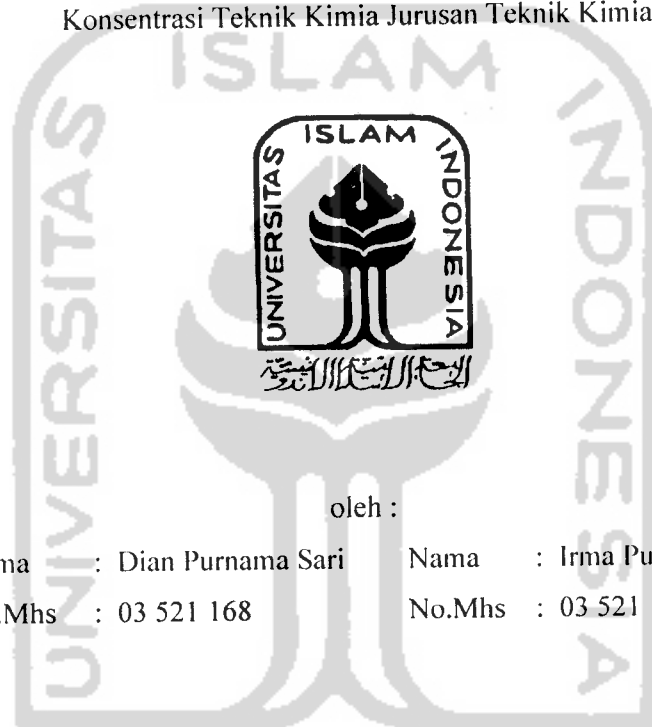


**PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA  
CARBON BLACK DARI GAS ALAM DAN UDARA  
KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana pada  
Konsentrasi Teknik Kimia Jurusan Teknik Kimia



oleh :

Nama : Dian Purnama Sari

Nama : Irma Puspita Sari

No.Mhs : 03 521 168

No.Mhs : 03 521 181

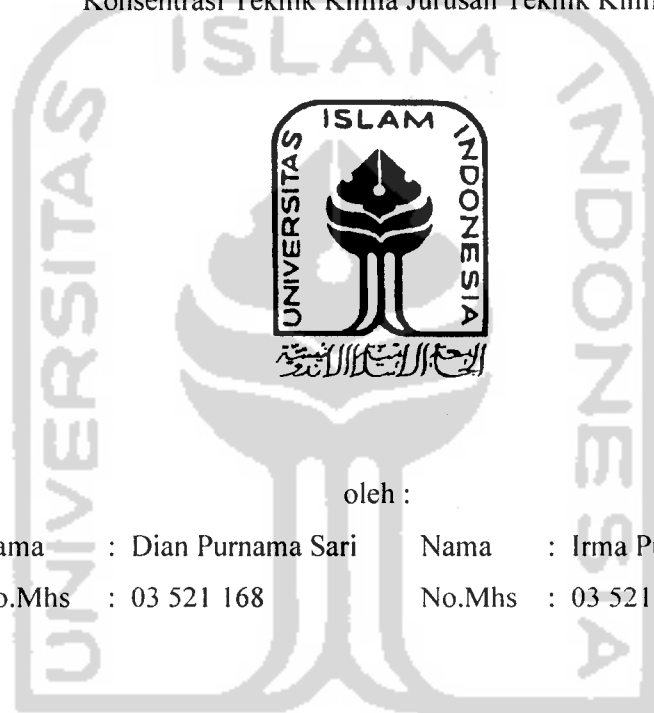
**KONSENTRASI TEKNIK KIMIA  
JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA**

**2007**

**PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA  
CARBON BLACK DARI GAS ALAM DAN UDARA  
KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana pada  
Konsentrasi Teknik Kimia Jurusan Teknik Kimia



oleh :

Nama : Dian Purnama Sari

Nama : Irma Puspita Sari

No.Mhs : 03 521 168

No.Mhs : 03 521 181

**KONSENTRASI TEKNIK KIMIA  
JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA**

**2007**

**LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL  
TUGAS AKHIR PRA RANCANGAN PABRIK**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Dian Purnama Sari

Nama : Irma Puspita Sari

No. Mhs. : 03 521 168

No. Mhs. : 03 521 181

Menyatakan bahwa seluruh hasil tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

Demikianlah pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, Oktober 2007



\_\_\_\_\_  
Dian Purnama Sari



\_\_\_\_\_  
Irma Puspita Sari

# LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA  
CARBON BLACK DARI GAS ALAM DAN UDARA  
KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN

## TUGAS AKHIR

Disusun oleh:

Dian Purnama Sari

03 521 168

Irma Puspita Sari

03 521 181

Yogyakarta, Oktober 2007

Menyetujui,  
Dosen Pembimbing Tugas Akhir



DR. IR. Farham HM. Saleh, MSIE.

# LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA  
CARBON BLACK DARI GAS ALAM DAN UDARA  
KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN

## TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

Dian Purnama sari  
NIM. 03 521 168




Irma Puspita Sari  
NIM. 03 521 181

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, Oktober 2007

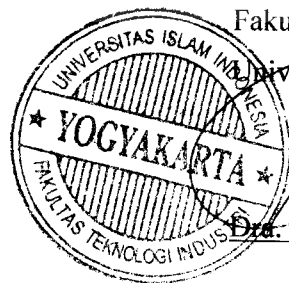
Tim Penguji,

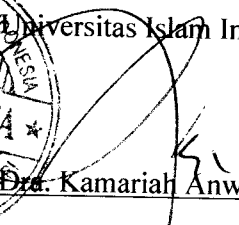
1. DR. IR. Farham HM. Saleh, MSIE.
2. IR. H. Bachrun Sutrisno, MSc.
3. Arif Hidayat, ST, MT.

()  
()  
()

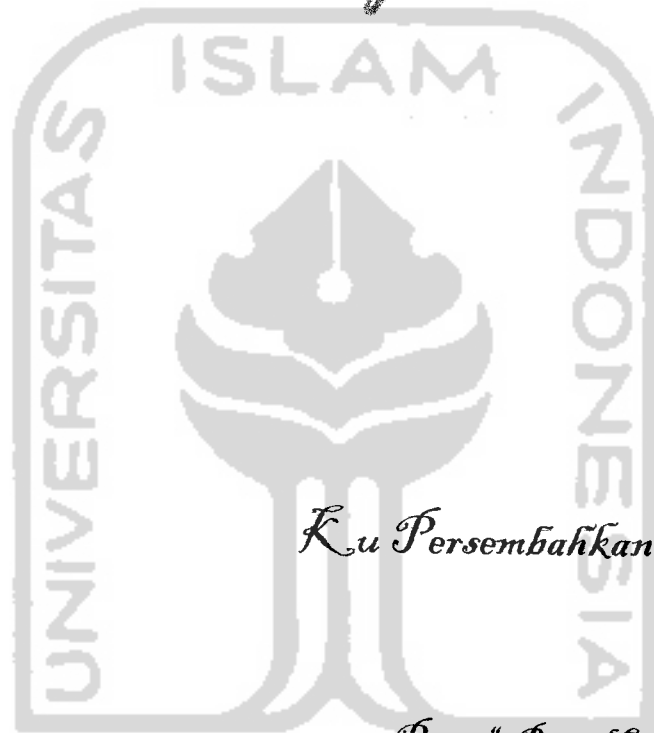
Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia



  
Dra. Kamariah Anwar, MS.

*Dedicated to  
My Parents...*



*Ku Persembahkan Karya Ini  
Untuk...*

*Papa " Ratu Susunan, S.H "*

*Mama " Idrawaty "*

*Kakak " Dedi Kurniawan, S.H "*

*Adek " Ricka wulandari "*

*Adek " Muhammad Ronaldo "*

# SPECIAL THANKS TO...

MY LOUPHLY FAMILY

PAPA, MAMA, KAKAK, ADEK – ADEKKU (RIKA EN ALDO )  
TAKKAN ADA PELANGI TAWA YANG MENGHIASI RUMAH TANPA KALIAN  
SEMUA...

MY PARTNER

IMMA, ST

HORE...AKHIRNYA KELAR JUGA BUK...

GENK GILOO

IMMA, ZHA – ZHA, MBO, KASDI, MIA BUNTEL, KINGKONG, CHUBYTUS,  
MOMO, MITHA, YAYAQ, DHVZ  
WOYOO...MAEN LAGI YO

MY MOTIVATOR

DIMANAPUN ANDA BERADA,, KELUARLAH....

63 CREW

SIST RIRIS, SIST ALIEN, KANG DIMAS, BRO MPEP, BRO HENDRO, BRO FITRI,  
SOB YANDHI, SIST MIA, SOB ARDY, SOB ICHAL  
KEEPING TOUCH YAK...

PONDOKAN ARTESS

RERY, MAYA, IDA, FUNNY, PITOK, VITA, CHUPPY  
THX UDH BOLEH SINGGAH

TEKKIM COMMUNITY

KOKO, AYINK, BUANK, ANDIEN, RANIKA, NININK, VITA, ADHI, DHEWI,  
SEMANGAT...SEMANGAT

KUJANG'S AREA

LIA, ENY, ENDY, ODHY, ADE, NANA, ULE, RUDY, DHANI  
HE...HE...

DEEEL

BWT YG BLOM KESEBUT NAMANYA  
THX 4 D SUPPORT

# Thanks to...

Mama & Papa (d'greatest supporter),

Mas Ian, Ipan, Igam, Ade Ipat.

Diba, ST (d'best partner in d' world)

My Fam : Mas Yoyo, Om Hal, Mama Wiwi, Om Enung,

Bunda, Om Agung, and all.

my Boy, thks for d'love...

Diba, Mia, Simbo, Riya, Titres, Yayak, Mita, Dika,

Chubby, Mora & Didie. Makasih buat keceriaannya.

My 2<sup>nd</sup> fam : Maya, Funny, Ida, Cuppi, Vitta,

Rery, Pitor, Preman, Gitta, Rinda, Dewi.

Andien, Ranika, Nining, Vitta, Adhi, Dhewi, Aris, Koko

and all tekim community.

Donna, Mitha, Maya, Icha, Deasy, Catur, Putro Inue.

KKM 32 : A'met, Mba Eric, Mas Putra, Mas Akbar

Alvin, Puty, Titi, Felby, Dika, David,

Jalu, Sekar (thks 2be my sisters).

And all.



## KATA PENGANTAR



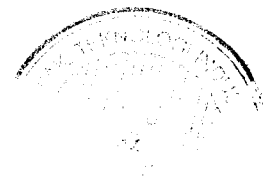
Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT, atas limpahan rahmat-Nya kami dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik ini.

Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik yang berjudul Pra Rancangan Kimia Carbon Black Dari Gas Alam Dan Udara dengan Kapasitas 100.000 Ton/Tahun ini disusun sebagai penerapan dari ilmu teknik kimia yang telah didapat dibangku kuliah, dan sebagai satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Atas terselesainya laporan Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Fathul Wahid, ST., M.Sc., selaku Dekan FTI.
2. Dra. Kamariah Anwar, MS., selaku ketua jurusan Teknik Kimia.
3. DR. IR. Farham HM Saleh, MSIE, selaku dosen pembimbing yang penuh kesabaran dan kebijaksanaan dalam membimbing hingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Seluruh civitas akademika di lingkungan jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.



## DAFTAR ISI

|   |     |
|---|-----|
| HALAMAN JUDUL .....                     | i   |
| HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN HASIL ..... | ii  |
| HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING .....     | iii |
| HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI .....        | iv  |
| KATA PENGANTAR .....                    | v   |
| DAFTAR ISI .....                        | vii |
| DAFTAR TABEL .....                      | ix  |
| DAFTAR GAMBAR .....                     | xi  |
| ABSTRAKSI .....                         | xii |
| <br>                                    |     |
| BAB I PENDAHULUAN                       |     |
| 1.1 Latar Belakang .....                | 1   |
| 1.2 Tinjauan Pustaka .....              | 3   |
| <br>                                    |     |
| BAB II PERANCANGAN PRODUK               |     |
| 2.1 Spesifikasi Produk .....            | 7   |
| 2.2 Spesifikasi Bahan .....             | 7   |
| 2.3 Pengendalian Kualitas .....         | 12  |
| <br>                                    |     |
| BAB III PERANCANGAN PROSES              |     |
| 3.1 Uraian Proses .....                 | 15  |

|  |            |
|--|------------|
| 3.2 Spesifikasi Alat -----                         | 16         |
| 3.3 Perencanaan Produksi-----                      | 24         |
| <b>BAB IV PERANCANGAN PABRIK</b>                   |            |
| 4.1 Lokasi Pabrik -----                            | 29         |
| 4.2 Tata Letak Pabrik ( <i>Plant Layout</i> )----- | 30         |
| 4.3 Tata Letak Alat Proses -----                   | 32         |
| 4.4 Alir Proses dan Material -----                 | 33         |
| 4.5 Utilitas -----                                 | 37         |
| 4.6 Organisasi Perusahaan -----                    | 63         |
| 4.7 Evaluasi Ekonomi -----                         | 89         |
| <b>BAB V KESIMPULAN -----</b>                      | <b>100</b> |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b>                              |            |
| <b>LAMPIRAN</b>                                    |            |



## DAFTAR TABEL

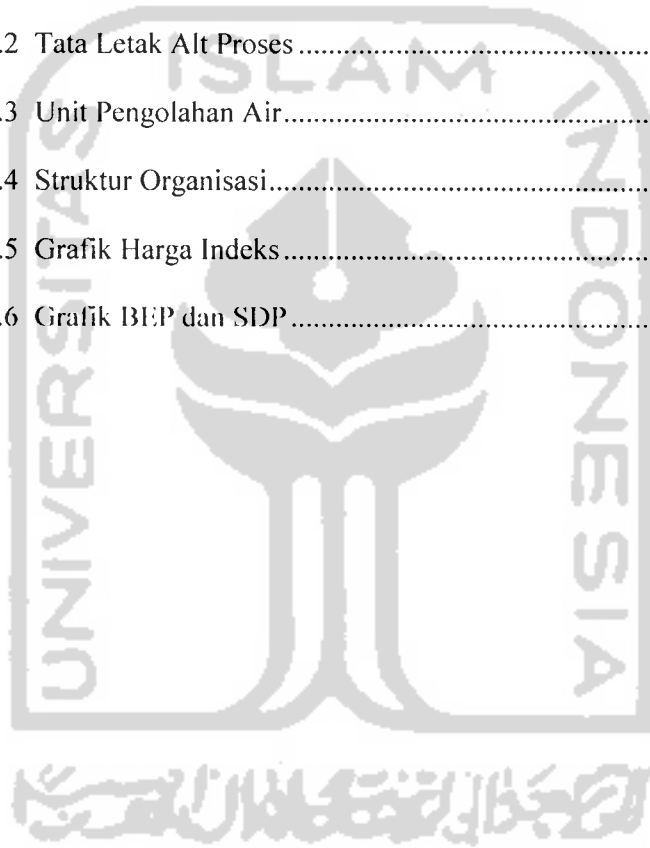
|   |    |
|---|----|
| Tabel 1.1 Data Import <i>Carbon Black</i> .....           | 2  |
| Tabel 2.1 Analisa Hidro Carbon dalam Persen Mol Gas.....  | 8  |
| Tabel 2.2 Komposisi Udara dalam Persen Mol Gas .....      | 11 |
| Tabel 4.1 Perincian Luas Area bangunan .....              | 31 |
| Tabel 4.2 Neraca Massa <i>Furnace</i> .....               | 33 |
| Tabel 4.3 Neraca Massa Reaktor .....                      | 34 |
| Tabel 4.4 Neraca Massa <i>Quencher</i> .....              | 35 |
| Tabel 4.5 Neraca Massa <i>Cyclone</i> .....               | 35 |
| Tabel 4.6 Neraca Massa <i>Electroprecipitator</i> .....   | 36 |
| Tabel 4.7 Neraca Panas <i>Furnace</i> .....               | 36 |
| Tabel 4.8 Neraca Panas Reaktor .....                      | 36 |
| Tabel 4.9 Neraca Panas <i>Quencher</i> .....              | 37 |
| Tabel 4.10 Kebutuhan Air.....                             | 39 |
| Tabel 4.11 Kebutuhan Listrik Alat-Alat Proses.....        | 46 |
| Tabel 4.12 Kebutuhan Listrik Alat-Alat Utilitas .....     | 46 |
| Tabel 4.13 Penggolongan Jabatan.....                      | 80 |
| Tabel 4.14 Jumlah Karyawan Pada Masing-masing Bagian..... | 81 |
| Tabel 4.15 Perincian Golongan dan Gaji .....              | 84 |
| Tabel 4.16 Harga Indeks .....                             | 88 |
| Tabel 4.17 Modal tetap .....                              | 94 |
| Tabel 4.18 Modal Kerja .....                              | 94 |

Tabel 4.19 *Manufacturing Cost*.....95  
Tabel 4.20 Biaya Umum .....96



## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| Gambar 1.1 Kurva Import <i>Carbon Black</i> .....             | 2  |
| Gambar 1.2 Pertumbuhan Pasar <i>Carbon Black</i> di USA ..... | 6  |
| Gambar 3.1 Diagram Alir Kuantitatif.....                      | 27 |
| Gambar 3.2 Diagram Alir Kualitatif.....                       | 28 |
| Gambar 4.1 Tata Letak Pabrik <i>Carbon Black</i> .....        | 31 |
| Gambar 4.2 Tata Letak Alir Proses .....                       | 32 |
| Gambar 4.3 Unit Pengolahan Air.....                           | 44 |
| Gambar 4.4 Struktur Organisasi.....                           | 67 |
| Gambar 4.5 Grafik Harga Indeks.....                           | 89 |
| Gambar 4.6 Grafik BEP dan SDP.....                            | 99 |



## **ABSTRAKSI**

*Pra rancangan pabrik Carbon Black dengan kapasitas 100.000 ton/tahun direncanakan akan didirikan di Cikampek, Jawa Barat, dengan luas area tanah 25.380 m<sup>2</sup>. Pabrik ini direncanakan akan beroperasi dalam 330 hari/tahun atau 24 jam sehari dengan total karyawan 131 orang.*

*Bahan bakunya membutuhkan Gas Alam sebanyak 53357.29 kg/jam dan Udara sebanyak 642228.60 kg/jam. Proses produksi akan beroperasi pada suhu 1315.5 °C, tekanan 8 atm dengan total konversi 40%. Utilitas membutuhkan pasokan 20539.68 kg/jam air, 9550.04 Kw listrik, bahan bakar diesel 743.5 lt/jam, bahan bakar methan 51588.21 kg/jam, 9791.27 kg/jam Steam, 2235139.5 kg/jam fluida pendingin (Downtherm).*

*Dari hasil analisa ekonomi Pra Rancangan Pabrik Carbon Black diperoleh modal tetap sebesar Rp 1.62 triliun, modal kerja sebesar Rp 5.4 triliun, keuntungan sebelum pajak Rp 470.5 milyar, dan keuntungan sesudah pajak Rp 188.2 milyar, percent return of investment (ROI) sebelum pajak 29.02 %, dan sesudah pajak 17.41 %, pay out time (POT) sebelum pajak 2,56 tahun dan sesudah pajak 3.65 tahun, break even point (BEP) sebesar 42.87 % dan shut down point (SDP) sebesar 17.28 %. Berdasarkan perhitungan ekonomi maka dapat disimpulkan bahwa pabrik Carbon Black ini layak untuk didirikan.*



5. Semua pihak yang telah membantu penulis hingga terselesaikannya laporan ini.

Kami menyadari sepenuhnya bahwa penyusunan laporan Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik ini masih banyak kekurangan dan kelemahan serta jauh dari kesempurnaan. Untuk itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan laporan ini.

Besar harapan kami semoga laporan Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan bagi yang memerlukannya.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 14 September 2007

Penyusun







# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

*Carbon Black* merupakan zat berupa bubuk yang berwarna hitam dan banyak digunakan sebagai bahan baku dalam industri tinta cetak, industri karet, industri cat, dan industri kertas (Kirk Othmer, 1949). Hampir sekitar 70% kandungan *Carbon Black* digunakan untuk menguatkan produk karet, khususnya ban. Partikel *Carbon Black* juga digunakan untuk bahan penyerap dan tinta printer ([www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)).

Sebagai negara yang sedang berkembang, Indonesia berusaha menyediakan bahan baku untuk memenuhi kebutuhan industri yang ada sehingga dapat menjadi negara yang tidak lagi tergantung pada negara lain.

Atas dasar ketersediaan bahan baku yang mudah, ketersediaan sumber daya manusia yang terampil dan terlatih, sumber daya alam, modal, dan IPTEK yang cukup untuk peningkatan sumber daya ekonomi dan kesejahteraan rakyat Indonesia, maka pendirian pabrik *Carbon Black* merupakan alternatif yang sangat memungkinkan untuk didirikan di Indonesia.

Kebutuhan *Carbon Black* di Indonesia cukup banyak dan jumlahnya tidak stabil. Untuk menentukan kapasitas perancangan perlu dipertimbangkan beberapa faktor antara lain data statistik kebutuhan produk dan bahan baku yang tersedia.

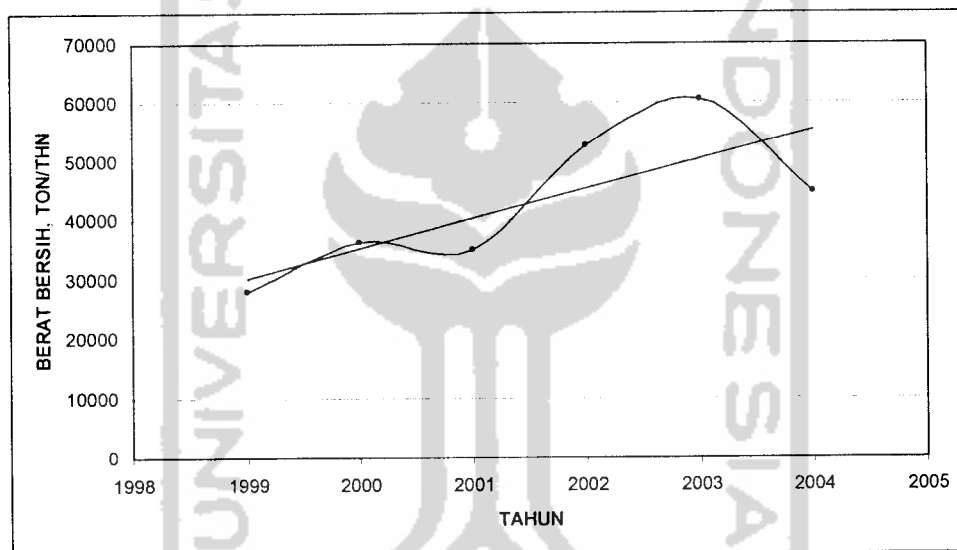
#### 1.1.1 Statistik Kebutuhan Produk

Berdasarkan data buku Statistik tentang perdagangan luar negeri Indonesia yang diterbitkan oleh Biro Pusat statistik Jakarta, jumlah impor *Carbon Black* adalah sebagai berikut :

**Tabel 1.1.** Data Impor *Carbon Black*

| Tahun | Berat Bersih, ton |
|-------|-------------------|
| 1999  | 28042.235         |
| 2000  | 36135.074         |
| 2001  | 34969.587         |
| 2002  | 52725.565         |
| 2003  | 60647.140         |
| 2004  | 44669.497         |

Sumber : BPS



**Gambar 1.1.** Kurva Impor *Carbon Black*

Berdasarkan kurva diatas dan pendekatan yang dilakukan mulai tahun 1999 keatas dengan anggapan kondisinya mulai stabil. Perkiraan kebutuhan *carbon black* dalam negeri pada tahun didirikannya pabrik yaitu pada tahun 2012 adalah sebesar 100.000 ton/tahun.

#### 1.1.2 Bahan baku yang tersedia

Bahan baku yang berupa gas alam dan udara masih tersedia cukup banyak. Khususnya untuk udara yang tersedia di alam dan sangat mudah untuk

mendapatkannya. Ketersediaan gas alam di Indonesia pun dirasa masih mencukupi untuk memenuhi kebutuhan produksi *carbon black*.

## 1.2 Tinjauan Pustaka

Menurut prinsip dasarnya metode pembuatan *Carbon Black* ini pada jaman dahulu sangat sederhana, yaitu dengan cara pembakaran gas penerangan dengan jumlah udara yang terbatas sehingga terbentuk jelaga yang berfungsi sebagai *Carbon Black*. *Carbon Black* dari gas alam yang pertama kali di New Cumberland, Amerika Serikat pada tahun 1872 dengan Channel Proses (Kirk and Otmer, 1949).

Pembuatan *Carbon Black* ada tiga proses, yaitu *Channel Process*, *Furnace Process - Combustion* dan *Furnace Process - Decomposition*.

### 1.2.1 *Channel Process*

*Carbon Black* diproduksi dengan cara pembakaran tidak sempurna dari gas alam pada nyala api kecil, yang mengenai saluran (*channel*) besi dingin.

Reaksi yang terjadi fase gas, yaitu :



Yield : 3-5% ; 1-1.5 lb per 1000 cuft.

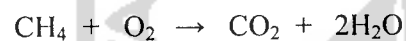
Gas alam, yang sebagian besar terdiri dari metan, disalurkan melalui pipa berdiameter 1.25 in ke rumah pembakaran yang terdiri dari beberapa ribu *lava-tipped* pembakar. Gas alam dibakar dengan suplai udara yang tidak berkecukupan. Jumlah udara dikontrol dengan *dampers* pada bagian atas dan bawah rumah pembakaran untuk menghasilkan nyala api yang bercahaya, yang mengenai bagian bawah bidang datar dari saluran (*channel*) besi dingin.

Temperatur pembakaran berkisar antara 1000-1200°C akan berkurang hingga 500°C dan *carbon black* akan terkumpul. Kumpulan *carbon black* dipindahkan ke unit pengantongan dengan dijatuhkan kedalam *hoppers* dan dibawa dengan *screw conveyors* (Faith & Keyes, 1950).

### 1.2.2 *Furnace Process – Combustion*

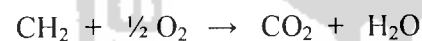
Umpan yang dipakai dapat berupa gas alam atau minyak bumi (*oil*). Reaksi yang terjadi sbb:

a. Umpan : Gas Alam



Yield : 30-40% ; 9-12 lb per 1000 cuft.

b. Umpan : Minyak bumi (*oil*)



Yield : 2.5-4.0 lb per 1000 cuft.

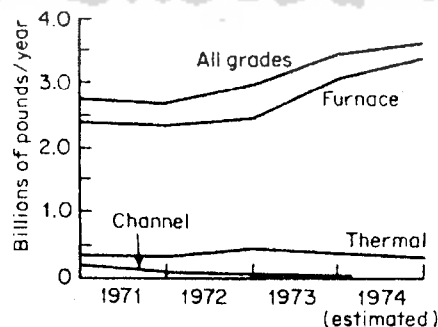
*Carbon black* diproduksi dengan proses kontinyu yang melibatkan pembakaran parsial pada suhu diatas 2400°F. Gas alam dilewatkan pada *furnace* horisontal atau vertikal yang diatur jumlah udaranya. Di dalam *furnace* ini terjadi pembakaran dengan nyala api yang bebas yang berakibat pada pembentukan *carbon black* dan gas hasil pembakaran. Arus gas dialirkan pada *spray cooler*, dimana suhu akan menurun karena diserap oleh air. Sedangkan *carbon black* akan dipisahkan dengan *precipitators* dan *cyclone* sehingga udara yang terbuang bebas dari *carbon black* (Faith & Keyes, 1950).

### 1.2.3 Furnace Process – Thermal Decomposition.

*Carbon black* dibuat dengan cara *thermally cracking* gas alam didalam *furnace* yang sebelumnya telah dipanasi oleh pembakaran antara pencampuran gas-udara. Gas alam dimasukkan melalui bagian atas *furnace* dimana gas alam tersebut mengalir menurun melalui *bricks* panas (diatas 1600°F) yang disusun pada sebuah *checkerwork* disain. Gas terbagi menjadi dua elemen penyusunnya yaitu karbon dan hidrogen. Setengah dari karbon akan tertinggal pada *brickwork*, dan setengahnya lagi akan terbawa bersama gas hidrogen yang melalui air pendingin menuju *filter bag*, dimana *carbon balck* akan terkumpul di dalam *fabric bags* (Faith & Keyes, 1950).

Pada rancangan pabrik ini dipilih proses yang kedua yaitu *Furnace Process* – *Combustion* berumpun gas alam dengan mempertimbangkan beberapa hal, antara lain :

1. Sejak tahun 1946, permintaan pasar untuk *Carbon Black* dengan proses *furnace* lebih besar dibandingkan dengan proses *channel black* ( Faith and Keyes,1950). Dibuktikan dengan garfik pertumbuhan pasar *Carbon Black* di USA (Shreve, 1975).



Gambar 1.2 Pertumbuhan Pasar *Carbon Black* di USA

2. *Carbon Black* dengan proses ini lebih mudah digunakan sebagai bahan campuran karet alam dibandingkan dengan proses *channel black* (Shreve, 1975).
3. Proses Furnace dengan menggunakan minyak bumi (*oil*) lebih mahal daripada menggunakan gas alam (*natural gas*) dan dalam kapasitas per tahun yang sama biaya dapat mencapai dua kali lipat ( Faith and Keyes,1950).
4. Yield untuk proses ini adalah yang paling besar diantara proses yang lain.



## BAB II

### PERANCANGAN PRODUK

#### 2.1 Spesifikasi Produk

##### *Carbon Black (C)*

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| Rumus                         | = C  |
| Berat Molekul                 | = 12.011                                       |
| Kenampakan                    | = Padatan berwarna hitam                       |
| Sifat                         | = Amorph                                       |
| Kelarutan                     | = larut dalam alcohol                          |
| Kemurnian                     | = 98%  |
| Densitas                      | = 800.92 Kg/m <sup>3</sup>                     |
| Ukuran Partikel               | = 20 – 50 nm                                   |
| Titik lebur                   | = 4247 K                                       |
| Titik didih                   | = 4203 K                                       |
| Titik kritis                  | = 6810 K                                       |
| Tekanan kritis                | = 2230 bar                                     |
| Kapasitas panas (Cp), J/mol.K | = -0.832 + 0.034846 T - 0.000013T <sup>2</sup> |

#### 2.2 Spesifikasi Bahan

##### 2.2.1 Gas Alam

Gas alam yang digunakan sebagai bahan baku mengandung beberapa gas hidrokarbon yang tertera dalam tabel berikut ini.

### 2.2.1.a Komposisi Gas Alam

**Tabel 2.1** Analisis Hidrokarbon dalam % mol gas

| No. | Komponen       | Rumus                            | Komposisi, % | BM  |
|-----|----------------|----------------------------------|--------------|-----|
| 1   | Methana        | CH <sub>4</sub>                  | 90           | 16  |
| 2   | Etana          | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>    | 2.5          | 30  |
| 3   | Propana        | C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>    | 0.75         | 44  |
| 4   | n - Butana     | n-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> | 0.1          | 58  |
| 5   | i- Butana      | i-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> | 0.1          | 58  |
| 6   | n - Pentana    | n-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> | 0.01         | 72  |
| 7   | i - Pentana    | i-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> | 0.02         | 72  |
| 8   | Heksana        | C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>   | 0.01         | 86  |
| 9   | Heptana        | C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>   | 0.01         | 100 |
| 10  | Nitrogen       | N <sub>2</sub>                   | 1.5          | 28  |
| 11  | Karbondioksida | CO <sub>2</sub>                  | 5            | 44  |
|     |                |                                  | 100          |     |

Sumber: Kilang Gas Laut Parigi di Lepas Pantai Cilamaya

### 2.2.1.b Sifat-sifat Fisika dan Kimia

#### 1. Methane

Rumus = CH<sub>4</sub>

Bentuk fase = Gas

Berat molekul ( BM ) = 16

Panas pembakaran = -890.9 kJ / mol

Kapasitas panas, Cp =  $34.94 - 3.99e-2T + 1.91e-4T^2 - 1.53e-7T^3 + 3.93e-11T^4$

#### 2. Ethane

Rumus = C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>

Bentuk fase = Gas

Berat molekul ( BM ) = 30



Panas pembakaran = -1559.9 kJ / mol

Kapasitas panas,  $C_p$  =  $28.14 + 4.34e-2T + 1.89e-4T^2 - 1.90e-7T^3 + 5.33e-11T^4$

### 3. Propane

Rumus =  $C_3H_8$

Bentuk fase = Gas

Berat molekul ( BM ) = 44

Panas pembakaran = -2204 kJ / mol

Kapasitas panas,  $C_p$  =  $28.27 + 1.16e-1T + 1.95e-4T^2 - 2.32e-7T^3 + 6.86e-11T^4$

### 4. Isobutane

Rumus =  $i-C_4H_{10}$

Bentuk fase = Gas

Berat molekul ( BM ) = 58

Panas pembakaran = -2868.8 kJ / mol

Kapasitas panas,  $C_p$  =  $6.77 + 3.41e-1T - 1.02e-4T^2 - 3.68e-8T^3 + 2.04e-11T^4$

### 5. Normal Butane

Rumus =  $n-C_4H_{10}$

Bentuk fase = Gas

Berat molekul ( BM ) = 58

Panas pembakaran = -2878.52 kJ / mol

Kapasitas panas,  $C_p$  =  $20.05 + 2.81e-1T - 1.31e-5T^2 - 9.45e-8T^3 + 3.41e-11T^4$

### 6. Isopentane

Rumus =  $i-C_5H_{12}$

Bentuk fase = Gas

$$\begin{aligned}\text{Berat molekul ( BM )} &= 72 \\ \text{Panas pembakaran} &= -3536.15 \text{ kJ / mol} \\ \text{Kapasitas panas, Cp} &= -0.88+4.74e-1T-2.47e-4T^2+6.75e-8T^3+8.53e-12T^4\end{aligned}$$

#### 7. Normal Pentane

$$\begin{aligned}\text{Rumus} &= n\text{-C}_5\text{H}_{12} \\ \text{Bentuk fase} &= \text{Gas} \\ \text{Berat molekul ( BM )} &= 72 \\ \text{Panas pembakaran} &= -3536.15 \text{ kJ / mol} \\ \text{Kapasitas panas, Cp} &= 26.67+3.23e-1T+4.28e-5T^2-1.66e-7T^3+5.60e-11T^4\end{aligned}$$

#### 8. Heksan

$$\begin{aligned}\text{Rumus} &= \text{C}_6\text{H}_{14} \\ \text{Bentuk fase} &= \text{Gas} \\ \text{Berat molekul ( BM )} &= 86 \\ \text{Panas pembakaran} &= -4194.75 \text{ kJ / mol} \\ \text{Kapasitas panas, Cp} &= 25.92+4.19e-1T-1.24e-5T^2-1.59e-7T^3+5.87e-11T^4\end{aligned}$$

#### 9. Heptan

$$\begin{aligned}\text{Rumus} &= \text{C}_7\text{H}_{16} \\ \text{Bentuk fase} &= \text{Gas} \\ \text{Berat molekul ( BM )} &= 100 \\ \text{Panas pembakaran} &= -4853.48 \text{ kJ / mol} \\ \text{Kapasitas panas, Cp} &= 26.98+5.03e-1T-4.47e-5T^2-1.68e-7T^3+6.51e-11T^4\end{aligned}$$

## 2.2.2 Udara

### 2.2.2.a Komposisi udara

Tabel 2.2. Komposisi udara dalam % mol gas

| Komponen | Rumus          | Komposisi ( % ) |
|----------|----------------|-----------------|
| Oksigen  | O <sub>2</sub> | 20,94           |
| Nitrogen | N <sub>2</sub> | 78,09           |
| Argon    | Ar             | 0,97            |

### 2.2.2.b Sifat-sifat fisika dan kimia

#### 1. Oksigen

Rumus = O<sub>2</sub>

Bentuk = Gas

Berat molekul ( BM ) = 32

Kapasitas panas, Cp =  $29.52 - 8.89e-3T + 3.80e-5T^2 - 3.26e-8T^3 + 8.86e-12T^4$

#### 2. Nitrogen

Rumus = N<sub>2</sub>

Bentuk = Gas

Berat molekul (BM) = 28

Kapasitas panas, Cp =  $29.34 - 3.63e-3T + 1.00e-5T^2 - 4.31e-9T^3 + 2.59e-13T^4$

#### 3. Argon

Rumus = Ar

Bentuk = Gas

Berat molekul (BM) = 40

Kapasitas panas, Cp = 20.78 J/mol.K

## 2.3 Pengendalian Kualitas

Setelah perencanaan produksi disusun dan proses dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik. Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standar dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal, untuk itu perlu dilaksanakan pengendalian produksi sebagai berikut :

### 1. Pengendalian kualitas

Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku tidak baik, kerusakan operasi dan kerusakan alat. Penyimpangan alat dapat diketahui dari hasil monitor atau analisa pada bagian Laboratorium Pemeriksaan.

### 2. Pengendalian kuantitas

Penyimpangan kuantitas terjadi karena kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan pengadaan bahan baku, perbaikan alat terlalu lama dan lain- lain. Penyimpangan tersebut perlu diidentifikasi penyebabnya dan diadakan evaluasi. Selanjutnya diadakan perencanaan kembali dengan keadaan yang ada.

### 3. Pengendalian waktu

Untuk mencapai kualitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

### 4. Pengendalian bahan proses

Bila ingin dicapai kapasitas produksi yang diinginkan, maka bahan proses harus mencukupi, untuk itu diperlukan pengendalian bahan proses agar tidak terjadi kekurangan.

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu dipertimbangkan, yaitu faktor eksternal dan faktor internal. Yang dimaksud faktor

eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedangkan faktor internal adalah kemampuan pabrik.

#### 1. Kemampuan pasar

Dapat dibagi menjadi dua kemungkinan, yaitu :

- Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun maksimal.
- Kemampuan pasar lebih kecil dari kemampuan pabrik.

Ada tiga alternatif yang dapat diambil :

- Rencana produksi sesuai kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar, dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
- Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.
- Mencari daerah pemasaran yang lain dan menggunakan fasilitas – fasilitas pemasaran yang mudah diakses seperti menggunakan *e-bussines*

#### 2. Kemampuan pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain :

- Material ( bahan baku )

Dengan pemakaian yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan mencapai target produksi yang diinginkan.

- Manusia ( tenaga kerja )

Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu diperlukan pelatihan atau training pada karyawan agar keterampilannya meningkat.

- Mesin ( peralatan )

Hal yang mempengaruhi keadaan dan kemampuan mesin antara lain adalah jam efektif. Jam efektif adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan untuk periode tertentu.



## BAB III

### PERANCANGAN PROSES

#### 3.1 Uraian Proses

Proses pembuatan *Carbon Black* dengan cara “ *Furnace Proses-Combustion*” berbahan baku gas alam yang direncanakan terdiri atas Persiapan, Reaksi, Pendinginan, Pengumpul, dan Penyimpanan.

##### 3.1.1 Persiapan

Udara sebagai bahan baku yang diambil dari lingkungan sekitar terlebih dahulu dibersihkan dari partikel – partikel pengotor menggunakan filter udara. Kemudian dinaikkan suhu dan tekanan menjadi  $100^{\circ}\text{C}$  dan 8 atm menggunakan HE dan compresor. Demikian juga dengan gas alam yang diambil dari *off shore* Laut Parigi ( Jawa Barat ), dinaikkan suhu dan tekanannya menjadi  $100^{\circ}\text{C}$  dan 8 atm menggunakan HE dan compresor.

Kemudian udara dan gas alam tersebut dimasukkan ke *furnace* untuk dinaikkan lagi suhunya menjadi  $2400^{\circ}\text{F}$  sebagai umpan reaktor.

##### 3.1.2 Reaksi

Reaksi antara gas alam dan udara terjadi di dalam reaktor. Reaktor yang digunakan adalah *Reaktor Alir Pipa ( RAP )* berbentuk silinder dilengkapi dengan shell yang berfungsi untuk mengalirkan fluida pendingin. Bagian luar shell dilapisi isolasi dengan silika yang berguna untuk menahan panas yang hilang ke sekeliling. Suhu reaksi di dalam *RAP* berkisar sekitar  $2400^{\circ}\text{F}$ . Di dalam *RAP* inilah terbentuk *Carbon Black* dan hasil pembakaran antara gas alam dan udara.

### 3.1.3 Pendinginan

*Carbon Black* dan hasil pembakaran antara gas alam dan udara dari reaktor didinginkan secara mendadak di dalam *Quencher* sehingga suhunya turun. Pendinginan ini bertujuan untuk menghentikan reaksi.

### 3.1.4 Pengumpulan

Dari *Quencher*, *Carbon Black* dan gas – gas sudah terbentuk dimasukkan ke dalam *Cyclone*. *Carbon Black* yang terikut oleh gas ditangkap oleh *Elektropresipitator*. Dengan demikian gas yang dibuang praktis tidak lagi mengandung *Carbon Black*. *Carbon Black* yang dihasilkan di dalam *Elektropresipitator* kemudian dijadikan satu dengan *Carbon Black* yang terkumpul di cyclone.

### 3.1.5 Penyimpanan

*Carbon Black* yang sudah terkumpul selanjutnya dibawa ke *Silo* melalui *Belt Conveyor* dan *Bucket Elevator*. Kemudian dikirim ke unit pengemasan menggunakan *belt conveyor*.

## 3.2 Spesifikasi Alat proses

### 1. *Furnace* ( F – 01 )

- Kode : F-01
- Fungsi : Memanaskan umpan reaktor dari suhu 100 °C sampai dengan 1315,5°C
- Bahan : Carbon steel tube
- Type : Fire Box
- Kondisi operasi :  $T_{in}$  : 100 °C



$T_{out}$  : 1315.5 °C

P : 8 atm

- Beban panas total : 1 316 780 291 Btu/jam
- Jenis bahan bakar : gas alam (CH<sub>4</sub>)
- Kebutuhan bahan bakar : 51 588.21 kg/jam
- Tebal furnace : 10 cm

#### Bagian konveksi :

- Beban konveksi : 388 390 794.51 Btu/jam
- Luas permukaan konveksi : 90.20 m<sup>2</sup>
- Jumlah tube : 54 pipa
- $T_{out}$  seksi konveksi : 500 °C

#### Bagian radiasi :

- Beban radiasi : 928 389 497.27 Btu/jam
- Luas permukaan radiasi : 2653.77 m<sup>2</sup>
- Jumlah tube : 1560 pipa
- $T_{out}$  seksi konveksi : 1315.5 °C
- Harga furnace : \$ 7356921.13

## 2. Reaktor ( R - 01 )

- Kode : R-01
- Fungsi : Mereaksikan gas alam dan udara menjadi  
*Carbon Black*
- Bahan : Carbon Steel
- Type : Reaktor Alir Pipa ( RAP )
- Kondisi operasi : T = 1315.5 °C

$$P = 8 \text{ atm}$$

- Jumlah reaktor : 4 buah
- Tinggi tiap Reaktor : 5.27 m
- Diameter tiap Reaktor : 1.81 m
- Jumlah total tube : 4944 tube
- Diameter luar tube : 8.89 cm
- Tebal reaktor : 5.51 cm
- Jenis isolasi : Silica
- Tebal isolasi : 0.12 cm
- Harga : \$ 2235516.68

### 3. *Quencher* ( Q - 01 )

- Kode : Q-01
- Fungsi : Mendinginkan gas hasil *Reaktor* dengan menyemprotkan air dari puncak menara.
- Bahan : carbon steel
- Type : vessei
- Kondisi : T = 125 °C

$$P = 1.5 \text{ atm}$$

- Jumlah quencher : 1 buah
- Tinggi quencher : 5.32 m
- Diameter quencher : 2.25 m
- Tebal quencher : 1 cm
- Harga : \$ 46809.95

### 4. *Cyclone Separator* ( CY - 01 )

- Kode : Q-01
- Fungsi : Memisahkan dan mengumpulkan padatan (*Carbon - Black*) dari aliran gas keluar *quencher*..
- Type : cyclone separator
- Kondisi : T = 125 °C  
P = 1.5 atm
- Jumlah cyclone : 1 buah
- Tinggi cyclone : 4.3 m
- Diameter cyclone : 0.86 m
- Harga : \$ 70362.48

#### 5. *Elektrostatic Precipitator* ( EP – 01 )

- Kode : EP-01
- Fungsi : Menangkap atau mengumpulkan partikel *Carbon Black* dari aliran gas menara cyclone.
- Efisiensi : 100 %
- Jumlah : 1 buah
- Harga : \$ 15384.95

#### 6. Silo ( S-01 )

- Kode : S-01
- Fungsi : Menampung dan menyimpan *Carbon Black* sebelum dipasarkan
- Bahan : carbon steel

- Motor penggerak : 0.5Hp
- Harga : \$ 58118.3

#### 9. *Bucket Elevator* ( BE-01 )

- Kode : BE-01
- Fungsi : Memindahkan *Carbon Black* dari *belt conveyor* ke *Silo*
- Type : centrifugal
- Jumlah belt conveyer : 1 buah
- Panjang belt conveyer : 11.5 m
- Ukuran bucket : 6 in × 4 in
- Motor penggerak : 15 Hp
- Harga : \$ 9770.41

#### 10. *Heater* ( HE-01 )

- Kode : HE-01
- Fungsi : Menaikkan suhu udara umpan furnace
- Bahan : carbon steel
- Type : shell and tube
- Flow area : 1403.54 ft<sup>2</sup>
- Pressure drop udara : 5.9 psi
- Pressure drop steam : 0.019 psi
- Harga : \$ 40293.61

#### 11. *Heater* ( HE-02 )

- Kode : HE-02
- Fungsi : Menaikkan suhu gas alam umpan furnace

- Bahan : carbon steel
- Type : shell and tube
- Flow area : 1257.85 ft<sup>2</sup>
- Pressure drop gas alam : 0.11 psi
- Pressure drop steam : 0.002 psi
- Harga : \$ 37729.37

#### 12. Filter udara ( FU-01 )

- Kode : FU-01
- Fungsi : Menyaring debu udara yang terkandung di dalamnya.
- Type : Fabric filter
- Jumlah : 1 buah
- Harga : \$ 187674.87

#### 13. Kompresor ( CP-01 )

- Kode : CP-01
- Fungsi : Menekan udara umpan *Reaktor* dari 1 s / d 8 atm.
- Type : centrifugal multi stages (3 stages)
- Jumlah : 1 buah
- Daya kompresor : 25 Hp
- Harga : \$ 861092.2

#### 14. Kompresor ( CP-02 )

- Kode : CP-02

- Fungsi : Menekan gas alam *Reaktor* dari 1 s / d 8 atm.
- Type : centrifugal multi stages (3 stages)
- Jumlah : 1 buah
- Daya kompresor : 1.5 Hp
- Harga : \$ 228875.02

#### 15. *Expansion Valve* ( EV-01 )

- Kode : EV-01
- Fungsi : Menurunkan tekanan fluida sebelum masuk quencher dari 8 s / d 1.5 atm.
- Bahan : stainless steel
- Jumlah : 1 buah
- Panjang pipa ekivalen : 1206.168 ft
- Harga : \$ 7038.22

#### 16. *Blower* ( BW-01 )

- Kode : BW-01
- Fungsi : mengalirkan udara ke dalam HE-01
- Type : centrifugal
- Jumlah : 4 buah
- Kapasitas : 2350.542 lb/min
- Motor : 2000 Hp
- Harga : \$ 1599528.07

### 3.3 Perencanaan Produksi

#### 3.3.1 Kapasitas Perancangan

Pemilihan kapasitas perancangan didasarkan pada kebutuhan *Carbon Black* di Indonesia, ketersediaan bahan baku serta ketentuan kapasitas minimal. Kebutuhan *Carbon Black* dari tahun ke tahun cukup banyak dan tidak stabil. Berdasarkan kurva diatas dan pendekatan yang dilakukan mulai tahun 1999 keatas dengan anggapan kondisinya mulai stabil. Perkiraan kebutuhan carbon black dalam negeri pada tahun didirikannya pabrik yaitu pada tahun 2012 sebesar 100.000 ton/tahun.

Untuk menentukan kapasitas produksi ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan yaitu :

1. Proyeksi kebutuhan dalam negeri

Berdasarkan data statistik yang diterbitkan oleh BPS dalam "Statistik Perdagangan Indonesia" tentang kebutuhan *Carbon Black* di Indonesia dari tahun ke tahun tidak stabil. Diperkirakan kebutuhan 2012 sebesar 100.000 ton/tahun.

2. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku gas alam yang digunakan dalam pembuatan *Carbon Black* diperoleh dari eksplorasi gas alam di *off shore* Laut Parigi.

#### 3.3.2 Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu diperhatikan, yaitu faktor eksternal dan faktor internal. Faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedangkan faktor internal adalah kemampuan pabrik.

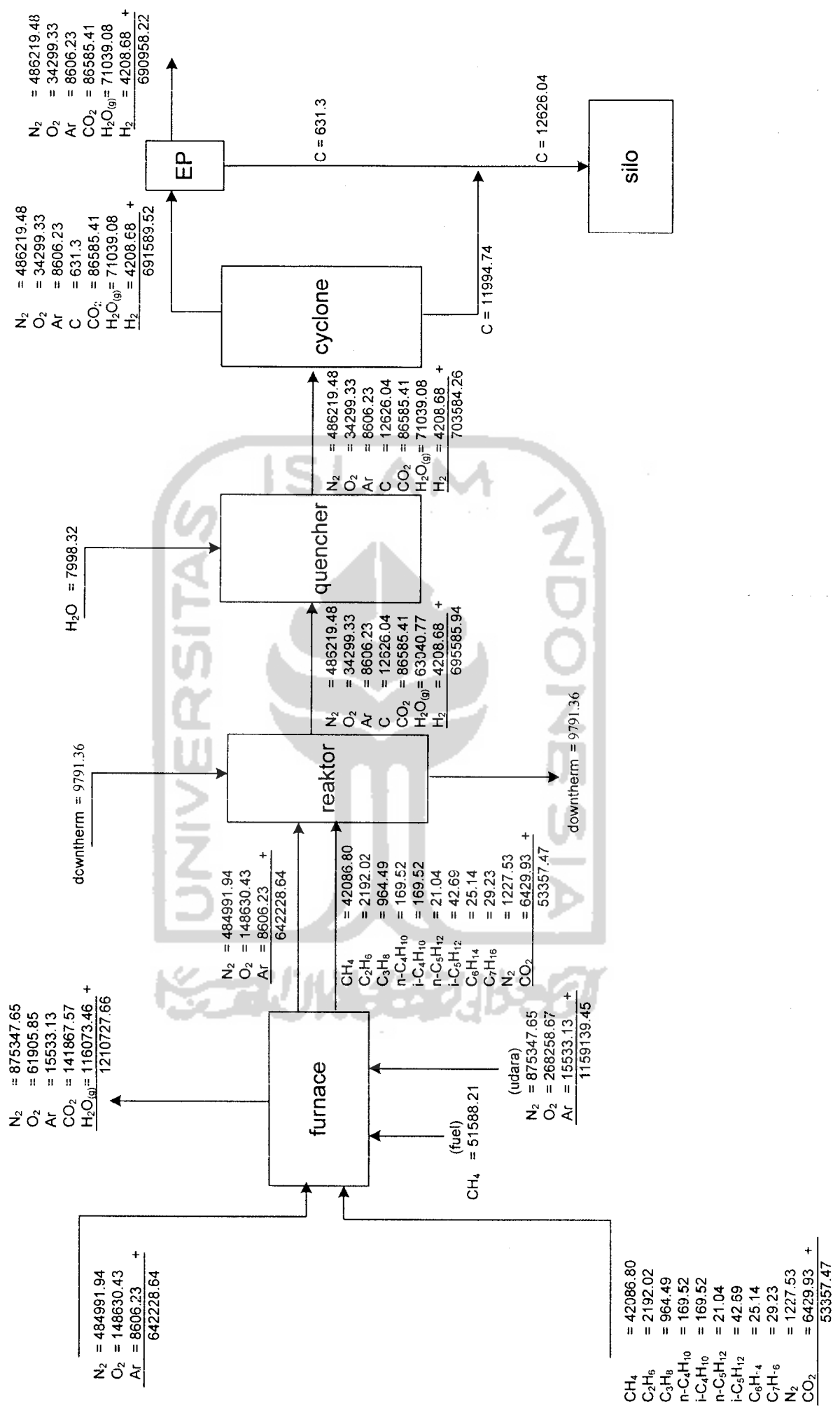
- a) Kemampuan Pasar

adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu. Kemampuan mesin adalah kemampuan suatu alat dalam proses produksi.



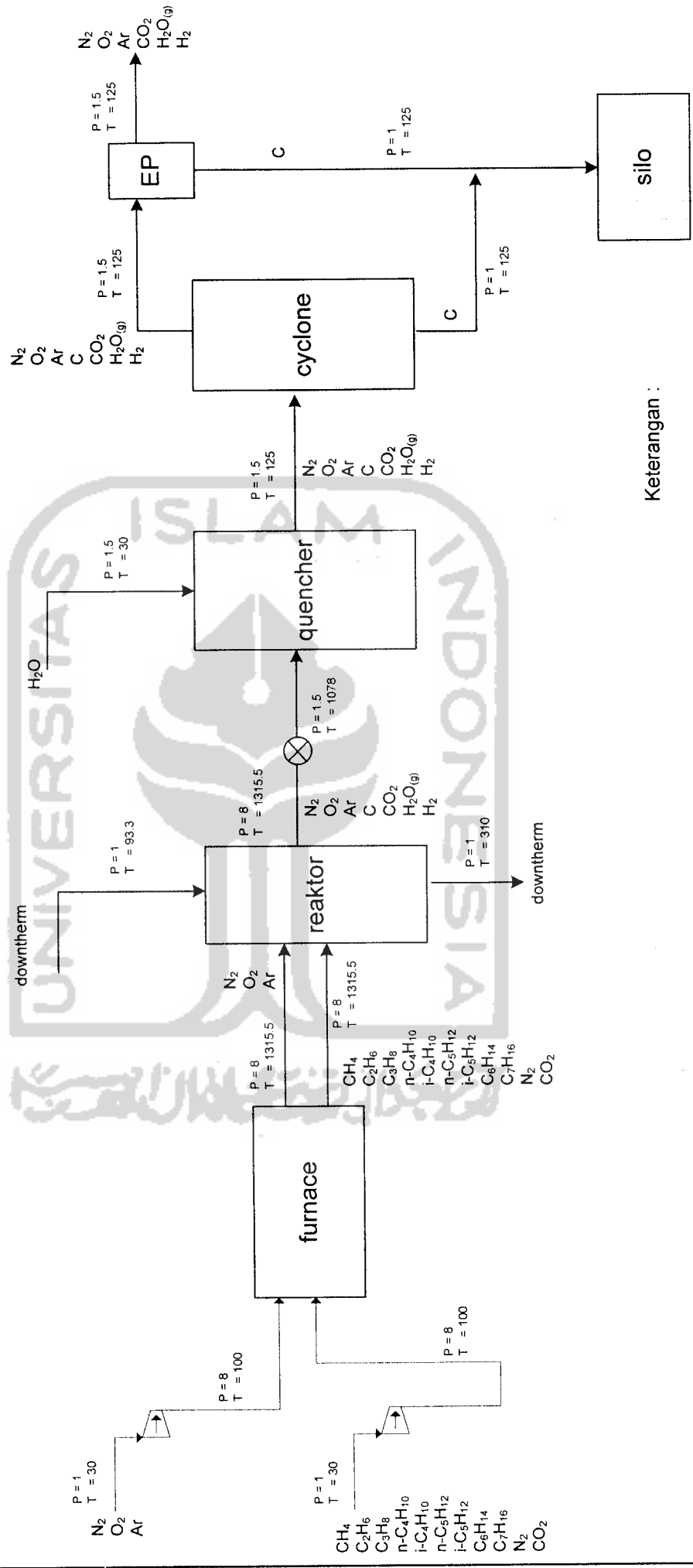


# DIAGRAM ALIR KUANTITATIF (Kg/jam)



Gambar 3.1 Diagram Alir Kuantitatif

# DIAGRAM ALIR KUALITATATIF



Keterangan :

P: tekanan, atm  
T: suhu, °C

Gambar 3.2 Diagram Alir Kualitatif

Dapat dibagi menjadi dua kemungkinan, yaitu :

- ✓ Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.
- ✓ Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik. Oleh karena itu perlu dicari alternative untuk menyusun rencana produksi, misalnya :
  - Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai kemampuan pasar dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
  - Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.
  - Mencari daerah pemasaran.

b) Kemampuan Pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa factor, antara lain :

- ✓ Material ( bahan baku )

Dengan pemakaian material yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan tercapai target produksi yang diinginkan.
- ✓ Manusia ( tenaga kerja )

Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu perlu dilakukan pelatihan atau training pada karyawan agar keterampilannya meningkat.
- ✓ Mesin ( peralatan )

Ada dua hal yang mempengaruhi keandalan dan kemampuan mesin, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja efektif

## BAB IV

### PERANCANGAN PABRIK

#### 4.1 Lokasi Pabrik

Perencanaan daerah lokasi pabrik merupakan masalah pokok dalam menentukan keberhasilan pabrik. Lokasi untuk mendirikan pabrik *Carbon Black* ditetapkan di daerah Cikampek, Jawa Barat setelah mempelajari dan mempertimbangkan beberapa faktor :

##### 4.1.1 Bahan baku

Bahan baku yang dipakai adalah gas alam dan udara. Udara dapat diperoleh dimana saja sehingga tidak mempengaruhi pemilihan lokasi pabrik. Gas alam diperoleh dari kilang gas alam Laut Parigi di Lepas Pantai Cilamaya, Jawa Barat, maka pabrik didirikan di Cikampek agar mudah untuk dalam pengangkutan bahan baku melalui pemipaan.

##### 4.1.2 Pemasaran

Sesuai dengan kegunaan *carbon black* yaitu untuk pembuatan ban. Cat, plastik dan kertas, pemasaran untuk produk *carbon black* tidak banyak mengalami kesulitan, karena cukup banyak pabrik yang menggunakan produk *carbon black*.

##### 4.1.3 Transportasi

Transportasi dibutuhkan sebagai penunjang untuk memasarkan produk yang dihasilkan. Pembangunan di daerah Jawa Barat sudah mengalami perkembangan yang cukup bagus terutama di bidang lalu lintas jalan raya sehingga sarana

transportasi menjadi lebih mudah dan lancar. Terlebih pabrik berada di dekat jalur Pantura.

#### 4.1.4 Tenaga kerja

Kebutuhan tenaga kerja tidak mengalami kesulitan karena kota Cikampek telah berkembang menjadi kota industri yang ramai penduduknya.

## 4.2 Tata Letak Pabrik (*Plant Layout*)

Tata letak pabrik termasuk didalamnya adalah letak alat proses dan utilitas, pemipaan, gudang, perkantoran, jalan lalu lintas dalam pabrik dan lain sebagainya ditata sedemikian rupa sehingga pabrik dapat beroperasi secara efisien dan efektif sehingga dapat memberikan keamanan, kesehatan, keselamatan bagi karyawan dan lingkungan sekitarnya.

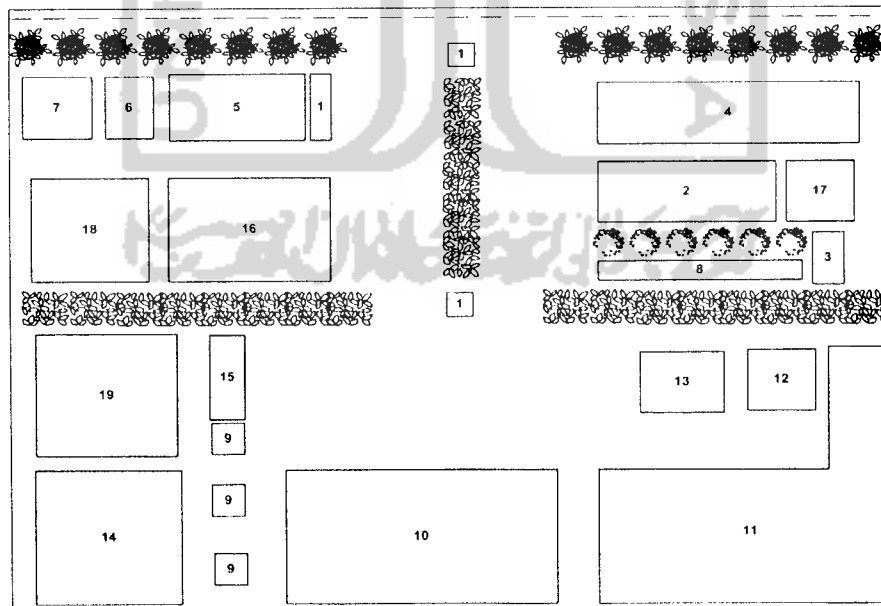
Faktor yang perlu diperhatikan dalam mengatur tata letak pabrik adalah :

- 4.2.1 Letak alat diusahakan berurutan sesuai dengan urutan kerja atau proses dan fungsinya serta sifat dan kondisi operasi alatnya.
- 4.2.2 Menyediakan ruang kosong yang cukup untuk kepentingan perbaikan, perawatan, dan penggantian alat-alat, juga dapat terjangkau oleh *instrument safety* dan *fire protection*.
- 4.2.3 Piping dan sarana transportasi dalam area diatur sehingga tidak tumpang tindih, untuk mempermudah pekerja mengadakan pengamatan atau inspeksi.
- 4.2.4 Jalan-jalan didalam pabrik dibuat lurus, lebar, lalu lintasnya diatur dengan baik, sehingga memperlancar arus jalan. Hal ini juga mempermudah mobil pemadam kebakaran lewat jika terjadi kebakaran.

Perincian luas area yang dibangun :

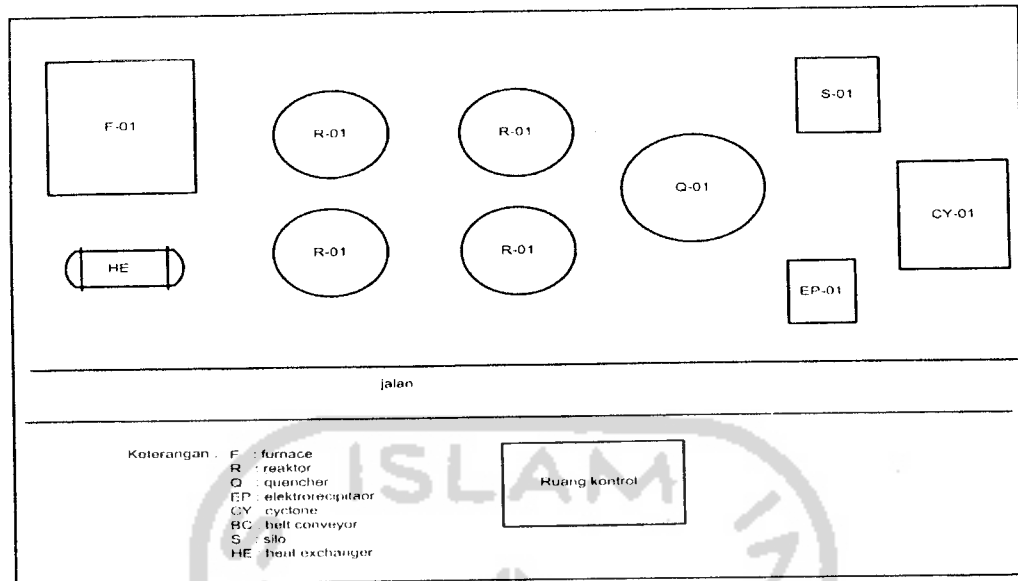
**Tabel 4.1** Perincian Luas Area Bangunan

| No | Bangunan               | Luas ( m <sup>2</sup> ) |
|----|------------------------|-------------------------|
| 1  | Pos penjagaan          | 50                      |
| 2  | Tempat parkir          | 500                     |
| 3  | Tempat ibadah          | 400                     |
| 4  | Kantor 2 lantai        | 1000                    |
| 5  | Gedung pertemuan       | 500                     |
| 6  | Poliklinik             | 100                     |
| 7  | Laboratorium           | 200                     |
| 8  | Kantin                 | 100                     |
| 9  | Control room           | 200                     |
| 10 | Area proses            | 4000                    |
| 11 | Area pengembangan      | 7500                    |
| 12 | Ruang diesel           | 200                     |
| 13 | Work shop dan mekanik  | 300                     |
| 14 | Pengolahan air         | 2500                    |
| 15 | Pemadam kebakaran      | 210                     |
| 16 | Areal produk           | 800                     |
| 17 | Perpustakaan           | 100                     |
| 18 | Gudang                 | 670                     |
| 19 | Unit pengolahan limbah | 2050                    |
| 20 | Jalan dan taman        | 4000                    |
|    | Total                  | 25380                   |



Skala 1 : 1600

**Gambar 4.1** Tata Letak Pabrik *Carbon Black*



**Gambar 4.2** Tata Letak Alat Proses

#### 4.4 Alir Proses dan Material

Berdasarkan kapasitas yang ada maka di peroleh neraca massa dan neraca panas baik produk maupun bahan baku. Sehingga kita dapat menentukan alat-alat apa yang akan kita gunakan dalam pendirian pabrik, selain dari sifat-sifat kimia dan fisik produk dan bahan baku. Hasil perhitungan neraca massa dan neraca panas sebagai berikut :

##### 4.4.1. Perhitungan Neraca Massa

**Tabel 4.2** Neraca Massa pada *Furnace*

| No. | Komponen                         | Masuk   |          | Keluar  |          |
|-----|----------------------------------|---------|----------|---------|----------|
|     |                                  | kmol    | Kg       | kmol    | kg       |
| 1   | CH <sub>4</sub>                  | 2630.43 | 42086.80 | 2630.43 | 42086.80 |
| 2   | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>    | 73.07   | 2192.02  | 73.07   | 2192.02  |
| 3   | C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>    | 21.92   | 964.49   | 21.92   | 964.49   |
| 4   | n-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> | 2.92    | 169.52   | 2.92    | 169.52   |

Lanjutan Tabel 4.2 Neraca Massa pada *Furnace*

|    |                                  |          |           |          |           |
|----|----------------------------------|----------|-----------|----------|-----------|
| 5  | i-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> | 2.92     | 169.52    | 2.92     | 169.52    |
| 6  | n-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> | 0.29     | 21.04     | 0.29     | 21.04     |
| 7  | i-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> | 0.58     | 42.09     | 0.58     | 42.09     |
| 8  | C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>   | 0.29     | 25.14     | 0.29     | 25.14     |
| 9  | C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>   | 0.29     | 29.23     | 0.29     | 29.23     |
| 10 | N <sub>2</sub>                   | 17364.98 | 486219.48 | 17364.98 | 486219.48 |
| 11 | CO <sub>2</sub>                  | 146.13   | 6429.93   | 146.13   | 6429.93   |
| 12 | O <sub>2</sub>                   | 4644.70  | 148630.43 | 4644.70  | 148630.43 |
| 13 | Ar                               | 215.16   | 8606.23   | 215.16   | 8606.23   |
|    | Total                            | 25103.69 | 695585.89 | 25103.69 | 695585.89 |

Tabel 4.3 Neraca Massa Reaktor

| No. | Komponen                         | Masuk    |           | Keluar   |           |
|-----|----------------------------------|----------|-----------|----------|-----------|
|     |                                  | Kmol     | kg        | kmol     | kg        |
| 1   | CH <sub>4</sub>                  | 1052.17  | 16834.72  | 0.00     | 0.00      |
| 2   | CH <sub>4</sub>                  | 1578.26  | 25252.08  | 0.00     | 0.00      |
| 3   | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>    | 73.07    | 2192.02   | 0.00     | 0.00      |
| 4   | C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>    | 21.92    | 964.49    | 0.00     | 0.00      |
| 5   | n-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> | 2.92     | 169.52    | 0.00     | 0.00      |
| 6   | i-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> | 2.92     | 169.52    | 0.00     | 0.00      |
| 7   | n-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> | 0.29     | 21.04     | 0.00     | 0.00      |
| 8   | i-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> | 0.58     | 42.09     | 0.00     | 0.00      |
| 9   | C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>   | 0.29     | 25.14     | 0.00     | 0.00      |
| 10  | C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>   | 0.29     | 29.23     | 0.00     | 0.00      |
| 11  | N <sub>2</sub>                   | 17364.98 | 486219.48 | 17364.98 | 486219.48 |
| 12  | CO <sub>2</sub>                  | 146.13   | 6429.93   | 1967.85  | 86585.41  |
| 13  | O <sub>2</sub>                   | 4644.70  | 148630.43 | 1071.85  | 34299.33  |
| 14  | Ar                               | 215.16   | 8606.23   | 215.16   | 8606.23   |
| 15  | H <sub>2</sub> O (g)             | 0.00     | 0.00      | 3502.26  | 63040.77  |



Lanjutan Tabel 4.3 Neraca Massa Reaktor

|    |                      |             |            |             |            |
|----|----------------------|-------------|------------|-------------|------------|
| 16 | C                    | 0.00        | 0.00       | 1052.17     | 12626.00   |
| 17 | H <sub>2</sub>       | 0.00        | 0.00       | 2104.33     | 4208.67    |
| 18 | H <sub>2</sub> O (l) | 29212.70881 | 525828.76  | 0           | 0          |
| 19 | steam                | 0.00        | 0          | 27752.07337 | 499537.32  |
| 20 | Steam loseses        | 0.00        | 0          | 1460.63544  | 26291.44   |
|    | Total                | 56491.32    | 1221414.65 | 56491.32    | 1221414.65 |

Tabel 4.4 Neraca Massa Quencher

| No. | Komponen             | Masuk    |           | Keluar   |           |
|-----|----------------------|----------|-----------|----------|-----------|
|     |                      | kmol     | kg        | kmol     | kg        |
| 1   | N <sub>2</sub>       | 17364.98 | 486219.48 | 17364.98 | 486219.48 |
| 2   | CO <sub>2</sub>      | 1967.85  | 86585.41  | 1967.85  | 86585.41  |
| 3   | C                    | 1071.85  | 34299.33  | 1071.85  | 34299.33  |
| 4   | H <sub>2</sub> O (g) | 215.16   | 8606.23   | 215.16   | 8606.23   |
| 5   | H <sub>2</sub>       | 3502.26  | 63040.77  | 3946.62  | 71039.08  |
| 6   | O <sub>2</sub>       | 1052.17  | 12626.04  | 1052.17  | 12626.04  |
| 7   | Ar                   | 2104.34  | 4208.68   | 2104.34  | 4208.68   |
| 8   | H <sub>2</sub> O (l) | 444.35   | 7998.32   | 0.00     | 0.00      |
|     | Total                | 27722.97 | 703584.24 | 27722.97 | 703584.24 |

Tabel 4.5 Neraca Massa Cyclone

| No. | Komponen             | Masuk    |           | Keluar   |           |
|-----|----------------------|----------|-----------|----------|-----------|
|     |                      | kmol     | kg        | kmol     | kg        |
| 1   | N <sub>2</sub>       | 17364.98 | 486219.48 | 17364.98 | 486219.48 |
| 2   | CO <sub>2</sub>      | 1967.85  | 86585.41  | 1967.85  | 86585.41  |
| 3   | C                    | 1071.85  | 34299.33  | 1071.85  | 34299.33  |
| 4   | H <sub>2</sub> O (g) | 215.16   | 8606.23   | 215.16   | 8606.23   |
| 5   | H <sub>2</sub>       | 3946.62  | 71039.08  | 3946.62  | 71039.08  |
| 6   | O <sub>2</sub>       | 1052.17  | 12626.04  | 1052.17  | 12626.04  |
| 7   | Ar                   | 2104.34  | 4208.68   | 2104.34  | 4208.68   |
|     | Total                | 27722.97 | 703584.24 | 27722.97 | 703584.24 |

**Tabel 4.6** Neraca Massa Elektroprecipitator

| No. | Komponen             | Masuk    |           | Keluar   |           |
|-----|----------------------|----------|-----------|----------|-----------|
|     |                      | kmol     | Kg        | kmol     | kg        |
| 1   | N <sub>2</sub>       | 17364.98 | 486219.48 | 17364.98 | 486219.48 |
| 2   | CO <sub>2</sub>      | 1967.85  | 86585.41  | 1967.85  | 86585.41  |
| 3   | C                    | 1071.85  | 34299.33  | 1071.85  | 34299.33  |
| 4   | H <sub>2</sub> O (g) | 215.16   | 8606.23   | 215.16   | 8606.23   |
| 5   | H <sub>2</sub>       | 3946.62  | 71039.08  | 3946.62  | 71039.08  |
| 6   | O <sub>2</sub>       | 52.61    | 631.30    | 52.61    | 631.30    |
| 7   | Ar                   | 2104.34  | 4208.68   | 2104.34  | 4208.68   |
|     |                      | 26723.41 | 691589.50 | 26723.41 | 691589.50 |

#### 4.4.2. Perhitungan Neraca Panas

**Tabel 4.7** Neraca Panas *Furnace*

| Panas masuk, Kj/jam |               | Panas keluar, Kj/jam  |               |
|---------------------|---------------|-----------------------|---------------|
| Konveksi            | 409791127.28  | Panas pembakaran      | 1111467908.68 |
| Radiasi             | 979543758.57  | Panas hilang ke udara | 277866977.17  |
| Total               | 1389334885.85 | Total                 | 1389334885.85 |

**Tabel 4.8** Neraca Panas Reaktor

| Panas masuk, Kj/jam |               | Panas keluar, Kj/jam    |            |
|---------------------|---------------|-------------------------|------------|
| Reaktan             | 1595558541.46 | Produk                  | 1125028675 |
| Panas reaksi        | 1982233033.52 | Panas diserap pendingin | 2452762900 |
| Total               | 3577791574.98 | total                   | 3577791575 |

**Tabel 4.9** Neraca Panas Quencher

| Panas masuk, Kj/jam |                  | Panas keluar, Kj/jam |                   |
|---------------------|------------------|----------------------|-------------------|
| Panas bahan         | 1180417705304.56 | panas out            | -81280923061.56   |
|                     |                  | pendingin            | -1099136782243.00 |
| Total               | 1180417705304.56 | total                | -1180417705304.56 |

#### 4.5 Utilitas

Unit utilitas merupakan unit pendukung dalam proses produksi dalam suatu pabrik yang meliputi :

1. Air
2. Listrik
3. Bahan baker
4. Steam
5. Fluida pendingin (Downtherm)

##### 4.5.1 Air

- a. Air pendingin

quencher : Massa = 7998 kg/j

Suhu = 30 °C

Tekanan = 1.5 atm

b. Air kantor

Air untuk keperluan kantor digunakan untuk kebutuhan sanitasi karyawan. Dirancang air mampu untuk memenuhi kebutuhan 140 orang. Air untuk kebutuhan kantor diprediksi berdasarkan penelitian Sularso dan Haruo Tahara dalam bukunya yang berjudul "Pompa dan Kompresor", Tabel 2.9, hal.21 :

Air untuk kantor : 75 lt/orang-8 jam sampai 150 lt/orang-8jam

Dirancang : 100 lt/orang-8jam

Air kantor = 1750 ltr/jam

= 1750 kg/jam

c. Air perumahan

Berdasarkan penelitian Sularso dan Haruo Tahara dalam bukunya yang berjudul "Pompa dan Kompresor", Tabel 2.9, hal.21 kebutuhan air untuk perumahan : 150 lt/orang-hari sampai 250 lt/orang-hari

Dirancang : - 200 lt/orang-hari

- di lingkungan pabrik ada 10 rumah

- setiap rumah dihuni 6 orang

Air perumahan = 500 ltr/jam

= 500 kg/jam

d. Air servis utility

Air hidran diperlukan untuk pemeliharaan tanaman dan pemadam kebakaran.

Air hidran ditampung dalam sebuah kolam. Air hidran diperlukan apabila

pabrik yang akan didirikan letaknya berjauhan dengan sungai, sehingga dibutuhkan cadangan air untuk mengantisipasi terjadinya kebakaran.

Dirancang air yang hilang dari kolam hidran 500 kg/j

Tata laksana penggunaan air dalam pabrik :

- Air untuk keperluan kantor dan pelayanan umum digunakan sekali pakai

**Tabel 4.10 Kebutuhan Air**

| No. | Kegunaan             | Jumlah, kg/jam |
|-----|----------------------|----------------|
| 1   | air pendingin        |                |
|     | quencher             | 7998.32        |
| 2   | Air Kantor           | 1750           |
| 3   | Air perumahan        | 500            |
| 4   | Air servis           | 500            |
| 5   | Air pembangkit steam | 9791.36        |
|     | Total                | 20539.68       |

Syarat-syarat yang harus terpenuhi dalam penggunaan air sesuai fungsinya adalah sebagai berikut :

0. Air sanitasi

Air sanitasi adalah air yang akan digunakan untuk keperluan kantor dan perumahan.. Air sanitasi harus memenuhi kualitas tertentu, yaitu:

. Syarat fisika, meliputi:

- Suhu : dibawah suhu udara
- Warna : jernih
- Rasa : tidak berasa
- Bau : tidak berbau

b. Syarat kimia, meliputi:

- Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air.
- Tidak mengandung bakteri.

0. Air Service Utility

Air servis utility adalah air yang akan digunakan untuk keperluan pemadam kebakaran dan pemeliharaan tanaman. Air servis utility harus memenuhi kualitas tertentu, yaitu:

a. Syarat fisika, meliputi:

- Suhu : dibawah suhu udara
- Warna : jernih
- Rasa : tidak berasa
- Bau : tidak berbau

b. Syarat kimia, meliputi:

- Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air.

0. Air Pendingin dan Air Pembangkit Steam

Air pendingin adalah air yang akan digunakan untuk keperluan pendinginan secara langsung di dalam *quencher* dan Air pembangkit steam.

Sehingga air tersebut harus memenuhi kualitas tertentu, yaitu:

- a. Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi.

Korosi yang terjadi disebabkan air mengandung larutan-larutan asam, gas-gas terlarut seperti  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2S$  dan  $NH_3$ .  $O_2$  masuk karena aerasi maupun kontak dengan udara luar.

b. Zat yang dapat menyebabkan kerak (*scale forming*).

Pembentukan kerak disebabkan adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silica.

### Uraian proses

Air sungai mengandung kotoran-kotoran organik dan anorganik, baik kasar maupun halus. Kotoran organik menyebabkan air sungai berwarna sedangkan kotoran anorganik menyebabkan kekeruhan air sungai. Untuk menghilangkan warna dan kekeruhan air sungai dipompa ke bak pengendap awal untuk mengendapkan kotoran berupa lumpur, pasir dan kotoran lain secara gravitasi. Untuk menghilangkan warna ditambahkan kaporit ( $Ca(OCl)_2$ ). Limpahan air dari bak pengendap awal dipompa ke bak *clarifier* yang dilengkapi dengan bak flokulasi. Pada bak flokulasi ditambahkan soda ( $Na_2CO_3$ ) dan *lime* ( $Ca(OH)_2$ ), kadar  $Ca(OH)_2$  yang diperbolehkan terdapat didalam air proses sebesar 5000 ppm, sehingga penambahan  $Ca(OH)_2$  pada bak flokulasi sebanyak 5%. Untuk menurunkan kesadahan sampai 35 ppm ditambahkan *Allum* ( $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18 H_2O$ ) untuk menggumpalkan kotoran-kotoran halus. Gumpalan yang terbentuk kemudian diendapkan di bak *clarifier*. Air jernih pada bagian atas *clarifier* dipompa ke bak air bersih dengan melewati *sand filter* untuk menyaring kotoran-kotoran yang masih terbawa. Dari bak penampungan air bersih air didistribusikan ke unit yang membutuhkan, yaitu :

- Unit air kantor dan perumahan
- Unit air servis utility
- Unit air pendingin

- **Unit air kantor dan perumahan**

Unit ini terdiri dari sebuah bak. Untuk memenuhi kebutuhan air minum, kantor dan perumahan dilakukan proses pembunuhan bakteri dengan penambahan *Chlorine* ( $Cl_2$ ) secara injeksi sebanyak 2%.

- **Unit air servis**

Karena kegunaannya untuk pemadam kebakaran dan pemeliharaan tanaman, maka tidak perlu diolah lebih lanjut. Proses pengolahannya hanya sampai tahap penghilangan kotoran-kotoran yang masih terbawa yaitu proses di *sand filter*.

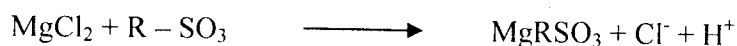
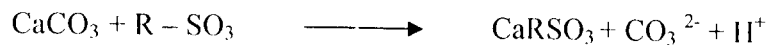
- **Unit air pendingin dan Pembangkit Steam**

Adapun tahap-tahap proses pengolahan air proses adalah sebagai berikut:

a. *Cation Exchanger*

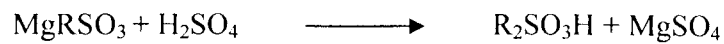
*Cation exchanger* ini berisi resin pengganti kation dimana pengganti kation-kation yang dikandung di dalam air diganti dengan ion  $H^+$  sehingga air yang akan keluar dari cation exchanger adalah air yang mengandung anion dan ion  $H^+$ .

Sehingga air yang keluar dari kation tower adalah air yang mengandung anion dan ion  $H^+$ . Reaksi:





Dalam jangka waktu tertentu, kation resin ini akan jenuh sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan asam sulfat. Reaksi:



b. *Anion Exchanger*

*Anion exchanger* berfungsi untuk mengikat ion-ion negatif (anion) yang terlarut dalam air, dengan resin yang bersifat basa, sehingga anion-anion seperti  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$  dan  $\text{SO}_4^{2-}$  akan membantu garam resin tersebut. Reaksi:



Dalam waktu tertentu, anion resin ini akan jenuh, sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan larutan NaOH. Reaksi:



c. *Deaerator*

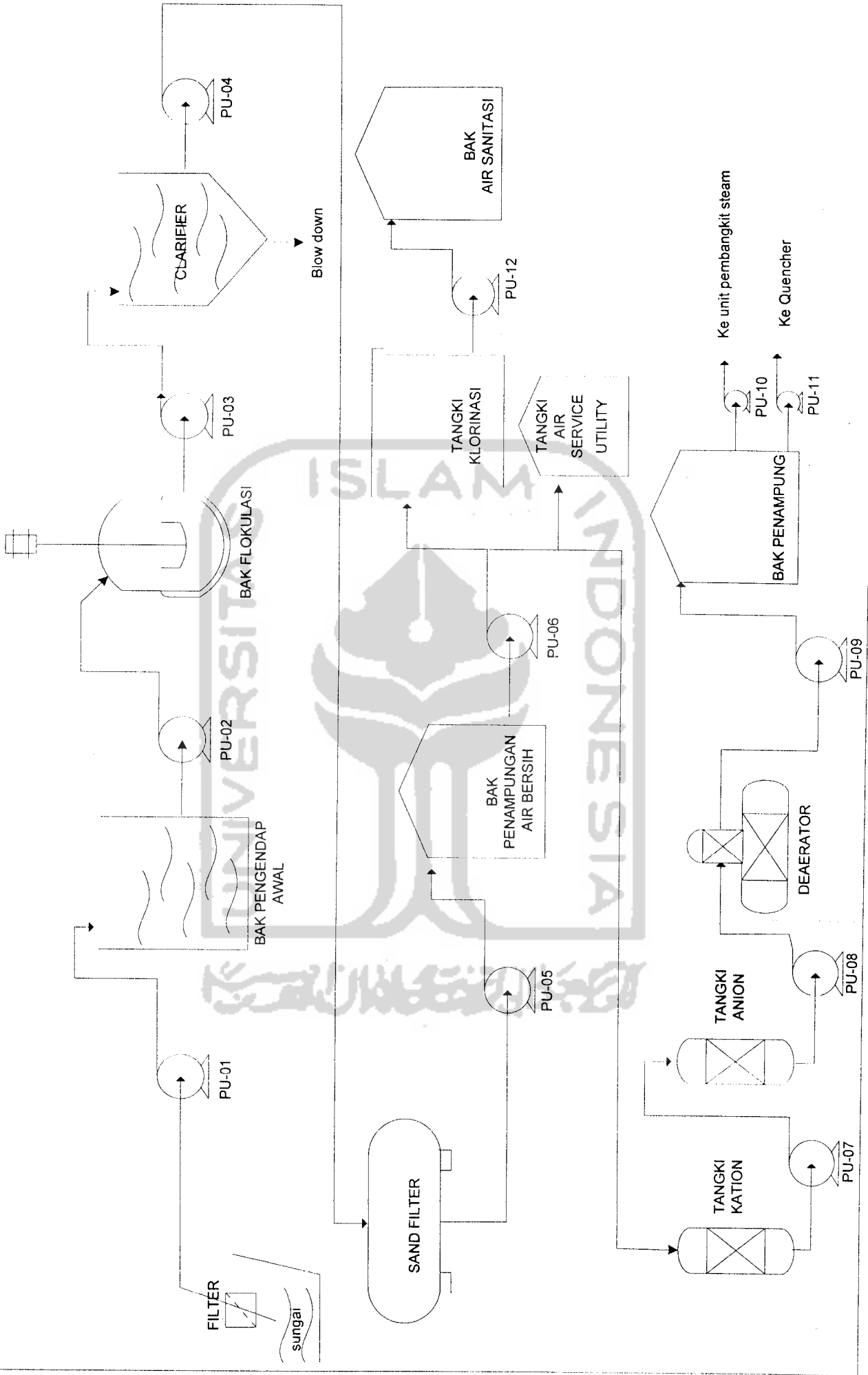
*Deaerator* adalah proses pembebasan air proses dari oksigen ( $\text{O}_2$ ). Air yang telah mengalami demineralisasi (*polish water*) dipompakan kedalam *Deaerator* dan diinjeksikan Hidrazin ( $\text{N}_2\text{H}_4$ ) untuk mengikat oksigen yang terkandung dalam air sehingga dapat mencegah terbentuknya kerak (*scale*) pada tube. Reaksi:



Kedalam *deaerator* juga dimasukkan *low steam kondensat* yang berfungsi sebagai media pemanas.

Air yang keluar dari *deaerator* ini di dialirkan dengan pompa sebagai air proses.

# DIAGRAM ALIR UNIT PENGOLAHAN AIR



Gambar 4.3 Unit Pengolahan Air

**Tabel 4.11** Kebutuhan Listrik Alat-alat Proses

| No. | Nama Alat           | Kode alat | Jumlah | Power (Hp)/alat | Total Power (Hp) |
|-----|---------------------|-----------|--------|-----------------|------------------|
| 1   | Blower              | BW-01     | 4      | 2000.00         | 8000.00          |
| 2   | Compressor udara    | CP-01     | 1      | 25              | 25.00            |
| 3   | Compressor gas alam | CP-02     | 1      | 5               | 5.00             |
| 4   | Belt Conveyer       | BC-01     | 1      | 0.50            | 0.50             |
| 5   | Belt Conveyer       | BC-02     | 1      | 0.50            | 0.50             |
| 6   | Bucket elevator     | BE-01     | 1      | 15.00           | 15.00            |
|     | Total               |           |        |                 | 8046.00          |

**Tabel 4.12** Kebutuhan Listrik Alat-alat Utilitas

| No. | Nama Alat | Kode alat | Jumlah | Power (Hp) |
|-----|-----------|-----------|--------|------------|
| 1   | Pompa     | PU-01     | 1      | 50         |
| 2   | Pompa     | PU-02     | 1      | 40         |
| 3   | Pompa     | PU-03     | 1      | 40         |
| 4   | Pompa     | PU-04     | 12     | 0.75       |
| 5   | Pompa     | PU-05     | 12     | 0.75       |
| 6   | Pompa     | PU-06     | 6      | 3          |
| 7   | Pompa     | PU-07     | 6      | 3          |
| 8   | Pompa     | PU-08     | 6      | 3          |
| 9   | Pompa     | PU-09     | 6      | 3          |
| 10  | Pompa     | PU-10     | 6      | 2          |
| 11  | Pompa     | PU-11     | 1      | 0.5        |
| 12  | Pompa     | PU-12     | 1      | 0.5        |
| 13  | Agitator  |           | 1      | 15         |
| 14  | Blower    | BW-02     | 1      | 2          |
|     | Total     |           |        | 163.5      |

Kebutuhan total listrik untuk menggerakkan motor = 8209.5 Hp

b. Listrik untuk keperluan alat kontrol dan penerangan

- ◆ Alat kontrol diperkirakan sebesar 5 % dari kebutuhan listrik untuk alat proses dan utilitas, yaitu 410.475 Hp
- ◆ Laboratorium, rumah tangga, perkantoran dan lain-lain diperkirakan 25 % dari kebutuhan listrik untuk alat proses dan utilitas, yaitu 2052.375 Hp

Secara keseluruhan kebutuhan listrik sebesar = 10672.35 Hp

Jika *over design* = 20 %

Maka, total kebutuhan listrik = 12806.82 Hp

( 1 Hp = 0,7457 kW) = 9550.04 kW

Energi sebesar ini diperoleh dengan membeli dari PLN. Jika sewaktu-waktu terjadi pemadaman atau pengurangan pasokan listrik dari PLN maka suplai listrik akan dilakukan oleh *generator* cadangan berkekuatan 9000 kW.

#### 4.5.3 Bahan Bakar

Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan pada generator dan *furnace*. Bahan bakar yang digunakan untuk generator adalah solar *Industrial Diesel Oil* (IDO) yang diperoleh dari PT. Pertamina. Sedangkan bahan bakar yang digunakan pada *furnace* adalah gas alam (methan).

Unit ini menyimpan kebutuhan bahan bakar untuk *Furnace* sebesar 51588.21 kg/jam. Kebutuhan ini disuppli secara kontinyu sama halnya dengan bahan baku (gas alam) pada proses produksi.

Kebutuhan bahan bakar untuk generator :

$$\text{Effisiensi generator } 75 \% = \frac{9000kWatt}{0,75} = 12000kWatt$$

$$\begin{aligned} &= \frac{12000kWatt \left( \frac{1Btu / jam}{0,00029307kWatt} \right)}{250000Btu / gall} \\ &= 163.78gall / jam \times 4.54lt / gall \\ &= 743.5lt / jam \end{aligned}$$

Spesifikasi IDO, minyak diesel :

Heat Value = 250000 Btu/gall

Derajat API = 22 – 28 °API

Densitas = 0,874 kg/lt

Viskositas = 1,2 Cp

Jadi kebutuhan bahan bakar untuk generator sebesar adalah 743.5 lt/jam.

Effisiensi 75 % dari kebutuhan listrik total. Alat untuk penyediaan bahan bakar berupa tangki bahan bakar yang berbentuk tangki silinder dengan *Conical Roof* dan *Flat Bottomed*.

#### 4.5.4 Steam

Kebutuhan steam untuk heat exchanger adalah 9791.27 kg/jam

#### 4.5.5 Fluida Pendingin (Downtherm)

Kebutuhan downtherm sebagai pendingin di reaktor adalah 2235139.5 kg/jam. Dengan spesifikasi sebagai berikut :

T in : 200 F

Cp : 0.432 Btu/lb.F (Tabel H2.3, Fraas)

T out : 590 F

T boiling : 600 F

Densitas : 49.3 lb/ft<sup>3</sup> (fase liquid)

#### 4.5.4 Spesifikasi Alat Utilitas

##### 1. Bak Pengendap Awal ( BP-01 )

Tugas : Menampung dan mengendapkan kotoran – kotoran besar yang terbawa oleh air sungai.

Bentuk : Bak silinder terbuka

Konstruksi : Beton bertulang

Waktu tinggal : 24 jam

Kapasitas : 39.44 m<sup>3</sup> ( 51.58 yd<sup>3</sup> )

Dimensi : D = 4.6 m T = 6.9 m

Jumlah : 5 buah

Total Harga : \$ 772670.99

##### 2. . Bak Flokulasi (BF-01)

Tugas : Mencampur air sungai dengan bahan kimia penggumpal dan penghilang kesadahan

Bentuk : Bak silinder terbuka berpengaduk

Konstruksi : Beton bertulang

Waktu tinggal : 5 menit

Kapasitas : 2.05 m<sup>3</sup> ( 2.69 yd<sup>3</sup> )

Dimensi : D = 1.37 m T = 1.37 m

Tenaga : 15 Hp

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 2682.89

### 3. Clarifier ( CL-01)

Tugas : Menggumpalkan dan mengendapkan kotoran-kotoran halus yang terbawa oleh air

Bentuk : Bak silinder terbuka dengan kerucut dibagian dasar

Konstruksi : Beton bertulang

Waktu tinggal : 2 jam

Kapasitas : 49.3 m<sup>3</sup> ( 64.48 yd<sup>3</sup> )

Dimensi : D = 3.35m T<sub>silinder</sub> = 5.03 m T<sub>kerucut</sub> = 1.68m

Tenaga : 2 Hp

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 64389.25

### 4. Sand Filter (SF-01)

Tugas : Menyaring kotoran-kotoran yang masih terbawa oleh air setelah dari *clarifier*.

Bentuk : Vessel horisontal

Bahan : carbon steel

Kapasitas : 3.08 m<sup>3</sup> ( 4.03 yd<sup>3</sup> )

Dimensi : D = 1.39 m P = 5.75 m

Jumlah : 8 buah

Harga total : \$ 1099659.11

### 5. Bak Penampungan Air Bersih (BB-01)

Tugas : Menampung air bersih selama 4 jam

Bentuk : Bak silinder tegak tertutup

Konstruksi : Beton bertulang

Waktu tinggal : 4 jam

Kapasitas : 49.3 m<sup>3</sup> ( 64.48 yd<sup>3</sup> )

Dimensi : D = 3.97 m T = 5.96 m

Jumlah : 2 buah

Harga : \$ 128778.50

#### 6. Bak Air Sanitasi (BS-01)

Tugas : Menampung air untuk keperluan kantor dan perumahan.

Bentuk : Bak silinder tegak tertutup

Konstruksi : Beton bertulang

Waktu tinggal : 24 jam

Kapasitas : 64.80 m<sup>3</sup> ( 84.76 yd<sup>3</sup> )

Dimensi : D = 3.8 m T = 5.7 m

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 3240

#### 7. Tangki klorinasi (TC-01)

Tugas : Sebagai tempat pencampuran air dengan klorine.

Bentuk : Bak silinder tegak tertutup

Konstruksi : Beton bertulang

Waktu tinggal : 24 jam

Kapasitas : 64.8 m<sup>3</sup> ( 84.76 yd<sup>3</sup> )

Dimensi : D = 3.8 m T = 5.7 m

Jumlah : 1 buah



Harga : \$ 3240

#### 8. Bak air servis utility (TS-01)

Tugas : Menampung air untuk kebutuhan hidran dan pemeliharaan tanaman.

Bentuk : Bak silinder tegak tertutup

Konstruksi : Beton bertulang

Waktu tinggal : 24 jam

Kapasitas : 14.40 m<sup>3</sup> ( 18.84 yd<sup>3</sup>)

Dimensi : D = 2.30 m T = 3.45 m

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 720

#### 9. Tangki kation (TK)

Tugas : Tangki untuk menghilangkan ion Ca<sup>2+</sup> dan Mg<sup>2+</sup> yang masih terbawa air.

Bentuk : tangki spherical berisi tumpukan zeolit.

Konstruksi : Carbon steel

Kapasitas : 0.87 m<sup>3</sup> ( 1.4 yd<sup>3</sup>)

Dimensi : D = 3.05 m ; H= 3.6 m

Jumlah : 6 buah

Harga : \$ 357535.09

#### 10. Tangki Anion (TA)

Tugas : Tangki untuk menghilangkan ion-ion negatif yang masih terbawa air

Bentuk : tangki spherical dengan bahan isian resin R-NH<sub>2</sub>

Konstruksi : Carbon steel  
Kapasitas : 0.87 m<sup>3</sup> ( 1.4 yd<sup>3</sup>)  
Dimensi : D = 3.05 m ; H= 3.6 m  
Jumlah : 6 buah  
Harga : \$ 357535.09

#### 11. Tangki Deaerator (TD-01)

Tugas : Tangki untuk menghilangkan gas – gas yang terbawa air.  
Bentuk : vessel horisontal  
Konstruksi : Carbon steel  
Kapasitas : 2.67 m<sup>3</sup> ( 586.99 gall )  
Dimensi : D = 1.19 m ; P = 2.38 m  
Jumlah : 1 buah  
Harga : \$ 116511.37

#### 12. Bak Air Penampung (BP)

Tugas : Menampung air untuk keperluan air pendingin dan pembangkit steam.  
Bentuk : bak silinder tegak  
Konstruksi : Beton bertulang  
Waktu tinggal : 24 jam  
Kapasitas : 42.7 m<sup>3</sup> ( 55.85 yd<sup>3</sup>)  
Dimensi : D = 4.17 m ; H= 6.26 m  
Jumlah : 6 buah  
Harga : \$ 768710.99

### 13. TU-01

Tugas : Menampung steam untuk keperluan poses.

Bentuk : tangki head tipe elipsoidal

Konstruksi : carbon steel

Waktu tinggal : 24 jam

Kapasitas : 179.61 m<sup>3</sup> ( 62030.04 gall )

Dimensi : D = 5.6 m ; H= 11.2 m

Jumlah : 1 buah

Harga Total : \$ 2506.95

### 14. TU-02

Tugas : menyimpan cadangan kaporit.

Bentuk : bak silinder

Konstruksi : beton bertulang

Waktu tinggal : 7 hari

Kapasitas : 0.01 m<sup>3</sup> ( 0.02 yd<sup>3</sup> )

Dimensi : D = 0.2 m ; H= 0.3 m

Jumlah : 1 buah

Harga Total : \$ 10.47

### 15. TU-03

Tugas : menyimpan cadangan abu soda (Na<sub>2</sub> CO<sub>3</sub>).

Bentuk : bak silinder

Konstruksi : beton bertulang

Waktu tinggal : 7 hari

Kapasitas :  $2.07 \text{ m}^3$  ( $2.71 \text{ yd}^3$ )

Dimensi :  $D = 1.2 \text{ m}$  ;  $H = 1.8 \text{ m}$

Jumlah : 1 buah

Harga Total : \$ 1622.61

#### 16. TU-04

Tugas : menyimpan cadangan *lime* ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ )

Bentuk : bak silinder

Konstruksi : beton bertulang

Waktu tinggal : 7 hari

Kapasitas :  $1.34 \text{ m}^3$  ( $1.75 \text{ yd}^3$ )

Dimensi :  $D = 1.04 \text{ m}$  ;  $H = 1.56 \text{ m}$

Jumlah : 1 buah

Harga Total : \$ 10646.84

#### 17. TU-05

Tugas : menyimpan cadangan  $\text{Cl}_2$

Bentuk : bak silinder

Konstruksi : beton bertulang

Waktu tinggal : 2 hari

Kapasitas :  $0.81 \text{ m}^3$  ( $1.05 \text{ yd}^3$ )

Dimensi : D = 0.87 m ; H= 1.31 m

Jumlah : 1 buah

Harga Total : \$ 24.19

#### 18. TU-06

Tugas : menyimpan cadangan resin  $\text{Na}_2\text{SO}_4$

Bentuk : bak silinder

Konstruksi : beton bertulang

Waktu tinggal : 30 hari

Kapasitas :  $0.86 \text{ m}^3$  (  $1.13 \text{ yd}^3$  )

Dimensi : D = 0.9 m ; H= 1.35 m

Jumlah : 1 buah

Harga Total : \$ 25.92

#### 19. TU-07

Tugas : menyimpan cadangan larutan NaOH

Bentuk : floating roof tank

Konstruksi : stainless steel

Waktu tinggal : 30 hari

Kapasitas :  $0.86 \text{ m}^3$  (  $1.13 \text{ yd}^3$  )

Dimensi : D = 0.9 m ; H= 1.35 m

Jumlah : 1 buah

Harga Total : \$ 4046.8

## 20. TU-08

Tugas : menyimpan cadangan hidrazine  $N_2H_4$

Bentuk : floating roof tank

Konstruksi : carbon steel

Waktu tinggal : 2 hari

Kapasitas :  $0.2 \text{ m}^3$  ( $0.27 \text{ yd}^3$ )

Dimensi :  $D = 0.5 \text{ m}$  ;  $H = 0.75 \text{ m}$

Jumlah : 1 buah

Harga Total : \$ 8558.6

## 21. TU-09

Tugas : menyimpan cadangan bahan bakar disel (solar)

Bentuk : floating roof tank

Konstruksi : carbon steel

Waktu tinggal : 7 hari

Kapasitas :  $750.51 \text{ m}^3$

Dimensi :  $D = 5.3 \text{ m}$  ;  $H = 7.9 \text{ m}$

Jumlah : 1 buah

Harga Total : \$ 305728.58

## 22. TU-10

Tugas : menyimpan cadangan Alum ( $Al_2 SO_4$ )

Bentuk : bak silinder

Konstruksi : beton bertulang  
Waktu tinggal : 7 hari  
Kapasitas :  $0.47 \text{ m}^3$  ( $0.62 \text{ yd}^3$ )  
Dimensi :  $D = 0.73 \text{ m}$  ;  $H = 1.1 \text{ m}$   
Jumlah : 1 buah  
Harga Total : \$ 369.4

**23. Pompa - 01**

Tugas : Memompa air dari sumber air ke Bak Pengendap Awal  
Jenis : Centrifugal Pump  
Kapasitas : 2361.12 gpm  
Tenaga : 50 Hp  
Jumlah : 1  
Total harga : \$ 496652.43

**24. Pompa - 02**

Tugas : Memompa air dari Bak Pengendap Awal ke bak pencampur  
cepat  
Jenis : Centrifugal Pump  
Kapasitas : 2361.12 gpm  
Tenaga : 40 Hp  
Jumlah : 1  
Total harga : \$ 496652.43

**25. Pompa - 03**

Tugas : Memompa air dari bak pencampur cepat ke *clarifier*.

Jenis : Centrifugal Pump  
Kapasitas : 2361.12 gpm  
Tenaga : 40 Hp  
Jumlah : 1  
Total harga : \$ 496652.43

**26. Pompa - 04**

Tugas : Memompa air dari Clarifier ke Sand filter  
Jenis : Centrifugal Pump  
Kapasitas : 196.76 gpm  
Tenaga : 0.75 Hp  
Jumlah : 12  
Total harga : \$ 1341915.18

**27. Pompa - 05**

Tugas : Memompa air dari *Sand filter* ke bak air bersih  
Jenis : Centrifugal Pump  
Kapasitas : 196.76 gpm  
Tenaga : 0.75 Hp  
Jumlah : 12  
Total harga : \$ 1341915.18

**28. Pompa - 06**

Tugas : Memompa air dari bak air bersih ke menara air minum dan ke tangki kation exchanger.  
Jenis : Centrifugal Pump  
Kapasitas : 393.52 gpm



Tenaga : 3 Hp  
Jumlah : 6  
Total harga : \$ 1016981.54

**29. Pompa - 07**

Tugas : Memompa air dari tangki kation exchanger ke tangki anion exchanger.

Jenis : Centrifugal Pump

Kapasitas : 391.50 gpm

Tenaga : 3 Hp

Jumlah : 6

Total harga : \$ 1013846.12

**30. Pompa - 08**

Tugas : Memompa air dari tangki anion exchanger ke tangki degasifier.

Jenis : Centrifugal Pump

Kapasitas : 391.50 gpm

Tenaga : 3 Hp

Jumlah : 6

Total harga : \$ 1013846.12

**31. Pompa - 09**

Tugas : Memompa air dari tangki degasifier ke bak air proses.

Jenis : Centrifugal Pump

Kapasitas : 391.50 gpm

Tenaga : 3 Hp

Jumlah : 6  
Total harga : \$ 1013846.12

### 32. Pompa - 10

Tugas : Memompa air dari bak pemanpung ke unit pembangkit  
steam..

Jenis : Centrifugal Pump

Kapasitas : 385.64 gpm

Tenaga : 2 Hp

Jumlah : 6

Total harga : \$ 1004713.47

### 33. Pompa - 11

Tugas : Memompa air dari tangki air proses ke Quencher.

Jenis : Centrifugal Pump

Kapasitas : 35.20 gpm

Tenaga : 0.5 Hp

Jumlah : 1

Total harga : \$ 39820.56

### 34. Pompa - 12

Tugas : Memompa air dari tangki klorinasi ke bak air sanitasi.

Jenis : Centrifugal Pump

Kapasitas : 9.9 gpm

Tenaga : 0.5 Hp

Jumlah : 1

Total harga : \$ 18602.14

### 35. Generator

|             |   |
|-------------|---|
| Tugas       | : menyiapkan suplai listrik apabila PLN tidak memasok secara tiba-tiba. |
| Jenis       | : Diesel generator  |
| Kapasitas   | : 1 MW  |
| Jumlah      | : 3   |
| Total harga | : \$ 19545162.51  |

### 4.5 Unit Pengolahan Limbah

Pabrik *Carbon Black* ini menghasilkan limbah berupa gas buang / *Flue Gas* dari hasil pembakaran bahan bakar dalam furnace dan hasil reaksi. Limbah ini akan di olah dan selajutnya kan di proses menjadi *dry ice* yang dapat dijual. Oleh karena itu, unit pengolahan limbah diperlukan treatment tertentu agar limbah tersebut tidak mencemari lingkungan.

### 4.6 Laboratorium

Laboratorium merupakan bagian yang sangat penting dalam menunjang kelancaran proses produksi dan menjaga mutu produk. Laboratorium kimia merupakan sarana untuk mengadakan penelitian mengenai bahan baku, proses maupun produksi. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan dan menjaga kualitas atas mutu produksi perusahaan. Analisa yang dilakukan dalam rangka pengendalian mutu meliputi analisa bahan baku dan bahan pembantu, analisa proses dan analisa kualitas produk.

Fungsi lain dari laboratorium adalah mengendalikan pencemaran lingkungan, baik pencemaran udara maupun pencemaran air. Laboratorium kimia merupakan sarana kegiatan guna pembangunan perusahaan supaya lebih maju dan menguntungkan baik dari segi teknis maupun non teknis.

Laboratorium berada dibawah bidang teknis dan produksi yang mempunyai tugas:

1. Sebagai pengontrol kualitas bahan baku dan bahan tambahan lainnya yang digunakan.
2. Sebagai pengontrol kualitas produk yang akan dipasarkan
3. Sebagai pengontrol mutu air proses, air pendingin, air umpan boiler, steam, dan lain-lain yang berkaitan langsung dengan proses produksi.
4. Sebagai peneliti dan pelaku riset terhadap segala sesuatu yang berkenaan dengan pengembangan dan peningkatan mutu produk.
5. Sebagai pengontrol terhadap proses produksi, baik polusi udara, cair maupun padatan.

Adapun analisa yang dilakukan di laboratorium adalah:

1. Analisa mutu bahan baku
2. Analisa mutu produk
3. Analisa mutu air

## **4.8 Organisasi Perusahaan**

### **4.8.1 Bentuk Perusahaan**

Setiap organisasi perusahaan didirikan dengan tujuan untuk mempersatukan arah dan kepentingan semua unsur yang berkaitan dengan kepentingan perusahaan.

Tujuan yang ingin dicapai adalah sebuah kondisi yang lebih baik dari sebelumnya. Faktor yang berpengaruh terhadap tercapainya tujuan yang diinginkan adalah kemampuan manajemen dan sifat-sifat dari tujuan itu sendiri.

Pabrik *Carbon Black* ini direncanakan didirikan pada tahun 2012 dengan bentuk perusahaan Perseroan Terbatas (PT). Faktor-faktor yang mendasari pemilihan bentuk perusahaan ini adalah :

Modal mudah didapat, yaitu dari penjualan saham perusahaan kepada masyarakat.

Dari segi hukum, kekayaan perusahaan jelas terpisah dari kekayaan pribadi pemegang saham.

- Kontinuitas perusahaan lebih terjamin karena perusahaan tidak tergantung pada satu pihak sebab kepemilikan dapat berganti.
- Efisiensi Manajemen. Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan direksi yang cakap dan berpengalaman.
- Pemegang saham menanggung resiko perusahaan hanya sebatas sebesar dana yang disertakan di perusahaan.
- Lapangan usaha lebih luas. Dengan adanya penjualan saham, usaha dapat dikembangkan lebih luas.

Ciri-ciri Perseroan Terbatas yaitu Perseroan Terbatas antara lain :

- Didirikan dengan akta notaris berdasarkan Kitab Undang-Undang Hukum dagang
- Besarnya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham-saham
- Pemilik perusahaan adalah para pemegang saham.

- Pabrik dipimpin oleh seorang Direktur yang dipilih oleh para pemegang saham.
- Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada Direktur dengan memperhatikan hukum-hukum perburuhan.

#### 4.8.2 Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi merupakan susunan yang terdiri dari fungsi-fungsi dan hubungan-hubungan yang menyatakan seluruh kegiatan untuk mencapai suatu sasaran. Secara fisik, struktur organisasi dapat dinyatakan dalam bentuk grafik yang memperlihatkan hubungan unit-unit organisasi dan garis-garis wewenang yang ada.

Salah satu faktor yang menunjang kemajuan perusahaan adalah stuktur organisasi yang terdapat dan dipergunakan dalam perusahaan tersebut, karena hal ini berhubungan dengan komunikasi yang terjadi di dalam perusahaan, demi tercapainya hubungan kerja yang baik antar karyawan. Untuk mendapatkan suatu sistem organisasi yang terbaik maka perlu diperhatikan beberapa asas yang dapat dijadikan pedoman, antara lain perumusan tugas perusahaan dengan jelas, pendelegasian wewenang, pembagian tugas kerja yang jelas, kesatuan perintah dan tanggung jawab, sistem pengontrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan, dan organisasi perusahaan yang fleksibel.

Sistem strukstur organisasi perusahaan ada tiga yaitu *line*, *line* dan *staff*, serta sistem fungsional. Dengan berpedoman terhadap asas-asas tersebut maka diperoleh bentuk struktur organisasi yang baik, yaitu sistem *line/lini* dan *staff*. Pada sistem ini, garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis. Demikian pula kebaikan dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya akan bertanggung jawab pada seorang atasan saja.

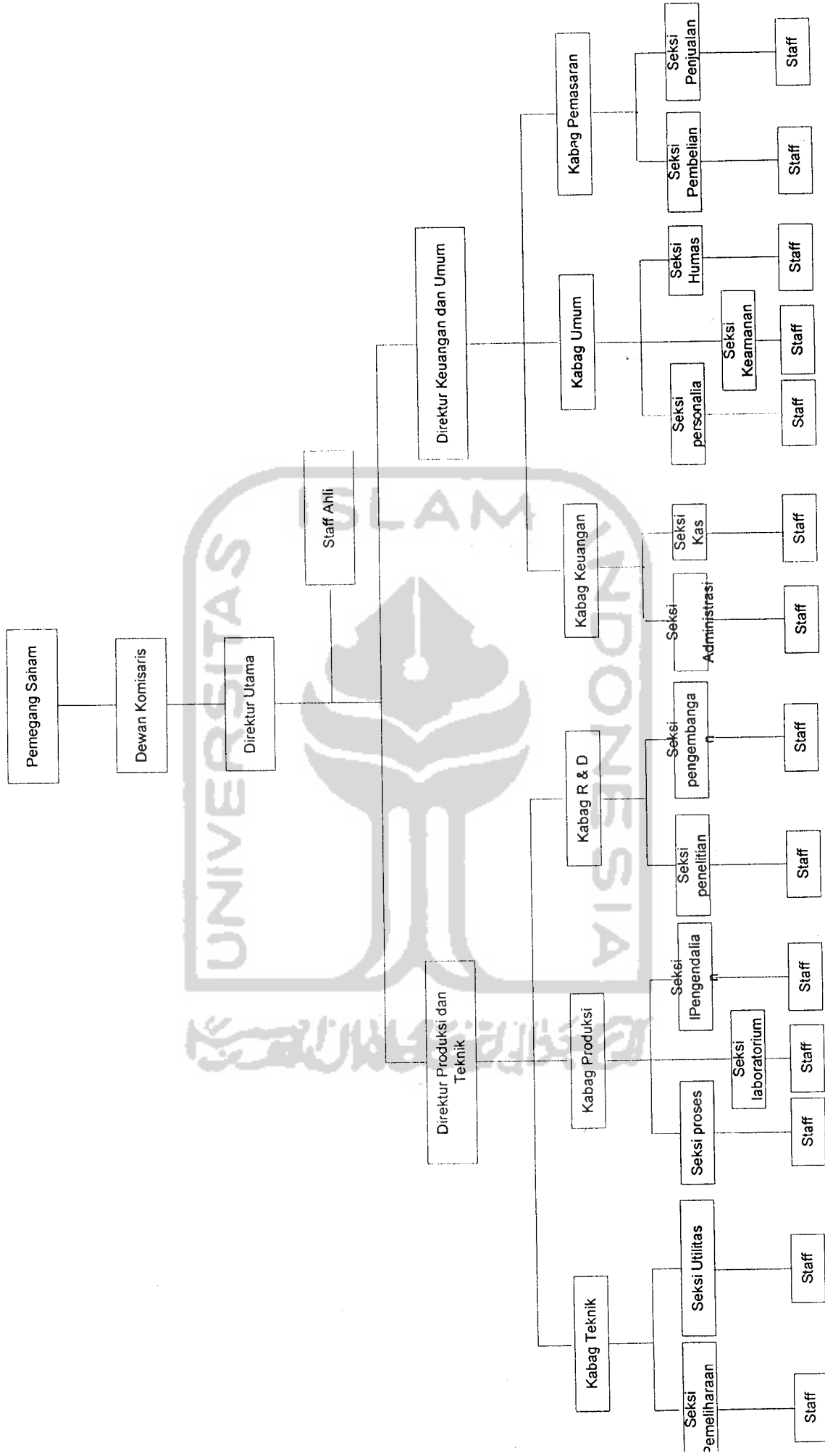
Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi, maka perlu dibentuk staff ahli yang terdiri atas orang-orang yang ahli di bidangnya. Bantuan pikiran dan nasehat akan diberikan oleh staf ahli kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan.

Ada dua kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi *line/lini* dan staf ini, yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan yang disebut lini dan orang-orang yang menjalankan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional dan disebut staf.

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh Dewan Komisaris, sedangkan tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur yang dibantu oleh Kepala Bidang Produksi serta Kepala Bidang Keuangan dan Umum. Kepala Bidang membawahi beberapa Kepala Seksi, yang akan bertanggung jawab membawahi seksi-seksi dalam perusahaan, sebagai bagian dari pendelegasian wewenang dan tanggung jawab. Kepala Bidang Produksi membawahi Seksi Operasi dan Seksi Teknik. Sedangkan Kepala Bidang Keuangan dan Umum yang membidangi kelancaran pelayanan dan pemasaran, membawahi Seksi Umum, Seksi Pemasaran, dan Seksi Keuangan & Administrasi. Masing-masing Kepala Seksi akan membawahi Koordinator Unit atau langsung membawahi karyawan. Unit koordinator untuk mengkoordinasi dan mengawasi karyawan yang ada di unitnya.

Dengan adanya struktur organisasi pada perusahaan maka akan diperoleh beberapa keuntungan, antara lain :

# STUKTUR ORGANISASI



Gambar 4.4 Struktur Organisasi Perusahaan



- Menjelaskan dan menjernihkan persoalan mengenai pembagian tugas, tanggungjawab, wewenang, dan lain-lain.
- Penempatan pegawai yang lebih tepat
- Penyusunan program pengembangan manajemen perusahaan akan lebih terarah
- Ikut menentukan pelatihan yang diperlukan untuk pejabat yang sudah ada
- Sebagai bahan orientasi untuk pejabat
- Dapat mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.

#### **4.8.3 Tugas dan Wewenang**

##### **4.8.3.1 Pemegang Saham**

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang berbentuk PT adalah rapat umum pemegang saham. Pada rapat umum tersebut, para pemegang saham bertugas untuk :

1. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris.
2. Mengangkat dan memberhentikan Direktur.
3. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan.

##### **4.8.3.2 Dewan Komisaris**

Dewan Komisaris merupakan pelaksana dari pemilik saham dan bertanggungjawab terhadap pemilik saham. Tugas Dewan Komisaris meliputi :

1. Menilai dan menyetujui Direksi tentang kebijakan umum, target laba perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahannya
2. Mengawasi tugas direksi
3. Membantu direksi dalam hal yang penting

#### **4.8.3.3 Dewan Direksi**

Direktur Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggungjawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur Utama bertanggungjawab pada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Keuangan dan Umum.

##### **4.8.3.3.a Tugas Direktur Utama antara lain :**

1. Melakukan kebijaksanaan perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaannya pada pemegang saham pada rapat umum pemegang saham.
2. Menjaga kestabilan manajemen perusahaan dan membuat kelangsungan hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan dan karyawan.
3. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat untuk pemegang saham.
4. Mengkoordinasi kerja sama dengan Direktur Teknik dan Produksi, Direktur Keuangan dan Umum, serta Personalia.

##### **4.8.3.3.b Tugas Direktur Teknik dan Produksi antara lain :**

1. Bertanggungjawab pada Direktur Utama dalam bidang produksi dan teknik.

2. Mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan kepala bagian yang dibawahinya.

#### 4.8.3.3.c Tugas Direktur Keuangan dan Umum antara lain :

1. Bertanggungjawab kepada Direktur Utama dalam bidang keuangan, pelayanan umum, K3 dan litbang serta pemasaran.
2. Mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan kepala bagian yang dibawahinya.

#### 4.8.3.4 Staff Ahli

*Staff* ahli terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu Dewan Direksi dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. *Staff* ahli bertanggungjawab kepada Direktur Utama sesuai dengan bidang keahliannya masing-masing.

Tugas dan wewenang *staff* ahli antara lain :

1. Memberikan nasehat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan.
2. Mengadakan evaluasi teknik dan ekonomi perusahaan.
3. Memberikan saran dalam bidang produksi.

#### 4.8.3.5 Kepala Bagian

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian dapat juga bertindak sebagai *staff* direktur bersama-sama dengan *staff* ahli. Kepala bagian ini bertanggungjawab kepada direktur masing-masing.

#### a. Kepala Bagian Produksi

Bertanggungjawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi. Kepala bagian membawahi :

➤ Seksi proses

Tugas antara lain :

- Mengawasi jalannya proses dan produksi
- Menjalankan tindakan seperlunya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang.

➤ Seksi pengendalian

Tugas antara lain :

- Menangani hal-hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada.

➤ Seksi Laboratorium

Tugas antara lain :

- Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku, bahan pembantu dan produk.
- Mengawasi hal-hal yang berhubungan dengan buangan pabrik.
- Membuat laporan berkala pada kepala bagian produksi.

#### b. Kepala Bagian Teknik

Tugas antara lain :

- Bertanggungjawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang peralatan proses dan utilitas.
- Mengkoordinasi kepala-kepala seksi yang dibawahinya.

Kepala bagian teknik membawahi :

➤ Seksi pemeliharaan

Tugas antara lain :

- Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik
- Memperbaiki kerusakan peralatan pabrik.

➤ Seksi utilitas

Tugas antara lain :

- Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, kebutuhan air, uap air dan listrik.

**c. Kepala Bagian Pemasaran**

Bertanggungjawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang bahan baku dan pemasaran hasil produksi.

Kepala Bagian Pemasaran membawahi :

- Seksi Pembelian
- Seksi Pemasaran/penjualan

**d. Kepala Bagian Keuangan**

Bertanggungjawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang administrasi dan keuangan.

Kepala Bagian Keuangan membawahi :

- Seksi Administrasi
- Seksi kas

**e. Kepala Bagian Umum**

Bertanggungjawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat dan keamanan.

Kepala Bagian Umum membawahi :

- Seksi Personalia
- Seksi Humas
- Seksi Keamanan

#### 4.8.3.7. Kepala Seksi

Kepala seksi adalah pelaksana pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai rencana yang telah diatur oleh kepala bagian masing-masing supaya diperoleh hasil yang maksimum dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Setiap kepala seksi bertanggungjawab kepada kepala bagian sesuai dengan seksinya masing-masing.

##### a. Kepala Seksi Proses

Tugas Kepala Seksi Proses bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran proses produksi.

##### Seksi Proses :

Tugas seksi proses antara lain :

- Mengawasi jalannya proses dan produksi dan
- Menjalankan tindakan sepenuhnya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang.

##### b. Kepala Seksi Pengendalian

Tugas Kepala Seksi Pengendalian bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Produksi dalam hal kelancaran proses produksi yang berkaitan dengan keselamatan aktivitas produksi.

##### Seksi Pengendalian :

antara lain :

- Menangani hal-hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada.
- Bertanggung jawab terhadap perencanaan dan pengawasan keselamatan proses, instalasi peralatan, karyawan, dan lingkungan (inspeksi).

#### c. Kepala Seksi Laboratorium

Tugas Kepala Seksi Pengendalian bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Produksi dalam hal pengawasan dan analisa produksi.

##### Seksi Laboratorium :

Tugas seksi Laboratorium antara lain :

- Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu,
- Mengawasi dan menganalisa mutu produksi,
- Mengawasi hal-hal yang berhubungan dengan buangan pabrik, dan
- Membuat laporan berkala kepada Kepala Bagian Produksi.

#### d. Kepala Seksi Pemeliharaan

Tugas Kepala Seksi pemeliharaan bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Teknik dalam bidang pemeliharaan peralatan., inspeksi dan keselamatan proses dan lingkungan, ikut memberikan bantuan teknik kepada seksi operasi.

##### Seksi Pemeliharaan :

Tugas seksi Pemeliharaan antara lain :



- Mempertinggi mutu suatu produk, memperbaiki proses pabrik/perencanaan alat dan pengembangan produksi

#### **h. Kepala Seksi Administrasi**

Tugas Kepala Seksi Administrasi ini bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Keuangan dalam hal administrasi.

##### **Seksi Administrasi :**

Tugas Seksi Administrasi antara lain :

- Menyelenggarakan pencatatan utang piutang, administrasi, persediaan kantor, pembukuan serta masalah perpajakan.

#### **i. Kepala Seksi Keuangan**

Tugas Kepala Seksi Administrasi ini bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Keuangan dalam hal keuangan/anggaran.

##### **Seksi Keuangan :**

Tugas seksi Keuangan antara lain :

- Menghitung penggunaan uang perusahaan,
- Mengamankan uang dan meramalkan tentang keuangan masa depan, serta
- Mengadakan perhitungan tentang gaji dan insentif karyawan.

#### **j. Kepala Seksi Penjualan**

Tugas Kepala Seksi Penjualan bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Pemasaran dalam bidang pemasaran hasil produksi.

##### **Seksi Penjualan :**

Tugas seksi Penjualan antara lain :



- Merencanakan strategi penjualan hasil produksi dan mengatur distribusi hasil produksi dari gudang.

#### **k. Kepala Seksi Pembelian**

Tugas Kepala Seksi Pembelian bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Pemasaran dalam bidang penyediaan bahan baku dan peralatan.

##### **Seksi Pembelian :**

Tugas seksi pembelian antara lain :

- Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan, serta mengetahui harga pasaran dari suatu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.

#### **l. Kepala Seksi Personalia**

Tugas Kepala Seksi Personalia bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Umum dalam hal sumber daya manusia.

##### **Seksi personalia :**

Tugas seksi Personalia antara lain :

- Mengelola sumber daya manusia dan manajemen.
- Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja dan pekerjaannya serta lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya
- Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang tenang dan dinamis, serta
- Melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.



### m. Kepala Seksi Humas

Tugas Kepala Seksi Humas bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Umum dalam hal hubungan masyarakat.

#### Seksi Humas :

Tugas seksi Humas antara lain :

- Mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan.

### n. Kepala Seksi Keamanan

Tugas Kepala Seksi Humas bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Umum yang menyangkut keamanan di sekitar pabrik.

#### Seksi Keamanan :

Tugas seksi Keamanan antara lain :

- Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas perusahaan
- Mengawasi keluar masuknya orang baik karyawan atau bukan di lingkungan pabrik, serta
- Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan.

#### 4.8.4. Sitem Kepegawaian dan Sistem Gaji

Pada pabrik *Carbon Black* ini pemberian gaji karyawan berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggungjawab dan keahlian.

Pembagian karyawan pabrik ini dapat dibagi menjadi tiga golongan antara lain :

- 1). Karyawan Tetap

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan (SK) direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian dan masa kerja.

#### 2). Karyawan Harian

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan direksi tanpa SK direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap-tiap akhir minggu.

#### 3). Karyawan Borongan

Yaitu karyawan yang dikaryakan oleh pabrik bila diperlukan saja. Karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan.

### 4.8.5. Pembagian Jam Kerja Karyawan

Jadwal kerja di perusahaan ini di bagi menjadi dua bagian, yaitu jadwal kerja kantor (jadwal *non shift*) dan jadwal kerja pabrik (jadwal *shift*).

#### 4.8.5.1. Jadwal Non Shift

Jadwal ini berlaku untuk karyawan kantor (*office*). Dalam satu minggu jam kantor adalah 40 jam dengan perincian sebagai berikut :

- Senin – Jum'at : 08.00 – 16.30 WIB.
- Istirahat : 12.00 – 13.00 WIB.

Coffee Break I : 09.45 – 10.00 WIB.

Coffee Break II : 14.45 – 15.00 WIB.

Sabtu : 08.00 – 13.30 WIB.

Istirahat Sabtu : 12.00 – 12.30 WIB.

#### 4.8.5.2. Jadwal Shift

Jadwal kerja ini diberlakukan kepada karyawan yang berhubungan langsung dengan proses produksi, misalnya bagian produksi, mekanik, laboratorium, genset dan elektrik, dan instrumentasi. Jadwal kerja pabrik ini dibagi dalam 3 *shift*, yaitu :

*Shift* I : 24.00 – 08.00 WIB.

*Shift* II : 08.00 – 16.00 WIB.

*Shift* III : 16.00 – 24.00 WIB.

Setelah dua hari masuk *shift* II, dua hari *shift* III, dan dua hari *shift* I, maka karyawan *shift* ini mendapat libur selama dua hari. Setiap masuk kerja *shift*, karyawan diberikan waktu istirahat selama 1 jam secara bergantian.

Diluar jam kerja kantor maupun pabrik tersebut, apabila karyawan masih dibutuhkan untuk bekerja, maka kelebihan jam kerja tersebut akan diperhitungkan sebagai kerja lembur (*overtime*) dengan perhitungan gaji yang tersendiri. Untuk hari besar (hari libur nasional), karyawan kantor diliburkan. Sedangkan karyawan pabrik tetap masuk kerja sesuai jadwalnya dengan perhitungan lembur.

#### 4.8.6 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

##### 4.8.6.1. Penggolongan Jabatan

Tabel 4.13 Penggolongan jabatan

| No | Jabatan                      | Pendidikan                                       |
|----|------------------------------|--|
| 1. | Direktur Utama               | Sarjana Teknik Kimia dengan kualifikasi tertentu |
| 2. | Direktur Teknik dan Produksi | Sarjana Teknik Kimia                             |
| 3. | Direktur Keuangan dan Umum   | Sarjana Ekonomi                                  |

Lanjutan Tabel 4.13 Penggolongan jabatan

|     |                         |                              |
|-----|-------------------------|------------------------------|
| 4.  | Kepala Bagian Produksi  | Sarjana Teknik Kimia         |
| 5.  | Kepala Bagian Teknik    | Sarjana Teknik Mesin/Elektro |
| 6.  | Kepala Bagian R & D     | Sarjana Teknik Kimia         |
| 7.  | Kepala Bagian Keuangan  | Sarjana Ekonomi              |
| 8.  | Kepala Bagian Pemasaran | Sarjana Ekonomi              |
| 9.  | Kepala Bagian Umum      | Sarjana Hukum                |
| 10. | Kepala Seksi            | Sarjana Muda Teknik Kimia    |
| 11. | Operator                | STM/SMU/Sederajat            |
| 12. | Sekretaris              | Akademi Sekretaris           |
| 13. | Staff                   | Sarjana Muda / D III         |
| 13. | Medis                   | Dokter                       |
| 14. | Paramedis               | Perawat                      |
| 15. | Lain-lain               | SD/SMP/Sederajat             |

#### 4.8.6.2. Perincian Jumlah Karyawan

Tabel 4.14 Jumlah karyawan pada masing-masing bagian

| NO | Jabatan                      | Jumlah |
|----|------------------------------|--------|
| 1. | Direktur Utama               | 1      |
| 2. | Direktur Teknik dan Produksi | 1      |
| 3. | Direktur Keuangan dan Umum   | 1      |
| 4. | Staff Ahli                   | 2      |
| 5. | Sekretaris                   | 2      |

Lanjutan tabel 4.14 Jumlah karyawan pada masing-masing bagian

|     |                           |   |
|-----|---------------------------|---|
| 6.  | Kepala Bagian Umum        | 1 |
| 7.  | Kepala Bagian Pemasaran   | 1 |
| 8.  | Kepala Bagian Keuangan    | 1 |
| 9.  | Kepala Bagian Teknik      | 1 |
| 10. | Kepala Bagian Produksi    | 1 |
| 11. | Kepala Bagian R & D       | 1 |
| 12. | Kepala Seksi Personalia   | 1 |
| 13. | Kepala Seksi Humas        | 1 |
| 14. | Kepala Seksi Keamanan     | 1 |
| 15. | Kepala Seksi Pembelian    | 1 |
| 16. | Kepala Seksi Pemasaran    | 1 |
| 17. | Kepala Seksi Administrasi | 1 |
| 18. | Kepala Seksi Kas/Anggaran | 1 |
| 19. | Kepala Seksi Proses       | 1 |
| 20. | Kepala Seksi Pengendalian | 1 |
| 21. | Kepala Seksi Laboratorium | 1 |
| 22. | Kepala Seksi Pemeliharaan | 1 |
| 23. | Kepala Seksi Utilitas     | 1 |
| 24. | Kepala Seksi Pengembangan | 1 |
| 25. | Kepala Seksi Penelitian   | 1 |
| 26. | Karyawan Personalia       | 4 |
| 27. | Karyawan Humas            | 3 |

Lanjutan tabel 4.14 Jumlah karyawan pada masing-masing bagian

|     |                            |     |
|-----|----------------------------|-----|
| 28. | Karyawan Keamanan          | 9   |
| 29. | Karyawan Pembelian         | 4   |
| 30. | Karyawan Pemasaran         | 4   |
| 31. | Karyawan Administrasi      | 3   |
| 32. | Karyawan Kas/Anggaran      | 3   |
| 33. | Karyawan Proses            | 23  |
| 34. | Karyawan Pengendalian      | 4   |
| 35. | Karyawan Laboratorium      | 6   |
| 36. | Karyawan Pemeliharaan      | 4   |
| 37. | Karyawan Utilitas          | 10  |
| 38. | Karyawan KKK               | 3   |
| 39. | Karyawan Litbang           | 4   |
| 40. | Karyawan Pemadam Kebakaran | 4   |
| 41. | Medis                      | 1   |
| 42. | Paramedis                  | 3   |
| 43. | Sopir                      | 3   |
| 44. | Cleaning Service           | 9   |
|     | Total                      | 131 |

#### 4.8.6.3 Sistem Gaji Pegawai

Sistem gaji perusahaan ini dibagi menjadi 3 golongan yaitu :

1. Gaji Bulanan

Gaji ini diberikan kepada pegawai tetap dan besarnya gaji sesuai dengan peraturan perusahaan.

2. Gaji Harian

Gaji ini diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.

3. Gaji Lembur

Gaji ini diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja yang telah ditetapkan dan besarnya sesuai dengan peraturan perusahaan.

Penggolongan Gaji Berdasarkan Jabatan

Tabel 4.15 Perincian golongan dan gaji

| Golongan | Jabatan                 | Gaji/Bulan        |
|----------|-------------------------|-------------------|
| 1        | Direktur Utama          | Rp. 20.000.000,00 |
| 2        | Direktur                | Rp. 15.000.000,00 |
| 3        | Staff Ahli              | Rp. 10.000.000,00 |
| 4        | Kepala Bagian           | Rp. 8.000.000,00  |
| 5        | Kepala Seksi            | Rp. 4.500.000,00  |
| 6        | Sekretaris              | Rp. 2.000.000,00  |
| 7        | Dokter                  | Rp. 3.000.000,00  |
| 8        | Paramedis               | Rp. 1.500.000,00  |
| 9        | Karyawan                | Rp. 1.800.000,00  |
| 10       | Sopir                   | Rp. 1.000.000,00  |
| 11       | <i>Cleaning service</i> | Rp. 800.000,00    |



#### 4.8.7. Kesejahteraan Sosial Karyawan

Semua karyawan dan staff di perusahaan ini akan mendapat :

1. *Salary*

- a. *Salary*/bulan
- b. Bonus per tahun untuk staff, min 2 kali *basic salary*
- c. THR per tahun untuk semua staff, 1 kali *basic salary*
- d. Jasa per tahun untuk semua staff, 1 kali *basic salary*

2. *Jaminan sosial dan pajak pendapatan*

- a. Pajak pendapatan semua karyawan menjadi tanggungan perusahaan
- b. Jamsostek : 3.5 % kali *basic salary*.  
1.5 % tanggungan perusahaan  
2 % tanggungan karyawan

3. *Medical*

- a. *Emergency* : tersedia poliklinik pengobatan gratis
- b. Tahunan : pengobatan untuk staff dan keluarganya bebas, ditanggung perusahaan.

4. *Perumahan*

Untuk staff disediakan mess

5. *Rekreasi dan olahraga*

- a. Rekreasi : Setiap 1 tahun sekali karyawan + keluarga bersama-sama mengadakan tour atas biaya perusahaan
- b. Olahraga : tersedia lapangan tennis dan bulu tangkis

6. *Kenaikan gaji dan promosi*

- a. Kenaikan gaji dilakukan setiap akhir tahun dengan memperhatikan besarnya inflasi, prestasi kerja dan lain-lain.
  - b. Promosi dilakukan setiap akhir tahun dengan memperhatikan pendidikan, prestasi kerja, dan lain-lain.
7. *Hak cuti dan ijin*
- a. Cuti tahunan : setiap karyawan mendapatkan cuti setiap tahun selama 12 hari setelah tahun kelima mendapat tambahan 2 hari (total 20 hari)
  - b. Ijin tidak masuk kerja diatur dalam KKB yang ada.
8. *Pakaian kerja dan sepatu. Setiap tahun mendapat jatah 2 stell.*

#### **4.6.8. Manajemen Produksi**

Manajemen produksi merupakan salah satu bagian dari manajemen perusahaan yang fungsi utamanya adalah menyelenggarakan semua kegiatan untuk memproses bahan baku menjadi produk dengan mengatur penggunaan faktor-faktor produksi sedemikian rupa sehingga proses produksi berjalan sesuai dengan yang direncanakan.

Manajemen produksi meliputi manajemen perencanaan dan manajemen pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dan pengendalian produksi adalah mengusahakan akan diperoleh kualitas produk sesuai dengan rencana dan dalam waktu yang tepat. Dengan meningkatkan kegiatan produksi maka selayaknya untuk diikuti dengan kegiatan perencanaan dan pengendalian agar dapat dihindari terjadinya penyimpangan-penyimpangan yang tidak terkendali. Perencanaan ini sangat erat kaitannya dengan pengendalian dimana perencanaan merupakan tolak ukur bagi

kegiatan operasional sehingga penyimpangan yang terjadi dapat segera diketahui dan selanjutnya dikendalikan kearah yang sesuai.

#### 4.9 Evaluasi Ekonomi

Evaluasi ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang dapat menguntungkan atau tidak. Untuk itu pada perancangan pabrik *Carbon Black* ini dibuat evaluasi atau penilaian investasi yang ditinjau dengan metode:

1. *Return Of Investment*
2. *Pay Out Time*
3. *Discounted Cash Flow rate Of Return*
4. *Break Even Point*
5. *Shut Down Point*

Untuk meninjau faktor-faktor diatas perlu diadakan penafsiran terhadap beberapa faktor, yaitu:

1. Penaksiran Modal Industri (*Total Capital Investment*) yang terdiri atas:
  - a. Modal Tetap (*Fixed Capital*)
  - b. Modal Kerja (*Working Capital*)
2. Penentuan Biaya Produksi Total (*Production Investment*) yang terdiri atas:
  - a. Biaya Pembuatan (*Manufacturing Cost*)
  - b. Biaya Pengeluaran Umum (*General Expense*)
3. Total Pendapatan.

#### 4.9.1 Penaksiran Harga Peralatan

Harga peralatan proses selalu mengalami perubahan setiap tahun tergantung pada kondisi ekonomi yang ada. Untuk mengetahui harga peralatan yang ada sekarang, dapat ditaksir dari harga tahun lalu berdasarkan indeks harga. Persamaan pendekatan yang digunakan untuk memperkirakan harga peralatan pada saat sekarang adalah:

$$E_x = E_y \frac{N_x}{N_y} \quad (\text{Aries \& Newton P.16, 1955})$$

Dalam hubungan ini:

$E_x$  = harga alat pada tahun X

$E_y$  = harga alat pada tahun Y

$N_x$  = nilai indeks tahun X

$N_y$  = nilai indeks tahun Y

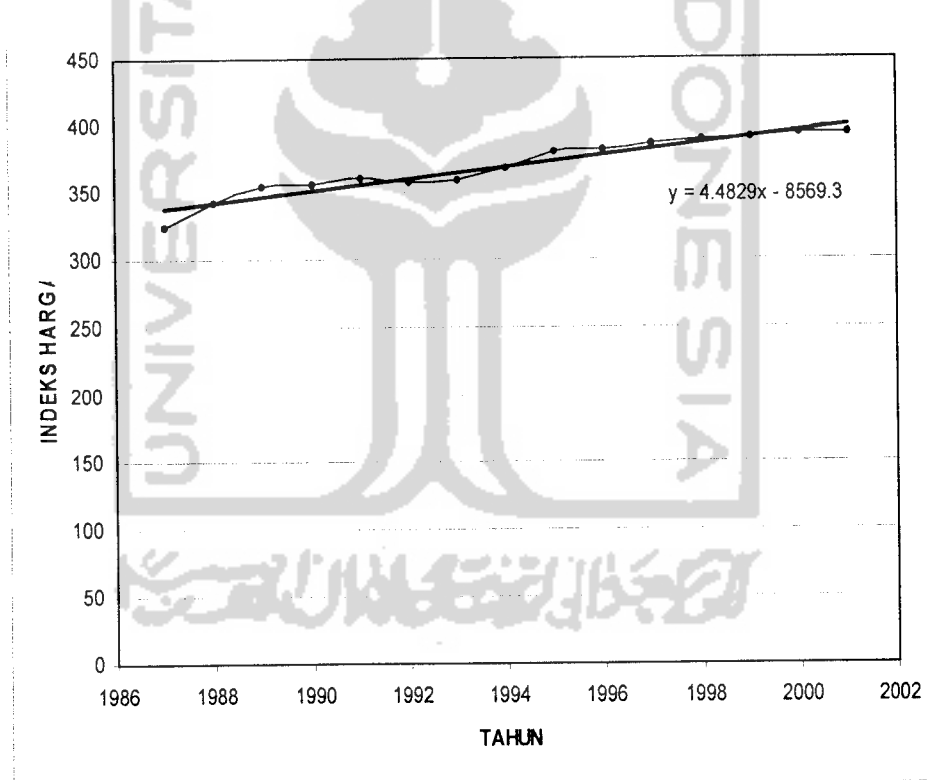
(Harga indeks didapat dari Chemical Engineering Progress ([www.che.com](http://www.che.com)) dan Peter Timmerhaus, 1990)

Tabel 4.16 Harga Indeks

| Tahun       | X(Tahun) | Y (indeks)    |
|-------------|----------|---------------|
| 1954        |          | 86.10         |
| 1987        | 1        | 324.00        |
| 1988        | 2        | 343.00        |
| 1989        | 3        | 355.00        |
| <b>1990</b> | <b>4</b> | <b>356.00</b> |
| 1991        | 5        | 361.30        |
| 1992        | 6        | 358.20        |
| 1993        | 7        | 359.20        |

Lanjutan Tabel 4.16 Harga Indeks

|      |    |        |
|------|----|--------|
| 1994 | 8  | 368.10 |
| 1995 | 9  | 381.10 |
| 1996 | 10 | 381.70 |
| 1997 | 11 | 386.50 |
| 1998 | 12 | 389.50 |
| 1999 | 13 | 390.60 |
| 2000 | 14 | 394.10 |
| 2001 | 15 | 394.30 |



Gambar 4.5 Grafik Harga Indeks

**Tabel 4.16** Prediksi Harga Indeks

| Tahun       | Indeks Harga |
|-------------|--------------|
| 2003        | 410          |
| 2004        | 414          |
| 2005        | 419          |
| 2006        | 423          |
| 2007        | 428          |
| 2008        | 432          |
| 2009        | 437          |
| 2010        | 441          |
| 2011        | 446          |
| <b>2012</b> | <b>450</b>   |

Untuk jenis alat yang sama tapi kapasitas berbeda, harga suatu alat dapat diperkirakan dengan menggunakan persamaan pendekatan sebagai berikut:

$$E_b = E_a \left( \frac{C_b}{C_a} \right)^x$$

Dimana:

$E_a$  = Harga alat dengan kapasitas diketahui.

$E_b$  = Harga alat dengan kapasitas dicari.

$C_a$  = Kapasitas alat A.

$C_b$  = Kapasitas alat B.

$x$  = Eksponen.

Besarnya harga eksponen bermacam-macam, tergantung dari jenis alat yang akan dicari harganya. Harga eksponen untuk bermacam-macam jenis alat dapat dilihat di

[www.matche.com](http://www.matche.com)



## Dasar Perhitungan

|                    |   |
|--------------------|---|
| Kapasitas Produksi | = 100.000 ton/tahun                                     |
| Satu tahun operasi | = 330 hari  |
| Umur pabrik        | = 10 tahun  |
| Pabrik didirikan   | = 2012  |
| Kurs mata uang     | = 1 US\$ = Rp 9438 ( <i>Kompas, 12 September 2007</i> ) |

### 4.9.2 Perhitungan Biaya

#### 4.9.2.1 Capital Investment

*Capital investment* adalah banyaknya pengeluaran-pengeluaran yang diperlukan untuk fasilitas-fasilitas produksi dan untuk menjalankannya. *Capital investment* meliputi:

- Fixed Capital Investment* adalah investasi untuk mendirikan fasilitas produksi dan pembuatannya.
- Working Capital* adalah investasi yang diperlukan untuk menjalankan usaha/modal dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

#### 4.9.2.2 Manufacturing Cost

*Manufacturing cost* adalah biaya yang diperlukan untuk produksi suatu bahan, merupakan jumlah *direct*, *indirect* dan *fixed manufacturing cost* yang berkaitan dengan produk.

- Direct Cost* adalah adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

- b. *Indirect Cost* adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik.
- c. *Fixed Cost* merupakan harga yang berkaitan dengan *fixed capital* dan pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dimana harganya tetap, tidak tergantung waktu maupun tingkat produksi.
- d. *General Expenses* atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*.

#### 4.9.3 Analisa Kelayakan

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial atau tidak, maka dilakukan analisa atau evaluasi kelayakan.

##### 4.9.3.1 Percent Return of Investment (ROI)

*Return of Investment* adalah biaya *fixed capital* yang kembali pertahun atau tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang telah dikeluarkan.

$$ROI = \frac{\text{Profit}}{FCI} \times 100\%$$

FCI = Fixed Capital Investment

##### 4.9.3.2 Pay Out Time (POT)

*Pay Out Time* adalah jumlah tahun yang telah berselang, sebelum didapatkan sebuah penerimaan yang melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *capital investment* dengan profit sebelum dikurangi depresiasi.



#### 4.9.3.3 Discounted Cash Flow of Return (DCFR)

Evaluasi keuntungan dengan cara *discounted cash flow* uang tiap tahun berdasarkan investasi yang tidak kembali setiap akhir tahun selama umur pabrik (*present value*).

#### 4.9.3.4 Break Even Point (BEP)

*Break even point* adalah titik impas (kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian). Kapasitas pabrik pada saat *sales value* sama dengan *total cost*. Pabrik akan rugi jika beroperasi di bawah BEP dan untung jika beroperasi di atasnya.

$$\text{BEP} = \frac{Fa \times 0,3Ra}{Sa - Va - 0,7Ra} \times 100\%$$

Dengan:

$Fa$  = Annual Fixed Expense

$Ra$  = Annual Regulated Expense

$Va$  = Annual Variabel Expense

$Sa$  = Annual Sales Value Expense

#### 4.9.3.5 Shut Down Point (SDP)

*Shut down point* adalah level produksi dimana biaya untuk menjalankan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar fixed cost.

$$\text{SDP} = \frac{0,3Ra}{Sa - Va - 0,7Ra} \times 100\%$$

### 4.9.4 Hasil Perhitungan

#### 4.9.4.1 Total Capital Investment

##### 4.9.4.1.a Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*)

**Tabel 4.17** Modal Tetap

| No | Type of Capital Investment          | US \$                 |
|----|-------------------------------------|-----------------------|
| 1  | <i>Delivered Equipment</i>          | 22,971,567.44         |
| 2  | <i>Equipment Instalation</i>        | 8,589,368.69          |
| 3  | <i>Piping</i>                       | 17,178,737.39         |
| 4  | <i>Instrumentation</i>              | 2,996,291.4           |
| 5  | <i>Insulation</i>                   | 1,598,022,08          |
| 6  | <i>Electrical</i>                   | 1,997,527.60          |
| 7  | <i>Buildings</i>                    | 4,557,639.33          |
| 8  | <i>Land and Yard Improvement</i>    | 1,613,477.43          |
| 9  | <i>Utilities</i>                    | 58,817,765.87         |
|    | <b><i>Physical Plant Cost</i></b>   | <b>120,230,397.24</b> |
| 10 | <i>Engineering and Construction</i> | 24,064,079.45         |
|    | <b><i>Direct Plant Cost</i></b>     | <b>144,384,476.69</b> |
| 11 | <i>Contractor's Fee</i>             | 5,775,379.07          |
| 12 | <i>Contingency</i>                  | 21,657,671.5          |
|    | <b><i>Fixed Capital</i></b>         | <b>171,817,527.26</b> |

**4.9.4.1.b** Modal Kerja (Working Capital)

**Tabel 4.18** Modal Kerja

| No | Type of Expenses              | US \$          |
|----|-------------------------------|----------------|
| 1  | <i>Raw Material Inventory</i> | 0              |
| 2  | <i>In Process Inventory</i>   | 536,089,063.95 |
| 3  | <i>Product Inventory</i>      | 14,891,362.89  |

Lanjutan Tabel 4.18 Modal Kerja

|   |                              |                       |
|---|------------------------------|-----------------------|
| 4 | <i>Extended Credit</i>       | 13,284,490.19         |
| 5 | <i>Available Cash</i>        | 14,891,362.89         |
|   | <b>Total Working Capital</b> | <b>576,156,279.92</b> |

Kurs mata uang : \$ 1 = Rp 9.438,00

Total *Fixed Capital Investment* dalam US dollar

$$= FC + WC$$

$$= US \$ 750,973,807.18$$

$$= Rp 7,087,690,792,148.50$$

#### 4.9.4.2 Biaya Produksi Total

##### 4.9.4.2.a *Manufacturing Cost*

Tabel 4.19 *Manufacturing Cost*

| No | Type of Expenses                              | US \$                 |
|----|---|-----------------------|
| 1  | <i>Raw Materials</i>                          | 38,276,778.18         |
| 2  | <i>Labor Cost</i>                             | 479,720.28            |
| 3  | <i>Supervision</i>                            | 49,972.03             |
| 4  | <i>Maintenance</i>                            | 28,783.22             |
| 5  | <i>Plant Supplies</i>                         | 4,317.48              |
| 6  | <i>Royalties and Patents</i>                  | 2,302,414.47          |
| 7  | <i>Utilities</i>                              | 103,348,227.91        |
|    | <b><i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i></b> | <b>144,488,213.57</b> |
| 8  | <i>Payroll and Overhead</i>                   | 71,958.04             |
| 9  | <i>Laboratory</i>                             | 47,972.03             |

Lanjutan Tabel 4.19 *Manufacturing Cost*

|    |   |                      |
|----|---|----------------------|
| 10 | <i>Plant Overhead</i>                           | 239,860.14           |
| 11 | <i>Packaging ang Shipping</i>                   | 11,512,072.33        |
|    | <b><i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i></b> | <b>11,871,862.54</b> |
| 12 | <i>Depresiasi</i>                               | 17,181,752.73        |
| 13 | <i>Properti Taxes</i>                           | 3,436,350.55         |
| 14 | <i>Insurance</i>                                | 1,718,175.27         |
|    | <b><i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i></b>    | <b>22,336,278.54</b> |

$$\begin{aligned}
 \text{Total Manufacturing Cost (TMC)} &= \text{DMC} + \text{IMC} + \text{FMC} \\
 &= \text{US \$ } 178,696,354.65 \\
 &= \text{Rp. } 1,686,536,195,185.41
 \end{aligned}$$

#### 4.9.4.2.b Biaya Umum (*General Expense*)

Tabel 4.20 Biaya Umum

| No | Type of Expenses              | US \$                |
|----|-------------------------------|----------------------|
| 1  | <i>Administration</i>         | 7,147,854.19         |
| 2  | <i>Sales Expense</i>          | 12,508,744.83        |
| 3  | <i>Research</i>               | 7,147,854.19         |
| 4  | <i>Finance</i>                | 22,529,214.22        |
|    | <b><i>General Expense</i></b> | <b>49,333,667.41</b> |

$$\begin{aligned}
 \text{Total Biaya Produksi} &= \text{TMC} + \text{GE} \\
 &= \text{US \$ } 228,030,022.06 \\
 &= \text{Rp. } 2,152,147,348,227.68
 \end{aligned}$$

#### 4.9.4.3 Keuntungan

Keuntungan = Total Penjualan Produk – Total Biaya Produksi

Total Penjualan Produk = US \$ 277,883,572.84

Total Biaya Produksi = US \$ 228,030,022.06

Keuntungan Sebelum Pajak = US \$ 49,853,550.78

= Rp. 470,517,812,240.65

Pajak keuntungan sebesar 40% = US \$ 19,941,420.31

= Rp. 188,207,124,896.26

Keuntungan Setelah Pajak = US \$ 29,912,130.47

= Rp. 282,310,687,344.39

#### 4.9.4.4 Analisa Kelayakan

##### 4.9.4.4.a Percent Return on Investment (ROI)

$$ROI = \frac{\text{Profit}}{FCI} \times 100\%$$

ROI sebelum Pajak = 29.02 %

ROI setelah Pajak = 17.41 %

Syarat : Pabrik beresiko rendah minimum ROI sebelum pajak = 11%

Pabrik beresiko tinggi minimum ROI sebelum pajak = 44%

##### 4.9.4.4.b Pay Out Time (POT)

$$POT = \frac{FCI}{\text{Keuntungan} + \text{Depresiasi}} \times 100\%$$

➤ POT sebelum Pajak = 2,56 tahun

➤ POT setelah Pajak = 3.65 tahun

Syarat : Batas maksimum pengembalian modal adalah 5 tahun

#### 4.9.4.4.c Break Event Point (BEP)

|                       |                        |
|-----------------------|------------------------|
| Fixed Expense (Fa)    | = US \$ 22,336,278.54  |
| Variabel Cost (Va)    | = US \$ 155,439,492.89 |
| Regulated Cost (Ra)   | = US \$ 50,254,250.63  |
| Penjualan Produk (Sa) | = US \$ 277,883,572.84 |

$$\text{BEP} = \frac{Fa \times 0,3Ra}{Sa - Va - 0,7Ra} \times 100\%$$

$$\text{BEP} = 42.87 \%$$

Syarat : BEP terletak antara 40-60%

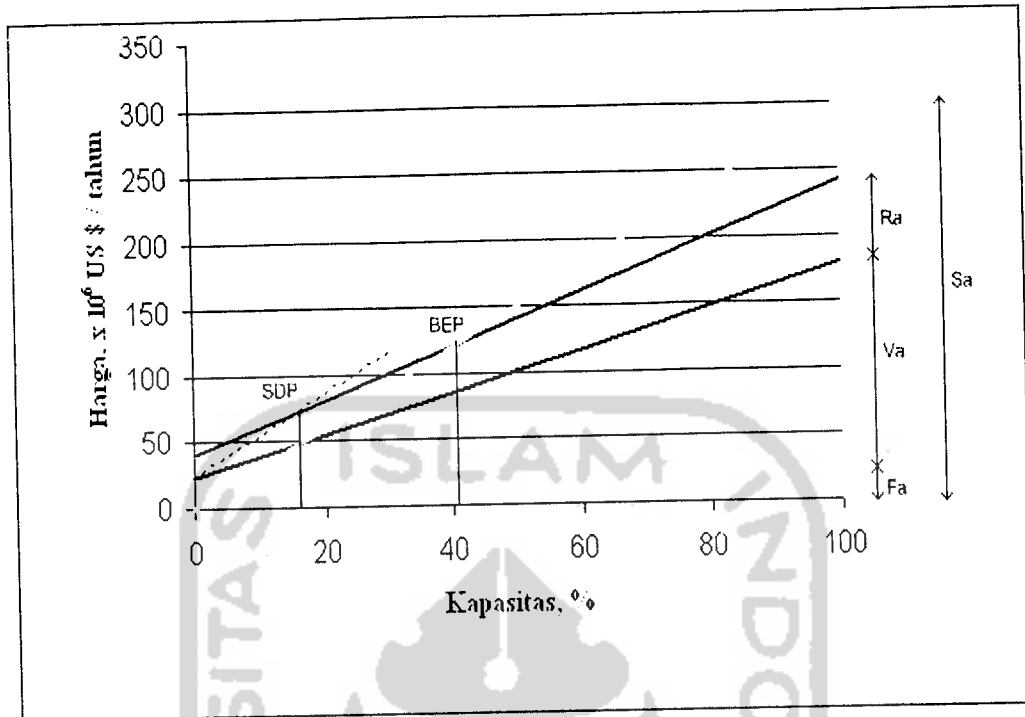
#### 4.9.4.4.d Shut Dwon Point (SDP)

$$\text{SDP} = \frac{0,3Ra}{Sa - Va - 0,7Ra} \times 100 \%$$

$$\text{SDP} = 17.28 \%$$

#### 4.9.4.4.e Discounted Cash Flow (DCF)

|                               |                        |
|-------------------------------|------------------------|
| Umur Pabrik                   | = 10 tahun             |
| Fixed Capital (FC)            | = US \$ 171,817,527.26 |
| Working Capital (WC)          | = US \$ 579,156,279.92 |
| Cash Flow (CF)                | = US \$ 69,623,097.41  |
| Salvage Value (SV)            | = US \$ 17,181,752.73  |
| DCF                           | = 17.84 %              |
| Bunga Bank rata-rata saat ini | = 9 %                  |



Gambar 4.6 Grafik BEP dan SDP



## BAB V

### KESIMPULAN

1. Pabrik *Carbon Black* akan didirikan di Cikampek, Jawa Barat karena ditinjau dari segi kemudahan bahan baku, pemasaran, transportasi, dan tenaga kerja yang memadai.
2. Proses yang diterapkan dalam pabrik *Carbon Black* adalah *Furnace Process-Combustion*.
3. Total Penjualan Produk = US \$ 277,883,572.84  
Total Biaya Produksi = US \$ 228,030,022.06  
Keuntungan Sebelum Pajak = US \$ 49,853,550.78  
Keuntungan Setelah Pajak = US \$ 29,912,130.47
4. Ditinjau dari segi ekonomi yaitu dengan melihat beberapa indikator penting dalam kelayakan ekonomi sebagai berikut :
  - *Return on Investment (ROI)*  
ROI sebelum pajak = 29.02 %  
Pajak = 40 %  
ROI sesudah pajak = 17.41 %  
Syarat : Pabrik beresiko rendah minimum ROI sebelum pajak = 11%  
Pabrik beresiko tinggi minimum ROI sebelum pajak = 44%
  - *Pay Out Time (POT)*  
POT sebelum pajak = 2,56 tahun  
POT sesudah pajak = 3,65 tahun



Syarat : Batas maksimum pengembalian modal adalah 5 tahun

➤ *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) = 17.84 %

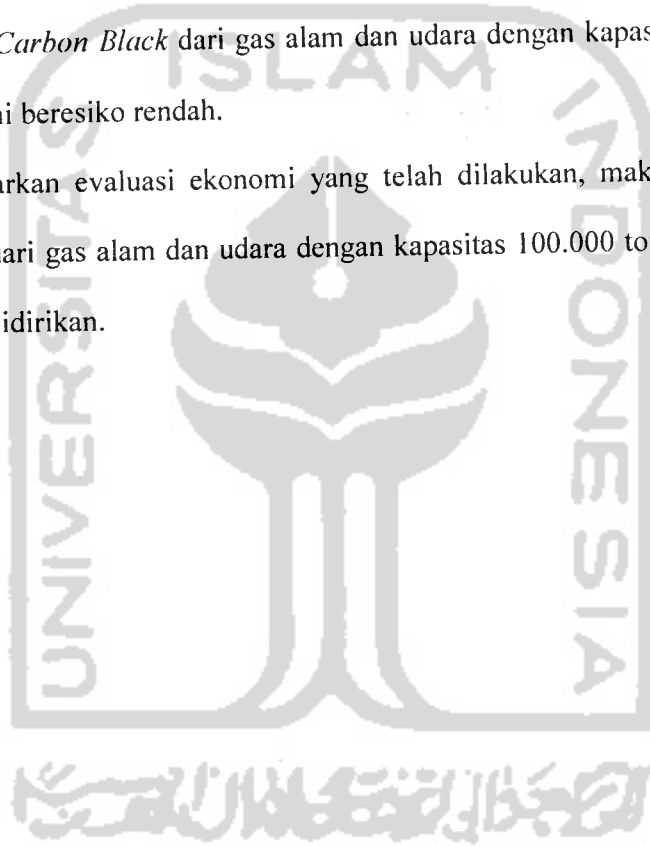
Syarat : diatas 1.5 kali bunga bank ( bunga bank rata-rata = 9 %)

➤ *Break Even Point* (BEP) = 42.87 %

Syarat : BEP terletak antara 40-60%

➤ *Shut Down Point* (SDP) = 17.28 %

5. Pabrik *Carbon Black* dari gas alam dan udara dengan kapasitas 100.000 ton/tahun ini beresiko rendah.
6. Berdasarkan evaluasi ekonomi yang telah dilakukan, maka pabrik *Carbon Black* dari gas alam dan udara dengan kapasitas 100.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Agra, Sri, W., 1992, *Perpindahan Panas Konduksi dan Radiasi*, UGM, Yogyakarta.
- Aries, R.S and Newton, R.D, 1954, *Chemical Engineering Cost Estimation*, McGraw-Hill Book Co. Inc, New York.
- Arthur, Fraas, 1989, *Heat Exchanger*, John Willey and Sons Inc., Canada
- BPS Indonesia 1999-2004, *Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia : Ekspor*, Volume II, BPS Indonesia, Jakarta.
- Brown, G.G., 1978, *Unit Operation*, 4<sup>th</sup> ed., Modern Asia Edition, John Willey and Sons Inc., New York.
- Brownell, L.E and Young, E.H., 1983, *Process Equipment Design*, John Willey and Sons Inc., New York.
- Cooper, D.C, 1986, *Air Pollution Controll*, Waveland Press inc., USA.
- Coulson, J.M., and Richardson, J.F., 1983, *Chemical Equipment Design*, John Willey and Sons Inc., New York.
- Faith, W.L, *et.al*, 1950, *Industrial Chemical*, John Willey and Sons Inc., London.
- Griswold, John, 1946, *Fuels, Combustion, Furnaces*, McGraw-Hill Book Company. Inc, New York.
- Holman, J.P., 1981, *Heat Transfer*, McGraw-Hill Book Co. Ltd, New York.
- Kern, D.Q., 1983, *Process Heat Transfer*, McGraw-Hill Book Co. Ltd, New York.

- Kirk and Othmer, 1968, *Encyclopedia of Chemical Technology*, 2<sup>nd</sup> ed., vol. 4, John Willey and Sons Inc., New York.
- Ludwig, E.E., 1984, *Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants*, 2<sup>nd</sup> ed., Vol. III, Gulf Publishing Company.
- Perry, R.H. and Chilton, C.H., 1970, *Chemical Engineer's Hand Book*, 5<sup>th</sup> ed., McGraw Hill Book Company, Kogakusha Book Company, Tokyo.
- Perry, R.H. and Chilton, C.H., 1984, *Chemical Engineer's Hand Book*, 6<sup>th</sup> ed., McGraw Hill Book Company, Kogakusha Book Company, Tokyo.
- Perry, R.H. and Chilton, C.H., 2001, *Chemical Engineer's Hand Book*, 7<sup>th</sup> ed., McGraw Hill Book Company, Kogakusha Book Company, Tokyo.
- Peters, M.S. and Timmerhaus, K.D., 2003, *Plant Design Economic for Chemical Engineer's*, 6<sup>th</sup> ed., Mc Graw Hill Book Company, Kogakusha, Ltd Tokyo.
- Powell, P.T., 1954, *Water Conditioning for Industry*, McGraw-Hill Inc, New York.
- Shreve, R. N., 1975, *Chemical Process Industri*, 1975, McGraw-Hill Book Co. Ltd, Kogakusha.
- Smith, J.M., Van Ness, H.C., 1987, *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*, 4<sup>th</sup> ed., McGraw Hill Book Company, Singapore.
- Treybal, R. E., 1981, *Mass Transfer Operations*, McGraw-Hill Book Co. Ltd, London.
- Ulrich, D.G., 1984, *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*, John Willey and Sons Inc., New York.
- Villbrant, F.C. and Dryden, C.E., 1959, *Chemical Engineering Plant Design*, 4<sup>th</sup> ed., McGraw Hill Book Company Inc, New York.

Walas, S.M., 1988, *Chemical Process Equipment*, Butterworth Publishers, Reed Publishing Inc.

Yaws, Carl L., 1999, *Chemical Properties Handbook*, McGraw-Hill, New York.



## REAKTOR

Fungsi : Sebagai tempat berlangsungnya reaksi pembentukan carbon black

Type Alat : Plug Flow Reactor

Kondisi : - Temperatur 1315.5 °C

- Tekanan 8 atm

- Sifat reaksi eksotermis

- Media pendingin pada reaktor dipilih downtherm.

Reaksi :  $\text{CH}_4 \longrightarrow \text{C} + 2\text{H}_2$

**Langkah – langkah perhitungan :**

1. Menentukan jenis reaksi

$$\Delta H_{RT} = \Delta H_{298}^{\circ} + \Delta H_{reak\ tan} - \Delta H_{produk}$$

Suhu referensi = 298 K

a) Neraca massa Reaktor

| No. | Komponen                      | Masuk   |          | Keluar |      |
|-----|-------------------------------|---------|----------|--------|------|
|     |                               | Kmol    | kg       | kmol   | kg   |
| 1   | CH <sub>4</sub>               | 1052.17 | 16834.72 | 0.00   | 0.00 |
| 2   | CH <sub>4</sub>               | 1578.26 | 25252.08 | 0.00   | 0.00 |
| 3   | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> | 73.07   | 2192.02  | 0.00   | 0.00 |
| 4   | C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> | 21.92   | 964.49   | 0.00   | 0.00 |

|    |                                  |          |           |          |           |
|----|----------------------------------|----------|-----------|----------|-----------|
| 5  | n-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> | 2.92     | 169.52    | 0.00     | 0.00      |
| 6  | i-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> | 2.92     | 169.52    | 0.00     | 0.00      |
| 7  | n-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> | 0.29     | 21.04     | 0.00     | 0.00      |
| 8  | i-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> | 0.58     | 42.09     | 0.00     | 0.00      |
| 9  | C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>   | 0.29     | 25.14     | 0.00     | 0.00      |
| 10 | C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>   | 0.29     | 29.23     | 0.00     | 0.00      |
| 11 | N <sub>2</sub>                   | 17364.98 | 486219.48 | 17364.98 | 486219.48 |
| 12 | CO <sub>2</sub>                  | 146.13   | 6429.93   | 1967.85  | 86585.41  |
| 13 | O <sub>2</sub>                   | 4644.70  | 148630.43 | 1071.85  | 34299.33  |
| 14 | Ar                               | 215.16   | 8606.23   | 215.16   | 8606.23   |
| 15 | H <sub>2</sub> O (g)             | 0.00     | 0.00      | 3502.26  | 63040.77  |
| 16 | C                                | 0.00     | 0.00      | 1052.17  | 12626.00  |
| 17 | H <sub>2</sub>                   | 0.00     | 0.00      | 2104.33  | 4208.67   |
|    | Total                            | 25103.69 | 695585.89 | 25103.69 | 695585.89 |

b) Data kapasitas Panas :

| No | Komponen             | A         | B         | C         | D    | E    |
|----|----------------------|-----------|-----------|-----------|------|------|
| 1  | C                    | -0.832000 | 0.034846  | -0.000013 | 0.00 | 0.00 |
| 2  | H <sub>2</sub>       | 26.399000 | 0.020148  | -0.000039 | 0.00 | 0.00 |
| 3  | CO <sub>2</sub>      | 27.437000 | 0.042315  | -0.000020 | 0.00 | 0.00 |
| 4  | H <sub>2</sub> O (g) | 33.933000 | -0.008419 | 0.000030  | 0.00 | 0.00 |
| 5  | N <sub>2</sub>       | 29.342000 | -0.003640 | 0.000010  | 0.00 | 0.00 |

|    |         |           |           |           |      |      |
|----|---------|-----------|-----------|-----------|------|------|
| 7  | Ar      | 20.786000 | 0.000000  | 0.000000  | 0.00 | 0.00 |
| 8  | CH4     | 34.942000 | -0.039957 | 0.000192  | 0.00 | 0.00 |
| 9  | C2H6    | 28.146000 | 0.043447  | 0.000189  | 0.00 | 0.00 |
| 10 | C3H8    | 26.277000 | 0.116000  | 0.000196  | 0.00 | 0.00 |
| 11 | n-C4H10 | 20.056000 | 0.281530  | -0.000013 | 0.00 | 0.00 |
| 12 | i-C4H10 | 6.772000  | 0.341470  | -0.000103 | 0.00 | 0.00 |
| 13 | n-C5H12 | 26.671000 | 0.323240  | 0.000043  | 0.00 | 0.00 |
| 14 | i-C5H12 | -0.881000 | 0.474980  | -0.000248 | 0.00 | 0.00 |
| 15 | C6H14   | 25.924000 | 0.419240  | -0.000012 | 0.00 | 0.00 |
| 16 | C7H16   | 26.984000 | 0.503870  | -0.000045 | 0.00 | 0.00 |
| 17 | O2      | 29.526000 | -0.008900 | 0.000038  | 0.00 | 0.00 |

## c) Enthalpi produk

| No | komponen   | M(gmol)     | Tref | Tout    | $\int Cp dT$ (j/gmol) | $H = M \cdot \int Cp dT$ (KJ) |
|----|------------|-------------|------|---------|-----------------------|-------------------------------|
| 1  | C          | 1052166.67  | 25   | 1315.50 | 19024.93              | 20017398.72                   |
| 2  | H2         | 2104333.33  | 25   | 1315.50 | 39209.96              | 82510824.08                   |
| 3  | CO2        | 1967850.17  | 25   | 1315.50 | 59926.08              | 117925553.84                  |
| 4  | H2O (g)    | 3502264.75  | 25   | 1315.50 | 48767.25              | 170795828.63                  |
| 5  | N2 (inert) | 17364981.26 | 25   | 1315.50 | 39340.16              | 683141186.06                  |
| 6  | O2 sisa    | 1071854.04  | 25   | 1315.50 | 41856.52              | 44864080.76                   |
| 7  | Ar (inert) | 215155.67   | 25   | 1315.50 | 26824.33              | 5771407.46                    |
|    | Total      |             |      |         | total                 | 1125026279.55                 |

## d) Entalphi reaktan

| no | komponen | M(gmol)     | Tref  | Tin     | $\int C_p dT$ (j/gmol) | $H = M \cdot \int C_p dT$ (KJ) |
|----|----------|-------------|-------|---------|------------------------|--------------------------------|
| 1  | CH4      | 1052170.00  | 25.00 | 1315.50 | 72428.88               | 76207498.39                    |
| 2  | CH4      | 1578255.00  | 25.00 | 1315.50 | 72428.88               | 114311247.59                   |
| 3  | C2H6     | 73067.36    | 25.00 | 1315.50 | 116840.91              | 8537257.24                     |
| 4  | C3H8     | 21920.21    | 25.00 | 1315.50 | 163236.83              | 3578185.41                     |
| 5  | n-C4H10  | 2922.69     | 25.00 | 1315.50 | 215522.63              | 629906.80                      |
| 6  | i-C4H10  | 2922.69     | 25.00 | 1315.50 | 214664.16              | 627397.76                      |
| 7  | n-C5H12  | 292.27      | 25.00 | 1315.50 | 266078.41              | 77766.59                       |
| 8  | i-C5H12  | 584.54      | 25.00 | 1315.50 | 265353.24              | 155109.29                      |
| 9  | C6H14    | 292.27      | 25.00 | 1315.50 | 313756.58              | 91701.46                       |
| 10 | C7H16    | 292.27      | 25.00 | 1315.50 | 362009.52              | 105804.32                      |
| 11 | N2       | 17364981.26 | 25.00 | 1315.50 | 39340.16               | 683141186.06                   |
| 12 | CO2      | 146134.72   | 25.00 | 1315.50 | 59926.08               | 8757281.59                     |
| 13 | O2       | 4644700.85  | 25.00 | 1315.50 | 41856.52               | 194411016.64                   |
| 14 | Ar       | 215155.67   | 25.00 | 1315.50 | 26824.33               | 5771407.46                     |
|    | total    |             |       |         |                        | 1096402766.60                  |



## e) Entalpi pada kondisi standar

| No | Reaksi   | $\Delta H_r$<br>(298),<br>KJ/gmol | M, gmol    | $\Delta H_r$ , KJ |
|----|--|-----------------------------------|------------|-------------------|
| 1  | $\text{CH} \longrightarrow \text{C} + \text{H}_2$  | 74.52                             | 1052170.00 | 78407708.40       |
| 2  | $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$                  | -890.40                           | 1578255.00 | -1405278252.00    |
| 3  | $\text{C}_2\text{H}_6 + 3,5\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$      | -1559.90                          | 73067.36   | -113977776.60     |
| 4  | $\text{C}_3\text{H}_8 + 5\text{O}_2 \longrightarrow 3\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$        | -2204.00                          | 21920.21   | -48312139.17      |
| 5  | $\text{n-C}_4\text{H}_{10} + 7,5\text{O}_2 \longrightarrow 4\text{CO}_2 + 5\text{H}_2\text{O}$ | -2878.52                          | 2922.69    | -8413034.41       |
| 6  | $\text{i-C}_4\text{H}_{10} + 7,5\text{O}_2 \longrightarrow 4\text{CO}_2 + 5\text{H}_2\text{O}$ | -2868.80                          | 2922.69    | -8384625.82       |
| 7  | $\text{n-C}_5\text{H}_{12} + 8\text{O}_2 \longrightarrow 5\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$   | -3536.15                          | 292.27     | -1033508.60       |
| 8  | $\text{i-C}_5\text{H}_{12} + 8\text{O}_2 \longrightarrow 5\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$   | -3536.15                          | 584.54     | -2067017.19       |
| 9  | $\text{C}_6\text{H}_{14} + 19/2\text{O}_2 \longrightarrow 6\text{CO}_2 + 7\text{H}_2\text{O}$  | -4194.75                          | 292.27     | -1225998.13       |
| 10 | $\text{C}_7\text{H}_{16} + 23/2\text{O}_2 \longrightarrow 7\text{CO}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$  | -4853.48                          | 292.27     | -1418523.90       |
|    | Total  |                                   |            | -1511703167.42    |

$$\begin{aligned} \sum \Delta H_r &= \sum \Delta H_{298} + \sum \Delta H_{\text{produk}} - \sum \Delta H_{\text{reaktan}} \\ &= -1483079654.47 \text{ (eksotermis)} \\ &= -59078.1494 \text{ KJ/Kmol} \end{aligned}$$

## 2. Menentukan jumlah fluida pendingin (Downtherm)

$$Q = m \cdot C_{p_{\text{downtherm}}} \cdot \Delta T$$

$$m = Q / (C_{p_{\text{downtherm}}} \cdot \Delta T)$$

$$m = 4923214.75 \text{ lb/jam}$$

$$= 2235139.5 \text{ kg/jam}$$

Dimana :

Q : Panas yang akan diserap, Btu/jam

m : jumlah downtherm yang dibutuhkan, lb/jam

Cp : Kapasitas panas Downtherm, Btu/lb.F

$\Delta T$  : Selisih suhu masuk dan keluar

### 3. Pemilihan pipa

Bentuk reactor menyerupai shell & tube

Shell : untuk mengalirkan air pendingin

Tube : sebagai tempat berlangsungnya reaksi

Dirancang ukuran tube :

|                  |   |                       |
|------------------|---|-----------------------|
| Nps              | = | 3 inch                |
| Schedule no      | = | 40                    |
| Outside diameter | = | 3.5 inch = 0.0889 m   |
| Inside diameter  | = | 3.068 inch = 0.0779 m |

### 4. Menghitung mass velocity umpan

$$G_t = \frac{Re \cdot \mu}{IDt}$$

Dimana :

Re : bilangan reynold,

: asumsi aliran turbulen, Re = 50000

$\mu$  : viskositas umpan,  
: 0,046 Kg/m jam

Diperoleh :

$$Gt = 29525,03 \text{ Kg/m}^2 \text{ jam}$$

5. Menentukan jumlah tube ( Nt )

$$Nt = \frac{at}{\frac{1}{4} * \pi * ID^2}$$

Dimana :

at : luas permukaan dalam tube

$$: at = (w/Gt)$$

W : jumlah massa umpan

$$: 695587,47 \text{ Kg/jam}$$

Diperoleh :

$$Nt = 4943.6 \text{ tube}$$

$$= 4944 \text{ tube}$$

6. Menghitung konstanta reaksi



$$-r_A = k * C_A$$

Dimana :

$$k = A \exp(-E/RT)$$

( Persamaan Arrhenius )

$$A = \left( \frac{\sigma_A + \sigma_B}{2} \right)^2 * \left( \frac{N}{10^3} \right) * \left( \sqrt{8\pi k_o T \left( \frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B} \right)} \right) \quad (\text{Treyball, 1981})$$

$$C_A = C_{AO}(1 - X_A)$$

Dimana :  $k$  = konstanta reaksi,  $\text{dtk}^{-1}$

$C_A$  = konsentrasi  $\text{CH}_4$

$A$  = luas permukaan kontak,  $\text{m}^2$

$E$  = energy aktivasi

$R$  = ideal konstanta gas,  $0.08206 \text{ Latm/gmolK}$

$T$  = suhu,  $\text{K}$

$\sigma$  = diameter molekul,  $\text{m}$

$M$  = berat molekul,

$N$  = bilangan Avogadro,  $6.023 \cdot 10^{23}$  molekul/ mol

$k_0$  = konstanta Boltzman,  $1.3 \cdot 10^{-16}$  erg/ K

$X_A$  = konversi  $\text{CH}_4$

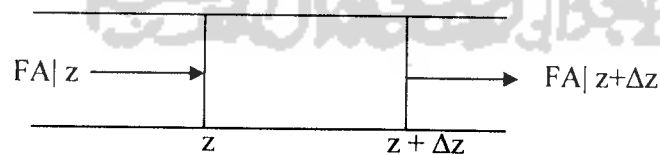
$C_{AO}$  = konversi awal  $\text{CH}_4$

Diperoleh :

$$k = 0.475 / \text{dtk}$$

## 7. Menentukan perubahan konversi ( x ) tiap satuan panjang tube ( z )

a) Neraca massa pada elemen volume



$$\text{Rate of input} - \text{rate of output} + \text{rate of reaction} = \text{rate of accumulation}$$

$$F_A|z - F_A|z + \Delta z + (-r_A) A * \Delta z = 0$$

$$F_A|z - F_A|z + \Delta z = -(-r_A) * A * \Delta z$$

$$\frac{dF_A}{dz} = -(-r_A) * A \quad \text{dimana : } F_A = F_{AO}(1 - X_A)$$

$$dF_A = -F_{AO} * dX_A$$

$$-\frac{F_{AO} dX}{dZ} = -(-r_A) * A$$

$$\frac{dX_A}{dz} = \frac{-r_A * A}{F_{AO}} \quad \text{dimana : } A = \frac{1}{4} * \pi * ID^2 * Nt$$

$$-r_A = k * C_A$$

$$\frac{dX_A}{dZ} = \frac{k * C_{AO} (1 - X_A) * \frac{1}{4} \pi * ID^2 * Nt}{F_{AO}}$$

Dimana :

Z = panjang tube, m

$F_{AO}$  = laju alir  $CH_4$ , Kmole / dtk = 0.73 Kmole / dtk

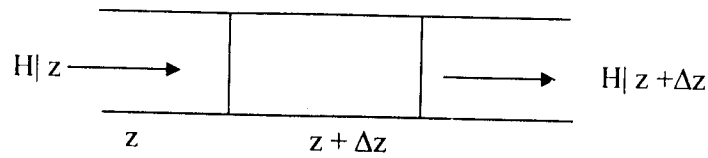
$C_{AO}$  = konsentrasi  $CH_4$  awal = 0.06 Kmole / dtk

k = konstanta reaksi = 0.475 / dtk

ID = inside diameter tube = 0.0779 m

Nt = jumlah tube = 4944 tubes

b) Neraca panas pada elemen volume



*panas masuk - panas keluar + panas reaksi = panas terakumulasi*

$$H|z - H|z + \Delta z + (-r_A) * (-\Delta H_r) * A * \Delta z = 0$$

$$H|z - H|z + \Delta z = -(-r_A) * (-\Delta H_r) * A * \Delta z$$

$$\frac{dH}{dz} = -(-r_A) * (-\Delta H_r) * A$$

dimana :  $dH = F_i * C_{pi} . dT$

$$\sum F_i * C_{pi} * \frac{dT}{dz} = -(-r_A) * (-\Delta H_r) * A$$

$$A = \frac{1}{4} \pi * ID^2$$

$$\frac{dT}{dZ} = \frac{(-r_A) * (-\Delta H_r) * \left(\frac{\pi d^2}{4}\right)}{\sum F_i C_{pi}}$$

c) Neraca panas pendingin pada elemen volum

*Rate of input - rate of output = rate of accumulation*

Pada keadaan steady state yang terakumulasi = 0

$$\sum W_s C_{ps} T_s |z - U d \pi O d t N t \Delta Z (T - T_s) = \sum W_s C_{ps} T_s |z + \Delta z$$

$$\frac{\sum W_s C_{ps} T_s |z - \sum W_s C_{ps} T_s |z + \Delta z}{\Delta Z} = \frac{U d \pi O d t N t \Delta Z (T - T_s)}{\Delta Z}$$

Limit  $\Delta Z \longrightarrow 0$

$$\frac{dT_s}{dZ} = \frac{Ud\pi OdtNt(T-T_s)}{WsCps}$$

Dimana

$Ud$  : Koefisien perpindahan panas kotor

$Odt$  : Diameter luar tube

$Nt$  : Jumlah pipa

$Cps$  : Kapasitas panas pendingin

$Ws$  : Laju aliran pendingin

d) pressure drop pada tiap satuan panjang tube

$$\Delta Pt = \frac{f * Gt^2 * Ln}{5.22 * 10^{10} * De * S * \Phi t} \quad (\text{Kern, page 148})$$

Dimana :  $Ln$  = panjang tube, ft

$De$  = diameter ekuivalent, ft

$f$  = friction factor aliran turbulent

$$: f = \frac{16}{D * Gt / \mu} \quad (\text{Kern, eq 3.46})$$

$\Delta Pt$  = pressure drop, psi

$$\Phi t = \left( \frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0.14} = (\text{asumsi} = 1)$$

$S$  = spesifik gravity = 0.68 (perry, table 1-12)

Sehingga didapat :

$$\frac{dP}{dz} = \frac{f * Gt^2}{5.22 * 10^{10} * De * S * \Phi t}$$

Penyelesaian persamaan a), b), c), d) diselesaikan secara simultan, dengan  $\Delta z = 0.05$  m, sehingga diperoleh :

$$\Delta Z = 0.05$$

| Z, m | X      | T, K         | P, atm       |
|------|--------|--------------|--------------|
| 0.00 | 0.0000 | 1588.5000000 | 8.0000000000 |
| 0.05 | 0.0060 | 1588.4999989 | 7.9999999853 |
| -    | -      | -            | -            |
| -    | -      | -            | -            |
| -    | -      | -            | -            |
| 4.25 | 0.4004 | 1588.4999293 | 7.9999987505 |
| 4.30 | 0.4040 | 1588.4999286 | 7.9999987358 |

### 8. Penentuan dimensi reactor

f) Menentukan diameter reactor

$$\begin{aligned} \text{Luas permukaan tube, } A_{\text{total}} &= \frac{1}{4} \cdot \mu \cdot D_o^2 \cdot N_t \\ &= 11885.685 \text{ inch}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Diameter tube secara keseluruhan, } D_o &= \sqrt{\frac{A_{\text{total}}}{(1/4\pi)}} \\ &= 123.04 \text{ in} \end{aligned}$$

Dari fig H6.1, Fraas, diperoleh :

$$X = s/D_o = 1.14$$

$$Y = D_s / D_o = 0.58$$

Maka :



$$D_s = D_o * 0.58$$

$$= 71.36 \text{ inch} = 1.81 \text{ m}$$

g) Tebal shell, t

|                               |   |                       |                          |
|-------------------------------|---|-----------------------|--------------------------|
| Diameter dalam reactor, $D_s$ | : | 71.36 inch            |                          |
| Tekana operasi                | : | 8 atm = 117.568 psi   |                          |
| Suhu operasi tertinggi        | : | 2400 °F               |                          |
| Bahan konstruksi              | : | carbon steel SA – 212 |                          |
| Allowable stress, f           | : | 2500 psi              | ( table 13.1, Brownell ) |
| Effisiensi sambungan, E       | : | 0.8                   |                          |

$$t = \frac{P * r_i}{fE - 0.6P} \quad (\text{equation 13.1, Brownell})$$

Dimana :

P : pressure design, psi

$r_i$  : jari-jari dalam shell, inch

diperoleh :

$$t = 2.17 \text{ inch}$$

$$\approx 2.25 \text{ inch}$$

$$OD = D_s + 2t$$

$$= 75.86 \text{ inch}$$

h) Tebal head

$$\text{Dirancang tebal head} = t \text{ shell}$$

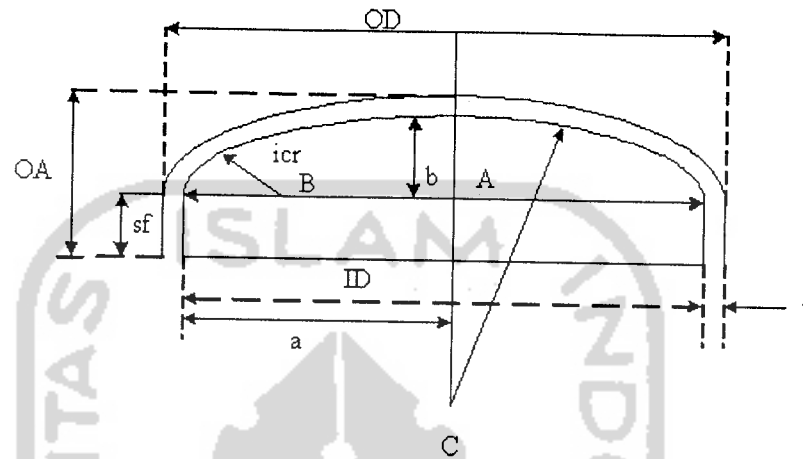
$$= 2.25 \text{ inch}$$

i) Tinggi head

Dari table 5.6 Brownell didapat :

$$Sf = 4,5 \text{ inch}$$

$$Icr = 6,75 \text{ inch}$$



Gambar 1. Head tipe ellipsoidal

Dari table 5.7 Brownell didapat :

$$OA = sf + t + b$$

$$OA = sf + t + b$$

$$b = r - \sqrt{BC^2 - AB^2}$$

$$BC = r - icr = 65.25$$

$$AB = ID/2 - icr = 28.93$$

$$b = 72 - \sqrt{65.25^2 - 28.93^2} = 13.51$$

$$OA = 20.26 \text{ inch} = 0.51 \text{ m}$$

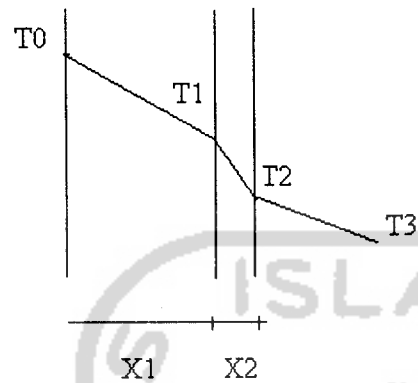
j) Tinggi reactor

$$\text{Tinggi reactor} = 2 * \text{tinggi head} + \text{tinggi shell}$$

$$= 2 * 0.51 + 4.25$$

$$= 5.27 \text{ m}$$

### 9. Menentukan tebal isolasi



Dimana :

T0 : suhu permukaan reactor, 2399.9 °F

T3 : suhu udara , 32 °C = 86 °F

X1 : tebal reactor, 0.187 ft

X2 : tebal isolasi

k1 : konduktifitas termal carbon steel = 2 Btu/ft °F

k2 : konduktifitas termal silica = 0.013 Btu/ft °F

Perpindahan panas konveksi, tanpa isolasi :

$$Q = hc \times A \times (T0 - T3)$$

Dimana :

hc : koefisien perpindahan panas konveksi

$$hc = 0.19 * (T0 - T3)^{1/3} \quad (\text{Holman, 1981})$$

$$= 2.51 \text{ Btu/ft}^2 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned} \frac{Q}{A} &= hc \times (T_0 - T_3) && (\text{eq 1-3, Agra}) \\ &= 5807,89 \text{ Btu/ft}^2 \text{ jam} \end{aligned}$$

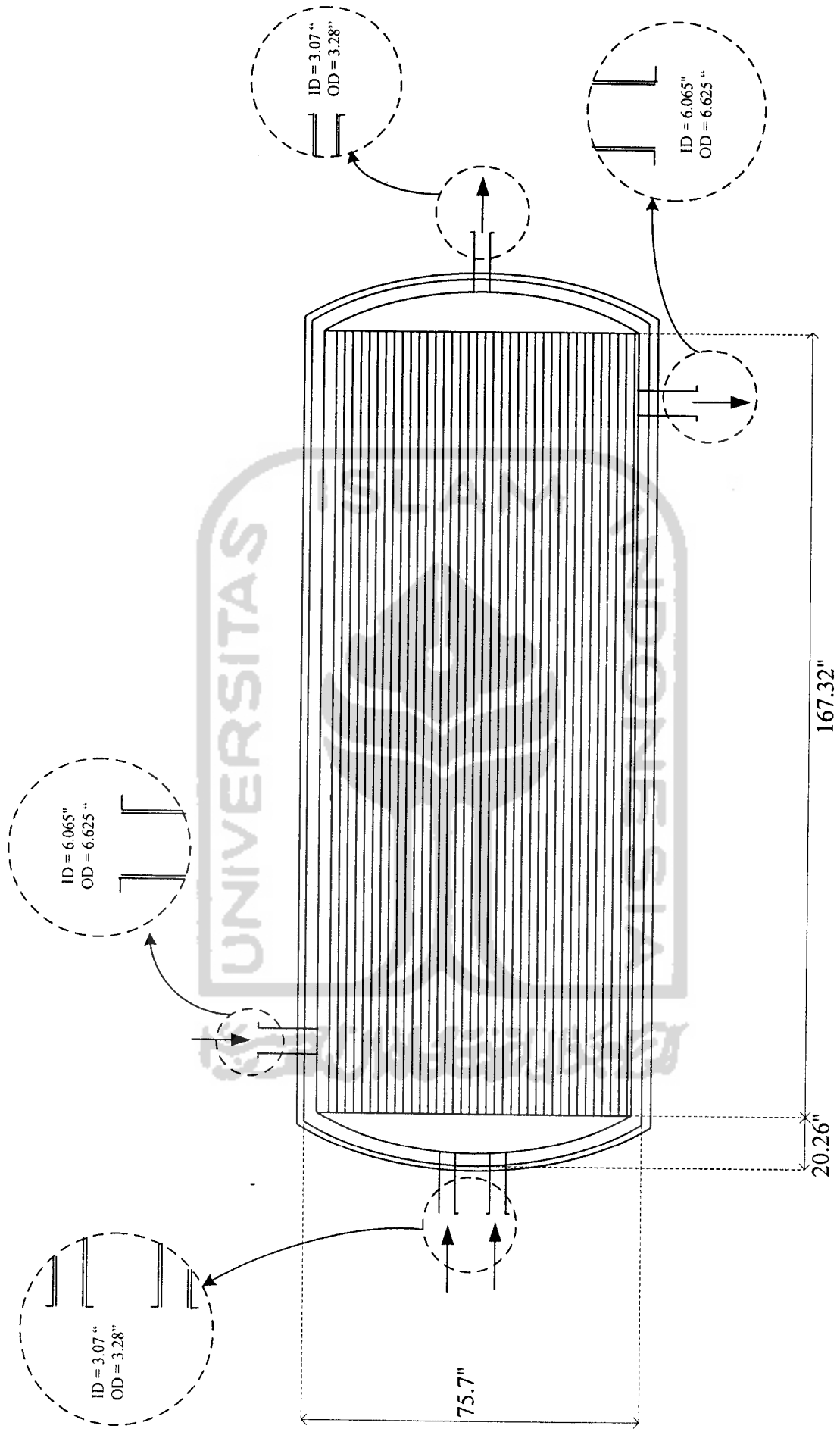
Perpindahan panas konduksi melalui dua bahan :

$$Q = \frac{T_0 - T_3}{\frac{\Delta X_1}{k_1 * A} + \frac{\Delta X_2}{k_2 * A}} \quad (\text{eq 2-4d, Agra})$$

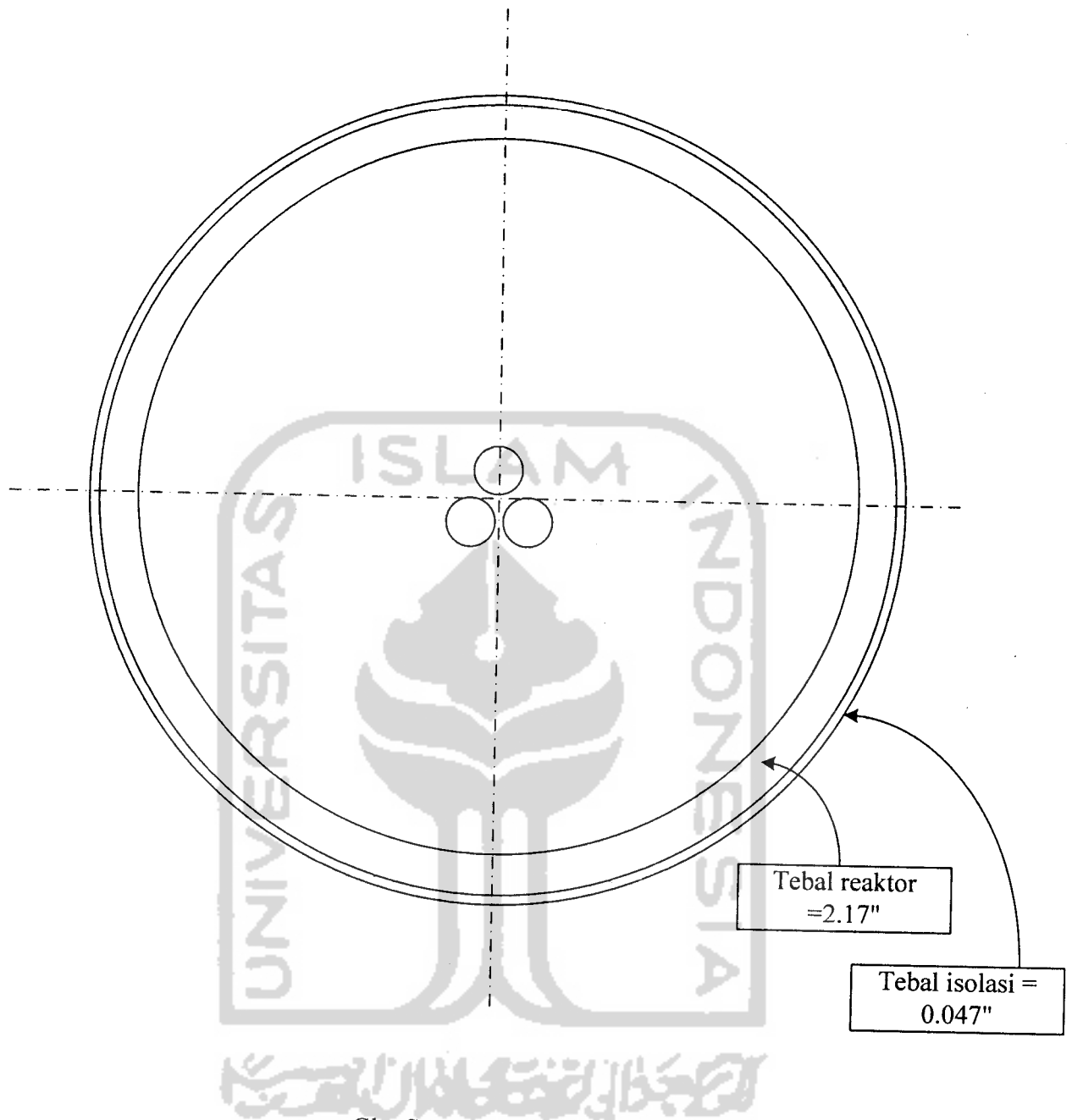
Diperoleh :

$$\Delta X_2 = 0.004 \text{ ft} = 0.12 \text{ cm}$$



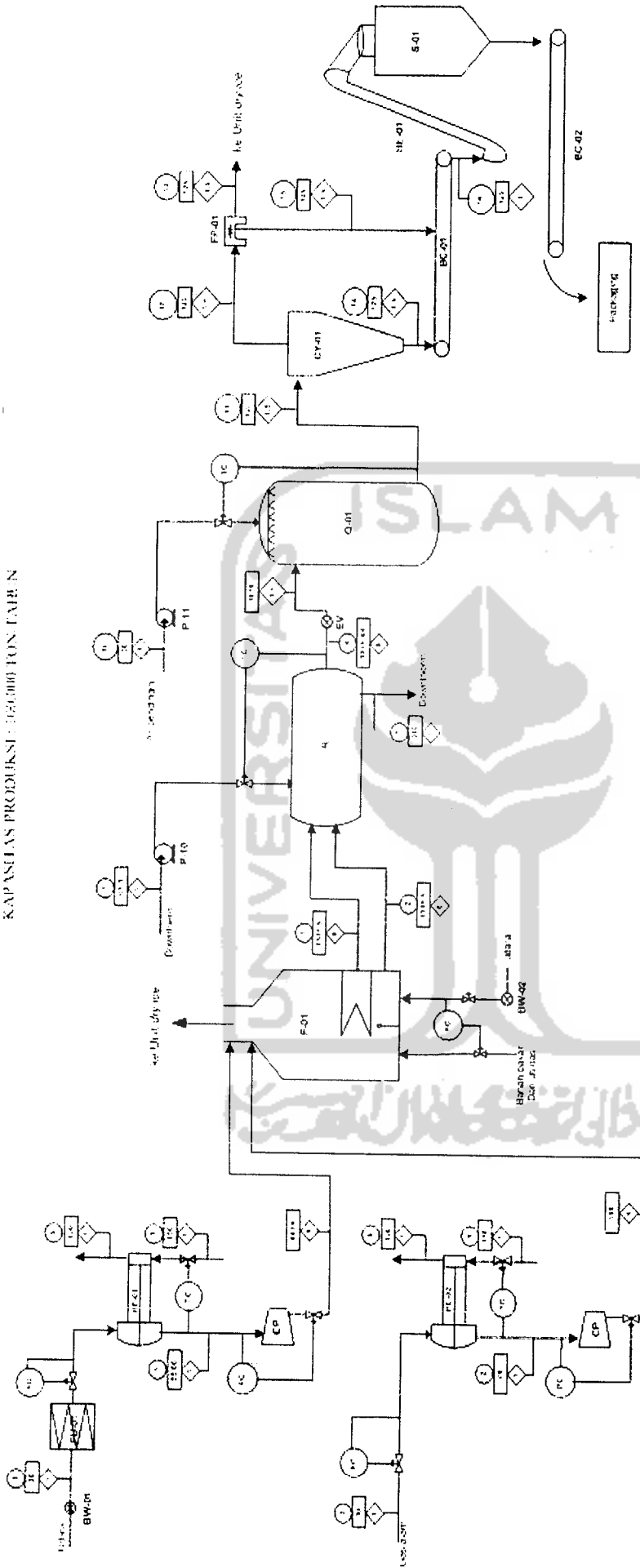


Gb. RAP dilengkapi shell pendingin



Gb. Susunan pipa dalam reaktor  
(Tringular Pitch)

**PROCES ENGINEERING FLOW DIAGRAM**  
**PRA RANCANGAN PABRIK CARBON BLACK DARI GAS ALAM DAN UDARA**  
**DENGAN PROSES FURNACE-COMBUSTION**  
 KAPASITAS PRODUKSI 10.000 TON TAHUN



NERACA MASSA (kg/jam)

| NO. KOMPONEN                    | NOMOR ARUS |          |         |         |         |         |         |           |         |           |           |           |          |        |          |
|---------------------------------|------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|---------|-----------|-----------|-----------|----------|--------|----------|
|                                 | 1          | 2        | 3       | 4       | 5       | 6       | 7       | 8         | 9       | 10        | 11        | 12        | 13       | 14     | 15       |
| 1 CH <sub>4</sub>               |            | 42986.80 |         |         |         |         |         |           |         |           |           |           |          |        |          |
| 2 C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> |            | 2192.02  |         |         |         |         |         |           |         |           |           |           |          |        |          |
| 3 C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> |            | 964.49   |         |         |         |         |         |           |         |           |           |           |          |        |          |
| 4 H <sub>2</sub> O              |            | 169.52   |         |         |         |         |         |           |         |           |           |           |          |        |          |
| 5 H <sub>2</sub>                |            | 169.52   |         |         |         |         |         |           |         |           |           |           |          |        |          |
| 6 H <sub>2</sub> O              |            | 21.04    |         |         |         |         |         |           |         |           |           |           |          |        |          |
| 7 H <sub>2</sub>                |            | 42.69    |         |         |         |         |         |           |         |           |           |           |          |        |          |
| 8 CO <sub>2</sub>               |            | 25.14    |         |         |         |         |         |           |         |           |           |           |          |        |          |
| 9 H <sub>2</sub>                |            | 29.21    |         |         |         |         |         |           |         |           |           |           |          |        |          |
| 10 H <sub>2</sub>               | 484991.84  | 1227.51  |         |         |         |         |         |           |         |           |           |           |          |        |          |
| 11 CO <sub>2</sub>              |            | 6429.93  |         |         |         |         |         |           |         |           |           |           |          |        |          |
| 12 O <sub>2</sub>               | 148620.43  |          |         |         |         |         |         |           |         |           |           |           |          |        |          |
| 13 H <sub>2</sub>               | 8606.23    |          |         |         |         |         |         |           |         |           |           |           |          |        |          |
| 14 C                            |            |          |         |         |         |         |         |           |         |           |           |           |          |        |          |
| 15 H <sub>2</sub> O             |            |          |         |         |         |         |         |           |         |           |           |           |          |        |          |
| 16 H <sub>2</sub> O             |            |          |         |         |         |         |         |           |         |           |           |           |          |        |          |
| 17 H <sub>2</sub>               |            |          |         |         |         |         |         |           |         |           |           |           |          |        |          |
| 18 Downtherm                    |            |          |         |         |         |         |         |           |         |           |           |           |          |        |          |
| JUMLAH                          | 642228.60  | 5337.91  | 7400.01 | 2391.26 | 7400.01 | 2391.26 | 9791.36 | 695386.51 | 7998.32 | 703584.83 | 691590.06 | 690938.79 | 11994.74 | 631.30 | 12626.04 |

| KETERANGAN |                      |
|------------|----------------------|
| BW         | Blower               |
| EP         | Electro precipitator |
| FU         | Filter Udara         |
| HE         | Heat Exchanger       |
| CP         | Compressor           |
| F          | Furnace              |
| P          | Pompa                |
| R          | Reaktor              |
| Q          | Quencher             |
| CY         | Cyclone              |

JURUSAN TEKNIK KIMIA  
 FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 YOGYAKARTA

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM

PRA RANCANGAN PABRIK CARBON BLACK DARI GAS ALAM DAN UDARA

DENGAN PROSES FURNACE-COMBUSTION

KAPASITAS PRODUKSI 10.000 TON TAHUN

|                    |                                |
|--------------------|--------------------------------|
| Dikembangkan oleh: | No. Mula                       |
| NAMA               | 03.521.181                     |
| DOSEN PEMBIMBING   | DR. IR. Fathmah HM Saleh, MSCE |