

PRA RENCANA PABRIK

CARBON BLACK DARI HEAVY AROMATIC HYDROCARBON
DENGAN KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN ALAT UTAMA
REAKTOR FURNACE

SKRIPSI

Disusun Oleh :

KRESNA PURNAMASARI

12.14.045



JURUSAN TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2016

5012

AMERICAN AIRWAYS
EXECUTIVE LEGAL COUNSEL
2012 NEW YORK CITY

REPLY BY 11/15/12

11/15/12

DEPT OF JUSTICE

SECRET

DEPARTMENT OF JUSTICE
COMMUNICATIONS SECTION

COMMUNICATIONS SECTION
CUSTOMER SERVICE UNIT

11/15/12

LEMBAR PERSETUJUAN

PRA RENCANA PABRIK CARBON BLACK DARI HEAVY AROMATIC HYDROCARBON DENGAN KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN ALAT UTAMA REAKTOR FURNACE

SKRIPSI

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

Disusun Oleh :

KRESNA PURNAMASARI

12.14.045

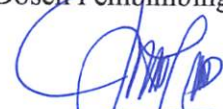
Malang, Agustus 2016

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia



M. Istnaeny Hudha, ST, MT
NIP P 1030400400

Menyetujui,
Dosen Pembimbing



Ir. Muyassaroh, MT
NIP. Y. 1039700306

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : KRESNA PURNAMASARI
NIM : 1214045
Jurusan/Program Studi : TEKNIK KIMIA
JudulSkripsi : PRA RENCANA PABRIK CARBON BLACK DARI
HEAVY AROMATIC HYDROCARBON DENGAN
KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN

Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Ujian Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada :

Hari : Sabtu
Tanggal : 30 Juli 2016
Nilai : B+

Ketua,



M. Istnaeny Hudha, ST. MT
NIP P 1030400400

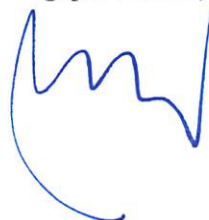
Sekretaris,



Elvianto Dwi Daryono, ST. MT
NIP.P. 1030000351

AnggotaPenguji,

PengujiPertama,



Ir. HarimbiSetyawati, MT.
NIP 196303071992032002

PengujiKedua,



Elvianto Dwi Daryono, ST. MT
NIP.P. 1030000351

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : KRESNA PURNAMASARI
NIM : 1214045
Jurusan/Program Studi : Teknik Kimia / Teknik Kimia (S-1)

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi yang berjudul :

**PRA RENCANA PABRIK
CARBON BLACK DARI HEAVY AROMATIC HYDROCARBON
DENGAN KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN
PERANCANGAN ALAT UTAMA
FURNACE REAKTOR**

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

Malang, Agustus 2016

Yang membuat pernyataan,



KRESNA PURNAMASARI
NIM. 1214045

LEMBAR PERSEMBAHAN

Mengucapkan syukur kepada Tuhan Yesus Kristus yang telah memberikan berkat dan rahmatnya dari awal saya pertama kali masuk Institut Teknologi Nasional Malang hingga saat ini saya telah menyelesaikan pendidikan S-1 teknik kimia. Tidak terasa, empat tahun sudah saya menempuh pendidikan di sini dengan tawa, tangis, berkekurangan, susah dan duka telah dicurahkan demi menggapai mimpi saya menjadi S-1 Teknik kimia.

Terimakasih untuk orang tua saya, sesuatu yang telah saya tempuh dan raih saya berharap dapat membanggakan mereka yang telah berada di surga. Terimakasih untuk pakepuh, bude, mbak Eka, mbak Ayu, mbak Rini yang telah memberikan support yang luar biasa dan fasilitas untuk kuliah. ☺

Dosen teknik kimia Institut Teknologi Nasional Malang telah banyak memberikan ilmu yang dangat bermanfaat baik itu secara akademis maupun secara non akademis. Terimakasih untuk Bu. Rini, Bu. Muyas, Bu. Harimbi, Bu. Siswi, Bu. Puspo, Bu. Nanik, Bu. Anna, Bu. Nilna, Pak. Elvi, Pak. Memed, Pak. Jimmy, Pak. Kusnaryo, Pak. Dani, Pak. Bambang, Pak. Soleh, dan Pak. Pardi telah memberikan yang terbaik saat saya berada di teknik kimia ITN Malang.

Bersyukur juga punya teman-teman angkatan 2012 yang kompak yang masih satu perahu sampai pada akhir perjalanan pendidikan kita di ITN ini. Senang bisa mengenal kalian dari berbagai daerah ini, bersyukur punya kalian sampai akhir skripsi ini.. sukses selalu buat kalian semua..

Buat teman-teman keluarga beringins yang cetaarr ulalaaaa... terimakasih, yang kebetulan partner saya, Poppy yang ceplas-ceplos dan judes tapi aku sayaaaanngg, kemudian Fassa yang dari dulu nguplek orang duaaaa aja dari pertama jadi asisten ... buat iga yang bisa dibikin curhat bareng dan koplak bareng, buat desi yang serba tauu berita2 dan gosip2 terkemuka, agnes yang selalu sabar dan yang aku kangeenn ngets, Indri yang berpassion tinggi, Rini yang paling

polos dan pendiam dari antara kita, dan terakhir Rizky noor yang selalu bersama dengan kami senang n duka tetap semangat buatmu. Luv u guys...

Orang special yang sudah hampir 1,5 tahun bersama, trimakasih Bayu Arif Eko Christianto, yang sudah sabar sama kenyalotan kesensitifan kekakuan seorang cewek kayak aku..hahahaha. sukses selalu buat kamu. Gbu.

Dan yang terakhir adalah orang-orang yang telah memberi warna dalam hidup dan dalam study saya yang tidak dapat daya sebutkan satu persatu karena masih banyak orang yang support saya dan sayang kepada saya. Thanks buat doanya semuaaa...GBU all..

😊😊😊😊

Penulis

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Pra Rencana Pabrik *Carbon Black* dari *Heavy Aromatic Hydrocarbon* Dengan Kapasitas 60.000 Ton/Tahun**” dengan baik.

Skripsi ini diajukan sebagai syarat guna mencapai gelar Sarjana Jenjang Strata 1 (S-1) di Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Nasional Malang.

Pada kesempatan ini, penyusun mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MT, selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang
2. Bapak Ir. Anang Subardi, MT, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang
3. Bapak M. Istnaeny Hudha, ST, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Nasional Malang
4. Ibu Ir. Muyassaroh, MT, selaku Dosen Pembimbing Skripsi
5. Kedua orang tua kami yang telah memberikan dukungan serta doa kepada kami
6. Bapak/ Ibu dosen, rekan-rekan mahasiswa dan semua pihak yang turut membantu hingga terselesainya skripsi ini.

Penyusun menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh sebab itu, penyusun mengharapkan saran dan kritik dari semua pihak guna menyempurnakan skripsi ini.

Malang, Juli 2016

Penyusun

INTISARI

Pra Rencana Pabrik *Carbon Black* dari *Heavy Aromatic Hydrocarbon* ini mengambil lokasi pendirian di Karawang, Jawa Barat, dengan kriteria sebagai berikut:

- Kapasitas produksi : 60.000 ton/tahun
- Waktu operasi : 330 hari
- Bahan utama : *Heavy Aromatic Hydrocarbon*
- Utilitas : Air, steam, listrik dan bahan bakar
- Organisasi Perusahaan
 - ✓ Bentuk : Perseroan Terbatas
 - ✓ Struktur : Garis dan staff
 - ✓ Karyawan : 181 orang
- Analisae konomi
 - ✓ TCI : Rp. 724.395.509.268
 - ✓ ROI_{AT} : 18,07%
 - ✓ POT : 3,6 tahun
 - ✓ BEP : 52,72%
 - ✓ IRR : 16,77%

Dari hasil evaluasi ekonomi, Pra Rencana Pabrik *Carbon Black* dari *Heavy Aromatic Hydrocarbon* layak untuk didirikan.

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----------|
| HALAMAN JUDUL..... | i |
| LEMBAR PERSETUJUAN | ii |
| BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI..... | iii |
| PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI..... | iv |
| KATA PENGANTAR | v |
| INTISARI..... | vi |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR TABEL | viii |
| DAFTAR GAMBAR | ix |
| BAB I PENDAHULUAN | I – 1 |
| BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES..... | II – 1 |
| BAB III NERACA MASSA | III – 1 |
| BAB IV NERACA PANAS | IV – 1 |
| BAB V SPESIFIKASI PERALATAN..... | V – 1 |
| BAB VI PERANCANGAN ALAT UTAMA | VI – 1 |
| BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA | VII – 1 |
| BAB VIII UTILITAS | VIII – 1 |
| BAB IX TATA LETAK..... | IX – 1 |
| BAB X STRUKTUR ORGANISASI | X – 1 |
| BAB XI ANALISIS EKONOMI | XI – 1 |
| BAB XII KESIMPULAN | XII – 1 |
| DAFTAR PUSTAKA | |
| APPENDIKS A. PERHITUNGAN NERACA MASSA | APP.A – 1 |
| APPENDIKS B. PERHITUNGAN NERACA PANAS | APP.B – 1 |
| APPENDIKS C. PERHITUNGAN SPESIFIKASI PERALATAN | APP.C – 1 |
| APPENDIKS D. PERHITUNGAN UTILITAS | APP.D – 1 |
| APPENDIKS E. PERHITUNGAN ANALISIS EKONOMI | APP.E – 1 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|-------------|---|-------|
| Tabel 1.1. | Komposisi <i>Decant Oil</i> | I-4 |
| Tabel 1.2. | Sifat-sifat fisika udara..... | I-4 |
| Tabel 1.3. | Daftar harga bahan baku dan produk pabrik <i>Carbon Black</i> | I-7 |
| Tabel 1.4. | Data impor <i>Carbon Black</i> di Indonesia | I-7 |
| Tabel 2.1. | Perbandingan proses produksi <i>Carbon Black</i> | II-3 |
| Tabel 7.1. | Pemasangan alat kontrol pada pra rencana pabrik <i>Carbon Black</i> | VII-3 |
| Tabel 7.2. | Alat keselamatan kerja pada pabrik <i>Carbon Black</i> | VII-8 |
| Tabel 9.1. | Perkiraan luas pabrik | IX-9 |
| Tabel 10.1. | Jadwal kerja karyawan pabrik..... | X-11 |
| Tabel 10.2. | Daftar jumlah karyawan | X-14 |
| Tabel 10.3. | Daftar upah (gaji) karyawan | X-16 |
| Tabel 11.1 | <i>Cash flow</i> untuk NPV selama 10 tahun | XI-10 |
| Tabel 11.2 | <i>Cash flow</i> untuk IRR | XI-11 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|--------------|---|------|
| Gambar 1.1. | Peta lokasi Pabrik <i>Carbon Black</i> | I-11 |
| Gambar 1.2. | Peta Provinsi Sumatera Selatan..... | I-8 |
| Gambar 1.3 | Peta lokasi pabrik heksametilentetramin..... | I-8 |
| Gambar 2.1. | Blok diagram Proses <i>Thermal Black</i> | II-2 |
| Gambar 2.2. | Blok diagram Proses <i>Oil Furnace</i> | II-3 |
| Gambar 9.1. | Peta lokasi Pabrik <i>Carbon Black</i> | IX-4 |
| Gambar 9.2. | Tata letak Pabrik <i>Carbon Black</i> | IX-6 |
| Gambar 9.3. | Tata letak peralatan Pabrik <i>Carbon Black</i> | IX-8 |
| Gambar 10.1 | Struktur organisasi Pabrik <i>Carbon Black</i> | X-8 |
| Gambar 11.1. | <i>Break Even Point</i> | XI-8 |
| Gambar 11.2. | Kapasitas pada keadaan <i>Shut Down Rate</i> | XI-9 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Carbon black merupakan suatu produk penting yang digunakan terutama untuk penguatan karet, sebagai pigmen hitam dan untuk bahan – bahan elektrik yang bersifat konduktif. *Carbon black* berbentuk bubuk halus dengan luas permukaan yang tinggi. Pabrik pembuatan *carbon black* terletak di seluruh dunia untuk memasok industri ban karet sebesar 70%, sekitar 20% digunakan untuk produk karet lainnya, dan 10% digunakan untuk produk non-karet.

Industri *carbon black* akhir – akhir ini berkembang begitu cepat sebagai akibat dari proses pembuatan sol sepatu, tinta cetak, kertas *carbon* dari *carbon black*, serta tidak lupa pemakaian *carbon black* sebagai bahan campuran karet ban merupakan pemakaian *carbon black* terbesar. *Carbon black* digunakan pula sebagai komponen pemberi warna dan sebagai proteksi dari degradasi matahari. Diperkirakan angka permintaan *carbon black* secara global meningkat setiap tahunnya.

Industri *carbon black* di Indonesia sudah ada, namun masih belum mencukupi kebutuhan dalam negeri baik dalam hal kualitas maupun kuantitas, maka untuk mencukupi kebutuhan *carbon black* di Indonesia saat ini dan dimasa yang akan datang maka investasi pada industri *carbon black* sangat diperlukan. Kepentingan lain dari pabrik ini adalah untuk mendukung dan mendorong berdirinya industri lain dan juga diharapkan dapat menambah komoditi non migas serta meningkatkan kemampuan bangsa dalam penguasaan teknologi baru.

Faktor penunjang berdirinya pabrik *carbon black* ini adalah :

- a) Membuka lapangan kerja baru
- b) Menambah pengetahuan teknologi dan pengalaman
- c) Untuk mencukupi kebutuhan *carbon black* di Indonesia serta menambah devisa negara
- d) Menunjang perkembangan industri – industri lain sebagai konsumen *carbon black*

Carbon black adalah hasil dari proses penggabungan teknologi dan proses kontrol. Unsur *carbon* yang digunakan dalam industri terdapat dalam macam yaitu: *carbon amorf*, grafit, dan intan.

Penggunaan *carbon black* sudah dikenal pada zaman pra-sejarah, gua dinding tempat tinggal dan benda – benda dari Mesir Kuno dihiasi dengan cat yang mengandung *carbon black*. Proses tertua pembuatan *carbon black* dilakukan di Cina 3000 SM yang terdiri dari pembakaran minyak nabati. Proses tertua lainnya yaitu proses *lampblack*, proses ini merupakan satu – satunya proses yang komersial yang digunakan sampai tahun 1870an.

Kemudian dilakukan pengembangan sehingga ditemukan proses *channel*, proses ini mendominasi di industri selama lebih dari 50 tahun. Pada tahun 1926 terdapat 33 produsen di Amerika Serikat. Karena yield untuk menghasilkan *carbon black* dari gas alam sangat kecil yaitu kisaran 1 – 5% dan polusi udara yang dihasilkan parah maka proses ini punah.

Pada tahun 1920an ada dua proses yang menggunakan gas alam untuk memproduksi *carbon black* dengan yield yang lebih tinggi dan polusi udara yang lebih rendah. Yang pertama adalah proses *thermal black*. Proses ini digunakan di Amerika Serikat, Kanada, Inggris dan beberapa lokasi lainnya di seluruh dunia. Yang kedua, proses *gas-furnace*, namun proses ini tidak bertahan lama karena yield yang dihasilkan rendah, biaya bahan baku tinggi dan produk yang dihasilkan terbatas, kemudian proses ini digantikan dengan proses *oil-furnace*.

Proses *oil-furnace* beroperasi pertama kali pada tahun 1943 oleh Phillips Petroleum Co di Borger, Texas. Proses ini mampu menggantikan proses jenis lainnya dan sampai sekarang banyak digunakan untuk memproduksi *carbon black*. Proses *oil-furnace* menggunakan bahan baku berupa *heavy aromatic residual oil*.

1.2. Bahan Baku dan Produk

1.2.1. Bahan Baku

1. *Heavy Aromatic Hydrocarbon/Decant Oil*

Decant oil termasuk *heavy aromatic hydrocarbon* yang merupakan produk samping PT. Pertamina. *Decant oil* diperoleh dari pengolahan residu dengan cara perengkahan menggunakan katalis.

Di dalam *decant oil* terdiri dari berbagai komponen diantaranya:

Tabel 1.1. Komposisi *Decant Oil*

| Komponen | % Berat | BM |
|----------------|---------|----|
| C | 87,75 | 12 |
| H ₂ | 10,49 | 2 |
| S | 0,84 | 32 |
| O ₂ | 0,64 | 32 |
| N ₂ | 0,28 | 28 |
| Total | 100 | |

a. Sifat Fisika *Decant Oil*

- Bentuk : Cair (cairan berminyak)
- *Boiling Point* : 320°C
- Densitas : 4,0589 g/cm³
- *Flash Point* : 124°C
- Rumus Molekul : $\geq C_{18}$
- Warna : Hitam

b. Sifat Kimia *Decant Oil*

- *Solubility* : Larut dalam dietil eter, tidak larut dalam air

2. Udara (Perry, 1999)

Persentase mol N₂ : O₂ = 79 : 21

Tabel 1.2. Sifat-sifat fisika udara

| No | Sifat | Komponen | |
|----|-----------------|----------------|----------------|
| | | N ₂ | O ₂ |
| 1. | Berat molekul | 28,02 | 32 |
| 2. | Titik leleh, °C | -209,86 | -218,4 |
| 3. | Titik didih, °C | -195,8 | -183 |

Sifat-sifat kimia udara

- Oksigen bereaksi dengan semua elemen kecuali dengan gas He, Ne dan Ar.
- Jika direaksikan dengan bahan bakar seperti *petroleum oil*, batubara atau *natural gas* akan menghasilkan produk panas CO₂, H₂O dan sisa udara (N₂ dan O₂).

1.2.2. Produk

1. *Carbon Black*

Carbon black adalah suatu klorida yang terbentuk oleh penguraian thermis (thermal decompositon) dari *hydrocarbon* berbentuk cair dan gas. Hampir seluruhnya *carbon black* terdiri dari *carbon* (C = 99%) dan mengandung sedikit air ($H_2O = 1\%$).

a. Sifat Fisika *Carbon Black*

- Bentuk : Padat (pellet)
- Berat Molekul : 12 g/mol
- Densitas : 2,039 g/cm³
- Diameter Partikel : 50-400 nm
- Rumus Molekul : C
- Warna : Hitam

b. Sifat Kimia *Carbon Black*

- *Solubility* : Tidak larut dalam air

2. Hidrogen

Hidrogen juga adalah unsur paling melimpah dengan persentase kira-kira 75% dari total massa unsur alam semesta. Senyawa hidrogen relatif langka dan jarang dijumpai secara alami di bumi, dan biasanya dihasilkan secara industri dari berbagai senyawa hidrokarbon.

a. Sifat Fisika Hidrogen

- Bentuk : Gas
- Berat Molekul : 2 g/mol
- *Boiling Point* : -252,9 °C
- Densitas : 0,089 g/L
- *Melting Point* : -259,2 °C
- Rumus Molekul : H₂
- Warna : Tidak berwarna

b. Sifat Kimia Hidrogen

- *Solubility* : Larut dalam air

3. Karbon Dioksida

a. Sifat Fisika Karbon Dioksida

- Bentuk : Gas
- Berat Molekul : 44,01 g/mol
- *Boiling Point* : -88,1°C
- Densitas : 0,0018 g/cm³
- *Melting Point* : -56,6°C
- Rumus Molekul : CO₂
- Warna : Tidak berwarna

b. Sifat Kimia Hidrogen

- *Solubility* : Larut dalam air

4. Air

a. Sifat Fisika

- Bentuk : Gas
- Berat Molekul : 18,02 g/mol
- *Boiling Point* : 100°C
- Rumus Molekul : H₂O
- *Specific Gravity* : 1
- *Vapor Density* : 0,62
- *Vapor Pressure* : 2,3 kPa
- Warna : Tidak berwarna

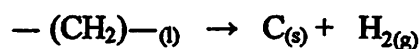
b. Sifat Kimia Air

- *Solubility* : Pelarut

1.3. Analisis Pasar

1.3.1. Analisis Ekonomi

Pemasaran produk *carbon black* untuk memenuhi kebutuhan industri dalam negeri tersebar di seluruh Indonesia. Jika kebutuhan dalam negeri sudah dapat dipenuhi maka pemasaran diarahkan ke luar Indonesia. Maka untuk mengetahui analisa pasar perlu mengetahui potensi produk terhadap pasar.



Yield = 65%

Tabel 1.3. Daftar harga bahan baku dan produk pabrik *carbon black*

| No | Bahan | Berat molekul | Harga (\$/kg) |
|----|----------------|---------------|---------------|
| 1 | $\geq C_{18}$ | 181 | 1,2 |
| 2 | C | 12 | 8,1 |
| 3 | H ₂ | 2 | 3,5 |

EP = Produk – Reaktan

$$= [(0,65 \times 1 \times 12 \times 8,1) + (0,65 \times 1 \times 2 \times 3,5)] - [(1 \times 181 \times 1,2)]$$

$$= \$ 149,47 / \text{kg mol}$$

Berdasarkan hasil analisa diatas dapat disimpulkan bahwa pabrik *carbon black* memperoleh keuntungan sebesar \$ 149,47 /kg mol.

1.3.2. Menentukan Kapasitas

Dalam mendirikan suatu pabrik diperlukan kapasitas produksi agar produksi yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan dalam negeri yang dapat menumbuhkan devisa bagi negara dengan mengekspor produk yang dihasilkan. Di Indonesia sudah terdapat pabrik *Carbon Black* yaitu PT. Cabot Indonesia dengan kapasitas 150.000 ton/tahun sehingga perhitungan kapasitas produksi untuk pabrik yang akan didirikan disarankan pada jumlah impor, karena jumlah produksi ekspor belum dapat dipenuhi di Indonesia sehingga jumlah konsumsi dinyatakan sama dengan jumlah impor.

Berdasarkan data impor dari Biro Pusat Statistik di Indonesia dari tahun 2011-2015, kebutuhan *carbon black* adalah sebagai berikut:

Tabel 1.4. Data impor *carbon black* di Indonesia

| Tahun | Impor | | Ekspor | |
|----------------------------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| | Jumlah (kg/th) | Pertumbuhan (%) | Jumlah (kg/th) | Pertumbuhan (%) |
| 2011 | 211.466 | - | | |
| 2012 | 310.986 | 47,0619 | | |
| 2013 | 1.485.563 | 377,6945 | | |
| 2014 | 2.511.634 | 69,0695 | 1.576.697 | |
| 2015 | 4.343.135 | 72,9207 | 2.831.650 | 79,5938 |
| Kenaikan rata-rata per tahun (%) | | 113,3493 | | 79,5938 |

Sumber (Biro Pusat Statistik Indonesia, data tahun 2011-2015)

Dengan menggunakan Tabel 1.4. diperoleh kenaikan impor per tahun adalah

113,3493%, maka perkiraan impor *carbon black* pada tahun 2020 dapat dihitung dengan persamaan:

$$m_5 = P (1 + i)^n$$

dimana: m_5 = nilai konsumsi dalam negeri tahun 2020 (kg/th)

P = data besarnya impor pada tahun 2015 (kg/th)

i = rata-rata kenaikan impor tiap tahun (%)

n = selisih tahun (2015-2020) = 5 tahun

Sehingga perkiraan konsumsi dalam negeri tahun 2020 sebesar:

$$m_5 = P (1 + i)^n$$

$$m_5 = 4.343.135 (1 + 1,1335)^5$$

$$m_5 = 191.981.646,8661 \text{ kg/th}$$

$$m_5 = 191.981,6469 \text{ ton/th}$$

Dari Tabel. 4 diperoleh kenaikan ekspor per tahun adalah 79,5938%, maka dapat diperkirakan jumlah ekspor pada tahun 2020 dengan persamaan:

$$m_4 = P (1 + i)^n$$

dimana: m_4 = nilai ekspor tahun 2020 (kg/th)

P = data besarnya ekspor pada tahun 2015 (kg/th)

i = rata-rata kenaikan ekspor tiap tahun (diasumsikan 40%)

n = selisih tahun (2015-2020) = 5 tahun

Sehingga perkiraan ekspor pada tahun 2020 sebesar:

$$m_4 = P (1 + i)^n$$

$$m_4 = 2.831.650 (1 + 0,4)^5$$

$$m_4 = 15.229.293,2960 \text{ kg/th}$$

$$m_4 = 15.229,2933 \text{ ton/th}$$

Dari hasil di atas dapat dihitung kapasitas pabrik *carbon black* pada tahun 2020 adalah:

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

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

Dimana: m_1 = nilai impor tahun 2020 (=0)

m_2 = produksi pabrik dalam negeri (=150.000 ton/th)

m_3 = kapasitas pabrik yang akan didirikan, (ton/th)

m_4 = nilai ekspor tahun 2020, (ton/th)

m_5 = nilai konsumsi dalam negeri tahun 2020, (ton/th)

Sehingga, kapasitas pabrik baru $m_3 = (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2)$

$$m_3 = (15.229,2933 + 191.981,6469) - (0 + 150.000)$$

ton/th

$$m_3 = 57.210,9402 \text{ ton/tahun} \approx 60.000 \text{ ton/th}$$

Dari perhitungan diatas didapatkan peluang kapasitas produksi tahun 2020 sebesar 60.000 ton/th.

1.4. Pemilihan Lokasi

Pemilihan lokasi adalah hal yang sangat penting dalam perancangan pabrik, karena hal ini berhubungan langsung dengan nilai ekonomis pabrik yang akan didirikan. Berdasarkan beberapa pertimbangan maka pabrik *carbon black* ini direncanakan akan didirikan di Kawasan Industri Karawang, yang terletak di Jl. Raya Peruni, Kabupaten Karawang, Jawa Barat. Pertimbangan-pertimbangan pemilihan lokasi pabrik meliputi dua faktor yaitu, faktor utama dan faktor pendukung.

1. Faktor utama

Faktor utama ini secara langsung mempengaruhi tujuan utama dari pabrik yang meliputi produksi dan distribusi produk yang diatur menurut macam dan kualitas, waktu dan tempat yang dibutuhkan konsumen pada tingkat harga yang terjangkau sedangkan pabrik masih memperoleh keuntungan yang wajar. Faktor utama meliputi:

a. Sumber bahan baku

Bahan baku pembuatan *carbon black* yaitu *heavy aromatic hydrocarbon* ($\geq C_{18}$). *heavy aromatic hydrocarbon* didapatkan dengan membeli pada PT. Pertamina RU IV Cilacap berupa *decant oil*. Di Kawasan Industri Cilacap dekat dengan Kilang Pertamina Cilacap sehingga tidak memberatkan biaya operasional.

b. Sarana Transportasi

Sarana dan prasarana transportasi sangat diperlukan untuk proses penyediaan bahan baku dan pemasaran produk. Kawasan Industri Karawang dekat dengan pelabuhan Tanjung Priok yang mempermudah pengiriman produk. Selain itu kawasan ini juga dekat dengan sarana dan prasarana transportasi seperti bandara Soekarno-Hatta dan sarana pengangkutan dengan kereta api maupun jalan raya, sehingga memberi kemudahan dalam operasional administrasi dan pengelolaan manajemen.

c. Letak Pasar

Faktor yang perlu diperhatikan adalah letak wilayah pabrik yang membutuhkan *carbon black* dan jumlah kebutuhannya. Daerah Karawang merupakan daerah yang strategis untuk pendirian suatu pabrik karena dekat dengan kawasan industri di Jawa Barat dan sekitarnya.

d. Tenaga Kerja

Tersedianya tenaga kerja yang terampil mutlak diperlukan untuk menjalankan mesin-mesin produksi dan juga bagian pemasaran dan administrasi. Tenaga kerja dapat direkrut dari daerah Jakarta, Jawa Barat, Jawa Tengah dan sekitarnya.

e. Utilitas

Kawasan industri Karawang merupakan kawasan industri yang terencana sehingga kebutuhan utilitas seperti tenaga listrik, air dan bahan bakar dapat diatasi. Kebutuhan air dapat langsung mengambil dari air laut dan air tawar dari sungai Citarum. Sedangkan unit pengadaan listrik diambil dari PLN setempat dan generator sebagai cadangan. Untuk kebutuhan bahan bakar dapat diperoleh dari Pertamina.

2. Faktor khusus

a. Perluasan Areal Pabrik

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

b. Karakteristik Lokasi

Karakteristik lokasi menyangkut iklim di daerah tersebut serta kondisi sosial dan sikap masyarakatnya yang sangat mendukung bagi sebuah kawasan industri terpadu.

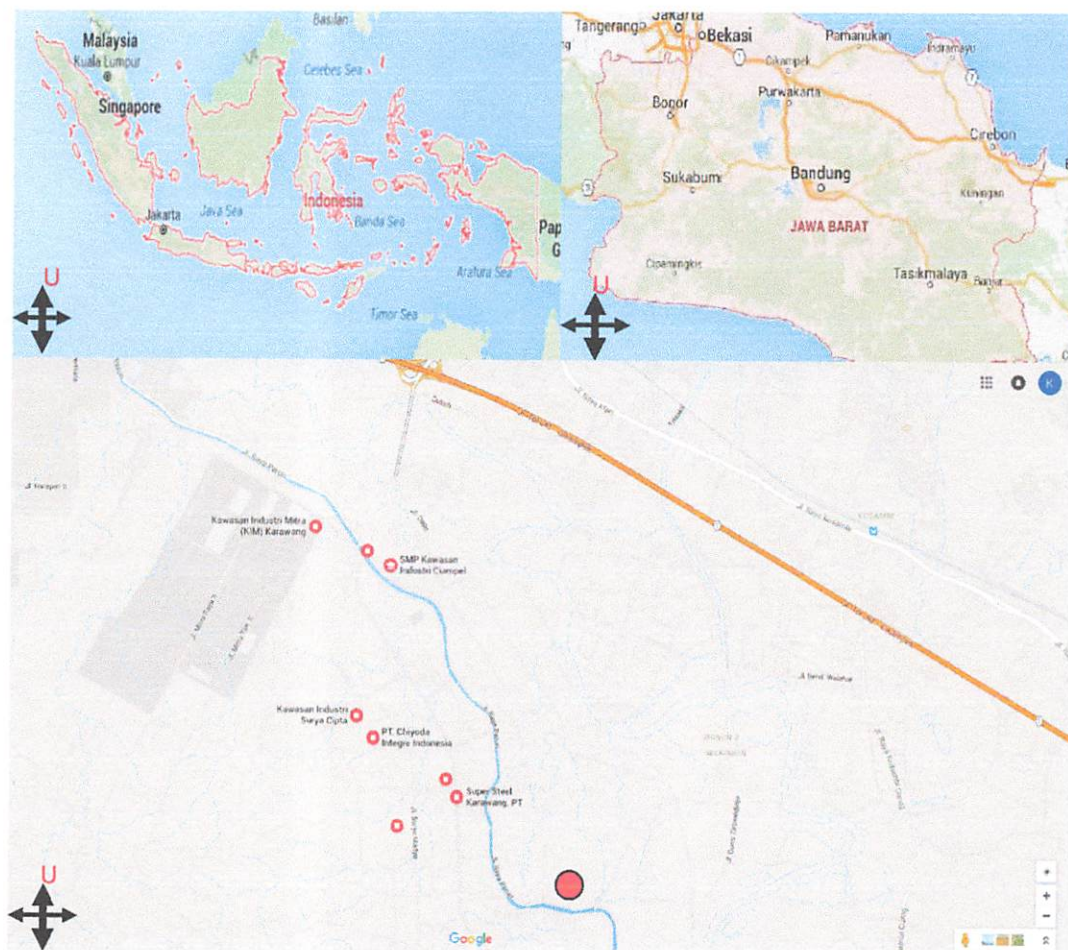
c. Kebijakan Pemerintah

Sesuai dengan kebijakan pengembangan industri, pemerintah telah menetapkan daerah Karawang sebagai kawasan industri yang terbuka bagi investor asing. Pemerintah sebagai fasilitator telah memberikan kemudahan-kemudahan dalam perizinan, pajak, dan lain-lain yang menyangkut teknis pelaksanaan pendirian suatu pabrik.

d. Kemasyarakatan

Dengan masyarakat yang akomodatif terhadap perkembangan industri dan tersedianya fasilitas umum untuk hidup bermasyarakat, maka lokasi di Karawang dirasa tepat untuk didirikan Pabrik *carbon black*.

Berdasarkan faktor-faktor diatas, daerah yang menjadi alternatif pilihan lokasi pendirian pabrik *carbon black* terletak di **Kawasan Industri Karawang, Kabupaten Karawang, Jawa Barat**. Peta lokasi pabrik *carbon black* dapat dilihat pada gambar 1.1.



● Lokasi Pabrik

skala 1:20.000

Gambar 1.1. Peta Lokasi Pabrik *Carbon Black*

BAB II

SELEKSI PROSES

2.1. Macam Proses

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* dari gas alam yang pertama kali di New Cumberland, Amerika Serikat pada tahun 1872 dengan Channel Proses. (Kirk and Otmer, 1949).

Dengan adanya permintaan *Carbon Black* yang meningkat, metode produksi *Carbon Black* mengalami perkembangan. Dua proses yang paling banyak digunakan di dunia adalah *Furnace Black Proses* dan *Thermal Black Proses*. *Furnace Black Proses* lebih banyak digunakan daripada *Thermal Black Proses* karena lebih ekonomis dan memiliki produk dengan metode yang canggih. (ullmann, 7ed)

Terdapat 2 jenis proses komersial pembuatan carbon black yang dikembangkan dengan menggunakan bahan baku yang berbeda:

1. Proses Termal
2. Proses Oil Furnace

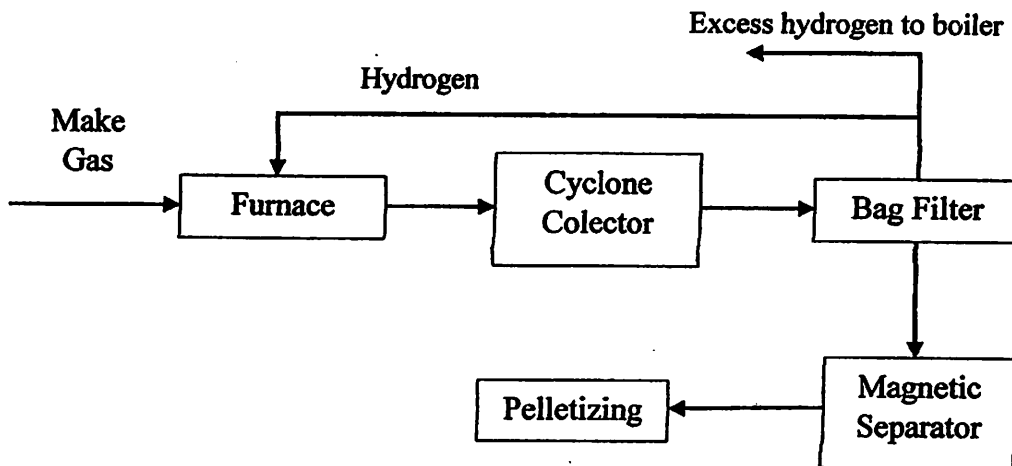
2.1.1. Proses Termal Black

Proses ini dikembangkan pada tahun 1930an. Umpan yang dipakai adalah gas alam, reaksi yang terjadi :



Terdiri dari dua *furnace* yang berbentuk silinder berlapis batu tahan api yang disebut generator dan digunakan untuk reaksi. Alat ini hampir terisi dengan *checker work* yang suhunya dipertahankan 1400 °C. Apabila satu generator dipanasi dengan membakar campuran stoikiometri udara dan bahan bakar, gas alam dibiarkan masuk ke dalam generator lain di mana akan terjadi peruraian gas alam menjadi C dan H₂ ketika melewati *Checker*. Pemanasan *valve* otomatis dan kontrol aliran akan mengubah – ubah tiap generator dari siklus produksi ke siklus re - heat (pemanasan kembali) setiap lima menit sehingga aliran produksi konstan. Gas dari generator dilewatkan pendingin agar *carbon black* – nya tersuspensi, sehingga suhunya turun menjadi 125 °C, kemudian disingkirkan dengan *cyclon – collectors* yang diikuti dengan *bag filter* untuk pemisahan. *Carbon*

black yang terkumpul diproses melalui *separator magnetis*, *screen*, *hammer – mill* dan *pelletizer* kemudian dikemas. Yield yang dihasilkan pada proses ini yaitu 45% (Kirk Otmer, 1968).

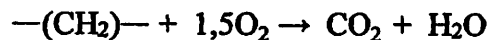


Gambar 1. Blok Diagram Proses Thermal Black

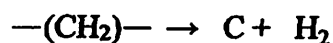
2.1.2. Proses Furnace Black atau Oil Furnace

Proses ini ditemukan pada tahun 1992. Umpannya berupa gas alam atau minyak residu. Reaksi yang terjadi fase gas, yaitu :

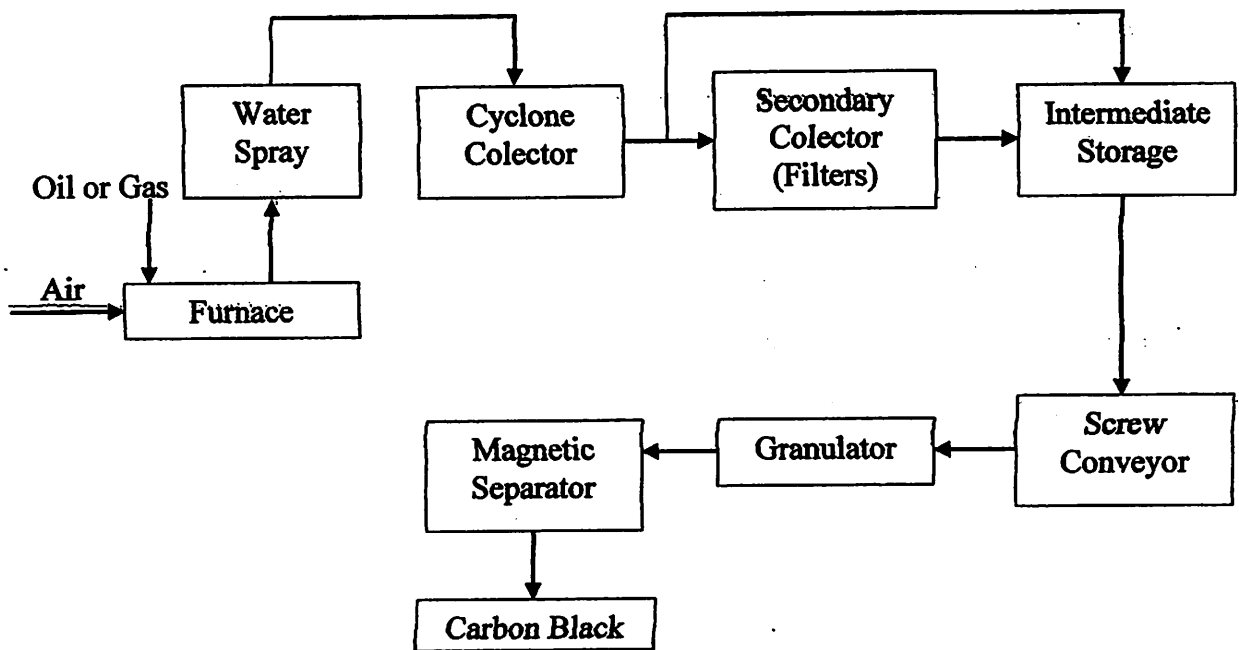
Reaksi pembakaran:



Reaksi perengkahan:



Minyak residu bersama-sama dengan udara dibakar dalam *furnace* dengan nyala api yang terbuka. Pemanasan dalam *furnace* pada suhu 1200-1900°C. Minyak residu sebagai bahan baku dibakar dalam *furnace* dengan mengatur perbandingan jumlah massa antara udara dan minyak residu agar dihasilkan asap *carbon* sebanyak mungkin. Asap *carbon* didinginkan dalam *quencher*, kemudian dimasukkan ke dalam *Cyclone* untuk memisahkan *Carbon Black* dengan gas-gas produk sampingnya, yang kemudian produk di masukkan ke dalam *pelletizer* agar produk carbon black memiliki ukuran yang sama dan akan dikeringkan ke dalam *Rotary Dryer* disimpan dalam *storage tank* yang kemudian siap dikemas (Kirk Otmer, 1968) Yield yang dihasilkan berkisar 50-65% (Ullmann, 7ed).



Gambar 2. Blok Diagram Proses Oil Furnace

2.2. Seleksi Proses

Pada seleksi proses ini dilakukan penilaian proses dari bahan baku, yield dan kondisi operasi. Penilaian macam proses dapat dilihat dari

Tabel 2.1. Perbandingan proses produksi *carbon black*

| Parameter | Macam Proses | |
|------------------------------|----------------------|--|
| | Proses Thermal Black | Proses Oil Furnace |
| 1. Aspek Teknis | | |
| > Kondisi Proses | Gas alam | Heavy aromatic hydrocarbon |
| - Bahan baku | 45 | 50-65 |
| - Yield (%) | | |
| > Kondisi Operasi | 1400 | 1200-1900 |
| - Suhu (°C) | 1 | 1 |
| - Tekanan (atm) | | |
| 2. Aspek ekonomis | | |
| - Harga bahan baku (US\$/kg) | 2,723 | 1,2 |
| - Biaya operasi | Lebih besar | Lebih efisien berkisar antara \$ 400 -500 juta |

Berdasarkan seleksi proses di atas, maka pembuatan pabrik *Carbon Black* akan dibuat dengan menggunakan proses *Oil Furnace*.

2.3. Uraian Proses

Pembuatan *Carbon Black* dengan proses *Oil Furnace* secara umum dapat dibagi menjadi empat tahap, yaitu:

2.3.1. Tahapan persiapan bahan baku

Kegiatan produksi dimulai dengan tahap penyiapan bahan baku, yaitu pengaliran bahan utama yaitu minyak residu (*Decant Oil*) disuplai dari Pertamina Cilacap yang di simpan dari *storage decant oil (F-113)*. Sebelum masuk ke *furnace (R-110)*, *decant oil* dipompa dengan menggunakan pompa (*L-114*) untuk *preheat* bahan baku yaitu *decant oil* ke-dua heater minyak (*E-115*) dan Heater minyak (*E-118*). Hal ini bertujuan untuk meningkatkan *yield* dari *carbon black* yang dihasilkan. Dalam proses ini, suhu untuk keluaran heater minyak II (*E-118*) sebesar 300°C.

Bahan bakar yang digunakan dalam reactor *furnace* berupa minyak residu juga disuplai dari Pertamina Cilacap yang di simpan di *fuel storage tank*. Udara juga dikontakkan dengan aliran produk yang keluar dari reaktor sebagai pemanasan awal melalui heater udara (*E-117*).

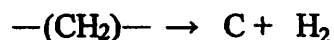
2.3.2. Tahap reaksi

Temperatur di dalam zona pembakaran pada *reactor (R-110)* dengan proses pirolisis ini sebesar 1200°C dengan tekanan 1 atm. Adapun reaksi yang terjadi di dalam reactor, yaitu:

Reaksi pembakaran:



Reaksi perengkahan:



Setelah mengalami proses perengkahan, air primer sebagai pemadam (*quenching*) pada *quench tower* (D-119) dibutuhkan untuk mendinginkan gas menjadi 300 °C.

2.3.3. Tahap pemisahan dan pemurnian

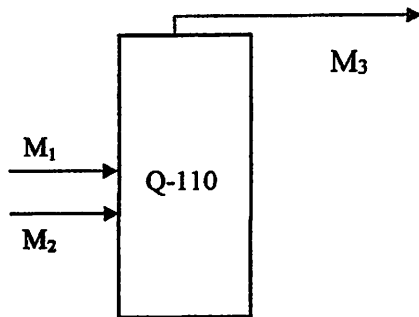
Selanjutnya aliran gas yang mengandung *carbon black* yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan baku dengan udara dalam reaktor dialirkan ke *Bag Filter* (H-125) yang akan memisahkan antara *carbon black* dan gas yang kemudian akan masuk ke dalam *cyclone* (H-126) yang bertujuan untuk menghindari terbuangnya *carbon black* ke lingkungan. *Carbon black* halus yang keluar dari *Bag Filter* (H-125) dan *Cyclone* (H-126) kemudian masuk ke *Hammer Mill* (C-124) dan dibawa oleh alat *screw conveyor* (J-123) untuk masuk ke dalam granulator (S-120) yang ditambahkan dengan air supaya menjadi *wet granule*. Kemudian *wet granules* atau *wet pellets* dibawa oleh alat transportasi yaitu *belt conveyor* (J-131a) ke dalam *rotary dryer* untuk dikeringkan, kemudian produk dimasukkan kedalam Bin Produk (F-137) dengan menggunakan alat transportasi *belt conveyor* (J-131b) dan *bucket elevator* (J-136). Kemudian di packing pada *packaging* (P-138) dan terakhir akan disimpan di gudang *carbon black* (F-139).

BAB III

NERACA MASSA

Kapasitas pabrik = 60000 ton/tahun : 330 hari
 = 181,8182 ton/hari x 1000 kg/ton
 = 181818,1818 kg/hari : 24 jam
 Kapasitas produksi = 7575,7576 kg/jam
 Basis bahan baku = 9062,1691 kg/jam

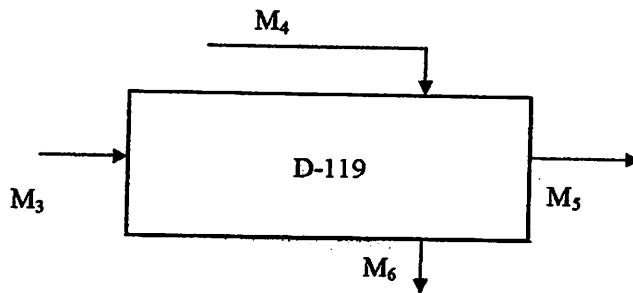
1. FURNACE REAKTOR (Q-110)



Neraca Massa Total : $M_1 + M_2 = M_3$

| INPUT (kg/jam) | | OUTPUT (kg/jam) | |
|---|-------------------|--|-------------------|
| M₁ dari storage F-113 | | M₃ ke Quence tower D-119 | |
| C | 7952,0534 | C | 7533,0933 |
| H ₂ | 950,6215 | CO ₂ | 384,0973 |
| O ₂ | 57,9979 | CO | 637,4380 |
| N ₂ | 25,3741 | C ₂ H ₂ | 49,0337 |
| S | 76,1222 | CH ₄ | 24,5168 |
| | | H ₂ | 645,6103 |
| | | H ₂ O | 2655,9918 |
| | | N ₂ | 3767,4222 |
| | | SO ₂ | 8,1723 |
| M₂ dari blower G-112 | | | |
| Udara | 6643,2066 | | |
| Total | 15705,3757 | Total | 15705,3757 |

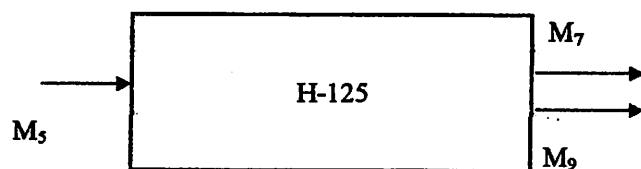
2. QUENCHING TOWER (D-119)



Neraca Massa Total : $M_3 + M_4 = M_5 + M_6$

| INPUT (kg/jam) | | OUTPUT (kg/jam) | |
|---|-------------------|--|-------------------|
| M₃ dari furnace R-110 | | M₅ ke bag filter H-125 | |
| C | 7533,0933 | C | 7533,0933 |
| CO ₂ | 384,0973 | CO ₂ | 384,0973 |
| CO | 637,4380 | CO | 637,4380 |
| C ₂ H ₂ | 2655,9918 | C ₂ H ₂ | 2655,9918 |
| CH ₄ | 8,1723 | CH ₄ | 8,1723 |
| H ₂ | 49,0337 | H ₂ | 49,0337 |
| H ₂ O | 2655,992 | H ₂ O | 54566,14159 |
| N ₂ | 645,6103 | N ₂ | 645,6103 |
| SO ₂ | 3767,4222 | SO ₂ | 3767,4222 |
| M₄ air proses | | M₆ terkondensasi | |
| H ₂ O | 53023,7445 | H ₂ O | 1113,5947 |
| Total | 71360,5952 | Total | 71360,5952 |

3. BAG FILTER (H-125)

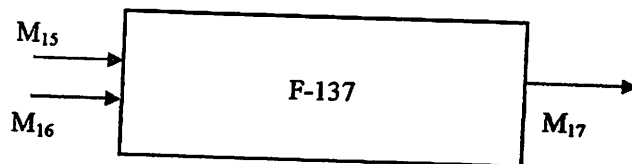


Neraca Massa Total : $M_5 = M_7 + M_9$

| INPUT (kg/jam) | | OUTPUT (kg/jam) | |
|--|-------------------|--|-------------------|
| M₅ dari quence water D-119 | | M₇ ke cyclone H-126 | |
| C | 7533,0933 | C | 75,3309 |
| CO ₂ | 384,0973 | CO ₂ | 384,0973 |
| CO | 637,4380 | CO | 637,4380 |
| C ₂ H ₂ | 2655,9918 | C ₂ H ₂ | 2655,9918 |
| CH ₄ | 8,1723 | CH ₄ | 8,1723 |
| H ₂ | 49,0337 | H ₂ | 49,0337 |
| H ₂ O | 54566,14159 | H ₂ O | 54566,14159 |
| N ₂ | 645,6103 | N ₂ | 645,6103 |
| SO ₂ | 3767,4222 | SO ₂ | 3767,4222 |
| | | M₉ ke granulator S-120 | |
| | | C | 7457,7624 |
| Total | 70247,0004 | Total | 70247,0004 |

| INPUT (kg/jam) | | OUTPUT (kg/jam) | |
|---|------------------|--|------------------|
| M₁₄ dari rotary dryer B-130 | | M₁₈ menuju gas holding | |
| C | 75,2933 | C | 3,7647 |
| H ₂ O | 4969,3557 | H ₂ O | 4969,3557 |
| | | M₁₅ menuju bin F-137 | |
| | | C | 71,5286 |
| Total | 5044,6489 | Total | 5044,6489 |

8. BIN PRODUK (F-137)



Neraca Massa Total : $M_{15} + M_{16} = M_{17}$

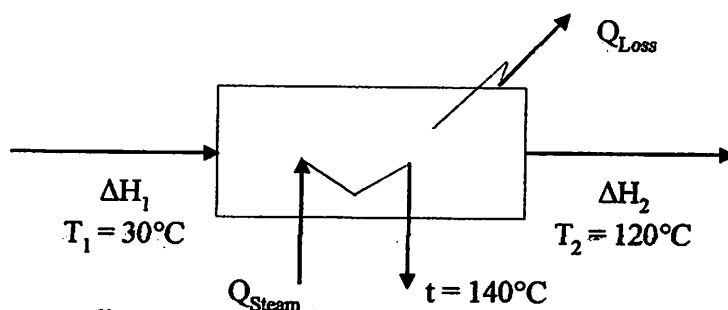
| INPUT (kg/jam) | | OUTPUT (kg/jam) | |
|---|------------------|--|------------------|
| M₁₅ dari cyclone H-133 | | M₁₇ ke packaging F-138 | |
| C | 7454,0335 | C | 7525,5621 |
| H ₂ O | 50,1955 | H ₂ O | 50,1955 |
| M₁₆ dari rotary dryer B-130 | | | |
| C | 71,5286 | | |
| Total | 7575,7576 | Total | 7575,7576 |

BAB IV NERACA PANAS

Kapasitas pabrik = 60.000 ton/tahun : 330 hari
 = 181,8182 ton/hari x 1000 kg/ton
 = 181818,1818 kg/hari : 24 jam/hari
 Kapasitas produksi = 7575,7576 kg/jam
 Bahan baku = 9062,1691 kg/jam
 Suhu referensi = 25 °C = 298,15 °C

1. Heater Minyak I (E-115)

Fungsi: Untuk memanaskan *decant oil* dari 30°C menjadi 120°C



Neraca panas overall:

Panas masuk = Panas keluar

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

Keterangan:

ΔH_1 : Panas yang terkandung dalam *decant oil* masuk heater minyak I

ΔH_2 : Panas yang terbawa dalam *decant oil* keluar heater minyak I

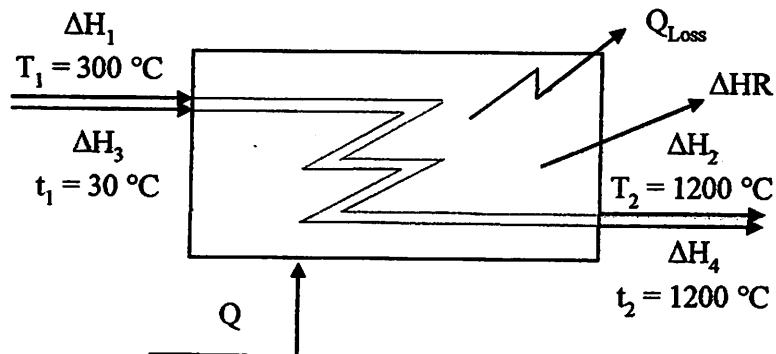
Q_{steam} : Panas steam

Q_{loss} : Panas yang hilang

| Neraca Panas Heater Minyak I (E-115) | | | |
|--------------------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| Aliran Panas Masuk | | Aliran Panas Keluar | |
| Komponen | Energi kkal/jam | Komponen | Energi kkal/jam |
| ΔH_1 | 23232,3484 | ΔH_2 | 467582,0317 |
| Q_{steam} | 445511,3007 | Q_{loss} | 1161,6174 |
| Jumlah | 468743,6492 | Jumlah | 468743,6492 |

2. Reaktor Furnace (R-110)

Fungsi: terjadinya reaksi pembentukan *Carbon Black*.



Neraca panas overall:

Panas masuk = Panas keluar

$$\Delta H_1 + \Delta H_3 + Q = \Delta H_2 + \Delta H_4 + \Delta H_R + Q_{\text{loss}}$$

Keterangan:

ΔH_1 : Panas yang terkandung dalam decant oil masuk reaktor furnace

ΔH_2 : Panas yang terbawa dalam decant oil keluar reaktor furnace

ΔH_3 : Panas udara masuk reaktor furnace

ΔH_4 : Panas flue gas keluar reaktor furnace

ΔH_R : Panas reaksi

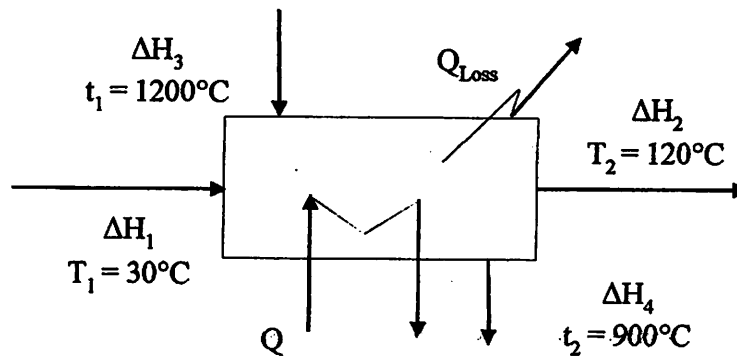
Q : Panas yang harus disuplai dari bahan bakar

Q_{loss} : Panas yang hilang

| Neraca Panas Reaktor Furnace (R-110) | | | |
|--------------------------------------|-------------------|---------------------|-------------------|
| Aliran Panas Masuk | | Aliran Panas Keluar | |
| Komponen | Energi kkal/jam | Komponen | Energi kkal/jam |
| ΔH_1 | 1475498,2504 | ΔH_2 | 9384064,2548 |
| ΔH_3 | 8137,9280 | ΔH_4 | 233387,7326 |
| Q | -1470800,0332 | ΔH_R | -9901665,8166 |
| | | Q_{loss} | 297049,9745 |
| Jumlah | 12836,1452 | Jumlah | 12836,1452 |

3. Heater Udara (E-117)

Fungsi: Untuk memanaskan udara dari 30°C menjadi 120°C



Neraca panas overall:

Panas masuk = Panas keluar

$$\Delta H_1 + \Delta H_3 + Q = \Delta H_2 + \Delta H_4 + Q_{\text{loss}}$$

Keterangan:

ΔH_1 : Panas yang terkandung dalam udara masuk

ΔH_2 : Panas yang terkandung dalam udara keluar

ΔH_3 : Panas yang terkandung dalam bahan baku masuk

ΔH_4 : Panas yang terkandung dalam bahan baku keluar

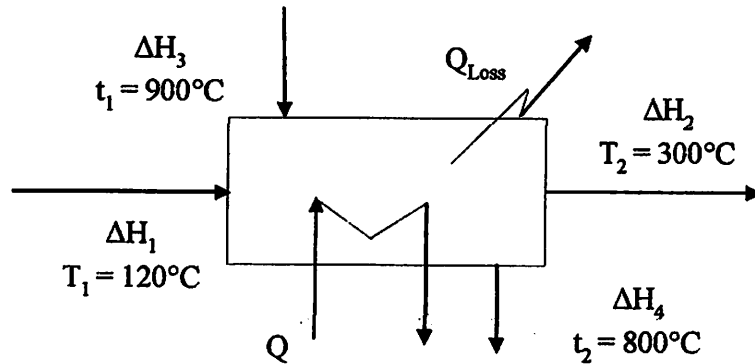
Q : Panas yang disuplai dari gas produk reaktor furnace

Q_{loss} : Panas yang hilang

| Neraca Panas Heater Udara (E-117) | | | |
|-----------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Aliran Panas Masuk | | Aliran Panas Keluar | |
| Komponen | Energi kkal/jam | Komponen | Energi kkal/jam |
| ΔH_1 | 9384064,2548 | ΔH_2 | 6686789,9750 |
| ΔH_3 | 24149,7054 | ΔH_4 | 458844,4031 |
| Q | -1980333,1633 | Q_{loss} | 282246,4188 |
| Jumlah | 7427880,7969 | Jumlah | 7427880,7969 |

4. Heater Minyak II (E-118)

Fungsi: Untuk memanaskan decant oil dari 120°C menjadi 300°C



Neraca panas overall:

Panas masuk = Panas keluar

$$\Delta H_1 + \Delta H_3 + Q = \Delta H_2 + \Delta H_4 + Q_{\text{loss}}$$

Keterangan:

ΔH_1 : Panas yang terkandung dalam decant oil masuk heater minyak II

ΔH_2 : Panas yang terbawa dalam decant oil keluar heater minyak II

ΔH_3 : Panas yang terkandung dalam feed masuk heater minyak II

ΔH_4 : Panas yang terbawa dalam feed keluar heater minyak II

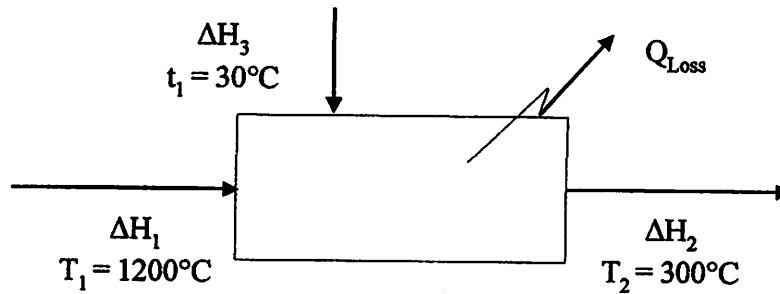
Q : Panas yang harus disuplai dari keluaran Heater Udara (E-117)

Q_{loss} : Panas yang hilang

| Neraca Panas Heater Minyak II (E-118) | | | |
|---------------------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
| Aliran Panas Masuk | | Aliran Panas Keluar | |
| Komponen | Energi kkal/jam | Komponen | Energi kkal/jam |
| ΔH_1 | 467582,0317 | ΔH_2 | 1475498,2504 |
| ΔH_3 | 7571155,9711 | ΔH_4 | 5819764,9462 |
| Q | 7145634,3781 | Q_{loss} | 7889109,1844 |
| Jumlah | 15184372,3810 | Jumlah | 15184372,3810 |

5. Quench Tower (D-119)

Fungsi: Untuk mendinginkan bahan dari 1200°C menjadi 300°C



Neraca panas overall:

Panas masuk = Panas keluar

$$\Delta H_1 + \Delta H_3 = \Delta H_2 + Q_{\text{loss}}$$

Keterangan:

ΔH_1 : Panas yang terkandung dalam bahan masuk

ΔH_2 : Panas yang terkandung dalam bahan keluar

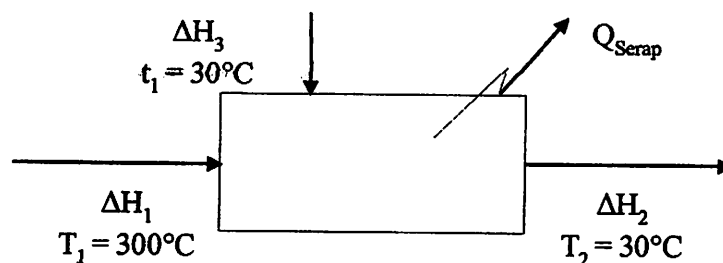
ΔH_3 : Panas yang terkandung dalam air masuk

Q_{loss} : Panas yang hilang

| Neraca Panas Quench Tower (D-119) | | | |
|-----------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Aliran Panas Masuk | | Aliran Panas Keluar | |
| Komponen | Energi kkal/jam | Komponen | Energi kkal/jam |
| ΔH_1 | 8634255,1011 | ΔH_2 | 8315081,8700 |
| ΔH_3 | 118462,6568 | Q_{loss} | 437635,8879 |
| Jumlah | 8752717,7579 | Jumlah | 8752717,7579 |

6. Granulator (S-120)

Fungsi: Untuk mendinginkan bahan dari 300°C menjadi 30°C



Neraca panas overall:

Panas masuk = Panas keluar

$$\Delta H_1 + \Delta H_3 = \Delta H_2 + Q_{\text{serap}}$$

Keterangan:

ΔH_1 : Panas yang terkandung dalam bahan baku masuk

ΔH_2 : Panas yang terkandung dalam bahan baku keluar

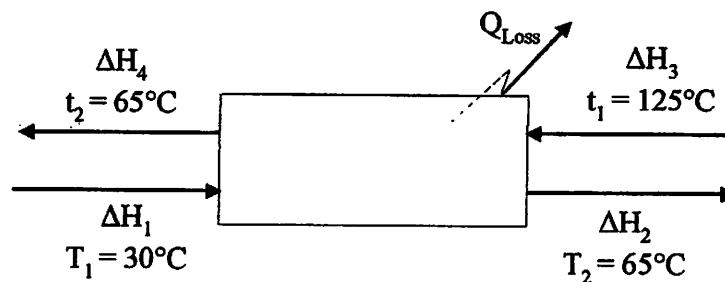
ΔH_3 : Panas yang terkandung dalam air masuk

Q_{serap} : Panas yang diserap

| Neraca Panas Granulator (S-120) | | | |
|---------------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| Aliran Panas Masuk | | Aliran Panas Keluar | |
| Komponen | Energi kkal/jam | Komponen | Energi kkal/jam |
| ΔH_1 | 525426,4621 | ΔH_2 | 17577,2151 |
| ΔH_3 | 11214,3979 | Q_{serap} | 519063,6448 |
| Jumlah | 536640,8599 | Jumlah | 536640,8599 |

7. Rotary Dryer (B-130)

Fungsi: Untuk mengurangi kadar air pada Carbon Black dari 30°C menjadi 65°C



Neraca panas overall:

Panas masuk = Panas keluar

$$\Delta H_1 + \Delta H_3 = \Delta H_2 + \Delta H_4 + Q_{\text{loss}}$$

Keterangan:

ΔH_1 : panas yang terkandung dalam bahan baku masuk

ΔH_2 : panas yang terkandung dalam bahan baku keluar

Q : panas yang terkandung dalam udara masuk

ΔH_3 : panas yang terkandung dalam udara keluar

Q_{loss} : Panas yang hilang

BAB V

SPESIFIKASI PERALATAN

1. Storage Decant Oil (F-113)

Fungsi : Menyimpan persediaan bahan baku Decant Oil

Type : Silinder tegak dengan tutup atas standart dished dan tutup bawah mendatar

Spesifikasi alat:

Bahan konstruksi : Carbon steel

Jumlah

tangki : 6 buah

Volume

tangki : 7841,0372 ft³

Diameter dalam (di) : 227,3750 in

Diameter luar (do) : 228 in

Tebal silinder (ts) : 1/3 in

tinggi silinder (Ls) : 341,0625 in

Tebal tutup atas (tha) : 1/3 in

Tebal tutup bawah (thb) : 3/16 in

Tinggi tutup atas (ha) : 38,4264 in

Tinggi storage (H) : 379,4889 in

2. Pompa (L-114)

Fungsi : Untuk mengalirkan decant oil menuju reaktor (R-110)

Tipe : Pompa centrifugal

Spesifikasi alat:

Nama alat : Pompa

Untuk mengalirkan decant oil menuju reaktor (R-

Fungsi : 110)

Tipe : Pompa centrifugal

Bahan : Commercial steel

Daya : 1 hp

Kapasitas : 78,8440 ft³/jam

Ukuran pipa : 1.5 in sch. 40
 Panjang pipa : 135,24 ft
 Jumlah : 2 buah

3. Heater Minyak I (E-115)

Fungsi : Memanaskan decant oil sebelum masuk heater minyak (E-118).
 Type : Double pipa heat exchanger

Spesifikasi:

Bahan konstruksi : Carbon Steel SA-178 Grade C
 Kapasitas : 9062,1691 = 19978,4580 lb/jam
 Rate steam : 4457,7908 kg/jam = 9827,6457 lb/jam
 Jumlah hair pin : 8 buah
 Diameter luar pipa : 2,3800 in = 0,1983 ft
 Diameter dalam pipa : 2,0670 in = 0,1723 ft
 Panjang : 12 ft
 Jumlah : 1 buah

4. Heater Minyak II (E-118)

Fungsi : Untuk memanaskan decant oil sebelum masuk reaktor (R-110)
 Type : Shell and Tube

Spesifikasi alat:

Bahan Konstruksi : High-alloy Steel SA 240 Grade M Type 316
 Kapasitas : 9062,1691 kg/jam = 19978,4580 lb/jam
 gas produk yang digunakan : 18336,8506 kg/jam = 40425,4209 lb/jam
 Bagian *Shell* : IDs = 23,25 in
 De = 0,99 in
 Bagian *Tube* : L = 16 ft
 Di = 0,8340 in
 Jumlah : 1 buah

5. Filter udara (H-111)

Filter udara : Untuk menyaring debu yang terdapat di udara sebelum ke blower

Type : Dry Filter

Spesifikasi alat:

Bahan konstruksi : Carbon steel
 Kapasitas filter : 1000 ft³/menit
 Ukuran dry filter : 24 in x 24 in
 Jumlah : 5 buah

6. Blower udara (G-112)

Fungsi : Menghembuskan udara menuju Furnace Reaktor
 Type : Centrifugal Blower

Spesifikasi alat:

Power motor : 6,5 Hp
 Bahan : Carbon steel
 Jumlah : 1 buah

7. Furnace reaktor

Lihat perancangan alat utama Kresna Purnamasari 1214045

8. Blower (G-116)

Fungsi : Menghisap gas dari Furnace Reaktor ke Quench Tower
 Type : Centrifugal Blower

Spesifikasi alat:

Power motor : 0,5 Hp
 Bahan : Carbon steel
 Jumlah : 1 buah

9. Heater Udara (E-117)

Fungsi : Memanaskan udara untuk pembakaran pada reaktor (R-110)
 Type : Shell and Tube

Spesifikasi alat:

Bahan Konstruksi : High-alloy Steel SA 240 Grade M Type 316
 Kapasitas : 9274,6815 kg/jam = 20446,9628 lb/jam

dengan $\alpha = 60^\circ$

| | | | |
|-----------------------|---|--------|-------|
| Waktu tinggal | : | 5 | menit |
| Jumlah bag | : | 36 | buah |
| Faktor korosi | : | 1/16 | in |
| Tebal kotak (t) | : | 3/16 | in |
| Tebal tutup bawah(th) | : | 3/16 | in |
| Tinggi konis (h) | : | 0,5478 | in |
| tinggi Bag filter | : | 3,0478 | m |
| Jumlah | : | 1 | buah |

12. Cyclone (H-126)

Fungsi : Untuk memisahkan gas dengan partikel-partikel Carbon Black yang keluar dari bag filter

Tipe :
Duclone
Collector

Spesifikasi alat:

| | | |
|------------------|---|-----------------------------------|
| Nama | : | Cyclone |
| Tipe | : | Duclone Collector |
| Dimensi | : | Dc = 8,6724 ft Sc = 1,0841 ft |
| | | De = 4,336 ft Zc = 17,345 ft |
| | | Hc = 4,3362 ft Jc = 2,1681 ft |
| | | Lc = 17,3448 ft Bc = 2,1681 ft |
| Bahan konstruksi | : | Carbon steel |
| Jumlah | : | 1 buah |

13. Hammer Mill (C-124)

Fungsi : Menghaluskan ukuran carbon black hingga 50 μm .

Spesifikasi alat :

Kapasitas : 7529,3268 kg/jam
 Daya motor : 20 Hp
 Jumlah : 1 buah
 Bahan Konstruksi : Carbon steel SA 240 grade C

14. Screw Conveyor (J-123)

Fungsi : Mengangkut Carbon Black dari Hammer Mill ke Hooper

Type : Standar screw

Spesifikasi peralatan :

Type : Standar screw
 Diameter : 6 in
 Kecepatan putaran : 45 rpm
 Kapasitas : 2,1733 ft³/menit
 Daya : 1,5 Hp
 Panjang : 20 ft
 Bahan konstruksi : Carbon steel SA 240
 : grade C
 Jumlah : 1 buah

15. Hopper (F-122)

Fungsi : Sebagai penampung dari Hammer Mill sebelum dialirkan ke Granulator

Tipe : Silinder dengan tutup bawah berbentuk konikal dengan posisi vertical.

Spesifikasi peralatan :

Kapasitas : 162,9976 ft³
 Dimensi : d_i = 5,4688 in
 thb = 3/16 in
 ts = 3/16 in
 hb = 2,7344 ft
 Tinggi hopper = 8,7622 ft
 Bahan konstruksi : Carbon steel SA 240 grade A
 Jumlah : 1 buah

16. Screw Conveyor (J-121)

Fungsi : Mengangkut Carbon Black dari Hopper ke Granulator

Type : Standar screw

Spesifikasi peralatan :

| | | | |
|-------------------|---|-----------------------------|------------------------|
| Diameter | : | 6 | in |
| Kecepatan putaran | : | 45 | rpm |
| Kapasitas | : | 2,1733 | ft ³ /menit |
| Daya | : | 1,5 | Hp |
| Panjang | : | 20 | ft |
| Bahan konstruksi | : | Carbon steel SA 240 grade C | |
| Jumlah | : | 1 | buah |

17. Granulator (S-120)

Fungsi : Untuk membentuk Carbon Black menjadi bentuk granul dengan menambahkan air

Spesifikasi:

| | | |
|------------------|---|-------------------------|
| Kode | = | S-120 |
| Type | = | Drum agglomerator |
| Dimensi silinder | | |
| - Panjang | = | 39,982 ft |
| - Diameter | = | 19,99 ft |
| Kapasitas | = | 12,54888 ton/jam |
| sudut kemiringan | = | 9,9956 ft |
| Bahan konstruksi | = | SA-240 grade C type.347 |
| Jumlah | = | 1 buah |

18. Belt Conveyor (J-131a)

Fungsi : Untuk mengangkut Carbon Black dari Granulator ke Rotary Dryer

Tipe : Throughed belt conveyor

Spesifikasi alat :

| | | |
|----------------|---|-------------------|
| Kapasitas | : | 15058,6535 kg/jam |
| Bahan | : | Reinforced rubber |
| Lebar | : | 14 in |
| Panjang | : | 82,02 ft |
| Sudut | : | 20 ° |
| Kecepatan belt | : | 30,5 m/min |
| Daya motor | : | 0,5 hp |
| Jumlah | : | 1 buah |

19. Filter Udara (H-132)

| | | |
|--------|---|---|
| Fungsi | : | Untuk menyaring debu yang terdapat di udara sebelum ke blower |
| Type | : | Dry filter |

Spesifikasi alat:

| | | |
|-------------------|---|-----------------------------|
| Type | : | Dry filter |
| Bahan konstruksi | : | Carbon steel |
| Kapasitas filter | : | 1000 ft ³ /menit |
| Ukuran dry filter | : | 24 in x 24 in |
| Jumlah | : | 19 buah |

20. Blower Udara (C

| | | |
|--------|---|-----------------------------------|
| Fungsi | : | Menghembuskan udara menuju Heater |
| | : | Udara |
| Type | : | Centrifugal |
| | : | Blower |

Spesifikasi Peralatan

| | | |
|-------------|---|--------------------|
| Tipe | : | Centrifugal Blower |
| Power motor | : | 28 hp |
| Bahan | : | Carbon steel |
| Jumlah | : | 1 buah |

21. Heater Udara (E-135)

Fungsi : Untuk memanaskan udara sebelum masuk Rotary Dryer
 Type : Shell and Tube

Spesifikasi alat:

Bahan Konstruksi : High-alloy Steel SA 240 Grade M Type 316
 Kapasitas : 40422,6832 kg/jam = 9438,8084 lb/jam
 gas produk yang digunakan : 4281,4154 kg/jam = 9438,8084 lb/jam
 Bagian *Shell* : IDs = 21,25 in
 De = 0,99 in
 Bagian *Tube* : L = 16 ft
 Di = 0,8340 in
 Jumlah : 1 buah

22. Rotary Dryer (B-130)

Lihat perancangan alat utama Aprillina Sanjaya (12.14.005)

23. Cyclone (H-133)

Fungsi : Untuk memisahkan partikel-partikel Carbon Black yang terbawa udara keluar Rotary Dryer

Tipe : Duclone Collector

Spesifikasi alat:

Nama : Cyclone
 Tipe : Duclone Collector
 Dimensi : Dc = 6,9584 ft Sc = 0,8698 ft
 De = 3,479 ft Zc = 13,917 ft
 Hc = 3,4792 ft Jc = 1,7396 ft
 Lc = 13,917 ft Bc = 1,7396 ft
 Bahan konstruksi : Carbon Steel
 Jumlah : 1 buah

24. Belt Conveyor (J-131b)

Fungsi : Untuk mengangkut Carbon Black dari Rotary Dryer ke Bucket Elevator

Tipe : Throughed belt conveyor

Spesifikasi alat :

Kapasitas : 9005,0748 kg/jam
Bahan : Reinforced rubber
Lebar : 14 in
Panjang : 82,02 ft
Sudut : 20 °
Kecepatan belt : 30,5 m/min
Daya motor : 1 hp
Jumlah : 1 buah

25. Bucket Elevator (J-136)

Fungsi : Untuk mengangkut Carbon Black dari Rotary Dryer menuju ke Bin Produk

Tipe : Centrifugal discharge

Spesifikasi alat:

Tipe : Centrifugal discharge
Bahan : Carbon Steel
Kapasitas : 9,0909 ton/jam
Ukuran : 6 x 4 x 4,5 in
Lebar : 7 in
Kecepatan : 185,9844 ft/menit
Daya motor : 1,5 Hp
Jumlah : 1 buah

26. Bin Produk (F-137)

Fungsi : Menampung sementara produk dari Bucket Elevator sebelum dilakukan pengepakan

Tipe : Silinder tegak dengan tutup bawah conical dan tutup bawah terbuka

Spesifikasi alat:

Bahan konstruksi : Carbon Steel
Jumlah tangki : 1 buah

| | | | |
|-------------------------|---|---------|-----------------|
| Volume tangki | : | 66,1255 | ft ³ |
| Diameter dalam (di) | : | 47,6250 | in |
| Diameter luar (do) | : | 48 | in |
| Tebal silinder (ts) | : | 3/16 | in |
| tinggi silinder (Ls) | : | 71,4375 | in |
| Tebal tutup bawah (thb) | : | 3/16 | in |
| Tinggi tutup bawah (hb) | : | 3,7176 | in |
| Tinggi bin (H) | : | 75,1551 | in |

27. Packaging (P-138)

Fungsi : Untuk pengemasan produk Carbon Black dari Bin Produk

Spesifikasi:

| | | |
|------------------|---|--------------------------|
| Bahan konstruksi | : | Carbon steel |
| Volume mesin | : | 131,2022 ft ³ |
| Jumlah | : | 1 |

28. Gudang (F-139)

Fungsi : Untuk menyimpan produk Carbon Black

Tipe : Gudang

Spesifikasi peralatan :

| | | |
|-----------|---|---------------------------|
| Bahan | : | Beton |
| Ukuran | : | panjang = 35 m |
| | | lebar = 12 m |
| | | tinggi = 12 m |
| Kapasitas | : | 16701,5152 m ³ |
| Jumlah | : | 1 buah |

BAB VI

PERANCANGAN ALAT UTAMA

Fungsi : Tempat berlangsungnya reaksi antara Decant Oil menjadi Carbon Black pada suhu 1200 °C

Jenis : Furnace Reaktor

VI.1. Kondisi Operasi

Suhu material masuk = 300 °C = 573,15 K = 572 °F
Suhu operasi = 1200 °C = 1473,15 K = 2192 °F
Jumlah material masuk = 9062,169 kg/jam
Residence time = 10 detik
Tekanan = 1 atm
Panas furnace total = 7380783,098 kcal/jam

VI.2. Tahap-tahap Perencanaan

- a. Menentukan volume reaktor
- b. Menentukan dimensi zone radiasi
 - Jumlah pipa
 - Jumlah shield tube
 - Dimensi pipa
 - Ukuran furnace
- c. Menentukan dimensi zone konveksi
 - Dimensi pipa
 - Temperatur stack
 - Jumlah pipa
 - Jumlah baris
 - Tinggi bahan konveksi
- d. Perhitungan dimensi stack
- e. Perhitungan ukuran nozzle
 - Nozzle untuk pemasukan umpan
 - Nozzle untuk keluaran
 - Nozzle untuk manhole
 - Nozzle untuk peephole
- f. Menghitung berat reaktor
- g. Perancangan kolom penyangga
- h. Perancangan base plate
- i. Menentukan dimensi lug dan gusset
- j. Dimensi pondasi

a. Perhitungan volume reaktor

Volume gas :

$$P v = n R T$$

$$v = \frac{n R T}{P}$$

Dimana :

v = volume reaktor (m³/detik)

n = berat molekul (gmol/detik)

$$R = 82,057 \frac{\text{L.atm}}{\text{kg.mol.K}}$$

T = temperatur reaksi (K)

P = tekanan operasi (atm)

Bahan masuk = 50,06723 kgmol/jam = 0,0139 kgmol/detik

$$v = \frac{0,0139 \frac{\text{kgmol}}{\text{detik}} \times 82,057 \frac{\text{L.atm}}{\text{kg.mol.K}} \times 1473,15 \text{ K}}{1 \text{ atm}}$$

$$= \frac{1681,1780}{1}$$

$$= 1681,1780 \text{ L/detik}$$

$$= 1,6812 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$\begin{aligned} \text{volume reaktor} &= 1,6812 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 1,6812 \text{ m}^3/\text{detik} \times 10 \text{ detik} \\ &= 16,81178 \text{ m}^3 \\ &= 593,7023 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

b. Zona radiasi

Dari perhitungan Neraca panas (App. B) didapat jumlah panas yang dibutuhkan
= 226618,3762 kcal/jam = 899289,7024 Btu/jam

Beban panas pada:

$$Q_R = 0,7 \times 899289,7024 \text{ Btu/jam}$$

$$= 629502,7917 \text{ Btu/jam}$$

$$\text{Beban masuk pada suhu} = 300 \text{ }^\circ\text{C} = 572 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$\text{Gas keluar pada suhu} = 1200 \text{ }^\circ\text{C} = 2192 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$\text{Cross over temperatur} = 2192 - 0,7 (2192 - 572) = 1058 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$\text{Temperatur rata-rata fluida}(t_f) = \frac{2192 + 1058}{2} = 1625 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$\text{Heat flow maksimal} = 1200 \text{ Btu/jam.ft}^2$$

$$\text{Luas permukaan radiant}(A_r) = \frac{Q_R}{1200}$$

$$= \frac{629502,7917 \text{ Btu/jam}}{1200 \text{ Btu/jam.ft}^2} = 524,586 \text{ ft}^2$$

Direncanakan :

$$\text{Dimensi pipa} = 3 \text{ in Sch 40}$$

$$\text{Pipa dengan OD} = 3,5 \text{ in}$$

$$\text{Jarak antar pipa} = 8 \text{ in}$$

$$\text{Panjang pipa} = 28,5 \text{ ft}$$

$$\text{surface perline} = 0,917 \text{ ft}^2/\text{ft}$$

(Kern, tabel 11 hal 844)

$$\begin{aligned} \text{Out side area tiap pipa} &= \pi \times \text{OD} \times L \\ &= 3,14 \times (3,5/12) \times 28,5 \\ &= 26,101 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{jumlah tube untuk zone radias} &= \frac{(A_r)}{\text{Out side area / pipa}} \\ &= \frac{524,5857}{26,1013} \\ &= 20,0981 \approx 21 \text{ tube} \end{aligned}$$

Untuk jarak antar pipa 8 in, maka:

$$\frac{\text{jarak antar pipa}}{\text{OD}} = \frac{8}{3,5} = 2,2857 \text{ in}$$

Untuk single row didapat $\alpha = 0,98$

Diperkirakan terdapat 19 shield pipe, maka cold plate area

$$\begin{aligned} \Delta_{cp} \text{ shield pipe} &= 28,5 \times 21 \times (8/12) \\ &= 399 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{wall tube, cold tube area, } \Delta_{cp} &= 28,5 \times 95 \times (8/12) \\ &= 1805 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha \Delta_{cp} &= \Delta_{cp} \text{ shield pipe} + 0,98 \Delta_{cp} = 399 \text{ ft}^2 + 0,98 (1805,0000 \text{ ft}^2) \\ &= 2167,9000 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{dicoba ukuran furnace : lebar} &= 15 \text{ ft} \\ \text{panjang} &= 30 \text{ ft} \\ \text{tinggi} &= 20 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$\text{Envelope area} = 2 (15) (20) + 2 (28,5) (15+20) = 2595 \text{ ft}^2$$

$$\text{Radiant area}(A_R) = 2595 \text{ ft}^2 - 2167,9000 \text{ ft}^2 = 427,1000 \text{ ft}^2$$

$$\frac{A_R}{\alpha \Delta_{cp}} = \frac{427,1000 \text{ ft}^2}{2167,9000 \text{ ft}^2} = 0,1970$$

$$\text{Volume furnace} = 15 \times 20 \times 30 = 9000 \text{ ft}^3$$

$$\text{Perbandingan dimensi furnace} = 15 : 20 : 30 = 1 : 2 : 1,5$$

$$\begin{aligned} \text{Mean Length Beam (L)} &= \frac{2}{3} (V)^{1/3} \\ &= \frac{2}{3} (9000)^{1/3} \\ &= 13,8672 \text{ ft} = 4,22673 \text{ m} \end{aligned}$$

untuk 20% udara berlebih didapat tekanan parsial $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ dalam flue ga 0,24

$$\begin{aligned}\rho L &= 0,24 \times 13,8672 \\ &= 3,3281\end{aligned}$$

Disini tidak ada preheat bahan bakar sehingga $Q_f = 0$
Asumsi panas hilang (Heat loss) pada pipa $Q_L = 3\%$

$$\begin{aligned}\text{sehingga } \frac{Q_L}{Q_n} &= 0,03 \\ Q_n &= \frac{208373,7298}{0,03} \\ &= 6945790,992\end{aligned}$$

Trial temperatur firebox = 1500 °F

$$\frac{Q_{g2}}{Q_n} = 0$$

Q_{g2} = panas yang terkandung dalam gas

$$\frac{Q_R}{\alpha \Delta c_p} = \left[1 + \frac{Q_a}{Q_n} + \frac{Q_f}{Q_n} + \frac{Q_L}{Q_n} + \frac{Q_{g2}}{Q_n} \right] \frac{Q_n}{\alpha \Delta c_p}$$

Dimana: Q = heat rate (Btu/jam)

n = net heat of combustion

a = combustion air

L = loss

f = fuel heat rate

R = radiant section heat rate

didapatkan emmisivitas = 0,575

$$\begin{aligned}\alpha \Delta c_p F &= 2167,9000 \times 0,575 \\ &= 1246,5425 \text{ ft}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\frac{Q_a}{Q_n} &= \frac{69553,8275}{6945790,99} \\ &= 0,0100\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\frac{Q_f}{Q_n} &= \frac{226618,3762}{6945790,9925} \\ &= 0,0326\end{aligned}$$

$$\frac{Q_n}{\alpha \Delta c_p F} = \frac{7380783,098}{1246,5425} = 5921,0040 \text{ Btu/jam.ft}^2$$

$$\begin{aligned}\frac{Q_R}{\alpha \Delta c_p} &= [1 + 0,01 + 0,0326 - 0,03] 5921,0040 \\ &= 5609,4827 \text{ Btu/jam.ft}^2\end{aligned}$$

jadi, heat balance dalam zona radiasi adal 5609,4827 Btu/jam.ft²

$$\begin{aligned}\text{Jumlah Burner} &= \frac{226618,3762}{40000} \\ &= 5,6655 \text{ burner} \approx 6 \text{ burner}\end{aligned}$$

c. Perhitungan zone konveksi

Penentuan suhu masuk zone radiasi

$$\begin{aligned}
 \text{Beban panas zone konveksi, } Q_c &= Q_{\text{masuk}} - Q_R \\
 &= 1713478,1114 - 629502,7917 \\
 &= 1083975,3197 \text{ Btu/jam}
 \end{aligned}$$

Penentuan temperatur stack

$$\frac{Q_s}{Q_n} = 1 + \frac{Q_a}{Q_n} + \frac{Q_f}{Q_n} - \left[\frac{Q_R + Q_c}{Q_n} \right]$$

Dimana Q = heat rate (Btu/jam)
 s = Heat content of gas
 n = net heat of combustion
 a = combustion air
 f = fuel heat rate
 R = radiant section heat rate
 c = Convection section heat rate

$$\begin{aligned}
 \frac{Q_R + Q_c}{Q_n} &= \frac{629502,7917 + 1083975,3197}{6945790,992} \\
 &= 0,25
 \end{aligned}$$

Maka : Entalpy stack

$$\frac{Q_s}{Q_n} = 1 + 0,01 + 0,0326 - (0,25) = 0,7926$$

Dari grafik 1-10 rank L.Evan, didapatkan temperatur stack : 800 °F

Mencari ΔT_{LMTD}

$$\begin{aligned}
 \Delta t_1 &= 2200 - 2192 = 8 \\
 \Delta t_2 &= 800 - 572 = 228
 \end{aligned}$$

$$\Delta T_{\text{LMTD}} = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\ln \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}} = \frac{8,00 - 228}{\ln \frac{8,00}{228}} = 65,6735 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Temperatur rata-rata:

$$\begin{aligned}
 - \text{ Oil} &= \frac{572 + 2192}{2} = 1382 \text{ } ^\circ\text{F} \\
 - \text{ Tube wall} &= 1382 + 2 = 1384 \text{ } ^\circ\text{F} \\
 - \text{ Flue gass} &= 1382 + 60 = 1442 \text{ } ^\circ\text{F} \\
 - \text{ Film flue gas} &= 1382 + \frac{60}{2} = 1412 \text{ } ^\circ\text{F}
 \end{aligned}$$

Direncanakan :

$$\text{Pipa dengan ukuran OE} = 3,5 \text{ in}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 28,5 \text{ ft} \\
 \text{Jarak antar tube} &= 8 \text{ in} \\
 \text{Jumlah pipa per baris} &= 10 \quad (\text{Kern, tabel 11 hal 844}) \\
 - \text{ Lebar bidang konveksi} &= (\text{jumlah tube} + 0,5) \times \text{jarak antar tube} \\
 &= (10 + 0,5) \times 9 \\
 &= 94,5 \text{ in} \\
 - \text{ Free width} &= 94,5 - 6 (3,5) \\
 &= 73,5 \text{ in} = 6,125 \text{ ft} \\
 - \text{ Luas diluar pipa per baris} &= 6,125 \times 28,5 \\
 &= 174,56 \text{ ft}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_n &= 6945790,992 \text{ Btu/jam} \\
 &= 6,945790992 \text{ MM Btu/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Flue gass dengan 20\% excess udara} &= 6,9458 \times 1000 \\
 &= 6945,7910 \text{ lb/jam} \\
 &= 1,9294 \text{ lb/detik}
 \end{aligned}$$

$$\text{Laju alir massa per satuan luar (G)} = \frac{1,9294}{174,5625} = 0,011053 \text{ lb/ft}^2 \cdot \text{s}$$

$$\text{Convection koefisien, } h_{cc} = 4,35$$

$$\text{Gas radiaton koefisien, } h_{cr} = 5,1$$

Wall radiaton koefisien (h_{cw})

$$\begin{aligned}
 h_{cw} &= 9,46 \left(\frac{T_{\text{tube wall}}}{1000} \right)^3 \\
 &= 9,46 \left(\frac{1384}{1000} \right)^3 \\
 &= 25,0784
 \end{aligned}$$

$$\text{Row-to-row tube spacing} = \frac{8}{12} \times 0,866 = 0,5773 \text{ ft}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Luas dinding per baris, } \Delta c' &= 2(0,5773) \times 28,5 \\
 &= 32,908 \text{ ft}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Luas tube perbasis, } \Delta c_f &= 6(\pi \cdot D \cdot L) \\
 &= 6(\pi \times (3,5 / 12) \times 28,5) \\
 &= 156,6075 \text{ ft}^2
 \end{aligned}$$

Convection section wall radiation faktor,

$$\begin{aligned}
 f &= \frac{h_{cw}}{h_{cc} + h_{cr} + h_{cw}} \left(\frac{\Delta c_w}{\Delta c_f} \right) \\
 &= \frac{25,0784}{4,35 + 5,1 + 25,0784} \times \frac{32,908}{156,6075} = 0,1526
 \end{aligned}$$

Koefisien heat transfer film zone konveksi

$$\begin{aligned}
 h_c &= (1 + f) (h_{cc} + h_{cr}) \\
 &= (1 + 0,1526) (4,35 + 5,1) \\
 &= 10,89226
 \end{aligned}$$

Asumsi bahwa koefisien film pada tube, $h = 100$, maka:

$$\begin{aligned} U_c &= \frac{h_{ci} \times h_c}{h_{ci} + h_c} \\ &= \frac{100 \times 10,89226}{100 + 10,89226} \\ &= 9,8224 \text{ Btu/jam.ft}^2.\text{°F} \end{aligned}$$

Luas zone konveksi (Δc)

$$\begin{aligned} \Delta c &= \frac{Q_c}{U_c \cdot \Delta T_{LMTD}} = \frac{1083975,3197}{9,822 \times 65,674} \\ &= 1680,3984 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

$$\text{jumlah tube} = \frac{\Delta c}{\text{Luas tube}} = \frac{1680,3984}{156,6075} = 10,7300 \text{ tube}$$

jadi, jumlah tube = 11 tube

$$\begin{aligned} \text{Luas sesungguhnya, } \Delta c &= 11 \times (156,61 / 6) \\ &= 287,1138 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Tinggi badan konveksi} = 9 \times \frac{9}{12} = 6,75 \text{ ft}$$

d. Perhitungan dimensi stack

Suhu udara di luar stack = 86 °F

- Flue gas temperatur = 2200 °F

Laju alir lue gas :

$$\begin{aligned} \frac{10^6 \cdot G_f}{Q_n} &= 848 + (8 \times 0,2) = 849,6 \text{ lb/Mbtu} \\ &= 0,519106 \text{ lb/ft}^3 \cdot \text{s} \end{aligned}$$

$$\text{Draft} = 1,1 \text{ in/ 100 ft}$$

Ditetapkan shield tube 25 ft diatas burner

$$\begin{aligned} \text{Draft} &= \frac{1,1 \times 25}{100} \\ &= 0,275 \text{ in} \end{aligned}$$

Asumsi kebutuhan untuk burner = 0,35 in

Jadi pada shield tube Draft = 0,075 in

Laju alir flue gas pada zone konveksi, = 0,5191 lb/ft³.s

Densitas flue gas, ρ_g = 0,186 lb/ft³

Jadi kecepatan head adalah:

$$P_v = \frac{0,003 \text{ G}^2}{\rho_g} = \frac{0,003 (0,5191)^2}{0,186} = 4,3463\text{E-}03 \text{ in water}$$

$$\text{friction} = \frac{25 \times 4,3463\text{E-}03}{2} = 5,4329\text{E-}02$$

$$\text{Temperatur stack (Ts)} = 800 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$\text{Densitas stack gas, } \rho_g = 0,0298 \text{ lb/ft}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Volume flue gas} &= \frac{1,9294 \text{ lb/detik}}{0,02983 \text{ lb/ft}^3} \\ &= 64,6794 \text{ ft}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Dicoba stack dengan $\Pi = 8 \text{ ft}$ dan ditetapkan kecepatan gas = $25,4 \text{ ft/s}$

$$\begin{aligned} \text{Velocity head (Pv)} &= 0,003 \times 25,4^2 \rho_g \\ &= 5,7735\text{E-}02 \end{aligned}$$

Misal tinggi 40 ft, maka:

$$\frac{L}{40} = \frac{40}{20 \times 8} = 0,25$$

$$\begin{aligned} \text{Loss} &= \left(3 + \frac{L}{40} \right) Pv \\ &= \left(3 + 0,25 \right) 5,7735\text{E-}02 \\ &= 0,1876 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total draft yang dibutuhkan} &= \text{draft shield tube} + \text{friction} + \text{loss} \\ &= 0,075 + 5,4329\text{E-}02 + 0,1876 \\ &= 0,3170 \text{ in} \end{aligned}$$

jika $T_s = 800 \text{ } ^\circ\text{F}$, maka draft dari stack = $0,8 \text{ in/ } 50 \text{ ft}$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi stack} &= \frac{\text{total draft}}{\text{draft stack}} \times 600 \\ &= \frac{0,3170}{0,8} \times 600 \\ &= 237,7265 \text{ in} \\ &= 19,8105 \text{ ft} \end{aligned}$$

e. Perhitungan tebal stack

$$\begin{aligned} \text{Dari neraca panas (App. B) didapat panaan ke stac} &= 8634255,101 \text{ kcal/jam} \\ &= 34263314,52 \text{ Btu/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Asumsi kehilangan panas} &= 2\% = 0,02 \times 34263314,52 \\ &= 1370532,581 \text{ Btu/jam} \end{aligned}$$

$$\text{Asumsi temperatur dinding luar sta} = 302 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$\text{Konduktivitas termal baha} = 18,6 \quad (\text{kern, hal 799})$$

$$\begin{aligned} b &= \frac{\pi \cdot Di \cdot k \cdot (t_2 - t_1)}{q} = \frac{3,14 \times 8 \times 18,6 \cdot (800 - 302)}{1370532,581} \\ &= 0,169775 \text{ ft} \\ &= 0,051747 \text{ m} \end{aligned}$$

f. Tebal dinding furnace

$$\frac{q}{A} = \frac{K(t_2 - t_1)}{b}$$

Dinamakan: q = Panas yang hilang (2% dari panas total), Btu/jam

A = Luas permukaan dinding furnace, ft^2

b = tebal dinding furnace, ft

t_1 = temperatur dinding, °F

t_2 = temperatur dalam reaktor, °F

K = termal konduktivitas bahan, Btu/j.ft.°F

Dinding terbuat dari batu tahan api, dari tabel 2, Kern diperoleh

$$K = 0,0813 \text{ Btu/j.ft.}^\circ\text{F}$$

Maka:

$$\begin{aligned} b &= \frac{1456 \times 0,0813 \times (800 - 302)}{0,02 \times 6945790,992} \\ &= 0,4244 \text{ ft} \\ &= 0,1293 \text{ m} \end{aligned}$$

g. Penentuan ukuran nozzle

Dalam perencanaan reaktor furnace, nozzle digunakan untuk:

1. Nozzle untuk pemasukan umpan

- Rate umpar = 9062,1691 kg/jam = 19978,4580 lb/jam

- Densitas umpan = 253,392 lb/ft^3

- Viskositas umpar = 0,5566 lb/ft.jam

$$\begin{aligned} \text{Rate volumetrik} &= \frac{19978,4580 \text{ lb/jam}}{253,392 \text{ lb/ft}^3} \\ &= 78,8441 \text{ ft}^3/\text{jam} \\ &= 1,3141 \text{ ft}^3/\text{menit} \end{aligned}$$

- Asumsi aliran turbulen

$$DI = 10,2 \text{ in}$$

checking harga N_{re} , aliran turbulen apabila: $N_{re} > 2100$

$$\begin{aligned} N_{re} &= \frac{DI \times \rho \times v}{\mu} = \frac{10,2 \times 253,392 \times 1,3141}{0,5566} \\ &= 6101,9365 \text{ (turbulen)} \end{aligned}$$

Dengan tabel 11 kern, hal 844 digunakan pipa ukuran 14 in 30 sch

$$ID = 13,25 \text{ in}$$

$$OD = 14 \text{ in}$$

$$\text{Tebal pipa} = OD - ID = 14 - 13,25 = 0,75 \text{ in}$$

Bahan konstruksi yang digunakan adalah High Alloy steel SA-240 grade M

f yang diijinka = 17273 (App.D, Brownell&young, hal 342)

$$C = 0,125 = 1/8$$

$$E = 0,8$$

$$P = 1 \text{ atm} = 14,7 \text{ Psi}$$

$$t = \frac{P_i \cdot d_i}{2(f \cdot E - 0,6P_i)} + C$$

$$= \frac{14,7000}{2(17273 \times 0,80 - 0,6 \times 14,7000)} \times \frac{13,2500}{1} + 0,125$$

$$= 0,1321$$

Tebal design > tebal kenyataa

2. Nozzle untuk pengeluaran

Data produk yang keluar reaktor :

- Rate produk keluar reaktor = 18336,8506 kg/jam
= 40425,42085 lb/jam
- ρ camp = 427,4945 lb/ft³
- μ camp = 0,0427 lb/ft.jam

$$\text{Rate volumetrik} = \frac{40425,4209 \text{ lb/jam}}{427,4945 \text{ lb/ft}^3}$$

$$= 94,5636 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$= 1,5761 \text{ ft}^3/\text{menit}$$

- Asumsi aliran turbulen

$$DI = 10,2 \text{ in}$$

checking harga Nre, aliran turbulen apabila: $Nre > 2100$

$$Nre = \frac{\rho \times D \times v}{\mu} = \frac{427,4945 \times 2,5 \times 1,5761}{0,0427}$$

$$= 39447,1320 \text{ (turbulen)}$$

Dengan tabel 11 kern, hal 844 digunakan pipa ukuran 4 in 40 sch

$$ID = 2,067 \text{ in}$$

$$OD = 2,38 \text{ in}$$

$$\text{Tebal pipa} = OD - ID = 2,38 - 2,067 = 0,313 \text{ in}$$

Bahan konstruksi yang digunakan adalah High Alloy steel SA-240 grade M

f yang diijinka = 1000 (App.D, Brownell&young, hal 342)

$$C = 0,125 = 1/8$$

$$E = 0,8$$

$$P = 1 \text{ atm} = 14,7 \text{ Psi}$$

$$t = \frac{P_i \cdot d_i}{2(f \cdot E - 0,6P_i)} + C$$

$$= \frac{14,7000}{2(1000 \times 0,80 - 0,6 \times 14,7000)} \times \frac{2,0670}{1} + 0,125$$

$$= 0,1442$$

Tebal design > tebal kenyataan, sehingga memadai

3. Nozzle untuk Manhole

Lubang manhole berdasarkan standart yang ada yaitu : 20 in

(Brownell and Young item 3 dan 4 halaman 351)

| | | | | |
|---|-------|---|---------|------|
| - Ukuran pipa | (NPS) | : | 20 | in |
| - Diameter luar | (DO) | : | 27 1/2 | in |
| - Ketebalan flange minimum | (T) | : | 1 11/16 | in |
| - Diameter lubang | (R) | : | 23 | in |
| - Diameter hubungan pada titik pengelasan | (K) | : | 20 | in |
| - Diameter hubungan pada alas | (E) | : | 22 | in |
| - Tebal nozzle | (L) | : | 5 11/16 | in |
| - Diameter dalam nozzle | (B) | : | 19,25 | in |
| - Jumlah lubang baut | | : | 20 | buah |
| - Diameter baut | | : | 1 1/8 | in |

4. Nozzle untuk Peephole

Lubang manhole berdasarkan standart yang ada yaitu : 6

(Brownell and Young item 1 dan 2 halaman 349)

| | | | | |
|---|-------|---|--------|------|
| - Ukuran pipa | (NPS) | : | 6 | in |
| - Diameter luar | (DO) | : | 6 5/8 | in |
| - Ketebalan flange minimum | (T) | : | 0,432 | in |
| - Diameter lubang | (R) | : | 6 3/4 | in |
| - Diameter hubungan pada titik pengelasan | (K) | : | 6 | in |
| - Diameter hubungan pada alas | (E) | : | 22 | in |
| - Tebal nozzle | (L) | : | 16 1/4 | in |
| - Diameter dalam nozzle | (B) | : | 3/8 | in |
| - Jumlah lubang baut | | : | 6 | buah |
| - Diameter baut | | : | 1/4 | in |

f. Menghitung Berat Reaktor

Berat reaktor terdiri dari:

a. Berat shell reaktor

Rumus :

$$W_1 = (p \cdot L \cdot H) - (p-t \cdot L-t \cdot H) \rho \quad (\text{Hesse, pers. 4-16 hal. 92})$$

Dimana :

- W_1 = berat shell reaktor, lb
- p = panjang reaktor = 180,00 in = 15,00 ft
- L = lebar reaktor = 169,81 in = 14,15 ft
- H = tinggi reaktor (L_r) = 240,00 in = 20,00 ft
- ρ = densitas dari bahan konstruks = 480 lb/ft³

(Perry, edisi 7 tabel 2-118 hal. 2-119, stell cold drawn)

Berat shell reaktor :

$$\begin{aligned} W_1 &= 30 \times 15 \times 20,0 - (14,1512 \times 29,152 \times 20) \times 480 \\ &= 35964,3 \text{ lb} \\ &= 16313,30 \text{ kg} \end{aligned}$$

b. Berat tube

$$\text{Vol. tube} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (\text{OD}^2 - \text{ID}^2) \cdot H$$

- OD = diameter luar tube = 3,5000 in = 0,2917 ft
- ID = diameter dalam tube = 3,0680 in = 0,2557 ft
- H = tinggi tube reaktor (H) = 342 in = 28,500 ft
- ρ = densitas dari bahan konstruksi = 480 lb/ft³

(Perry, edisi 7 tabel 2-118 hal. 2-119, stell cold drawn)

$$\begin{aligned}\text{Vol. tube} &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (0,2917^2 - 0,2557^2) \times 28,500 \\ &= 0,0882 \text{ ft}^3 \\ &= 152,35 \text{ in}^3\end{aligned}$$

Volume total tube adalah

$$\begin{aligned}V_{\text{total}} &= \text{Vol. tube} \times \text{jumlah tube} \\ &= 0,0882 \times 32 \\ &= 2,8213 \text{ ft}^3 \\ &= 4875,2021 \text{ in}^3\end{aligned}$$

Berat tube adalah (W_4)

$$\begin{aligned}W_2 &= V \times \rho \\ &= 2,821298 \times 480 \\ &= 1354,222817 \text{ lb} \\ &= 614,2714 \text{ kg}\end{aligned}$$

c. Berat bahan dalam Reaktor

- Berat bahan baku

$$\begin{aligned}W_3 &= m \\ &= 19978,4580 \text{ lb} \\ &= 9062,1691 \text{ kg}\end{aligned}$$

Total berat material dalam reaktor

$$\begin{aligned}W_{\text{total}} &= W_1 + W_2 + W_3 \\ &= 16313,2951 + 614,2714 + 9062,1691 \\ &= 25989,7357 \text{ kg}\end{aligned}$$

Dengan vaktor keamanan adalah 20 %, maka berat total beban penyangga

$$\begin{aligned}W_{\text{max}} &= 1,2 \times W_{\text{total}} \\ &= 1,2 \times 25989,7357 \text{ kg} \\ &= 31187,68279 \text{ kg}\end{aligned}$$

Jadi:

$$\begin{aligned}P &= \frac{W_{\text{total}}}{n} \\ &= \frac{31187,6828}{6} \\ &= 5197,9471 \text{ kg}\end{aligned}$$

g. Perancangan Kolom Penyangga

$$\begin{aligned} \text{Berat untuk perancangan} &= \text{berat total reaktor} \\ &= 31187,6828 \text{ kg} \end{aligned}$$

Reaktor disangga dengan 4 kaki.

$$\begin{aligned} \text{Beban tiap kolom penyangga adalah} &= 5197,9471 \text{ kg maka direncanakan} \\ \text{jarak kolom dengan lantai (I)} &= 5 \text{ ft} \end{aligned}$$

Kaki penyangga dilas ditengah-tengah ketinggian (50 % dari tinggi total reaktor).

a. Menentukan tinggi kolom (L)

Panjang kolom penyangga:

$$L = 0,5 H + I$$

Dimana:

$$H = \text{tinggi reaktor} = 240 \text{ in} = 20 \text{ ft}$$

$$I = \text{jarak kolom dengan lantai} = 5 \text{ ft}$$

$$L = 0,5 \times 20 + 5$$

$$= 15 \text{ ft}$$

$$= 180 \text{ in}$$

b. Trial ukuran I beam

Dipilih ukuran I beam 7 in ukuran berat $7 \times 3 \frac{5}{8}$ in

Dari Brownell & Young, App. G, hal 355, didapatkan :

$$\text{Kedalaman beam (h)} = 7 \text{ in}$$

$$\text{Lebar flange (b)} = 3,86 \text{ in}$$

$$\text{Web thickness} = 0,45 \text{ in}$$

$$\text{Ketebalan rata-rata flange} = 0,392 \text{ in}$$

$$\text{Area of section (A)} = 5,83 \text{ in}^2$$

$$\text{Berat/ft} = 20 \text{ lb}$$

Peletakan dengan beban eksentrik (axis 1-1)

$$I = 41,9 \text{ in}^4$$

$$S = 12,0 \text{ in}^3$$

$$r = 2,68 \text{ in}$$

Peletakan tanpa beban eksentrik (axis 2-2) :

$$I = 3,1 \text{ in}^4$$

$$S = 1,6 \text{ in}^3$$

$$r = 0,74 \text{ in}$$

Cek terhadap peletakan sumbu axis 1-1 maupun axis 2-2 .

- Axis 1-1

$$l/r = 180,0000 / 2,68$$

$$= 67,16418 \text{ in}$$

($l/r < 120$, memenuhi)

(Brownell & Young, 195; 201)

Stress kompresif yang diizinkan (f_c):

$$f_c = \frac{18000}{1 + \left(\frac{1^2}{18000 \times r^2} \right)}$$

$$= \frac{18000}{1 + \frac{180^2}{18000 \times 2,68^2}}$$

$$= 14392,95$$

$f_c < 15.000$ psi , sehingga memenuhi (Brownell and Young, p.201)

Jarak antara center line kolom penyangga dengan center line shell (a) :

$$a = \frac{1}{2} \times \text{lebar flange} + 1,5$$

$$= \frac{1}{2} \times 3,86 + 1,5$$

$$= 3,43 \text{ in}$$

$$y = \frac{1}{2} \times \text{lebar flange}$$

$$= \frac{1}{2} \times 3,86$$

$$= 1,93 \text{ in}$$

$$Z = I/y$$

$$= 41,9 / 1,93$$

$$= 21,710 \text{ in}^3$$

Beban kompresi total maksimum tiap lug (P) :

$$P = \frac{4 P_w (H-L)}{n D_{bc}} + \frac{\sum W}{n} \quad (\text{Pers. 10.79, Brownell and Young, 1959})$$

Keterangan

P_w = beban angin total pada permukaan yang terbuka, lbm

H = tinggi reaktor di atas pondasi, ft

L = jarak dari fondasi ke bagian bawah reaktor, ft

D_{bc} = diameter anchor-bolt circle, ft

n = jumlah penyangga, n

$\sum W$ = berat reaktor kosong + berat liquid dan beban mati lainnya, lbm

Umumnya vessel dengan penyangga lug atau lug supported memiliki ketinggian yang lebih rendah dibandingkan skirt supported vessel, sehingga wind load sangat minor pengaruhnya. Wind load cenderung mempengaruhi vessel jika vessel dalam keadaan kosong. Berat vessel dalam keadaan terisi oleh cwateran cenderung stabil (Hal.197, Brownell & Young, 1959).

$$P = \frac{\sum W}{n}$$

$$= \frac{31187,6828}{8}$$

$$= 3898,4603 \text{ kg}$$

$$= 8594,5457 \text{ lb}$$

Menghitung beban eksentrik :

$$f_{ac} = \frac{P \cdot a}{Z} \quad (\text{Pers. 10.98, Brownell and Young, 1959})$$

$$= \frac{8594,5457 \times 3,43}{21,710}$$

$$= 1357,8767 \text{ lb/in}^2$$

$$\begin{aligned}
 f &= f_c - f_{ac} \\
 &= 14392,94621 - 1357,8767 \\
 &= 13035,0695 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

Luas penampang lintang:

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{P}{f} && \text{(Pers. 10.98, Brownell and Young, 1959)} \\
 &= \frac{8594,5457}{13035,0695} \\
 &= 0,6593 \text{ in}^2
 \end{aligned}$$

($0,6593 < A \text{ tabel } (10,20 \text{ in}^2)$) sehingga memenuhi

- Axis 2-2

$$\begin{aligned}
 l/r &= 180 / 0,74 \\
 &= 243,24
 \end{aligned}$$

($l/r > 120$, tidak memenuhi)

h. Perencanaan Base Plate.

a. Menentukan luas base plate

Dibuat base plate dengan toleransi panjang adalah 5% dan toleransi lebar 20% (Hesse, hal. 163)

Digunakan besi cor sebagai bahan konstruksi dari base plate.

Dasar perhitungan :

$$Abp = \frac{P}{fbp}$$

Dimana:

Abp = luas base plate, in²

P = beban tiap base plate = 8594,5457 lb

fbp = stress yang diterima oleh pondasi yang terbuat dari beton 600
(Hesse, table 7.7, hal. 162)

Sehingga:

$$\begin{aligned}
 Abp &= \frac{8594,5457}{600} \\
 &= 14,3242 \text{ in}^2
 \end{aligned}$$

b. Panjang dan lebar base plate

$$Abp = p \times l$$

Dimana:

Abp = luas base plate = 14,3242 in²

p = panjang base plate, in = 2 m + 0,95 h

l = lebar base plate, in = 2 n + 0,8 b

diasumsikan m = n (Hesse, hal 163)

Dipilih ukuran I beam 7 in ukuran berat 7 × 3 5/8 in

h = 7 in

b = 3,86 in

maka:

$$\begin{aligned}
 \text{Abp} &= (2 m + 0,95 h) \times (2 n + 0,8 b) \\
 14,3242 &= (2 m + 0,95 \times 7) \times (2 n + 0,8 \times 3,86) \\
 14,3242 &= (2 m + 6,7) \times (2 m + 3,088) \\
 &= (4m^2 + 15,2 m + 9,738) \\
 14,3242 &= (4m^2 + 15,2 m + -4,5862)
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan rumus abc, maka:

$$\begin{aligned}
 m_{1,2} &= \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \\
 &= \frac{-15,2 \pm \sqrt{15,2^2 - (4 \times 4 \times -4,5862)}}{2 \times 4} \\
 &= \frac{-15,2 \pm 17,448}{8}
 \end{aligned}$$

$$m_1 = 0,281$$

$$m_2 = -4,081$$

Sehingga :

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang base plate (p)} &= 2 m + 0,95 h \\
 &= 2 \times 0,281 + 0,95 \times 7 \\
 &= 7,2119 \text{ in} \\
 &\approx 8 \text{ in}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar base plate} &= 2 n + 0,8 b \\
 &= 2 \times 0,281 + 0,95 \times 3,86 \\
 &= 4,2289 \text{ in} \\
 &\approx 5 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan didapatkan panjang base plate 8 in dan lebar base plate 5 in, maka ditetapkan ukuran base plate yang digunakan adalah 8 × 5 dengan luas (A) = 40 in²

- Peninjauan terhadap bearing capacity (f)

$$f = \frac{P}{A}$$

Dengan :

- f = bearing capacity, lb/in²
- P = beban tiap kolom = 8594,5457 lb
- A = luas base plate = 40 in²

Maka :

$$\begin{aligned}
 f &= \frac{8594,5457}{40} \\
 &= 214,8636 \text{ lb/in}^2 < 600 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

Karena $f < f_{bp}$, maka dimensi base plate sudah memenuhi

- Peninjauan terhadap m dan n

Panjang base plate (P)

$$P = 2m + 0,95h$$

$$8 = 2m + 0,95 \times 7$$

$$m = 0,7$$

Lebar base plate (I)

$$I = 2n + 0,8b$$

$$5 = 2n + 0,8 \times 3,86$$

$$n = 1,0$$

Karena harga $m < n$, maka tebal base plate dihitung berdasarkan harga n

c. Tebal base plate

$$t = \sqrt{0,00015 \cdot F \cdot n^2}$$

Dimana:

t = tebal base plate, in

F = beban yang harus ditahan = 8594,5457 lb

n = 1,0 in

Sehingga:

$$\begin{aligned} t &= \sqrt{0,00015 \cdot F \cdot n^2} \\ &= \sqrt{0,00015 \cdot (8594,5457) \cdot (1,0^2)} \\ &= 1,0855 \text{ in} \\ &= 1,5 \text{ in} \end{aligned}$$

Jadi digunakan tebal base plate = 1,5 in

d. Menentukan ukuran baut

$$\begin{aligned} P_{\text{baut}} &= p/n \\ &= 8594,5457 / 4 \\ &= 2148,6364 \text{ lb} \end{aligned}$$

Keterangan:

p = Beban baut = 8594,5457 lb

n = Jumlah baut yang digunakan = 4 buah

P_{baut} = Beban tiap baut

Menentukan luas baut (A_{baut})

$$A_{\text{baut}} = \frac{P_{\text{baut}}}{F_{\text{baut}}}$$

dimana:

A_{baut} = luas baut

P_{baut} = beban tiap baut = 2148,6364 lb

F_{baut} = stress maksimal tiap baut = 12000 lb/in²

maka:

$$\begin{aligned} A_{\text{baut}} &= \frac{2148,6364}{12000} \\ &= 0,1791 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_{\text{baut}} &= 1/4 \times \pi \times db^2 \\
 0,1791 &= 1/4 \times \pi \times db^2 \\
 db^2 &= 0,2281 \\
 db &= 0,4776 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Dari Brownell & Young, tabel 10.4, hal. 188 diperoleh ukuran baut in dengan dimensi baut sebagai berikut:

- Ukuran baut = 5/8 in
- Root area = 0,202 in
- Bolt spacing min = 1 1/2 in
- Min radial distance = 1 5/16 in
- Edge distance (E) = 3/4 in
- Nut dimension = 1 1/16 in
- Max filled radius = 5/16 in

i. Menentukan Dimensi Lug dan Gusset

Dasar Perhitungan :

Dari gambar 10.6, hal 191, Brownell diperoleh :

a. Lebar Lug

$$\begin{aligned}
 A = \text{lebar lug} &= \text{ukuran baut} + 9 \text{ in} \\
 &= 5/8 + 9 \text{ in} \\
 &= 9,625 \text{ in}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 b = \text{jarak antar gusset} &= \text{ukuran baut} + 8 \text{ in} \\
 &= 5/8 + 8 \text{ in} \\
 &= 8,625 \text{ in}
 \end{aligned}$$

b. Lebar Gusset

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar gusset (l)} &= 2 (\text{lebar kolom} - 0,5 \text{ ukuran baut}) \\
 &= 2 \times (5,0 - 1/3) \\
 &= 9,375 \text{ in}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar lug atas (a)} &= 0,5 (\text{panjang kolom} - \text{ukuran baut}) \\
 &= 0,5 \times (8 - 5/8) \\
 &= 2,750 \text{ in}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Perbandingan tebal base plate} &= \frac{b}{l} \quad (\text{Brownell \& Young Hal 193}) \\
 &= \frac{8,6250}{9,375} = 0,9200 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Dari tabel 10.6, hal 192, Brownell didapat $\gamma_1 = 0,565$

$$\begin{aligned}
 e &= 0,5 \times \text{nut dimension} \\
 &= 0,5 \times 1 \ 1/16 \quad (\text{Brownell \& Young Hal 188}) \\
 &= 0,5313 \text{ in}
 \end{aligned}$$

c. Tebal Plate Horizontal (Lug)

Menentukan maksimum bending moment sepanjang sumbu radial

Dari persamaan 10.40, hal 192, Brownell :

$$M_y = \frac{P}{4\pi} \left[(1 + \mu) \times \ln \frac{2L}{\pi \cdot e} + (1 - \gamma_1) \right]$$

Dimana :

M_y = maksimum bending moment sepanjang sumbu radial

P = beban tiap baut = 2148,6364 lb

μ = poisson's ratio = 0,33 untuk steel

L = panjang horisontal plate baut = 9,4 in

e = nut dimension = 1,063 in

γ_1 = 0,565

Jadi :

$$\begin{aligned} M_y &= \frac{2148,6364}{4\pi} \left[(1 + 0,33) \times \ln \frac{2 \times 17,5}{\pi \times 1,063} + (1 - 0,565) \right] \\ &= 505,9427 \text{ lb} \end{aligned}$$

M_y disubstitusikan ke persamaan 10.41, hal 193, Brownell diperoleh :

$$\begin{aligned} thp &= \sqrt{\frac{6 \times M_y}{f}} \\ &= 2,2493 \text{ in} \end{aligned}$$

Maka digunakan plate dengan tebal = 2,2493 in

d. Tebal Plate Vertikal (Gusset)

Dari Brownell & Young, fig. 10.6, hal. 191 pers 10.47 hal 194 diperoleh:

$$\begin{aligned} \text{gusset min} &= \frac{3}{8} \times thp \\ &= \frac{3}{8} \times 2,2493 \\ &= 0,8435 \text{ in} \end{aligned}$$

e. Tinggi Gusset

$$\begin{aligned} hg &= A + \text{ukuran baut} \\ &= 9,63 + 5/8 \\ &= 12,125 \text{ in} \end{aligned}$$

f. Tinggi Lug

$$\begin{aligned} \text{Tinggi Lug} &= hg + 2 \text{ thp} \\ &= 12,125 + 2 \times 2,2493 \\ &= 16,6236 \text{ in} \end{aligned}$$

h. Dimensi Pondasi

Perencanaan :

- Beban total yang harus ditahan pondasi :
 - Berat reaktor total
 - Berat kolom penyangga
 - Berat base plate
- Ditentukan :
 - Masing-masing penyangga diberi pondasi
 - Spesifik untuk semua penyangga sama

Dasar Perhitungan :**a. Berat total reaktor**

$$W = 31187,6828 \text{ kg} = 68756,36547 \text{ lb}$$

b. Beban yang harus ditanggung tiap kolom

Rumus :

$$W_{bp} = p \cdot l \cdot t \cdot \rho$$

Dimana :

- p = panjang base plate = 8 in = 0,6667 ft
- l = lebar base plate = 5 in = 0,4167 ft
- t = tebal base plate = 1,5 in = 0,1250 ft
- ρ = densitas dari bahan konstruks = 480 lb/ft³

Beban yang ditanggung tiap kolom :

$$\begin{aligned} W_{bp} &= 0,6667 \times 0,4167 \times 0,1250 \times 480 \\ &= 16,6667 \text{ lb} \end{aligned}$$

c. Beban tiap penyangga

Rumus :

$$W_p = L \cdot A \cdot F \cdot \rho$$

Dimana :

- L = tinggi kolom = 180,0000 ft
- A = luas kolom I beam = 0,6593 in² = 0,00 ft²
- F = faktor koreksi = 3,4
- ρ = densitas dari bahan konstr = 480 lb/ft³

Beban tiap penyangga :

$$\begin{aligned} W_p &= 180,0000 \times 0,0046 \times 3,4 \times 480 \\ &= 1345,0532 \text{ lb} \end{aligned}$$

d. Beban total

$$\begin{aligned} W_{total} &= W + W_{bp} + W_p \\ &= 70118,0853 \text{ lb} \end{aligned}$$

Dianggap hanya ada gaya vertikal dan berat kolom itu sendiri bekerja pada pondasi, maka diambil :

- Luas atas = 15 × 15 in
- Luas bawah = 20 × 20 in
- Tinggi = 30 in
- Luas permukaan tanah rata-rata :

$$A = 20 \times 20 = 400 \text{ in}^2$$

Volume pondasi :

$$\begin{aligned} V &= A \times t \\ &= 0,6593 \times 30 \\ &= 12000 \text{ in}^3 = 6,9444 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

• Berat pondasi :

$$W = V \times \rho$$

Dimana :

$$\rho = \text{densitas semen} = 144 \text{ lb/ft}^3$$

Maka :

$$\begin{aligned} W &= 6,9444 \times 144 \\ &= 999,9936 \text{ lb} \\ &= 453,5941 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Tekanan tanah :

Pondasi didirikan diatas semen sand dan gravel, dengan :

- Save bearing minimum = 5 ton/ft²
- Save bearing maximum = 10 ton/ft²

Kemampuan tekanan tanah sebesar :

$$\begin{aligned} P &= 5 \text{ ton/ft}^2 \times \frac{2240 \text{ lb} \times 1 \text{ ft}}{1 \text{ ton} \times 144 \text{ in}^2} \\ &= 77,7778 \text{ lb/in}^2 \end{aligned}$$

Tekanan pada tanah :

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

Dimana :

- W = berat beban total + berat pondasi
- A = luas bawah pondasi = (20 x 20) i 400 in²

Sehingga :

$$P = \frac{999,9936 + 70118,0853}{400}$$

$$P = 8,8898 \text{ lb/in}^2 < 77,7778 \text{ lb/in}^2$$

Karena tekanan yang diberikan tanah lebih kecil daripada kemampuan tanah menahan pondasi, maka pondasi dengan ukuran (75 x 75) in untuk luas atas dan (20 x 20) in untuk luas bawah dengan tinggi pondasi 30 in dapat digunakan.

VI.3. Spesifikasi alat

- « Nama : Reaktor
- « Jenis : Fired Heater
- « Dimensi alat :

a. Bagian reaktor

- Tekanan operasi = 1 atm
- Temperatur operasi = 1200 °C
- Residence time = 10 detik
- Volume reaktor = 16,81178 m³

b. Ukuran furnace

- Lebar = 15 ft = 4,572 m

BAB VII

INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA

Untuk mendapatkan kualitas dan kuantitas produk yang diinginkan diperlukan adanya suatu alat untuk mengontrol jalannya suatu proses. Selain itu peranan sumber daya manusia juga sangat penting dalam menentukan suatu produksi, dengan pertimbangan tersebut perlu adanya suatu bagian yang berfungsi untuk mengontrol peralatan dan menjaga keselamatan kerja.

7.1. Instrumentasi

Instrumentasi merupakan bagian yang sangat penting dalam mendirikan suatu industri. Instrumentasi ini dapat merupakan petunjuk (indikator), perekam (recorder) dan pengontrol (controller). Dalam industri kimia banyak menggunakan variabel-variabel yang memerlukan pengontrolan, baik secara otomatis maupun manual seperti temperatur, tekanan, laju alir, ketinggian cairan suatu alat. Pengontrolan secara otomatis menghasilkan kualitas produk yang terbaik, juga dapat mengurangi kebutuhan tenaga kerja. Pada pra rencana pabrik *Carbon Black* ini, instrumen yang digunakan ada yang secara manual maupun secara otomatis, tergantung dari sistem peralatan dan faktor pertimbangan teknis serta ekonominya. Dengan adanya instrumentasi ini diharapkan:

1. Kondisi operasi suatu peralatan tetap terjaga pada kondisi yang aman
2. Rate produksi diatur dalam batas-batas yang direncanakan
3. Kualitas produksi lebih terjaga
4. Mempermudah pengoperasian alat
5. Kondisi-kondisi berbahaya dapat diketahui lebih dini melalui alarm peringatan
6. Keselamatan kerja lebih terjamin
7. Efisiensi kerja akan meningkat

Pada umumnya instrumentasi dapat dibedakan berdasarkan proses kerjanya, yaitu:

1. Proses manual

Pada proses manual biasanya peralatan itu hanya terdiri dari instrumentasi petunjuk dan pencatat saja yang sepenuhnya ditangani oleh tenaga manusia.

2. Proses otomatis

Pengendalian secara otomatis dilakukan dengan alat control yang dapat bekerja dengan sendirinya dan terhubung oleh monitor agar setiap saat kita dapat memantau performance alat proses.

Pengendalian proses dilakukan secara otomatis dengan pertimbangan biaya yang cukup matang, karena biasanya penggunaan alat kontrol otomatis memerlukan biaya yang lebih besar atau sebaliknya lebih mudah daripada pemakaian alat kontrol manual.

Pengendalian secara otomatis mempunyai keuntungan, antara lain:

- Mengurangi jumlah pegawai (*man power*)
- Keselamatan kerja lebih terjamin
- Hasil proses lebih akurat dan dapat dipertanggungjawabkan

Faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam pemilihan instrumentasi adalah:

- Jenis instrumentasi
- Range yang diperhitungkan untuk pengukuran
- Ketelitian yang diperlukan
- Bahan konstruksi serta pengaruh pemasangan instrumentasi pada kondisi operasi

Jenis-jenis instrumentasi adalah:

- **Indikator** : Alat yang menunjukkan kondisi operasi suatu daerah tertentu dari suatu peralatan.
- **Controller** : Alat yang dapat menunjukkan kondisi operasi dan mengendalikannya sehingga sesuai dengan yang diinginkan.

Pada pra rencana pabrik *Carbon Black*, alat-alat kontrol otomatis yang digunakan adalah:

1. *Pressure Controller (PC)*

Berfungsi untuk mengontrol tekanan pada alat yang beroperasi. *Pressure Controller (PC)* dipasang pada alat reaktor furnace.

2. *Temperature Controller (TC)*

Berfungsi untuk mengontrol temperatur pada alat yang beroperasi. *Temperature Controller (TC)* dipasang pada alat heater minyak I, reaktor furnace, quench tower, dan heater udara.

3. *Flow Controller (FC)*

Berfungsi untuk mengontrol rate flow feed. *Flow Controller* (FC) dipasang pada alat heater udara, heater minyak II, dan granulator.

4. *Level Indicator* (LI)

Berfungsi sebagai petunjuk tinggi dari bahan liquid dalam alat yang beroperasi. *Level Indicator* (LI) dipasang pada alat storage *decant oil*.

5. *Weight Controller* (WC)

Berfungsi untuk mengontrol berat permukaan produk pada alat yang beroperasi. *Weight Controller* (WC) dipasang pada alat hopper dan bin produk.

6. *Flow Ratio Controller* (FRC)

Berfungsi untuk mengontrol rate flow feed menggunakan rasio. *Flow Ratio Controller* (FRC) dipasang pada reaktor furnace.

Pemasangan alat instrument pada masing-masing peralatan proses terlihat pada tabel 7.1.

Tabel 7.1. Pemasangan alat kontrol pada pra rencana pabrik *Carbon Black*

| No | Kode | Nama Alat | Instrumen | Jumlah |
|-----|-------|---------------------------|-----------|--------|
| 1. | F-113 | <i>Storage Decant Oil</i> | LI | 1 |
| 2. | E-115 | Heater Minyak I | TC | 1 |
| 3. | R-110 | Reaktor Furnace | TC, PC | 1 |
| 4. | E-117 | Heater Udara | FC, FRC | 2 |
| 5. | E-118 | Heater Minyak II | FC | 1 |
| 6. | D-119 | Quench Tower | TC | 1 |
| 7. | F-122 | Hopper | WC | 1 |
| 8. | S-120 | Granulator | FC | 1 |
| 9. | E-135 | Heater Udara | TC | 1 |
| 10. | F-137 | Bin Produk | WC | 1 |

Agar sasaran dan tujuan tersebut dapat tercapai, maka di dalam perencanaan instrumentasi haruslah diingat hal-hal sebagai berikut:

1. Pemilihan instrumentasi harus direncanakan tentang pemilihan alat serta tempat pemasangan agar initial failure dari alat tersebut setelah dipasang bisa dihindarkan.
2. Sifat-sifat instrumen harus diingat dan harus dipilih dengan kriteria sebagai berikut:
 - a. Reability

Reability dapat dipenuhi dengan melihat alat yang mempunyai kategori:

- Sedikit gangguan
- Sedikit kerusakan
- Mudah ditangani

b. **Maintenanbility**

Alat harus diseleksi agar mudah dalam perawatan dan pemeliharaan dapat dilaksanakan dengan mudah dan dengan biaya perawatan yang murah.

Harus diperhatikan bahwa bila reability semakin tinggi, maka material instrumen cost semakin rendah.

7.2. Keselamatan Kerja

Keselamatan kerja adalah kecelakaan yang terjadi pada seseorang yang disebabkan oleh bahaya yang berkaitan dengan pekerjaan. Kecelakaan ini menimbulkan kerugian bagi karyawan, perusahaan, dan masyarakat. Untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja, maka dilakukan usaha keselamatan kerja yaitu usaha untuk mencegah terjadinya kecelakaan, kebakaran, dan penyakit dalam lingkungan kerja.

Usaha-usaha untuk mencegah atau mengurangi terjadinya bahaya-bahaya yang muncul di pabrik diantaranya:

1. **Bangunan pabrik**

Bangunan pabrik meliputi gedung maupun unit peralatan, hal-hal yang perlu diperhatikan adalah:

- Konstruksi harus mendapatkan perhatian yang cukup tinggi
- Peralatan petunjuk untuk pengamanan terhadap bahaya yang alamiah seperti petir, angin dan sebagainya perlu diperhatikan kelengkapannya.

2. **Ventilasi**

Pada ruang proses maupun yang lainnya, pertukaran udara diusahakan dengan baik, sehingga dapat memberikan kesegaran kepada karyawannya serta dapat menghindari gangguan terhadap pernapasan. Dengan demikian dapat diharapkan efisiensi kerja meningkat.

3. **Alat-alat bergerak**

Pada peralatan gerak sebaiknya diberi jarak yang cukup antara masing-masing peralatan sehingga mempermudah penanganan dan perbaikannya ditinjau dari segi keamanan.

4. Perpipaan

- Jalur proses yang terletak di atas permukaan tanah lebih baik daripada diletakkan di bawah tanah karena hal tersebut menyangkut timbulnya bahaya akibat kebocoran dan sulit untuk mengetahui letak kebocoran.
- Fire stop dan drain harus dipasang pada jarak yang teratur.
- Pengaturan dari perpipaan dan valve penting untuk pengamanan operasi. Bila terjadi kebocoran pada check valve sebaiknya diatasi dengan pemasangan block valve disamping check valve.
- Sebelum pipa-pipa dipasang sebaiknya dilakukan tes hidrostatik yang bertujuan untuk mencegah terjadinya stress yang berlebihan pada bagian-bagian tertentu atau pada bagian pondasi.
- Pada bagian pipa-pipa yang bersuhu tinggi hendaknya diisolasi sehingga tidak membahayakan.

5. Karyawan

Pada karyawan terutama para operator perlu diberikan bimbingan agar karyawan dapat melaksanakan tugasnya dengan baik dan tidak membahayakan keselamatan jiwanya maupun keselamatan orang lain.

6. Listrik

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

Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah:

- Peralatan-peralatan yang sangat penting seperti *switcher* dan transformator sebaiknya diletakkan di tempat yang aman atau tersendiri.
- Peralatan listrik di bawah tanah sebaiknya diberi tanda –tanda tertentu dengan jelas. Sebaiknya disediakan pembangkit tenaga (*power supply*) cadangan.

7. Pencegahan dan penanggulangan kebakaran

Penyebab kebakaran antara lain:

- Kebakaran yang terjadi berasal dari utilitas, bengkel, laboratorium, unit proses dan lain-lain.
- Terjadinya loncatan bunga api listrik pada saklar dan stop kontak serta instrumen yang lain.

Cara penanggulangan kebakaran:

- Menempatkan alat-alat utilitas yang cukup jauh dari *power plant*, tapi praktis dari unit operasi.
- Menghilangkan bahan-bahan yang mudah terbakar.
- Bangunan seperti bengkel, laboratorium, dan kantor sebaiknya diletakkan berdekatan dengan unit operasi.
- Dinding beton (*fire ball*) sebaiknya dibuat di sekitar semua storage tank yang berisi bahan yang mudah terbakar.
- Pemisahan isolasi pada pemadam kebakaran di setiap bagian pabrik.
- Menyediakan unit operasi pemadam kebakaran yang dilengkapi dengan alat-alat penanggulangan kebakaran yang lengkap.

Apabila terjadi kebakaran, api harus dilokalisir dan diusahakan dapat diketahui kemungkinan apa saja yang dapat terjadi dan bagaimana cara mengatasinya dan dengan segera menghubungi unit pemadam kebakaran setempat.

8. Pencegahan dan penanggulangan kebocoran gas

Selama gas dan uap dapat dikendalikan, keduanya tidak menimbulkan bahaya. Tetapi keadaan ini dapat berubah dengan cepat karena adanya gangguan operasi, kesalahan manipulasi, kesalahan peralatan atau kesalahan manusia yang mengakibatkan keluarnya gas atau uap beracun atau yang dapat terbakar ke atmosfer dalam jumlah yang besar.

Cara penanggulangan kebocoran gas antara lain:

- Menyelamatkan karyawan yang tidak dapat keluar dari ruangan beracun (pertolongan pertama)
- Menghindarkan kebocoran gas yang lebih lanjut
- Membuka pintu-pintu dan jendela-jendela
- Menghidupkan ventilasi ruangan

Reparasi kerusakan baru dapat dilaksanakan setelah udara di dalam ruangan tidak mengganggu pernapasan. Jika yang terjadi adalah kebocoran gas yang mudah

terbakar, petugas pemadam kebakaran harus segera dipanggil karena dapat timbul ledakan yang diakibatkan oleh suatu sumber api.

9. Situasi dengan resiko kerusakan yang meningkat drastis

Kadang-kadang proses yang berlangsung dalam pabrik tidak berlangsung seperti yang diharapkan. Kejadian-kejadian seperti kerusakan alat, kenaikan temperatur atau terhentinya aliran listrik bila tidak segera ditanggulangi dapat menimbulkan situasi yang mengakibatkan kerusakan besar. Sebagian dari perlengkapan teknis pada peralatan kimia berfungsi sebagai pengaman terhadap timbulnya suatu kecelakaan. Misalnya:

- Pengaman temperatur dengan umpan balik
- Atal pengaman terhadap tekanan berlebih
- Sinyal-sinyal akustik dan optic yang dihidupkan oleh data-data hasil pengukuran
- Bahan pemadam untuk menekan ledakan yang berfungsi secara otomatis
- Pemindahan hubungan secara otomatis ke agregat darurat (misalnya arus listrik darurat)

10. Bahaya listrik

Bahaya pengoperasian maupun perbaikan instrumen listrik hendaknya selalu menggunakan alat pengaman yang disediakan pabrik, sehingga para pekerja dapat terjaga keselamatannya.

Hal-hal yang perlu diperhatikan:

- a. Semua bagian pabrik harus diberi penerangan yang cukup
- b. Peralatan yang penting seperti switcher dan transformator diletakkan di tempat yang aman dan tersendiri
- c. Peralatan listrik di bawah tanah sebaiknya diberi tanda dengan jelas

Selain itu gangguan yang tidak dapat diperkirakan sebelumnya pun dapat juga terjadi. Penyebab gangguan ini sangat bervariasi sekali tergantung dari prosesnya sendiri, karena itu tidak mungkin diberikan instruksi-instruksi yang tepat tentang apa yang harus dilakukan. Hal-hal umum yang dilakukan antara lain:

- Tindakan-tindakan pengaman dilakukan dengan segera untuk menghindarkan kenaikan resiko kerusakan, misalnya: memutuskan aliran bahan dan energy yang berbahaya (bila tidak ada kemungkinan lain, lakukan dengan improvisasi), mendinginkan atau melakukan penggantian udara dengan ventilasi (alat dan ruangan)
- Pemasangan papan peringatan dan penutupan tempat tersebut
- Pembuatan laporan pada pimpinan, dan pimpinan akan memutuskan tindakan-tindakan keselamatan yang masih harus dilakukan

Selain itu, keselamatan kerja karyawan juga termasuk hal-hal yang sangat penting untuk diperhatikan. Para karyawan, terutama operator perlu diberi bimbingan atau pengarahan, sehingga karyawan dapat melaksanakan tugasnya dengan baik dan tidak membahayakan jiwanya maupun orang lain. Dengan disiplin dan kesadaran khususnya para operator maka dapat tercipta etos kerja yang tinggi dan aman, sehingga dapat mengurangi kecelakaan kerja bahkan harus diusahakan tanpa adanya kecelakaan kerja. Adapun peralatan keselamatan kerja pra rencana *Carbon Black*, yaitu:

Tabel 7.2. Alat keselamatan kerja pada pabrik *Carbon Black*

| No | Alat pelindung | Lokasi penggunaan |
|----|-----------------------|--------------------------------------|
| 1. | Helm | Unit proses, Storage |
| 2. | Sepatu bot | Unit proses, Storage |
| 3. | Masker | Unit proses, Storage, Laboratorium |
| 4. | Baju khusus (jas lab) | Laboratorium |
| 5. | Sarung tangan | Unit proses, Storage, Laboratorium |
| 6. | Pemadam kebakaran | Seluruh karyawan kantor dan lapangan |
| 7. | P3K | Seluruh karyawan kantor dan lapangan |

7.3. Dampak Lingkungan dan Penanganan Limbah

Setiap proses produksi akan menghasilkan buangan. Buangan yang dihasilkan dapat menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan sehingga kualitas lingkungan menurun sampai tingkat tertentu dan tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya, misalnya pencemaran air menyebabkan terjadinya perubahan kualitas air sehingga berbahaya untuk sumber makanan, kesehatan manusia, hewan, perikanan,

pertanian, ataupun rekreasi. Untuk menghindarinya perlu dilakukan suatu pengolahan lingkungan. Adapun hirarki dari pengolahan lingkungan adalah:

- Pengurangan buangan di sumbernya
- Pemanfaatan buangan di luar (eksternal)
- Pengelolaan buangan (IPAL)
- Pembuangan terkontrol

Macam-macam pencemaran antara lain:

1. Pencemaran fisik:

- Warna
- Bau dan rasa
- Suhu
- Kekeruhan

2. Pencemaran kimia:

- pH
- CO₂ dan CO₂ agresif
- BOD dan COD
- DO
- Alkalinitas
- Zat padat terlarut

Pengelolaan buangan yang dilakukan mengacu pada peraturan lingkungan hidup meliputi:

- Undang-undang No. 23 tahun 1997 tentang lingkungan hidup
- Peraturan pemerintah No. 51 tahun 1994 tentang baku mutu limbah cair

Selain itu juga perlu diterapkannya Reuse, Recover dan Refinery, melalui tindakan-tindakan:

- Menghemat pemakaian bahan baku dan energy
- Menghindari kebocoran bahan dari penyimpanan atau proses produksi
- Mengurangi emisi dan jumlah buangan
- Menerapkan pengetahuan dan teknologi bersih
- Membiasakan sikap dan tingkah laku cinta kebersihan dan lingkungan

Pengelolaan buangan secara garis besar dibagi menjadi 4 tahap, yaitu:

1. Tahap pendahuluan (*preliminary treatment*)
2. Tahap penanggulangan (*primary treatment*)
3. Tahap penanggulangan sekunder (*secondary treatment*)
4. Tahap penanggulangan tersier (*tertiary treatment*)

Tujuan dari pengolahan buangan adalah:

1. Mencegah dan mengurangi pencemaran lingkungan yang ditimbulkan akibat pembuangan buangan ke dalam lingkungan kehidupan penduduk, terutama masuknya polutan ke dalam tanah sehingga dapat mencemari air tanah dan air sungai.
2. Mengubah atau mengkonversi bahan-bahan yang terkandung di dalam buangan terutama senyawa-senyawa organik menjadi bahan-bahan yang lebih berguna.
3. Mengurangi senyawa beracun yang mematikan mikroba penyebab penyakit.

Limbah yang dihasilkan oleh pabrik Nitrobenzene adalah berupa liquid yang masih mengandung garam yang berasal dari proses produksi. Sebelum dibuang ke sungai diperlukan pengolahan terlebih dahulu yaitu dengan cara:

- Demineralisasi yaitu penghilangan mineral
- Desalinasi yaitu mengurangi kadar garam (salinitas)
- Reverse Osmosis (RO) yaitu pemisahan pelarut seperti air dari kelarutan garam dengan menggunakan membran semi permeable dan tekanan hidrostatik.

Membran reverse osmosis juga digunakan untuk memisahkan zat terlarut yang memiliki berat molekul yang rendah seperti garam organik atau molekul organik kecil dan juga berfungsi untuk memekatkan limbah. Karakteristik bahan yang dapat dihilangkan dengan RO adalah zat terlarut seperti: Monovalen (Na, K, Cl, NO₃), Bivalen (Ca, Mg, SO₄, CO₃). Bakteri dan virus. Bahan-bahan tersebut dapat dihilangkan sampai 98%.

BAB VIII

UTILITAS

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

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

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

1. Unit pengolahan air (*Water Treatment*)

- Air proses
- Air umpan boiler (penghasil steam)
- Air sanitasi

2. Unit penyediaan tenaga listrik

3. Unit penyediaan bahan bakar

8.1. Unit Pengolahan Air (*Water Treatment*)

Untuk memenuhi kebutuhan air pada pabrik, direncanakan menggunakan air sungai. Pengambilan air sungai ditampung dalam bak penampung air sungai, untuk selanjutnya dilakukan pengolahan agar bisa dipakai sebagai air sanitasi. Sedangkan untuk air proses, air pendingin dan air umpan boiler akan diolah lebih lanjut sesuai kebutuhan masing-masing.

8.1.1. Air Proses

Air proses yang digunakan pada pra-rencana Pabrik *Carbon Black* ini sebesar 58.043,2957 kg/jam, digunakan pada Quench Tower (D-119) sebesar 53.023,7445 kg/jam dan digunakan untuk Granulator (S-120) sebesar 5.019,5512 kg/jam.

8.1.2. Air Umpan Boiler (Penghasil Steam)

Air umpan boiler merupakan bahan baku pembuatan steam yang berfungsi sebagai media pemanas. Kebutuhan steam pada Pabrik *Carbon Black* sebesar 6.303,4560 kg/jam, dengan temperatur 140 °C dan tekanan 52,467 psia. Air umpan boiler disediakan dengan excess 20 % sebagai pengganti steam yang hilang, yang diperkirakan adanya kebocoran akibat dari transmisi sebesar 5 % dan faktor keamanan 10 %. Kebutuhan air umpan boiler sebanyak 11.627,4996 kg/jam.

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

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

Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh air umpan boiler :

a. Tidak boleh berbuih (berbusa)

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

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

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

b. Tidak boleh membentuk kerak pada boiler

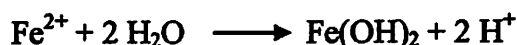
Kerak dalam boiler akan menyebabkan :

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

c. Tidak boleh menyebabkan korosi pada pipa

Korosi pada pipa boiler disebabkan oleh keasaman (pH rendah), minyak dan lemak, bikarbonat dan bahan organik, serta gas H₂S, SO₂, NH₃, CO₂, O₂, yang terlarut

dalam air. Reaksi elektrokimia antara besi dan air akan membentuk lapisan pelindung anti korosi pada permukaan baja, yaitu:



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



Adanya bikarbonat dalam air akan menyebabkan terbentuknya CO_2 , karena pemanasan dan adanya tekanan. CO_2 yang terjadi bereaksi dengan air menjadi asam karbonat. Asam karbonat akan bereaksi dengan metal dan besi membentuk garam bikarbonat. Dengan adanya pemanasan (kalor), garam bikarbonat ini menjadi CO_2 lagi. Reaksi yang terjadi :



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

- Total padatan (total dissolved solid) ≤ 3000 ppm
- Alkanitas ≤ 700 ppm
- Padatan terlarut ≤ 300 ppm
- Silika = 40 ppm
- Besi $\leq 0,1$ ppm
- Tembaga $\leq 0,5$ ppm
- Oksigen $\leq 0,007$ ppm
- Kesadahan ≤ 0
- Kekeruhan ≤ 175 ppm
- Minyak ≤ 7 ppm
- Residu fosfat ≤ 140 ppm

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

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

8.1.3. Air Sanitasi

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

a. Syarat fisik

- Berada di bawah suhu udara
- Warnanya jernih
- pH netral
- Tidak berbusa
- Kekeruhan kurang dari 1 ppm SiO_2
- Tidak berasa
- Tidak berbau

b. Syarat kimia

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

c. Syarat mikrobiologis

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

Kebutuhan air sanitasi pada Pra Rencana Pabrik *Carbon Black* ini adalah :

1. Untuk kebutuhan karyawan

Menurut standar WHO kebutuhan air untuk tiap orang = 60 L/hari/orang

2. Untuk laboratorium dan taman.

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

3. Untuk pemadam kebakaran dan cadangan air.

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

Total kebutuhan air sanitasi untuk pra-rencana Pabrik *Carbon Black* ini sebesar 946,1449 kg/jam.

Proses Pengolahan Air Pada Unit Pengolahan Air

Air sungai digunakan untuk memenuhi kebutuhan air proses, air umpan boiler dan air sanitasi.

Proses pengolahan air kawasan tersebut adalah sebagai berikut:

Air sungai dengan kapasitas 70.616,9402 kg/jam dipompa dengan pompa (L-211) dan ditampung dalam ke bak air bersih (F-218) dan kemudian dialirkan sesuai dengan fungsinya masing-masing, yaitu :

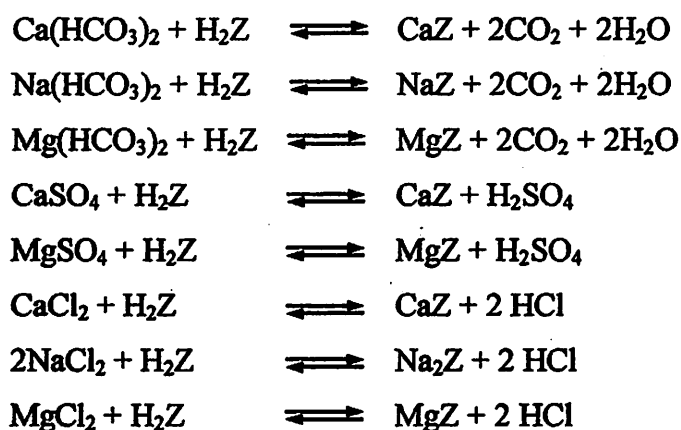
a. Pengolahan air proses

Pelunakan air proses yang dilakukan dengan memompa air bersih dari bak air bersih (F-218) kemudian mengalirkan tempat pengolahan kation anion exchanger yang kemudian ditampung di bak air lunak. Air lunak kemudian dipompa dengan pompa (L-222) ke peralatan proses yaitu Quench Tower (D -119) dan Granulator (S-120).

b. Pengolahan air umpan boiler

Untuk kebutuhan air umpan boiler diperlukan pertukaran ion dalam demineralisasi yang terdiri dari dua tangki, yaitu tangki kation exchanger (D-210A) dan anion exchanger (D-210B). Kation exchanger yang digunakan adalah resin zeolit (H_2Z) dan anion yang digunakan adalah deacidite (DOH).

Pompa air bersih (L-219) memompakan air dari bak air bersih (F-218) dan dialirkan menuju kation exchanger (D-210A). Dalam tangki kation exchanger terjadi reaksi-reaksi sebagai berikut :



Ion-ion bikarbonat, sulfat dan klor diikat dengan ion Z membentuk CO_2 dan air, H_2SO_4 dan HCl . Selanjutnya air yang bersifat asam ini dialirkan ke tangki anion exchanger (D-210B) untuk dihilangkan anion-anion yang mengganggu proses.

Pengolahan Limbah

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

Limbah yang dihasilkan dari pabrik *Carbon black* adalah :

Limbah Gas.

Limbah gas yang dihasilkan adalah CO_2 , CO , C_2H_2 , CH_4 , H_2 , N_2 , H_2O , dan SO_2 yang berasal dari reaktor furnace (R-110). Untuk mengatasinya, gas-gas yang dihasilkan dilewatkan melalui sebuah cerobong yang cukup tinggi dan disemprot dengan air untuk menangkap gas yang berbahaya, sehingga tidak mengganggu lingkungan dan masyarakat sekitarnya.

BAB IX

LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK

9.1. Lokasi Pabrik

Dasar pemilihan untuk penentuan lokasi dari suatu perusahaan atau industri sangatlah penting, sehubungan dengan perkembangan ekonomi dan sosial dari masyarakat sehingga akan mempengaruhi kedudukan perusahaan dalam persaingan dan menentukan kelangsungan hidup perusahaan selanjutnya.

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

1. Faktor Utama

a. Pemasaran (marketing)

Pemasaran merupakan salah satu faktor penting dalam industri kimia. Karena pemasaran akan menentukan keuntungan industri tersebut. Beberapa hal yang harus diperhatikan:

- Untuk mengetahui perubahan konsumen secara langsung dan mudah
- Mengurangi bahaya atau resiko dalam pengangkutan
- Biaya pengangkutan hasil produksi lebih murah

b. Persediaan bahan baku

Ketersedianya bahan baku dan harga dari bahan baku haruslah ditinjau, maka dari itu pabrik hendaknya mendirikan berdekatan dengan sumber bahan baku itu.

Hal-hal yang perlu diperhatikan mengenai bahan baku adalah:

- Kebutuhan bahan baku waktu sekarang dan akan datang.
- Mengurangi bahaya atau resiko kerusakan saat pengangkutan bahan baku
- Biaya pengangkutan bahan baku lebih murah

c. Utilitas (bahan bakar, sumber air, dan listrik)

Unit utilitas adalah salah satu penunjang penting dalam pendirian pabrik dan kelancaran untuk proses produksi. Unit utilitas sendiri terdiri dari air, listrik dan bahan bakar.

- Air

Air merupakan kebutuhan yang penting dalam industri kimia. Air digunakan untuk kebutuhan proses, media pendingin, air sanitasi dan kebutuhan lainnya. Untuk memenuhi kebutuhan ini, air dapat diambil dari tiga macam sumber yaitu air kawasan, air sungai, dan air dari PDAM. Untuk itu perlu diperhatikan mengenai:

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

Untuk memenuhi kebutuhan air sehari-hari diambil dua sumber: air sungai dan air PDAM. Air sungai diolah terlebih dahulu pada unit utilitas untuk menghasilkan air yang berkualitas sesuai dengan ketentuan. Air PDAM hanya bersifat cadangan. Air PDAM juga digunakan untuk sanitasi dan untuk kebutuhan proses (air pendingin).

- Listrik dan Bahan Bakar

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

- Ada atau tidaknya listrik di daerah tersebut.
- Jumlah listrik di daerah tersebut.
- Harga tenaga listrik.
- Persediaan tenaga listrik di masa mendatang.
- Mudah atau tidaknya mendapatkan bahan bakar. (<http://repository.usu.ac.id>)

2. Faktor Khusus

a. Transportasi

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

- Jalan raya yang dapat dilalui oleh kendaraan roda empat.
- Jalan/rel kereta api.
- Adanya pelabuhan

- Sungai yang dapat dilayari oleh kapal dan perahu.

b. Tenaga kerja

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

- Mudah atau tidaknya mendapatkan tenaga kerja yang diinginkan.
- Keahlian dan pendidikan tenaga kerja yang ada.
- Tingkat penghasilan tenaga kerja di daerah tersebut. (K3 dalam industri teknik kimia)

c. Buangan Pabrik

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

- Cara pengeluaran bentuk buangan, terutama yang berhubungan dengan peraturan pemerintah dan peraturan setempat.
- Masalah pencemaran yang mungkin timbul (<http://mrsolusi.wordpress.com>)

d. Peraturan perundang-undangan (<http://www.pendidikanekonomi.com>)

Hal-hal yang perlu ditinjau :

- Ketentuan-ketentuan mengenai daerah tersebut.
- Ketentuan mengenai jalan umum yang ada.
- Ketentuan mengenai jalan umum bagi industri di daerah tersebut (K3 dalam industri teknik kimia)

e. Site Karakteristik dari Lokasi

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam memilih lokasi adalah :

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

f. Faktor Lingkungan

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

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

g. Pembuangan Limbah

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

9.2. Pemilihan Lokasi Pabrik

Berdasarkan faktor-faktor di atas daerah yang menjadi alternatif pilihan lokasi pendirian pabrik *carbon black* terletak di Kawasan Industri Karawang, Kabupaten Karawang, Jawa Barat.



Skala
1:20.000

Gambar 9.1. Peta Lokasi Pabrik *Carbon Black*

Keterangan :

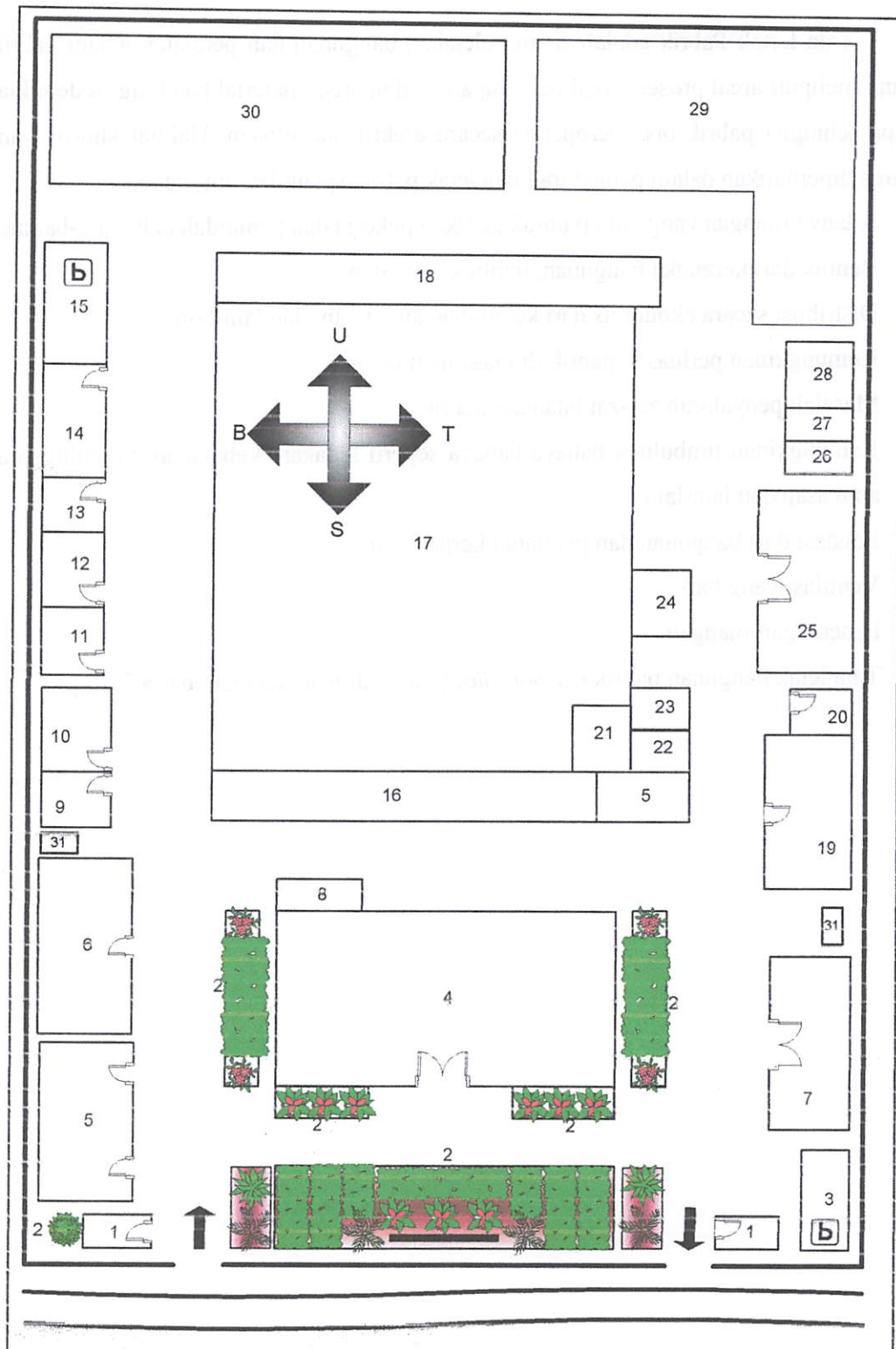
● = Menunjukkan lokasi pabrik

9.3. Tata Letak Pabrik (Plant Lay Out)

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

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

Tata letak bangunan pabrik *Carbon Black* dapat dilihat pada gambar 9.2.



Gambar 9.2. Tata Letak Pabrik *Carbon Black*

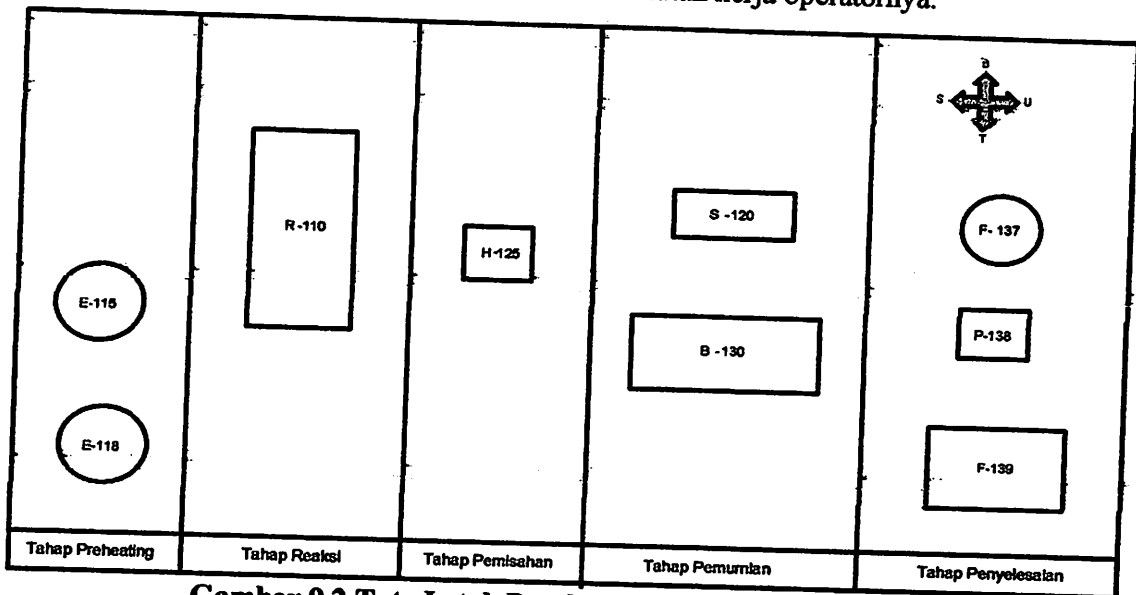
Keterangan Gambar 9.2 :

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

9.4. Tata Letak Peralatan Proses

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

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



Gambar 9.2 Tata Letak Peralatan Pabrik Carbon Black

Keterangan gambar 9.2 :

1. Heater Minyak I (E-115)
2. Heater Minyak II (E-118)
3. Reaktor (R-110)
4. Bag Filter (H-125)
5. Granulator (S-120)
6. Rotary Dryer (B-130)
7. Bin Produk (F-137).
8. Packaging (P-138)
9. Gudang (F-139)

9.5. Perkiraan Luas Pabrik

Perkiraan luas tanah untuk masing-masing bangunan pada pabrik *Carbon Black* dapat dilihat pada tabel 9.1.

Tabel 9.1. Perkiraan Luas Pabrik

| No | Lokasi | Ukuran (m) | Luas | |
|----|--|---------------|----------------|-----------------|
| | | | m ² | ft ² |
| 1 | Pos Keamanan | (3 x3) x 2 | 18 | 193.98060 |
| 2 | Taman | 100 x 3 | 300 | 3233.01000 |
| 3 | Parkir Tamu | 5 x 3 | 15 | 161.65050 |
| 4 | Kantor Pusat | 100 x 7 | 700 | 7543.69000 |
| 5 | Pos Penimbangan | 100 x 3 | 300 | 3233.01000 |
| 6 | Gedung Serbaguna (aula) | 15 x 10 | 150 | 1616.50500 |
| 7 | kantor penelitian dan pengembangan (R&D) | 100 x 5 | 500 | 5388.35000 |
| 8 | Dapur | 5 x 10 | 50 | 538.83500 |
| 9 | Perpustakaan | 5 x 4 | 20 | 215.53400 |
| 10 | Musholla | 10 x 8 | 80 | 862.13600 |
| 11 | Kantin | 6 x 6 | 36 | 387.96120 |
| 12 | Koperasi | 5 x 10 | 50 | 538.83500 |
| 13 | Poliklinik | 5 x 5 | 25 | 269.41750 |
| 14 | Pemadam Kebakaran | 5 x 10 | 50 | 538.83500 |
| 15 | Parkir Karyawan | 5 x 8 | 40 | 431.06800 |
| 16 | Gudang Bahan baku | 5 x 9 | 45 | 484.95150 |
| 17 | Area Proses | 150 x 80 | 12000 | 129320.40000 |

| | | | | |
|----|------------------------------------|---------|-------|-------------|
| 18 | Gudang Produk | 10 x 8 | 80 | 862.13600 |
| 19 | Kantor Manager | 10 x 6 | 60 | 646.60200 |
| 20 | Departemen Produksi | 5 x 5 | 25 | 269.41750 |
| 21 | Departemen Teknik | 5 x 8 | 40 | 431.06800 |
| 22 | Ruang Kontrol | 5 x 4 | 20 | 215.53400 |
| 23 | Garasi | 6 x 6 | 36 | 387.96120 |
| 24 | Bengkel | 8 x 10 | 80 | 862.13600 |
| 25 | Labolatorium dan Pengendalian Mutu | 4 x 100 | 400 | 4310.68000 |
| 26 | Generator | 5 x 5 | 25 | 269.41750 |
| 27 | Ruang bahan bakar | 5 x 5 | 25 | 269.41750 |
| 28 | Ruang boiler | 15 x 5 | 75 | 808.25250 |
| 29 | Utilitas | 20 x 15 | 300 | 3233.01000 |
| 30 | Area perluasan pabrik | | 2500 | 26833.3333 |
| 31 | Toilet | 3 x 6 | 18 | 193,22223 |
| | Jumlah | | 18545 | 199853.9015 |

Kebutuhan tanah = $199853.9015 \text{ ft}^2 = 18545 \text{ m}^2$

Luas tanah = 20000 m^2

BAB X

STRUKTUR ORGANISASI PERUSAHAAN

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

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

10.1. Dasar Perusahaan

| | |
|--------------------|---------------------------------------|
| Bentuk perusahaan | : Perseroan Terbatas (PT) |
| Lapangan usaha | : Memproduksi <i>Carbon Black</i> |
| Lokasi pabrik | : Karawang – Jawa Barat |
| Kapasitas produksi | : 60.000 ton/tahun |
| Status investasi | : Penanaman Modal Dalam Negeri (PMDN) |

10.2. Bentuk perusahaan

Pabrik *Carbon Black* ini direncanakan berstatus perusahaan swasta nasional yang berbentuk perseroan terbatas (PT), bentuk ini digunakan dengan alasan:

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

5. Adanya efisiensi dalam perusahaan. Tiap bagian dalam PT dipegang oleh orang yang ahli dalam bidangnya. Tiap orang atau tiap bagian mempunyai bagian dengan tugas yang jelas, sehingga ada dorongan untuk mengerjakan dengan sebaik-baiknya.

10.3. Struktur organisasi

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

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

Disamping alasan tersebut ada beberapa kebaikan yang dapat mendukung pemakaian sistem organisasi garis dan staff yaitu:

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

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

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

10.4. Tugas dan tanggung jawab organisasi (Job Description)

1. Dewan Komisaris

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

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

2. Direktur Utama

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

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

Bank, memindah tangankan perseroan untuk menanggung hutang perusahaan, dll.

3. Penelitian dan Pengembangan

Divisi LITBANG bersifat independent. Divisi ini berkordinasi langsung kepada direktur utama. Divisi LITBANG bertugas mengembangkan secara kreatif dan inovatif segala aspek perusahaan terutama yang berkaitan dalam peningkatan kualitas produksi dan pemasaran sehingga mampu bersaing dengan produk kompetitor.

4. Direktur Produksi dan Teknik

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

5. Direktur Administrasi dan Keuangan

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

6. Bagian Produksi

Kepala Bagian Produksi bertanggung jawab atas jalannya proses produksi sesuai yang direncanakan termasuk merencanakan kebutuhan bahan baku, agar target produksi terpenuhi Bagian Produksi membawahi:

a. Seksi Proses

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

b. Seksi Gudang

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

c. Seksi Quality Control dan Laboratorium.

Seksi Quality Control dan Laboratorium bertanggung jawab kepada kepala Bagian Produksi dan bertugas mengawasi dan mengendalikan kualitas bahan baku, produk utama dan produk samping, sehingga didapat produk dengan standard kualitas yang diinginkan dengan melakukan analisa dan pengujian terhadap bahan mentah yang dipasok serta produk kromium trioksidan dan produk samping untuk mengetahui kualitasnya.

7. Bagian Teknik

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

a. Seksi Utilitas

Bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Teknik mengenai kelancaran alat-alat utilitas.

b. Seksi Pemeliharaan

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

8. Bagian Keuangan dan Administrasi

Kepala Bagian Keuangan dan Akuntansi bertanggung jawab mengatur neraca keuangan perusahaan dengan melakukan pembukuan sebaik-baiknya baik pemasukan ataupun pembelanjaan untuk kebutuhan perusahaan, selain itu juga membayarkan gaji ke rekening bank tiap karyawan pada setiap akhir bulan dan akhir pekan. Dan juga membayarkan jaminan sosial atas pemutusan hak kerja (PHK) karyawan. Bagian Keuangan dan Akuntansi membawahi 4 seksi yaitu :

a. Seksi Pembukuan (Akuntansi)

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

b. Seksi Administrasi

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

c. Seksi Penjualan dan Pembelian

Bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Keuangan dan Administrasi mengenai penjualan produk pada berbagai daerah distribusi sekaligus mensurvei kebutuhan pasar agar dapat dipasok setiap saat, serta melakukan promosi kepada masyarakat mengenai produk yang dihasilkan serta menangani pembelian bahan baku dan alat-alat yang menunjang proses serta pembiayaan atas perawatannya.

9. Bagian Umum dan Sumber Daya Manusia.

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

a. Seksi Humas dan Personalia

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

b. Seksi Keamanan dan Keselamatan

Seksi keamanan bertanggungjawab kepada Kepala Bagian Umum dan Sumber Daya Manusia dan bertugas untuk menjaga keamanan perusahaan meliputi pemberian ijin orang luar keluar masuk perusahaan, pengontrolan setiap

kendaraan yang masuk perusahaan baik kendaraan bahan baku, produk, sampai kendaraan tamu. Dan juga menjaga keamanan dan ketertiban di lingkungan kerja di seluruh area pabrik.

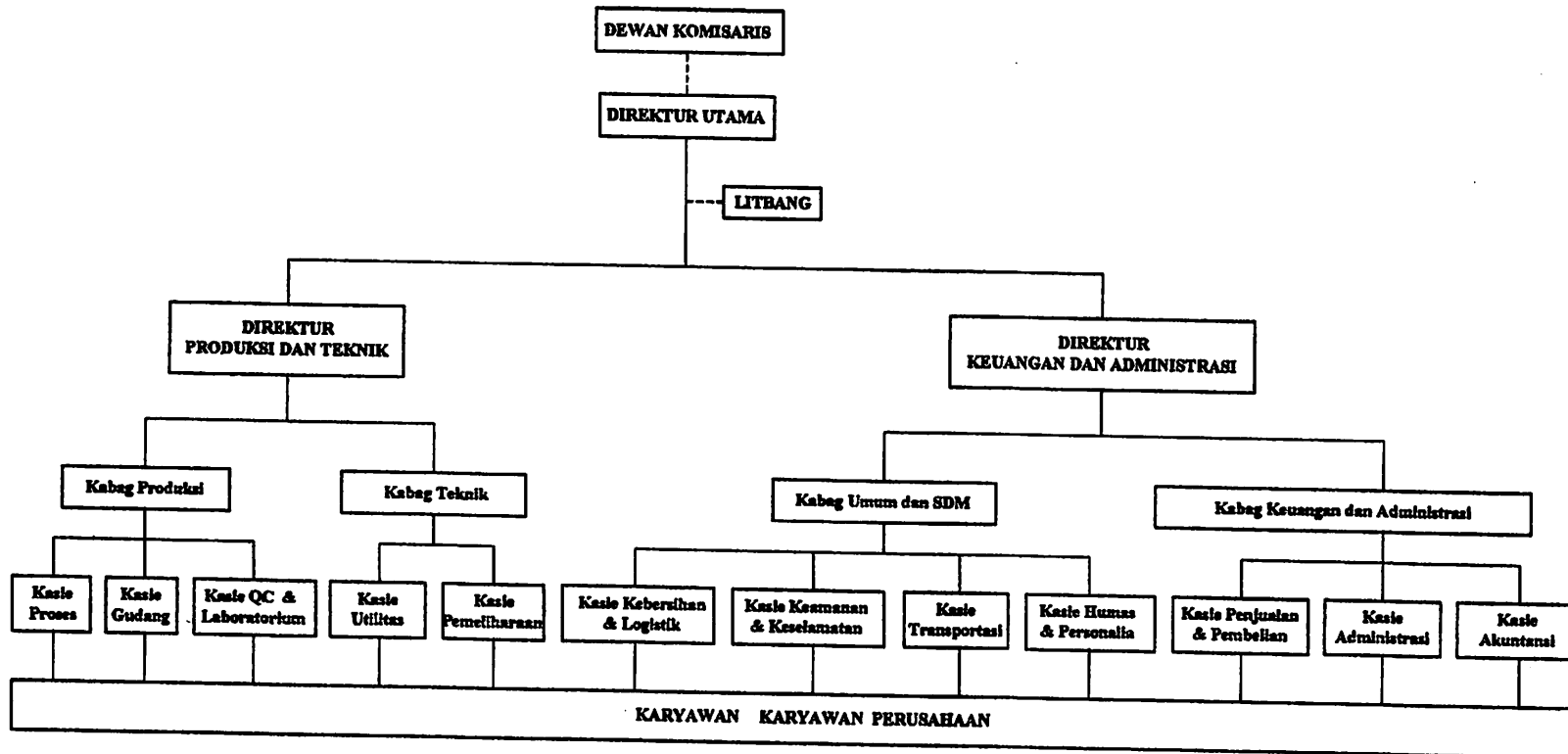
c. Seksi Kebersihan dan Logistik

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

d. Seksi Transportasi.

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

Struktur organisasi perusahaan dapat dilihat pada gambar 10.4.1. Gambar Struktur Organisasi Perusahaan.



Gambar 10.1. Struktur organisasi perusahaan Carbon Black

10.5. Jaminan Sosial

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

Jaminan sosial yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan adalah:

a. Tunjangan

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

b. Fasilitas

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

c. Pengobatan

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

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

d. Insentive atau bonus

Insentive diberikan dengan tujuan untuk meningkatkan produktivitas dan gairah kerja karyawan. Besarnya insentif ini dibagi menurut golongan dan jabatan. Pemberian insentif untuk golongan operatif (golongan kepala seksi ke bawah) diberikan setiap bulan sedangkan untuk golongan di atasnya diberikan pada akhir tahun produksi dengan melihat besarnya keuntungan dan target yang dicapai.

e. Cuti

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

10.6. Jadwal dan jam kerja

Pabrik *Carbon Black* ini direncanakan akan beroperasi selama 330 hari dalam setahun dan 24 jam perhari, sisa harinya digunakan untuk pembersihan serta perbaikan dan perawatan peralatan proses produksi (shut down).

a. Untuk pegawai non shift

Bekerja selama 6 hari dalam seminggu, sedangkan hari minggu dan hari besar libur. Pegawai non shift ini termasuk karyawan yang tidak langsung menangani operasi pabrik, misalnya: direktur kepala department, kepala divisi, karyawan kantor/administrasi dan divisi-divisi di bawah tanggung jawab non teknik atau yang bekerja di pabrik dengan jenis pekerjaan tidak kontinyu. Ketentuan jam kerja adalah sebagai berikut:

- Senin – Kamis : 08.00 - 16.00 (istirahat: 12.00 - 13.00)
- Jum'at : 08.00 - 16.00 (istirahat: 11.00 - 13.00)
- Sabtu : 08.00 - 12.00
- Minggu : Libur. Begitu juga dengan hari-hari libur yang telah ditetapkan pemerintah sebagai hari libur.

b. Untuk pegawai shift

Bekerja selama 24 jam sehari, yang terbagi dalam 3 shift. Karyawan shift ini termasuk karyawan yang secara langsung menangani proses operasi pabrik, misalnya: kepala shift, operator, karyawan-karyawan shift, gudang serta keamanan dan keselamatan kerja. Ketentuan jam kerja karyawan shift adalah sebagai berikut:

- Shift I : 07.00 - 15.00
- Shift II : 14.00 - 23.00

- Shift III : 23.00 – 07.00

Jadwal kerja dibagi dalam 4 minggu dan 4 kelompok. Setiap kelompok kerja akan mendapatkan libur 1 kali dalam 3 kali shift. Karena kemajuan suatu pabrik atau perusahaan tergantung pada kedisiplinan karyawannya maka salah satu cara untuk menciptakan kedisiplinan adalah dengan cara absensi. Dari mulai direktur utama sampai dengan karyawan kebersihan diberlakukan absensi setiap jam kerjanya yang nantinya dapat menjadi pertimbangan perusahaan dalam meningkatkan karier karyawannya. Jadwal kerja karyawan pabrik dapat dilihat pada table 10.1.

Tabel 10.1. Jadwal Kerja Karyawan Pabrik

| Regu | Minggu | | | |
|------|---------|-------|--------|---------|
| | Pertama | Kedua | Ketiga | Keempat |
| I | Libur | Pagi | Siang | Malam |
| II | Pagi | Libur | Malam | Siang |
| III | Siang | Malam | Libur | Pagi |
| IV | Malam | Siang | Pagi | Libur |

10.7. Penggolongan dan tingkat pendidikan karyawan

Penggolongan dan tingkat pendidikan karyawan berdasarkan tingkat kedudukan dalam struktur organisasi Pra Rencana Pabrik *Carbon Black* (gambar 10.4.1) yaitu:

1. Dewan Komisaris : Magister Teknik Kimia
2. Direktur Utama : Magister Teknik Kimia
3. Direktur
 - a. Direktur Produksi dan Teknik : Sarjana Ilmu Administrasi (FIA)
 - b. Direktur Keuangan dan Umum : Sarjana Teknik Kimia
4. Litbang : Sarjana Kimia(MIPA), Teknik Kimia, Ekonomi
5. Kepala Bagian
 - a. Kabag Produksi : Sarjana Teknik Kimia
 - b. Kabag Teknik : Sarjana Teknik Mesin
 - c. Kabag Umum dan SDM : Sarjana Psikologi

d. Kabag Keuangan dan Administrasi : Sarjana Ekonomi - Akuntansi

6. Kepala Seksi

- a. Seksi Proses : Sarjana Teknik Kimia
- b. Seksi Gudang : Diploma 3 Teknik Kimia
- c. Seksi QC dan Laboratorium : Sarjana Teknik Kimia, Kimia (MIPA)
- d. Seksi Utilitas : Sarjana Teknik Kimia, Elektro
- e. Seksi Pemeliharaan : Sarjana Teknik Mesin
- f. Seksi Kebersihan dan Logistik : Diploma/SMU/SMK
- g. Seksi Keamanan dan Keselamatan : Diploma/SMU/SMK
- h. Seksi Transportasi : Diploma/SMU/SMK
- i. Seksi Humas dan Personalia : Sarjana Psikologi dan Hukum
- j. Seksi Penjualan dan Pembelian : Sarjana Ekonomi - Manajemen
- k. Seksi Administrasi : Sarjana Ilmu Administrasi (FIA)
- l. Seksi Akuntansi : Sarjana Akuntansi

7. Karyawan

: Sarjana/Diploma/SMU/SMK

10.8. Perincian Jumlah Tenaga Kerja

Perhitungan jumlah tenaga operasional dilakukan berdasarkan pembagian proses yang dilakukan. Pada pabrik *Carbon Black* proses yang dilakukan terbagi dalam beberapa tahap, yaitu:

a. Proses Utama

1. Penyediaan bahan baku, terdiri dari:

- Gudang
- Transportasi
- Tahap pemasaran

2. Tahap reaksi

3. Tahap pemisahan dan pemurnian

4. Tahap penanganan produk

- Tahap penyimpanan

b. Tahap Tambahan/ Pembantu

1. Laboratorium

2. Utilitas, terdiri dari:

- Pengolahan air
- Boiler
- Pengolahan limbah

Dalam pra rencana pabrik *Carbon Black* ini terdapat 6 tahapan proses

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas produksi} &= 60.000 \text{ ton/tahun} \\ &= 181,82 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

Jumlah karyawan tiap proses:

$$\begin{aligned} M &= 15,2 \cdot P^{0,25} \\ &= 15,2 \cdot 181,82^{0,25} \\ &= 55,82 = 56 \text{ orang.jam/hari/tahapan proses} \end{aligned}$$

Karena jumlah proses keseluruhan dibagi menjadi 6 tahap, maka:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah karyawan proses} &= 6 \text{ tahapan proses} \times 56 \text{ orang.jam/hari/tahapan proses} \\ &= 336 \text{ orang.jam/hari} \end{aligned}$$

Dalam satu hari terdapat 3 shift kerja, sehingga:

$$\text{Jumlah karyawan sebanyak} = \frac{336 \text{ orang.jam/hari}}{3 \text{ shift}} = 112 \text{ orang.jam/shift}$$

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

$$\text{Jumlah karyawan tiap shift} = \frac{112 \text{ orang.jam/hari}}{8 \text{ jam/hari}} = 14 \text{ orang/shift}$$

Karena karyawan shift terdiri dari 4 regu, yaitu 3 regu bekerja dan 1 regu libur, maka karyawan proses yang bekerja per hari adalah:

$$\begin{aligned} \text{Karyawan proses} &= 4 \text{ shift} \times 14 \text{ orang/shift} \\ &= 56 \text{ orang} \end{aligned}$$

Jadi jumlah karyawan seluruhnya:

$$\begin{aligned} &= \text{tenaga staff} + \text{tenaga operasional} \\ &= 125 \text{ orang} + 56 \text{ orang} \\ &= 181 \text{ orang} \end{aligned}$$

Jumlah karyawan yang dibutuhkan ditabelkan pada tabel 10.2

2. Karyawan borongan

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

Tabel 10.3. Daftar Upah (Gaji) Karyawan

| Jabatan | Jumlah | Upah/orang/bulan(Rp) | Total upah/bulan (Rp) |
|------------------------------------|--------|----------------------|-----------------------|
| Dewan Komisaris | 5 | 25.000.000 | 125.000.000 |
| Direktur Utama | 1 | 20.000.000 | 20.000.000 |
| Kepala Litbang | 1 | 10.000.000 | 10.000.000 |
| Karyawan Litbang | 4 | 8.000.000 | 32.000.000 |
| Direktur Produksi dan Teknik | 1 | 10.000.000 | 10.000.000 |
| Direktur Keuangan dan Administrasi | 1 | 10.000.000 | 10.000.000 |
| Sekretaris | 3 | 3.331.000 | 9.993.000 |
| Kabag Produksi | 1 | 8.000.000 | 8.000.000 |
| Kabag Teknik | 1 | 8.000.000 | 8.000.000 |
| Kabag Umum dan SDM | 1 | 8.000.000 | 8.000.000 |
| Kabag Keuangan dan Administrasi | 1 | 8.000.000 | 8.000.000 |
| Kasie Proses | 1 | 8.000.000 | 8.000.000 |
| Karyawan Seksi Proses | 56 | 3.331.000 | 186.536.000 |
| Kasie Gudang | 1 | 8.000.000 | 8.000.000 |
| Karyawan Seksi Gudang | 6 | 3.331.000 | 19.986.000 |
| Kasie QC dan Laboratorium | 1 | 8.000.000 | 8.000.000 |

| | | | |
|---|----|-----------|------------|
| Karyawan Seksi QC dan Laboratorium | 10 | 3.331.000 | 33.310.000 |
| Kasie Utilitas | 1 | 8.000.000 | 8.000.000 |
| Karyawan Seksi Utilitas | 12 | 3.331.000 | 39.972.000 |
| Kasie Pemeliharaan | 1 | 8.000.000 | 8.000.000 |
| Karyawan Seksi Pemeliharaan | 6 | 3.331.000 | 19.986.000 |
| Kasie Kebersihan dan Logistik | 1 | 8.000.000 | 8.000.000 |
| Karyawan Seksi Kebersihan dan Logistik | 6 | 3.331.000 | 19.986.000 |
| Kasie Keamanan dan Keselamatan | 1 | 8.000.000 | 8.000.000 |
| Karyawan Seksi Keamanan dan Keselamatan | 6 | 3.331.000 | 19.986.000 |
| Kasie Transportasi | 1 | 8.000.000 | 8.000.000 |
| Karyawan Seksi Transportasi | 6 | 3.331.000 | 19.986.000 |
| Kasie Humas dan Personalia | 1 | 8.000.000 | 8.000.000 |
| Karyawan Seksi Humas dan Personalia | 6 | 3.331.000 | 19.986.000 |
| Kasie Penjualan dan Pembelian | 1 | 8.000.000 | 8.000.000 |

| | | | |
|--|----|-----------|-----------------------|
| Karyawan Seksi Penjualan dan Pembelian | 10 | 3.331.000 | 33.310.000 |
| Kasie Administrasi | 1 | 8.000.000 | 8.000.000 |
| Karyawan Seksi Administrasi | 8 | 3.331.000 | 26.648.000 |
| Kasie Akuntansi | 1 | 8.000.000 | 8.000.000 |
| Karyawan Seksi Akuntansi | 8 | 3.331.000 | 26.648.000 |
| Dokter | 2 | 7.000.000 | 14.000.000 |
| Karyawan Poliklinik | 5 | 3.331.000 | 16.655.000 |
| Kepala Perpustakaan | 2 | 3.331.000 | 6.662.000 |
| Total jumlah upah/bulan | | | 924.000.000,00 |

BAB XI

ANALISA EKONOMI

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

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

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

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

11.1. Faktor - Faktor Penentu

11.1.1. Penaksiran Modal Investasi Total (TCI)

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

a. Modal Tetap (FCI)

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

a. Direct Cost

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

- Harga peralatan
- Instrumentasi dan alat kontrol

- Isolasi
- Perpipaan
- Peralatan listrik
- Angkutan kapal laut
- Asuransi
- Biaya angkut ke plant
- Pemasangan alat
- Bangunan
- Service Facilities
- Tanah

b. Indirect cost

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

- Engineering dan supervisi
- Konstruksi

b. Modal Kerja (WCI)

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

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

Sehingga : $TCI = FCI + WCI$

11.1.2. Penentuan Biaya Produksi

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

a. Biaya Pembuatan

Yaitu semua biaya untuk proses yang meliputi :

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

b. Biaya Pengeluaran Umum

Yaitu biaya yang tidak berhubungan dengan proses, meliputi :

- Biaya administrasi
- Biaya distribusi dan pemasaran
- Litbang.

Berdasarkan sifatnya, biaya produksi dibagi menjadi :

▪ **Biaya tetap**

Yaitu biaya yang dikeluarkan secara tetap dan tidak tergantung pada kapasitas pabrik.

Yang termasuk biaya tetap antara lain :

- Bunga Bank
- Asuransi
- Depresiasi
- Pajak, dll

▪ **Biaya semi variabel (SVC)**

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

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

11.1.3. Penaksiran Harga Alat

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

Harga alat pada pabrik *Carbon Black* ini didasarkan pada data harga alat yang diperoleh dari (Ulrich, 1984), *Chemical engineering magazine* 2014 dan (<http://www.matche.com/EquipCost/2014>).

A. Penentuan Total Capital Investment (TCI)

a. Biaya Langsung (DC)

| | | | | |
|----------------------------------|-------|-------|---|---------------------|
| 1. Harga peralatan | | (E) | = | Rp. 121.499.366.163 |
| 2. Instrument dan alat kontrol | 25% | E | = | Rp. 30.374.841.541 |
| 3. Isolasi | 8% | E | = | Rp. 9.719.949.293 |
| 4. Perpipaan terpasang | 35% | E | = | Rp. 42.524.778.157 |
| 5. Listrik terpasang | 20% | E | = | Rp. 24.299.873.233 |
| 6. Harga FOB | (1-5) | (F) | = | Rp. 228.418.808.386 |
| 7. Ongkos angkutan kapal laut | 15% | F | = | Rp. 34.262.821.258 |
| 8. Harga C dan F | (6-7) | (G) | = | Rp. 262.681.629.644 |
| 9. Biaya asuransi | 1% | G | = | Rp. 2.626.816.296 |
| 10. Harga CIF | (8-9) | (H) | = | Rp. 265.308.445.941 |
| 11. Biaya angkut barang ke plant | 20% | H | = | Rp. 53.061.689.188 |
| 12. Pemasangan alat | 40% | E | = | Rp. 48.599.746.465 |
| 13. Bangunan pabrik | 26% | E | = | Rp. 31.589.835.202 |
| 14. Service facilities | 50% | E | = | Rp. 60.749.683.081 |
| 15. Tanah | 6% | E | = | Rp. 7.289.961.970 |
| 16. Biaya langsung (DC) (10-15) | | | = | Rp. 466.599.361.847 |

b. Biaya Tak Langsung (IC)

| | | | | |
|-------------------------------|-----|----|---|---------------------|
| 17. Engineering dan Supervisi | 15% | DC | = | Rp. 69.989.904.277 |
| 18. Konstruksi | 20% | DC | = | Rp. 93.319.872.369 |
| Total Modal Tak Langsung (IC) | | | = | Rp. 163.309.776.647 |

c. Fixed Capital Investment (FCI)

$$\begin{aligned}
 \text{FCI} &= \text{DC} + \text{IC} \\
 &= \text{Rp}466.599.361.847 + \text{Rp}163.309.776.647 \\
 &= \text{Rp}629.909.138.494
 \end{aligned}$$

d. Working Capital Investment (WCI)

$$\begin{aligned}
 \text{WC} &= 15\% \times \text{FCI} \\
 &= 15\% \times \text{Rp}629.909.138.494 \\
 &= \text{Rp}94.486.370.774
 \end{aligned}$$

e. Total Capital Investment (TCI)

$$\begin{aligned}
 \text{TCI} &= \text{FCI} + \text{WC} \\
 &= \text{Rp}629.909.138.494 + \text{Rp}94.486.370.774 \\
 &= \text{Rp}724.395.509.268
 \end{aligned}$$

f. Modal Perusahaan

| | | | |
|---------------------|---------|---|-------------------|
| Modal sendiri (MS) | 60% TCI | = | Rp434.637.305.561 |
| Modal pinjaman (MP) | 40% TCI | = | Rp289.758.203.707 |

B. Penentuan Total Production Cost (TPC)

a. Biaya Produksi Langsung (Direct Production Cost/DPC)

| | | | | |
|-------------------------------------|---------|---|-----|-------------------|
| - Bahan Baku | | = | Rp. | 4.694.451.409.038 |
| - Tenaga Kerja | (TK) | = | Rp. | 10.183.800.000 |
| - Supervisi | 15% TK | = | Rp. | 1.527.570.000 |
| - Utilitas | | = | Rp. | 103.449.544.457 |
| - Pemeliharaan dan perbaikan (PP) | 10% FCI | = | Rp. | 62.990.913.849 |
| - Penyediaan operasi | 15% PP | = | Rp. | 9.448.637.077 |
| - Laboratorium | 15% PP | = | Rp. | 9.448.637.077 |
| - Patent dan Royalti | 5% TPC | = | Rp. | 0,05 TPC |
| Biaya Produksi Langsung | | = | Rp. | 4.891.500.511.499 |
| | | | | + 0,05 TPC |

b. Biaya Tetap (Fixed Cost/FC)

| | | | | |
|-----------------------------|-----------|---|-----|-----------------|
| - Depresiasi alat | 10% FCI | = | Rp. | 62.990.913.849 |
| - Depresiasi bangunan | 3% FCI | = | Rp. | 18.897.274.155 |
| - Pajak kekayaan | 4% FCI | = | Rp. | 25.196.365.540 |
| - Asuransi | 1,0% FCI | = | Rp. | 6.299.091.385 |
| - Bunga bank | 10,25% MP | = | Rp. | 29.700.215.880 |
| Biaya Tetap (Fixed Cost/FC) | | = | Rp. | 143.083.860.809 |

c. Biaya Overhead Pabrik

| | | | | |
|----------------|-------------|---|-----|----------------|
| Biaya Overhead | 70% TK + PP | = | Rp. | 51.222.299.695 |
|----------------|-------------|---|-----|----------------|

d. Biaya pengeluaran Pengeluaran Umum (General Expences/GE)

| | | | | |
|----------------------------------|---------|---|-----|----------------|
| - Biaya Administrasi | 15% PP | = | Rp. | 11.205.342.577 |
| - Biaya distribusi dan pemasaran | 10% TPC | = | Rp. | 0,1 TPC |
| - Biaya LITBANG | 5% TPC | = | Rp. | 0,05 TPC |
| Biaya Pengeluaran Umum (GE) | | = | Rp. | 11.205.342.577 |
| | | | | + 0,15 TPC |

e. Biaya Produksi Total (TPC)

$$\begin{aligned} \text{TPC} &= \text{DPC} + \text{FC} + \text{Biaya Overhead} + \text{GE} \\ &= \text{Rp}5.097.012.014.580 + 0,20 \text{ TPC} \\ \text{TPC} &= \text{Rp}6.371.265.018.225 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka, DPC} &= \text{Rp}4.891.500.511.499 + 0,05 \text{ TPC} \\ &= \text{Rp}5.210.063.762.411 \\ \text{GE} &= \text{Rp}11.205.342.577 + 0,15 \text{ TPC} \\ &= \text{Rp}966.895.095.311 \end{aligned}$$

C. Analisa Profitabilitas

Sesuai dengan Undang-Undang Pajak Penghasilan tahun 1984 (UU no. 7/1983) dan Undang-Undang ketentuan umum dan tata cara perpajakan (UU no.6/1983) :

- 15% untuk laba sampai Rp. 25.000.000
- 25% untuk laba sampai Rp. 50.000.000
- 40% untuk laba sampai > Rp. 50.000.000

a. Bunga kredit = 10,25 % per tahun

b. Pengembalian pinjaman dalam waktu 10 tahun

c. Umur pabrik 10 tahun

d. Kapasitas produksi

Tahun I = 60 % dari produksi total

Tahun II = 80 % dari produksi total

Tahun III = 100 % dari produksi total

1. Laba Perusahaan

Total penjualan per tahun = Rp. 6.561.000.000.000 (kapasitas 100 %)

Laba kotor = Harga jual – Biaya produksi
 = Rp. 6.561.000.000.000 – Rp. 6.371.265.018.225
 = Rp. 189.734.981.775

Pajak penghasilan = 40% × Laba kotor
 = 40% × Rp. 189.734.981.775
 = Rp. 75.893.992.710

Laba bersih = Laba kotor – Pajak penghasilan
 = Rp. 189.734.981.775 – 75.893.992.710
 = Rp. 113.840.989.065

Nilai penerimaan Cash Flow sebelum pajak (C_A)

C_{Am} = Laba kotor + Depresiasi alat
 = Rp. 189.734.981.775 + Rp. 62.990.913.849
 = Rp. 252.725.895.624

Nilai penerimaan Cash Flow setelah pajak (C_A)

C_{Aat} = Laba bersih + Depresiasi alat
 = Rp. 113.840.989.065 + Rp. 62.990.913.849
 = Rp. 176.831.902.914

2. Laju Pengembalian Modal (ROI)

ROI adalah pernyataan umum yang digunakan untuk menunjukkan laba tahunan sebagai usaha untuk mengembalikan modal.

a. ROI sebelum pajak

$$\begin{aligned} \text{ROI}_{\text{BT}} &= \frac{\text{Laba kotor}}{\text{Modal Tetap}} \times 100\% \\ &= 30,12 \% \text{ (App. E)} \end{aligned}$$

b. ROI setelah pajak

$$\begin{aligned} \text{ROI}_{\text{AT}} &= \frac{\text{Laba bersih}}{\text{Modal Tetap}} \times 100\% \\ &= 18,07 \% \text{ (App. E)} \end{aligned}$$

2. Lama Pengembalian Modal (POT)

POT adalah masa tahunan pengembalian modal investasi dari labayang dihitung, dikurangi penyusutan / waktu yang diperlukan untuk pengembalian modal investasi.

$$\begin{aligned} \text{POT} &= \frac{\text{Modal Tetap}}{\text{Cash flow setelah pajak}} \times 1 \text{ tahun} \\ &= 3,6 \text{ tahun (App. E)} \end{aligned}$$

3. Break Even Point (BEP)

Merupakan titik dimana jika kapasitas pabrik berada pada titik tersebut maka pabrik tidak untung dan tidak rugi atau harga penjualan sama dengan biaya produksi.

$$\text{BEP} = \frac{\text{FC} + 0,3\text{SVC}}{\text{S} - (0,7\text{SVC} - \text{VC})} \times 100\%$$

Dimana :

$$\text{FC} = \text{Rp. } 143.083.860.809$$

$$\text{VC} = \text{Rp. } 4.797.900.953.495$$

$$\text{SVC} = \text{Rp. } 1.175.429.603.192$$

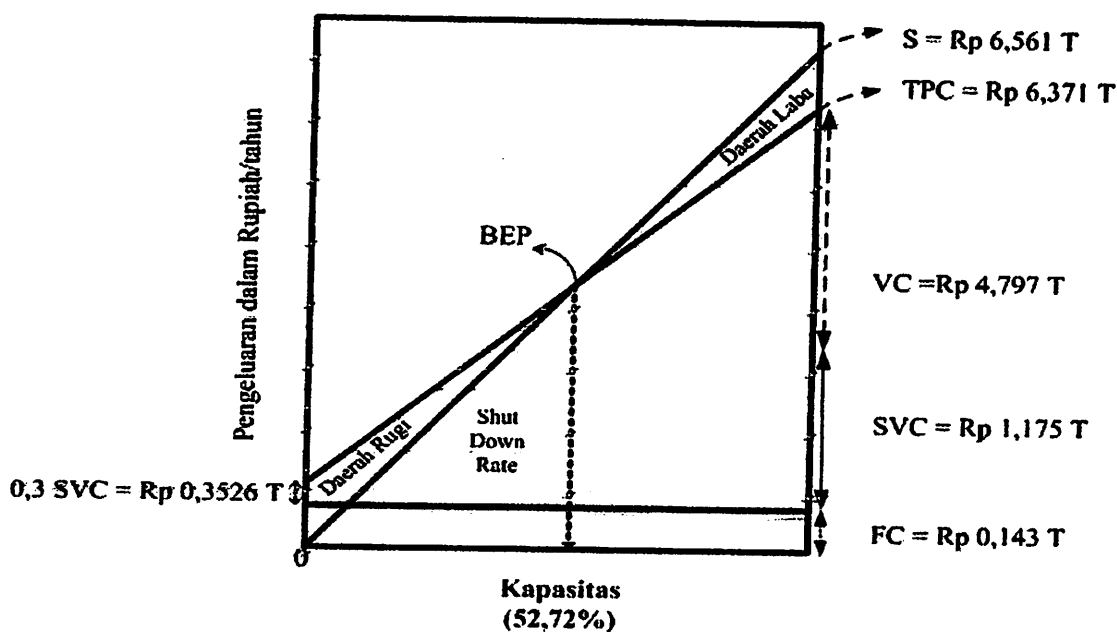
$$\text{S} = \text{Rp. } 6.561.000.000.000$$

Maka, didapatkan :

$$\text{BEP} = 52,72 \% \text{ (App. E)}$$

$$\begin{aligned} \text{Titik BEP terjadi pada kapasitas} &= 52,72 \% \times 60.000 \text{ ton/tahun} \\ &= 31.631 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Nilai BEP untuk Pabrik *Carbon Black* adalah 30% - 60%, sehingga nilai BEP diatas memadai.



Grafik 11.1. Break Even Point

Untuk produksi tahun I kapasitas pabrik 60% dari kapasitas sesungguhnya, sehingga keuntungannya adalah :

$$\frac{PBi}{PB} = \frac{(100 - BEP) - (100 - \% \text{kapasitas})}{(100 - BEP)}$$

Dimana : PBi = keuntungan pada % kapasitas yang tercapai (dibawah 100%)

PB = keuntungan pada kapasitas 100%

%Kap = % kapasitas yang tercapai

Maka, dari App. E diperoleh nilai,

$$PBi = \text{Rp. } 83.330.724$$

Sehingga cash flow setelah pajak untuk tahun I adalah :

$$\begin{aligned} C_A &= \text{Laba bersih tahun pertama} + \text{depresiasi alat} \\ &= \text{Rp. } 83.330.724 + \text{Rp. } 62.990.913.849 \\ &= \text{Rp } 63.074.244.574 \end{aligned}$$

Untuk produksi tahun II kapasitas pabrik 80% dari kapasitas sesungguhnya, sehingga keuntungannya adalah :

$$\frac{PBi}{PB} = \frac{(100 - BEP) - (100 - \%kapasitas)}{(100 - BEP)}$$

Dimana : PBi = keuntungan pada %kapasitas yang tercapai (dibawah 100%)

PB = keuntungan pada kapasitas 100%

%Kap = % kapasitas yang tercapai

Maka, dari App. E diperoleh nilai,

$$PBi = \text{Rp. } 312.219.373$$

Sehingga cash flow setelah pajak untuk tahun I adalah :

CA = laba bersih tahun kedua + depresiasi alat

$$= \text{Rp } 312.219.373 + \text{Rp. } 62.990.913.849$$

$$= \text{Rp. } 63.303.133.222$$

4. Shut Down Point (SDP)

SDP adalah suatu titik yang merupakan kapasitas minimal pabrik yang masih boleh beroperasi.

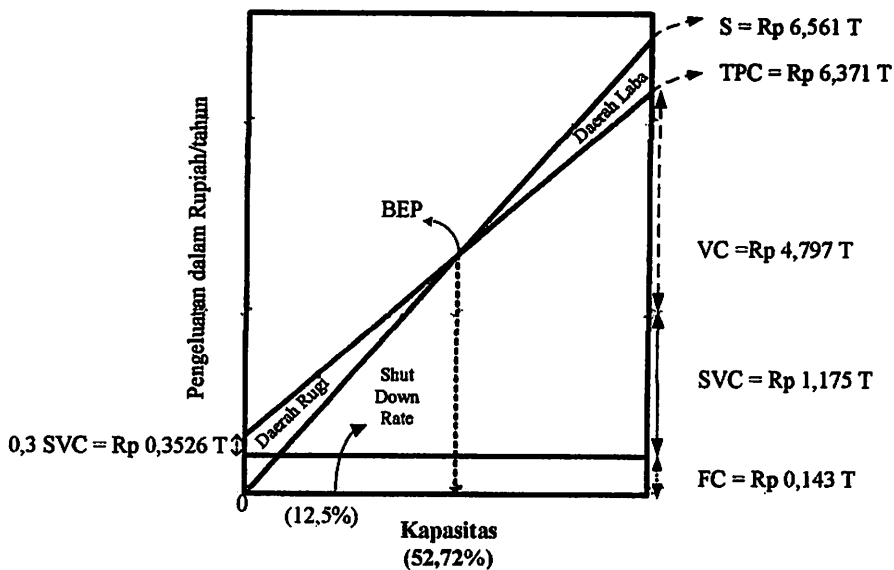
$$SDP = \frac{0,3SVC}{S - 0,7SVC - VC} \times 100\%$$

$$= 12,5\% \text{ (App. E)}$$

Titik shut down point terjadi pada kapasitas penjualan

$$= 12,5\% \times \text{Rp. } 6.561.000.000.000$$

$$= \text{Rp. } 820.164.561.341$$



Grafik 11.2. Kapasitas pada Keadaan Shut Down Rate

6. IRR (Internal Rate of Return)

Tabel 11.2 Cash flow untuk IRR

| Tahun ke - | Cash Flow (CA) (Rp) | NPV ₁ (Rp) i = 0,22 | NPV ₂ (Rp) i = 0,23 |
|--------------|---------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 0 | -722.948.293.022 | -722.948.293.022 | -722.948.293.022 |
| 1 | 63.074.244.574 | 51.700.200.470 | 51.279.873.637 |
| 2 | 63.303.133.222 | 42.530.995.178 | 41.842.245.503 |
| 3 | 176.831.902.914 | 97.382.546.840 | 95.026.620.878 |
| 4 | 176.831.902.914 | 79.821.759.705 | 77.257.415.348 |
| 5 | 176.831.902.914 | 65.427.671.889 | 62.810.906.787 |
| 6 | 176.831.902.914 | 53.629.239.253 | 51.065.777.876 |
| 7 | 176.831.902.914 | 43.958.392.831 | 41.516.892.582 |
| 8 | 176.831.902.914 | 36.031.469.533 | 33.753.571.205 |
| 9 | 176.831.902.914 | 29.533.991.421 | 27.441.927.809 |
| 10 | 176.831.902.914 | 24.208.189.689 | 22.310.510.414 |
| WCI | | 94.486.370.774 | 94.486.370.774 |
| Total | | -104.237.465.439 | -124.156.180.209 |

$$\begin{aligned} \text{IRR} &= i_1 + \frac{\text{NPV}_1}{\text{NPV}_1 - \text{NPV}_2} \times (i_2 - i_1) \\ &= 16,77\% \end{aligned}$$

Karena IRR lebih besar dari bunga bank (13 %) maka Pabrik *Carbon Black* ini layak untuk didirikan.

BAB XII

KESIMPULAN

Pra Rencana Pabrik *Carbon Black* dari *Heavy Aromatic Hydrocarbon* diharapkan mampu mencapai hasil produksi yang direncanakan. Dari hasil perhitungan dapat diambil kesimpulan bahwa rencana pendirian ini adalah cukup menguntungkan dengan memperhitungkan beberapa aspek:

12.1. Dari Segi Proses

Proses Oil Furnace menggunakan *Heavy Aromatic Hydrocarbon* dapat menghasilkan produk yang lebih baik dan lebih efisien bila dibandingkan dengan proses lain.

12.2. Dari Segi Sosial

Pendirian pabrik ini dinilai menguntungkan, karena:

- Menciptakan lapangan kerja.
- Memberi kesempatan kepada penduduk untuk memperoleh tambahan penghasilan.

12.3. Dari Segi Lokasi

- Sarana untuk penunjang memperoleh bahan baku yang sangat mudah menggunakan jalur darat.
- Sarana untuk pemasaran produk yang sangat mudah yaitu dekat dengan pelabuhan.
- Sarana penunjang utilitas sangat memadahi.

12.4. Dari Segi Pasar

Carbon Black merupakan bahan yang banyak digunakan di berbagai bidang industri untuk penguatan karet, sebagai pigmen hitam dan untuk bahan-bahan elektrik yang bersifat konduktif.

12.5. Dari Segi Perhitungan Ekonomi

Setelah dilakukan analisa ekonomi terhadap Pra Rencana Pabrik *Carbon Black* dari *Heavy Aromatic Hydrocarbon*, dinilai cukup menguntungkan dengan berdasarkan data-data sebagai berikut:

- $ROI_{BT} = 30,12 \%$
- $ROI_{AT} = 18,07 \%$

- Pay Out Time (POT) = 3,6 tahun
- Break Event Point (BEP) = 52,72 %
- Internal Rate of Return (IRR) = 16,77 %

Dengan melihat berbagai aspek diatas, dapat disimpulkan bahwa Pra Rencana Pabrik *Carbon Black* dari *Heavy Aromatic Hydrocarbon* dengan kapasitas produksi 60.000 ton/tahun adalah layak didirikan.

DAFTAR PUSTAKA

Alibaba.com, diakses pada April 2016

Badan Pusat Statistik Republik Indonesia. 2015. Data: Ekspor-Impor Menurut Komoditi, diakses tanggal April 2016

Brownell E. Lloyd, *"Process Equipment Design"*, Jhon Willey and Sons Inc, New Delhi, India 1959.

Badger & Banchero, *"Introduction to Chemical Engineering"*, Hill Company, 1955.

Faith W.L., Keyes, D. B. and Dark, *Industrial Chemical Fourth Edition*, A Wiley Interscience Publication, New Jersey, 1975.

Geankoplis, Christie , *"Transport Process dan Unit Operation"*, 3rd Edition, Prentice Hall Inc, New Delhi, India 1997

Hesse, H.C. and Rushton, J.H., *"Process Equipment Design"*, D. Van Nostrand Co. New Jersey, 1981.

Kern D.Q, *"Process Heat Transfer"*, 2nd Edition, McGraw-Hill Inc, Singapore, 1988.

Kirk, R. E. and Othmer, D. P., *Encyclopedia of Chemical Volume 4 Fourth Edition*, Inggris, 1998.

Kusnarjo, *"Desain Pabrik Kimia"*, Surabaya, 2010

Kusnarjo, *"Ekonomi Teknik"*, Surabaya, 2010

Kusnarjo, *"Utilitas Pabrik Kimia"*, Surabaya, 2012

Material Safety Data Sheet Carbon Black, Continex.

Material Safety Data Sheet Carbondioxide, Air Products.

Material Safety Data Sheet Hydrogen, Praxair.

Material Safety Data Sheet Water, Science Lab.

Peter S. and Timmerhause, *"Plant Design and Economic to Chemical Engineering"*, 4th Edition, McGraw Hill, Singapore, 1991.

Petrus, Kismantoro., *Susunan Dalam Satu Naskah Undang-Undang Pajak Penghasilan"*, Kementerian Keuangan Republik Indonesia Direktorat Jenderal Pajak, 2013.

Perry, Robert H, *"Perry's Chemical Engineering Handbook"*, 5th Edition, McGraw Hill Company, New York, USA, 1970.

Perry, Robert H, *"Perry's Chemical Engineering Handbook"*, 6th Edition, McGraw Hill Company, New York, USA, 1983.