

PRA RENCANA PABRIK

**ZAT WARNA ORANGE II DARI ASAM SULFANILIK
DAN β -NAPHTOL DENGAN PROSES COUPLING
KAPASITAS PRODUKSI 40.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN ALAT UTAMA
REAKTOR COUPLING**

SKRIPSI

Disusun Oleh :

QURROTHA AINI

0914014



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

MIRIAM ANTHONY 1974

MIRIAM ANTHONY 1974 II EDWARD ANTHONY THE
SULLIVAN REPORT MOVED JOURNALISM AND
MIRIAM ANTHONY DONALD BOWEN'S ENTERTAIN

AMERU TALA WASHINGTON
SULLIVAN REPORT

1974

1974

1974

1974

AMERICAN JOURNALISM
ENTERTAINMENT JOURNALISM
AMERICAN JOURNALISM ENTERTAINMENT
1974

PRA RENCANA PABRIK
ZAT WARNA ORANGE II DARI ASAM SULFANILIK
DAN β -NAPHTOL DENGAN PROSES COUPLING
KAPASITAS PRODUKSI 40.000 TON/TAHUN
PERANCANGAN ALAT UTAMA
REAKTOR COUPLING

SKRIPSI

Disusun Oleh :

QURROTHA AINI

0914014



JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2013

LEMBAR PERSETUJUAN

PRA RENCANA PABRIK

ZAT WARNA ORANGE II DARI ASAM SULFANILIK DAN β -NAPHTOL DENGAN PROSES COUPLING KAPASITAS PRODUKSI 40.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN ALAT UTAMA REAKTOR COUPLING

SKRIPSI

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

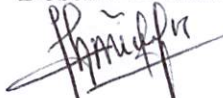
Disusun Oleh :

QURROTHA AINI 09.14.014


Malang, 20 Juli 2013

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I


Faidliyah Nilna Minah, ST, MT
NIP P 1030400392

Dosen Pembimbing II


M. Istnaeny Hudha, ST, MT
NIP P 103400400

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia


Jimmy, ST, MT
NIP/Y 1039900330



MEMORANDUM

TO : DIRECTOR

RE : REQUEST FOR PROPOSAL (RFP) NO. 1030/0030
FOR THE SUPPLY OF...

DATE: ...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...


BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : QURROTHA AINI
NIM : 09.14.014
Jurusan/Program Studi : TEKNIK KIMIA
Judul Skripsi : PRA RENCANA PABRIK ZAT WARNA ORANGE II
DARI ASAM SULFANILIK DAN β -NAPHTHOL
DENGAN PROSES COUPLING

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


Hari : Selasa
Tanggal : 23 Juli 2013
Nilai : B

Ketua,



Jimmy, ST, MT
NIP Y 1039900330


Sekretaris,



M. Istnaeny Hudha, ST, MT
NIP Y 1030400400


Anggota Penguji,

Penguji Pertama,



Ir. Muyassaroh, MT
NIP Y 1039700306

Penguji Kedua,



Rini Kartika Dewi, ST, MT
NIP Y 1030100370

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : QURROTHA AINI
NIM : 09.14.014
Jurusan/Program Studi : Teknik Kimia / Teknik Kimia (S-1)

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi yang berjudul :

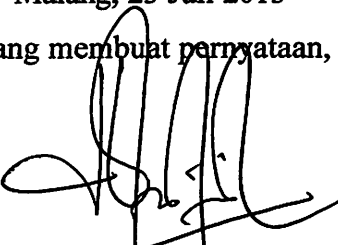
PRA RENCANA PABRIK

ZAT WARNA ORANGE II DARI ASAM SULFANILIK DAN β -NAPHTHOL DENGAN PROSES COUPLING KAPASITAS PRODUKSI 40.000 TON/TAHUN PERANCANGAN ALAT UTAMA REAKTOR COUPLING

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, 23 Juli 2013

Yang membuat pernyataan,



QURROTHA AINI

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “*Pra Rencana Pabrik Zat Warna Orange II dari Asam Sulfanilik dan β -Naphtol dengan Kapasitas 40.000 ton/tahun*”. Tugas akhir ini disusun sebagai prasyarat untuk menyelesaikan mata kuliah skripsi dan seminar yang merupakan salah satu rangkaian tugas akhir bagi mahasiswa Jurusan Teknik Kimia ITN Malang. Dengan terselesaikannya tugas akhir ini, penyusun ingin berterima kasih kepada :

1. Bapak Jimmy, ST, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang dan Dosen Penguji Tugas Akhir
2. Ibu Faidliyah Nilna Minah., ST, MT dan Bapak M.Istnaeny Hudha., ST, MT selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir
3. Rekan – rekan mahasiswa dan semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya tugas akhir ini

Penyusun menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini. Oleh sebab itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak demi sempurnanya penyusunan tugas akhir ini.

Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penyusun, ITN Malang maupun pembaca.

Malang, Juli 2013

Penyusun

PRA RENCANA PABRIK
ZAT WARNA ORANGE II DARI ASAM SULFANILIK DAN β -NAPHTOL
DENGAN PROSES COUPLING

Disusun Oleh :

1. Qurrotha Aini 09.14.014
2. Hani Tri Anggun P.B.N 09.14.021

Dosen Pembimbing :

- Faidliyah Nilna Minah., ST, MT
M. Istnaeny Hudha., ST, MT

ABSTRAK

Pewarna azo adalah kelompok terbesar zat pewarna dan banyak digunakan karena proses sintesisnya yang sederhana. Group diazo yang merupakatan ikatan organik sebagai dasar untuk pembuatan zat warna azo yang dianggap sebagai gugus kelas baru ikatan organik dimana gugus hidrogen diganti dengan gugus nitrogen. Zat warna ini dibuat dengan proses coupling dan diazotasi dari asam sulfanilat dan β - Naphtol. Adapun penggunaannya antara lain: pewarnaan wol, benang, kain, kulit, kertas, dan sebagainya.

Pabrik zat warna orange II ini akan didirikan di Kawasan Industri JABABEKA, Cikarang, Bekasi, Jawa Barat pada tahun 2014 dengan kapasitas 40.000 ton/tahun. Bentuk perusahaan Perseroan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi berbentuk garis dan staff. Dari hasil perhitungan didapat BEP = 57,38%; POT = 3,92 tahun; ROI_{BT} = 22 %; ; ROI_{AT} = 16%; IRR = 22,18%;TCI = Rp. 622.949.599.992,- . Dapat disimpulkan pabrik layak didirikan.

Kata Kunci : β -Naphtol, orange II, coupling

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Persetujuan.....	ii
Berita Acara	iii
Pernyataan Keaslian Isi Skripsi.....	iv
Kata pengantar	v
Abstraksi	vi
Daftar Isi	vii
Daftar Tabel	ix
Daftar Gambar.....	x
BAB I. PENDAHULUAN.....	I – 1
1.1.Latar Belakang	I – 1
1.2.Fungsi Zat Warna Orange II	I – 2
1.3.Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku dan Produk.....	I – 2
1.4.Analisa Pasar	I - 4
BAB II. SELEKSI DAN URAIAN PROSES.....	II – 1
2.1. Tahap Persiapan Bahan Baku	II – 1
2.2. Tahap Reaksi	II – 2
2.3. Tahap Permunian.....	II – 4
2.4. Tahap Penanganan Produk	II - 4
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
7.1. Instrumentasi.....	VII – 1
7.2. Keselamatan Kerja.....	VII – 4
BAB VIII. UTILITAS.....	VIII – 1
8.1. Unit Pengolahan Air (Water Treatment)	VIII – 1
8.2. Unit Penyediaan Tenaga Listrik	VIII – 7
8.3. Unit Penyediaan Bahan Baku	VIII - 7

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Data ekspor, impor, dan produksi zat warna orange II.....	I – 2
Tabel 1.2. Sifat-sifat bahan pembuatan zat warna orange II.....	I – 2
Tabel 1.3. Data ekspor, impor, produksi dan konsumsi.....	I – 4
Tabel 1.4. Data persentase kenaikan tiap tahun (kg/tahun)	I – 5
Tabel 5.1. Spesifikasi peralatan	V – 1
Tabel 7.1. Instrumentasi peralatan pabrik.....	VII – 3
Tabel 7.2. Alat-alat keselamatan kerja pada pabrik orange II	VII – 7
Tabel 9.1. Perkiraan luas pabrik.....	IX – 12
Tabel 10.1. Jabatan dan tingkat pendidikan tenaga kerja	X – 13
Tabel 10.2. Daftar upah (gaji) karyawan	X – 17
Tabel 11.1. Cash flow untuk NPV selama 10 tahun	XI – 10
Tabel 11.2. Cash flow untuk IRR	XI – 10

BAB IX. LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK	IX - 1
9.1. Lokasi Pabrik.....	IX - 1
9.2. Tata Letak Pabrik.....	IX - 6
9.3. Tata Letak Peralatan Proses.....	IX - 9
9.4. Perkiraan Luas Pabrik.....	IX - 12
BAB X. STRUKTUR ORGANISASI PERUSAHAAN	X - 1
BAB XI. ANALISA EKONOMI.....	XI - 1
BAB XII. KESIMPULAN DAN SARAN.....	XII - 1
12.1. Kesimpulan.....	XII - 1
12.2. Saran	XII - 2

Daftar Pustaka

APPENDIKS A. PERHITUNGAN NERACA MASSA	APP A - 1
APPENDIKS B. PERHITUNGAN NERACA PANAS.....	APP B - 1
APPENDIKS C. PERHITUNGAN SPESIFIKASI ALAT.....	APP C - 1
APPENDIKS D. PERHITUNGAN UTILITAS	APP D - 1
APPENDIKS E. PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI	APP E - 1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Rumus kimia orange II.....	I – 1
Gambar 11.1. Break Even Point.....	XI – 8
Gambar 11.2. Kapastas pada keadaan shut down rate	XI - 9

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Industri tekstil di Indonesia merupakan industri yang diprioritaskan karena mempunyai peranan penting baik sebagai penyumbang devisa negara, merekrut tenaga kerja dalam jumlah yang cukup besar serta memenuhi kebutuhan sandang nasional.

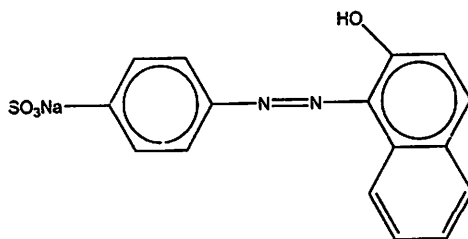
Mengingat keadaan tersebut dan diperkirakan untuk tahun-tahun mendatang kebutuhan tekstil di masyarakat dan perkembangan industri akan meningkat, begitu juga dengan kebutuhan akan zat warna juga meningkat. [1]

Salah satu zat warna yang dibutuhkan adalah zat warna orange II yang cukup luas penggunaannya. Adapun penggunaannya antara lain: pewarnaan wol, benang, kain, kulit, kertas, dan sebagainya. [2]

Pewarna azo adalah kelompok terbesar zat pewarna dan banyak digunakan karena proses sintesisnya yang sederhana. Pada tahun 1858, Peter-Griess seorang ilmuwan muda dari laboratorium Koller untuk pertama kalinya menemukan group diazo yang merupakan ikatan organik sebagai dasar untuk pembuatan zat warna azo. Zat warna diazo ini dianggap sebagai gugus kelas baru ikatan organik dimana gugus hidrogen diganti dengan gugus nitrogen. Penemuan ini didasarkan atas penelitian terhadap salah satu reaksi dari group amina dalam ikatan aromatik menggantikan hidroksil dengan pemanasan asam nitrat.

Sekitar tahun 1876 oleh Roustin, untuk pertama kalinya zat warna azo yaitu orange I dan orange II (C.I Acid Orange 7) mulai dipasarkan. Zat warna ini dibuat dengan proses coupling dan diazotasi dari asam sulfanilat dan β -Naphthol. [3]

Rumus kimia orange II:



Gambar 1.1. Rumus Kimia Orange II [2]

Tabel 1.1 Data ekspor, impor dan produksi zat warna orange II tahun 2006-2010 ^[4]

Tahun	Ekspor	Impor	Produksi
2006	5.628	6.126.689	57.600
2007	8.750	6.861.036	57.600
2008	26.632	6.677.934	57.600
2009	43.510	5.772.321	57.600
2010	31.576	6.124.526	57.600

Sumber: Badan Pusat Statistik, Surabaya

1.2. Fungsi Zat Warna Orange II

Adapun fungsi dari zat warna orange II antara lain:

- Untuk bahan pembuatan metil orange
- Untuk pewarna jenis serat alami seperti wol, katun, sutra
- Untuk pewarna photosensitive
- Untuk pewarna kertas
- Untuk pewarna kulit ^[2]

1.3. Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku dan Produk

Sifat fisik dan kimia pada perancangan pabrik ini terdiri dari bahan baku serta produk berupa zat warna orange II.

Tabel 1.2. Sifat-sifat bahan pembuatan zat warna orange II

Bahan Baku Utama

a. Asam sulfanilik ((H₂N)C₆H₄SO₃H) ^[5]

Sifat-sifat fisik	Sifat-sifat kimia
<ul style="list-style-type: none"> - Bentuk : bentuk seperti kristal - Berat molekul: 173,19 - Titik lebur: 288-300 °C 	<ul style="list-style-type: none"> - Larut dalam HCl dan air panas - Sedikit larut dalam air, alkohol dan eter

b. β- Naphtol (C₁₀H₇OH) ^[6]

Sifat-sifat fisik	Sifat-sifat kimia
<ul style="list-style-type: none"> - Bentuk: serbuk putih kekuningan - Berat molekul: 144,17 - Titik lebur: 121-122 °C - Titik didih: 285-286 °C 	<ul style="list-style-type: none"> - Larut dalam alcohol, eter, kloroform, gliserol, alkaline - Sedikit larut dalam air

*Bahan Pembantu*a. Natrium nitrit (NaNO_2) ^[7]

Sifat-sifat fisik	Sifat-sifat kimia
<ul style="list-style-type: none"> - Bentuk: bentuk serbuk warna kuning - Berat molekul: 69 - Titik didih: 320 °C - Titik lebur: 270 °C 	<ul style="list-style-type: none"> - Higroskopis - Larut dalam air - Sedikit larut dalam eter dan etanol

b. Natrium Hidroksida (NaOH) ^[8]

Sifat-sifat fisik	Sifat-sifat kimia
<ul style="list-style-type: none"> - Bentuk: padatan putih - Berat molekul: 40 - Titik didih: 1390 °C - Titik lebur: 318 °C 	<ul style="list-style-type: none"> - Larut dalam air - Larut dalam alkohol - Larut dalam gliserin - Menyerap CO_2 dan uap air di udara

c. Asam Klorida (HCl) ^[9]

Sifat-sifat fisik	Sifat-sifat kimia
<ul style="list-style-type: none"> - Bentuk : cair - Berat molekul: 36,46 - Titik lebur: -70 °C - Titik didih: 110 °C 	<ul style="list-style-type: none"> - Larut dalam air - Bersifat korosif

d. Natrium Karbonat (Na_2CO_3) ^[10]

Sifat-sifat fisik	Sifat-sifat kimia
<ul style="list-style-type: none"> - Bentuk: serbuk putih - Berat molekul: 105,99 - Titik lebur: 851 °C 	<ul style="list-style-type: none"> - Larut dalam air - Tidak larut pada alkohol

*Produk Utama*Orange II ($\text{HOC}_{10}\text{H}_6\text{N}=\text{NC}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$) [2]

Sifat-sifat fisik	Sifat-sifat kimia
<ul style="list-style-type: none"> - Bentuk: serbuk berwarna kuning orange - Berat molekul: 350,32 - Titik lebur: 164 °C 	<ul style="list-style-type: none"> - Larut dalam air panas - Tidak larut dalam alkohol

*Produk Samping*Natrium Klorida (NaCl) [11]

Sifat-sifat fisik	Sifat-sifat kimia
<ul style="list-style-type: none"> - Bentuk : padatan kristal - Berat molekul: 58,44 - Titik lebur : 800,4 °C - Titik didih : 1413 °C 	<ul style="list-style-type: none"> - Larut dalam air - Sedikit larut dalam etanol

1.4. Analisa Pasar

Dalam mendirikan suatu pabrik diperlukan suatu perencanaan kapasitas produksi agar produk yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan terutama kebutuhan dalam negeri. Perkiraan kapasitas pabrik dapat ditentukan menurut nilai impor, ekspor, dan konsumsi setiap tahun dengan melihat perkembangan industri dalam kurun waktu berikutnya.

Tabel 1.3. Data Ekspor, Impor, Produksi dan Konsumsi (kg/tahun)

Tahun	Ekspor	Impor	Produksi	Konsumsi
2006	5.628	6.126.689	57.600	6.178.661
2007	8.750	6.861.036	57.600	6.909.886
2008	26.632	6.677.934	57.600	6.708.902
2009	43.510	5.772.321	57.600	5.786.411
2010	31.576	6.124.526	57.600	6.150.550

Tabel 1.4. Data Persentase kenaikan tiap tahun (kg/tahun)

Tahun	Impor (kg/tahun)	Ekspor (kg/tahun)	% Kenaikan impor	% Kenaikan ekspor
2006	5.628	6.126.689	-	-
2007	8.750	6.861.036	11.99%	55.47%
2008	26.632	6.677.934	-2.67%	204.37%
2009	43.510	5.772.321	-13.56%	63.37%
2010	31.576	6.124.526	6.10%	-27.43%
Rata-rata			1.86%	295.79%

Untuk memperkirakan kapasitas produksi pabrik baru pada tahun 2014 dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$M_1 + M_2 + M_3 = M_4 + M_5$$

Dimana : M_1 : Nilai impor tahun 2010 (= 0)

M_2 : Produksi pabrik di dalam negeri (= 0)

M_3 : Kapasitas pabrik yang akan didirikan

M_4 : Nilai ekspor tahun 2010

M_5 : Nilai konsumsi dalam negeri tahun 2010

Untuk kenaikan rata-rata impor 1,86%, maka perkiraan impor zat warna orange II pada tahun 2014, yaitu:

$$\begin{aligned} M_1 &= P (1 + i)^n \\ &= 6.124.526 (1 + 0,0186)^5 \\ &= 6.714.920 \text{ kg/tahun} \end{aligned}$$

Untuk kenaikan rata-rata produksi 0%, maka perkiraan produksi zat warna orange II pada tahun 2014, yaitu:

$$\begin{aligned} M_2 &= P (1 + i)^n \\ &= 57.600 (1 + 0)^5 \\ &= 57.600 \text{ kg/tahun} \end{aligned}$$

Untuk kenaikan rata-rata ekspor 295,79%, maka perkiraan ekspor zat warna orange II pada tahun 2014, yaitu :

$$\begin{aligned} M_4 &= P (1 + i)^n \\ &= 31.576 (1 + 2,9579)^5 \\ &= 30.665.786 \text{ kg/tahun} \end{aligned}$$

Untuk kenaikan rata-rata konsumsi 1,47%, maka perkiraan konsumsi PTA pada tahun 2014, yaitu :

$$\begin{aligned} M_5 &= P (1 + i)^n \\ &= 6.150.550 (1 + 0,0147)^5 \\ &= 6.615.708 \text{ kg/tahun} \end{aligned}$$

Sehingga kapasitas pabrik zat warna orange II yang didirikan tahun 2014 adalah :

$$\begin{aligned} M_1 + M_2 + M_3 &= M_4 + M_5 \\ M_3 &= (M_4 + M_5) - (M_1 + M_2) \\ M_3 &= (30.665.786 + 6.615.708) - (6.714.920 + 57.600) \\ M_3 &= 30.508.974 \text{ kg/tahun} \\ &= 30.508,97 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

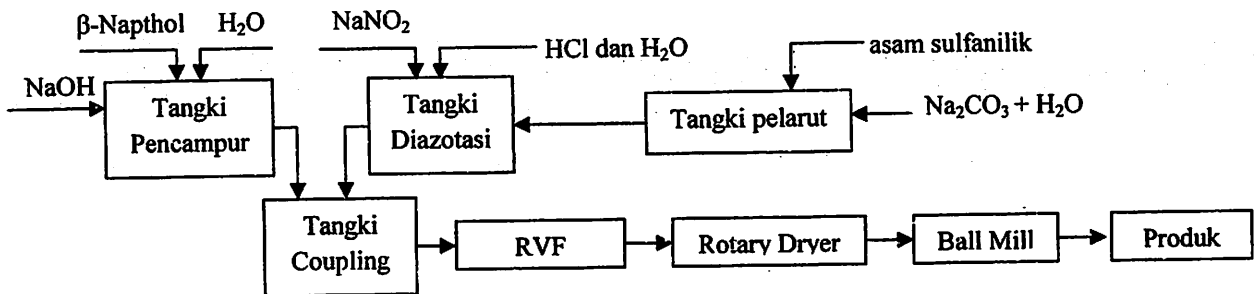
Dari perhitungan peluang kapasitas produksi maka kapasitas produksi pabrik baru zat warna orange II sebesar 40.000 ton/tahun.



BAB II

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

Proses yang digunakan dalam produksi dari zat warna azo menjadi zat warna orange II yaitu diazotasi dan coupling. Diagram blok proses zat warna orange II sebagai berikut.^[12]



Dalam diagram blok diatas dapat dilihat bahwa proses zat warna orange dilakukan beberapa tahap, yaitu:

1. Tahap persiapan bahan baku
2. Tahap reaksi
3. Tahap pemurnian
4. Tahap penanganan produk

Uraian proses zat warna orange II sebagai berikut:

2.1. Tahap Persiapan Bahan Baku

Bahan baku Na_2CO_3 99% dari gudang penyimpanan (F-111) diangkut dengan belt conveyer (J-112A) dan bucket elevator (J-113), kemudian masuk ke penampungan sementara atau bin (F-114) yang dilengkapi dengan weighting control dimana mengatur jumlah Na_2CO_3 yang masuk tangki pelarut Na_2CO_3 (M-115). Tangki pelarut Na_2CO_3 berfungsi untuk melarutkan Na_2CO_3 99% menjadi larutan Na_2CO_3 5% dengan menggunakan air. Tangki pelarut ini bekerja pada tekanan 1 atm dan suhu 30°C . Pengaduk dalam tangki pelarut digunakan untuk membantu pelarutan Na_2CO_3 . Kemudian larutan Na_2CO_3 5% dialirkan dengan menggunakan pompa centrifugal (L-116) menuju ke reaktor Natrium Sulfanilik (R-110). Bahan baku yang lainnya yaitu asam sulfanilik, dengan kemurnian 99% disimpan dalam tangki penyimpanan (F-117) pada kondisi tekanan 1 atm dan suhu 30°C . Asam sulfanilik diangkut dengan belt

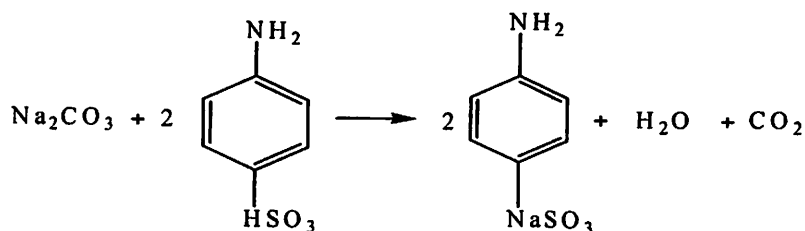
conveyor (J-112B) dan bucket elevator (J-118), kemudian masuk ke penampungan sementara atau bin (F-119) yang dilengkapi dengan weighting control dimana mengatur jumlah asam sulfanilik yang masuk ke reaktor Natrium Sulfanilik (R-110).

Bahan baku NaNO_2 99% dari gudang penyimpanan (F-121) diangkut dengan belt conveyor (J-122) dan bucket elevator (J-124), kemudian masuk ke penampungan sementara atau bin (J-125) yang dilengkapi dengan weighting control, dimana mengatur jumlah NaNO_2 yang masuk ke reaktor diazo (R-120). Bahan baku lainnya yaitu HCl 37% disimpan dalam tangki penyimpanan (F-127) pada kondisi tekanan 1 atm dan suhu 30°C . HCl dialirkan menuju tangki pengenceran (M-128) dengan menggunakan pompa centrifugal (L-127) untuk diencerkan dengan air sampai konsentrasinya 19%, kemudian dialirkan dengan menggunakan pompa centrifugal (L-129) menuju ke reaktor diazo (R-120).

Bahan baku β -Naphthol 99% dari gudang penyimpanan (F-131) diangkut dengan belt conveyor (J-132) dan bucket elevator (J-133), kemudian masuk ke penampungan sementara atau bin (F-134) yang dilengkapi dengan weighting control, dimana mengatur jumlah β -Naphthol yang masuk ke dalam tangki pelarut (M-130). Bahan baku yang lainnya yaitu NaOH cair 40% disimpan dalam tangki penyimpanan (F-135) pada kondisi tekanan 1 atm dan suhu 30°C . NaOH dialirkan menuju tangki pengenceran (M-137) dengan menggunakan pompa centrifugal (L-136) untuk diencerkan dengan air sampai konsentrasinya 30%. Kemudian larutan NaOH 30% dialirkan dengan menggunakan pompa centrifugal (L-138) menuju ke tangki pelarut (M-130). Dari tangki pelarut (M-130) larutan β -Naphthol dialirkan ke reaktor coupling (R-140) dengan menggunakan pompa centrifugal (L-141).

2.2. Tahap Reaksi

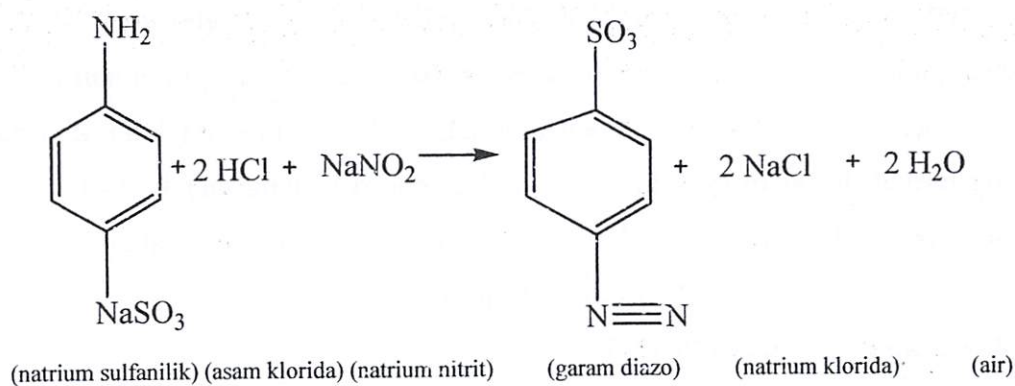
Reaktor Natrium Sulfanilik (R-110) bekerja pada tekanan 1 atm dan suhu 30°C . Reaksi yang terjadi pada reaktor Natrium Sulfanilik :



(sodium karbonat) (asam sulfanilik) (natrium sulfanilik) (air) (karbondioksida)

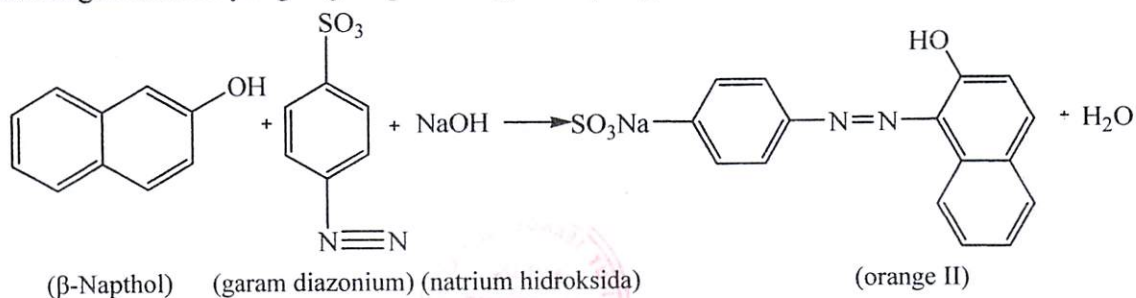
Hasil reaksi berupa larutan Natrium Sulfanilik, kemudian dialirkan ke reaktor diazo (R-120) dengan menggunakan pompa centrifugal (L-123).

Reaktor diazo (R-120) bekerja pada tekanan 1 atm dan suhu 15°C. Reaksi yang terjadi adalah reaksi eksotermis, maka perlu digunakan brine (pendingin) yang berfungsi untuk menjaga suhu operasi tetap konstan. Brine dialirkan melalui koil pendingin. Pada reaktor digunakan pengaduk untuk mempercepat terjadinya reaksi. Reaksi yang terjadi pada reaktor diazo (R-120) :



Hasil reaksi berupa garam diazonium yang kemudian dialirkan ke reaktor coupling (R-140) dengan menggunakan pompa centrifugal (L-142). Garam diazonium hasil reaksi pada reaktor diazo (R-120) selanjutnya akan dioperasikan dengan larutan β-Naphtol yang telah dipersiapkan terlebih dahulu di tangki pelarut (M-130).

Dalam reaktor coupling (R-140) ini terjadi reaksi antara garam diazonium dari tangki diazo (R-120) dan larutan β-Naphtol dari tangki pelarut (M-130). Reaksi dilakukan selama 1 jam dan selama reaksi larutan diaduk secara kontinyu untuk mempercepat terjadinya reaksi. Hasil reaksi adalah berupa slurry dengan suhu 5°C dan reaksi yang terjadi adalah reaksi eksotermis, maka perlu digunakan (brine) pendingin yang berfungsi untuk menjaga suhu operasi tetap konstan. Brine dialirkan melalui koil pendingin. Reaksi yang terjadi pada tangki coupling :



2.3. Tahap Pemurnian

Zat warna orange II reaksi pada reaktor coupling (R-140) yang berupa slurry ini kemudian dipompa (L-151) menuju rotary vacuum filter (H-152) untuk memisahkan produk utama yang berupa padatan (cake) dengan filtratnya. Filtrat yang dihasilkan kemudian dialirkan menuju unit pengolahan limbah. Cake yang berupa zat warna orange II kemudian diangkut dengan belt conveyor (J-153) menuju rotary dryer (B-150) untuk dikeringkan dengan media pemanasnya adalah udara kering. Keluar dari rotary dryer (B-150), zat warna orange II dibawa dengan bucket elevator (J-162) menuju penampungan produk sementara atau bin (F-163), kemudian menuju ball mill (C-160). Udara bercampur debu yang terjadi dipisahkan oleh cyclone (H-161), dimana produk yang terikut di dalam cyclone (H-161) akan dialirkan langsung ke ball mill (C-160). Dalam ball mill (C-160) produk akan dihancurkan sehingga didapatkan ukuran produk sesuai dengan yang diinginkan yaitu 200 mesh.

2.4. Tahap Penanganan Produk

Produk yang ukurannya telah sesuai kemudian diangkut dengan screw conveyor (J-165) untuk dikemas (P-167) dan disimpan di gudang penyimpanan produk (F-168) sebelum dipasarkan.



BAB III

NERACA MASSA

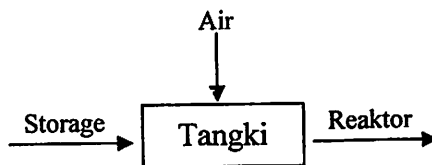
Kapasitas pabrik : 40.000 ton/tahun

$$: \frac{40.000 \text{ ton}}{\text{tahun}} \times \frac{1000 \text{ kg}}{\text{ton}} \times \frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}}$$

 : 5050,5051 kg/jam
 Waktu operasi : 330 hari/tahun
 : 24 jam/hari
 Satuan operasi : kg/jam
 Basis : 1014,7681 kg/jam

1. Tangki Pelarut Na₂CO₃

Fungsi: untuk melarutkan Na₂CO₃ dengan air sampai konsentrasi 5%.

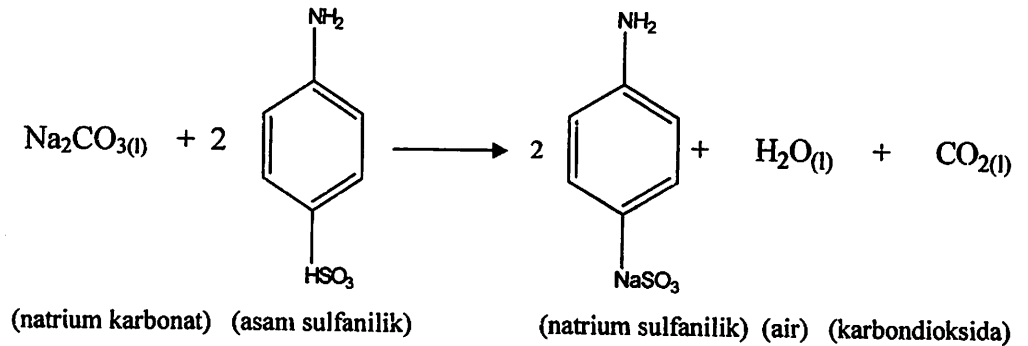
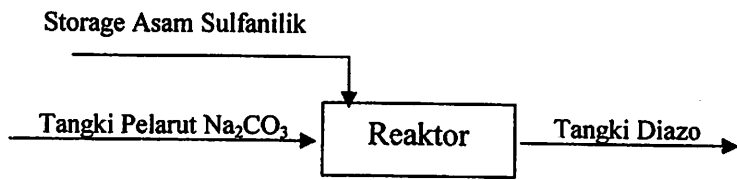


Neraca Massa Pada Tangki Pelarut Na₂CO₃

Bahan Masuk (kg/jam)	Bahan Keluar (kg/jam)
<u>Dari Storage:</u>	<u>Ke Reaktor:</u>
Na ₂ CO ₃ : 1006,6500	Na ₂ CO ₃ : 1006,6500
Na ₂ SO ₄ : 7,6108	Na ₂ SO ₄ : 7,6108
NaCl : 0,5074	NaCl : 0,5074
<u>1014,7681</u>	H ₂ O : 19118,2310
<u>Dari Water Proses:</u>	
H ₂ O : 19118,2310	
Total : 20132,9991	Total : 20132,9991

2. Reaktor Natrium Sulfanilik

Fungsi: untuk mereaksikan Asama Sulfanilik dan Na₂CO₃ dengan Natrium Sulfanilik.

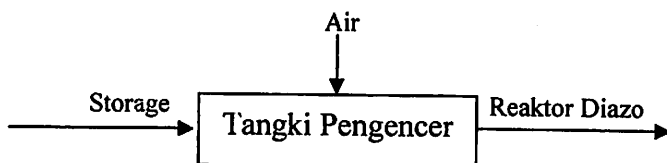


Neraca Massa Pada Reaktor Natrium Sulfanilik

Bahan Masuk (kg/jam)	Bahan Keluar (kg/jam)
<u>Dari Storage:</u>	<u>Ke Reaktor Diazo:</u>
Asam Sulfanilik : 3285,8574	Asam Sulfanik : 460,0200
Anilin : 32,8586	Anilin : 32,8586
3318,7160	Na ₂ CO ₃ : 140,9310
<u>Dari tangki ke pelarut Na₂CO₃:</u>	Na ₂ SO ₄ : 7,6108
Na ₂ CO ₃ : 1006,6500	NaCl : 0,5074
Na ₂ SO ₄ : 7,6108	H ₂ O : 19262,2398
NaCl : 0,5074	Natrium Sulfanilik : 3185,1924
H ₂ O : 19118,2310	CO ₂ : 359,3350
20132,9991	
Total : 23451,7150	Total : 23451,7150

3. Tangki Pengencer HCl

Fungsi: untuk mengencerkan larutan HCl 37% menjadi 19%

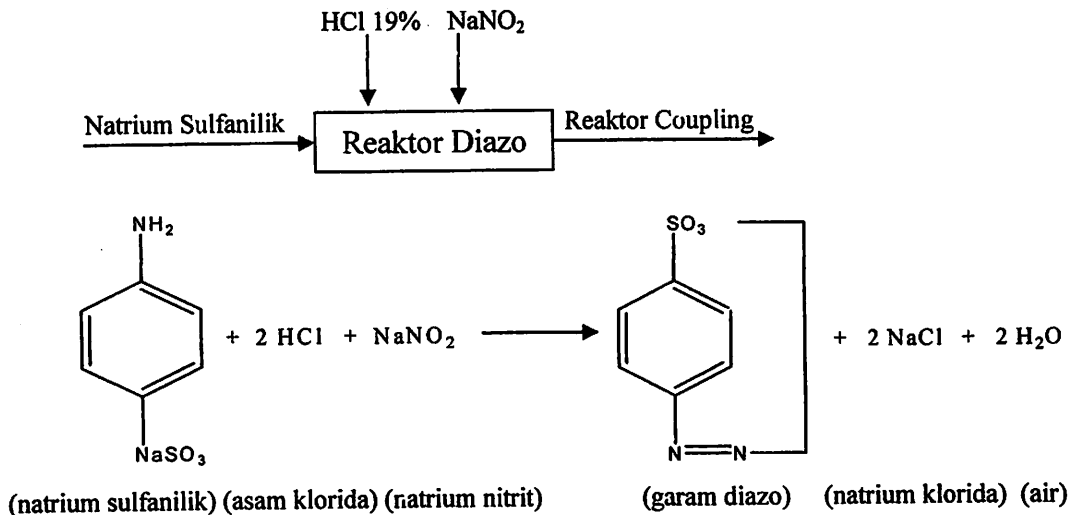


Neraca Massa Pada Tangki Pengencer HCl

Bahan Masuk (kg/jam)	Bahan Keluar (kg/jam)
<u>Dari Storage:</u>	<u>Ke Reaktor Diazo:</u>
HCl 37% : 909,0909	HCl 19% : 909,0909
H ₂ O 63% : 1547,9115	H ₂ O 81% : 3875,5981
2457,0025	
<u>Dari water proses:</u>	
H ₂ O untuk pengenceran : 2327,6865	
Total : 4784,6890	Total : 4784,6890

4. Reaktor Diazo

Fungsi: untuk mereaksikan Natrium Sulfanilik, NaNO₂, dan HCl 19% menjadi garam diazo



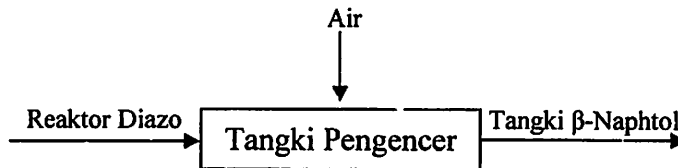
Neraca Massa Pada Tangki Diazo

Bahan Masuk (kg/jam)	Bahan Keluar (kg/jam)
<u>Dari Reaktor Natrium Sulfanilik:</u>	<u>Ke Reaktor Coupling:</u>
Asam Sulfanik : 460,0200	Asam Sulfanik : 460,0200
Anilin : 32,8586	Anilin : 32,8586
Na ₂ CO ₃ : 140,9310	Na ₂ CO ₃ : 140,9310
Na ₂ SO ₄ : 7,6108	Na ₂ SO ₄ : 7,6108
NaCl : 0,5074	NaCl : 1643,5593

H ₂ O : 19262,2398	H ₂ O : 23457,6453
Natrium Sulfanilik : 3185,1924	Natrium Sulfanilik : 445,9269
: 23092,3600	Garam Diazo : 2584,7428
<u>Dari Tangki Pengencer HCl:</u>	HCl : 166,9368
HCl 19% : 909,0909	NaNO ₂ : 157,7895
H ₂ O 81% : 3875,5981	NaNO ₃ : 11,2707
: 4784,6890	
<u>Dari Storage:</u>	
NaNO ₂ : 1127,0681	
NaNO ₃ : 11,2707	
: 1138,3388	
Total : 29015,3877	Total : 29015,3877

5. Tangki Pengencer NaOH

Fungsi: untuk mengencerkan larutan NaOH 40% menjadi larutan NaOH 30%

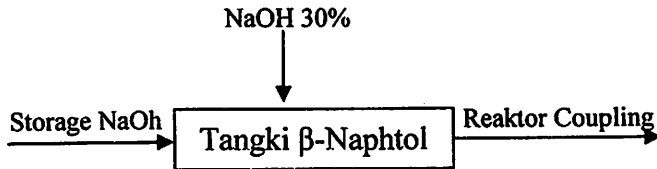


Neraca Massa Pada Tangki Pengencer NaOH

Bahan Masuk (kg/jam)	Bahan Keluar (kg/jam)
<u>Dari Storage:</u>	<u>Ke Tangki Pelarut β-Naphtol:</u>
NaOH 40% : 561,9006	NaOH 30% : 561,9006
H ₂ O 60% : 842,8509	H ₂ O 70% : 1311,1014
: 1404,7515	
<u>Dari Water Proses:</u>	
H ₂ O untuk Pengenceran : 468,2505	
Total : 1873,0020	Total : 1873,0020

6. Tangki Pelarut β-Napthol

Fungsi: untuk melarutkan β-Napthol dengan NaOH 30% menjadi larutan β-Napthol

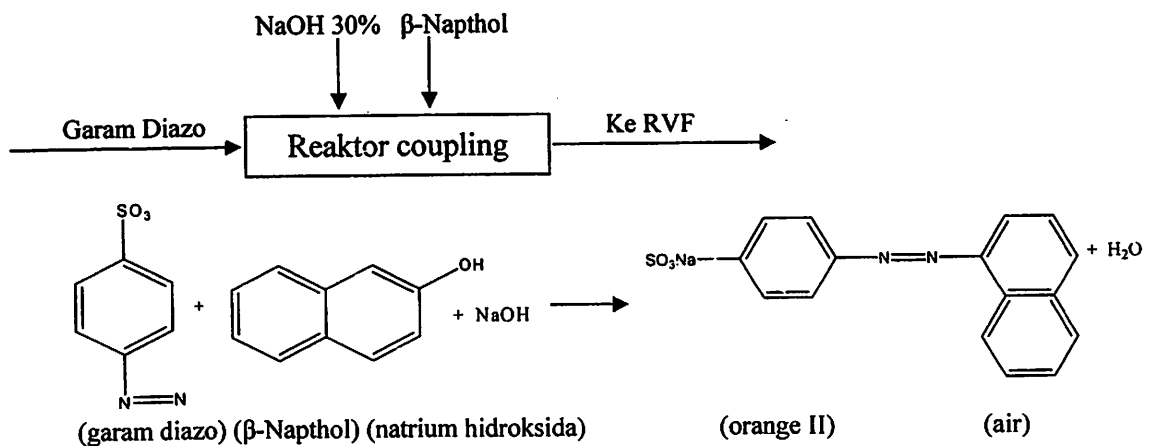


Neraca Massa Pada Tangki Pelarut β-Napthol

Bahan Masuk (kg/jam)	Bahan Keluar (kg/jam)
<u>Dari Storage:</u>	<u>Ke Reaktor Coupling:</u>
β-Napthol : 2022,8422	NaOH : 561,9006
1-Napthol : 20,2284	β-Napthol : 2022,8422
: 2043,0706	1-Napthol : 20,2284
<u>Dari Tangki Pengencer NaOH:</u>	H ₂ O : 1311,1014
NaOH 30% : 561,9006	
H ₂ O 70% : 1311,1014	
: 1873,0020	
Total : 3916,0726	Total : 3916,0726

7. Reaktor Coupling

Fungsi: untuk mereaksikan β-Napthol dan garam diazo menjadi orange II

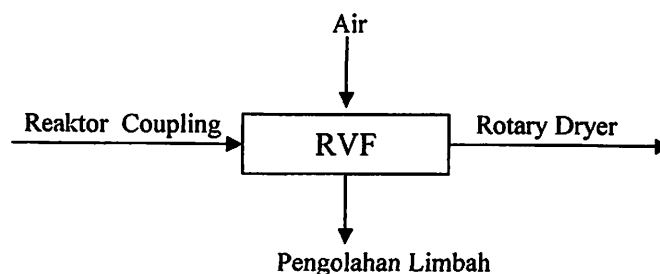


Neraca Massa Pada Reaktor Coupling

Bahan Masuk (kg/jam)	Bahan Keluar (kg/jam)
<u>Dari Tangki Pelarut:</u>	<u>Ke RVF:</u>
NaOH : 561,9006	Asam Sulfanik : 460,0200
β -Naphthol : 2022,8422	Anilin : 32,8586
1-Naphthol : 20,2284	Na ₂ CO ₃ : 140,9310
H ₂ O : 1311,1014	Na ₂ SO ₄ : 7,6108
3916,0726	NaCl : 1643,5593
<u>Dari Reaktor Diazo:</u>	H ₂ O : 24986,2023
Asam Sulfanik : 460,0200	Natrium Sulfanilik : 445,9296
Anilin : 32,8586	Garam Diazo : 361,8640
Na ₂ CO ₃ : 140,9310	HCl : 166,9368
Na ₂ SO ₄ : 7,6108	NaNO ₂ : 157,7895
NaCl : 1643,5593	NaNO ₃ : 11,2707
H ₂ O : 23457,6453	NaOH : 78,6661
Natrium Sulfanilik : 445,9269	β -Naphthol : 283,1979
Garam Diazo : 2584,7428	1-Naphthol : 20,2284
HCl : 166,9368	Orange II : 4228,3021
NaNO ₂ : 157,7895	
NaNO ₃ : 11,2707	
29109,2916	
Total : 33025,3643	Total : 33025,3643

8. RVF (Rotary Vacum Filter)

Fungsi: untuk memisahkan cake dari filtratnya



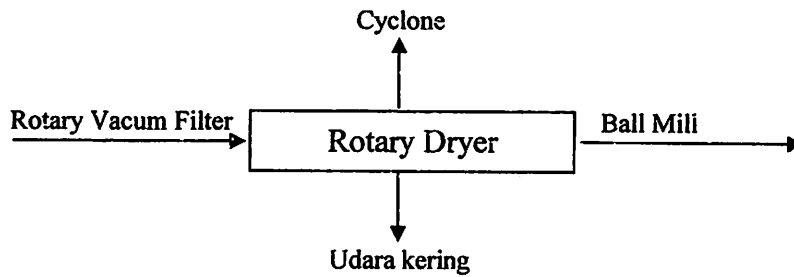
Neraca Massa Pada RVF

Bahan Masuk (kg/jam)	Bahan Keluar (kg/jam)
<u>Dari Reaktor Coupling:</u>	<u>Ke Rotary Dryer:</u>
Asam Sulfanik : 460,0200	Asam Sulfanik : 4,6002
Anilin : 32,8586	Anilin : 0,3286
Na ₂ CO ₃ : 140,9310	Na ₂ CO ₃ : 1,4093
Na ₂ SO ₄ : 7,6108	Na ₂ SO ₄ : 0,0761
NaCl : 1643,5593	NaCl : 16,4356
H ₂ O : 24986,2023	H ₂ O : 249,8620
Natrium Sulfanilik : 445,9296	Natrium Sulfanilik : 4,4593
Garam Diazo : 361,8640	Garam Diazo : 3,6186
HCl : 166,9368	HCl : 1,6694
NaNO ₂ : 157,7895	NaNO ₂ : 1,5779
NaNO ₃ : 11,2707	NaNO ₃ : 0,1127
NaOH : 78,6661	NaOH : 0,7867
β-Naphthol : 283,1979	β-Naphthol : 2,8320
1-Naphthol : 20,2284	1-Naphthol : 0,2023
Orange II : 4228,3021	Orange II : 4186,0191
	4473,9897
	<u>Ke Penampungan Limbah:</u>
	Asam sulfanilik : 455,4198
	Anilin : 32,5300
	Na ₂ CO ₃ : 139,5217
	Na ₂ SO ₄ : 7,5347
	NaCl : 1627,1237
	H ₂ O : 24736,3402
	Natrium Sulfanilik : 441,4677
	Garam Diazo : 358,2454
	HCl : 165,2674
	NaNO ₂ : 156,2116
	NaNO ₃ : 11,1580
	NaOH : 77,8794

	β -Naphthol	: 280,3659
	1-Naphthol	: 20,0261
	Orange II	: 42,2830
		<u>28551,3746</u>
Total	: 33205,3643	Total : 33205,3643

9. Rotary Dryer

Fungsi: untuk mengurangi kadar air yang terkandung dalam orange II dan sebagai media pemanas dengan menggunakan udara kering



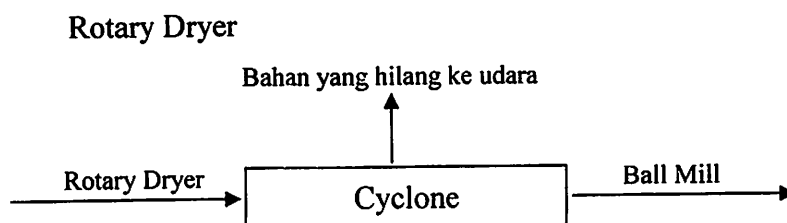
Neraca Massa Pada Rotary Dryer

Bahan Masuk (kg/jam)		Bahan Keuar (kg/jam)	
<u>Dari RVF:</u>		<u>Ke Ball Mill:</u>	
Asam sulfanilik	: 4,6002	Asam sulfanilik	: 4,5542
Anilin	: 0,3286	Anilin	: 0,3253
Na ₂ CO ₃	: 1,4093	Na ₂ CO ₃	: 1,3952
Na ₂ SO ₄	: 0,0761	Na ₂ SO ₄	: 0,0753
NaCl	: 16,4356	NaCl	: 16,2712
H ₂ O	: 249,8620	H ₂ O	: 218,1136
Natrium Sulfanilik	: 4,4593	Natrium Sulfanilik	: 4,4147
Garam Diazo	: 3,6186	Garam Diazo	: 3,5825
HCl	: 1,6994	HCl	: 1,6527
NaNO ₂	: 1,5779	NaNO ₂	: 1,5621
NaNO ₃	: 0,1127	NaNO ₃	: 0,1116
NaOH	: 0,7867	NaOH	: 0,7788
β -Naphthol	: 2,8320	β -Naphthol	: 2,8037
1-Naphthol	: 0,2023	1-Naphthol	: 0,2003
		Orange II	: 4144,1589

Orange II	: 4186,0191		4400,0000
	4444,4444	<u>Ke Cyclone:</u>	
<u>Sisa yang di buang:</u>		Asam sulfanilik	: 0,0460
N ₂	: 2581,0082	Anilin	: 0,0033
O ₂	: 757,8629	Na ₂ CO ₃	: 0,0141
H ₂ O	: 67,6538	Na ₂ SO ₄	: 0,0008
		NaCl	: 0,1644
		H ₂ O	: 2,2032
		Natrium Sulfanilik	: 0,0446
		Garam Diazo	: 0,0362
		HCl	: 0,0167
		NaNO ₂	: 0,0158
		NaNO ₃	: 0,0011
		NaOH	: 0,0079
		β-Naphthol	: 0,0283
		1-Naphthol	: 0,0020
		Orange II	: 41,8602
			44,4444
		<u>Sisa yang di buang:</u>	
		N ₂	: 2581,0082
		O ₂	: 757,8629
		H ₂ O	: 67,6538
Total	: 8120,9694	Total	: 8120,9694

10. Cyclone

Fungsi: untuk memisahkan padatan halus yang ikut udara pengering yang keluar



Neraca Massa Pada Cyclone

Bahan Masuk (kg/jam)	Bahan Keluar (kg/jam)
<u>Dari Rotary Dryer:</u>	<u>Ke Ball Mill:</u>
Asam sulfanilik : 0,0460	Asam sulfanilik : 0,0414
Anilin : 0,0033	Anilin : 0,0030
Na ₂ CO ₃ : 0,0141	Na ₂ CO ₃ : 0,0127
Na ₂ SO ₄ : 0,0008	Na ₂ SO ₄ : 0,0007
NaCl : 0,1644	NaCl : 0,1479
H ₂ O : 2,2032	H ₂ O : 1,9829
Natrium Sulfanilik : 0,0446	Natrium Sulfanilik : 0,0401
Garam Diazo : 0,0362	Garam Diazo : 0,0326
HCl : 0,0167	HCl : 0,0150
NaNO ₂ : 0,0158	NaNO ₂ : 0,0142
NaNO ₃ : 0,0011	NaNO ₃ : 0,0010
NaOH : 0,0079	NaOH : 0,0071
β-Naphthol : 0,0283	β-Naphthol : 0,0255
1-Naphthol : 0,0020	1-Naphthol : 0,0018
Orange II : 41,8602	Orange II : 37,6742
<u>44,4444</u>	<u>40,0000</u>
	<u>Bahan yang hilang ke udara:</u>
	Asam sulfanilik : 0,0046
	Anilin : 0,0003
	Na ₂ CO ₃ : 0,0014
	Na ₂ SO ₄ : 0,0001
	NaCl : 0,0164
	H ₂ O : 0,2203
	Natrium Sulfanilik : 0,0045
	Garam Diazo : 0,0036
	HCl : 0,0017
	NaNO ₂ : 0,0016
	NaNO ₃ : 0,0001
	NaOH : 0,0008

	β -Naphthol	: 0,0028
	1-Naphthol	: 0,0002
	Orange II	: 4,1860
		<hr/> 4,4444
Total	: 44,4444	Total : 44,4444

11. Ball Mill

Fungsi: untuk menghancurkan dan menghaluskan bahan menjadi bubuk/serbuk.

Neraca Massa Pada Ball Mill

Bahan Masuk (kg/jam)	Bahan Keluar (kg/jam)
<u>Dari Cyclone:</u>	<u>Ke Screw Conveyor:</u>
Asam sulfanilik : 0,0414	Asam sulfanilik : 0,0373
Anilin : 0,0030	Anilin : 0,0027
Na ₂ CO ₃ : 0,0127	Na ₂ CO ₃ : 0,0114
Na ₂ SO ₄ : 0,0007	Na ₂ SO ₄ : 0,0006
NaCl : 0,1479	NaCl : 0,1331
H ₂ O : 1,9829	H ₂ O : 1,7846
Natrium Sulfanilik : 0,0401	Natrium Sulfanilik : 0,0361
Garam Diazo : 0,0326	Garam Diazo : 0,0293
HCl : 0,0150	HCl : 0,0135
NaNO ₂ : 0,0142	NaNO ₂ : 0,0128
NaNO ₃ : 0,0010	NaNO ₃ : 0,0009
NaOH : 0,0071	NaOH : 0,0064
β -Naphthol : 0,0255	β -Naphthol : 0,0229
1-Naphthol : 0,0018	1-Naphthol : 0,0016
Orange II : 37,6742	Orange II : 33,9068
<hr/> 40,0000	<hr/> 36,0000
	<u>Kembali lagi ke Ball Mill:</u>
	Asam sulfanilik : 0,0041
	Anilin : 0,0003
	Na ₂ CO ₃ : 0,0013
	Na ₂ SO ₄ : 0,0001

	NaCl	: 0,0148
	H ₂ O	: 0,1983
	Natrium Sulfanilik	: 0,0040
	Garam Diazo	: 0,0033
	HCl	: 0,0015
	NaNO ₂	: 0,0014
	NaNO ₃	: 0,0001
	NaOH	: 0,0007
	β-Napthol	: 0,0025
	1-Napthol	: 0,0002
	Orange II	: 3,7674
		<u>4,0000</u>
Total	: 40,000	Total : 40,000

BAB IV

NERACA PANAS

Kapasitas pabrik = 40.000 ton/tahun

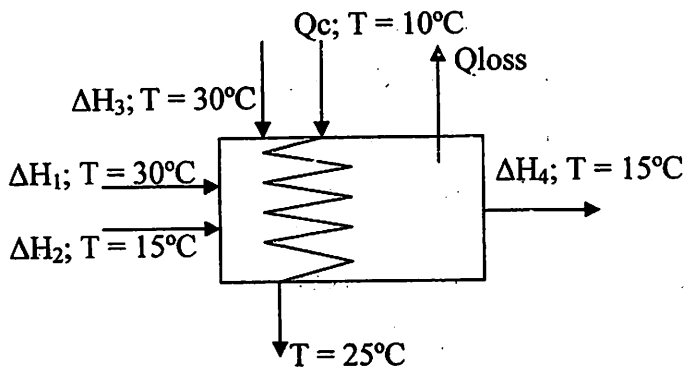
$$= \frac{40.000 \text{ ton}}{\text{tahun}} \times \frac{1000 \text{ kg}}{\text{ton}} \times \frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}}$$
 = 5050,5051 kg/jam

Waktu operasi = 330 hari/tahun
 = 24 jam/hari

Satuan operasi = kg/jam

Basis perhitungan = 1014,7681 kg/jam

1. REAKTOR DIAZO



Neraca panas total: $\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + Q_s = \Delta H_4 + Q_{\text{loss}} + \Delta H_R$

Dimana:

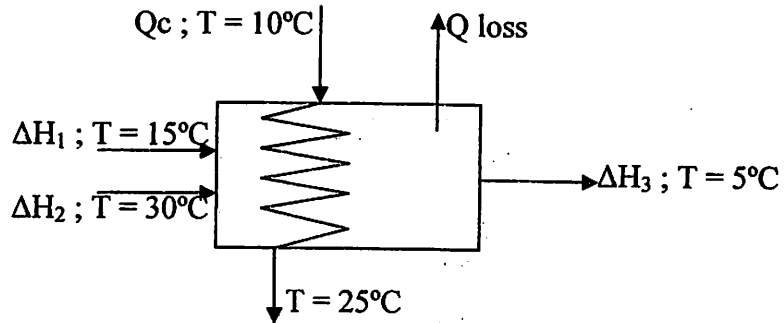
- ΔH_1 = panas yang terkandung pada larutan Na-Sulfanilik
- ΔH_2 = panas yang terkandung pada larutan HCl
- ΔH_3 = panas yang terkandung pada NaNO_3
- ΔH_4 = panas yang terkandung dalam bahan keluar
- ΔH_R = panas reaksi
- Q_c = panas terkandung dalam brine
- Q_{loss} = panas yang hilang

Neraca Panas Pada Reaktor Diazo

Panas masuk (kkal/jam)		Panas keluar (kkal/jam)	
ΔH_1	-193268,5335	ΔH_4	-249634,1398
ΔH_2	30462,0048	Q_c	166451,5838
ΔH_3	4714,9402	Q_{loss}	-7904,5794

H_R	67004,4531		
Total	-91087,1354	Total	-91087,1354

2. REAKTOR COUPLING



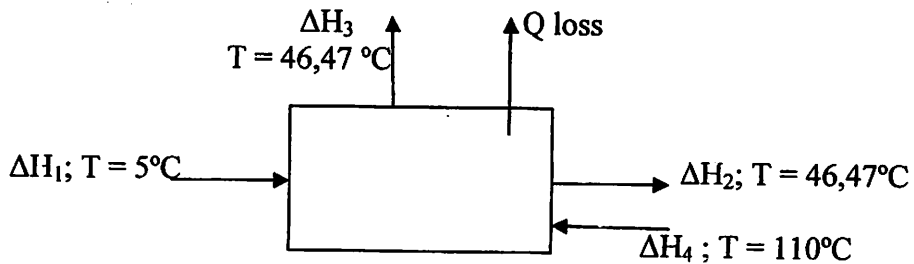
Neraca panas total: $\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_R = \Delta H_3 + Q_{loss} + Q_c$

- Dimana:
- ΔH_1 = panas yang terkandung pada larutan reaktor diazo
 - ΔH_2 = panas yang terkandung pada larutan β -Naphthol
 - ΔH_3 = panas yang terkandung dalam bahan keluar
 - ΔH_R = panas reaksi
 - Q_c = panas terkandung dalam brine
 - Q_{loss} = panas yang hilang

Neraca Panas Pada Reaktor Coupling

Panas masuk (kkal/jam)		Panas keluar (kkal/jam)	
ΔH_1	-193268,5335	ΔH_3	-535249,4322
ΔH_2	20528,0976	Q_{loss}	-8637,0218
ΔH_R	28537,1675	Q_c	399683,1855
Total	-144203,2685	Total	-144203,2685

3. ROTARY DRYER



Neraca panas total : $\Delta H_1 + \Delta H_4 = \Delta H_2 + \Delta H_3 + Q_{loss}$

- Dimana:
- ΔH_1 = panas yang terkandung dalam bahan masuk Rotary Dryer
 - ΔH_2 = panas yang terkandung dalam bahan keluar Rotary Dryer
 - ΔH_3 = panas yang terkandung dalam udara masuk cyclone

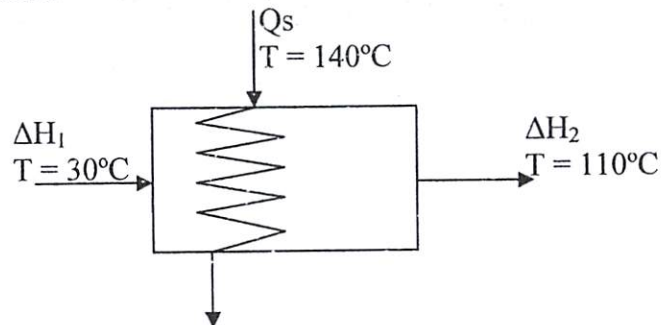
ΔH_4 = panas udara kering masuk

Q loss = panas yang hilang

Neraca Panas Pada Rotary Dryer

Panas masuk (kkal/jam)		Panas keluar (kkal/jam)	
ΔH_1	-5414,8805	ΔH_2	5170,1925
Q	49589,2056	ΔH_3	51,7435
		Qloss	38952,3892
Total	44174,3251	Total	44174,3251

4. HEATER UDARA



Neraca panas total: $\Delta H_1 + Q_s = \Delta H_2$

Dimana: ΔH_1 = panas yang terkandung dalam udara masuk

Q_s = panas yang dibawa oleh steam masuk

ΔH_2 = panas yang terkandung dalam udara keluar

Neraca Panas Pada Heater Udara

Panas masuk (kkal/jam)		Panas keluar (kkal/jam)	
ΔH_1	4511,0889	ΔH_2	76688,5114
Q_s	72177,4225		
Total	76688,5114	Total	76688,5114



BAB V
SPESIFIKASI PERALATAN

Tabel 5.1. Spesifikasi Alat

No.	Nama Alat	Kode	Spesifikasi	Jumlah
1.	Reaktor Na-Sulfanilik	R-110	<ul style="list-style-type: none"> - Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk standar dished dan tutup bawah berbentuk conical dengan sudut 120° dilengkapi pengaduk jenis turbine impeller with 6 flat blades at 45° <u>Dimensi Vessel :</u> - do = 138 in - di = 11,4687 ft - ts = 3/16 in - tha = 3/16 in - thb = 3/16 in - ha = 23,2586 in - hb = 39,7289 in - tinggi tangki=253,0927 in - Bahan : Stainless Steel SA 167 Grade 11 Type 316 <u>Dimensi Pengaduk :</u> - Di = 3,8229 ft - Zi = 3,0583 ft - L = 1,2743 ft - W = 0,6499 ft - Bahan : Carbon Steel SA 167 Grade 11 Type 316 	1 buah
2.	Storage Na ₂ CO ₃	F-111	<ul style="list-style-type: none"> - Bahan : Beton bertulang <u>Ukuran :</u> - Panjang = 15 m - Lebar = 8 m - Tinggi = 6 m 	1 buah
3.	Belt Conveyor Na ₂ CO ₃	J-112A	<ul style="list-style-type: none"> - Tipe : Trough belt 2,0 idler <u>Dimensi :</u> - Panjang = 15 m - Lebar = 0,35 m - Kecepatan = 30,5 m/min - Daya motor = 0,5 Hp - Bahan belt : Reinforced rubber 	1 buah
4.	Bucket Elevator Na ₂ CO ₃	J-113	<ul style="list-style-type: none"> - Tipe : Centrifugal discharge spaced bucket - Kapasitas = 1,0147 ton/jam - Ukuran bucket : 6 × 4 × 4 ¼ in - Lebar = 7 in - Tinggi = 25 ft - Daya motor = 1 Hp - Bahan konstruksi : Stainless Steel 	1 buah
5.	Bin Na ₂ CO ₃	F-114	<ul style="list-style-type: none"> - Tipe : silinder tegak, tutup bawah berbentuk conis dengan sudut 60° dan tutup atas berbentuk flat (datar) - Kapasitas = 174,3702 ft³ - Dimensi : do = 59,6250 in 	1 buah

			<p>thb = 3/16 in ts = 3/16 in tinggi tutup bawah = 4,3030 ft tinggi bin = 11,8660 ft</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bahan konstruksi : Carbon Steel SA 167 Grade 11 Type 316 	
6.	Bin As. Sulfanilik	F-119	<ul style="list-style-type: none"> - Tipe : silinder tegak, tutup bawah berbentuk conis dengan sudut 60° dan tutup atas berbentuk flat (datar) - Kapasitas = 174,3700 ft³ - Dimensi : do = 59,6250 in thb = 3/16 in ts = 3/16 in tinggi tutup bawah = 4,3030 ft tinggi bin = 11,8660 ft - Bahan konstruksi : Carbon Steel SA 167 Grade 11 Type 316 	1 buah
7.	Tangki Pelarut Na ₂ CO ₃	M-115	<ul style="list-style-type: none"> - Tipe : silinder tegak dengan tutup atas berbentuk standar dish dan tutup bawah berbentuk conical dengan sudut 120° dilengkapi dengan pengaduk tipe turbulen with 6 flades at 45° - tha = 3/16 in - thb = 3/16 in - ha = 17,1746 in - hb = 29,3366 in - tinggi tangki = 184,2004 in - Bahan : Stainless Steel SA 167 Grade 11 Type 316 - Dimensi pengaduk : Di = 33,8750 in Zi = 27,1 in L = 11,2917 in W = 5,7587 in 	1 buah
8.	Pompa Centrifugal	L-116	<ul style="list-style-type: none"> - Tipe : centrifugal pump - Bahan : commercial steel - Daya = 3 Hp - Ukuran pipa = 3 in sch 40 	1 buah
9.	Storage As. Sulfanilik	F-117	<ul style="list-style-type: none"> - Tipe : gudang - Bahan : beton bertulang - Panjang = 32 m - Lebar = 15 m - Tinggi = 6 m 	1 buah
10.	Belt Conveyor As. Sulfanilik	J-112B	<ul style="list-style-type: none"> - Tipe : trough belt on 20° idler - Panjang = 15 m - Lebar = 0,35 m - Kecepatan = 30,5 m/min - 0,5 Hp - Bahan belt : reinforced rubber 	1 buah
11.	Bucket Elevator As. Sulfanilik	J-118	<ul style="list-style-type: none"> - Tipe : centrifugal discharge spaced bucket - Kapasitas = 3,2858 ton/jam - Ukuran bucket : 6 × 4 × 4 ¼ in - Lebar = 7 in - Tinggi = 25 ft - Daya motor = 1 Hp - Bahan konstruksi : stainless steel 	1 buah

12.	Reaktor Diazo	R-120	<ul style="list-style-type: none"> - Tipe : silinder tegak dengan tutup atas berbentuk standar dish dan tutup bawah berbentuk conical dengan sudut 120° dilengkapi pengaduk tipe turbulen impeller with 6 flat blades 45° - Dimensi vessel : do = 144 in di = 143,625 in ts = 3/16 in tha = 3/16 in thb = 3/16 in ha = 24,2726 in hb = 42,4609 in tinggi tangki=269,0891 in - Dimensi pengaduk : Di = 3,9895 ft Zi = 3,1917 ft L = 1,3298 ft W = 0,6782 ft - Bahan : carbon steel SA 167 Grade 11 Type 316 - Dimensi coil pendingin: do = 0,375 ft di = 0,3355 ft L = 2882,3592 ft nc = 10 buah Lc = 5,25 ft 	1 buah
13.	Storage NaNO ₂	F-121	<ul style="list-style-type: none"> - Tipe : gudang - Bahan : beton bertulang - Panjang = 17 m - Lebar = 9 m - Tinggi = 6 m 	1 buah
14.	Belt Conveyor NaNO ₂	J-122	<ul style="list-style-type: none"> - Tipe : trough belt on 20° idler - Panjang = 15 m - Lebar = 0,35 m - Kecepatan = 30,5 m/min - Daya motor = 0,5 Hp - Bahan belt : reinforced rubber 	1 buah
15.	Bucket Elevator NaNO ₂	J-124	<ul style="list-style-type: none"> - Tipe : centrifugal discharge spaced bucket - Kapasitas = 1,1271 ton/jam - Ukuran bucket : 6 × 4 × 4 ¼ in - Lebar = 7 in - Tinggi = 25 ft - Daya motor = 1 Hp - Bahan konstruksi : stainless steel 	1 buah
16.	Pompa Centrifugal	L-123	<ul style="list-style-type: none"> - Tipe : centrifugal pump - Bahan : commercial steel - Daya = 5 Hp - Ukuran pipa = 3 in sch 40 	1 buah
17.	Pompa Centrifugal	L-127	<ul style="list-style-type: none"> - Tipe : centrifugal pump - Bahan : commercial steel - Daya = 1 Hp - Ukuran pipa = 1 ¼ in sch 40 	1 buah
18.	Pompa Centrifugal	L-129	<ul style="list-style-type: none"> - Tipe : centrifugal pump - Bahan : commercial steel - Daya = 1 Hp - Ukuran pipa = 1 ¼ in sch 40 	1 buah

19.	Bin NaNO_2	J-125	<ul style="list-style-type: none"> - Tipe : tangki silinder dengan bagian bawah berbentuk conis dengan sudut 60° dn bagian atas flat (datar) - Kapasitas = 233,3258 ft³ - di = 65,6250 in - thb = 3/16 in - ts = 3/16 in - tinggi tutup bawah = 56,8260 in - tinggi bin = 146,4324 in - Bahan konstruksi : Stainless Steel SA 167 Grade 11 Type 316 	1 buah
20.	Tangki HCl 37%	F-126	<ul style="list-style-type: none"> - Tipe : tangki berbentuk silinder tegak dengan tutup atas berbentuk standar dished dan tutup bawah berbentuk flat (datar) - Bahan konstruksi : Stainless Steel SA 167 Grade 11 Type 316 - Volume tangki = 7541,1303 lb - di = 227,6250 in - do = 218,1210 in - ts = 3/16 in - tinggi silinder = 295,8252 in - tha = 5/16 in - ha = 36,7991 in - tinggi storage = 27,7212 ft 	1 buah
21.	Tangki Pengencer HCl	M-128	<ul style="list-style-type: none"> - Tipe : silinder tegak dengan tutup atas berbentuk standar dish dan tutup bawah berbentuk conical dengan sudut 120° dilengkapi dengan pengaduk tipe turbulen impeller with 6 flat blades at 45° - Bahan : Stanless steel SA 167 Grade 11 type 316 - Dimensi : <li style="padding-left: 20px;">do = 66 in <li style="padding-left: 20px;">thb = 3/16 <li style="padding-left: 20px;">di = 65,625 in <li style="padding-left: 20px;">ha = 11,0906 in <li style="padding-left: 20px;">tha = 3/16 <li style="padding-left: 20px;">hb = 18,9443 in - Tinggi tangki pengencer = 114,2401 in - Jenis pengaduk : axial turbine with 6 blades at 45° angle - Dimensi pengaduk : <li style="padding-left: 20px;">Di = 21,8750 in <li style="padding-left: 20px;">L = 7,2917 in <li style="padding-left: 20px;">Zi = 17,5 in <li style="padding-left: 20px;">W = 3,7187 in 	1 buah
22.	Stroge β -Naphthol	F-131	<ul style="list-style-type: none"> - Bahan kontruksi : beton bertulang - Lebar = 11 m - Panjang = 21 m - Tinggi = 6 m 	1 buah
23.	Tangki Pelarut β -Naphthol	M-130	<ul style="list-style-type: none"> - Tipe : silinder tegak dengan tutup berbentuk standar dish dan tutup bawah berbentuk conical dengan sudut 120° dilengkapi dengan pengaduk tipe turbulen impeller with 6 flat blades at 45° 	1 buah

			<ul style="list-style-type: none"> - Bahan : Stainless steel SA 167 Grade 11 type 316 - Dimensi : <ul style="list-style-type: none"> do = 72 in thb = 3/16 di = 71,625 in ha = 12,1046 in tha = 3/16 hb = 20,6764 in - Tinggi tangki pengencer = 130,8813 in - Jenis pengaduk : axial turbine with 6 blades at 45° angle - Dimensi pengaduk : <ul style="list-style-type: none"> Di = 23,8750 in L = 7,9583 in Zi = 19,1 in W = 4,0587 in 	
24.	Belt Conveyor β -Naphthol	J-132	<ul style="list-style-type: none"> - Tipe : trough belt on 20° idler - Dimensi : <ul style="list-style-type: none"> Panjang = 15 m Lebar = 0,35 m - Kecepatan : 100 ft/min = 30,5 m/min - Daya motor : 0,5 Hp - Bahan belt : reinforced rubber 	1 buah
25.	Bucket Elevator β -Naphthol	J-133	<ul style="list-style-type: none"> - Tipe: Centrifugal discharge spaced bucket - Kapasitas = 1,1217 ton/jam - Ukuran bucket = 6 × 4 × 4 ¼ in - Lebar = 7 in - Tinggi = 25 ft - Daya motor = 1 Hp - Bahan konstruksi : stainless steel 	1 buah
26.	Bin β -Naphthol	J-134	<ul style="list-style-type: none"> - Tipe : silinder tegak dengan tutup atas plate dan tutup bawah berbentuk conical dengan sudut 60° - Bahan : Carbon Steel SA 167 Grade 11 Type 316 - Pengelasan : Double welded butt join - do = 60 in - di = 59,625 in - ts = 3/16 in - tinggi tangki = 121,1691 in - thb = 3/16 in - hb = 51,632 in 	1 buah
27.	Tangki NaOH	F-135	<ul style="list-style-type: none"> - Tipe : tangki berbentuk tegak dengan tutup atas berbentuk standar dished head dan tutup bawah berbentuk plate (datar) - Bahan : Carbon Steel SA 167 Grade 11 Type 316 - Volume tangki = 7354,7743 ft³ - Diameter dalam = 227,6250 in - Diameter luar = 228 in - Tebal silinder = 3/16 in - Tinggi silinder = 23,9922 ft - Tebal tutup = 3/16 in - Tinggi storage = 62,4608 in - Tinggi tutup = 38,4686 in 	1 buah

28.	Pompa Centrifugal	L-136	<ul style="list-style-type: none"> - Tipe : centrifugal pump - do = 1,315 in - di = 1.049 in - A = 0,0060 ft² - Daya pompa = 1 Hp - Bahan : Carbon Steel SA 167 Grade 11 Type 316 	1 buah
29.	Pompa Centrifugal	L-138	<ul style="list-style-type: none"> - Tipe : centrifugal pump - do = 1,315 in - di = 1.049 in - A = 0,0060 ft² - Daya pompa = 1 Hp - Bahan : Carbon Steel SA 167 Grade 11 Type 316 	1 buah
30.	Tangki Pengencer NaOH	M-147	<ul style="list-style-type: none"> - Tipe : silinder tegak dengan tutup bawah dan tutup atas berbentuk standar dished dan dilengkapi pengaduk - Dimensi vessel : <ul style="list-style-type: none"> do = 48 in di = 47,625 in ts = 3/16 in tha = 3/16 in thb = 3/16 in ha = 8,0486 in hb = 13,7478 in tingi tangki = 67,8988 in - Bahan : Carbon Steel SA 167 Grade 11 Type 316 - Jenis pengaduk : axial turbine with 6 blades at 45° angle - Dimensi pengaduk : <ul style="list-style-type: none"> Di = 15,875 in Zi = 12,700 in I = 5,2917 in W = 2,6988 in 	1 buah
31.	Reaktor Coupling	R-140	-	-
32.	Pompa Centrifugal	L-142	<ul style="list-style-type: none"> - Tipe : centrifugal pump - do = 4 in - di = 3,548 in - A = 0,06870 ft² - Daya pompa = 7 Hp - Bahan : Carbon Steel SA 167 Grade 11 Type 316 	1 buah
33.	Pompa Centrifugal	L-141	<ul style="list-style-type: none"> - Tipe : Centrifugal pump - do = 1,66 in - di = 1,38 in - A = 0,01040 ft² - Daya pompa = 1 Hp - Bahan : Carbon Steel SA 167 Grade 11 Type 316 	1 buah
34.	Pompa Centrifugal	L-151	<ul style="list-style-type: none"> - Tipe : Centrifugal pump - do = 4 in - di = 3,548 in - A = 0,06870 ft² - Daya pompa = 1 Hp - Bahan : Carbon Steel SA 167 Grade 11 Type 316 	1 buah
35.	Rotary Vacuum Dryer	H-142	- Tipe : Continuous rotary vacuum drum	1 buah

			filter - Volume bahan = 14,6624 ft ³ /putaran - Luas cake = 32,6914 m ² - Diameter drum = 2 m - Daya total = 1 Hp	
36.	Heater	E-143	- Tipe : sheel and tube - Bahan : HAS SA 167 Grade 11 Type 316 - Kapasitas : 63967,3237 lb/jam - Steam yang dibutuhkan = 52,4517 kg/jam - Bagian Sheel: IDs = 8 in B = 4 in Pt = 1,25 in dc = 0,72 in - Bagian Tube : L = 16 ft a' = 0,5460 in ² a'' = 0,2618 in di = 0,8340 in	1 buah
37.	Belt Conveyor	J-153	- Tipe : flat belt 20° idler - Panjang = 32 ft - Lebar = 3,3 ft - Kecepatan = 30,5 m/min - Daya motor = 1,5 Hp - Bahan : reinforced rubber	1 buah
38.	Rotary dryer	B-150	-	-
39.	Filter Udara	J-154	- Tipe : dry filter - Ukuran dry filter : 24 x 24 ft	1 buah
40.	Blower	G-155	- Tipe : centrifugal blower - Daya motor = 4 Hp	1 buah
41.	Heater Udara	E-156	- Tipe : Sheel and Tube - Bahan : Carbon Steel SA 167 Grade 11 Type 316 - Kapasitas = 9863,3577 lb/jam - Steam yang digunakan = 310,5256 lb/jam - Bagian Sheel : IDs = 12 in B = 6 in Pt = 1 in de = 0,72 in - Bagian Tube : L = 16 ft a' = 0,2680 in ² a'' = 0,1963 in di = 0,5840 in	1 buah
42.	Cyclone	H-161	- Tipe : Duclone collector - Dimensi : Dc = 0,5936 ft De = 0,2968 ft Hc = 0,2968 ft Lc = 1,1871 ft Sc = 0,0742 ft Zc = 1,1871 ft Jc = 0,1484 ft Bc = 0,1484 ft	1 buah

			<ul style="list-style-type: none"> - Bahan : Carbon Steel SA 167 Grade 11 Type 316 	
43.	Ball Mill	C-160	<ul style="list-style-type: none"> - Tipe : silinder horizontal - Jumlah bola = 171 buah - Diameter = 6 ft - Panjang = 6 ft - Daya motor = 89 Hp - Bahan : Carbon Steel 	1 buah
44.	Bucket Elevator	J-162	<ul style="list-style-type: none"> - Tipe : centrifugal discharge spaced bucket - Kapasitas = 5,0505 ton/jam - Ukuran : $6 \times 4 \times 4 \frac{1}{4}$ in - Lebar = 7 in - Tinggi = 25 Hp - Daya motor = 1 Hp - Bahan : Carbon Steel SA 167 Grade 11 Type 316 	1 buah
45.	Bin Produk I	J-163	<ul style="list-style-type: none"> - Tipe : silinder tegak dengan tutup atas plate dan tutup bawah berbentuk conical dengan sudut 60° - Bahan : Carbon Steel SA 167 Grade 11 Type 316 - Pengelasan : Double welded butt join - do = 60 in - di = 59,6250 in - ts = 3/16 in - tinggi tangki = 139,7217 in - thb = 3/16 in - hb = 51,6 in 	1 buah
46.	Screen	H-164	<ul style="list-style-type: none"> - Tipe : Vibrating screen - Luas ayakan = 7,0651 ft² - Bahan : Carbon Steel 	1 buah
47.	Screw Conveyor	J-165	<ul style="list-style-type: none"> - Bahan : Carbon Steel - Panjang = 10 ft - Kapasitas bahan = 10 ton - Daya = 4 Hp 	1 buah
48.	Bin Produk II	J-166	<ul style="list-style-type: none"> - Tipe : silinder tegak dengan tutup atas plate dan tutup bawah berbentuk conical dengan sudut 60° - Bahan : Carbon Steel SA 167 Grade 11 Type 316 - Pengelasan : Double welded butt join - do = 60 in - di = 59,6250 in - ts = 3/16 in - tinggi tangki = 139,7217 in - thb = 3/16 in - hb = 51,6 in 	1 buah
49.	Mesin Pengemas	P-167	<ul style="list-style-type: none"> - Kapasitas bahan = 11134,3435 lb/jam - Bahan = Carbon Steel - Kapasitas mesin = 22268,6871 lb 	1 buah
50.	Gudang Produk	F-168	<ul style="list-style-type: none"> - Bahan = beton - Panjang = 32 m - Lebar = 16 m - Tinggi = 7 m 	1 buah

BAB VI

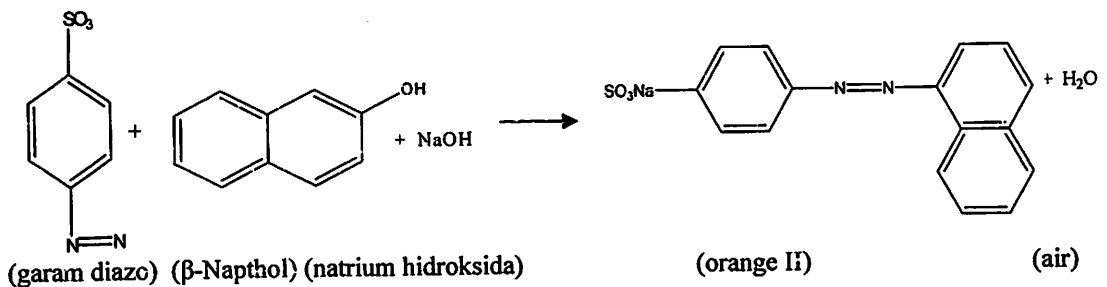
PERANCANGAN ALAT UTAMA

Nama alat : **REAKTOR COUPLING**

Kode alat : R-140

Fungsi : Sebagai tempat bereaksinya β -Naphthol dengan NaOH dan garam diazo untuk membentuk orange II

Reaksi :



Tipe : silinder tegak dengan tutup atas berbentuk standar dish dan tutup bawah berbentuk conical dengan sudut puncak 120° dan dilengkapi dengan pengaduk 4 blade dan coil pendingin

Dasar perancangan:

Untuk mengendalikan temperature operasi pada reaktor, yaitu pada suhu 5 °C dan tekanan 1 atm, maka reaktor dilengkapi dengan coil pendingin. Karena reaksi yang terjadi bersifat eksoterm yaitu reaksi yang melepas panas dan membutuhkan pendingin. Untuk mengontrol kondisi operasi, maka perlu dipasang instrument yang meliputi level control dan temperature control.

Perlengkapan : pengaduk dan coil pendingin

Kondisi operasi : suhu = 5 °C

Tekanan = 1 atm

Waktu operasi= 1 jam

Fase = solid-liquid

Direncanakan:

- Bahan konstruksi : Stainless Steel 167 Grade 11 Tipe 316
- Jenis pengelasan : double welded butt joint (E=0,8)
- Faktor korosi : 1/16

- Bahan masuk : 33025,3643 kg/jam = 72807,7181 lb/jam

6.1. Rancangan Dimensi Reaktor

a. Menentukan volume reaktor

Massa bahan masuk : 72807,7181 lb/jam

ρ campuran : 81,4713 lb/ft³

Direncanakan proses berjalan secara kontinu dengan waktu tinggal 1 jam

$$\text{Rate volumetrik} : \frac{m}{\rho} = \frac{72807,7181}{81,4713} = 893,6609 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$\text{Volume liquid} : 893,6609 \text{ ft}^3/\text{jam} \times 1 \text{ jam} = 893,6609 \text{ ft}^3$$

Diasumsikan volume ruang kosong 20% dari volume liquid serta volume coil dan pengaduk 10% dari volume liquid

$$\text{Volume ruang kosong} : 20\% \times 893,6609 \text{ ft}^3 = 178,7322 \text{ ft}^3$$

$$\text{Volume coil dan pengaduk} : 10\% \times 893,6609 \text{ ft}^3 = 89,3661 \text{ ft}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi volume total} &= 893,6609 \text{ ft}^3 + 178,7322 \text{ ft}^3 + 89,3661 \text{ ft}^3 \\ &= 1161,7592 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

Menentukan Dimensi Vessel

a. Menghitung diameter vessel

Diasumsikan $L_s = 1,5 \text{ di}$

$$\begin{aligned} \text{Volume total} &= V_{1(\text{tutup bawah})} + V_{2(\text{silinder})} + V_{3(\text{tutup atas})} \\ &= \left(\frac{\pi}{24} \times \frac{d^3}{\tan \frac{1}{2}\alpha} \right) + \left(\frac{\pi}{4} d^2 L_s \right) + (0,0847 d^3) \end{aligned}$$

$$1161,7592 \text{ ft}^3 = 0,0755 d^3 + \frac{\pi}{4} d^2 (1,5 d) + 0,0847 d^3$$

$$1161,7592 \text{ ft}^3 = 0,0755 d^3 + 1,1775 d^3 + 0,0847 d^3$$

$$1161,7592 \text{ ft}^3 = 1,3377 d^3$$

$$\text{di} = 9,5408 \text{ ft} = 114,4896 \text{ in}$$

b. Menghitung volume liquid dalam shell

$$V_{\text{Liquid}} = V_1 + V_2$$

$$V_{2(\text{liq.dalam shell})} = V_{\text{Liquid}} - V_{1(\text{tutup bawah})}$$

$$= 893,6609 \text{ ft}^3 - \left(\frac{\pi}{24} \times \frac{d^3}{\tan \frac{1}{2}\alpha} \right)$$

$$= 893,6609 \text{ ft}^3 - \left(\frac{\pi}{24} \times \frac{9,5408^3}{\tan 60} \right)$$

$$= 828,0596 \text{ ft}^3$$

c. Menghitung tinggi liquid dalam shell

$$V_{\text{silinder}} = \frac{\pi}{4} d^2 Ls$$

$$828,0596 = \frac{\pi}{4} 9,5408^2 Ls$$

$$Ls = 11,5883 \text{ ft} = 139,0599 \text{ in}$$

d. Menentukan tekanan design (Pi)

$$\text{Tekanan hidrostatik (Ph)} = \frac{\rho (H-1)}{144 \text{ in}^2}$$

$$= \frac{81,4713 \text{ lb/ft}^3 (11,5883 \text{ ft}^3 - 1)}{144 \text{ in}^2} = 5,9906 \text{ psi}$$

$$\text{Tekanan design (Pi)} = 5,9906 \text{ psi} + 14,7 \text{ psia} = 20,6906 \text{ psia}$$

$$= 20,6906 \text{ psia} - 14,7 \text{ psig} = 5,9906 \text{ psig}$$

e. Menentukan tebal silinder

$$ts = \frac{pi \cdot di}{2 (f \cdot E - 0,6 pi)} + C$$

$$= \frac{(5,9906) \cdot (114,4896)}{2 (18750) \cdot (0,8) - (0,6) \cdot (5,9906)} + \frac{1}{16}$$

$$= 0,0854 \times \frac{16}{16} = \frac{1,3659}{16} = \frac{3}{16} \text{ in}$$

Standarisasi do

$$do = di + 2ts$$

$$= 114,4896 + 2 (3/16) = 114,8646$$

Dengan persamaan keatas diperoleh do = 120 dari table 5.7 Brownell Young

$$do = 120$$

$$icr = 7 \frac{1}{4}$$

$$r = 114$$

Menentukan harga di baru:

$$di \text{ baru} = do \text{ baru} - 2ts$$

$$= 120 - 2 (3/16) = 119,6250 \text{ in} = 9,9687 \text{ ft}$$

Cek hubungan Ls dengan di:

$$\text{Volume total} = \left(\frac{\pi}{24} \times \frac{d^3}{\tan^2 \alpha} \right) + \left(\frac{\pi}{4} d^2 Ls \right) + (0,0847 d^3)$$

$$1161,7592 \text{ ft}^3 = \left(\frac{\pi}{24} \times \frac{9,5408^3}{\tan 60}\right) + \left(\frac{3,14}{4} 9,5408^2 L_s\right) + 0,0847 \cdot (9,5408)^3$$

$$1161,7592 \text{ ft}^3 = 65,6013 + 71,4561 \cdot L_s + 73,5593$$

$$1161,7592 \text{ ft}^3 = 139,1606 + 71,4561 \cdot L_s$$

$$1022,5986 = 71,4561 \cdot L_s$$

$$L_s = 14,3108 \text{ ft} = 171,7308 \text{ in}$$

$$\frac{L_s}{d_i} = \frac{14,3108}{9,5408} = 1,49 \approx 1,5 \text{ (memenuhi)}$$

Menentukan Dimensi Tutup

a. Menentukan tebal tutup atas berbentuk standar dish:

$$d_o = 120$$

(tabel 5.7 Brownell Young)

$$i_{cr} = 7 \frac{1}{4}$$

$$r = 114$$

$$sf = 1,5$$

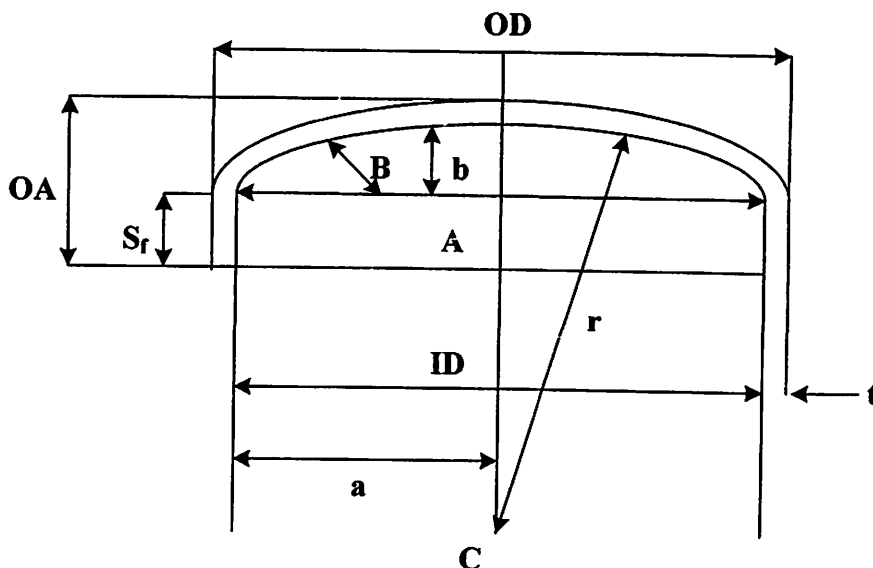
$$t_{ha} = \frac{0,885 \cdot \pi \cdot r}{(f \cdot E - 0,1 \cdot \pi)} + C$$

$$t_{ha} = \frac{0,885 \cdot 5,9906 \cdot 114}{(18750 \cdot 0,8 - 0,1 \cdot 5,9906)} + \frac{1}{16}$$

$$= 0,1028 \times \frac{16}{16} = \frac{1,6448}{16} = \frac{3}{16} \text{ in}$$

Tinggi tutup atas (ha)

(Brownell Young hal 87)



$$a = \frac{d_i}{2} = \frac{119,6250}{2} = 59,8125 \text{ in} = 4,9844 \text{ ft}$$

$$AB = a - icr = 59,8125 - 7 \frac{1}{4} = 58,0625 \text{ in} = 4,8385 \text{ ft}$$

$$BC = r - icr = 114 - 7 \frac{1}{4} = 112,25 \text{ in} = 9,3542 \text{ ft}$$

$$AC = \sqrt{(BC)^2 - (AB)^2} = \sqrt{(112,25)^2 - (58,0625)^2} = 99,0667 \text{ in} = 8,2556 \text{ ft}$$

$$b = r - AC = 114 - 99,0667 = 14,9333 \text{ in} = 1,2444 \text{ ft}$$

$$OA = t_{ha} + b + S_f = \frac{3}{16} + 14,9333 + 1,5 = 16,6208 \text{ in} = 1,3851 \text{ ft}$$

b. Menentukan tebal tutup bawah

Tebal tutup bawah (thb) berbentuk conical dengan $\alpha = 120^\circ$

$$\begin{aligned} thb &= \frac{\pi \times d_i}{2 \cdot (f \times E - 0,6 \times \pi) \cos 1/2 \alpha} + C \\ &= \frac{5,9906 \times 119,6250}{2 \cdot (18750 \times 0,8 - 0,6 \times 5,9906) \cos 60} + \frac{1}{16} \\ &= 0,0864 \times \frac{16}{16} = \frac{1,3823}{16} = \frac{3}{16} \text{ in} \end{aligned}$$

$$hb = \frac{\frac{1}{2} d_i}{\tan \frac{1}{2} \alpha} = \frac{\frac{1}{2} 119,6250}{\tan 60} = 34,5328 \text{ in} = 2,8777 \text{ ft}$$

dari perhitungan diatas, maka diperoleh dimensi reaktor sebagai berikut:

$$d_o = 120 \text{ in} \qquad t_{ha} = 3/16$$

$$d_i = 119,6250 \text{ in} \qquad OA = 16,6208 \text{ in}$$

$$L_s = 171,7308 \text{ in} \qquad thb = 3/16$$

$$t_s = 3/16 \text{ in} \qquad hb = 34,5328 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi reaktor (H)} &= \text{tutup bawah} + \text{silinder} + \text{tutup atas} \\ &= 34,5328 \text{ in} + 171,7308 \text{ in} + 16,6208 \text{ in} \\ &= 222,8844 \text{ in} = 18,5737 \text{ ft} \end{aligned}$$

6.2. Perhitungan Pengaduk

Perencanaan pengaduk:

Jenis pengaduk = axial turbin 4 blades sudut 45° (GG Brown Hal 507)

Bahan impeller = High alloy steel SA 167 Grade 11 tipe 316

Bahan poros = Hot Roller SAE 1020

Data-data jenis pengaduk:

$$Dt/Di = 2,4 - 3,0$$

$$Zi = 0,4 - 0,5$$

$$Zl = 2,4 - 3,0$$

$$W/Di = 0,25$$

Dimana:

Dt = diameter dalam tangki

Di = diameter impeller

Zi = tinggi impeller dari dasar tangki

Zl = tinggi zat cair dalam silinder

W = lebar baffle impeller

- Menentukan diameter impeller

$$Dt/Di = 3$$

$$Di = \frac{Dt}{3} = \frac{119,6250}{3} = 39,8750 \text{ in} = 3,3229 \text{ ft}$$

- Menentukan tinggi impeller dari dasar tangki

$$Zi/Di = 0,5$$

$$Zi = 0,5 \times Di = 0,5 \times 39,8750 = 19,9375 \text{ in} = 1,6615 \text{ ft}$$

- Menentukan panjang impeller

$$L/Di = \frac{1}{4}$$

$$L = \frac{1}{4} \times 39,8750 = 9,9687 \text{ in} = 0,8307 \text{ ft}$$

- Menentukan lebar daun impeller

$$W/Di = 0,25$$

$$W = Di \times 0,25 = 39,8750 \times 0,25 = 9,9687 \text{ in} = 0,8307 \text{ ft}$$

- Menentukan tebal blades

$$J/Dt = 1/12$$

$$J = Dt / 12 = 119,6250 / 12 = 9,9687 \text{ in} = 0,8307 \text{ ft}$$

- Menentukan jumlah pengaduk

$$n = \frac{H \text{ liquid}}{2 \times Di^2}$$

$$n = \frac{11,5883}{2 \times 3,3229^2} = 0,5248 \approx 1 \text{ buah}$$

6.2.1. Menghitung daya pengaduk

$$Re = \frac{n \times Di^2 \times \rho}{\mu}$$

$$P = \frac{\phi \times \rho \times n^3 \times Di^5}{gc}$$

Dimana : n = putaran pengaduk ditetapkan 100 rpm = 1,67 rps

Di = diameter impeller (ft) = 39,8750 in = 3,3229 ft

P = daya pengaduk

ρ = densitas bahan = 81,4713 lb/ft³

μ = viskositas bahan = 23,9823 cp = 0,016115 lb/ft.s

gc = 32,2 lb.ft/det².lbf

ϕ = power number = 4

Sehingga:

$$Nre = \frac{1,67 \times 3,3229^2 \times 81,4713}{0,016115}$$

$$= 93223,4886 \text{ (turbulen)}$$

$$P = \frac{4 \times 81,4713 \times 1,67^3 \times 3,3229^5}{32,2}$$

$$= 19096,0937 \text{ lb.f/detik} = 34,7202 \text{ Hp}$$

Kehilangan-kehilangan daya:

- Gain losses (kebocoran dayan pada proses dan bearing) diperkirakan 10% dari daya masuk
- Transmission system losses (kebocoran belt atau gear) diperkirakan 15% dari daya masuk

$$P \text{ yang dibutuhkan} = (0,1 + 0,15) P + P$$

$$= (0,1 + 0,15) 34,7202 + 34,7202 = 43,4002 = 43 \text{ Hp}$$

Jadi digunakan pengaduk dengan daya = 43 Hp

6.2.2. Perhitungan poros pengaduk

a. Diameter poros

$$T = \frac{\pi \times S \times D^2}{16}$$

(Hesse, pers 16-1 hal 465)

Dimana:

$$T = \text{momen punter (lb.in)} = \frac{63025 \times H}{N}$$

$$H = \text{daya motor pada poros} = 43 \text{ Hp}$$

$$N = \text{putaran pengaduk} = 150 \text{ rpm}$$

Sehingga:

$$T = \frac{63025 \times 43}{150} = 18067,1667 \text{ lb.in}$$

Dari Hesse, tabel 16-1 hal 457 untuk bahan Hot Rolled steel SAE 1020, mengandung karbon 20% dengan batas = 36000 lb/in²

$$S = \text{maksimum design shering stress yang diijinkan}$$

$$S = 20\% \times 36000 \text{ lb/in}^2 = 7200$$

Maka didapatkan diameter pengaduk (D)

$$D = \left(\frac{16 \times T}{\mu \times S} \right)^{1/3}$$

$$= \left(\frac{16 \times 18067,1667}{3,14 \times 7200} \right)^{1/3} = 4,2621 \text{ in}$$

b. Panjang poros

$$\text{Rumus} : L = h + l - Z_i$$

Dimana:

$$L = \text{panjang poros (ft)}$$

$$Z_i = \text{jarak impeller dari dasar tangki} = 19,9375 \text{ in} = 1,6615 \text{ ft}$$

$$l = \text{panjang poros diatas bejana tangki} = 9,9687 \text{ in} = 0,8307 \text{ ft}$$

$$h = \text{tinggi silinder} + \text{tinggi tutup atas}$$

$$= 171,7308 + 16,6208 = 188,3516 \text{ in} = 15,6060 \text{ ft}$$

Jadi panjang poros pengaduk

$$L = (188,3516 + 9,9687) - 19,9375 = 178,3828 \text{ in} = 14,8652 \text{ ft}$$

6.3. Menentukan Coil

Dalam reaktor, reaksi yang terjadi adalah reaksi eksotermis dan beroperasi pada suhu 5 °C maka reaktor dilengkapi dengan coil pendingin dengan sistem sebagai media pendingin.

Dasar perencanaan:

- Kebutuhan pendingin dalam reaktor

Bahan masuk = 33025,3643 kg/jam = 72807,7181 lb/jam

Panas yang diserap = 399683,1855 kkal/jam = 1590739,0780 Btu/jam

Kebutuhan pendingin (m) = 25744,4886 kg/jam = 56756,2996 lb/jam

Menggunakan coil pendingin berbentuk spiral

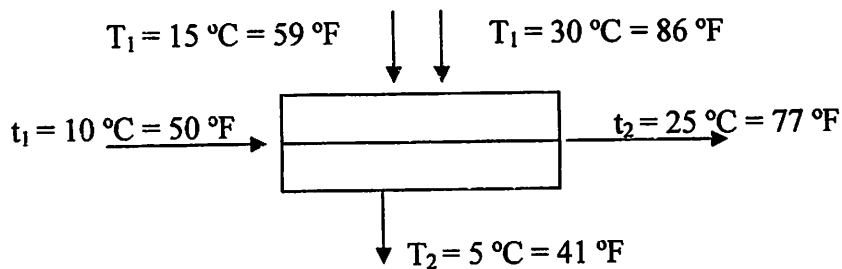
Bahan konstruksi = High Alloy Steel SA 167 Grade 11 tipe 316

- T_1 = suhu bahan masuk = $15\text{ }^\circ\text{C} + 30\text{ }^\circ\text{C} = 145\text{ }^\circ\text{F}$

- T_2 = suhu bahan keluar = $5\text{ }^\circ\text{C} = 41\text{ }^\circ\text{F}$

- t_1 = suhu steam masuk = $10\text{ }^\circ\text{C} = 284\text{ }^\circ\text{F}$

- t_2 = suhu steam keluar = $25\text{ }^\circ\text{C} = 284\text{ }^\circ\text{F}$



➤ Menentukan ΔT_{LMTD}

$$\Delta t_1 = 145\text{ }^\circ\text{F} - 41\text{ }^\circ\text{F} = 104\text{ }^\circ\text{F}$$

$$\Delta t_2 = 77\text{ }^\circ\text{F} - 50\text{ }^\circ\text{F} = 27\text{ }^\circ\text{F}$$

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\ln \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}} = \frac{104 - 27}{\ln \frac{104}{27}} = 57,0982\text{ }^\circ\text{F}$$

➤ Menentukan suhu kalorik

$$\begin{aligned} T_c &= \frac{1}{2} (T_1 + T_2) \\ &= \frac{1}{2} (145 + 41) = 93\text{ }^\circ\text{F} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_c &= \frac{1}{2} (t_1 + t_2) \\ &= \frac{1}{2} (50 + 77) = 63,5\text{ }^\circ\text{F} \end{aligned}$$

➤ Ukuran pipa yang digunakan 4 in IPS sch 40, dengan ukuran:

$$d_o = 4,50\text{ in} = 0,375\text{ ft}$$

(Kern, tabel 11 hal 844)

$$d_i = 4,026\text{ in} = 0,3355\text{ ft}$$

$$a' = 1,178\text{ ft}^2$$

$$a''(a_p) = 12,7\text{ in}^2 = 0,08819\text{ ft}^2$$

Dasar perhitungan:

- Diket: $h_{io} = 1500\text{ Btu/h/ft}^2\text{ }^\circ\text{F}$

- Koefisien perpindahan pendingin bagian permukaan shell reaktor

$$G_p = \frac{M}{a_p} = \frac{72807,7181}{0,08819} = 825536,3316 \text{ lb/h.ft}^2$$

$$N_{re} = \frac{d_i \times G_p}{\mu \times 2,42} = \frac{0,3355 \times 825536,3316}{0,005854} = 47312672,62 \text{ (turbulen)}$$

- $J_H = 2000$

(Kern, fig 24 hal 834)

- $h_i = J_H \frac{k}{D} \left(\frac{C_p \cdot \mu}{k} \right)^{1/3}$

Dimana: C_p = kapasitas campuran (Btu/lb.°F) μ = viskositas (cp) k = konduktivitas thermal

$$h_i = 2000 \frac{0,4}{0,3355} \frac{0,805 \times 0,002419^{1/3}}{0,4} = 3,8694 \text{ Btu/h.ft}^2 \cdot \text{°F}$$

- Tahanan pendingin pada pipa dalam keadaan bersih

$$U_c = \frac{h_{io} \times h_o}{h_{io} + h_o} = \frac{1500 \times 3,8694}{1500 + 3,8694} = 3,8595 \text{ Btu/h.ft}^2 \cdot \text{°F}$$

- Tahanan pendingin pada pipa dalam keadaan kotor

 R_d ditetapkan = 0,004

$$R_d = \frac{U_c - U_d}{U_c \times U_d}$$

$$0,004 = \frac{3,8595 - U_d}{3,8595 \times U_d}$$

$$0,0154 \times U_d = 3,8595 - U_d$$

$$U_d = 3,8008$$

- Luas permukaan perpindahan panas

$$A = \frac{Q}{U_d \times \Delta T_{LMTD}} = \frac{399683,1855}{3,8008 \times 57,0982} = 1841,6981 \text{ ft}^2$$

- Menghitung panjang lilitan

$$L = \frac{A}{a''} = \frac{107,2177}{1,178} = 1563,4109 \text{ ft}$$

- Menghitung jumlah lilitan coil

$$n_c = \frac{L}{\pi \times d_c}$$

Dimana: $dc = 0,65 \times di$

di = diameter tangki

Sehingga: $dc = 0,65 \times 9,5408 = 6,2015 \text{ ft} = 74,4182 \text{ in}$

$$nc = \frac{1563,4109}{3,14 \times 74,4182} = 6,6906 \approx 7 \text{ buah}$$

- Menghitung tinggil lilitan coil

$$Lc = [(nc - 1) (do + \text{jarak 2 coil}) + do]$$

Dimana: diambil jarak 2 coil (hc) = 2 in

$$Lc = [(7 - 1) (4,50 + 2) + 4,50] = 43,5 \text{ in} = 4 \text{ ft}$$

- Menghitung tinggi liquid dalam silinder (Lls)

$$\text{Volume liquid} = \text{Vol tutup bawah} + \text{Vol Silinder}$$

$$828,0596 = (0,0847 d^3) + \left(\frac{\pi}{4} d^2 Lls\right)$$

$$828,0596 = (0,0847 \cdot 9,5408^3) + \left(\frac{\pi}{4} 9,5408^2 Lls\right)$$

$$828,0596 = 127,7691 + 103,2519 Lls$$

$$Lls = 100,7407 \text{ ft}$$

Karena $Lc < Lls$ maka perhitungan coil pendingin sudah memadai

6.4. Perhitungan Nozzle

Perencanaan:

Nozzle pada tutup atas standar dish:

- Nozzle untuk pemasukan larutan β -Naphtol
- Nozzle untuk pemasukan larutan garam diazo

Nozzle untuk silinder reaktor

- Nozzle untuk pemasukan coil pendingin
- Nozzle untuk pengeluaran coil pendingin

Nozzle untuk tutup bawah conical

- Nozzle untuk pengeluaran produk

Digunakan flange standard tipe welding neck pada:

- Nozzle untuk pemasukan bahan baku utama
- Nozzle untuk pemasukan dan pengeluaran coil pendingin
- Nozzle untuk pengeluaran produk

Dasar Perhitungan:

- a. Nozzle pemasuk larutan β -Naphtol

Bahan masuk : 3916,0726 kg/jam = 8633,3737 lb/jam

ρ : 80,8099 lb/ft³

Rate volumetrik : $\frac{m}{\rho} = \frac{8633,3737}{80,8099} = 106,8356 \text{ ft}^3/\text{jam} = 0,0297 \text{ ft}^3/\text{detik}$

Di optimum : $3,9 q^{0,45} \times \rho^{0,13}$

$$3,9 (0,0297)^{0,45} \times (80,8099)^{0,13} = 1,4178 \text{ in}$$

Dari geankoplis App A5 hal 892, maka dipilih pipa 1 ½ in IPS Sch 40 dengan ukuran:

Di : 1,610 in

Do : 1,900 in

A : 0,01414 ft²

b. Nozzle pemasukan larutan garam diazo

Bahan masuk : 29109,2916 kg/jam = 64174,3443 lb/jam

ρ : 72,1379 lb/ft³

Rate volumetrik : $\frac{m}{\rho} = \frac{64174,3443}{72,1379} = 889,6065 \text{ ft}^3/\text{jam} = 0,2471 \text{ ft}^3/\text{detik}$

Di optimum : $3,9 q^{0,45} \times \rho^{0,13}$

$$3,9 (0,2471)^{0,45} \times (72,1379)^{0,13} = 3,6260 \text{ in}$$

Dari geankoplis App A5 hal 892, maka dipilih pipa 3 ½ in IPS Sch 40 dengan ukuran:

Di : 3,548 in

Do : 4,000 in

A : 0,06870 ft²

c. Nozzle pemasukan dan pengeluaran pendingin

Rate air pending masuk = 13615,9244 kg/jam = 30017,6669 lb/jam

ρ air pendingin = 64,6151 lb/ft³

Dasar perencanaan:

Dari perhitungan coil pendingin didapatkan ID = 4,026 in

Berdasarkan App.K Brownell Young hal 388, didapatkan dimensi pipa:

- Ukuran pipa nominal (NPS) : 4 in
- Schedule number : 40
- Diameter dalam pipa (ID) : 4,026 in

- Diameter luar pipa (OD) : 4,5 in
- Luas (A) : 0,08819 ft²

d. Nozzle pengeluaran produk

Bahan masuk : 33025.3643 kg/jam = 72807,7181 lb/jam

ρ : 81,4713 lb/ft³

Rate volumetrik : $\frac{m}{\rho} = \frac{72807,7181}{81,4713} = 893,6609 \text{ ft}^3/\text{jam} = 0,2482 \text{ ft}^3/\text{detik}$

Di optimum : $3,9 q^{0,45} \times \rho^{0,13}$

$$3,9 (0,2482)^{0,45} \times (81,4713)^{0,13} = 3,6914 \text{ in}$$

Dari geankoplis App A5 hal 892, maka dipilih pipa 3 ½ in IPS Sch 40 dengan ukuran:

Di : 3,548 in

Do : 4,000 in

A : 0,06870 ft²

e. Nozzle untuk man hole

Lubang manhole dibuat berdasarkan standar yang ada yaitu: 20 in

Dari Brownell Young table 12.2 hal 221 didapatkan dimensi pipa:

Ukuran pipa nominal (NPS)	: 20 in
Diameter luar pipa	: 27 ½
Ketebalan flange minimum (T)	: 1 11/16
Diameter bagian lubang menonjol (R)	: 23 in
Diameter hubungan pada titik pengelasan (K)	: 20 in
Diameter hubungan pada alas (E)	: 22 in
Panjang julukan (L)	: 5 11/16
Diameter dalam flange (B)	: 19,25
Diameter baut	: 1 1/8

Dari Brownell Young table 12.2 hal 221 diperoleh dimensi flange untuk semua nozzle, dipilih flange standar tipe wedding neck dengan dimensi nozzle sebagai berikut:

- Nozzle A = nozzle untuk pemasukan larutan β -Naphtol
- Nozzle B = nozzle untuk pemasukan larutan Garam Diazo
- Nozzle C = nozzle untuk pemasukan dan pengeluaran air pendingin

b = lebar efektif gasket

y = yield stress = 9000 psia

- Dari Brownell Young pers 12.12 hal 229

Lebar gasket bawah = $b = n/2 = 0,0625/2 = 0,03125$

Sehingga $H_y = 3,14 \cdot 0,03125 \cdot 120,0625 \cdot 9000 = 106030,1953 \text{ lb}$

- Beban baut agar tidak bocor (H_p) (Brownell Young pers 12.90 hal 240)

$H_p = 2 \cdot \pi \cdot b \cdot G \cdot m \cdot p$

$= 2 \cdot 3,14 \cdot 0,03125 \cdot 120,0625 \cdot 3,75 \cdot 20,6906 = 1828,1903 \text{ lb}$

- Beban karena tekanan dalam (H) (Brownell Young pers 12.89 hal 240)

$H = \pi/4 \cdot G^2 \cdot p$

$= 3,14/4 \cdot 120,0625^2 \cdot 20,6906 = 234130,2377 \text{ lb}$

- Total berat beban pada kondisi operasi (W_{m1})

$W_{m1} = H + H_p$

(Brownell Young pers 12.89 hal 240)

$= 234130,2377 + 1828,1903 = 235958,4280 \text{ lb}$

Karena $W_{m1} > W_{m2}$, maka yang mengontrol adalah W_{m1}

• Perhitungan luas minimum bolting area

$$A_{m1} = \frac{W_{in1}}{fb}$$

(Brownell Young pers 12.92 hal 240)

$$= \frac{235958,4280}{15000} = 15,7306 \text{ in}^2 = 0,10924 \text{ ft}^2$$

• Perhitungan bolting optimum

- Dari Brownell Young tabel 10.4 hal 188

Ukuran baut = 1 in

Root area = 0,551 in²

Bolt spacing minimum (B_s) = 2 ¼ in

Minimum radial distance (R) = 1 3/8 in

Edge distance (E) = 1 1/16

$$\text{Jumlah bolting optimum} = \frac{A_{m1}}{\text{root area}} = \frac{15,7306}{0,551} = 28,5492 \approx 29 \text{ buah}$$

- Bolting circle diameter (C)

$C = d_i \text{ shell} + 2 (14,5 \cdot g_c \cdot R)$

Dimana: g_c = tebal shell (t_s) = 3/16

$C = 120,0625 + 2 (14,5 \cdot 3/16 \cdot 1 \text{ 3/8}) = 122,1016 \text{ in}$

- Diameter luar flange

$$OD = C + 2 E = 122,1016 + 2 \cdot 1 \frac{1}{16} = 122,2266 \text{ in} = A$$

- Cek lebar gasket

$$A_b \text{ actual} = \text{jumlah bolt} \times \text{root area} = 29 \times 0,551 = 15,9790 \text{ in}^2$$

- Lebar gasket minimum

$$L = A_b \text{ actual} \times \frac{f}{2 \times \pi \times y \times G}$$

$$= 15,9790 \times \frac{15000}{2 \times 3,14 \times 9000 \times 120,0625}$$

$$= 0,0353 \text{ in} < 0,0625 \text{ in} \text{ maka lebar gasket memadai}$$

- Perhitungan momen

- Untuk keadaan bolting up (tanpa tekanan uap dalam)

$$W = \frac{A_m + A_b}{2} \times f_a \quad (\text{Brownell Young, pers 12.94 hal 242})$$

$$= \frac{15,7306 + 15,9790}{2} \times 15000 = 237822 \text{ lb}$$

- Jarak radial dari beban gasket yang bereaksi terhadap bolt circle:

$$h_G = \frac{C - G}{2} \quad (\text{Brownell Young, pers 12.101 hal 242})$$

$$= \frac{122,1016 - 120,0625}{2} = 1,0196 \text{ in}$$

- Moment flange (M_a)

$$M_a = W \times H_g \quad (\text{Brownell Young, hal 243})$$

$$= 237822 \text{ lb} \times 1,0196 \text{ in} = 242471,4201 \text{ lb.in}$$

- Dalam kondisi operasi

$$W = W_{ml} = 235958,4280 \text{ lb} \quad (\text{Brownell Young, pers 12.96 hal 243})$$

- Hidrastic and force pada daerah dalam flange (H_D)

$$H_D = 0,785 \cdot B^2 \cdot p \quad (\text{Brownell Young, pers 12.96 hal 243})$$

$$\text{Dimana: } B = \text{do shell reaktor} = 120 \text{ in}$$

$$p = \text{tekanan operasi} = 20,6906 \text{ lb/in}$$

$$H_D = 0,785 \times 120 \times 20,6906 = 233889,0336 \text{ lb}$$

- Jarak radial bolt circle pada aksi (h_D)

$$h_D = \frac{1}{2} \cdot (C - B) \quad (\text{Brownell Young, pers 12.100 hal 243})$$

$$= \frac{1}{2} \cdot (122,1016 - 120) = 1,0508 \text{ in}$$

- Moment komponen (M_D)

$$\begin{aligned} M_D &= H_D \times h_D && \text{(Brownell Young, pers 12.96 hal 242)} \\ &= 233889,0336 \times 1,0508 = 245771,5422 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

- Perbedaan antara beban baut flange dengan gaya hidrostatik total (H_G)

$$\begin{aligned} H_G &= W - H = W_{m1} - H && \text{(Brownell Young, pers 12.98 hal 242)} \\ &= 235958,4280 - 234130,2377 = 1828,1903 \text{ lb} \end{aligned}$$

- Moment M_G

$$\begin{aligned} M_G &= H_G \times h_G && \text{(Brownell Young, pers 12.98 hal 242)} \\ &= 1828,1903 \times 1,0196 = 1863,9314 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

Perbedaan antara gaya hidrostatik total dengan gaya hidrostatik dalam area flange:

$$\begin{aligned} H_T &= H - H_D && \text{(Brownell Young, pers 12.97 hal 242)} \\ &= 234130,2377 - 233889,0336 = 240,3041 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h_T &= \frac{1}{2} (h_D + h_G) && \text{(Brownell Young, pers 12.102 hal 244)} \\ &= \frac{1}{2} (1,0508 + 1,0196) = 1,0352 \text{ in} \end{aligned}$$

Moment komponen (M_T)

$$\begin{aligned} M_T &= H_T \times h_T && \text{(Brownell Young, pers 12.97 hal 242)} \\ &= 240,3041 \times 1,0352 = 248,7568 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

Moment total pada keadaan operasi (M_O)

$$\begin{aligned} M_O &= M_D + M_G + M_T \\ &= 245771,5422 + 1863,9314 + 248,7568 = 247884,2304 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

Karena $M_a < M_o$, maka $M_{max} = M_o = 247884,2304 \text{ lb.in}$

6.5.3. Perhitungan tebal flange

Dari Brownell Young pers 12.85 hal 239

$$f_T = \frac{Y \cdot M_o}{t^2 \cdot B}$$

sehingga didapatkan rumus

$$t = \sqrt{\frac{Y \times M}{f \times B}}$$

$$k = A/B$$

dimana: A = diameter luar flange = 122,2266 in

$B = \text{diameter dalam flange} = 120 \text{ in}$

$f = \text{stress yang diijinkan untuk bahan flange} = 15000$

maka:

$$k = 122,2266 / 120 = 1,0186 \text{ in}$$

dari Brownell Young fig 12.22 hal 238, didapatkan:

$$Y = 26$$

$$M = 242471,4201 \text{ lb.in}$$

Sehingga tebal flange

$$t = \sqrt{\frac{Y \times M}{f \times B}} = \sqrt{\frac{26 \times 242471,4201}{15000 \times 120}} = 1,8715 \text{ in} = 2 \text{ in}$$

Jadi digunakan tebal flange 2 in

6.6. Perhitungan Sistem Penyangga Reaktor

a. Berat Shell Reaktor

$$W_s = \pi/4 (d_o^2 - d_i^2) H \cdot \rho$$

Dimana: $d_o = \text{diameter luar shell} = 120 \text{ in} = 10 \text{ ft}$

$d_i = \text{diameter dalam shell} = 119,6250 \text{ in} = 9,96875 \text{ ft}$

$H = \text{tinggi shell reaktor (Ls)} = 171,7308 \text{ in} = 14,3109 \text{ ft}$

$\rho = \text{densitas dari bahan konstruksi} = 489 \text{ lb/ft}^3 \text{ (steel, cold drawn)}$

$$W_s = 3,14/4 (10^2 - 9,96875^2) 14,3108 \cdot 489 = 3428,0438 \text{ lb} = 1554,9505 \text{ kg}$$

b. Berat tutup atas standar dish

$$W_{da} = A \cdot t \cdot \rho$$

$$A = 6,28 \cdot L \cdot h$$

(Hesse, pers 4.16 hal 92)

Dimana: $A = \text{luas tutup atas standar dish}$

$t = \text{tebal tutup atas (tha)} = 3/16 \text{ in}$

$\rho = \text{densitas dari bahan konstruksi} = 489 \text{ lb/ft}^3 \text{ (steel, cold drawn)}$

$L = \text{crown radius (r)} = 114 \text{ in}$

$h = \text{tinggi tutup atas reaktor (ha)} = 16,6208 \text{ in}$

$$A = 6,28 \cdot 114 \cdot 16,6208 = 11899,1631 \text{ in}^2 = 82,6331 \text{ ft}^2$$

$$W_d = 82,6331 \cdot 0,0156 \cdot 489 = 631,3684 \text{ lb} = 286,3868 \text{ kg}$$

c. Berat tutup bawah conical

$$W_{db} = A \cdot t \cdot \rho$$

$$A = 0,785 (D+m) \sqrt{4h^2 + (D-m)^2} + 0,78 d^2 \quad (\text{Hesse, pers 4.16 hal 92})$$

Dimana: A = luas tutup atas standar dish

t = tebal tutup bawah (thb) = 3/16 in

ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft³ (steel, cold drawn)

D = diameter dalam silinder = 119,6250 in = 9,96875 ft

h = tinggi tutup bawah reaktor (hb) = 34,5328 in = 2,8777 ft

m = flat spot diameter = $\frac{1}{2} D = \frac{1}{2} 9,96875 = 4,9844$ ft

$$A = 0,785 (9,96875 + 4,9844) \sqrt{4 \cdot 2,8777^2 + (9,96875 - 4,9844)^2} + 0,78 \cdot 9,96875^2 = 109,0675 \text{ ft}^2 = 15705,72 \text{ in}^2$$

$$W_d = 109,0675 \cdot 0,0156 \cdot 489 = 833,3439 \text{ lb} = 378,0023 \text{ kg}$$

d. Berat liquid dalam reaktor

$$W_l = m \cdot t$$

Dimana: m = berat larutan dalam reaktor = 72807,7181 lb/jam

t = waktu tinggal dalam reaktor = 1 jam

$$W_l = 72807,7181 \times 1 = 72807,7181 \text{ lb} = 33025,3643 \text{ kg}$$

e. Berat poros pengaduk dalam reaktor

$$W_p = V \cdot \rho$$

$$V = \pi/4 \cdot D^2 \cdot L$$

Dimana: L = panjang poros pengaduk = 178,3828 in = 14,8652 ft

D = diameter poros pengaduk = 4,2621 in = 0,3552 ft

$$V = 3,14/4 \cdot 0,3552^2 \cdot 14,8652 = 1,4721 \text{ ft}^3$$

$$W_p = 1,4721 \cdot 489 = 719,8384 \text{ lb} = 326,5166 \text{ kg}$$

f. Berat impeller dalam reaktor

$$W_i = V \cdot \rho$$

$$V = 4 (p \cdot l \cdot t)$$

$$P = D/2$$

Dimana: V = volume dari total blades, ft³

ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft³ (steel, cold drawn)

p = panjang 1 kupingan blade, ft²

l = lebar 1 kupingan blade = 9,9687 in = 0,8307 ft

t = tebal 1 kupingan blade = 9,9687 in = 0,8307 ft

$$D_i = \text{diameter pengaduk} = 39,8750 \text{ in} = 3,3229 \text{ ft}$$

$$P = 3,3229/2 = 1,6615$$

$$V = 4 \times (1,6615 \cdot 0,8307 \cdot 0,8307) = 4,5853 \text{ ft}^3$$

$$W_i = 4,5853 \cdot 489 = 2242,7087 \text{ lb} = 1017,2859 \text{ kg}$$

g. Berat attachment (lb)

Berat attachment merupakan berat dari seluruh perlengkapan seperti nozzle dan sebagainya dimana dari Brownell Young hal 152, diperoleh:

$$W_a = 18\% w_s$$

Dimana: W_a = berat attachment, lb

$$W_s = \text{berat shell reaktor} = 3428,0438 \text{ lb} = 1554,9505 \text{ kg}$$

$$W_a = 18\% \times 3428,0438 = 617,0479 \text{ lb} = 279,8911 \text{ kg}$$

h. Berat coil pendingin dalam reaktor

$$W_c = \pi/4 (d_o^2 - d_i^2) H \cdot \rho$$

Dimana: d_o = diameter luar shell = 4,50 in = 0,375 ft

d_i = diameter dalam shell = 4,026 in = 0,3355 ft

H = tinggi shell reaktor (L_s) = 171,7308 in = 14,3109 ft

ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft³ (steel, cold drawn)

$$W_s = 3,14/4 (4,5^2 - 4,026^2) 14,3109 \cdot 489 = 22200,8259 \text{ lb} = 10070,2286 \text{ kg}$$

i. Berat air pendingin

$$W_{\text{air pendingin}} = m \cdot t$$

Dimana: m = berat air pendingin = 13615,9244 kg/jam = 30017,6669 lb/jam

t = waktu tinggal dalam reaktor = 1 jam

$$W_{\text{air pendingin}} = 30017,6669 \times 1 = 30017,6669 \text{ lb} = 13615,9244 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat total reaktor} &= W_s + W_{d_a} + W_{d_b} + W_i + W_p + W_i + W_a + W_c + W_{\text{air pendingin}} \\ &= 60554,5505 \text{ kg} \end{aligned}$$

Dengan faktor keamanan adalah 10%, maka berat total reaktor

$$= 1,1 \times 60554,5505 \text{ kg}$$

$$= 66610,0055 \text{ kg}$$

6.7. Perhitungan Kolom Penyangga Reaktor (Leg)

Perencanaan:

- Menggunakan 4 buah kolom penyangga (kaki penahan)
- Jenis kolom yang digunakan : I beam

Dasar perhitungan:

a. Beban tiap kolom

Dari Brownell Young, pers 10.76 hal 197:

$$P = \frac{4 \cdot P_w (H-L)}{n \cdot D_{bc}} + \frac{\sum W}{n}$$

Dimana: P_w = total beban permukaan karena angin

H = tinggi vessel dari pondasi, ft

L = jarak antara vessel dengan dasar pondasi, ft

D_{bc} = diameter anchor belt circle, ft

n = jumlah support

$\sum W$ = berat total, lb

P = beban kompresi total maksimum untuk tiap leg, lb

Reaktor diletakkan didalam ruangan, sehingga tidak dipengaruhi adanya tekanan angin (beban tekanan angin tidak dikontrol)

Maka berlaku rumus:

$$P_w = 0$$

$$P = \frac{\sum W}{n} = \frac{66610,0055}{4} = 16652,5014 \text{ kg} = 36712,1046 \text{ lb}$$

Direncanakan:

- Jarak kolom penyangga dari tanah (L) = 5 ft
- Tinggi reaktor (H) = 222,8844 in = 18,5737 ft
- Panjang penyangga = $\frac{1}{2} (H + L)$
= $\frac{1}{2} (18,5737 + 5)$
= 11,7869 ft = 141,4422 in

b. Trial ukuran I beam

Trial ukuran I beam 6'' ukuran $6 \times 3 \frac{3}{8}$ dengan pemasangan memakai beban eksentrik (terhadap sumbu).

Dari Brownell Young, App G-1 hal 355, didapatkan:

- Nominal size = 6 in
- Berat = 12,5 lb
- Area of section (A_y) = 3,61 in²
- Depth of beam (h) = 6 in

- Width of flange (b) = 3,330 in
- Axis (r) = 2,46 in
- I = 21,8 in⁴
- a = 1,5

Analisa terhadap sumbu Y-Y

Dengan:

$$L/r = 141,4422/2,46 = 57,4968$$

Karena L/r antara 0 – 60, maka $f_c = 15000$ psi

$$f_{\text{eksentrik}} = \frac{P \left(a + \frac{1}{2}b\right)}{I_{1-1} - \frac{1}{2}b} = \frac{16652,5014 \left(1,5 + \frac{1}{2}3,330\right)}{21,8 - \frac{1}{2}3,330} = 4025,4176$$

$$f_c \text{ aman} = 15000 - 4025,4176 = 10974,5824$$

$$A = 16652,5014/10974,5824 = 1,5174$$

Karena $A < A_y$, maka trial I beam sudah memadai

6.8. Base Plate

Perencanaan:

- Dibuat base plate dengan toleransi panjang adalah 5% dari toleransi lebar 20% (Hesse, hal 163)
- Digunakan besi cor sebagai bahan konstruksi dari base plate

Dasar perhitungan:

a. Luas base plate

$$A_{bp} = \frac{P}{f_{bp}}$$

Dimana: A_{bp} = luas base plate, in²

P = beban dari tiap-tiap base = 36712,1046 lb

f_{bp} = stress yang diterima oleh pondasi bearing capacity yang terbuat dari beton = 600 lb/in²

$$A_{bp} = \frac{36712,1046}{600} = 61,1868 \text{ in}^2$$

b. Panjang dan lebar base plate

$$A_{bp} = p \times l$$

Dimana: A_{bp} = luas base plate = 61,1868 in²

Dari Brownell Young gambar 10-6 hal 191, diperoleh:

a. Lebar lug

$$\begin{aligned} A &= \text{lebar lug} &&= \text{ukuran baut} + 9 \text{ in} \\ & &&= 1 \text{ in} + 9 \text{ in} = 10 \text{ in} \\ B &= \text{jarak antara gusset} &&= \text{ukuran baut} + 8 \text{ in} \\ & &&= 1 \text{ in} + 8 \text{ in} = 9 \text{ in} \end{aligned}$$

b. Lebar gusset

$$\begin{aligned} \text{Lebar gusset (L)} &= 2 (\text{lebar kolom} - 0,5 \text{ ukuran baut}) \\ &= 2 \times (7 - 0,5) = 13 \text{ in} \\ \text{Lebar lug atas (a)} &= 0,5 (\text{panjang kolom} + \text{ukuran baut}) \\ &= 0,5 \times (9 - 1) = 4 \text{ in} \\ \text{Perbandingan tebal base plate} &= \frac{B}{L} = \frac{9}{13} = 0,69 \text{ in} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} e &= 0,5 \times \text{nut dimension} \\ &= 0,5 \times 2 = 1 \text{ in} \end{aligned}$$

c. Menentukan maksimum bending moment sepanjang sumbu radial

Dari Brownell Young pers 10.40 hal 192

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

Dimana: P = beban tiap baut = 9178,0262 lb

μ = poisson ratio = 0,3 (for steel)

L = panjang horizontal plate bawah = 7

e = nut dimension = 2

$\gamma_1 = 0,565$

$$M_y = \frac{9178,0262}{4\pi} \left[(1 + 0,3) \times \ln \frac{2 \cdot 7}{\pi \cdot 2} + (1 - 0,565) \right] = 3157,9204 \text{ lb}$$

M_y disubstitusikan ke pers 10.41 hal 193

$$t_{hp} = \sqrt{\frac{6 \times M_y}{f_{\text{allow}}}} = \sqrt{\frac{6 \times 3157,9204}{12000}} = 1,2566 \text{ in}$$

maka digunakan plate dengan tebal = 1,2566 in

d. Tebal plate vertical (gusset)

Dari Brownell Young gambar 10-6 hal 191, diperoleh:

a. Lebar lug

$$\begin{aligned} A &= \text{lebar lug} &&= \text{ukuran baut} + 9 \text{ in} \\ &&&= 1 \text{ in} + 9 \text{ in} = 10 \text{ in} \\ B &= \text{jarak antara gusset} &&= \text{ukuran baut} + 8 \text{ in} \\ &&&= 1 \text{ in} + 8 \text{ in} = 9 \text{ in} \end{aligned}$$

b. Lebar gusset

$$\begin{aligned} \text{Lebar gusset (L)} &= 2 (\text{lebar kolom} - 0,5 \text{ ukuran baut}) \\ &= 2 \times (7 - 0,5) = 13 \text{ in} \\ \text{Lebar lug atas (a)} &= 0,5 (\text{panjang kolom} + \text{ukuran baut}) \\ &= 0,5 \times (9 - 1) = 4 \text{ in} \\ \text{Perbandingan tebal base plate} &= \frac{B}{L} = \frac{9}{13} = 0,69 \text{ in} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} e &= 0,5 \times \text{nut dimension} \\ &= 0,5 \times 2 = 1 \text{ in} \end{aligned}$$

c. Menentukan maksimum bending moment sepanjang sumbu radial

Dari Brownell Young pers 10.40 hal 192

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

Dimana: P = beban tiap baut = 9178,0262 lb

μ = poisson ratio = 0,3 (for steel)

L = panjang horizontal plate bawah = 7

e = nut dimension = 2

$\gamma_1 = 0,565$

$$M_y = \frac{9178,0262}{4\pi} \left[(1 + 0,3) \times \ln \frac{2 \cdot 7}{\pi \cdot 2} + (1 - 0,565) \right] = 3157,9204 \text{ lb}$$

M_y disubstitusikan ke pers 10.41 hal 193

$$t_{hp} = \sqrt{\frac{6 \times M_y}{f_{\text{allow}}}} = \sqrt{\frac{6 \times 3157,9204}{12000}} = 1,2566 \text{ in}$$

maka digunakan plate dengan tebal = 1,2566 in

d. Tebal plate vertical (gusset)

d. Peninjauan terhadap harga m dan n

- Panjang base plate (p)

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

$$9 = 2m + 0,95 \cdot 5$$

$$m = 2,125$$

- Lebar base plate (l)

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

$$7 = 2n + 0,8 \cdot 3$$

$$n = 2,3$$

karena harga $n > m$, maka tebal base plate dihitung berdasarkan harga n

e. Tebal base plate

Dari Hesse, pers 7-12 hal 163:

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

Dimana: f = actual unit pressure yang terjadi pada base plate = $573,6266 \text{ lb/in}^2$

$$t = \sqrt{0,00015 \cdot f \cdot n^2} = \sqrt{0,00015 \cdot 573,6266 \cdot 2,3^2} = 0,6747 = 1 \text{ in}$$

f. Ukuran baut

Beban tiap baut:

$$P_{\text{baut}} = \frac{P}{n \text{ baut}} = \frac{36712,1046}{4} = 9178,0262 \text{ lb}$$

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

Dimana f_{baut} = stress tiap baut max = 12000 lb/in^2

$$A_{\text{baut}} = \frac{P_{\text{baut}}}{f_{\text{baut}}} = \frac{9178,0262}{12000} = 0,7648 \text{ in}^2$$

$$A_{\text{baut}} = \pi/4 \cdot db^2$$

$$db^2 = 0,9871$$

Dari Brownell Young tabel 10.4 hal 188 diperoleh ukuran baut dengan dimensi baut sebagai berikut:

$$\text{Ukuran baut (d)} = 1 \text{ in}$$

$$\text{Root Area (A)} = 0,551 \text{ in}^2$$

6.9. Perhitungan Lug dan Gusset

Dari Brownell Young fig 10.6 hal 191 dan pers 10.47 hal 194, diperoleh tebal gusset min = $3/8 \times thp$

$$= 3/8 \times 1,2566 \text{ in} = 0,4712 \text{ in}$$

e. Tinggi gusset

$$hg = A + \text{ukuran baut}$$

$$= 10 + 1 = 11 \text{ in}$$

f. Tinggi lug

$$\text{Tinggi Lug} = hg + 2 thp$$

$$= 11 + 2 \times 1,2566 \text{ in} = 13,5131 \text{ in}$$

g. Kesimpulan perencanaan lug dan gusset:

- Lug

$$\text{Lebar} = 10 \text{ in}$$

$$\text{Tebal} = 1,2566 \text{ in}$$

$$\text{Tinggi} = 13,5131 \text{ in}$$

- Gusset

$$\text{Lebar} = 13 \text{ in}$$

$$\text{Tebal} = 0,4712 \text{ in}$$

$$\text{Tinggi} = 11 \text{ in}$$

6.10. Perhitungan 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:

$$W = 66610,0055 \text{ kg} = 146848,4181 \text{ lb}$$

a. Beban yang harus ditanggung tiap kolom

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

$$\text{Dimana: } p = \text{panjang base plate}$$

$$= 9 \text{ in} = 0,7500 \text{ ft}$$

$$l = \text{lebar base plate} = 7 \text{ in} = 0,5833 \text{ ft}$$

$$t = \text{tebal base plate} = 1 \text{ in} = 0,0833 \text{ ft}$$

$$\rho = \text{densitas dari bahan ko. truksi} = 489 \text{ lb/ft}^3$$

$$W_{bp} = 0,7500 \times 0,5833 \times 0,0833 \times 49$$

$$= 17,8281 \text{ lb}$$

b. Beban tiap penyangga

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

$$\text{Dimana: } L = \text{tinggi kolom} = 11,7869 \text{ ft}$$

$$A = \text{luas kolom I beam} = 3,61 \text{ in}^2 = 0,0251 \text{ ft}^2$$

$$F = \text{faktor koreksi} = 3,4$$

$$\rho = \text{densitas dari bahan ko. truksi} = 489 \text{ lb/ft}^3$$

$$W_p = 11,7869 \times 0,0251 \times 3,4 \times 489$$

$$= 491,2813 \text{ lb}$$

c. Beban total

$$W_{\text{total}} = W + W_{bp} + W_p$$

$$= 146848,4181 + 17,8281 + 491,2813 = 147357,5276 \text{ lb}$$

Dianggap hanya ada gaya vertical dari berat kolom itu sendiri bekerja pada pondasi, maka ditetapkan:

- Luas atas = $20 \times 20 \text{ in}$

- Luas bawah = $40 \times 40 \text{ in}$

- Tinggi = 25 in

- Luas permukaan tanah rata-rata:

$$A = 40 \times 40 = 1600 \text{ in}^2$$

- Volume pondasi

$$V = A \times t$$

$$= 1600 \times 25 = 40000 \text{ in}^3 = 23,1481 \text{ ft}^3$$

- Berat pondasi

$$W = V \times \rho$$

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

$$W = V \times \rho$$

$$= 23,1481 \text{ ft}^3 \times 144 \text{ lb/ft}^3 = 3333,3333 \text{ lb} = 1511,9901 \text{ kg}$$

- 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:

$$\begin{aligned} P &= 10 \text{ ton/ft}^2 \\ &= 22400 \text{ lb/ft}^2 \\ &= 155,5556 \text{ lb/in}^2 \end{aligned}$$

- Tekanan pada tanah

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

Dimana: W = berat beban total + berat pondasi

A = luas bawah pondasi = 40 × 40 in

$$P = \frac{147357,5276 + 3333,3333}{1600} = 94,1818 \text{ lb/in}^2$$

Karena tekanan yang diberikan tanah lebih kecil daripada kemampuan tanah menahan pondasi, maka pondasi dengan ukuran 20 × 20 in luas atas dan 40 × 40 in luas bawah dengan tinggi pondasi 25 in dapat digunakan.

Spesifikasi peralatan:**1. Bagian silinder**

- Bahan konstruksi = Stainless Steel 167 Grade 11 Tipe 316
- Diameter luar (do) = 120 in
- Diameter dalam (di) = 119,6250 in
- Tinggi silinder (Ls) = 171,7308 in
- Tebal silinder (ts) = 3/16
- Tebal tutup atas (tha) = 3/16
- Tinggi tutup atas (ha) = 16,6208 in
- Tebal tutup bawah (thb) = 3/16
- Tinggi tutup bawah (hb) = 34,5328 in
- Tinggi reaktor (H) = 222,8844 in = 18,5737 ft

2. Bagian pengaduk

- Jenis pengaduk = axial turbin 4 blades sudut 45°
- Bahan impeller = High alloy steel SA 167 Grade 11 tipe 316
- Diameter impeller (Di) = 39,8750 in
- Tinggi impeller (Zi) = 19,9375 in
- Lebar impeller (W) = 9,9687 in
- Panjang impeller (L) = 9,9687 in
- Tebal blades (J) = 9,9687 in
- Jumlah pengaduk = 1 buah
- Daya pengaduk = 43 Hp
- Diameter poros (D) = 4,2621 in
- Panjang poros = 178,3828 in

3. Bagian coil

- Diameter dalam (di) = 4,50 in
- Diameter luar (do) = 4,026 in
- Panjang coil (L) = 1563,4109 ft
- Jumlah lilitan coil (nc) = 7 buah
- Tinggi coil (Lc) = 43,5 in = 4 ft

4. Bagian Nozzle

a. Nozzle pemasukan larutan β -Naphtol

- Diameter dalam (di) = 1,610 in
- Diameter luar (do) = 1,900 in
- Schedule = 40
- Luas (A) = 0,01414 ft²

b. Nozzle pemasukan larutan Garam Diazo

- Diameter dalam (di) = 3,548 in
- Diameter luar (do) = 4,000 in
- Schedule = 40
- Luas (A) = 0,06870 ft²

c. Nozzle pemasukan dan pengeluaran air pendingin

- Ukuran pipa nominal = 4 in
- Schedule = 40
- Diameter dalam (di) = 4,026 in
- Diameter luar (do) = 4,5 in
- Luas (A) = 0,08819 ft²

d. Nozzle pengeluaran produk

- Diameter dalam (di) = 3,548 in
- Diameter luar (do) = 4,000 in
- Schedule = 40
- Luas (A) = 0,06870 ft²

e. Nozzle untuk man hole

- Ukuran pipa nominal (NPS) = 20 in
- Diameter luar pipa = 27 ½
- Ketebalan flange minimum (T) = 1 11/16
- Diameter bagian lubang menonjol (R) = 23 in
- Diameter hubungan pada titik pengelasan (K) = 20 in
- Diameter hubungan pada alas (E) = 22 in
- Panjang julukan (L) = 5 11/16
- Diameter dalam flange (B) = 19,25
- Diameter baut = 1 1/8

5. Penyangga

- Jenis = I beam
- Ukuran = $6 \times 3 \frac{3}{8}$
- Nominal size = 6 in
- Berat = 12,5 lb
- Area of section (A_y) = $3,61 \text{ in}^2$
- Depth of beam (h) = 6 in
- Width of flange (b) = 3,330 in
- Axis (r) = 2,46 in
- Jumlah penyangga = 4 buah

6. Base plate

- Panjang = 9 in
- Lebar = 7 in
- Luas (A) = 64 in^2
- Tebal (t) = 1 in
- Ukuran baut (d) = 1 in
- Root Area (A) = $0,551 \text{ in}^2$

7. Lug and gusset

a. Lug

- Lebar = 10 in
- Tebal = 1,2566 in
- Tinggi = 13,5131 in

b. Gusset

- Lebar = 13 in
- Tebal = 0,4712 in
- Tinggi = 11 in

8. Pondasi

- Luas atas = $20 \times 20 \text{ in}$
- Luas bawah = $40 \times 40 \text{ in}$
- Tinggi = 25 in
- Volume pondasi (V) = $40000 \text{ in}^3 = 23,1481 \text{ ft}^3$

BAB VII

INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA

Istrumentasi dan keselamatan kerja adalah dua factor yang penting dalam suatu industri guna meningkatkan kualitas dan kuantitas produk. Instrumentasi digunakan untuk mengontrol jalannya suatu proses agar dapat dikendalikan sesuai yang diinginkan. Sedangkan keselamatan kerja juga harus diperhatikan untuk mencegah kerugian nyawa, materi, alat-alat, sarana, dan prasarana pabrik yang dapat timbul sewaktu-waktu. Dengan pertimbangan tersebut perlu adanya suatu bagian yang berfungsi untuk mengontrol peralatan proses dan manajemen tentang keselamatan kerja.

Dalam pengaturan dan pengendalian kondisi operasi dan peralatan proses sangatlah diperlukan adanya peralatan (instrumentasi) control. Dimana instrumentasi ini merupakan suatu alat penunjuk atau indikator, suatu perekam, atau suatu pengontrol (controller). Dalam industry kimia banyak variable yang perlu diukur dan dikontrol seperti tekanan, temperature, ketinggian cairan, kecepatan aliran, dan sebagainya.

7.1. Instrumentasi

Instrumentasi merupakan bagian yang penting dalam pengendalian proses suatu pabrik industri. Dengan adanya instrumentasi yang memadai, maka bagian-bagian dari pabrik yang penting memerlukan pengendalian operasi atau proses. Pengendalian operasi atau proses meliputi keseluruhan unit pabrik maupun hanya pada beberapa unit pabrik yang benar-benar diperlukan secara cermat dan akurat. Pengetahuan akan pemilihan alat-alat pengendalian proses ini penting karena menyangkut harga peralatan itu sendiri yang cukup mahal.

Umumnya instrumentasi dibagi berdasarkan proses kerjanya menjadi:

1. Proses Manual

Untuk proses manual, peralatan yang digunakan hanya terdiri atas instrument penunjuk dan pencatat saja.

2. Proses Otomatis

Sedangkan untuk pengaturan secara otomatis, peralatan instrumentasi dihubungkan dengan suatu alat control. Peralatan tersebut antara lain:

a. Sedangkan element atau primary element

Merupakan elemen yang dapat mendeteksi adanya perubahan dari variable yang diukur.

b. Elemen pengukur

Merupakan elemen yang menerima keluaran dari elemen primer dan melakukan pengukuran. Yang termasuk dalam elemen pengukur adalah alat-alat penunjuk atau indikator dan alat-alat pencatat.

c. Elemen pengontrol

Merupakan elemen yang menunjukkan harga perubahan dari variable yang dirasakan oleh sensing elemen dan diukur oleh elemen pengukur untuk mengatur sumber tenaga yang sesuai dengan perubahan. Tenaga yang diatur dapat berupa tenaga mekanis, elektris, maupun pneumatic.

d. Elemen proses sendiri

Merupakan elemen yang mengubah input ke dalam proses, sehingga variable yang diukur tetap berada pada range yang diinginkan.

Pada pra rencana pabrik Orange II ini, instrument yang digunakan adalah alat kontrol manual dan alat kontrol otomatis. Hal ini tergantung dari sistem peralatan dan faktor pertimbangan teknis maupun ekonomis. Tujuan penggunaan instrumentasi ini diharapkan akan tercapai hal-hal berikut ini:

- Menjaga variabel proses pada batas operasi aman
- Kualitas produksi lebih terjamin
- Memudahkan pengoperasian suatu alat
- Kondisi berbahaya dapat diketahui lebih awal dengan menggunakan alarm peringatan
- Efisiensi kerja akan lebih meningkat.

Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam instrumentasi yaitu:

- Level indikator
- Range yang diperlukan untuk pengukuran
- Ketelitian yang dibutuhkan
- Bahan konstruksi
- Pengaruh pemanasan instrumentasi pada kondisi proses
- Faktor ekonomi

Dengan adanya instrumentasi ini, diharapkan semua proses akan dapat berjalan dengan lancar sesuai dengan apa yang diharapkan.

Pada pra rencana pabrik Orange II ini dipasang beberapa alat kontrol sebagai berikut:

1. Level Indikator (LI)

Digunakan untuk mengetahui ketinggian fluida yang ada di dalam tangki agar tidak melebihi batas yang telah ditentukan dan agar kita dapat memastikan kapan waktu pengisian kembali.

2. Temperatur Controller (TC)

Alat ini dipasang pada peralatan yang perlu pengaturan dan penjagaan suhu agar beroperasi pada temperatur konstan.

3. Flow Controller (FC)

Dipasang pada alat untuk mengendalikan laju air fluida melalui perpipaan sehingga aliran yang masuk keperalatan proses tetap konstan.

4. Weight Controller (WC)

Dipasang pada alat yang memerlukan penjagaan pada berat bahan masuk agar tetap konstan.

5. Flow Rasio Controller (FRC)

Dipasang pada alat untuk mengatur laju alir bahan berdasarkan perbandingan atau rasio jumlah bahan yang masuk.

Secara keseluruhan, instrumentasi peralatan pabrik Orange II dapat dilihat pada table 7.1.

Tabel 7.1. Instrumentasi peralatan pabrik

No.	Nama Alat	Kode Alat	Kode Instrumen
1.	Reaktor Na-Sulfanilik	M-110	TC
2.	Na ₂ CO ₃	M-115	FC, TC
3.	Reaktor Diazo	R-120	TC
4.	Tangki HCl	F-121	LI
5.	Bin NaNO ₂	F-126	WC
6.	Tangki Pengencer HCl	M-128	FRC
7.	Tangki NaOH	F-136	FRC
8.	Tangki Pengencer NaOH	M-137	FRC

9.	Reaktor Coupling	R-140	FRC, TC
10.	Bin Produk 2	F-164	WC

7.2. Keselamatan Kerja

Dalam perencanaan suatu pabrik, keselamatan kerja merupakan hal yang sangat penting yang harus diperhatikan karena menyangkut kelancaran dan keselamatan kerja karyawan, juga menyangkut lingkungan dan masyarakat di sekitar pabrik. Keselamatan kerja ini merupakan usaha untuk memberikan rasa aman dan tenang pada karyawan dalam bekerja, sehingga kontinuitas dan keefektifan kerja dapat terjamin.

Beberapa faktor yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja adalah sebagai berikut:

a. Latar belakang pekerja

Merupakan sifat atau karakter yang tidak baik dari pekerja yang merupakan sifat dasar pekerja maupun lingkungannya yang dapat mempengaruhi pekerja dalam melakukan pekerjaannya, sehingga dapat menyebabkan kelalaian pekerja.

b. Kelalaian pekerja

Adanya sikap gugup, tegang, mengabaikan keselamatan, dan lain-lain, akan menyebabkan pekerja akan melakukan tindakan yang tak aman.

c. Tindakan yang tidak aman dan bahaya mekanis atau fisik

Tindakan yang tidak aman dari pekerja, seperti berdiri di bawah beban tersuspensi, menjalankan mesin tanpa pelindung, atau bahaya mekanis, seperti gear yang tidak dilindungi, penerangan yang tidak cukup dan sebagainya.

d. Kecelakaan

Kecelakaan ini dapat berupa jatuhnya pekerja, pekerja tertumbuk benda yang melayang, pekerja yang terbentur benda yang jatuh dari atas dan sebagainya sehingga dapat menimbulkan luka.

Bahaya-bahaya tersebut dapat terjadi pada pabrik, sehingga harus diperhatikan cara untuk mengatasinya. Adapun cara untuk mengatasinya adalah sebagai berikut:

1. Keselamatan konstruksi

- Konstruksi bangunan, peralatan produksi, baik langsung maupun tak langsung, harus cukup kuat, serta pemilihan bahan konstruksinya harus tepat.

- Pada tempat-tempat berbahaya harus diberi peringatan yang jelas.
 - Jarak antara peralatan, mesin-mesin serta alat proses harus diperhatikan.
2. Bahaya yang disebabkan oleh adanya api, listrik dan kebakaran
- Tangki bahan bakar jaraknya harus cukup jauh dari tempat yang dapat menyebabkan kebakaran.
 - Untuk mencegah dan mengurangi bahaya-bahaya yang timbul, maka digunakan isolasi-isolasi panas, isolasi listrik dan pada tempat bertekanan tinggi harus diberi penghalau atau pagar.
3. Memberikan penjelasan-penjelasan mengenai bahaya-bahaya yang dapat terjadi dan memberikan cara pencegahannya.
4. Memasang tanda-tanda bahaya, seperti alarm peringatan, jika terjadi bahaya.
5. Penyediaan alat-alat pencegah kebakaran, baik akibat listrik, maupun api.
6. Ventilasi
- Ruang kerja harus mendapatkan ventilasi yang cukup, sehingga pekerja dapat leluasa untuk dapat menghirup udara segar, yang berarti ikut serta menjamin kesehatan dan keselamatan kerja.
7. Tangki-tangki
- Hal-hal yang perlu diperhatikan untuk mencegah kecelakaan adalah:
- Perencanaan tangki harus sesuai dengan aturan yang berlaku termasuk pemilihan bahan konstruksi, memperhitungkan faktor korosi dan lain-lain.
 - Penempatan boiler pada tempat yang jauh dari kerumunan pekerja.
 - Pemasangan alat kontrol yang baik dan sesuai yaitu level indikator.
8. Reaktor
- Hal-hal yang perlu diperhatikan untuk mencegah kecelakaan adalah:
- Perencanaan reaktor harus sesuai dengan ketentuan-ketentuan yang berlaku mengenai bahan konstruksi, faktor-faktor dan lain-lain.
 - Perencanaan isolasi harus baik dengan memperhatikan perpindahan panas yang terjadi karena reaksi bersifat eksotermis.
 - Pemasangan alat kontrol yang baik dan sesuai yaitu flow rasio control dan temperature control.
9. Perpipaan

- Jalur proses yang terletak di atas permukaan tanah lebih baik daripada diletakkan di bawah tanah, karena hal ini menyangkut timbulnya bahaya akibat kebocoran dan sulit untuk mengetahui letak kebocoran.
- Pengaturan dari perpipaan dan valve penting untuk mengamankan operasi. Jika terjadi kebocoran pada check valve sebaiknya diatasi dengan pemasangan block valve di samping check valve tersebut.
- Sebelum pipa-pipa dipasang, sebaiknya dilakukan tes hidrostatik yang bertujuan untuk mencegah terjadinya stress yang berlebihan pada bagian-bagian tertentu atau pada bagian pondasi.

10. Karyawan

Pada karyawan, terutama operator perlu diberi bimbingan atau pengarahan agar karyawan dapat melaksanakan tugasnya dengan baik dan tidak membahayakan.

11. Listrik

Pada pengoperasian peralatan listrik perlu dipasang peralatan pengaman berupa pemutus arus, jika sewaktu-waktu terjadi hubungan singkat (konsleting) yang dapat menyebabkan kebakaran. Juga perlu diadakan pemeriksaan adanya kabel yang terkelupas yang dapat membahayakan pekerja jika tersentuh kabel tersebut.

12. Pencegahan dan penanggulangan kebakaran

- Bangunan seperti work shop, laboratorium dan kantor hendaknya diletakkan berjauhan dengan unit operasi.
- Antara unit yang satu dengan unit lain hendaknya dipisahkan dengan jalan sehingga dapat menghambat jalannya api ketika terjadi kebakaran.
- Pengamanan bila terjadi kebakaran harus dilengkapi dengan baju tahan api dan alat-alat bantu pernafasan.
- Penempatan bahan-bahan yang mudah terbakar dan meledak ditempat yang tertutup dan jauh dari sumber api.
- Larangan merokok di lingkungan pabrik, kecuali pada tempat-tempat yang telah disediakan.
- Penempatan kabel dan kawat listrik yang diatur rapi dan jauh dari tempat yang panas.
- Pemasangan alat pemadam kebakaran disetiap tempat terutama tempat yang paling rawan dan pemasangannya harus pada tempat yang mudah dijangkau.

7.2.1. Pengamanan Alat

Untuk menghindari kerusakan alat, seperti peledakan atau kebakaran, maka pada alat tertentu perlu dipasang suatu pengaman, seperti safety valve, isolasi, dan pemadam kebakaran.

7.2.2. Keselamatan Kerja Karyawan

Pada karyawan, terutama operator perlu diberikan bimbingan atau pengarahan agar karyawan dapat melaksanakan tugasnya dengan baik dan tidak membahayakan keselamatan jiwanya maupun jiwa orang lain. Alat pelindung yang diperlukan pada pra rencana pabrik Orange II terlihat pada table berikut ini:

Table 7.2. Alat-alat keselamatan kerja pada pabrik Orange II

No.	Alat Pelindung	Lokasi Pengamanan
1.	Masker	Gudang produk, unit proses, storage bahan baku, laboratorium
2.	Helm pengaman	Gudang produk, unit proses, storage bahan baku
3.	Sarung tangan	Storage bahan baku, unit proses
4.	Isolasi panas	Heater
5.	Pemadam kebakaran	Semua unit pabrik
6.	Sepatu boot/ sepatu karet	Unit proses, storage bahan baku, unit pengolahan limbah



BAB VIII

PERHITUNGAN UTILITAS

Unit utilitas pada suatu pabrik adalah salah satu bagian yang sangat penting untuk menunjang jalannya proses produksi dalam suatu industri kimia, sehingga kapasitas produksi semaksimal mungkin dapat dicapai. Unit utilitas yang diperlukan pada Pra Rencana Pabrik Zat Warna Orange II, yaitu:

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

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

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

8.1. Unit Pengolahan Air (Water Treatmet)

Untuk memenuhi kebutuhan air di pabrik, direncanakan menggunakan air sungai. Pengambilan air sungai ditampung dalam bak penampung 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.

a. Air Proses

Air proses yang dibutuhkan digunakan pada Pra Rencana Pabrik Zat Warna Orange II ini sebesar 21914,1680 kg/jam, digunakan pada Tangki pengencer HCl (M-128) sebesar 2327,6865 kg/jam, Tangki pengencer NaOH (M-137) sebesar 468,2505 kg/jam dan Tangki pelarut Na_2CO_3 (M-115) sebesar 19118,2310 kg/jam.

b. Brine (Air Pendingin)

Kebutuhan brine digunakan sebagai pendingin sebesar 29389,1828 kg/jam pada Reaktor Coupling (R-140) dan 16773,1828 kg/jam pada Reaktor Diazo (R-120) dengan Make up untuk kebutuhan refrigerant brine 10%. Jadi kebutuhan refrigerant sebesar 50779,0681 kg/jam. Make up digunakan sebagai pengganti kehilangan dan penguapan refrigerant selama sirkulasi.

c. Air Umpan Boiler (penghasil steam)

Air umpan boiler merupakan bahan baku pembuatan steam yang berfungsi sebagai media pemanas Pada pra-rencana Pabrik Zat Warna Orange II ini, kebutuhan air pengisi boiler untuk umpan boiler berdasarkan kebutuhan steam adalah sebesar 3732,5526 kg/jam dengan temperature 140 °C dan tekanan 45,8754 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 7684,3068 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 kebasahan yang tinggi. Kesulitan yang dihadapi dengan adanya busa :

- Kesulitan pembacaan tinggi liquid level dalam boiler

- Buih dapat menyebabkan percikan yang kuat yang mengakibatkan adanya solid-solid yang menenpel dan mengakibatkan terjadinya korosi dengan adanya pemanasan lebih lanjut.

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

b. Tidak boleh membentuk kerak pada boiler

Kerak dalam boiler akan menyebabkan :

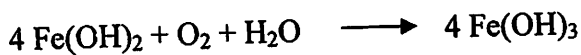
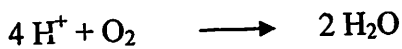
- Isolasi terhadap panas sehingga proses perpindahan panas terhambat
- Kerak yang terbentuk dapat pecah sewaktu-waktu, sehingga dapat menimbulkan kebocoran karena boiler mendapat tekanan yang kuat.

c. Tidak boleh menyebabkan korosi pada pipa

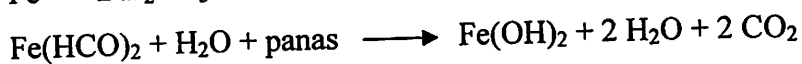
Korosi pada pipa boiler disebabkan oleh keasaman (pH rendah), minyak dan lemak, bikarbonat dan bahan organik, serta gas H_2S , SO_2 , NH_3 , CO_2 , O_2 , yang terlarut dalam air. Reaksi elektrokimia antara besi dan air akan membentuk lapisan pelindung anti korosi pada permukaan baja, yaitu :



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 :



d. Air Sanitasi

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

a. Syarat fisik

- Suhu : berada di bawah suhu kamar
- Warna : tidak berwarna/jernih
- Rasa : tidak berasa
- Bau : tidak berbau
- Kekeruhan: $< 1 \text{ mg SiO}_2 / \text{liter}$
- pH : netral

b. Syarat kimia

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

c. Syarat mikrobiologi

- Tidak mengandung kuman maupun bakteri, terutama bakteri pathogen yang dapat merubah sidat-sifat fisik air

Kebutuhan air sanitasi pada Pra Rencana Pabrik ZatWarna Orange II ini adalah:

1. Untuk kebutuhan karyawan

Menurut standar WHO, kebutuhan air setiap orang adalah 60 L/hari

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

Direncanakan kebutuhan air untuk pemadam kebakaran dan cadangan air adalah sebesar 40% dari kebutuhan air untuk karyawan, laboratorium dan taman.

Total kebutuhan untuk air sanitasi pada Pra Rencana Pabrik Zat Warna Orange II adalah 1179,2834 kg/jam

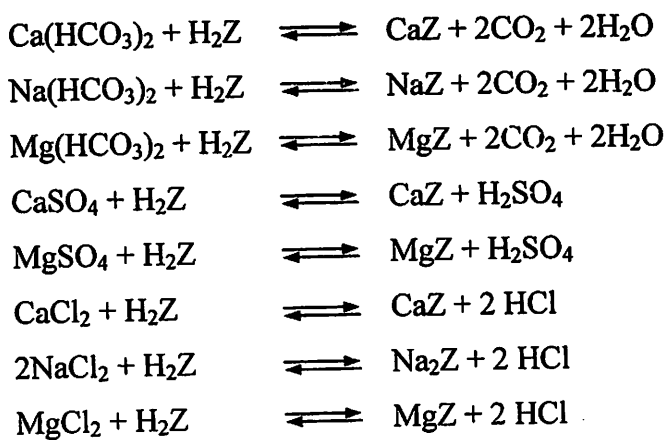
Proses Pengolahan Air Pada Unit Pengolahan Air

Karena lokasi Pra Rencana Pabrik Zat Warna Orange II berada di wilayah kawasan sehingga kebutuhan air menggunakan air kawasan. Tetapi untuk tetap menjaga kualitas air maka tetap dilakukan pengolahan air sebagai berikut:

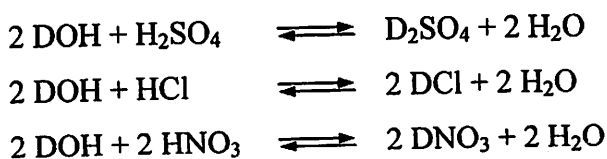
a. Pengolahan air proses

Pelunakan air proses yang dilakukan dengan pertukaran ion dalam demineralisasi yang terdiri dari dua tangki, yaitu tangki kation exchanger (D-210A) dan anion exchanger (D-210B). Kation exchanger yang digunakan adalah resin zeolit (H_2Z) dan anion yang digunakan adalah deacidite (DOH).

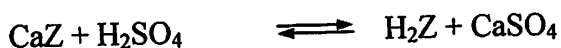
Pompa air kawasan (L-212) memompakan air dari bak air kawasan (F-211) dan dipisahkan menjadi 3 aliran (air proses dan umpan boiler, refrigerant, air sanitasi). Untuk aliran yang pertama (air proses dan umpan boiler) dialirkan menuju kation exchanger (D-210A). Dalam tangki kation exchanger terjadi reaksi-reaksi sebagai berikut :



Ion-ion bikarbonat, sulfat dan klor diikat dengan ion Z membentuk 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. Resin yang dipakai dalam anion exchanger adalah Deacidite (DOH). Dalam tangki anion exchanger terjadi reaksi sebagai berikut :



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



8.2. Unit Penyediaan Tenaga Listrik

Listrik yang dibutuhkan pada pra-rencana Pabrik Zat Warna Orange II ini adalah meliputi :

- Peralatan proses dan pengolahan air = 862,1359 Hp = 642,8974 kW
- Listrik untuk penerangan = 1154,1368 kW = 1442,6709 kV.A

Kebutuhan listrik untuk proses, penerangan, instrumen dan lain-lain dipenuhi oleh PLN. Sedangkan apabila suplai listrik dari PLN mati, maka digunakan satu generator AC bertenaga diesel dengan power 1442,6709 kV.A, satu buah generator tambahan digunakan sebagai cadangan.

8.3. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan pada pabrik, yaitu pada boiler dan generator sebesar 4584,2841 L/hari. Bahan bakar yang digunakan adalah fuel oil. Pemilihan jenis bahan bakar yang digunakan berdasarkan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:

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

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

- Flash point = 38°C (100 °F)
- Pour point = -6°C (21,2 °F)
- Densitas = 55 lb/ft³
- Heating value = 19000 Btu/lb

Pengolahan Limbah

Pada pra-rencana Pabrik Zat Warna Orange II 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 Ammonium Klorida adalah :

1. Limbah Cair

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

a. Pengolahan Pendahuluan (Pre Treatment)

Pada proses ini dilakukan pengambilan benda-benda terapung.

b. Pengolahan Pertama (Primery Treatment)

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

c. Pengolahan Kedua (Secondary Treatment)

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

d. Pengolahan Ketiga (Tertiary Treatment)

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

8.2. Unit Penyediaan Tenaga Listrik

Listrik yang dibutuhkan pada pra-rencana Pabrik Zat Warna Orange II ini adalah meliputi :

- Peralatan proses dan pengolahan air = 862,1359 Hp = 642,8974 kW
- Listrik untuk penerangan = 1154,1368 kW = 1442,6709 kV.A

Kebutuhan listrik untuk proses, penerangan, instrumen dan lain-lain dipenuhi oleh PLN. Sedangkan apabila suplai listrik dari PLN mati, maka digunakan satu generator AC bertenaga diesel dengan power 1442,6709 kV.A, satu buah generator tambahan digunakan sebagai cadangan.

8.3. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan pada pabrik, yaitu pada boiler dan generator sebesar 4584,2841 L/hari. Bahan bakar yang digunakan adalah fuel oil. Pemilihan jenis bahan bakar yang digunakan berdasarkan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:

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

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

- Flash point = 38°C (100 °F)
- Pour point = -6°C (21,2 °F)
- Densitas = 55 lb/ft³
- Heating value = 19000 Btu/lb

Pengolahan Limbah

Pada pra-rencana Pabrik Zat Warna Orange II 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 Ammonium Klorida adalah :

1. Limbah Cair

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

a. Pengolahan Pendahuluan (Pre Treatment)

Pada proses ini dilakukan pengambilan benda-benda terapung.

b. Pengolahan Pertama (Primary Treatment)

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

c. Pengolahan Kedua (Secondary Treatment)

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

d. Pengolahan Ketiga (Tertiary Treatment)

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

8.2. Unit Penyediaan Tenaga Listrik

Listrik yang dibutuhkan pada pra-rencana Pabrik Zat Warna Orange II ini adalah meliputi :

- Peralatan proses dan pengolahan air = 862,1359 Hp = 642,8974 kW
- Listrik untuk penerangan = 1154,1368 kW = 1442,6709 kV.A

Kebutuhan listrik untuk proses, penerangan, instrumen dan lain-lain dipenuhi oleh PLN. Sedangkan apabila suplai listrik dari PLN mati, maka digunakan satu generator AC bertenaga diesel dengan power 1442,6709 kV.A, satu buah generator tambahan digunakan sebagai cadangan.

8.3. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan pada pabrik, yaitu pada boiler dan generator sebesar 4584,2841 L/hari. Bahan bakar yang digunakan adalah fuel oil. Pemilihan jenis bahan bakar yang digunakan berdasarkan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:

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

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

- Flash point = 38°C (100 °F)
- Pour point = -6°C (21,2 °F)
- Densitas = 55 lb/ft³
- Heating value = 19000 Btu/lb

Pengolahan Limbah

Pada pra-rencana Pabrik Zat Warna Orange II 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 Ammonium Klorida adalah :

1. Limbah Cair

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

BAB IX

LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK

9.1. Lokasi Pabrik

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

Oleh karena itu perlu diadakan seleksi dan evaluasi, sehingga lokasi memenuhi persyaratan bila ditinjau dari segala segi. Faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik dibagi menjadi 2 bagian, yaitu:

- Faktor utama
- Faktor khusus

9.1.1. Faktor Utama

a. Penyediaan bahan baku

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

Hal-hal yang perlu diperhatikan mengenai bahan baku tersebut adalah:

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

b. Pemasaran

Pemasaran merupakan salah satu faktor penting dalam industri kimia. Karena berhasil tidaknya pemasaran akan menentukan keuntungan industri tersebut. Hal-hal yang harus diperhatikan adalah:

- Tempat produk akan dipasarkan.
- Kebutuhan pasar saat sekarang dan akan datang
- Pengaruh persaingan yang ada.

- Jarak pemasaran dari lokasi dan sarana pengangkutan untuk daerah pemasaran.

c. Utilitas

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

- Air

Air merupakan kebutuhan yang penting dalam industri teknik 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 PDAM.

Untuk itu perlu diperhatikan mengenai:

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

Untuk memenuhi kebutuhan air sehari-hari pada Pra-Rencana Pabrik Zat Warna Orange II diambil dari sumber air kawasan.

- Listrik dan bahan bakar

Listrik dan bahan bakar dalam industri mempunyai peranan yang sangat penting terutama sebagai motor penggerak, penerangan dan untuk memenuhi kebutuhan yang lainnya.

Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah:

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

d. Iklim dan alam sekitarnya

Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah:

- Keadaan alam

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

- Keadaan angin
Kecepatan dan arah angin pada situasi terburuk yang pernah terjadi pada tempat tersebut yang akan mempengaruhi peralatan.
- Gempa bumi yang pernah terjadi.
- Kemungkinan perluasan di masa yang akan datang.

9.1.2. Faktor Khusus

a. Transportasi

Masalah transportasi perlu diperhatikan agar kelancaran supply barang 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 kendaraan beroda empat
- Jalan/rel kereta api
- Adanya pelabuhan
- Sungai/laut yang dapat dilayari oleh kapal dan perahu.

b. Buangan pabrik

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

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

c. Tenaga kerja

Hai-hal yang perlu diperhatikan adalah:

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

d. Site karakteristik dari lokasi

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam memilih lokasi adalah:

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

e. Faktor lingkungan

Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah:

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

f. Peraturan dan perundang-undangan

Hal-hal yang perlu ditinjau adalah:

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

g. Pembuangan limbah

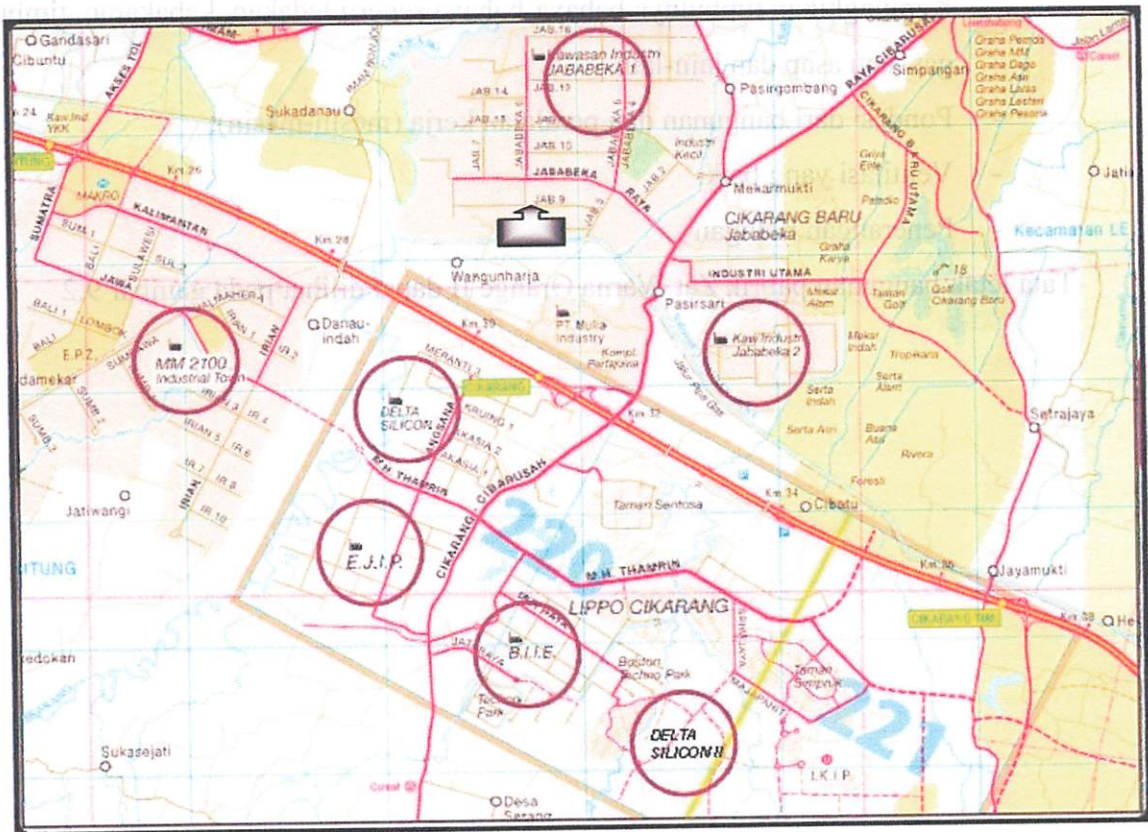
Hal yang berkaitan dengan usaha pencegahan terhadap pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh buangan pabrik yang berupa gas, cair maupun padat dengan memperhatikan peraturan pemerintah.


Berdasarkan faktor-faktor diatas daerah yang menjadi alternatif pilihan lokasi pendirian pabrik zat warna orange II terletak di Kawasan Industri JABABEKA, Cikarang, Bekasi, Jawa Barat.

Dasar pemilihan lokasi adalah sebagai berikut:

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

PETA KAWASAN INDUSTRI JABABEKA – CIKARANG, KAB BEKASI



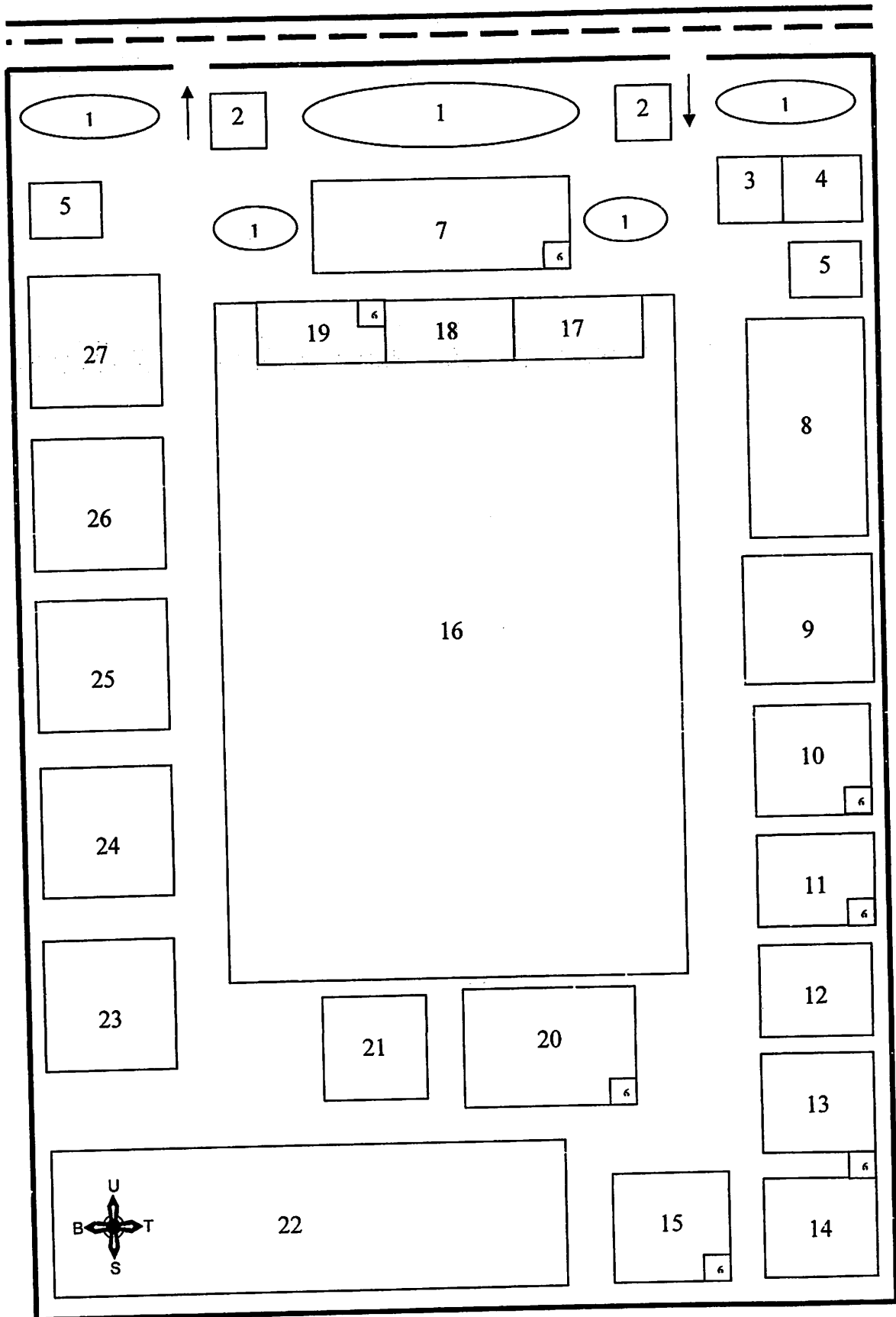
 = Lokasi Pra Rencana Pabrik Zat Warna Orange II

9.2. Tata Letak Pabrik (Plant Lay Out)

Tata letak pabrik adalah suatu peletakan bangunan dan peralatan dalam pabrik yang meliputi areal proses, areal penyimpanan dan areal material handling. Yang dibuat sedemikian rupa sehingga pabrik bisa beroperasi secara efektif dan efisien. Hal-hal 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 Zat Warna Orange II dapat dilihat pada gambar 9.2



Gambar 9.2. Tata Letak Pabrik Zat Warna Orange II

Keterangan Gambar 9.2:

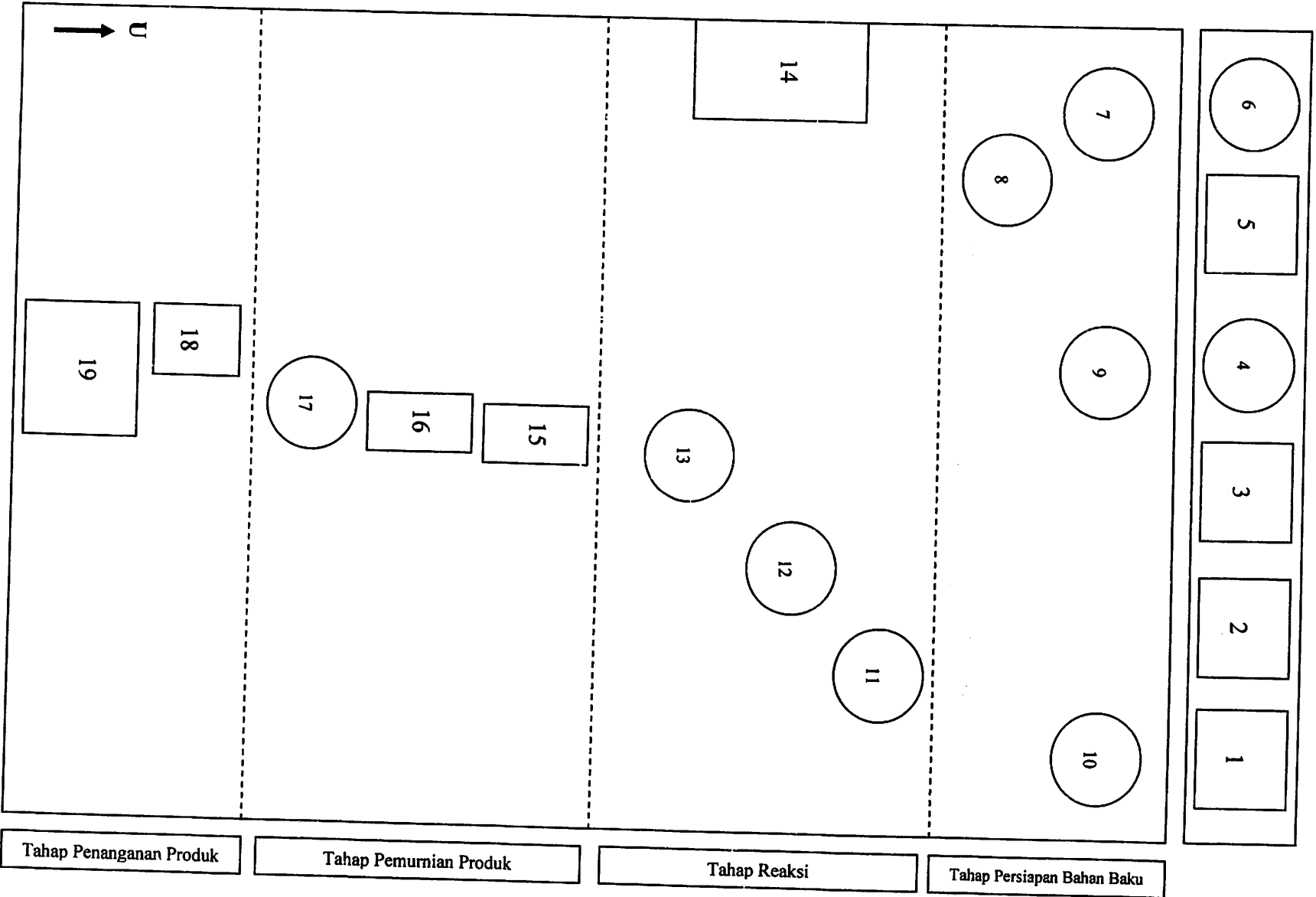
1. Taman
2. Pos keamanan
3. Parkir tamu
4. Parkir karyawan
5. Timbangan truk
6. Toilet
7. Kantor
8. Storage bahan baku
9. Aula
10. Departemen litbang
11. Perpustakaan
12. Mushola
13. Koperasi
14. Kantin
15. Poliklinik
16. Area proses
17. Laboratorium
18. Quality control
19. Ruang control
20. Pemadam kebakaran & K3
21. Bengkel
22. Perluasan pabrik
23. Ruang bahan bakar
24. Ruang boiler
25. Ruang generator
26. Utilitas
27. Gudang produk

9.3. Tata Letak Peralatan Proses

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

- Letak ruangan yang cukup antara peralatan yang satu dengan yang 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 dan nyaman.
- Letak peralatan harus memperhatikan keselamatan kerja operatornya.

Tata letak peralatan proses dapat dilihat pada gambar 9.3



Gambar 9.3. Tata Letak Peralatan Proses

Keterangan gambar 9.3:

1. Storage Na_2CO_3
2. Storage Asam Sulfanilik
3. Storage NaNO_3
4. Tangki HCl 37%
5. Storage β -Naphthol
6. Tangki NaOH 40%
7. Tangki pengencer NaOH
8. Tangki pelarut β -Naphthol
9. Tangki pengencer HCl
10. Tangki pelarut Na_2CO_3
11. Reaktor Natrium Sulfanilik
12. Reaktor Diazo
13. Reaktor Coupling
14. Ruang Kontrol
15. RVF
16. Rotary Dryer
17. Ball Mill
18. Mesin Pengemas
19. Gudang Produk

9.4. Perkiraan Luas Pabrik

Perkiraan luas tanah untuk masing-masing bangunan pabrik zat warna orange II dapat dilihat pada table di bawah ini:

Tabel 9.1. Perkiraan luas pabrik

No	I okasi	Luas	
		m ²	ft ²
1	Taman	400	4305,46
2	Pos keamanan	16	172,2
3	Parkir tamu	15	161,45
4	Parkir karyawan	40	430,55
5	Parkir dan timbangan truk	50	538,18
6	Toilet	63	678,11
		36	387,49
7	Kantor	300	3229,09
8	Aula	200	2157,73
9	Departemen Litbang	100	1076,36
10	Quality control	50	538,18
11	Laboratorium	50	538,18
12	Pemadam kebakaran	50	538,18
13	Bengkel dan garasi	120	1291,64
14	Storage bahan baku	1000	10763,65
15	Area proses	25000	269091,22
16	Ruang kontrol	45	484,36
17	Ruang bahan bakar	50	538,18
18	Gudang produk	200	2152,73
19	Unit pengolahan limbah	300	3229,09
20	Unit pengolahan air	2000	21527,30
21	Ruang boiler	130	1399,27
22	Ruang generator	150	1614,55
23	Koperasi	40	430,55
24	Perpustakaan	40	430,55
25	Poliklinik	60	645,82
26	Kantin	35	376,73
27	Mushala	60	645,82
28	Area perluasan pabrik	2000	21527,30
29	Pembuatan slide jalan	10000	107636,49
Total		42680	459392,52

Kebutuhan tanah = 42.680 m²

Luas tanah = 50.000 m²

BAB X

STRUKTUR ORGANISASI PERUSAHAAN

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

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

10.1. Dasar Perusahaan

Bentuk perusahaan : Perseroan Terbatas (PT)
Lokasi pabrik : Kawasan Industri JABABEKA, Cikarang, Bekasi, Jawa Barat
Kapasitas pabrik : 40.000 ton/tahun
Status investasi : Penanaman Modal Dalam Negeri (PMDN)

10.2. Bentuk Perusahaan

Pabrik Orange II 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 jumlah yang ditanamkan pada PT yang bersangkutan.
3. Kemungkinan terhimpunannya modal yang besar dan mudah, yaitu dengan membagi modal atas sejumlah saham-sahamnya. PT dapat menarik modal dari banyak orang.
4. Kehidupan PT lebih terjamin karena tidak berpengaruh oleh berhentinya salah seorang pemegang saham, direktur atau karyawan. Ini berarti suatu PT mempunyai potensi hidup lebih permanen dari bentuk perusahaan lainnya.
5. Adanya efisiensi dalam perusahaan. Tiap bagian dalam PT dipegang oleh orang yang ahli dalam bidangnya. Tiap orang atau tiap bagian mempunyai bagian

dengan tugas yang jelas, sehingga ada dorongan untuk mengerjakan sebaik-baiknya.

10.3. Struktur Organisasi

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

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

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

1. Dapat digunakan oleh setiap organisasi besar, apapun tujuannya, betapapun luas tugasnya dan 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 di atas maka dapat dipakai sebagai bahan pertimbangan untuk menentukan sistem organisasi perusahaan pada Pra Rencana Pabrik Orange II ini yaitu, menggunakan sistem 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 tiap divisi dibagi lagi menjadi unit-unit.

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

10.4. Tugas dan Tanggung Jawab Organisasi (Job Description)

1. Pemegang Saham

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

2. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris terdiri dari para pemegang saham perusahaan. Pemegang saham adalah pihak-pihak yang menanamkan modalnya untuk perusahaan dengan cara membeli saham perusahaan. Besarnya kepemilikan pemegang saham terhadap perusahaan tergantung atau 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:

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

3. Direktur Utama

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

- a. Menetapkan strategi perusahaan, membuat perencanaan kerja dan menginstruksikan cara-cara pelaksanaannya kepada manager.
- b. Mengurus harta kekayaan perusahaan.

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

4. Penelitian dan Pengembangan (R&D)

Divisi LITBANG bersifat independent. Divisi ini bertanggung jawab 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 competitor.

5. Direktur Produksi dan Teknik

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

6. Direktur Administrasi dan Keuangan

Direktur administrasi dan keuangan memiliki ruang lingkup kerja yang lebih luas dari manager produksi dan teknik. Direktur administrasi dan keuangan bertanggung jawab atas segala kegiatan kerja diluar produksi. Semua manajemen perusahaan diatur dan dijalankan oleh bagian administrasi, termasuk

strategi pemasaran, pengaturan keuangan perusahaan, hubungan masyarakat, dan mengatur masalah ketenagakerjaan.

7. Departemen Teknik

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

a. Divisi Utilitas

Bertanggung jawab kepada kepala departemen teknik mengenai kelancaran alat-alat utilitas.

b. Divisi Bengkel dan Perawatan

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

8. Departemen Produksi

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

a. Divisi Proses

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

b. Divisi Gudang

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

c. Divisi Quality Control dan Laboratorium

Divisi quality dan laboratorium bertanggung jawab kepada kepala departemen 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 Orange II dan produk samping untuk mengetahui kualitasnya.

9. Departemen Pemasaran

Kepala departemen pemasaran bertanggung jawab atas kelancaran pemasaran produk yang dihasilkan. Departemen pemasaran membawahi 2 divisi yaitu:

a. Divisi Penjualan

Divisi ini bertugas untuk menjalankan kegiatan penjualan produk-produk yang dihasilkan oleh pabrik sesuai target penjualan yang diharapkan.

b. Divisi Promosi

Divisi ini bertugas untuk lebih mempromosikan produk-produk yang dihasilkan pabrik agar lebih diketahui dan dikenal oleh konsumen. Diharapkan juga agar menarik perhatian dan masyarakat lebih konsumtif terhadap produk yang dihasilkan.

10. Departemen Keuangan dan Administrasi

Kepala departemen keuangan dan administrasi 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 pecan. Dan juga membayarkan jaminan social atas pemutusan hak kerja (PHK) karyawan. Departemen keuangan dan administrasi membawahi 3 divisi, yaitu:

a. Divisi Pembukuan (Akuntansi)

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

b. Divisi Administrasi

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

c. Divisi Penjualan dan Pembelian

Bertanggung jawab kepada kepala departemen keuangan dan administrasi mengenai penjualan produk pada berbagai daerah distribusi sekaligus mensurvei kebutuhan pasar agar dapat dipasok setiap saat, serta dihasilkan serta menangani pembelian bahan baku dan alat-alat yang menunjang proses serta pembiayaan atas perawatannya.

11. Departemen Umum dan Sumber Daya Manusia

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

a. Divisi Humas dan Personalia

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

b. Divisi Keamanan dan Keselamatan

Divisi keamanan bertanggung jawab kepada kepala departemen umum dan SDM dan bertugas untuk menjaga keamanan perusahaan meliputi pemberian ijin orang luar keluar masuk perusahaan, pengontrolan setiap kendaraan yang masuk perusahaan baik kendaraan bahan baku, produk, sampai kendaraan tamu. Dan juga menjaga keamanan dan ketertiban di lingkungan kerja di seluruh area pabrik.

c. Divisi Kebersihan dan Logistik

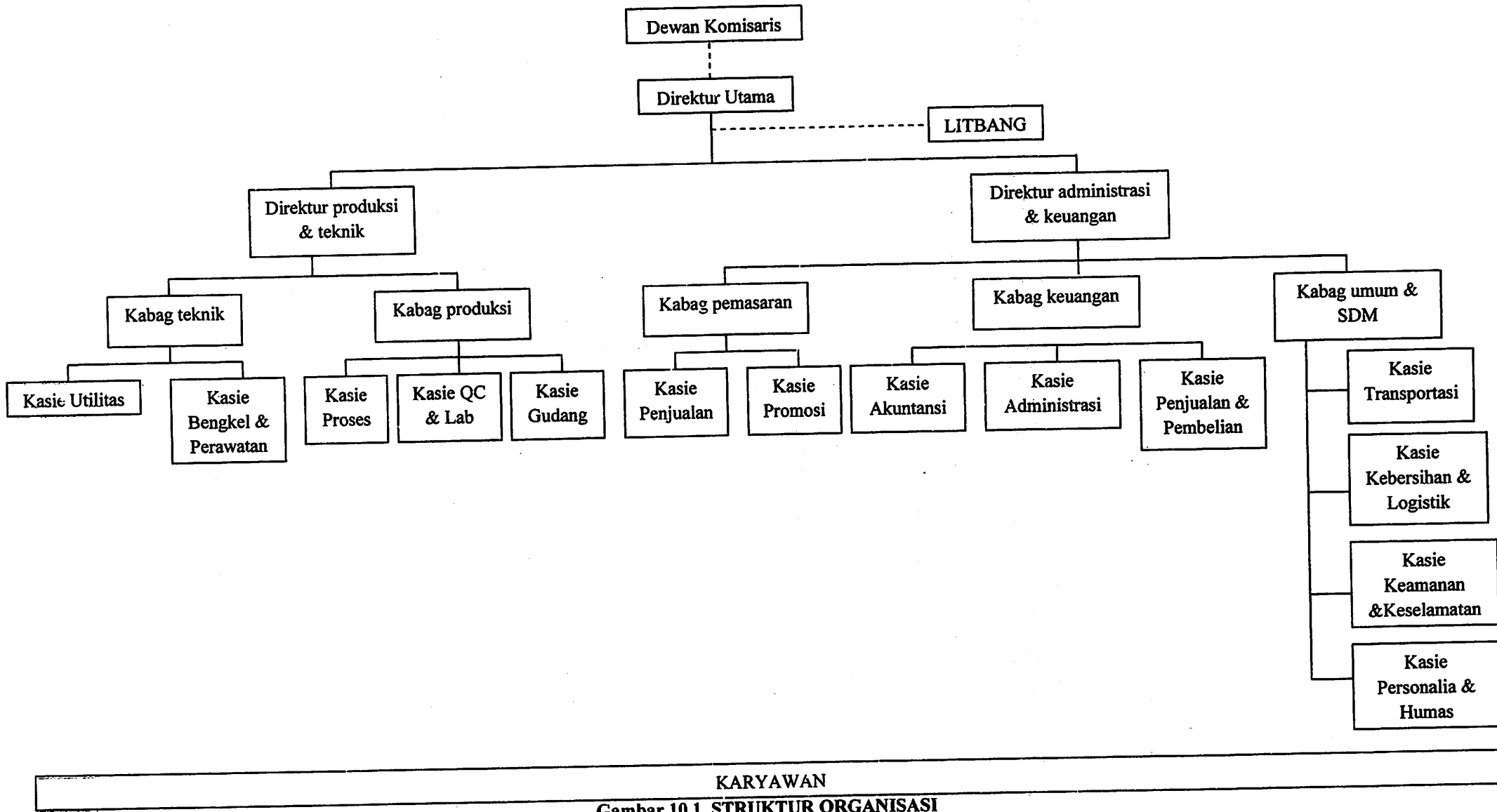
Divisi kebersihan dan logistik bertugas menjaga kebersihan, dan keindahan perusahaan mulai dari ruang perkantoran, taman, toilet

sampai gudang dan ruang produksi, serta bertugas menyediakan kebutuhan logistik karyawan perusahaan dan pada kegiatan-kegiatan tertentu pada perusahaan.

d. **Divisi Transportasi**

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

Struktur organisasi perusahaan dapat dilihat pada gambar 10.1. Struktur Organisasi.



Gambar 10.1. STRUKTUR ORGANISASI

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:

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

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

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

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

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

5. Cuti

- Cuti tahunan selama 12 hari kerja dan diatur dengan mengajukan permohonan satu minggu sebelumnya untuk dipertimbangkan ijinnya
- Cuti sakit bagi tenaga kerja yang memerlukan istirahat total berdasarkan surat keterangan dokter
- Cuti untuk keperluan 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 Orange II ini direncanakan akan beroperasi selama 330 hari dalam setahun dan 24 jam per hari, sisa harinya digunakan untuk pembersihan serta perbaikan dan perawatan peralatan proses produksi atau yang dikenal dengan istilah shut down.

a. Untuk pegawai non-shift

Bekerja selama 6 hari dalam seminggu (total kerja 40 jam per minggu), sedangkan hari minggu dan hari besar libur. Pegawai non-shift ini termasuk karyawan yang tidak langsung menangani operasi pabrik, misalnya : direktur, kepala departemen, kepala divisi, karyawan kantor atau 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)
- Jumat : 08.00 – 16.00 (Istirahat : 11.00 – 13.00)
- Sabtu : 08.00 – 12.00

b. Untuk pegawai shift

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

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

Jadwal kerja dibagi dalam empat minggu dan empat kelompok. Setiap kelompok kerja akan mendapatkan libur satu kali dari tiga kali shift.

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

10.7. Penggolongan dan Tingkat Pendidikan Karyawan

Penggolongan dan tingkat pendidikan karyawan berdasarkan tingkat kedudukan dalam struktur organisasi Pra Rencana Pabrik Orange II (gambar 10.1) yaitu sebagai berikut:

1. Direktur Utama : Magister Teknik Kimia
2. Direktur
 - a. Direktur Produksi dan Teknik : Sarjana Teknik Kimia
 - b. Direktur Administrasi dan Keuangan : Sarjana Administrasi (FIA)
3. Direktur Litbang : Sarjana Teknik Kimia
4. Sekretaris Direktur : Sarjana Administrasi (FIA)
5. Kepala Bagian (Kepala Departemen)
 - a. Kabag Teknik : Sarjana Teknik Mesin
 - b. Kabag Produksi : Sarjana Teknik Kimia
 - c. Kabag Pemasaran : Sarjana Ekonomi – Manajemen
 - d. Kabag Keuangan : Sarjana Ekonomi – Akuntansi
 - e. Kabag Umum dan SDM : Sarjana Psikolog Industri
6. Kepala Seksi
 - a. Seksi Utilitas : Sarjana Teknik Kimia
 - b. Seksi Bengkel dan Perawatan : Sarjana Teknik Mesin
 - c. Seksi Proses : Sarjana Teknik Kimia
 - d. Seksi Qc & Laboratorium : Sarjana Teknik Kimia
 - e. Seksi Gudang : Diploma 3 Teknik Kimia
 - f. Seksi Penjualan : Sarjana Ekonomi – Manajemen
 - g. Seksi Promosi : Sarjana Ekonomi
 - h. Seksi Akuntansi : Sarjana Ekonomi – Akuntansi

- i. Seksi Administrasi : Sarjana Ilmu Administrasi (FIA)
- j. Seksi Penjualan dan Pembelian : Sarjana Ekonomi
- k. Seksi Personalia dan Humas : Sarjana Psikologi dan Hukum
- l. Seksi Keamanan dan Keselamatan : Diploma/SMU/SMK
- m. Seksi Kebersihan dan Logistik : Diploma/SMU/SMK
- n. Seksi Transportasi : Sarjana/Diploma Teknik Mesin
- 7. Karyawan : Sarjana/Diploma/SMU/SMK/SLTP
- 8. Dokter : Sarjana Kedokteran

10.8. Perincian Jumlah Tenaga Kerja

Dalam pra rencana pabrik Orange II ini terdapat 4 tahapan proses.

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas pabrik} &= \frac{40.000 \text{ ton/tahun}}{330 \text{ hari/tahun}} \\ &= 121,2121 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

Berdasarkan Vilbrant, fig. 6.35 didapatkan:

$$M = 36 \text{ (orang jam/hari*tahapan proses)}$$

Karena jumlah proses keseluruhan terbagi dalam 4 tahap, maka:

$$\begin{aligned} \text{Karyawan proses} &= 36 \text{ orang jam/hari*tahapan proses} \times 4 \text{ tahapan proses} \\ &= 144 \text{ orang jam/hari} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \text{Karyawan proses} &= \frac{144 \text{ orang.jam/hari}}{8 \text{ jam/hari}} \\ &= 18 \text{ orang/shift.hari} \end{aligned}$$

Karena terdapat 4 kelompok shift, maka karyawan proses yang bekerja per hari adalah:

$$\begin{aligned} \text{Karyawan proses} &= 18 \text{ orang/shift.hari} \times 4 \text{ shift} \\ &= 72 \text{ orang/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi jumlah karyawan total pabrik Orange II} &= 72 + 114 \\ &= 188 \text{ orang} \end{aligned}$$

Tabel 10.1. Jabatan dan tingkat pendidikan tenaga kerja

No.	Jabatan (tugas)	SLTP	SMU	D3	S1	S2
1.	Direktur Utama					1
2.	Direktur Produksi dan Teknik				1	
3.	Direktur Administrasi & Keuangan				1	

4.	Direktur LITBANG				1	
5.	Karyawan LITBANG			4	2	
6.	Sekretaris Direktur				3	
7.	Kabag Teknik				1	
8.	Kabag Produksi				1	
9.	Kabag Pemasaran				1	
10.	Kabag Keuangan				1	
11.	Kabag Umum dan SDM				1	
12.	Kasie Utilitas				1	
13.	Karyawan Utilitas		8	6		
14.	Kasie Bengkel dan Perawatan				1	
15.	Karyawan Bengkel dan Perawatan			6		
16.	Kasie Proses				1	
17.	Karyawan Proses			68	4	
18.	Kasie QC & Laboratorium				1	
19.	Karyawan QC & Laboratorium			6		
20.	Kasie Gudang				1	
21.	Karyawan Gudang		6	2		
22.	Kasie Penjualan				1	
23.	Karyawan Penjualan			5		
24.	Kasie Promosi				1	
25.	Karyawan Promosi			5		
26.	Kasie Akuntansi				1	
27.	Karyawan Akuntansi			2		
28.	Kasie Administrasi				1	
29.	Karyawan Administrasi			2		
30.	Kasie Penjualan dan Pembelian				1	
31.	Karyawam Penjualan & Pembelian			5		
32.	Kaise Personalia dan Humas				1	
33.	Karyawan Personalia dan Humas			5		
34.	Kasie Keamanan dan Keselamatan		1			

35.	Karyawan Keamanan & Keselamatan		6			
36.	Kasie Kebersihan dan Logistik		1			
37.	Karyawan Kebersihan dan Logistik	6	4			
38.	Kasie Transportasi			1		
39.	Karyawan Transportasi		5			
40.	Dokter				1	
41.	Karyawan Dokter			4		
JUMLAH		6	31	199	29	1
TOTAL TENAGA KERJA		188				

10.9. Sistem Pengupahan Karyawan (Gaji)

Pabrik Orange II ini mempunyai sistem pembagian gaji yang berbeda-beda kepada karyawan. Hal ini berdasarkan pada criteria sebagai berikut:

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

Berdasarkan criteria di atas, karyawan akan menerima gaji sesuai dengan status kepegawaiannya, maka sistem pengupahan pada pabrik Orange II dibedakan menjadi 3 bagian, yaitu:

1. Upah bulanan

Upah bulanan diberikan kepada karyawan tetap yang besarnya berbeda-beda untuk setiap karyawan dan diberikan pada akhir bulan.

2. Upah mingguan

Upah mingguan diberikan kepada karyawan mingguan tetap yang besarnya berbeda-beda untuk setiap karyawan dan diberikan pada akhir pekan.

3. Upah borongan

Upah borongan diberikan kepada karyawan harian lepas atau karyawan borongan yang besarnya tidak tetap, tergantung pada macam pekerjaan yang dilakukan dan diberikan setelah pekerjaan itu selesai.

Tabel 10.2. Daftar Upah (Gaji) Karyawan

No.	Jabatan (tugas)	Jumlah	Gaji/bulan (Rp)	Total (Rp)
1.	Direktur Utama	1	20.000.000	20.000.000
2.	Direktur Produksi dan Teknik	1	15.000.000	15.000.000
3.	Direktur Administrasi & Keuangan	1	15.000.000	15.000.000
4.	Direktur LITBANG	1	12.500.000	12.500.000
5.	Karyawan LITBANG	2	8.000.000	16.000.000
		4	3.000.000	12.000.000
6.	Sekretaris Direktur	3	3.500.000	10.500.000
7.	Kabag Teknik	1	8.000.000	8.000.000
8.	Kabag Produksi	1	8.000.000	8.000.000
9.	Kabag Pemasaran	1	8.000.000	8.000.000
10.	Kabag Keuangan	1	8.000.000	8.000.000
11.	Kabag Umum dan SDM	1	8.000.000	8.000.000
12.	Kasie Utilitas	1	6.500.000	6.500.000
13.	Karyawan Utilitas	6	3.500.000	21.000.000
		8	2.500.000	20.000.000
14.	Kasie Bengkel dan Perawatan	1	5.000.000	5.000.000
15.	Karyawan Bengkel dan Perawatan	6	2.500.000	15.000.000
16.	Kasie Proses	1	5.000.000	5.000.000
17.	Karyawan Proses	4	3.000.000	12.000.000
		68	2.500.000	170.000.000
18.	Kasie QC & Laboratorium	1	5.000.000	5.000.000
19.	Karyawan QC & Laboratorium	6	2.500.000	15.000.000
20.	Kasie Gudang	1	5.000.000	5.000.000
21.	Karyawan Gudang	2	2.250.000	4.500.000
		6	1.200.000	7.200.000
22.	Kasie Penjualan	1	5.000.000	5.000.000
23.	Karyawan Penjualan	5	2.500.000	12.500.000
24.	Kasie Promosi	1	5.000.000	5.000.000

25.	Karyawan Promosi	5	2.500.000	12.500.000
26.	Kasie Akuntansi	1	5.000.000	5.000.000
27.	Karyawan Akuntansi	2	2.500.000	5.000.000
28.	Kasie Administrasi	1	5.000.000	5.000.000
29.	Karyawan Administrasi	2	2.500.000	5.000.000
30.	Kasie Penjualan Dan Pembelian	1	5.000.000	5.000.000
31.	Karyawam Penjualan & Pembelian	5	2.500.000	12.500.000
32.	Kaise Personalia Dan Humas	1	5.000.000	5.000.000
33.	Karyawan Personalia Dan Humas	5	2.500.000	12.500.000
34.	Kasie Keamanan Dan Keselamatan	1	4.000.000	4.000.000
35.	Karyawan Keamanan & Keselamatan	6	2.000.000	12.000.000
36.	Kasie Kebersihan Dan Logistik	1	4.000.000	4.000.000
37.	Karyawan Kebersihan Dan Logistik	4	1.300.000	5.200.000
		6	850.000	5.100.000
38.	Kasie Transportasi	1	5.000.000	5.000.000
39.	Karyawan Transportasi	5	2.500.000	12.500.000
40.	Dokter	1	3.500.000	3.500.000
41.	Karyawan Dokter	4	2.500.000	10.000.000
JUMLAH			234.100.000	583.500.000



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 Zat Warna Orange II ini dibuat evaluasi untuk mengetahui berapa investasi yang diperlukan untuk mendirikan pabrik Zat Warna Orange II tersebut. Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam penentuan untung rugi dalam mendirikan Pabrik Zat Warna Orange II 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 Zat Warna Orange II ini didasarkan pada data harga alat yang diperoleh dari (www.matchec.com - Capital Cost Estimation 2007) dan (<http://www.matche.com/EquipCost/index.htm> - 2007)

A. Penentuan Total Capital Investment (TCI)

Harga peralatan (E)	= Rp	98.194.014.663,-
a. Biaya Langsung (DC)		
- Instrumentasi dan kontrol (13 % E)	= Rp.	12.765.221.906,-
- Isolasi (8% E)	= Rp.	7.855.521.173,-
- Perpipaan terpasang (31 % E)	= Rp.	30.440.144.546,-
- Listrik terpasang (10 % E)	= Rp.	9.819.401.466,-
- Ongkos angkutan kapal laut	= Rp.	87.490.876.065,-
- Biaya asuransi	= Rp.	2.465.651.708,-
- Biaya angkut barang ke Plant	= Rp.	49.806.164.506,-
- Pemasangan alat (45% E)	= Rp.	44.187.306.598,-
- Bangunan pabrik (45% E)	= Rp.	44.187.306.598,-
- Service facilities (50% E)	= Rp.	49.097.007.332,-
- Tanah (6% E)	= Rp.	5.891.640.880,-
Total DC	= Rp.	442.200.248.442,-
b. Biaya Tak Langsung (IC)		
- Engineer dan supervisi (13 % DC)	= Rp.	55.275.031.055,-
- Konstruksi (10 % DC)	= Rp.	44.220.024.844,-
Total IC	= Rp.	99.495.055.899,-
c. Fixed Capital Investment (FCI)		
FCI = DC + IC	= Rp.	541.695.304.341,-
d. Working Capital Investment (WCI)		
WCI = 15 % × FCI	= Rp.	81.254.295.651,-

e. Total Capital Investment (TCI)

$$\text{TCI} = \text{FCI} + \text{WCI}$$

$$= \text{Rp. } 622.949.599.992,-$$

f. Modal Perusahaan

$$\text{Modal sendiri (MS)} = 60\% \text{ TCI}$$

$$= \text{Rp. } 373.769.759.995,-$$

$$\text{Modal pinjaman (MP)} = 40\% \text{ TCI}$$

$$= \text{Rp. } 249.179.839.997,-$$

B. Penentuan Total Capital Investment (TPC)**a. Biaya Produksi Langsung (DPC)**

- Bahan baku

$$= \text{Rp. } 13.458.509.319.420,-$$

- Tenaga kerja (TK)

$$= \text{Rp. } 7.236.000.000,-$$

- Supervisi (20% TK)

$$= \text{Rp. } 1.447.200.000,-$$

- Pemeliharaan & perbaikan (PP) (10% FCI)

$$= \text{Rp. } 54.169.530.434,-$$

- Penyediaan operasi (15% PP)

$$= \text{Rp. } 8.125.429.565,-$$

- Laboratorium (20% PP)

$$= \text{Rp. } 10.833.906.087,-$$

- Patent dan royalti (3% TPC)

$$= \text{Rp. } 665.304.163.259,-$$

Total DPC

$$= \text{Rp. } 14.549.367.339.849,-$$

b. Biaya Tetap (FC)

- Depresiasi alat (10% FCI)

$$= \text{Rp. } 54.169.530.434,-$$

- Depresiasi bangunan (10% FCI)

$$= \text{Rp. } 54.169.530.434,-$$

- Pajak kekayaan (20% FCI)

$$= \text{Rp. } 21.667.812.174,-$$

- Asuransi (0,8% FCI)

$$= \text{Rp. } 4.333.562.435,-$$

- Bunga bank (8% MP)

$$= \text{Rp. } 19.934.387.200,-$$

Total FC

$$= \text{Rp. } 154.274.822.676,-$$

c. Biaya Overhead Pabrik

$$\text{Biaya Overhead} = 50\% \text{ TK} + \text{PP}$$

$$= \text{Rp. } 37.711.638.260,-$$

d. Biaya pengeluaran umum (GE)

- Administrasi (5% PP)

$$= \text{Rp. } 541.695.304,-$$

- Distribusi dan pemasaran (15% TPC)

$$= \text{Rp. } 3.401.977.960.636,-$$

- Litbang (15% TPC)

$$= \text{Rp. } 3.401.977.960.636,-$$

Total GE

$$= \text{Rp. } 6.804.497.616.576,-$$

e. Biaya produksi total (TPC)

$$\text{TPC} = \text{DPC} + \text{FC} + \text{Biaya Overhead} + \text{GE}$$

$$= \text{Rp. } 22.679.853.070.907,-$$

C. Analisa Profitabilitas

Asumsi yang diambil:

- a. Modal yang digunakan terdiri dari :
 1. Modal sendiri (60 %)
 2. Modal pinjaman (40 %).
- b. Bunga kredit = 12,5 % per tahun
- c. Pengembalian pinjaman dalam waktu 10 tahun
- d. Umur pabrik 10 tahun
- e. Kapasitas produksi
 - Tahun I = 60 % dari produksi total
 - Tahun II = 80 % dari produksi total
 - Tahun III = 100 % dari produksi total
- f. Pajak penghasilan = 40 % per tahun.

1. Laba Perusahaan

Total penjualan per tahun = Rp. 22.800.000.223.440,- (kapasitas 100 %)

Laba kotor = Total penjualan – Biaya produksi
 = Rp. 22.800.000.223.440 – Rp. 22.679.853.070.907
 = Rp. 120.147.152.533,-

Pajak penghasilan = 30% × Laba kotor
 = 30% × Rp. 120.147.152.533,-
 = Rp. 36.044.145.760,-

Laba bersih = Laba kotor – Pajak penghasilan
 = Rp. 120.147.152.533 – Rp. 36.044.145.760
 = Rp. 84.103.006.773,-

Nilai penerimaan Cash Flow sebelum pajak (C_A)

C_{Abt} = Laba kotor + Depresiasi alat
 = Rp. 120.147.152.533 + Rp. 54.169.530.434
 = Rp. 174.316.682.967,-

Nilai penerimaan Cash Flow setelah pajak (C_A)

C_{Aat} = Laba bersih + Depresiasi alat
 = Rp. 84.103.006.773 + Rp. 54.169.530.434
 = Rp. 138.272.537.207,-

2. Laju Pengembalian Modal (ROI)

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

a. ROI sebelum pajak

$$\begin{aligned} \text{ROI}_{\text{BT}} &= \frac{\text{Laba kotor}}{\text{Modal Tetap}} \times 100\% \\ &= 22\% \text{ (App. E)} \end{aligned}$$

b. ROI setelah pajak

$$\begin{aligned} \text{ROI}_{\text{AT}} &= \frac{\text{Laba bersih}}{\text{Modal Tetap}} \times 100\% \\ &= 16\% \text{ (App. E)} \end{aligned}$$

3. Lama Pengembalian Modal (POT)

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

$$\begin{aligned} \text{POT} &= \frac{\text{Modal Tetap}}{\text{Cash flow setelah pajak}} \times 1 \text{ tahun} \\ &= 3,92 \text{ tahun (App. E)} \end{aligned}$$

4. Break Even Point (BEP)

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

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

Dimana :

$$\text{FC} = \text{Rp. } 154.274.822.676,-$$

$$\text{VC} = \text{Rp. } 13.787.168.681.635,-$$

$$\text{SVC} = \text{Rp. } 7.150.819.851.632,-$$

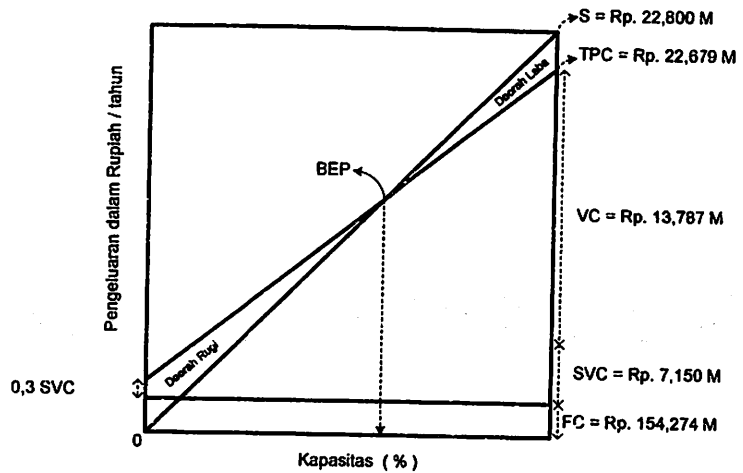
$$\text{S} = \text{Rp. } 22.800.000.223.440,-$$

Maka, didapatkan :

$$\text{BEP} = 57,38\% \text{ (App. E)}$$

$$\begin{aligned} \text{Titik BEP terjadi pada kapasitas} &= 57,38\% \times 40.000 \text{ ton/tahun} \\ &= 22.953 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Nilai BEP untuk Pabrik Amonium Klorida adala 30% - 60%, sehingga nilai BEP diatas memadai.



Gambar 11.1. Break Even Point

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

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

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

PB = keuntungan pada kapasitas 100%

$\%Kap$ = % kapasitas yang tercapai

Maka, dari App. E diperoleh nilai,

$$PB_i = Rp\ 22.129.161,-$$

Sehingga cash flow setelah pajak untuk tahun I adalah :

$$C_A = \text{laba bersih tahun pertama} + \text{depresiasi}$$

$$= Rp\ 22.129.161 + Rp\ 54.169.530.434$$

$$= Rp\ 54.191.659.595$$

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

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

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

PB = keuntungan pada kapasitas 100%

$\%Kap$ = % kapasitas yang tercapai

Maka, dari App. E diperoleh nilai,

$$PBi = Rp\ 672.824.054,-$$

Sehingga cash flow setelah pajak untuk tahun I adalah :

$$\begin{aligned} C_A &= \text{laba bersih tahun pertama} + \text{depresiasi} \\ &= Rp\ 672.824.054 + Rp\ 54.169.530.434 \\ &= Rp\ 54.842.354.488 \end{aligned}$$

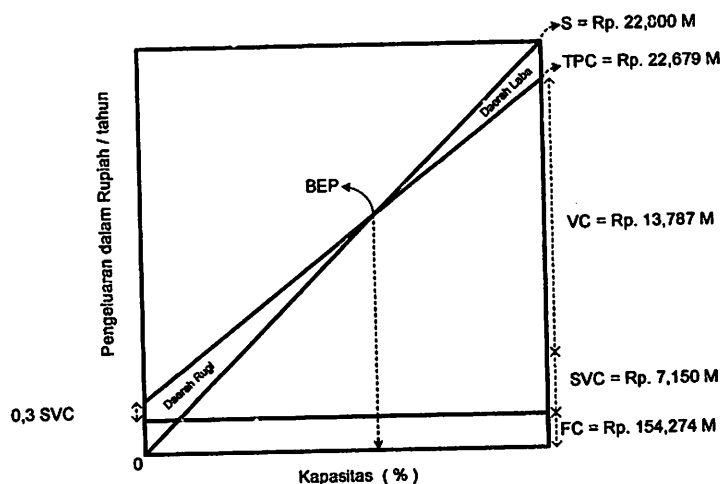
5. Shut Down Point (SDP)

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

$$\begin{aligned} SDP &= \frac{0,3SVC}{S - 0,7SVC - VC} \times 100\% \\ &= 53,53\% \text{ (App. E)} \end{aligned}$$

Titik shut down point terjadi pada kapasitas penjualan

$$\begin{aligned} &= 53,53\% \times Rp.\ 22.800.000.223.440 \\ &= Rp.\ 12.205.755.803.459 \end{aligned}$$



Gambar11.2. Kapasitas pada Keadaan Shut Down Rate

6. Net Present Value (NPV)

Metode ini digunakan untuk menghitung selisih dari nilai penerimaan kas bersih dengan nilai investasi sekarang.

Langkah – langkah menghitung NPV :

- a. Menghitung C_{A0} (tahun ke-0) untuk masa konstruksi 2 tahun

$$\begin{aligned} C_{A-2} &= 40\% \times FCI \times (1+i)^2 \\ &= Rp\ 274.233.247.823,- \text{ (App. E)} \end{aligned}$$

$$C_{A-1} = 60\% \times FCI \times (1+i)^1$$

$$= \text{Rp } 365.644.330.430,- \text{ (App. E)}$$

$$C_{A-0} = -(C_{A-1} - C_{A-2}) = - \text{Rp } 639.877.578.253,-$$

b. Menghitung NPV tiap tahun

$$NPV = C_A \times F_d$$

Dimana : $F_d = \text{faktor diskon} = 1/(1+i)^n$ $C_A = \text{cash flow setelah pajak}$
 $n = \text{tahun ke-n}$ $i = \text{tingkat bunga}$

Tabel 11.1 Cash flow untuk NPV selama 10 tahun

Tahun ke -	Cash Flow (C _A) (Rp)	F _d i = 12,5%	NPV (Rp)
0	-639.877.578.253	1	-639.877.578.253
1	54.233.591.520	0,8889	48.207.636.907
2	55.419.421.190	0,7901	43.788.184.644
3	210.405.874.942	0,7023	97,113,222,291
4	210.405.874.942	0,6243	86,322,864,259
5	210.405.874.942	0,5549	76,731,434,897
6	210.405.874.942	0,4933	68,205,719,908
7	210.405.874.942	0,4385	60,627,306,585
8	210.405.874.942	0,3897	53,890,939,187
9	210.405.874.942	0,3464	47,903,057,055
10	210.405.874.942	0,3079	42,580,495,160
WCI			81.254.295.651
Total			66.254.351.530

Karena harga NPV = (+) maka pabrik *Zat Warna Orange II* layak untuk didirikan.

7. IRR (Internal Rate of Return)

Tabel 11.2 Cash flow untuk IRR

Tahun ke -	Cash Flow (C _A) (Rp)	NPV ₁ (Rp) i = 0,22	NPV ₂ (Rp) i = 0,23
0	-639.877.578.253	-639,877,578,253	-639,877,578,253
1	54.233.591.520	44,419,393,111	54,191,659,595

2	55.419.421.190	36,846,516,050	54,842,354,488
3	210.405.874.942	76,147,638,573	138,272,537,207
4	210.405.874.942	62,416,097,191	138,272,537,207
5	210.405.874.942	51,160,735,402	138,272,537,207
6	210.405.874.942	41,935,029,018	138,272,537,207
7	210.405.874.942	34,372,974,605	138,272,537,207
8	210.405.874.942	28,174,569,348	138,272,537,207
9	210.405.874.942	23,093,909,302	138,272,537,207
10	210.405.874.942	18,929,433,854	138,272,537,207
	WCI	81,254,295,651	81,254,295,651
	Total	-141,126,986,147	656,591,029,139

$$\begin{aligned} \text{IRR} &= i_1 + \frac{\text{NPV}_1}{\text{NPV}_1 - \text{NPV}_2} \times (i_2 - i_1) \\ &= 22,81\% \end{aligned}$$

Karena IRR lebih besar dari bunga bank (12,5 %) maka Pabrik Zat Warna Orange II ini layak untuk didirikan.



BAB XII

KESIMPULAN DAN SARAN

12.1. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan Pra Rencana Pabrik Zat Warna Orange II dapat disimpulkan bahwa rencana pendirian pabrik ini cukup menguntungkan dengan memperhitungkan beberapa aspek antara lain :

a. Aspek Lokasi

Pabrik ini didirikan di Kawasan Industri JABABEKA, Cikarang, Bekasi, Jawa Barat. Pabrik ini diperkirakan cukup menguntungkan mengingat :

- Daerah ini merupakan penghasil bahan baku terbesar di Cikarang
- Tersedianya air kawasan yang cukup sehingga memudahkan pengadaan utilitas
- Penyediaan sumber tenaga listrik yang cukup.

b. Aspek Sosial

Pendirian Pabrik Zat Warna Orange II ini bila ditinjau dari aspek sosial dinilai menguntungkan karena :

- Dapat menciptakan lapangan kerja baru.
- Memberikan kesempatan kepada penduduk untuk mendapatkan penghasilan yang lebih baik dari sebelumnya.

c. Aspek Ekonomi

- Di Indonesia kebutuhan warna orange II semakin meningkat sejalan dengan meningkatnya kebutuhan industri tekstil dan farmasi yang menggunakannya sebagai bahan baku.

Ditinjau dari hal diatas maka pendirian Pabrik Zat Warna Orange II di Indonesia sangat penting karena dapat membantu program pemerintah dalam rangka meningkatkan industrialisasi dan juga dapat menambah pendapatan/devisa Negara.

Setelah dilakukan analisa ekonomi terhadap Pra Rencana Pabrik Zat Warna Orange II ini dan dinilai menguntungkan dengan berdasarkan data-data sebagai berikut :

TCI = Rp. 622.949.599.992,-

ROI_{BT} = 22 %

ROI_{AT} = 16 %

POT = 3,92 tahun

$$\text{BEP} = 57,38 \%$$

$$\text{IRR} = 22,18 \% > \text{bunga bank} : 12,5 \% \text{ (layak untuk didirikan)}$$

d. **Aspek Pemasaran**

Produksi zat warna orange II dalam perencanaan pabrik ini diharapkan dapat memperoleh pemasaran yang baik, ini dikarenakan kebutuhan zat warna orange II semakin meningkat baik di dalam maupun di luar negeri.

12.2. Saran

1. Diharapkan Indonesia dapat mengembangkan industri zat warna orange II mengingat Indonesia merupakan daerah kebutuhan akan pupuk, serat farmasi, dll.
2. Diharapkan agar penggunaan zat warna orange II bisa dikembangkan lagi dalam industri kimia lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim. CI Acid Orange 7. <http://chemicalLand21.com>. Diakses tanggal 21 Maret 2013
2. Anonim. Sulfanilic Acid. <http://chemicalLand21.com>. Diakses tanggal 21 Maret 2013
3. Anonim. Naphthol. <http://chemicalLand21.com>. Diakses tanggal 21 Maret 2013
4. Anonim. Sodium Nitrite. <http://chemicalLand21.com>. Diakses tanggal 21 Maret 2013
5. Anonim. Sodium Hydroxide. <http://chemicalLand21.com>. Diakses tanggal 21 Maret 2013
6. Anonim. Hydrochloric Acid. <http://chemicalLand21.com>. Diakses tanggal 21 Maret 2013
7. Anonim. Sodium Carbonate. <http://chemicalLand21.com>. Diakses tanggal 21 Maret 2013
8. Anonim. Sodium Chloride. <http://chemicalLand21.com>. Diakses tanggal 21 Maret 2013
9. Badan Pusat Statistik. Surabaya
10. Badger, W.L and Banchero, J.T., "*Shreve's Chemical Process Industries*", 5th edition, Mc Graw-Hill Book Company, New York, 1987.
11. Brown, G.G., "*Unit Operation*", 1st edition, John Wiley and Sons lbc, New York, 1950
12. Brownell, L.E and Young, E.H., "*Process Equipment Design*", 1st edition, John Wiley and Sons lbc, New York, 1959
13. Geankoplis, C.J., "*Transport Process and Unit Operation*", 3th edition, Prentice-Hall of India, New Delhi, 1993
14. Hesse, H.C., "*Process Equipment Design*", 1st edition, Van Nostrand Company, United States of America, 1945
15. Hougen, O.A and Watson, K.M., "*Chemical Process Principles*", 2nd edition, John Wiley and Sons lbc, New York, 1954
16. Kementrian Perindustrian. Industri Tekstil Dan Produk Tekstil Di Revitalisasi. <http://kemenperin.go.id>. Diakses tanggal 22 Maret 2013

17. Kern, D.Q., "*Process Heat Transfer*", 1st edition, Mc-Graw Hill Book Company, Singapore, 1965
18. Othmer, K., "*Encyclopedia of Chemical Technology*", Vol 3, 3th edition. John Willey & Sons INC, New York, 1978.
19. Perry, J.H., "*Chemical Engineer's Handbook*", 7th edition, Mc-Graw Hill Book Company, Tokyo, 1997
20. Peters, M.S and Timmerhause, K.D., "*Plant Design and Economics for Chemical Engineers*", 3th edition, Mc-Graw Hill International Book Company, Singapore, 1981
21. Ullmann, "*Encyclopedia of Industrial Chemistry*", 6th edition, WILEY-VCH.
22. Ulrich, G.D., "*A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*", 1st edition, John Wiley and Sons lbc, United States of America, 1984
23. Vilbrandt, F.C and Dryen, C.E., "*Chemical Engineering Plant Design*", 4th edition, Mc-Graw Hill Book Company, Tokyo, 1959

