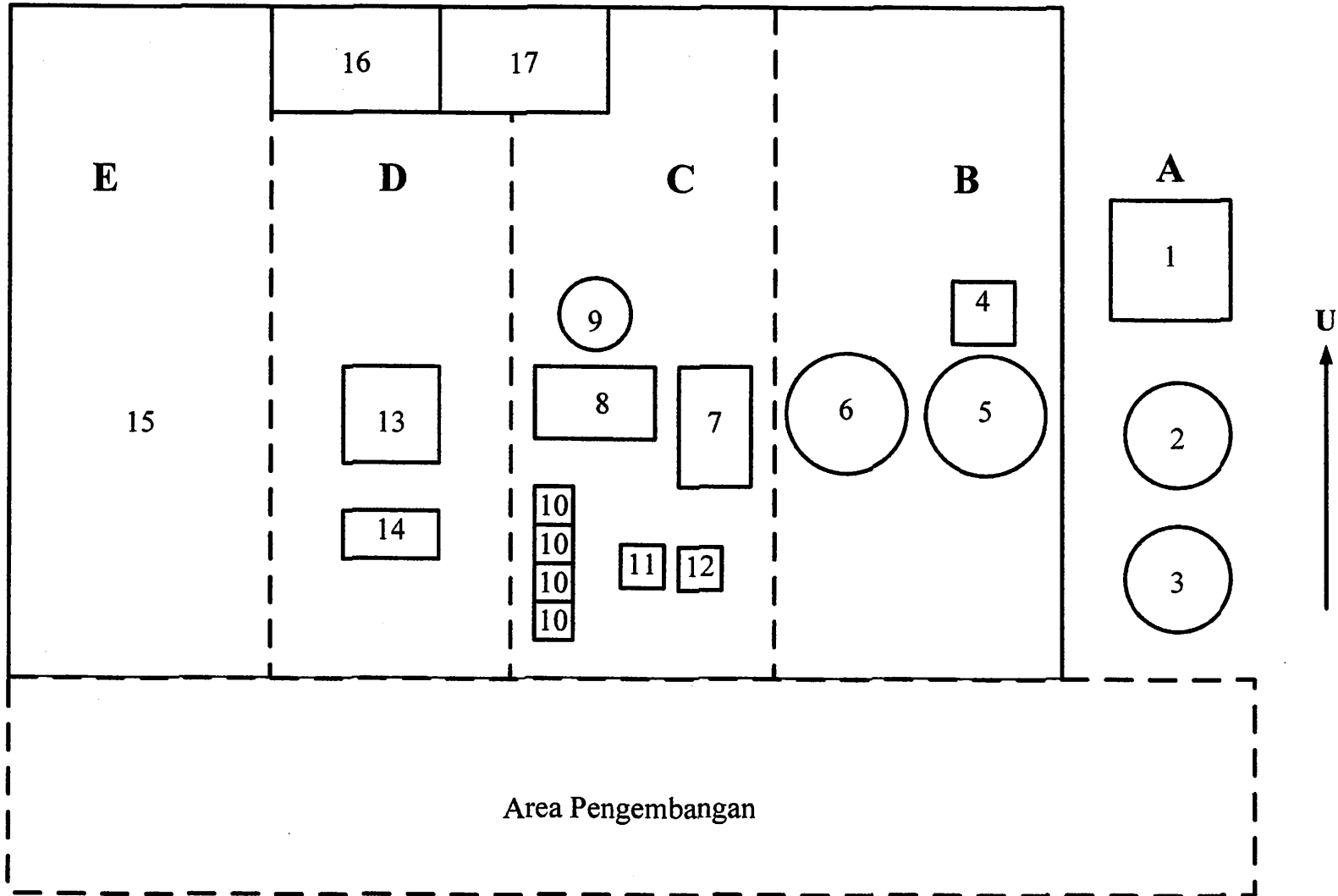
1. Pos keamanan/ penjagaan
2. Taman
3. Parkir tamu
4. Kantor pusat
5. Pos penimbangan
6. Gedung serbaguna (aula)
7. Kantor Penelitian dan Pengembangan (R & D)
8. Dapur
9. Perpustakaan
10. Musholla
11. Kantin
12. Koperasi
13. Poliklinik
14. Pemadam kebakaran
15. Parkir kendaraan operasional dan karyawan
16. Gudang bahan baku
17. Area proses
18. Gudang produk
19. Manager Produksi dan Teknik
20. Departemen Produksi
21. Departemen Teknik
22. Ruang kontrol
23. Garasi
24. Bengkel
25. Laboratorium dan Pengendalian Mutu
26. Generator
27. Ruang bahan bakar
28. Ruang boiler
29. Utilitas
30. Area perluasan pabrik

### **9.3. Tata Letak Peralatan Proses**

Dalam pengaturan peralatan (equipment lay out) beberapa faktor yang harus diperhatikan, antara lain :

- Letak ruangan yang cukup antara peralatan yang satu dengan lainnya untuk memudahkan pemeriksaan, perawatan serta dapat menjamin keselamatan kerja.
- Diusahakan agar setiap alat tersusun berurutan menurut fungsinya masing-masing, sehingga tidak menyulitkan dalam pengoperasian.
- Walaupun dalam ruangan penuh alat, harus diusahakan dapat menimbulkan suasana kerja yang menyenangkan.
- Letak peralatan harus memperhatikan keselamatan kerja operatornya.

Tata letak peralatan proses dapat dilihat pada gambar 9.3.1.



Gambar 9.3.1. Tata Letak Peralatan Proses (Process Layout)



Keterangan gambar 9.3.1 :

1. Tangki Pelarut Ammonium Klorida ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ ) (M-114 A)
2. Tangki Pelarut Natrium Klorida (NaCl) (M-114 B)
3. Reaktor (R-110)
4. Rotary Drum Vacuum Filter (H-122)
5. Evaporator (V-120A/B)
6. Kristalliser (X-130)
7. Centrifuge (H-132)
8. Rotary Dryer (B-140)
9. Cyclone (H-145)
10. Screen (H-147)
11. Bin Penampung (F-148 A)
12. Pengemasan (P-148 B)
13. Gudang Penyimpanan Produk (F-149)

## 9.2. Perkiraan Luas Pabrik

Perkiraan luas tanah untuk masing-masing bangunan pada pabrik ammonium klorida dapat dilihat pada tabel 9.1.

Tabel 9.1. Perkiraan Luas Pabrik

No	Lokasi	Ukuran ( m )	Luas	
			m <sup>2</sup>	ft <sup>2</sup>
1	Pos Keamanan	( 3 × 3 ) × 2	18	193,75
2	Taman	100 × 3	300	3229,09
3	Parkir Tamu	5 × 3	15	161,45
4	Parkir Karyawan	8 × 5	40	430,55
5	Parkir Truk	25 × 10	250	2690,91
6	Departemen Administrasi	100 × 5	500	5381,82
7	Kantin	5 × 5	25	269,09
8	Perpustakaan	8 × 5	40	430,55
9	Aula	20 × 10	200	2152,73
10	Kantor Divisi Litbang	24 × 5	120	1291,64
11	Departemen Teknik	24 × 5	120	1291,64

12	Departemen Produksi	24 × 5	120	1291,64
13	Mushola	10 × 6	60	645,82
14	Koperasi	6 × 5	30	322,91
15	Poliklinik	6 × 6	36	387,49
16	Bengkel & Garasi	12 × 9	108	1162,47
17	Laboratorium	9 × 5	45	484,36
18	Quality Control	9 × 5	45	484,36
19	Area Proses Produksi	400 × 100	40000	430545,95
20	Ruang Kontrol	9 × 5	45	484,36
21	Gudang Bahan Baku	50 × 17	850	9149,10
22	Gudang Produk	50 × 8	400	4305,46
23	Pos Penimbangan	10 × 8	80	861,09
24	Ruang Bahan Bakar	10 × 10	100	1076,36
25	Ruang Boiler	10 × 10	100	1076,36
26	Ruang Generator	10 × 6	60	645,82
27	Area Pengolahan Air	100 × 75	7500	80727,36
28	Area Pengolahan Limbah	20 × 15	300	3229,09
29	Pemadam Kebakaran	10 × 5	50	538,18
30	Toilet	(2 × 2) × 8	64	688,87
31	Pembuatan Slidge Jalan	-	2000	21527,30
32	Area Perluasan Pabrik	100 × 100	10000	107636,49
<b>Total</b>			<b>63621</b>	<b>684794,09</b>

Kebutuhan tanah = 63621 m<sup>2</sup>



12	Department of...	100	100
13	...	100	100
14	...	100	100
15	...	100	100
16	...	100	100
17	...	100	100
18	...	100	100
19	...	100	100
20	...	100	100
21	...	100	100
22	...	100	100
23	...	100	100
24	...	100	100
25	...	100	100
26	...	100	100
27	...	100	100
28	...	100	100
29	...	100	100
30	...	100	100
31	...	100	100
32	...	100	100
33	...	100	100
34	...	100	100
35	...	100	100
36	...	100	100
37	...	100	100
38	...	100	100
39	...	100	100
40	...	100	100
41	...	100	100
42	...	100	100
43	...	100	100
44	...	100	100
45	...	100	100
46	...	100	100
47	...	100	100
48	...	100	100
49	...	100	100
50	...	100	100
51	...	100	100
52	...	100	100
53	...	100	100
54	...	100	100
55	...	100	100
56	...	100	100
57	...	100	100
58	...	100	100
59	...	100	100
60	...	100	100
61	...	100	100
62	...	100	100
63	...	100	100
64	...	100	100
65	...	100	100
66	...	100	100
67	...	100	100
68	...	100	100
69	...	100	100
70	...	100	100
71	...	100	100
72	...	100	100
73	...	100	100
74	...	100	100
75	...	100	100
76	...	100	100
77	...	100	100
78	...	100	100
79	...	100	100
80	...	100	100
81	...	100	100
82	...	100	100
83	...	100	100
84	...	100	100
85	...	100	100
86	...	100	100
87	...	100	100
88	...	100	100
89	...	100	100
90	...	100	100
91	...	100	100
92	...	100	100
93	...	100	100
94	...	100	100
95	...	100	100
96	...	100	100
97	...	100	100
98	...	100	100
99	...	100	100
100	...	100	100

Kebudayaan adalah...



## **BAB X**

### **STRUKTUR ORGANISASI PERUSAHAAN**

Dalam menciptakan suatu pengelolaan perusahaan agar menciptakan sasaran secara efektif dan hasil produksi yang besar, maka harus diperhitungkan elemen dasar yang diperlukan dalam suatu perusahaan sebagai alat pelaksanaannya.

Elemen dasar itu terdiri dari :

- Manusia (man)
- Bahan (Material)
- Mesin (Machine)
- Metoda (Method)
- Uang (Money)
- Pasar (Market)

Elemen dasar tersebut menjadi faktor utama untuk menjalankan suatu perusahaan mencapai tujuannya secara bersama-sama dalam organisasi perusahaan.

Kelancaran dan kontinuitas suatu pabrik merupakan hal yang penting dan menjadi tujuan utama setiap perusahaan. Hal tersebut dapat ditunjang dengan adanya struktur organisasi yang baik.

Struktur organisasi dapat memberikan wewenang pada setiap perusahaan untuk melaksanakan tugas yang dibebankan kepadanya. Juga mengatur sistem dan hubungan struktural antar fungsi atau orang – orang dalam hubungan satu dengan yang lainnya pada pelaksanaan fungsi mereka.

#### **10.1. Dasar Perusahaan**

Bentuk perusahaan : Perseroan Terbatas (PT)

Lokasi pabrik : **Kawasan Industri Krakatau Steel Desa Gunung Sugih,  
Kecamatan Ciwandan, Kota Cilegon, Provinsi Banten,  
Jawa Barat**

Kapasitas produksi : 50.000 ton/tahun

Status investasi : Penanaman Modal Dalam Negeri (PMDN).

## 10.2. Bentuk Perusahaan

Pabrik Royal Demolition Explosive (RDX) ini direncanakan berstatus perusahaan swasta nasional yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT), bentuk ini digunakan dengan alasan :

1. Kedudukan atau wewenang antara pimpinan perusahaan dan para pemegang saham (pemilik) terpisah satu sama lain.
2. Terbatasnya tanggung jawab para pemegang saham karena segala sesuatu yang menyangkut kelancaran perusahaan dipegang oleh pimpinan perusahaan dan setiap pemegang saham hanya mungkin menderita kerugian sebesar jumlah yang ditanamkan pada PT yang bersangkutan.
3. Kemungkinan terhimpunnya modal yang besar dan mudah, yaitu dengan membagi modal atas sejumlah saham-sahamnya. PT dapat menarik modal dari banyak orang.
4. Kehidupan PT lebih terjamin karena tidak berpengaruh oleh berhentinya salah seorang pemegang saham, direktur atau karyawan. Ini berarti suatu PT mempunyai potensi hidup lebih permanen dari bentuk perusahaan lainnya.
5. Adanya efisiensi dalam perusahaan. Tiap bagian dalam PT dipegang oleh orang yang ahli dalam bidangnya. Tiap orang atau tiap bagian mempunyai bagian dengan tugas yang jelas, sehingga ada dorongan untuk mengerjakan sebaik-baiknya.

## 10.3. Struktur Organisasi

Struktur organisasi yang digunakan adalah sistem garis dan staff. Alasan pemilihan sistem garis dan staff adalah :

1. Biasa digunakan untuk organisasi yang cukup besar dengan produksi terus menerus
2. Terdapat satu kesatuan pimpinan dan perintah, sehingga disiplin kerja lebih baik
3. Sering digunakan dalam perusahaan yang memproduksi secara massal
4. Masing-masing kepala bagian/manager secara langsung bertanggung jawab atas aktivitas yang dilakukan untuk mencapai tujuan
5. Pimpinan tertinggi pabrik dipegang oleh seorang direktur yang bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris. Anggota Dewan Komisaris merupakan wakil-wakil dari pemegang saham dan dilengkapi dengan staff ahli yang bertugas memberikan saran kepada direktur.

Di samping alasan tersebut ada beberapa kebaikan yang dapat mendukung pemakaian sistem organisasi staf dan garis yaitu :

1. Dapat digunakan oleh setiap organisasi besar, apapun tujuannya, betapapun luas tugasnya dan betapapun kompleks susunan organisasinya.
2. Pengambilan keputusan yang sehat lebih mudah dapat diambil, karena adanya staf ahli.
3. Perwujudan “**the right man in the right place**” lebih mudah dilaksanakan.

Dari kelebihan-kelebihan sistem organisasi garis dan staf di atas maka dapat dipakai sebagai bahan pertimbangan untuk menentukan sistem organisasi perusahaan pada Pra Rencana Pabrik Ammonium Klorida ini, yaitu menggunakan sistem organisasi garis dan staf. Pembagian tanggung jawab dan wewenang berdasarkan departementasi. Pada setiap departemen dibagi lagi menjadi bagian-bagian yang lebih kecil lagi yaitu divisi. Selanjutnya tiap divisi dibagi lagi menjadi unit-unit.

Setiap departemen dipimpin oleh seorang manajer yang dibantu oleh asisten manajer, sedangkan untuk divisi dikepalai oleh seorang divisi manajer yang dibantu oleh asisten divisi manajer.

#### **10.4. Tugas dan Tanggung Jawab Organisasi (Job Description)**

##### **1. Pemegang Saham**

Pemegang saham adalah sekelompok orang yang ikut dalam pengumpulan modal untuk mendirikan pabrik dengan cara membeli saham perusahaan. Pemegang saham adalah pemilik perusahaan yang besarnya tergantung dari prosentase kepemilikan saham. Kekayaan pribadi pemegang saham tidak dipertanggungjawabkan sebagai jaminan atas hutang-hutang perusahaan. Penanam saham wajib menanamkan modalnya paling sedikit 1 tahun. Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) adalah rapat dari pemegang saham yang memiliki kekuasaan tertinggi dalam mengambil keputusan untuk kepentingan perusahaan. RUPS biasanya dilakukan paling sedikit sekali dalam setahun, atau selambat-lambatnya enam bulan sejak tahun buku yang bersangkutan berjalan (neraca telah aktif).

##### **2. Dewan Komisaris**

Dewan komisaris terdiri dari para pemegang saham perusahaan. Pemegang saham adalah pihak-pihak yang menanamkan modalnya untuk perusahaan dengan cara

membeli saham perusahaan. Besarnya kepemilikan pemegang saham terhadap perusahaan tergantung/sesuai dengan besarnya modal yang ditanamkan, sedangkan kekayaan pribadi dari pemegang saham tidak dipertanggungjawabkan sebagai jaminan atas hutang-hutang perusahaan. Pemegang saham harus menanamkan saham paling sedikit 1 (satu) tahun. Tugas dan wewenang dewan komisaris adalah :

- a. Bertanggung jawab terhadap pabrik secara umum dan memberikan laporan pertanggungjawaban kepada para pemegang saham dalam RUPS
- b. Menerima pertanggungjawaban dari para manager pabrik.

### 3. Direktur Utama

Posisi direktur utama merupakan pemimpin tertinggi perusahaan secara langsung dan penanggung jawab utama dalam perusahaan secara keseluruhan selama perusahaan berdiri. Tugas dan wewenang direktur utama adalah :

- a. Menetapkan strategi perusahaan, membuat perencanaan kerja dan menginstruksikan cara-cara pelaksanaannya kepada manager.
- b. Mengurus harta kekayaan perusahaan.
- c. Menetapkan sistem organisasi yang dianut dan menetapkan pembagian kerja, tugas, dan tanggung jawab dalam perusahaan untuk mencapai tujuan atau target perusahaan yang telah direncanakan.
- d. Mengadakan koordinasi yang tepat pada seluruh bagian organisasi.
- e. Memberikan instruksi resmi kepada bawahannya untuk melaksanakan tugas masing-masing.
- f. Mempertanggungjawabkan kepada dewan komisaris semua anggaran pembelanjaan dan pendapatan perusahaan.
- g. Selain tugas diatas, direktur utama berhak mewakili perseroan secara sah dan langsung dalam segala hal dan kejadian yang berhubungan dengan kepentingan perusahaan. Dan harus berkonsultasi kepada dewan komisaris setiap akan melakukan tindakan perusahaan yang krusial seperti peminjaman uang ke Bank, memindah tangankan perseroan untuk menanggung hutang perusahaan, dll.

### 4. Penelitian dan Pengembangan (R&D).

Divisi R&D bersifat independent. Divisi ini bertanggung jawab langsung kepada direktur utama. Divisi R&D bertugas mengembangkan secara kreatif dan inovatif segala

aspek perusahaan terutama yang berkaitan dalam peningkatan kualitas produksi dan pemasaran sehingga mampu bersaing dengan produk kompetitor.

#### 5. Direktur Produksi dan Teknik

Direktur Produksi dan Teknik diangkat dan diberhentikan oleh direktur utama. Direktur Produksi dan Teknik bertanggung jawab penuh terhadap kelancaran produksi, dimulai dari perencanaan produksi, perencanaan bahan baku, perangkat produksi. Tugas utamanya adalah merencanakan, mengontrol, dan mengontrol semua kegiatan yang berkaitan dari mulai bahan baku sampai menghasilkan produk.

#### 6. Direktur Administrasi dan Keuangan

Direktur Administrasi dan Keuangan memiliki ruang lingkup kerja yang lebih luas dari Manager produksi dan teknik. Direktur administrasi dan keuangan bertanggung jawab atas segala kegiatan kerja diluar produksi. Semua manajemen perusahaan diatur dan dijalankan oleh bagian administrasi, termasuk strategi pemasaran, pengaturan keuangan perusahaan, hubungan masyarakat, dan mengatur masalah ketenagakerjaan.

#### 7. Departemen Produksi

Kepala Dept. Produksi bertanggung jawab atas jalannya proses produksi sesuai yang direncanakan, termasuk merencanakan kebutuhan bahan baku agar target produksi terpenuhi dengan membawahi 3 divisi yaitu :

##### a. Divisi Proses

Divisi Proses bertanggung jawab kepada kepala Departemen Produksi atas kelancaran proses. Divisi ini juga mengatur pembagian shift dan kelompok kerja sesuai spesialisasinya pada masing-masing tahapan proses dan mengendalikan kondisi operasi sesuai prosedurnya.

##### b. Divisi Gudang

Divisi Gudang bertanggung jawab kepada kepala Departemen Produksi atas ketersediaan bahan baku yang dibutuhkan sesuai kebutuhan, serta mencatat dan mengatur distribusi barang yang keluar masuk gudang dan menjaga kondisi gudang sedemikian rupa sehingga barang tidak rusak..

##### c. Divisi Quality Control dan Laboratorium.

Divisi Quality Control dan Laboratorium bertanggung jawab kepada kepala Dept. Produksi dan bertugas mengawasi dan mengendalikan kualitas bahan baku, produk utama dan produk samping, sehingga didapat produk dengan



standard kualitas yang diinginkan dengan melakukan analisa dan pengujian terhadap bahan mentah yang dipasok serta produk ammonium klorida dan produk samping untuk mengetahui kualitasnya.

#### 8. Departemen Teknik

Kepala Departemen Teknik bertanggung jawab atas kelancaran alat-alat proses selama produksi berlangsung, termasuk pemeliharaan alat proses dan instrumentasinya. Apabila ada keluhan pada alat penunjang produksi maka dept. teknik langsung mengatasi masalahnya.

##### a. Divisi Utilitas

Bertanggung jawab kepada kepala Dept. Teknik mengenai kelancaran alat-alat utilitas.

##### b. Divisi Bengkel dan Perawatan

Bertugas memperbaiki alat-alat atau instrumen yang rusak baik alat produksi maupun peralatan utilitas. Divisi ini juga diharapkan menciptakan alat-alat yang inovatif untuk menunjang kelancaran produksi.

#### 9. Departemen Keuangan dan Administrasi

Kepala Dept. Keuangan dan Akuntansi bertanggung jawab mengatur neraca keuangan perusahaan dengan melakukan pembukuan sebaik-baiknya baik pemasukan ataupun pembelanjaan untuk kebutuhan perusahaan, selain itu juga membayarkan gaji ke rekening bank tiap karyawan pada setiap akhir bulan dan akhir pekan. Dan juga membayarkan jaminan sosial atas pemutusan hak kerja (PHK) karyawan. Dept. Keuangan dan Akuntansi membawahi 3 divisi yaitu :

##### a. Divisi Pembukuan (Akuntansi)

Divisi ini bertugas membuat neraca keuangan dengan melakukan pencatatan dan pembukuan mengenai semua pemasukan dan pengeluaran keuangan perusahaan.

##### b. Divisi Administrasi

Divisi ini bertugas untuk menjalankan kegiatan administrasi perusahaan, mulai dari surat menyurat, absensi karyawan, pendataan sampai pendistribusian gaji.

##### c. Divisi Penjualan dan Pembelian

Bertanggung jawab kepada kepala Dept. Keuangan dan Administrasi mengenai penjualan produk pada berbagai daerah distribusi sekaligus mensurvei kebutuhan pasar agar dapat dipasok setiap saat, serta melakukan promosi kepada masyarakat

mengenai produk yang dihasilkan serta menangani pembelian bahan baku dan alat-alat yang menunjang proses serta pembiayaan atas perawatannya.

## 12. Departemen Umum dan Sumber Daya Manusia.

Kepala Dept. Umum dan SDM bertugas untuk merencanakan dan mengelola hal-hal yang bersifat umum dan ketenagakerjaan. Departemen ini mengatur masalah administrasi, keamanan dan keselamatan, lingkungan, logistik serta hubungan antara perusahaan dengan pihak lain, baik dengan masyarakat, pemerintah maupun dengan perusahaan lain. Departemen ini membawahi 4 divisi :

### a. Divisi Humas dan Personalia

Divisi Personalia bertugas untuk menyaring dan menyeleksi calon pegawai/pekerja baru serta mendistribusikan pekerja sesuai dengan keahlian dan kemampuan yang dimilikinya selain itu juga bertugas menjalin hubungan kemasyarakatan baik di dalam perusahaan, antar instansi ataupun dengan masyarakat setempat maupun dengan pihak pemerintah, sehingga diharapkan dengan kerjasama yang baik dapat menunjang kelangsungan dan kelancaran kegiatan operasional perusahaan.

### b. Divisi Keamanan dan Keselamatan

Divisi keamanan bertanggungjawab kepada kepala Departemen Umum dan Sumber Daya Manusia dan bertugas untuk menjaga keamanan perusahaan meliputi pemberian ijin orang luar keluar masuk perusahaan, pengontrolan setiap kendaraan yang masuk perusahaan baik kendaraan bahan baku, produk, sampai kendaraan tamu. Dan juga menjaga keamanan dan ketertiban di lingkungan kerja di seluruh area pabrik.

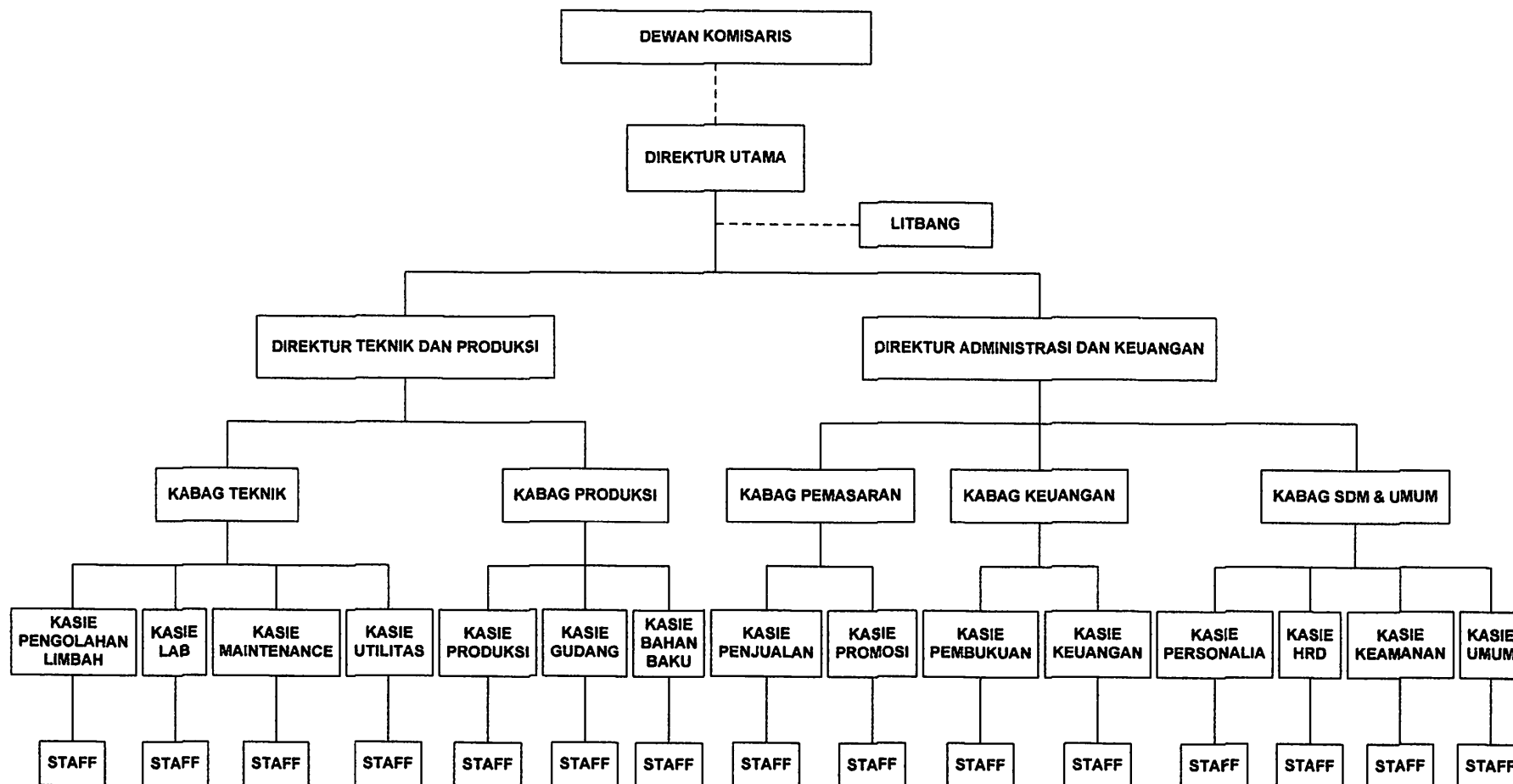
### c. Divisi Kebersihan dan Logistik

Divisi Kebersihan dan Logistik bertugas menjaga kebersihan, dan keindahan perusahaan mulai dari ruang perkantoran, taman, toilet sampai gudang dan ruang produksi, serta bertugas menyediakan kebutuhan logistik karyawan perusahaan dan pada kegiatan-kegiatan tertentu pada perusahaan.

### d. Divisi Transportasi.

Divisi ini mengatur penggunaan transportasi mulai dari penyediaan bahan baku sampai ke transportasi untuk pemasaran produk-produk yang dihasilkan dan masalah parkir kendaraan karyawan dan tamu.

Struktur organisasi perusahaan dapat dilihat pada gambar 10.4.1.



Gambar 10.1. Struktur Organisasi Pra Rencana Pabrik Royal Demolition Explosive (RDX)

### 10.5. Jaminan Sosial

Jaminan sosial adalah jaminan yang diterima oleh pihak karyawan jika terjadi sesuatu hal yang bukan karena kesalahannya menyebabkan dia tidak dapat melakukan pekerjaan.

Jaminan sosial yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan adalah :

#### a. Tunjangan

- Tunjangan di luar gaji pokok, diberikan kepada tenaga kerja tetap berdasarkan prestasi yang telah dilakukannya dan lama pengabdianya kepada perusahaan tersebut.
- Tunjangan lembur yang diberikan kepada tenaga kerja yang bekerja di luar jam kerja yang telah ditetapkan (khusus untuk tenaga kerja shift)

#### b. Fasilitas

Fasilitas yang diberikan berupa seragam kerja untuk karyawan, perlengkapan keselamatan kerja (misal helm, sarung tangan, sepatu boot, kacamata pelindung dan lain-lain), antar jemput bagi karyawan, kendaraan dinas, tempat tinggal dan lain-lain.

#### c. Pengobatan

Untuk pengobatan dan perawatan pertama dapat dilakukan di poliklinik perusahaan dan diberikan secara cuma-cuma kepada karyawan yang membutuhkan dengan ketentuan sebagai berikut :

- Untuk pengobatan dan perawatan yang dilakukan pada rumah sakit yang telah ditunjuk akan diberikan secara cuma-cuma
- Karyawan yang mengalami kecelakaan atau terganggu kesehatannya dalam menjalankan tugas perusahaan, akan mendapat penggantian ongkos pengobatan penuh.

#### d. Insentive atau bonus

Insentive diberikan dengan tujuan untuk meningkatkan produktivitas dan merangsang gairah kerja karyawan. Besarnya insentive ini dibagi menurut golongan dan jabatan. Pemberian insentive untuk golongan operatif (golongan kepala seksi ke bawah) diberikan setiap bulan sedangkan untuk

golongan di atasnya diberikan pada akhir tahun produksi dengan melihat besarnya keuntungan dan target yang dicapai.

e. Cuti

- Cuti tahunan selama 12 hari kerja dan diatur dengan mengajukan permohonan satu minggu sebelumnya untuk dipertimbangkan ijinnya
- Cuti sakit bagi tenaga kerja yang memerlukan istirahat total berdasarkan surat keterangan dokter
- Cuti hamil selama 3 bulan bagi tenaga kerja wanita
- Cuti untuk keperluan dinas atas perintah atasan berdasarkan kondisi tertentu perusahaan

#### 10.6. Jadwal dan Jam Kerja

Pabrik Ammonium Klorida ini direncanakan akan beroperasi selama 330 hari dalam setahun dan 24 jam per hari, sisa harinya digunakan untuk pembersihan serta perbaikan dan perawatan peralatan proses produksi, atau yang dikenal dengan istilah shut down.

a. Untuk pegawai non shift

Bekerja selama 6 hari dalam seminggu (total kerja 40 jam per minggu) sedangkan hari minggu dan hari besar libur. Pegawai non shift ini termasuk karyawan yang tidak langsung menangani operasi pabrik, misalnya : direktur, kepala departemen, kepala divisi, karyawan kantor/administrasi dan divisi-divisi di bawah tanggung jawab non teknik atau yang bekerja di pabrik dengan jenis pekerjaan tidak kontinu.

Ketentuan jam kerja adalah sebagai berikut :

- Senin - Kamis : 08.00 – 16.00 (Istirahat : 12.00 – 13.00)
- Jum'at : 08.00 – 16.00 (Istirahat : 11.00 – 13.00)
- Sabtu : 08.00 – 12.00

b. Untuk pegawai shift

Sehari bekerja 24 jam, yang terbagi dalam 3 shift. Karyawan shift ini termasuk karyawan yang secara langsung menangani proses operasi pabrik, misalnya : kepala shift, operator, karyawan-karyawan shift, gudang serta

keamanan dan keselamatan kerja. Ketentuan jam kerja pegawai shift sebagai berikut :

- Shift I : 07.00 -- 15.00
- Shift II : 15.00 -- 23.00
- Shift III : 23.00 -- 07.00

Jadwal kerja dibagi dalam empat minggu dan empat kelompok (regu). Setiap kelompok kerja akan mendapatkan libur satu kali dari tiga kali shift. Jadwal kerja karyawan shift dapat dilihat pada tabel 10.6.1.

**Tabel 10.6.1. Jadwal Kerja Karyawan Pabrik**

R E G U	HARI											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L
II	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S
III	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M
IV	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P

Karena kemajuan suatu pabrik atau perusahaan tergantung pada kedisiplinan karyawannya, maka salah satu cara untuk menciptakan kedisiplinan adalah dengan memberlakukan absensi. Dari mulai direktur utama sampai karyawan kebersihan diberlakukan absensi setiap jam kerjanya yang nantinya dapat menjadi pertimbangan perusahaan dalam meningkatkan karier karyawannya.

### 10.7. Penggolongan dan Tingkat Pendidikan Karyawan

Penggolongan dan tingkat pendidikan karyawan berdasarkan tingkat kedudukan dalam struktur organisasi Pra Rencana Pabrik Royal Demolition Explosive (RDX) (gambar 10.1) yaitu sebagai berikut :

1. Direktur Utama : Sarjana Teknik Kimia
2. Manager
  - a. Manager produksi : Sarjana Teknik Kimia.
  - b. Manager administrasi dan keuangan : Sarjana Ilmu Administrasi (FIA)

3. Penelitian & Pengembangan : Sarjana Kimia (MIPA)
4. Kepala Bagian
  - a. Bagian produksi : Sarjana Teknik Kimia
  - b. Bagian teknik : Sarjana Teknik Mesin
  - c. Bagian pemasaran : Sarjana Ekonomi
  - d. Bagian keuangan : Sarjana Ekonomi
  - e. Bagian Umum : Sarjana Teknik Industri
5. Kepala divisi
  - a. Divisi bahan baku : Sarjana Teknik Kimia
  - b. Divisi utilitas : Sarjana Teknik Mesin
  - c. Divisi Laboratorium : Sarjana Kimia (MIPA)
  - d. Divisi Proses : Sarjana Teknik Kimia
  - e. Divisi Pemeliharaan : Sarjana Teknik
  - f. Divisi Penjualan : Sarjana Ekonomi
  - g. Divisi Promosi Periklanan : Diploma Public Relation & Promotion
  - h. Divisi pengelolaan limbah : Sarjana Teknik kimia/MIPA
  - i. Divisi Keuangan : Sarjana Ekonomi
  - j. Divisi Pembukuan : Sarjana Ekonomi
  - k. Divisi Personalia : Sarjana Hukum dan Psikologi
  - l. Divisi Keamanan : Diploma / SMU / SMK
  - m. Divisi Gudang : Diploma / SMU / SMK
6. Karyawan : Diploma / SMU / SMK.

#### 10.8. Perincian Jumlah Tenaga Kerja

Step dalam proses = 8 tahap

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas produksi ( P )} &= (50.000 \text{ ton/th}) / (330 \text{ hari/tahun}) \\ &= 151,51 \text{ ton/hari.} \end{aligned}$$

Berdasarkan *Vilbrant, fig. 6.35, hal. 235*, didapatkan :

$$M = 15,2 ( P )^{0,25} \text{ untuk } \textit{average conditions}$$

$$M = 15,2 \times ( 151,51 )^{0,25}$$

$$M = 53,33 \text{ (orang jam/hari. Tahapan proses)}$$

Karena jumlah proses keseluruhan terbagi dalam 10 tahap, maka :

$$\begin{aligned} \text{Karyawan proses} &= 53,33 \text{ orang jam/hari.tahapan} \times 10 \text{ tahap} \\ &= 534 \text{ orang.jam/hari} \end{aligned}$$

Karena satu hari terdapat 3 shift kerja, maka :

$$\text{Karyawan Proses} = \frac{534 \text{ orang jam/hari}}{3 \text{ shift/hari}} = 178 \text{ orang jam/shift}$$

Karena setiap karyawan shift bekerja selama 8 jam / hari, maka :

$$\text{Karyawan proses} = \frac{178 \text{ orang.jam/shift}}{8 \text{ jam/hari}} = 22,25 \approx 23 \text{ orang hari/shift}$$

Karena karyawan shift terdiri atas 4 regu, yaitu 3 regu bekerja dan 1 regu libur, maka :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah karyawan proses keseluruhan} &= 23 \text{ orang hari/shift} \times 4 \text{ regu} \\ &= 92 \text{ orang setiap hari (untuk 4 regu)}. \end{aligned}$$

Jumlah karyawan dan staf = 111 orang

Jadi jumlah karyawan total yang diperlukan pada pabrik Ammonium Klorida adalah 213 orang.

Perincian kebutuhan tenaga kerja dapat dilihat pada tabel 10.8.1.

**Tabel 10.8.1. Perincian Kebutuhan Tenaga Kerja**

No.	Jabatan (Tugas)	JUMLAH
1.	Direktur utama	1
2.	Manager produksi dan teknik	1
3.	Manager administrasi dan keuangan	1
4.	Staf LITBANG (R&D)	5
5.	Kepala bagian produksi	1
6.	Kepala bagian teknik	1
7.	Kepala bagian umum	1
8.	Kepala bagian keuangan	1
9.	Kepala bagian pemasaran	1
10.	Kepala seksi proses	1
11.	Kepala seksi laboratorium	1



12.	Kepala seksi bahan baku	1
13.	Kepala seksi utilitas	1
14.	Kepala seksi pemeliharaan	1
15.	Kepala seksi personalia (SDM)	1
16.	Kepala seksi keamanan	1
17.	Kepala seksi pengelolaan limbah	1
18.	Kepala seksi pembukuan	1
19.	Kepala seksi keuangan	1
20.	Kepala seksi penjualan	1
21.	Kepala seksi gudang	1
22.	Kepala seksi iklan dan promosi	1
23.	Karyawan devisi proses	92
24.	Karyawan devisi QC	10
25.	Karyawan devisi bahan baku	8
26.	Karyawan devisi utilitas	25
27.	Staf devisi bengkel & perawatan	10
28.	Karyawan devisi personalia	5
29.	Karyawan devisi keamanan	16
30.	Karyawan devisi administrasi	10
31.	Karyawan devisi pembukuan	4
32.	Karyawan devisi keuangan	6
33.	Karyawan devisi penjualan	10
34.	Karyawan devisi gudang	10
35.	Karyawan devisi kesehatan	6
36.	Karyawan devisi kebersihan	25
37.	Sopir	10
38.	Sekretaris	5
39.	Karyawan pemadam kebakaran	8
40.	Dokter	2
<b>JUMLAH</b>		<b>288</b>

### **10.9. Status Karyawan dan Sistem upah (Gaji)**

Pabrik Royal Demolition Explosive (RDX) ini mempunyai sistem pembagian gaji yang berbeda-beda kepada karyawan. Hal ini berdasarkan pada kriteria sebagai berikut :

1. Tingkat pendidikan
2. Pengalaman kerja
3. Tanggung jawab dan kedudukan.
4. Keahlian
5. Pengabdian pada perusahaan (lamanya bekerja).

Berdasarkan kriteria di atas, karyawan akan menerima gaji sesuai dengan status kepegawaiannya. Status kepegawaiannya dibagi menjadi 3 bagian, yaitu :

#### **1. Karyawan reguler**

Karyawan reguler adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) dan mendapat gaji bulanan berdasarkan kedudukan, keahlian dan masa kerjanya.

#### **2. Karyawan borongan**

Karyawan borongan adalah pekerja yang dipergunakan oleh pabrik bila diperlukan saja, misalnya bongkar muat barang dan lain-lain. Pekerja ini menerima upah borongan untuk pekerjaan tersebut.

#### **3. Karyawan harian**

Karyawan harian adalah pekerja yang diangkat dan diberhentikan oleh manajer pabrik berdasarkan nota persetujuan manajer pabrik atas pengajuan kepala yang membawahnya dan menerima upah harian yang dibayarkan setiap akhir pekan.

**Tabel 10.9.1. Daftar Upah (Gaji) Karyawan**

No.	Jabatan	Jumlah	Gaji (Rp)	
			Per orang	Total
1	Direktur Utama	1	30.000.000	30.000.000
2	Direktur Teknik dan Produksi	1	25.000.000	25.000.000
3	Direktur Keuangan dan Adm.	1	17.500.000	17.500.000
4	Staf Litbang	5	10.000.000	50.000.000
5	Kepala Bagian Produksi	1	10.000.000	10.000.000
6	Kepala Bagian Teknik	1	10.000.000	10.000.000
7	Kepala Bagian Umum	1	5.000.000	5.000.000
8	Kepala Bagian Keuangan	1	5.000.000	5.000.000
9	Kepala Bagian Pemasaran	1	5.000.000	5.000.000
10	Kepala Seksi Proses	1	5.000.000	5.000.000
11	Kepala Seksi Laboratorium	1	5.000.000	5.000.000
12	Kepala Seksi Bahan Baku	1	5.000.000	5.000.000
13	Kepala Seksi Utilitas	1	4.500.000	4.500.000
14	Kepala Seksi Pemeliharaan	1	4.500.000	4.500.000
15	Kepala Seksi Personalia (SDM)	1	4.500.000	4.500.000
16	Kepala Seksi Keamanan	1	4.500.000	4.500.000
17	Kepala Seksi Pengelolaan Limbah	1	4.500.000	4.500.000
18	Kepala Seksi Pembukuan	1	4.500.000	4.500.000
19	Kepala Seksi Keuangan	1	4.500.000	4.500.000
20	Kepala Seksi Penjualan	1	4.500.000	4.500.000
21	Kepala Seksi Gudang	1	4.500.000	4.500.000
22	Kepala Seksi Iklan dan Promosi	1	4.500.000	4.500.000
23	Karyawan Devisi Proses	92	2.500.000	230.000.000
24	Karyawan Devisi QC	10	2.000.000	20.000.000
25	Karyawan Devisi bahan baku	8	2.000.000	16.000.000
26	Karyawan Devisi Utilitas	25	2.000.000	50.000.000

27	Staf Devisi Bengkel & Perawatan	10	2.000.000	20.000.000
28	Karyawan Devisi Personalia	5	2.000.000	10.000.000
29	Karyawan Devisi Keamanan	16	2.000.000	32.000.000
30	Karyawan Devisi Administrasi	10	2.000.000	20.000.000
31	Karyawan Devisi Pembukuan	4	2.000.000	8.000.000
32	Karyawan Devisi Keuangan	6	2.000.000	12.000.000
33	Karyawan Devisi Penjualan	10	2.000.000	20.000.000
34	Karyawan Devisi Gudang	10	2.000.000	20.000.000
35	Karyawan Devisi Kesehatan	6	2.000.000	12.000.000
36	Karyawan Devisi Kebersihan	25	2.000.000	50.000.000
37	Sopir	10	2.000.000	20.000.000
38	Sekretaris	5	3.000.000	15.000.000
39	Karyawan pemadam Kebakaran	8	2.000.000	16.000.000
40	Dokter	2	4.000.000	8.000.000
Jumlah		288	Total	<b>796.500.000</b>





## **BAB XI**

### **ANALISA EKONOMI**

Analisa ekonomi merupakan suatu cara untuk mengetahui apakah pabrik tersebut layak didirikan atau tidak. Oleh karena itu di dalam pra rencana Pabrik *RDX* (Royal Demolition eXplosive) ini dibuat evaluasi untuk mengetahui berapa investasi yang diperlukan untuk mendirikan pabrik *RDX* tersebut. Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam penentuan untung rugi dalam mendirikan Pabrik *RDX* adalah sebagai berikut :

1. *Return of Investment* (ROI)
2. *Pay Out Time* (POT)
3. *Break Even Point* (BEP)
4. *Internal Rate of Return* (IRR)

Untuk menghitung faktor-faktor diatas perlu diadakan penafsiran beberapa hal menyangkut administrasi perusahaan dan jalannya proses, yaitu :

1. Penaksiran modal investasi total (*Total Capital Investment*) terdiri atas :
  - a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
  - b. Modal kerja (*Work Capital Investment*)
2. Penentuan biaya produksi total (*Total Production Cost*), terdiri atas :
  - a. Biaya pembuatan (*Manufacturing Cost*)
  - b. Biaya pengeluaran umum (*General Expenses*)
3. Penaksiran harga alat

#### **11.1. Faktor - Faktor Penentu**

##### **11.1.1. Penaksiran Modal Investasi Total (TCI)**

Yaitu modal atau biaya yang dibutuhkan untuk mendirikan suatu pabrik mulai dari awal sampai pabrik selesai dibangun dan siap beroperasi.

##### **a. Modal Tetap (FCI)**

Yaitu modal yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik, FCI dibagi menjadi :

a. Direct Cost

Yaitu modal yang dikeluarkan untuk pembelian atau pengadaan peralatan proses produksi, meliputi :

- Harga peralatan
- Instrumentasi dan alat kontrol
- Isolasi
- Perpipaan
- Peralatan listrik
- Angkutan kapal laut
- Asuransi
- Biaya angkut ke plant
- Pemasangan alat
- Bangunan
- Service Facilities
- Tanah

b. Indirect cost

Yaitu biaya atau modal yang dikeluarkan untuk konstruksi pabrik dan bagian-bagian pabrik yang tidak berhubungan langsung dengan pengadaan peralatan proses produksi, meliputi :

- Engineering dan supervisi
- Konstruksi

**b. Modal Kerja (WCI)**

Yaitu semua biaya yang dikeluarkan untuk mengoperasikan pabrik, dimana biaya yang dikeluarkan dipengaruhi oleh besarnya kapasitas pabrik, meliputi :

- Penyediaan bahan baku dalam waktu tertentu
- Pengemasan produk
- Biaya yang harus ada setiap bulannya (uang tunai) untuk membiayai pengeluaran rutin seperti gaji, pembelian bahan baku dan lain-lain
- Pajak yang harus dibayar
- Perhitungan penerimaan dan pengeluaran
- Utilitas.

Sehingga :  $TCI = FCI + WCI$

### 11.1.2. Penentuan Biaya Produksi

Adalah biaya yang dikeluarkan tiap satu-satuan produksi. Biaya produksi terdiri dari :

a. Biaya Pembuatan

Yaitu semua biaya untuk proses yang meliputi :

- Biaya produksi langsung (DPC)
- Biaya produksi tetap (FPC)
- Biaya overhead pabrik (POC).

b. Biaya Pengeluaran Umum

Yaitu biaya yang tidak berhubungan dengan proses, meliputi :

- Biaya administrasi
- Biaya distribusi dan pemasaran
- Litbang.

Berdasarkan sifatnya, biaya produksi dibagi menjadi :

▪ Biaya tetap

Yaitu biaya yang dikeluarkan secara tetap dan tidak tergantung pada kapasitas pabrik. Yang termasuk biaya tetap antara lain :

- Bunga Bank
- Asuransi
- Depresiasi
- Pajak, dll

▪ Biaya semi variabel (SVC)

Yaitu biaya yang bervariasi tetapi tidak berbanding lurus dengan kapasitas pabrik, antara lain :

- Biaya utilitas
- Biaya bahan baku
- Gaji karyawan
- Supervisor
- Pemeliharaan dan perbaikan



### 11.1.3. Penaksiran Harga Alat

Harga suatu alat setiap saat dapat berubah sesuai dengan perubahan kondisi ekonomi. Karena perubahan kondisi ini maka terdapat beberapa cara untuk mengkonversi harga suatu alat yang sama beberapa tahun yang lalu, sehingga diperoleh harga yang ekuivalen dengan harga sekarang.

Harga alat pada pabrik Ammonium Klorida ini didasarkan pada data harga alat yang diperoleh dari ([www.che.com](http://www.che.com) - Capital Cost Estimation 2011) dan (<http://www.matche.com/EquipCost/index.htm> - 2012 )

#### A. Penentuan Total Capital Investment (TCI)

<b>Harga peralatan (E)</b>	= Rp	<b>215.756.424.768,-</b>
<b>a. Biaya Langsung (DC)</b>		
- Instrumentasi dan kontrol (20 % E)	= Rp.	38.836.156.458,-
- Isolasi (8% E)	= Rp.	17.260.513.981,-
- Perpipaan terpasang (20 % E)	= Rp.	66.884.491.678,-
- Listrik terpasang (15 %E)	= Rp.	21.575.642.477,-
- Ongkos angkutan kapal laut	= Rp.	198.172.276.149,-
- Biaya asuransi	= Rp.	5.584.855.055,-
- Biaya angkut barang ke Plant	= Rp.	112.814.072.113,-
- Pemasangan alat (45% E)	= Rp.	97.090.391.146,-
- Bangunan pabrik (25% E)	= Rp.	97.090.391.146,-
- Service facilities (50% E)	= Rp.	107.878.212.384,-
- Tanah (5% E)	= Rp.	12.945.385.486,-
<b>Total DC</b>	= Rp.	<b>991.888.812.814,-</b>
<b>b. Biaya Tak Langsung (IC)</b>		
- Engineer dan supervisi (12,5 % DC)	= Rp.	123.986.101.605,-
- Konstruksi (10 % DC)	= Rp.	99.188.881.284,-
<b>Total IC</b>	= Rp.	<b>223.174.982.889,-</b>
<b>c. Fixed Capital Investment (FCI)</b>		
FCI = DC + IC	= Rp.	<b>1.215.063.795.731,-</b>
<b>d. Working Capital Investment (WCI)</b>		
WCI = 15 % × FCI	= Rp.	<b>182.259.569.360,-</b>

**e. Total Capital Investment (TCI)**

TCI = FCI + WCI = Rp. 1.397.323.365.090,-

**f. Modal Perusahaan**

Modal sendiri (MS) = 60 % TCI = Rp. 838.394.019.054,-

Modal pinjaman (MP) = 40 % TCI = Rp. 558.929.346.036,-

**B. Penentuan Total Capital Investment (TPC)**

**a. Biaya Produksi Langsung (DPC)**

- Bahan baku = Rp. 596.697.622.658,-

- Tenaga kerja (TK) = Rp. 9.558.000.000,-

- Supervisi (15% TK) = Rp. 1.911.600.000,-

- Pemeliharaan & perbaikan (PP) (7% FCI) = Rp. 121.506.379.573,-

- Penyediaan operasi (15% PP) = Rp. 18.225.956.939,-

- Laboratorium (15% PP) = Rp. 24.301.275.915,-

- Patent dan royalti (1% TPC) = Rp. 0,03 TPC

**Total DPC = Rp. 1.778.955.326.317 +  
0,03 TPC**

**b. Biaya Tetap (FC)**

- Depresiasi alat (10% FCI) = Rp. 182.259.569.360,-

- Depresiasi bangunan (10% FCI) = Rp. 182.259.569.360,-

- Pajak kekayaan (20% FCI) = Rp. 97.205.103.658,-

- Asuransi (0,6% FCI) = Rp. 12.150.637.957,-

- Bunga bank (12,5% MP) = Rp. 44.714.347.683,-

**Total FC = Rp. 518.589.228.018,-**

**c. Biaya Overhead Pabrik**

Biaya Overhead = 70% TK + PP = Rp. 79.785.587.744,-

**d. Biaya pengeluaran umum (GE)**

- Administrasi (15% PP) = Rp. 166.879.239,-

- Distribusi dan pemasaran (5% TPC) = Rp. 0,15 TPC

- Litbang (5% TPC) = Rp. 0,15 TPC

**Total GE = Rp. 1.215.063.796 +  
0,03 TPC**

**e. Biaya produksi total (TPC)**

$$\text{TPC} = \text{DPC} + \text{FC} + \text{Biaya Overhead} + \text{GE} = \text{Rp } 3.836.363.235.281,-$$

**C. Analisa Profitabilitas**

Asumsi yang diambil:

- a. Modal yang digunakan terdiri dari :
  1. Modal sendiri (60 %)
  2. Modal pinjaman (40 %).
- b. Bunga kredit = 12,5 % per tahun
- c. Pengembalian pinjaman dalam waktu 10 tahun
- d. Umur pabrik 10 tahun
- e. Kapasitas produksi
  - Tahun I = 60 % dari produksi total
  - Tahun II = 80 % dari produksi total
  - Tahun III = 100 % dari produksi total
- f. Pajak penghasilan = 40 % per tahun.

**1. Laba Perusahaan**

**Total penjualan per tahun = Rp. 4.454.999.990.734,-** (kapasitas 100 %)

$$\begin{aligned} \text{Laba kotor} &= \text{Total penjualan} - \text{Biaya produksi} \\ &= \text{Rp. } 4.454.999.990.734 - \text{Rp. } 3.836.363.281 \\ &= \text{Rp. } 618.636.755.453,- \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pajak penghasilan} &= 40\% \times \text{Laba kotor} \\ &= 40\% \times \text{Rp. } 54.889.257.557,- \\ &= \text{Rp. } 185.591.026.636,- \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laba bersih} &= \text{Laba kotor} - \text{Pajak penghasilan} \\ &= \text{Rp. } 618.636.755.453 - \text{Rp. } 185.591.026.636 \\ &= \text{Rp. } 433.045.728.817,- \end{aligned}$$

Nilai penerimaan Cash Flow sebelum pajak ( $C_A$ )

$$\begin{aligned} C_{Abt} &= \text{Laba kotor} + \text{Depresiasi alat} \\ &= \text{Rp. } 618.636.755.453 + \text{Rp. } 182.259.569.360 \\ &= \text{Rp. } 800.896.324.812,- \end{aligned}$$

Nilai penerimaan Cash Flow setelah pajak ( $C_A$ )

$$C_{Aat} = \text{Laba bersih} + \text{Depresiasi alat}$$

$$= \text{Rp. } 433.045.728.817 + \text{Rp. } 182.259.569.360$$

$$= \text{Rp. } 615.305.298.176,-$$

## 2. Laju Pengembalian Modal (ROI)

ROI adalah pernyataan umum yang digunakan untuk menunjukkan laba tahunan sebagai usaha untuk mengembalikan modal.

a. ROI sebelum pajak

$$\text{ROI}_{\text{BT}} = \frac{\text{Laba kotor}}{\text{Modal Tetap}} \times 100\%$$

$$= 51 \% \text{ (App. E)}$$

b. ROI setelah pajak

$$\text{ROI}_{\text{AT}} = \frac{\text{Laba bersih}}{\text{Modal Tetap}} \times 100\%$$

$$= 36 \% \text{ (App. E)}$$

## 3. Lama Pengembalian Modal (POT)

POT adalah masa tahunan pengembalian modal investasi dari labayang dihitung, dikurangi penyusutan / waktu yang diperlukan untuk pengembalian modal investasi.

$$\text{POT} = \frac{\text{Modal Tetap}}{\text{Cash flow setelah pajak}} \times 1 \text{ tahun}$$

$$= 1,97 \text{ tahun (App. E)}$$

## 4. Break Even Point (BEP)

Merupakan titik dimana jika kapasitas pabrik berada pada titik tersebut maka pabrik tidak untung dan tidak rugi atau harga penjualan sama dengan biaya produksi.

$$\text{BEP} = \frac{\text{FC} + 0,3\text{SVC}}{\text{S} - (0,7\text{SVC} - \text{VC})} \times 100\%$$

Dimana :

$$\text{FC} = \text{Rp. } 518.589.228.018,-$$

$$\text{VC} = \text{Rp. } 1.603.452.113.893,-$$

$$\text{SVC} = \text{Rp. } 1.445.776.466.900,-$$

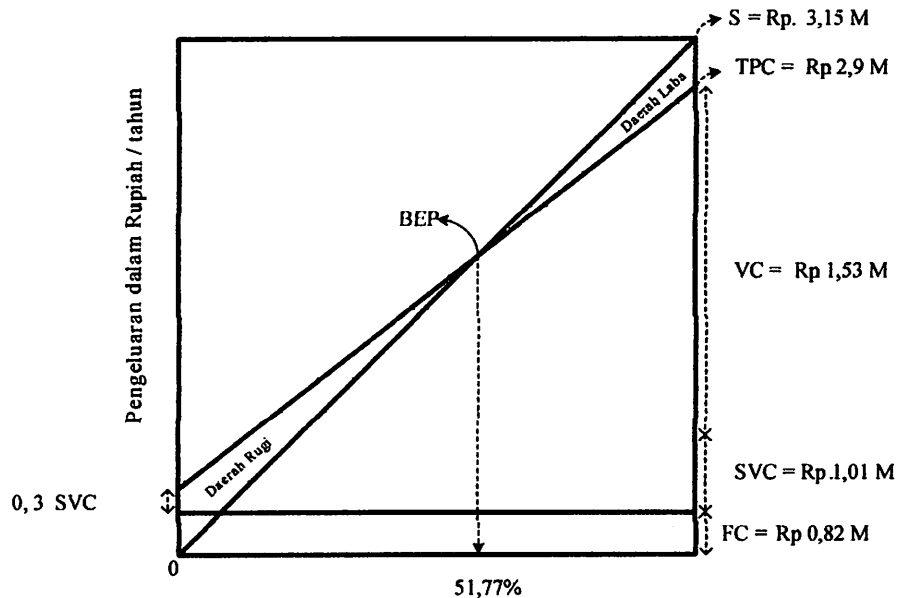
$$\text{S} = \text{Rp. } 4.454.999.990.734,-$$

Maka, didapatkan :

$$\text{BEP} = 51,77 \% \text{ ( App. E )}$$

Titik BEP terjadi pada kapasitas =  $51,77\% \times 50.000 \text{ ton/tahun}$   
 = 25.885,3 ton/tahun

Nilai BEP untuk Pabrik Amonium Klorida adala 30% - 60%, sehingga nilai BEP diatas memadai.



Grafik 11.1. Break Even Point

Untuk produksi tahun I kapasitas pabrik 60% dari kapasitas sesungguhnya, sehingga keuntungannya adalah :

$$\frac{PB_i}{PB} = \frac{(100 - BEP) - (100 - \% \text{kapasitas})}{(100 - BEP)}$$

Dimana :  $PB_i$  = keuntungan pada %kapasitas yang tercapai (dibawah 100%)

$PB$  = keuntungan pada kapasitas 100%

$\%Kap$  = % kapasitas yang tercapai

Maka, dari App. E diperoleh nilai,

$$PB_i = Rp \ 358.225.846,-$$

Sehingga cash flow setelah pajak untuk tahun I adalah :

$$C_A = \text{laba bersih tahun pertama} + \text{depresiasi}$$

$$= Rp \ 358.225.846 + Rp \ 182.259.569.360$$

$$= Rp \ 182.617.795.206$$

Untuk produksi tahun II kapasitas pabrik 80% dari kapasitas sesungguhnya, sehingga keuntungannya adalah :

$$\frac{PBi}{PB} = \frac{(100 - BEP) - (100 - \%kapasitas)}{(100 - BEP)}$$

Dimana : PBi = keuntungan pada %kapasitas yang tercapai (dibawah 100%)

PB = keuntungan pada kapasitas 100%

%Kap = % kapasitas yang tercapai

Maka, dari App. E diperoleh nilai,

$$PBi = Rp\ 3.464.365.831,-$$

Sehingga cash flow setelah pajak untuk tahun I adalah :

$C_A$  = laba bersih tahun pertama + depresiasi

$$= Rp\ 3.464.365.831 + Rp\ 182.259.569.360$$

$$= Rp\ 185.723.935.190$$

### 5. Shut Down Point (SDP)

SDP adalah suatu titik yang merupakan kapasitas minimal pabrik yang masih boleh beroperasi.

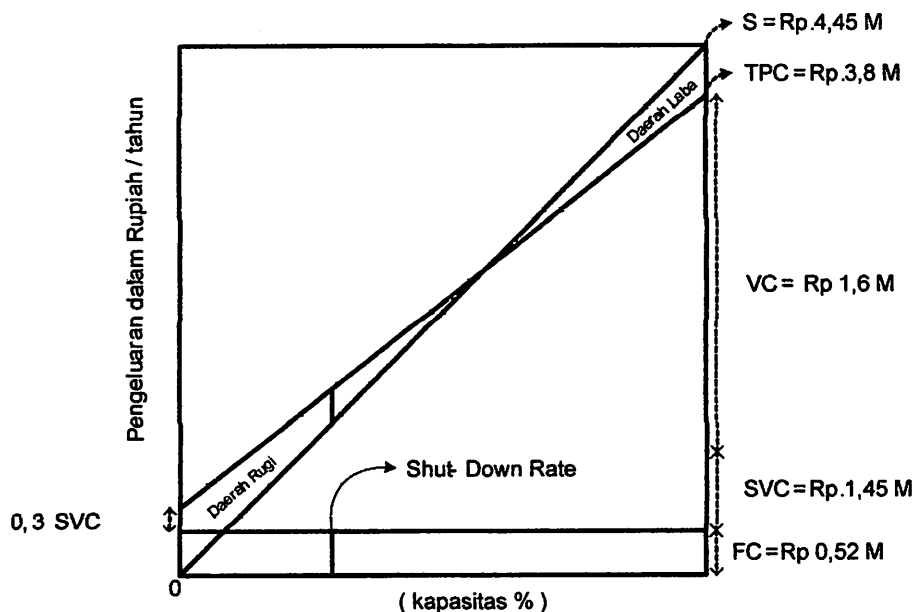
$$SDP = \frac{0,3SVC}{S - 0,7SVC - VC} \times 100\%$$

$$= 23,58\% \text{ ( App. E )}$$

Titik shut down point terjadi pada kapasitas penjualan

$$= 23,58\% \times Rp.\ 589.643.043.759$$

$$= Rp.\ 1.050.435.267.512$$



Grafik 11.2. Kapasitas pada Keadaan Shut Down Rate

**6. Net Present Value (NPV)**

Metode ini digunakan untuk menghitung selisih dari nilai penerimaan kas bersih dengan nilai investasi sekarang.

Langkah – langkah menghitung NPV :

- a. Menghitung  $C_{A_0}$  (tahun ke-0) untuk masa konstruksi 2 tahun

$$C_{A-2} = 40\% \times FCI \times (1+i)^2$$

$$= \text{Rp } 615.126.046.589,- \text{ ( App. E )}$$

$$C_{A-1} = 60\% \times FCI \times (1+i)^1$$

$$= \text{Rp } 820.168.062.118,- \text{ ( App. E )}$$

$$C_{A-0} = -(C_{A-1} - C_{A-2}) = - \text{Rp } 1.435.294.108.707,-$$

- b. Menghitung NPV tiap tahun

$$NPV = C_A \times F_d$$

Dimana :  $F_d$  = faktor diskon =  $1/(1+i)^n$        $C_A$  = cash flow setelah pajak

$n$  = tahun ke-n                                       $i$  = tingkat bunga

Tabel 11.1 Cash flow untuk NPV selama 10 tahun

Tahun ke -	Cash Flow ( $C_A$ ) (Rp)	$F_d$ $i = 12.5\%$	NPV (Rp)
0	-1.435.294.108.707	1	-1.435.294.108.707
1	182.617.795.206	0,8889	162.326.929.072
2	185.723.935.190	0,7901	146.744.837.681
3	615.305.298.176	0,7023	432.148.577.046
4	615.305.298.176	0,6243	384.132.068.485
5	615.305.298.176	0,5549	341.450.727.542
6	615.305.298.176	0,4933	303.511.757.815
7	615.305.298.176	0,4385	269.788.229.169
8	615.305.298.176	0,3897	239.811.759.262
9	615.305.298.176	0,3464	213.166.008.232
10	615.305.298.176	0,3079	189.480.896.207
WCI			182.259.569.360
<b>Total</b>			<b>1.429.527.251.164</b>

Karena harga NPV = (+) maka pabrik RDX layak untuk didirikan.

**7. IRR (Internal Rate of Return)**

Tabel 11.2 Cash flow untuk IRR

Tahun ke -	Cash Flow (C <sub>A</sub> ) (Rp)	NPV <sub>1</sub> (Rp) i = 0.22	NPV <sub>2</sub> (Rp) i = 0.23
0	-1.435.294.108.707	-1.435.294.108.707	-1.435.294.108.707
1	182.617.795.206	149.686.717.382	182.617.795.206
2	185.723.935.190	124.780.929.313	185.723.935.190
3	615.305.298.176	338.852.865.535	615.305.298.176
4	615.305.298.176	277.748.250.439	615.305.298.176
5	615.305.298.176	227.662.500.360	615.305.298.176
6	615.305.298.176	186.608.606.852	615.305.298.176
7	615.305.298.176	152.957.874.469	615.305.298.176
8	615.305.298.176	125.375.306.942	615.305.298.176
9	615.305.298.176	102.766.645.034	615.305.298.176
10	615.305.298.176	84.234.954.946	615.305.298.176
WCI		182.259.569.360	182.259.569.360
<b>Total</b>		<b>517.640.111.925</b>	<b>4.037.749.576.460</b>

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} \times (i_2 - i_1)$$

$$= 21,85 \%$$

Karena IRR lebih besar dari bunga bank (12,5 %) maka Pabrik RDX ini layak untuk didirikan.



7. Hasil analisis data yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

No	Uraian	Nilai	Kategori
1	Kepercayaan diri	100	100%
2	Kepercayaan orang lain	100	100%
3	Kepercayaan diri	100	100%
4	Kepercayaan orang lain	100	100%
5	Kepercayaan diri	100	100%
6	Kepercayaan orang lain	100	100%
7	Kepercayaan diri	100	100%
8	Kepercayaan orang lain	100	100%
9	Kepercayaan diri	100	100%
10	Kepercayaan orang lain	100	100%
11	Kepercayaan diri	100	100%
12	Kepercayaan orang lain	100	100%
13	Kepercayaan diri	100	100%
14	Kepercayaan orang lain	100	100%
15	Kepercayaan diri	100	100%
16	Kepercayaan orang lain	100	100%
17	Kepercayaan diri	100	100%
18	Kepercayaan orang lain	100	100%
19	Kepercayaan diri	100	100%
20	Kepercayaan orang lain	100	100%
21	Kepercayaan diri	100	100%
22	Kepercayaan orang lain	100	100%
23	Kepercayaan diri	100	100%
24	Kepercayaan orang lain	100	100%
25	Kepercayaan diri	100	100%
26	Kepercayaan orang lain	100	100%
27	Kepercayaan diri	100	100%
28	Kepercayaan orang lain	100	100%
29	Kepercayaan diri	100	100%
30	Kepercayaan orang lain	100	100%
31	Kepercayaan diri	100	100%
32	Kepercayaan orang lain	100	100%
33	Kepercayaan diri	100	100%
34	Kepercayaan orang lain	100	100%
35	Kepercayaan diri	100	100%
36	Kepercayaan orang lain	100	100%
37	Kepercayaan diri	100	100%
38	Kepercayaan orang lain	100	100%
39	Kepercayaan diri	100	100%
40	Kepercayaan orang lain	100	100%
41	Kepercayaan diri	100	100%
42	Kepercayaan orang lain	100	100%
43	Kepercayaan diri	100	100%
44	Kepercayaan orang lain	100	100%
45	Kepercayaan diri	100	100%
46	Kepercayaan orang lain	100	100%
47	Kepercayaan diri	100	100%
48	Kepercayaan orang lain	100	100%
49	Kepercayaan diri	100	100%
50	Kepercayaan orang lain	100	100%

Hasil analisis data yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:



## BAB XII

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 12.1. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan Pra Rencana Pabrik RDX dapat disimpulkan bahwa rencana pendirian pabrik ini cukup menguntungkan dengan memperhitungkan beberapa aspek antara lain :

##### a. Aspek Lokasi

Pabrik ini didirikan di di Kawasan Industri Krakatau Steel Desa Gunung Sugih, Kecamatan Ciwandan, Kota Cilegon, Provinsi Banten, Jawa Barat. Pabrik ini diperkirakan cukup menguntungkan mengingat :

- Tersedianya air kawasandan air PDAM yang cukup sehingga memudahkan pengadaan utilitas
- Penyediaan sumber tenaga listrik yang cukup.

##### b. Aspek Sosial

Pendirian PabrikRDX ini bila ditinjau dari aspek sosial dinilai menguntungkan karena :

- Dapat menciptakan lapangan kerja baru.
- Memberikan kesempatan kepada penduduk untuk mendapatkan penghasilan yang lebih baik dari sebelumnya.

##### c. Aspek Ekonomi

- Di Indonesia kebutuhan RDX dibutuhkan terutama di bidang militer yaitu sebagai bahan baku peledak dengan komposisi-komposisi tertentu.

Ditinjau dari hal diatas maka pendirian Pabrik RDX di Indonesia sangat penting karena dapat membantu program pemerintah dalam rangka meningkatkan industrialisasi dan juga dapat menambah pendapatan/devisa Negara.

Setelah dilakukan analisa ekonomi terhadap Pra Rencana Pabrik Royal Demolition eXplosive ini dan dinilai menguntungkan dengan berdasarkan data-data sebagai berikut :

$$ROI_{BT} = 51 \%$$

$$ROI_{AT} = 36 \%$$

$$POT_{BT} = 1,52 \text{ tahun}$$

$$POT_{AT} = 1,97 \text{ tahun}$$

$$BEP = 51,77 \%$$

$$IRR = 21,85 \% > \text{bunga bank : } 12,5 \% \text{ ( layak untuk didirikan)}$$

d. Aspek Pemasaran

Produksi RDX dalam perencanaan pabrik ini diharapkan dapat memperoleh pemasaran yang baik, ini dikarenakan kebutuhan RDX semakin meningkat baik di dalam maupun di luar negeri.

## 12.2. Saran

1. Diharapkan agar penggunaan RDX bisa dikembangkan lagi dalam industri kimia lainnya.
2. Dengan adanya perkembangan teknologi yang pesat maka disarankan untuk memproduksi RDX dengan menggunakan jenis bahan baku yang berbeda.
3. Dalam pembuatan laporan skripsi ini kami masih perlu perbaikan agar isi dari laporan skripsi ini lebih baik lagi. Oleh sebab itu, kami menyarankan kepada adik tingkat selanjutnya yang akan meneruskan dan memperbaiki isi laporan skripsi ini agar isi laporan skripsi ini menjadi sempurna. Hal-hal yang dapat kami sarankan, yaitu:
  - a. Suhu bahan pendingin (*brine*) di cooler sebaiknya pada suhu  $5^{\circ}\text{C}$ , karena jika menggunakan suhu ruang ( $25^{\circ}\text{C}$ ) dibutuhkan jumlah *brine* yang sangat besar untuk menyerap panas.
  - b. Sebaiknya digunakan sistem refrigerator dengan mesin carnot untuk menurunkan suhu *brine* hingga  $5^{\circ}\text{C}$ .
  - c. Contoh perhitungan (TERLAMPIR).

## DAFTAR PUSTAKA

Badger, W. L. 1985. *Introduction to Chemical Engineering*, 1st edition. McGraw-Hill Book Company, Singapore.

Brownell, L. E. dan Young, E. H. 1959. *Process Equipment Design*, 1<sup>st</sup> edition. John Willey and Sons Inc, New York.

Geankoplis, C. J. 1993. *Transport Processes and Unit Operations* 3<sup>rd</sup> edition. Prentice Hall of India, New Delhi.

Haryanti, F. 2011. *Perancangan Pabrik Heksamina Dari Amonia dan Formalin dengan Kapasitas 20.000 ton/tahun*. Skripsi Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Hesse, H. C. 1945. *Process Equipment Design*, 1<sup>st</sup> edition. D. Van Nostrand Company, United States of America.

Kern, D. Q. 1965. *Process Heat Transfer*, 1<sup>st</sup> edition. McGraw-Hill Book Company, Singapore.

McCabe, W. L. Smith, J. C. dan Harriot, P. 1985. *Unit Operations of Chemical Engineering*, 4<sup>th</sup> edition, McGraw-Hill Book Company, New York.

Othmer, K.E. R. 1983. *Encyclopedia of Chemical Technology*, vol 9 edition. John Wiley and Sons Inc, New York.

Perry, J. H. 1997. *Perry's Chemical Handbook* 7<sup>th</sup> edition. Van Nostrand Reinhold Company. New York.

Peters, M. S. dan Timmerhaus, K. D. 1981. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*, 3<sup>rd</sup> edition, McGraw-Hill Book Company, New York.

Ulrich, G. D. 1984. *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*, 1<sup>st</sup> edition. John Wiley & Sons. United States of America.

Urbanski, T. 1967. *Chemistry and Technology of Explosives*, Vol III. Polish Scientific Publishers, Warsaw.

Vilbrandt, F.C. dan Dryden, C. E. 1959. *Chemical Engineering Plant Design*, 4<sup>th</sup> edition. McGraw-Hill Book Company, Tokyo

<http://www.surat kabar.com/domain/peledakRDX/htm>

<http://www.hnsa.com/html>

<http://en.wikipedia.org/RDX/htm>

<http://www.tempointeractive.com/index.id.php/htm>