

No: TA/TK/2018/040

**PRARANCANGAN PABRIK *TRICRESYL PHOSPHATE*
DARI *CRESOL* DAN *PHOSPHORUS OXYCHLORIDE*
DENGAN KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN**

PERANCANGAN PABRIK

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



Oleh :

Nama : Septya Chilya F.
No. Mahasiswa : 13521167

Nama : Tri Wahyuningsih
No. Mahasiswa : 13521230

**KONSENTRASI TEKNIK KIMIA
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2018**

**LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL
PERANCANGAN PABRIKTRICRESYL PHOSPHATE
DARI CRESOL DAN PHOSPORUS OXYCHLORIDE
DENGAN KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

The logo of Universitas Islam Indonesia is a stylized emblem featuring a central floral or tree-like motif within a shield-like border. The words 'UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA' are written around the perimeter of the shield, and Arabic calligraphy is visible at the bottom.

Nama	: Septya Chilya F.	Nama	: Tri Wahyuningsih
No. Mahasiswa	: 13521167	No. Mahasiswa	: 13521230

Yogyakarta, 20 maret 2018

Menyatakan bahwa seluruh hasil Tugas Penelitian/ Pra Rancangan Pabrik ini adalah hasil karya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

Demikian surat pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Penyusun I

Penyusun II

(Septya Chilya Faizah)
NIM. 13521167

(Tri Wahyuningsih)
NIM. 13521230

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING
PRA RANCANGAN PABRIK *TRICRESYL PHOSPHATE*
DARI *CRESOL* DAN *PHOSPORUS OXYCHLORIDA*
DENGAN KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN
PERANCANGAN PABRIK



Oleh :

Nama : **Septya Chilya F.**

Nama : **Tri Wahyuningsih**

No. Mhs : **13521167**

No. Mhs : **13521230**

Yogyakarta, 20 Maret 2018

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Pratikno Hidayat, M.Sc
NIP. 875210102

Ajeng Yulianti, ST, M.T
NIP. 155211305

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK *TRICRESYL PHOSPHATE* DARI *CRESOL* DAN *PHOSPORUS OXYCHLORIDA* DENGAN KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Septya Chilya F. Nama : Tri Wahyuningsih
No. Mahasiswa : 13521167 No. Mahasiswa : 13521230

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

Yogyakarta, 11 April 2018

Tim Penguji:

Ir. Pratikno Hidayat, M.Sc

Ketua

Lucky Wahyu Nuzulia S, S.T., M.Eng

Anggota I

Nur Indah Fajar Mukti, S.T., M.Eng

Anggota II

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Ir. Drs. Faisal RM, MSIE., Ph.D

NIP. 845210101

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum wr. wb.

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan karunia-Nya, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat dan salam semoga selalu tercurahkan atas junjungan kita Nabi Muhammad S.A.W, sahabat serta para pengikutnya.

Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik yang berjudul “Prarancangan Pabrik *Tricresyl Phosphate* dari *Cresol* dan *Phosporus Oxychlorida*” disusun sebagai penerapan dari ilmu teknik kimia yang telah didapat selama dibangku kuliah, dan merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penulisan laporan Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan lancar atas bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, melalui kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang selalu melimpahkan Hidayah dan Inayahnya.
2. Bapak Dr. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Faisal RM., Drs., Ir., MSIE., PhD selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Ir. Pratikno Hidayat, M.Sc dan Ibu Ajeng Yulianti Dwi Lestari, ST., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan

pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini.

5. Bapak, Ibu, Kakak, Adik, dan seluruh keluarga yang selalu memberikan dorongan, semangat dan motivasi kepada penulis dalam menyusun Tugas Akhir Teknik Kimia ini.
6. Seluruh civitas akademika di lingkungan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
7. Teman – teman Teknik Kimia 2013 yang selalu memberikan dukungan, semangat, serta doa.
8. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu, dalam membantu penyusunan Tugas Akhir ini dengan tulus dan ikhlas.

Kami menyadari bahwa didalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan, untuk itu kami mengharapkan kritik dan saran untuk kesempurnaan laporan ini. Akhir kata semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak, Amin.

Wassalamu'alaikum Wr.,Wb.

Yogyakarta, 20 Maret 2018

Penyusun

LEMBAR PERSEMBAHAN

Dengan Do'a dan segala syukur kepadaNya, kupersembahkan karya sederhana ini kepada:

1. Abah Khadist Bukhori atas segala kerja kerasnya, nasehat, bimbingan, cermin hidup dan perlindunganmu selama ini serta Do'a yang tak ada hentinya.
2. Ibu Nur'aeni (Alm) atas restunya
3. Ibu Elvirani Dyah Ayu Handayani yang selalu mensupport dan mendoakan saya.
4. Kakak-kakakku (Indah dan Muawalus) dan adikku tersayang (Azzis), yang senantiasa menjadi kekuatan dalam langkahku menuju cita-citaku, membuatku untuk selalu mensyukuri atas keberadaanku.
5. Almamaterku
6. Teman-teman tim delegasi tif (Afif, Zulfa, Yolla, Amanda, April) yang selalu memberikan semangat dan doa.
7. Natagustarika Indraprajatama yang tidak ada ada hentinya menjadi support system saya.
8. Sahabat saya Evi Fitriani yang selalu saya repotkan dan selalu berkenan membantu apapun situasinya.

LEMBAR PERSEMBAHAN

Dengan Do'a dan segala syukur kepadaNya, kupersembahkan karya sederhana ini kepada:

1. Bapak, Ibu, Kakak, Adik, dan seluruh keluarga yang selalu memberikan dorongan, semangat dan motivasi kepada penulis dalam menyusun Tugas Akhir Teknik Kimia ini.
2. Kakak tersayang, yang senantiasa menjadi kekuatan dalam langkahku menuju cita-citaku, membuatku untuk selalu mensyukuri atas keberadaanku.
3. Almamaterku

LEMBAR MOTTO

Hidup adalah mempersembahkan yang terbaik yang bermakna bagi dunia dan akhirat

(AA Gym)

Barang siapa diuji lalu bersabar, diberi lalu bersyukur, di dzalimi lalu dimaafkan dan berbuat dzalim lalu istighfar. Maka keselamatan dan merekalah orang-orang yang memperoleh hidayah.

(h.r Al Baihaqi)

Sesungguhnya sesudah kesulitan akan datang kemudahan. Maka kerjakanlah urusanmu dengan sungguh-sungguh, dan hanya kepada Allah kamu mengharap.

(Q.S Asy-Syarah)

Kebahagiaan datang jika berhenti mengeluh tentang kesulitan-kesulitan yang kita hadapi dan mengucapkan terimakasih atas kesulitan-kesulitan yang tidak menimpa kita, dan bersyukur atas semua yang diberikan-Nya pada kita.

(Anonim)

Jalani hari-harimu semaksimal mungkin, dapatkan yang terbaik dari tiap jam, tiap hari dan tiap umur hidupmu lalu kamu bisa menatap kedepan dengan percaya diri dan menoleh kebelakang tanpa rasa sesal.

(Ron Herron & Val J. Petter)

Sabar adalah pakaian orang muslim. Doa adlah senjatanya, Allah adalah penolongnya, setiap detik yang kita lewati, yakinlah bahwa Allah akan membekali kita dengan kekuatan yang terkadang tidak kita sadari.

(Anonim)

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vii
LEMBAR PERSEMBAHAN	viii
LEMBAR MOTTO	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
ABSTRAK	xvii
<i>ABSTRACT</i>	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1. 1 Latar Belakang	1
1.1. 1 Proyeksi Kebutuhan <i>Tricresyl phosphat</i> di Indonesia	2
1.1. 2 Proyeksi Kebutuhan <i>Tricresyl phosphat</i> di luar negeri	4
1.1. 3 Kapasitas Pabrik	5
1.1. 4 Pemilihan Lokasi	5
1. 2 Tinjauan Pustaka	8
1.2. 1 Bahan baku dan Produk	8
1.2. 3 Kegunaan <i>Tricresyl phosphate</i>	11
BAB II SPESIFIKASI BAHAN	12
2. 1 Sifat Kimia Bahan	12
2. 2 Spesifikasi Bahan	13
2.2. 1 Sifat Fisis Bahan Baku dan Produk	13

2.2. 2 Sifat Kimia Bahan Pembantu	14
2.2. 3 Sifat Kimia Produk.....	15
2. 3 Pengendalian Kualitas	16
2.3. 1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku	16
2.3. 2 Pengendalian Proses Produksi	16
2.3. 3 Pengendalian Kualitas Produk	17
2.3. 4Pengendalian Kuantitas.....	18
BAB III PERANCANGAN PROSES.....	19
3.1. 1Tahap Persiapan Bahan Baku	19
3.1. 2 Tahap Pembentukan Produk	20
3.1. 3 Tahap Pemurnian Hasil	20
3. 2 Spesifikasi Alat	22
3.2. 1 Spesifikasi Alat Proses.....	22
3. 3 Perencanaan Produksi	37
BAB IV PERANCANGAN PABRIK.....	39
4. 1 Lokasi Pabrik	39
4. 2 Tata Letak Pabrik	40
4. 3 Tata Letak Alat Proses	46
4. 4 Alir Proses dan Material.....	49
4.4. 1 Neraca Massa	49
4.4. 2 Neraca Panas	51
4. 5 Perawatan	58
4. 6 Pelayanan Teknik (Utilitas).....	59
4.6. 1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (Water Treatment System).....	60
4.6. 2 Unit Pembangkit Steam	69

4.6.3	Unit Pembangkit Listrik.....	70
4.6.4	Unit Penyediaan Bahan Bakar	71
4.7	Organisasi Perusahaan	77
4.7.1	Bentuk Perusahaan.....	77
4.7.2	Struktur Organisasi	79
4.7.3	Tugas dan Wewenang	81
4.7.4	Catatan	87
4.8	Evaluasi Ekonomi	92
4.8.1	Penaksiran Harga Peralatan.....	93
4.8.2	Dasar Perhitungan	96
4.8.3	<i>Perhitungan Biaya</i>	96
4.8.4	<i>Analisa Kelayakan</i>	98
4.8.5	Hasil Perhitungan.....	101
4.8.6	Analisa Keuntungan.....	107
4.8.7	Hasil Kelayakan Ekonomi.....	107
BAB V PENUTUP.....		103
5.1	Kesimpulan	103
5.2	Saran.....	104
DAFTAR PUSTAKA		104

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data impor tricresyl phosphate di Indonesia (BPS, 2009-2016)	3
Tabel 2. 1 Sifat Fisis Bahan Baku (Yaws, 1999)	13
Tabel 3. 1 Spesifikasi Tangki Bahan Baku	22
Tabel 3. 2 Spesifikasi Tnagki Produk	23
Tabel 3. 3 Spesifikasi Reaktor	24
Tabel 3. 4 Spesifikasi Separator	25
Tabel 3. 5 Spesifikasi Heat Exchanger	26
Tabel 3. 6 Spesifikasi Cooler	27
Tabel 3. 7 Spesifikasi Menara Distilasi	28
Tabel 3. 8 Spesifikasi Condensor	29
Tabel 3. 9 Spesifikasi Reboiler	30
Tabel 3. 10 Spesifikasi Accumulator	31
Tabel 3. 11 Spesifikasi Kompresor	32
Tabel 3. 12 Spesifikasi Expantion Valve	33
Tabel 3. 13 Spesifikasi Pompa	34
Tabel 3. 14 Spesifikasi Pompa	35
Tabel 3. 15 Spesifikasi Pompa	36
Tabel 4. 1 Menunjukkan Area Bangunan Pabrik Tricresyl Phosphate	44
Tabel 4. 2 Neraca Massa Reaktor 01 (R-211)	49
Tabel 4. 3 Neraca Massa Reaktor 02 (R-212)	50
Tabel 4. 4 Neraca Massa Separator (H-311)	50

Tabel 4. 5 Tabel 4.4 Neraca Massa Menara Distilasi (D-311).....	51
Tabel 4. 6 Neraca Panas Reaktor 01 (R-211).....	51
Tabel 4. 7 Neraca Panas Reaktor 02 (R-212).....	52
Tabel 4. 8 Neraca Panas Separator (H-311).....	52
Tabel 4. 9 Neraca Panas Menara Distilasi (D-311).....	53
Tabel 4. 10 Neraca Panas HE 01 (E-111)	53
Tabel 4. 11 Neraca Panas HE 02 (E-112)	53
Tabel 4. 12 Neraca Panas HE 03 (E-311)	54
Tabel 4. 13 Neraca Panas Cooler 01 (E-211).....	54
Tabel 4. 14 Neraca Panas Cooler 02 (E-322).....	55
Tabel 4. 15 Neraca Panas Cooler 3 (E-323).....	55
Tabel 4. 16 Kebutuhan Air Pendingin	67
Tabel 4. 17 Kebutuhan Air Pembangkit Steam.....	67
Tabel 4. 18 Kebutuhan Air Domestik	68
Tabel 4. 19 Kebutuhan Air Rumah Tangga	68
Tabel 4. 20 Total Keseluruhan Kebutuhan Air	68
Tabel 4. 21 Spesifikasi Pompa	71
Tabel 4. 22 Spesifikasi Pompa	72
Tabel 4. 23 Spesifikasi Pompa	73
Tabel 4. 24 Spesifikasi Pompa	74
Tabel 4. 25 Gaji Karyawan	89
Tabel 4. 26 Jadwal Kerja.....	91
Tabel 4. 27 Index Harga.....	94

Tabel 4. 28 Index Harga Pada Tahun 2024.....	94
Tabel 4. 29 Physical Plant Cost.....	102
Tabel 4. 30 Direct Plant Cost (DPC).....	102
Tabel 4. 31 Fixed Capital Instrument (FCI).....	103
Tabel 4. 32 Direct Manufacturing Cost (DMC).....	103
Tabel 4. 33 Indirect Manufacturing Cost (IMC).....	104
Tabel 4. 34 Fixed Manufacturing Cost (FMC)	104
Tabel 4. 35 Total Manufacturing Cost (MC)	104
Tabel 4. 36 Working Capital (WC).....	105
Tabel 4. 37 General Expence (GE)	105
Tabel 4. 38 Total Biaya Produksi.....	105
Tabel 4. 39 Fixed Cost (Fa)	106
Tabel 4. 40 Variabel Cost (Va)	106
Tabel 4. 41 Regulated Cost (Ra).....	106

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Regresi Linear Kebutuhan tricresyl phosphate.....	4
Gambar 1. 2 strukturmolekul tricresyl phosphate	9
Gambar 4. 1 Peta Gresik Jawa Timur	40
Gambar 4. 2 Layout Tata Letak Pabrik Tricresyl Phosphate (skala 1:2000).....	45
Gambar 4. 3 Menunjukkan Tata Letak Alat Proses (Skala 1:1000)	48
Gambar 4. 4 Diagram Alir Kualitatif.....	56
Gambar 4. 5 Diagram Alir Kuantitatif.....	57
Gambar 4. 6 Grafik Indeks Harga	95
Gambar 4. 7 Grafik Hubungan % Kapasitas vs Rupiah/Tahun.	109

ABSTRAK

Perancangan pabrik *Tricresyl phosphate* dilakukan dengan proses mereaksikan *cresol* dengan *phosphorus oxychloride*. Perancangan pabrik *tricresyl phosphate* ini dirancang dengan kapasitas 15.000 ton/tahun dan beroperasi selama 330 hari dalam satu tahun. Kebutuhan *cresol* sebanyak 1.841.600 kg/jam, *phosphorus oxychloride* sebanyak 820.148 kg/jam. Pembangunan pabrik *tricresyl phosphate* dengan kapasitas 15.000 ton/tahun direncanakan dibangun di Gresik, Jawa Timur dengan luas 12.310 m².

Pabrik ini mempekerjakan 135 pekerja. Pabrik ini menggunakan reaktor *Continous Stirred Tank Reactor* (CSTR) beroperasi pada suhu 150°C dan tekanan 10 atm dengan konversi 80%. Kebutuhan utilitas terdiri dari 183.567 kg/jam untuk air; 182.163 kg/jam steam; kebutuhan listrik sebanyak 235,55 kW disediakan oleh PLN dan generator sebagai cadangan.

Analisa evaluasi ekonomi dari perancangan ini menunjukkan jumlah modal tetap Rp 1.538.271.112.456,6; modal kerja Rp 522.181.062.057,96. Keuntungan sebelum pajak Rp 183.783.685.385,99 sedangkan keuntungan setelah pajak Rp 91.891.842.692,9. Persentase dari modal kembali sebelum pajak (ROI)_b 56,63% dan setelah pajak (ROI)_a 28,31%. *Pay out time* (POT) sebelum pajak 1,50 tahun sedangkan setelah pajak 2,61 tahun. Titik impas (BEP) berada pada 54,51% dan *shut down point* (SDP) 44,06%, dengan *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) 18,35%.

Berdasarkan evaluasi ekonomi, dapat disimpulkan bahwa pendirian pabrik *tricresyl phosphate* dengan kapasitas 15.000 ton/tahun layak untuk didirikan.

Kata-kata kunci: *Tricresyl Phosphate, Cresol, Phosporus Oxychlorida, Continous Stirred Tank Reactor*

ABSTRACT

Tricresyl Phosphate is one of industrial product, which is widely used in various industrial sectors. The initial design plant of Tricresyl Phosphate from cresol and phosphorus oxychloride planned in Gresik, East Java, in the area of land is 12,310 m² with capacity 15,000 tonnes/year. This plant will be operated for 330 days or 24 hours a day with 135 employees.

Tricresyl Phosphate made from 1,841,600 kg/hour of cresol and 820,148 kg/hour of phosphorus oxychloride using a Continuous Stirred Tank Reactor. The process of this reaction will be operated at temperature 150°C and pressure at 10 atm, the conversion of reaction is 80%. The utility needs 183,567 kg/hour of water, 33,734.867 kg/hour of steam, and 235.55 kWelectricity provided by PLN and generator as a back up.

The economic analysis shows the value of Fixed Capital Investment (FCI) is Rp 1,538,271,112,456.6; Working Capital Investment (WCI) is Rp 522,181,062,057.96; Profit before tax is Rp 183,783,685,385.99; Profit after tax (50%) is Rp 91,891,842,692.9; Return On Investment before tax (ROI)_b is 56.63% and Return On Investment after tax (ROI)_a is 28.31%. Pay Out Time before tax (POT)_b is 1.50 years and Pay Out Time after tax (POT)_a is 2.61 years. Break Event Point (BEP) is 54.51% and Shut Down Point (SDP) is 44.06%. Discounted Cash Flow Rate (DCFR) 18.35%.

Based on the evaluation results, this Tricresyl Phosphate plant with capacity of 15,000 tons/year was worthy for further analysis.

Keywords: Tricresyl Phosphate; Cresol; Phosporus Oxychlorida; Continous Stirred Tank Reactor

BAB I

PENDAHULUAN

1. 1 Latar Belakang

Industri kimia di Indonesia memiliki perkembangan yang cukup pesat, hal ini dibuktikan dengan semakin banyaknya industri kimia yang didirikan. Perkembangan industri kimia di Indonesia diarahkan untuk meningkatkan kemampuan nasional dalam memenuhi kebutuhan bahan kimia dalam negeri dan juga luar negeri guna menghadapi era globalisasi. Selain itu perkembangan industri kimia yang cukup pesat, diharapkan mampu membuka lapangan pekerjaan.

Salah satu industri kimia yang memiliki peluang ekonomi cukup besar adalah *tricresyl phosphate*. Industri *tricresyl phosphate* yang ada saat ini hanya terdapat di luar negeri seperti Jerman, USA, Inggris, bahkan belum ada di dalam negeri. *Tricresyl phosphate* merupakan salah satu jenis bahan intermediat yang dibutuhkan dalam industri kimia, yang dihasilkan dengan mereaksikan senyawa *cresol* dengan *phosphorus oxychloride*.

Tricresyl phosphate adalah senyawa yang berwarna agak kekuningan dan larut dalam alkohol. *Tricresyl phosphate* merupakan bahan kimia intermediat yang cukup banyak digunakan dalam industri antara lain sebagai *plasticizer*. *Tricresyl phosphate* juga banyak digunakan sebagai bahan pelarut untuk proses ekstraksi dengan memanfaatkan sifat *hidrofobik tricresyl phosphate* terhadap air, sebagai bahan pembuat *vernis nitroselulosa*, bahan peledak, insektisida, bahan pengkilap kuku, tinta cetak, *paper coating* dan bahan aditif

gasoline untuk mengambil *tetraethyllead* dari campuran minyak yang diolah (Othmer, 1978).

Pendirian pabrik *tricresyl phosphate* diharapkan dapat merangsang berdirinya industri lain yang memanfaatkan *tricresyl phosphate* sebagai bahan baku. Disamping untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri yang terus bertambah setiap tahunnya, produk ini diharapkan mampu bersaing di pasar internasional sehingga dapat meningkatkan devisa negara. Produk *tricresyl phosphat* direncanakan didirikan di kawasan industri Gresik, Jawa Timur, dimana bahan baku *cresol* didapatkan dari PT Petrocentral Gresik, Jawa Timur, sedangkan bahan *phosphorus oxychloride* didapatkan dengan mengimpor dari negara Amerika (USA). Pendirian pabrik di kawasan industri Gresik diharapkan mempermudah proses pengangkutan *phosphorus oxychloride* dikarenakan daerah tersebut dekat dengan pelabuhan internasional Tanjung Perak serta dekat dengan sumber air sebagai sarana kelengkapan utilitas dan dekat dengan kawasan industri yang diharapkan dapat mempermudah perizinan dalam pengembangan pabrik tersebut.

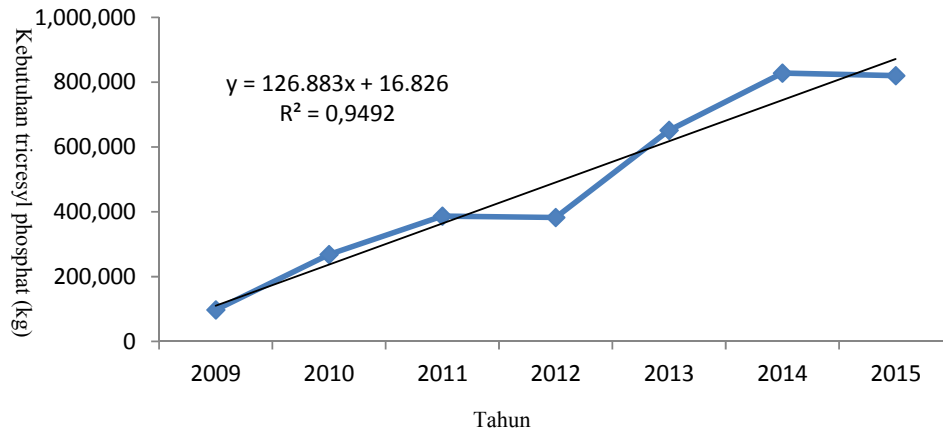
1.1. 1 Proyeksi Kebutuhan *Tricresyl phosphat* di Indonesia

Kebutuhan *tricresyl phosphate* cukup menjanjikan, hal ini dikarenakan banyaknya kebutuhan *tricresyl phosphate* yang digunakan sebagai bahan intermediet, *plasticizer*, maupun sebagai bahan aditif. Berdasarkan data impor dari Biro Pusat Statistik di Indonesia dari tahun 2009-2016, Hal ini bisa diamati dari Tabel 1.1 data impor *tricresyl phosphate* di Indonesia berikut:

Tabel 1. 1 Data impor tricresyl phosphate di Indonesia (BPS, 2009-2016)

No	Tahun	Berat (Kg)
1	2009	97.328
2	2010	268.347
3	2011	386.751
4	2012	382.671
5	2013	651.632
6	2014	828.118
7	2015	820.094
8	2016	1.080.204

Data kebutuhan impor *tricresyl phosphate* pada Tabel 1.1 berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS, 2011-2016). Pada tahun 2009 kebutuhan impor *tricresyl phosphate* sebanyak 97.328 kg. Pada tahun 2010 dan 2011 kebutuhan impornya meningkat sebesar 268.347 kg dan 268.347 kg. Pada tahun 2012 kebutuhan impornya menurun menjadi sebesar 382.671 kg. Kebutuhan *tricresyl phosphate* meningkat tahun 2013 dan 2014 yaitu sebesar 651.632 kg dan 828.118 kg. Di tahun 2015 mengalami penurunan impor menjadi 820.094 kg. Data di tahun 2016 impor *tricresyl phosphate* sebanyak 1.080.204 kg. Dengan melihat data, maka dari itu, jika pabrik direncanakan berdiri pada tahun 2024 perkiraan kapasitas dapat dihitung dengan persamaan *regresi linier* adalah sebagai berikut:



Gambar 1. 1 Grafik Regresi Linear Kebutuhan tricalcium phosphate

Dari Gambar 1.1 diperoleh persamaan *regresi linier*.

$$Y = b x + a$$

Dimana : a = konstanta

 b = koefisien regresi (kemiringan)

 x = variabel faktor penyebab

Sehingga:

$$Y = 126.883x + 16.826$$

Jadi kebutuhan pada tahun 2024 adalah:

$$Y = 126.883(16) + 16.826$$

$$= 2.046.954 \text{ kg/tahun}$$

$$= 2.046,954 \text{ ton/tahun}$$

1.1. 2 Proyeksi Kebutuhan *Tricalcium phosphat* di luar negeri

Industri *tricalcium phosphate* di luar negeri cukup menjanjikan hal ini terbukti di negara-negara seperti Amerika Serikat, *tricalcium phosphate* diproduksi dengan kapasitas 25.000 ton/tahun pada tahun 1977. Sedangkan di Jepang *tricalcium*

phosphate diproduksi kira-kira 33.000 ton/tahun pada tahun 1984. Untuk saat ini pensuplai terbesar berasal dari negara Jerman, USA, dan Inggris. (Clement E, 2013).

1.1. 3 Kapasitas Pabrik

Kapasitas dalam industri merupakan faktor yang sangat penting dalam pendirian pabrik, hal ini perlu dilakukan untuk mengetahui perhitungan baik secara teknis maupun ekonomis. Meskipun secara teori semakin besar kapasitas pabrik memungkinkan untuk memperoleh keuntungan yang lebih besar, akan tetapi jika kapasitas pabrik terlalu besar maka perlu diperhatikan dalam hal pemasaran.

Jika ditinjau dari kapasitas yang telah diproduksi di beberapa negara tersebut serta kebutuhan dalam negeri yang cukup tinggi, maka peluang untuk mendirikan industri *tricrosyl phosphate* cukup menjanjikan. Maka dengan dasar perkiraan diatas, pabrik didirikan dengan kapasitas 15.000 ton/tahun untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri yang cukup besar. Dengan kapasitas produksi tersebut diharapkan dapat mencukupi kebutuhan dalam negeri dan kemungkinan sisanya dapat di ekspor ke negara di Benua Asia. Menurut data impor TCP Asia Tenggara pada tahun 2016 beberapa negara yang membutuhkan TCP adalah Thailand sebesar 6.050 ton/kapita, Singapura sebesar 4.250 ton/kapita, Filipina sebesar 2.300 ton/kapita, Malaysia 1.000 ton/kapita, Brunei 700 ton/kapita

1.1. 4 Pemilihan Lokasi

Adapun faktor-faktor yang dipertimbangkan dalam pendirian pabrik *Tricrosyl Phosphate* ini adalah:

1. Pengadaan bahan baku

Bahan baku pabrik *tricresyl phosphate* adalah *cresol* dan *phosphorus oxychloride*, dimana *phosphorus oxychloride* harus diimpor dari Great Lake Chemical Nitro (USA) dengan kapasitas 30.000 ton/tahun sedangkan *cresol* bisa diperoleh dari PT Petrocentral (Gresik, Jawa Timur) dengan kapasitas 65.000 ton/tahun.

2. Penyediaan Utilitas

Perlu diperhatikan sarana-sarana pendukung seperti tersedianya air, listrik, dan sarana lainnya sehingga proses produksi dapat berjalan dengan baik. Pabrik *Tricresyl Phosphate* ini memerlukan air yang relatif cukup banyak, baik untuk alat-alat pendingin, steam dan keperluan lainnya. Untuk pemenuhan kebutuhan ini, pengadaan air diambil dari sungai Bengawan Solo yang terletak di daerah Babat yang berjarak 40 km dari daerah Gresik. Sedangkan unit penyediaan listrik diambil dari PLN dan generator sebagai cadangan.

3. Tenaga kerja

Tenaga kerja di Indonesia cukup banyak, sehingga penyediaan tenaga kerja tidak begitu sulit diperoleh, tenaga kerja yang berpendidikan menengah atau kejuruan dapat diambil dari daerah sekitar pabrik. Sedangkan untuk tenaga kerja ahli didatangkan dari lulusan perguruan tinggi.

4. Pemasaran

Tricresyl phosphate merupakan bahan intermediet yang digunakan sebagai bahan baku industri kimia lain. Pendirian lokasi pabrik yang berada di daerah Gresik, Jawa timur, diharapkan dapat memudahkan pemasaran. Hal ini dikarenakan cukup banyak industri kimia yang berada di kawasan tersebut sehingga memberikan peluang yang cukup besar terhadap kelangsungan berdirinya pabrik *tricresyl phosphate*.

Beberapa industri di dalam negeri yang membutuhkan *tricresyl phosphate* misalnya, PT. Maspion (Perusahaan Siam Maspion) yang memproduksi salah satu produk polimer seperti PVC, dalam hal ini *tricresyl phosphate* digunakan sebagai *plasticizer* yang akan memberikan sifat elastis pada PVC dan juga PT. Pertamina yang membutuhkan *tricresyl phosphat* sebagai zat aditif dalam pembuatan *gasoline*. Selain itu hasil samping berupa HCl juga sangat dibutuhkan dalam produksi dalam negeri.

5. Sarana Transportasi

Pendirian pabrik di kawasan industri Gresik diharapkan mempermudah proses pengangkutan *phosphorus oxychloride* dikarenakan daerah tersebut dekat dengan Pelabuhan Internasional Tanjung Perak. Transportasi yang digunakan untuk mengangkut bahan baku *cresol* berupa truk tangki yang disuplai melalui jalur darat atau dapat disuplai menggunakan pipa-pipa yang disuplai langsung ke lokasi pabrik. Pendistribusian bahan baku *phosphorus oxychloride* dilakukan dengan menggunakan kapal tanker khusus untuk mengangkut bahan kimia dengan

kapasitas sekali muat antara 5.000 sampai 40.000 ton. yang dibongkar melalui Pelabuhan Tanjung Perak dan disimpan pada tangki penyimpanan yang disediakan di pelabuhan. Pensuplaian bahan baku *phosphorus oxychloride* juga dapat dilakukan menggunakan jaringan pipa yang dihubungkan dari pelabuhan sampai ke lokasi pabrik.

Sarana transportasi dan pengangkutan di daerah Gresik cukup tersedia, baik darat maupun laut. Sehingga memudahkan dalam pendistribusian bahan baku dan produk.

1. 2 Tinjauan Pustaka

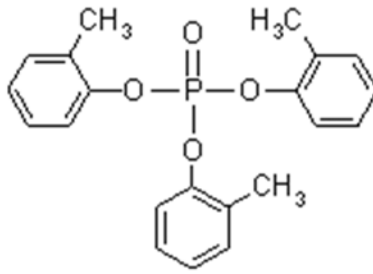
1.2. 1 Bahan baku dan Produk

a. Tricresyl phosphate

Tricresyl phosphate memiliki beberapa nama lain diantaranya adalah *tritoyl phosphat*, *tri-o-cresyl phosphate*, *phosphoric acid tris (2-methyl phenil) ester*, *o-TCP*, *TOCP*, *TOTP*, *tri-o-toyl phosphate*, *tri-2-toyl phosphate*, *tri-2-phenyl phosphate*, dan lain sebagainya. *Tricresyl phosphate* merupakan cairan kental, tidak larut dalam air tetapi larut dalam cairan organik dan tidak mudah menguap. (Faith & Keyes 1975)

Tricresyl phosphate diproduksi dengan mereaksikan *cresol* dengan *phosphorus oxychloride* yang direaksikan dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) yang disusun secara seri dengan kondisi operasi pada suhu 150-300°C. (Faith & Keyes 1975)

Tricresyl phosphate memiliki rumus molekul $(\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{O})_3\text{PO}$ dengan berat molekul 368 yang memiliki struktur sebagai berikut:



Gambar 1. 2 Struktur Molekul Tricresyl Phosphate. (Faith & Keyes 1975)

b. Cresol

Cresol merupakan senyawa organik sebagai bahan baku pembuatan tricresyl phosphate yang memiliki nama lain seperti : *cresol (mixed isomers)*; *Methylphenol*; *Cresylic acid*; *Crude phenols*; *Crude carboic acid*; *artoluenol*; *bacillol*; *coaltarphenols*; *cresoli*; *Cresols*; *2-methylphenol*; *m-cresol*, *o-cresol*, *p-cresol* ; *Cresol(mixture of isomers)*. *Cresol* memiliki 3 buah struktur *isomer* yang berbeda tergantung dengan letak gugus metil. Bentuk struktur *isomer* dari *cresol* adalah *ortho-cresol*, *para-cresol*, dan *meta-cresol*.

Cresol dapat digunakan sebagai pengawet kayu, *disinfektan* untuk serangga, digunakan sebagai bahan peledak seperti : *2,4,6-nitro-m-cresol* ,sebagai *antioksidan* dalam aroma dan pewarna industri. Selain kegunaannya yang cukup banyak namun *cresol* merupakan senyawa organik yang memiliki sifat *toxic*, dimana keracunan akibat senyawa ini dapat menimbulkan kerusakan pada kulit, pada kontak yang cukup keras *cresol* dapat mengakibatkan iritasi pada ginjal, hati, otak, dan paru-paru.

c. Phosphorus oxychloride

Phosphorus oxychloride merupakan cairan tidak berwarna yang memiliki rumus POCl_3 . *Phosphorus oxychloride* diproduksi dari reaksi antara *phosphorus trichloride* dengan oksigen. Nama lain dari *phosphorus oxychloride* adalah fosfor oksiklorida, fosfor klorida, fosfat triklorida, fosfor klorida oksida, phosphoril triklorida, triklorophosphin oksida.

Phosphorus oxychloride merupakan cairan kimia yang cukup berbahaya bila terjadi kontak langsung dengan tubuh. Paparan yang akut dapat menyebabkan pembakaran pada kulit, menyebabkan pusing.

Dalam dunia industri *phosphorus oxychloride* digunakan sebagai bahan baku pembuatan ester triaryl phosphate, seperti triphenyl phosphate dan tricresyl phosphate. Sedangkan di laboratorium POCl_3 biasa digunakan sebagai agen dehydrator.

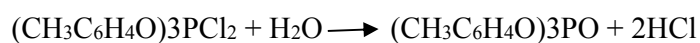
1.2. 2 Macam – macam Proses Pembuatan Tricresyl phosphate

Menurut Faith Keyes, (1957), TCP dapat dibuat melalui beberapa proses berdasarkan bahan baku yang digunakan. Ada beberapa metode pembuatan *Tricresyl phosphate* secara komersial antara lain:

1. Proses dengan bahan baku Cresol dengan PCl_5

Salah satu proses dalam pembuatan *Tricresyl phosphate* adalah dengan mereaksikan senyawa *Cresol* dengan *Phosphorus Pentachloride* (PCl_5).

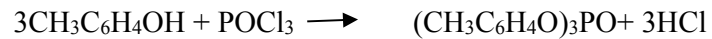
Reaksinya sebagai berikut:



2. Proses dengan bahan baku *Cresol* dan $POCl_3$

Proses inilah yang sejauh ini diketahui sebagai proses yang dilakukan untuk pabrikasi.

Reaksinya sebagai berikut:



Yield yang diperoleh sebesar 80% dengan basis berat *Cresol*.

Kelebihan dari proses ini adalah:

- a. Harga bahan baku $POCl_3$ lebih murah dibandingkan dengan menggunakan bahan baku PCl_5 .
(www.alibaba.com, 2017)
- b. Tidak membutuhkan air untuk reaksi sehingga lebih efisien.
- c. Proses ini sudah banyak digunakan dalam pabrik *TCP*.

Dari pertimbangan kelebihan tersebut, maka dipilih proses dengan bahan baku *Cresol* dan $POCl_3$.

1.2.3 Kegunaan *Tricresyl phosphate*

Produk *tricresyl phosphate* banyak digunakan dalam industri kimia antara lain digunakan dalam:

1. Industri plastik pembungkus makanan
2. Industri plastik transparan dan sebagai antioksidan serta stabilizernya
3. Industri pelumas (cairan fungsional) dan zat aditif pada minyak pelumas
4. Industri pelapis kabel (*cable coating*)
5. Industri cairan tahan api (produk)

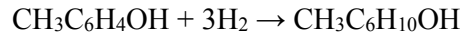
BAB II

SPESIFIKASI BAHAN

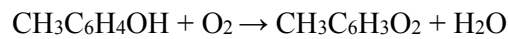
2. 1 Sifat Kimia Bahan

Sifat kimia *cresol* (Kirk and Othmer,1994) :

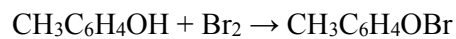
a. Hidrogenasi



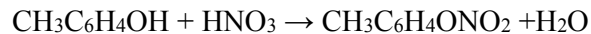
b. Oksidasi



c. Substitusi cresol dengan halogen

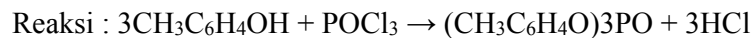


d. Nitrasasi

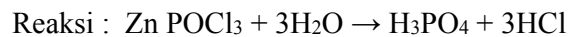


Sifat kimia *phosphorus oxychloride* (Kirk and Othmer,1994) :

1. POCl_3 bereaksi dengan *cresol* membentuk *tricresyl phosphate* dan HCl



2. POCl_3 dalam air akan terurai atau terhidrolisis



2. 2 Spesifikasi Bahan

2.2. 1 Sifat Fisis Bahan Baku dan Produk

Adapun sifat fisik bahan baku dan produk ditunjukkan dengan tabel berikut:

Tabel 2. 1 Sifat Fisis Bahan Baku dan Produk (Yaws, 1999)

A. Bahan Baku	Rumus molekul	Berat molekul	Fase	Kemurnian (%)	Titik didih (°C)	Titik beku (°C)	Densitas (gr/cm³)	Viskositas (cP)	Tc (°C)	Pc (atm)
1) Cresol	C ₇ H ₈ O	108	Cair	98% cresol, 2% phenol	201,45	12,39	1,01	6,13	424,4	50
2) Phosporus Oxychlorida	POCl ₃	153,5	cair	99,5% POCl ₃ , 0,05% PCl ₃	185,8	1,25	1,645	1,11	330	49
B. Bahan Pembantu										
1. Air	H ₂ O	18	cair	100% air	100	0	1,027	0,0018	374,15	218,3
C. Produk										
1. Tricresyl Phosphate	C ₂₁ H ₂₁ PO ₄	368	Cair	99% TCP, 1% cresol	380	-40	1,185	2,21	525	12
2. Asam Khlorida	HCl	36,5	cair	36% HCl	110	-27	1,18	0,19	58,9	82,51

2.2. 2 Sifat Kimia Bahan Pembantu

Sifat kimia *air* :

Air adalah substansi kimia dengan rumus kimia H_2O : satu molekul air tersusun atas dua atom hidrogen yang terikat secara kovalen pada satu atom oksigen. Air bersifat tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau pada kondisi standar, yaitu pada tekanan 100 kPa (1 bar) and temperatur 273,15 K (0 °C). Zat kimia ini merupakan suatu pelarut yang penting, yang memiliki kemampuan untuk melarutkan banyak zat kimia lainnya, seperti garam-garam, gula, asam, beberapa jenis gas dan banyak macam molekul organik. (Hasibuan, 2012)

Keadaan air yang berbentuk cair merupakan suatu keadaan yang tidak umum dalam kondisi normal, terlebih lagi dengan memperhatikan hubungan antara hidrida-hidrida lain yang mirip dalam kolom oksigen pada tabel periodik, yang mengisyaratkan bahwa air seharusnya berbentuk gas, sebagaimana hidrogen sulfida. Dengan memperhatikan tabel periodik, terlihat bahwa unsur-unsur yang mengelilingi oksigen adalah nitrogen, fluor, dan fosfor, sulfur dan klor. Semua elemen-elemen ini apabila berikatan dengan hidrogen akan menghasilkan gas pada temperatur dan tekanan normal. Alasan mengapa hidrogen berikatan dengan oksigen membentuk fase cair, adalah karena oksigen lebih bersifat elektronegatif ketimbang elemen-elemen lain tersebut (kecuali fluor). (Hasibuan, 2012)

Tarikan atom oksigen pada elektron-elektron ikatan jauh lebih kuat daripada yang dilakukan oleh atom hidrogen, meninggalkan jumlah muatan positif pada kedua atom hidrogen, dan jumlah muatan negatif pada atom oksigen. Adanya muatan tiap-tiap atom tersebut membuat molekul air memiliki sejumlah momen dipol. Gaya tarik-menarik listrik antar molekul-molekul air akibat adanya dipol ini membuat masing-masing molekul saling berdekatan, membuatnya sulit untuk dipisahkan dan yang pada akhirnya menaikkan titik didih air. Gaya tarik-menarik ini disebut sebagai ikatan hidrogen. (Haisbuan, 2012)

Air sering disebut sebagai pelarut universal karena air melarutkan banyak zat kimia. Air dalam kesetimbangan dinamis antara fase cair dan padat dibawah tekanan dan temperatur standar. Dalam bentuk ion, air dideskripsikan sebagai sebuah ion hidrogen (H^+) berasosiasi (berikatan) dengan ion hidroksida (OH^-). (Hasibuan, 2012)

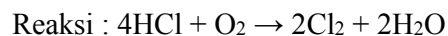
2.2. 3 Sifat Kimia Produk

Sifat kimia *Hydrochloride* (Kirk and Othmer, 1994) :

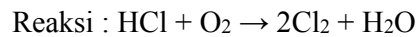
a. HCl bereaksi dengan methanol pada suhu 340 – 350 °C membentuk methyl klorida.



b. The Deacon Process Oksidasi fase uap dengan udara/oksigen dengan katalis mangan pada suhu optimum 430 – 475°C



c. Reaksi dengan zat pengoksidasi HCl dan O₂ bereaksi dalam keadaan gas menghasilkan klorin



2.3 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas (*Quality Control*) pada pabrik *tricresyl phosphate* ini meliputi pengendalian kualitas bahan baku, pengendalian kualitas proses, dan pengendalian kualitas produk.

2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas dari bahan baku dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana kualitas bahan baku yang digunakan, apakah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan untuk proses. Oleh karena itu sebelum dilakukan proses produksi, dilakukan pengujian terhadap kualitas bahan baku yang berupa *cresol* dan *phosphorus oxychloride* dengan tujuan agar bahan yang digunakan dapat diproses di dalam pabrik dan sesuai dengan yang diharapkan.

2.3.2 Pengendalian Proses Produksi

Pengendalian proses produksi pabrik ini meliputi aliran dan alat sistem kontrol.

2.3.2.1 Alat Sistem Kontrol

- a. Sensor, digunakan untuk identifikasi variabel-variabel proses. Alat yang digunakan manometer untuk sensor aliran fluida, tekanan dan level, *termocouple* untuk sensor suhu.

- b. *Controller* dan indikator, meliputi level indikator dan *control*, *temperature indicator control*, *pressure control*, *flow control*.
- c. *Actuator* digunakan untuk *manipulate* agar variabelnya sama dengan variabel *controller*. Alat yang digunakan *automatic control valve* dan *manual hand valve*.

2.3.2. 2 Aliran Sistem Kontrol

- a. Aliran *pneumatis* (aliran udara tekan) digunakan untuk *valve* dari *controller* ke *actuator*. Contohnya : (\neq)
- b. Aliran *electric* (aliran listrik) digunakan untuk suhu dari sensor ke *controller*. Contohnya : (----)
- c. Aliran mekanik (aliran gerakan/perpindahan *level*) digunakan untuk *flow* dari sensor ke *controller*. Contohnya : (—)

2.3. 3 Pengendalian Kualitas Produk

Untuk memperoleh mutu produk standar maka diperlukan bahan yang berkualitas, pengawasan serta pengendalian terhadap proses yang ada dengan cara *system control* sehingga didapatkan produk yang berkualitas dan dapat dipasarkan. Untuk mengetahui produk yang dihasilkan sesuai dengan standar yang ada maka dilakukan uji densitas, viskositas, volatilitas, kemurnian produk dan komposisi komponen produk.

2.3. 4 Pengendalian Kuantitas

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

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

Proses pembuatan *tricresyl phosphate* dari bahan baku *cresol* dan *phosphorus oxychloride* dapat dibagi dalam 3 tahap, yaitu:

3.1.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

a. Cresol (C₇H₈O)

Cresol 98% dengan pengotor berupa *phenol* 2% dalam bentuk cair dan disimpan dalam tangki F-111 dengan tekanan 1 atm (14,7 psia) dan suhu 30°C. *cresol* akan dipompa dengan pompa L-111 hingga tekanannya menjadi 10 atm, lalu sebelum dimasukkan ke dalam reaktor, dipanaskan melalui *Heater* (E-111) sehingga temperatur *cresol* menjadi 150 °C. *Cresol* merupakan bahan baku utama yang diperoleh dari PT. Petrocentral, Gresik, Jawa Timur.

b. Phosphorus Oxychlorida (POCl₃)

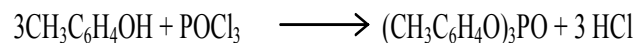
Phosphorus oxychlorida 95% dengan pengotor *phosphorus trichloride* 5% dalam bentuk cair dan disimpan dalam tangki F-112 dengan tekanan 1 atm (14,7 psia) dan suhu 30 °C. *phosphorus oxychlorida* akan dipompa dengan pompa L-112 hingga tekanannya menjadi 10 atm, kemudian sebelum dimasukkan ke dalam reaktor dipanaskan melalui *Heater* (E-112) sehingga temperatur *Phosphorus Oxychloride* menjadi

150°C. *Phosphorus Oxychloride* diperoleh dengan cara impor dari negara Amerika Serikat (Great Lake Chemical Nitro).

3.1. 2 Tahap Pembentukan Produk

Proses pembentukan TCP terjadi dalam reaktor (R-211) dan reaktor (R-212) berpengaduk dengan kondisi operasi suhu 150°C dan tekanan 10 atm. Pada reaktor RATB dilengkapi dengan pengaduk sehingga suhu, komposisi dan tekanan di dalam reaktor *uniform*. Reaktor dilengkapi dengan pendingin koil agar proses berjalan secara isothermal walaupun reaksinya eksotermis. Sebelum masuk ke reaktor bahan baku *Cresol* dipanaskan dengan E-111 dan POCl_3 dipanaskan dengan E-112. Hasil keluaran reaktor (R-211) dialirkan ke reaktor (R-212) dengan menggunakan pompa (L-212) untuk menyempurnakan reaksi sesuai dengan konversi yang diinginkan sebesar 80%.

Didalam reaktor terjadi reaksi sebagai berikut:



3.1. 3 Tahap Pemurnian Hasil

3.1.3. 1 Hasil Cair Reaktor (R-212)

Hasil keluaran reaktor (R-212) berupa *Phosphorus Oxychlorida* 1%, *Phosphorus Trichlorida* 0,2%, *Cresol* 5,2%, *Pheno* 1,4%, *Tricresyl Phosphate* 71,2% dan sejumlah besar *Hydrogen chlorida* 21,2% dimasukkan kedalam Separator (H-311) dengan menurunkan tekanan terlebih dahulu menggunakan Expander (G-211) menjadi 2 atm selanjutnya suhu diturunkan menggunakan

cooler menjadi 50°C sebelum dimasukkan kedalam Separator (H-311). Hasil atas (H-311) berupa *Hydrogen chlorida* 99% dinaikkan tekanannya dengan menggunakan kompresor (G-321) menjadi 4 atm agar berubah fase dari gas menjadi cair, selanjutnya HCl dimasukkan kedalam Akumulator (F-321) dari Accumulator suhu HCl diturunkan menjadi suhu normal 30°C sebelum dimasukkan ke tangki penyimpanan (F-311) sebagai produk samping.

3.1.3. 2 Hasil Cair Separator (H-311)

Hasil bawah (H-311) berupa *Phosphorus Oxyclorida* 1,24%, *Phosphorus Trichlorida* 0,02%, *Cresol* 49% ,*Phenol* 1,7%, *Tricresyl Phosphate* 0,90% dimasukkan kedalam Menara Distilasi (D-311) dengan menggunakan pompa (L-311) kemudian dinaikkan suhunya sesuai dengan titik didih produk sebesar 230°C.

3.1.3. 3 Hasil Cair Menara Distilasi

Hasil atas MD berupa gas dimasukan ke kondensor (E-331) untuk diubah menjadi cair kemudian disimpan sementara di akumulator (F-322) selanjutnya di alirkan dengan menggunakan pompa (L-313) untuk selanjutnya diturunkan suhunya dengan menggunakan cooler (E-322) ke suhu normal 30°C kemudian dibuang menuju Unit Pengolahan Limbah (UPL). Hasil bawah MD berupa cairan dan produk *Tricresyl Phosphate* 99% dan *Cresol* 1% dialirkan menggunakan pompa (L-323) kemudian diturunkan suhunya menggunakan cooler (E-323) untuk kemudian disimpan ke tangki penyimpanan (F-312) sebagai produk utama.

3. 2 Spesifikasi Alat

3.2. 1 Spesifikasi Alat Proses

1. Tangki Penyimpan Bahan Baku

Adapun spesifikasi bahan baku ditunjukkan dengan tabel berikut:

Tabel 3. 1 Spesifikasi Tangki Bahan Baku

Kode	F-111	F-112
Fungsi	Menyimpan bahan baku Cresol (C_7H_8O)	Menyimpan bahan baku <i>Phosphorus Oxychloride</i> ($POCl_3$)
Jenis	Tangki silinder tegak	Tangki silinder tegak
Tekanan	1 atm	1 atm
Temperatur	30 °C	30 °C
Volume	393.912,389 gal	776.996,049 gal
Bahan	Carbon steel SA 283 Grade A	Carbon steel SA 283 Grade A
Diameter	12 m	7,2 m
Tinggi	12 m	7,2 m
Tebal	0,01 m	0,01 m
Jumlah	1 buah	1 buah
Harga	US\$ 513,00	US\$ 556,00

2. Tangki Penyimpan Produk

Adapun spesifikasi tangki penyimpanan bahan baku dan produk ditunjukkan dengan tabel berikut:

Tabel 3. 2 Spesifikasi Tangki Produk

Kode	F-311	F-312
Fungsi	Menyimpan <i>Hydrogen Chlorida</i> (<i>HCl</i>)	Menyimpan <i>Tricresyl Phosphate/TCP</i> ($C_{21}H_{21}O_4$)
Jenis	Tangki silinder tegak	Tangki silinder tegak
Tekanan	2 atm	1 atm
Temperatur	30 °C	30 °C
Volume	105.612,55 gal	309.582,96 gal
Bahan	Carbon steel SA 283 Grade A	Carbon steel SA 283 Grade A
Diameter	3,7 m	11,42 m
Tinggi	3,7 m	11,42 m
Tebal	0,0046 m	0,01 m
Jumlah	1 buah	1 buah
Harga	US\$ 565,00	US\$ 639,00

3. Reaktor

Adapun spesifikasi Reaktor Alir Tangki Berpengaduk ditunjukkan dengan tabel berikut:

Tabel 3. 3 Spesifikasi Reaktor

Kode	R-211	R-212
Fungsi	Mereaksikan <i>Tricresyl Phosphate dengan Cresol dan PhosphorusOxychlorid</i>	Mereaksikan <i>Tricresyl Phosphate dengan Cresol dan PhosphorusOxychloride</i>
Jenis	<i>RATB</i>	<i>RATB</i>
Tekanan	10 atm	10 atm
Temperatur	150 °C	150 °C
Volume	26,374 m ³	26,374 m ³
Bahan	<i>Carbon steel</i> AISI 316	<i>Carbon steel</i> AISI 316
Diameter	3,43m	3,43m
Tinggi	4,57 m	4,57 m
Tebal	0,038 m	0,038 m
Harga	US\$ 19,740.00	US\$ 19,740.00

4. Separator

Adapun spesifikasi separator ditunjukkan dengan tabel berikut:

Tabel 3. 4 Spesifikasi Separator

Kode	H-311
Fungsi	Memisahkan gas dan cairan dari R-212
Jenis	<i>Silinder Vertikal Single Stage</i>
Tekanan	2 atm
Temperatur	50°C
Tebal	0,0048 m
Bahan	<i>Stainless Steel, SA 167 grade 11</i>
Diameter	0,81 m
Tinggi	4,23 m
Jumlah	1 buah
Harga	US\$ 12,209.00

5. Heat Exchanger

Adapun spesifikasi heat exchanger ditunjukkan dengan tabel berikut:

Tabel 3. 5 Spesifikasi Heater

Kode	E-111	E-112	E-311
Fungsi	Memanaskan suhu dari 30 °C menjadi 150 °C	Memanaskan suhu dari 30 °C menjadi 150 °C	Memanaskan suhu dari 50 °C menjadi 230 °C
Jenis	<i>Double Pipe</i>	<i>Double Pipe</i>	<i>Double Pipe</i>
Annulus : Temperatur	150°C	150 °C	230 °C
IPS	3 in	3 in	3 in
Sch. No	40	40	40
OD	3,50 in	3,50 in	3,50 in
ID	3,068 in	3,068 in	3,068 in
a''	0,0026 m ²	0,0026 m ²	0,0026 m ²
<i>Pressure Drop</i>	0,058 Pa	0,08701 Pa	8,248 Pa
Inner : Temperatur	30°C	30°C	50 °C
IPS	2 in	2 in	2 in
Sch. No	40	40	40
OD	2,38 in	2,38 in	2,38 in
ID	2,067 in	2,067 in	2,067 in
a''	0,0233 m ²	0,0233 m ²	0,0233 m ²
<i>Pressure Drop</i>	0,029 Pa	0,122 Pa	0,04 Pa
Jumlah	1 buah	1 buah	1 buah
Harga	US\$ 9,356.00	US\$ 9,356.00	US\$ 11,182.00

6. Cooler

Adapun spesifikasi cooler ditunjukkan dengan tabel berikut:

Tabel 3. 6 Spesifikasi Cooler

Kode	E-221	E-322	E-323
Fungsi	Untuk mendinginkan hasil dari reaktor 2 (R-212)	Untuk mendinginkan hasil atas Menara Distilasi (D-311)	Untuk mendinginkan hasil bawah Menara Distilasi (D-311)
Jenis	<i>Double Pipe</i>	<i>Double Pipe</i>	<i>Double Pipe</i>
Annulus : Temperatur	50°C	30 °C	30°C
IPS	3 in	1/2 in	8 in
Sch. No	40	40	40
OD	3,50 in	0,75 in	8,63 in
ID	0,4933,068 in	0,493 in	8,625 in
a''	0,045 m ²	0,000158 m ²	0,0138 m ²
<i>Pressure Drop</i>	0,015 Pa	0,2 Pa	0,00008 Pa
Inner : Temperatur	150°C	228°C	230°C
IPS	2 in	0,13 in	6 in
Sch. No	40	40	40
OD	2,38 in	1/2 in	6,63 in
ID	2,067 in	0,364 in	6,065 in
a''	2,46 m ²	0,0013 m ²	0,19 m ²
<i>Pressure Drop</i>	0,00115 Pa	2,64 Pa	0,000025 Pa
Jumlah	1 buah	1 buah	1 buah
Harga	US\$ 850,000	US\$ 957,88	US\$ 945,76

7. Menara Distilasi

Adapun spesifikasi Menara Distilasi ditunjukkan dengan tabel berikut:

Tabel 3. 7 Spesifikasi Menara Distilasi

Kode	D-311
Fungsi	Memisahkan <i>Tricresyl Phosphate</i> sebagai hasil utama dari <i>phosphorus oxychloride</i> dan <i>Cresol</i>
Tipe	<i>Sieve Tray</i>
Jumlah <i>Plate</i>	<i>20 plate</i>
<i>Plate spacing</i>	0,3 m
Diameter atas	1,0532m
Diameter bawah	1,0563m
Bahan	<i>Carbon steel SA-283 grade C</i>
Tebal dinding	0,0047 m
Tinggi Menara	7,5378 m
Harga	US\$ 44,979.00

8. Condensor

Adapun spesifikasi condensor ditunjukkan dengan tabel berikut:

Tabel 3. 8 Spesifikasi Condensor

Kode	E-331
Fungsi	Untuk mengembunkan uap hasil atas dari D-311
Jenis	<i>Shell and tube</i>
Beban Panas	221.102,719 btu/jam
Luas Transfer Panas (ft ²)	254,8873 ft ²
Panjang (ft)	12 ft
Shell Side (ID)	15,25 in
Tube Side (OD)	0,7500 in
Dirt Factor	0,001 m ²
Jumlah	1
Harga	US\$ 12,437.00

9. Reboiler

Adapun spesifikasi reboiler ditunjukkan dengan tabel berikut:

Tabel 3. 9 Spesifikasi Reboiler

Kode	E-341
Fungsi	Untuk menguapkan kembali hasil bawah dari D-311
Jenis	<i>Shell and tube</i>
Beban Panas	134.493,5679 btu/jam
Luas Transfer Panas	238,7008 ft ²
Panjang (ft)	16 ft
Shell Side (ID)	12,00 in
Tube Side (OD)	0,75 in
Dirt Factor	0,001 m ²
Jumlah	1
Harga	US\$ 7,303.00

10. Accumulator

Adapun spesifikasi accumulator ditunjukkan dengan tabel berikut:

Tabel 3. 10 Spesifikasi Accumulator

Kode	F-321	F-322
Fungsi	Menampung hasil atas separator (H-311)	Menampung kondensat dari menara distilasi (D-311)
Tipe	<i>Silinder Horizontal</i>	<i>Silinder Horizontal</i>
Bahan	<i>Carbon Steel SA-283 grade C</i>	<i>Carbon Steel SA-283 grade C</i>
Diameter	0,3151 m	1,0991 m
Panjang	1,8905 m	6,5948 m
Volume	155,527 L	6.601,529 L
Suhu	50°C	228°C
Tekanan	2 atm	1 atm
Waktu tinggal	5 menit	5 menit
Tebal head	0,007936 m	0,009525 m
Harga	US\$ 14,035.00	US\$ 14,035.00

11. *Kompresor*

Adapun spesifikasi kompresor ditunjukkan dengan tabel berikut:

Tabel 3. 11 Spesifikasi Kompresor

Kode	G-321
Fungsi	Menaikkan tekanan gas keluaran dari H-311
Tipe	<i>Rotary screw</i>
Tekanan	Pin = 2 atm Pout = 4 atm
Temperatur	50°C
Daya	13 Hp
Harga	US\$ 18,256.00

12. *Expantion Valve*

Adapun spesifikasi expansion valve ditunjukkan dengan tabel berikut:

Tabel 3. 12 Spesifikasi Expansion Valve

Kode	G-211
Fungsi	Menurunkan tekanan cairan keluaran reaktor 2 (R-212)
Tipe	<i>Gate Valve</i>
Tekanan masuk	10 atm
Tekanan keluar	2 atm
Temperatur	T _{in} = 150°C T _{out} = 50 °C
Diameter	0,042 m
Harga	US\$ 3,252.00

13. Pompa

Adapun spesifikasi pompa ditunjukkan dengan tabel berikut:

Tabel 3. 13 Spesifikasi Pompa

Kode	L-111	L-112
Fungsi	Untuk memompa bahan baku Cresol (C_7H_8O) ke ke tangki penimpan (F-111)	Untuk memompa bahan baku Phosphorus Oxychloride ($POCl_3$) ke tangki penyimpanan (F-112)
Jenis	Sentrifugal	Sentrifugal
Diameter	0,039 m	0,024 m
Tenaga Motor	3 Hp	1,0 Hp
Jumlah	1 buah	1 buah
Harga	US\$ 1,826.00	US\$ 3,195.00

14. Pompa

Adapun spesifikasi pompa ditunjukkan dengan tabel berikut:

Tabel 3. 14 Spesifikasi Pompa

Kode	L-113	L-114	L-211
Fungsi	Untuk memompa bahan baku Cresol (C_7H_8O) ke reaktor 1 (R-211)	Untuk memompa bahan baku Phosphorus Oxychloride ($POCl_3$) ke reaktor 1 (R-211)	Untuk mengalirkan fluida hasil reaktor 1 (R-211) menuju ke reaktor 2 (R-212)
Jenis	Sentrifugal	Sentrifugal	Sentrifugal
Diameter	0,039 m	0,024 m	0,0422 m
Tenaga Motor	3 Hp	1,0 Hp	0,2 Hp
Jumlah	1 buah	1 buah	1 buah
Harga	US\$ 1,826.00	US\$ 3,195.00	US\$ 2,967.00

15. Pompa

Adapun spesifikasi Reaktor Alir Tangki Berpengaduk ditunjukkan dengan tabel berikut:

Tabel 3. 15 Spesifikasi Pompa

Kode	L-311	L-312	L-313
Fungsi	Untuk mengalirkan campuran fluida hasil bawah separator (H-311) ke Menara Distilasi (D-311)	Untuk mengalirkan hasil atas separator (H-311) ke tangki penyimpanan (F-311)	Untuk mengalirkan hasil atas Menara Distilasi (D-311) ke HE (E-322)
Jenis	Sentrifugal	Sentrifugal	Sentrifugal
Diameter	0,035 m	0,122 m	0,04 m
Tenaga Motor	0,0674 Hp	0,17 Hp	0,910 Hp
Jumlah	1 buah	1 buah	1 buah
Harga	US\$ 2,168.00	US\$ 2,396.00	US\$ 2,853.00

3.3 Perencanaan Produksi

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

a.) Kemampuan pasar

Dapat dibagi 2 kemungkinan, yaitu:

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

b.) Kemampuan pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain:

- Material (bahan baku)

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

- Manusia (tenaga kerja)
Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu perlu dilakukan pelatihan atau training pada karyawan agar keterampilannya meningkat.
- Mesin (peralatan)
Ada dua hal yang mempengaruhi keandalan dan kemampuan mesin, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja efektif adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu. Kemampuan mesin adalah kemampuan suatu alat dalam proses produksi.

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Lokasi suatu pabrik merupakan unsur yang kuat dalam menunjang berhasil atau tidaknya suatu industri. Diperlukan pertimbangan yang mendalam dari berbagai faktor guna memilih lokasi pabrik. Hal utama yang harus diperhatikan adalah suatu pabrik harus sedemikian rupa sehingga mempunyai biaya produksi dan distribusi seminimal mungkin serta memiliki kemungkinan yang baik untuk dikembangkan.

Dari faktor pertimbangan diatas, maka lokasi pabrik dipilih berada di kawasan industri Gresik, Jawa Timur dengan alasan:

1. Tersedia bahan baku *cresol* (C_7H_8O) didapatkan dari PT Petrocentral Gresik, Jawa Timur, sehingga mempermudah proses produksi dengan pemipaan langsung bahan baku ke unit proses. Sedangkan bahan *phosphorus oxychloride* ($POCl_3$) didapatkan dengan mengimpor dari Great Lake Chemical Nitro (USA).
2. Lokasi dekat dengan kota Surabaya dan Malang yang merupakan penyedia tenaga kerja terdidik yang memadai.

3. Gresik seperti daerah lain di Indonesia beriklim tropis yang tidak menimbulkan masalah dalam mengoperasikan pabrik.
4. Karakteristik lokasi daerah Gresik merupakan tanah daratan dan tidak termasuk daerah rawan gempa.



Gambar 4. 1 Peta Gresik Jawa Timur

4. 2 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik merupakan tempat kedudukan dari bagian-bagian pabrik yang meliputi tempat karyawan bekerja, tempat kerja peralatan dan tempat penyimpana bahan yang ditinjau dari segi hubungan antara satu dengan yang lainnya.

Selain peralatan yang tercantum dalam *flow sheet* proses, beberapa bangunan fisik lainnya seperti kantor, gudang, laboratorium, bengkel dan lain sebagainya harus terletak pada bagian yang seefisien mungkin, terutama ditinjau dari segi lalu lintas barang, kontrol, keamanan, dan ekonomi. Selain

itu yang harus diperhatikan dalam penentuan tata letak pabrik adalah penempatan alat-alat produksi sedemikian rupa sehingga dalam proses produksi dapat memberikan kenyamanan.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penentuan tata letak pabrik adalah sebagai berikut :

1.) Perluasan pabrik

Perluasan pabrik dan penambahan bangunan dimasa mendatang harus sudah masuk dalam perhitungan awal. Sehingga sejumlah areal khusus sudah harus disiapkan sebagai perluasan pabrik bila suatu saat dimungkinkan pabrik menambah peralatannya untuk menambah kapasitas.

2.) Keamanan

Faktor terberat dalam menentukan tata letak pabrik adalah faktor keamanan, yaitu keamanan terhadap bahaya kebakaran, ledakan asap ataupun gas beracun. Sehingga meskipun sudah dilengkapi dengan alat-alat pengaman seperti *hydrant*, penahan ledakan, maupun asuransi pabrik, namun faktor-faktor pencegah harus tetap diadakan dengan maksud untuk memudahkan sistem pertolongan jika sewaktu-waktu terjadi hal-hal yang tidak diinginkan. Misalnya penyimpanan bahan baku dan produk pada areal khusus, juga pemberian jarak antar ruang yang cukup untuk tempat-tempat rawan.

3.) Luas areal yang tersedia

Harga tanah menjadi faktor yang membatasi kemampuan penyediaan areal, sehingga bila harga tanah sedemikian tinggi maka terkadang diperlukan efisiensi yang tinggi terhadap pemakaian ruang.

4.) Bangunan

Bangunan yang ada secara fisik harus memenuhi standar dan perlengkapan yang menyertainya seperti ventilasi, instalasi, dan lain-lainnya tersedia dan memenuhi syarat.

5.) Penempatan instalasi dan utilitas

Distribusi gas, udara, air dan listrik memerlukan instalasi pada setiap pabrik, sehingga keteraturan penempatan instalasi akan membantu kemudahan kerja dan *maintenance*.

6.) Jaringan jalan raya

Untuk pengangkutan bahan, keperluan perbaikan, pemeliharaan dan keselamatan kerja, maka diantara daerah proses dibuat jalan yang cukup untuk memudahkan mobil keluar masuk, sehingga bila terjadi suatu bencana maka tidak akan mengalami kesulitan dalam menanggulangnya.

➤ Secara garis besar tat letak pabrik dibagi dalam beberapa daerah utama, yaitu :

1. Daerah administrasi/perkantoran, laboratorium dan fasilitas pendukung.

Areal ini terdiri dari:

- Daerah administrasi sebagai pusat kegiatan administrasi dan keuangan pabrik.
- Laboratorium sebagai pusat kontrol kualitas bahan baku dan produk.
- Fasilitas – fasilitas bagi karyawan seperti : poliklinik, kantin, aula dan masjid.

2. Daerah proses dan perluasan.

Merupakan lokasi alat-alat proses diletakkan untuk kegiatan produksi dan perluasannya.

3. Daerah pergudangan umum, bengkel dan garasi.

4. Daerah utilitas dan pemadam kebakaran

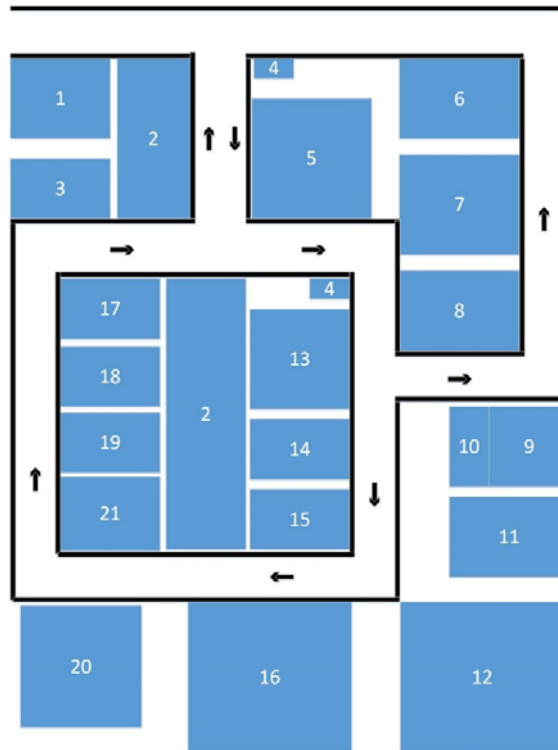
Merupakan lokasi pusat kegiatan penyediaan air, steam, air pendingin dan tenaga listrik disediakan guna menunjang jalannya proses serta unit pemadam kebakaran.

Dalam uraian di atas maka dapat disimpulkan bahwa tujuan dari pembuatan tata letak pabrik adalah sebagai berikut :

- a) Mengadakan integrasi terhadap semua faktor yang mempengaruhi produk.
- b) Mengalirkan kerja dalam pabrik sesuai dengan jalannya diagram alir proses.
- c) Mengerjakan perpindahan bahan sesedikit mungkin.
- d) Menggunakan seluruh areal secara efektif.
- e) Menjamin keselamatan dan kenyamanan karyawan.
- f) Mengadakan pengaturan alat-alat produksi yang fleksibel.

Tabel 4. 1 Rincian Area Bangunan Pabrik Tricresyl Phosphate

Lokasi	Panjang, m	Lebar, m	Luas, m ²
	M	M	m ²
Kantor Utama	20	30	600
Pos Satpam (x2)	8	5	80
Parkir Tamu	30	20	600
Parkir karyawan	30	20	600
Parkir Truk	20	12	240
Timbangan Truk	15	6	90
Klinik dan koperasi	20	15	300
Masjid dan Aula	20	30	600
Kantor Pusat	40	30	1.200
Kantin	20	15	300
Unit pemadam kebakaran	20	15	300
bengkel	12	25	300
Gudang	25	15	375
Laboratorium	25	15	375
Pengolahan Limbah	20	30	600
Area proses	54	44	2.500
Control Room	30	15	450
Utilitas	30	30	900
control utilitas	20	10	200
Perluasan pabrik	54	44	2.500
Total			12.310



Gambar 4. 2 Layout Tata Letak Pabrik Tricresyl Phosphate (skala 1:2000)

Keterangan gambar :

- | | |
|---------------------|---------------------------|
| 1. Parkir tamu | 11. Gudang |
| 2. Taman | 12. Area perluasan |
| 3. Klinik & Operasi | 13. Kantor Engineering |
| 4. Satpam | 14. Laboratorium |
| 5. Kantor utama | 15. Control Room |
| 6. Masjid & Aula | 16. Area Proses |
| 7. Mess | 17. Kantin |
| 8. Parkir Karyawan | 18. Unit Pemadam Kebakara |
| 9. Parkir Truk | 19. Control Room Utilitas |
| 10. Ruang Timbangan | 20. Utilitas |

4.3 Tata Letak Alat Proses

Pengaturan letak peralatan proses pabrik harus dirancang seefisien mungkin. Beberapa pertimbangan yang perlu diperhatikan adalah:

1. Ekonomi

Letak alat-alat proses harus sebaik mungkin sehingga memberikan biaya konstruksi dan operasi yang minimal. Biaya konstruksi dapat diminimalkan dengan mengatur letak alat sehingga menghasilkan pemipaan yang terpendek dan membutuhkan bahan konstruksi paling sedikit.

2. Kebutuhan proses

Letak alat harus memberikan ruangan yang cukup bagi masing-masing alat agar dapat beroperasi dengan baik, dengan distribusi utilitas yang mudah.

3. Operasi

Peralatan yang membutuhkan perhatian lebih dari operator harus diletakkan dekat *control room*. *Valve*, tempat pengambilan sampel, dan instrumen harus diletakkan pada posisi dan ketinggian yang mudah dijangkau oleh operator.

4. Perawatan

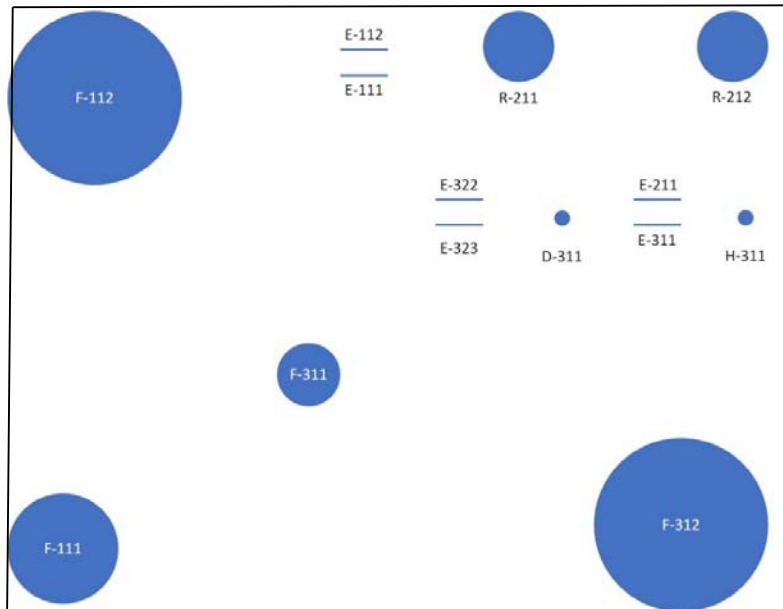
Letak alat proses harus memperhatikan ruangan untuk perawatan. Misalnya pada *Heat Exchanger* yang memerlukan ruangan yang cukup untuk pembersihan *tube*.

5. Keamanan

Letak alat-alat proses harus sebaik mungkin, agar jika terjadi kebakaran tidak ada yang terperangkap di dalamnya serta mudah dijangkau oleh kendaraan atau alat pemadam kebakaran.

6. Perluasan dan Pengembangan Pabrik

Setiap pabrik yang didirikan diharapkan dapat berkembang dengan penambahan unit sehingga diperlukan susunan pabrik yang memungkinkan adanya perluasan.



Gambar 4. 3 Tata Letak Alat Proses (Skala 1:1000)

Keterangan gambar:

F-111 = Tangki Penyimpan Bahan Baku 2 Phosphorus Oxychloride

F-112 = Tangki Penyimpan Bahan Baku 1 Cresol

E-112 = Heat Exchanger dari Tangki Bahan Baku 1 menuju Reaktor

E-111 = Heat Exchanger dari Tangki Bahan Baku 2 menuju Reaktor

R-211 = Reaktor 1 (RATB)

R-212 = Reaktor 2 (RATB)

H-311 = Separator

E-221 = Cooler dari reaktor menuju separator

E-311 = Heat Exchanger dari Separator ke Menara Distilasi

D-311 = Menara Distilasi

E-322 = Cooler dari Menara Distilasi (hasil atas)

E-323 = Cooler dari Menara Distilasi (hasil bawah)

F-311 = Tangki Penyimpan Produk Samping (HCl)

F-312 = Tangki Penyimpan Produk Utama (TCP)

4. 4 Alir Proses dan Material

4.4. 1 Neraca Massa

Basis perhitungan neraca massa :

Kapasitas produk : 15.000 ton/tahun

Diambil dalam 1 tahun : 330 hari kerja

1 hari kerja : 24 jam

Basis perhitungan : 1 jam

$$= \left[\frac{15.000 \text{ ton}}{1 \text{ tahun}} \right] \times \left[\frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \right] \times \left[\frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \right] \times \left[\frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}} \right]$$

$$= 1893,939 \text{ kg/jam}$$

a. Neraca Massa Reaktor 01 (R-211)

Tabel 4. 2 Neraca Massa Reaktor 01 (R-211)

Komponen	BM (Kg/kmol)	Input (Kg/Jam)		Output (Kg/jam)
		1	2	
C ₇ H ₈ O	108	1804,768		685,812
C ₆ H ₆ O	94	36,832		36,832
POCl ₃	153,5		816,047	285,924
PCl ₃	137		4,101	4,101
C ₂₁ H ₂₁ PO ₄	368			1270,913
HCl	36,5			378
		1841,600	820,148	2661,748
Total		2661,748		2661,748

b. Neraca Massa Reaktor 2 (R-212)

Tabel 4. 3 Neraca Massa Reaktor 02 (R-212)

Komponen	BM (Kg/kmol)	Input (Kg/Jam)	Output (Kg/jam)
		3	4
C ₇ H ₈ O	108	685,812	137,162
C ₆ H ₆ O	94	36,832	36,832
POCl ₃	153,5	285,924	25,993
PCl ₃	137	4,101	4,101
C ₂₁ H ₂₁ PO ₄	368	1270,913	1894,071
HCl	36,5	378,166	563,589
Total		2661,748	2661,748

c. Neraca Massa Separator (H-311)

Tabel 4. 4 Neraca Massa Separator (H-311)

Komponen	BM (Kg/kmol)	Input (Kg/Jam)	Output (Kg/jam)	
		4	5	6
C ₇ H ₈ O	108	137,162	1,015	136,147
C ₆ H ₆ O	94	36,832	0,011	36,820
POCl ₃	153,5	25,993	0,008	25,985
PCl ₃	137	4,100	0,000	4,100
C ₂₁ H ₂₁ PO ₄	368	1894,071	0,132	1893,939
HCl	36,5	563,589	563,589	
		2661,748	564,699	2096,992
Total		2661,748	2661,748	

d. Neraca Massa Menara Distilasi (D-311)

Tabel 4. 5 Tabel 4.4 Neraca Massa Menara Distilasi (D-311)

Komponen	BM (Kg/kmol)	Input (Kg/Jam)			Output (Kg/jam)	
		6	7	8		
C ₇ H ₈ O	108	136,147	117,208		18,939	
C ₆ H ₆ O	94	36,821	36,820			
POCl ₃	153,5	25,985	25,985			
PCl ₃	137	4,100	4,100			
C ₂₁ H ₂₁ PO ₄	368	1893,939	18,939		1874,999	
		2096,992	203,053		1893,939	
Total		2096,992	2096,992			

4.4. 2 Neraca Panas

a. Neraca Panas Reaktor 01 (R-211)

Tabel 4. 6 Neraca Panas Reaktor 01 (R-211)

Komponen	Input (KJ/Jam)		Output (KJ/jam)	
C ₇ H ₈ O	518518,988		197037,261	
C ₆ H ₆ O	10667,331		10667,331	
POCl ₃	99274,419		34783,461	
PCl ₃	474,189		474,189	
C ₂₁ H ₂₁ PO ₄			208113,036	
HCl			186931,912	
	628934,927		638007,190	
PANAS REAKSI	8410,007			
	637344,933		638007,190	
BEBAN PEMANAS	662,257			
	638007,190		638007,190	

b. Neraca Panas Reaktor 02 (R-212)

Tabel 4. 7 Neraca Panas Reaktor 02 (R-212)

Komponen	Input (KJ/Jam)	Output (KJ/jam)
	3	4
C ₇ H ₈ O	197037,266	39407,453
C ₆ H ₆ O	10667,334	10667,334
POCl ₃	34783,503	3162,137
PCl ₃	474,159	474,159
C ₂₁ H ₂₁ PO ₄		310155,678
HCl		278711,072
	242962,261	642577,832
PANAS REAKSI	-382133,301	
	-139171,040	642577,832
BEBAN PEMANAS	781748,872	
	642577,832	642577,832

c. Neraca Panas Separator (H-311)

Tabel 4. 8 Neraca Panas Separator (H-311)

Komponen	Input (KJ/Jam)	Output (KJ/jam)	Output (KJ/jam)
	3	4	5
C ₇ H ₈ O	39407,453	171,442	22995,907
C ₆ H ₆ O	10667,334	1,884	6254,028
POCl ₃	3162,137	0,561	1832,804
PCl ₃	474,159	0,052	272,526
C ₂₁ H ₂₁ PO ₄	310155,678	13,717	196688,411
HCl	278711,072	141974,301	14,202
	642577,832	142161,958	228057,880
	642577,832	370219,838	
BEBAN PENDINGIN		272357,994	
	642577,832	642577,832	

d. Neraca Panas Menara Distilasi (D-311)

Tabel 4. 9 Neraca Panas Menara Distilasi (D-311)

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	6	7	8
C ₇ H ₈ O	136,147	117,208	18,939
C ₆ H ₆ O	36,821	36,821	
POCl ₃	25,985	25,985	
PCl ₃	4,100	4,100	
C ₂₁ H ₂₁ PO ₄	1893,939	18,939	1874,999
Total	2096,993	2096,993	

e. Neraca Panas HE 01 (E-111)

Tabel 4. 10 Neraca Panas HE 01 (E-111)

komponen	panas masuk			panas keluar		
	n	CpdT	Qin	n	CpdT	Qout
POCl ₃	5,316	698,091	3711,238	5,316	18673,710	99274,450
PCL ₃	0,029	584,256	17,488	0,029	15840,990	474,158
Total Q in			3728,726	Total Q out		99748,61

f. Neraca Panas HE 02 (E-112)

Tabel 4. 11 Neraca Panas HE 02 (E-112)

komponen	panas masuk			panas keluar		
	n	CpdT	Qin	n	CpdT	Qout
C ₇ H ₇ O	16,710	1180,881	19733,480	16,710	31028,950	518519,100
C ₆ H ₆ O	0,391	1028,567	403,023	0,391	27224,400	10667,330
Total Q in			20136,510	Total Q out		529186,500

g. Neraca Panas HE 03 (E-311)

Tabel 4. 12 Neraca Panas HE 03 (E-311)

komponen	panas masuk			panas keluar		
	n	CpdT	Qin	n	CpdT	Qout
C ₇ H ₈ O	1,260	5956,274	7508,621	1,260	51192,210	64534,130
C ₆ H ₆ O	0,391	5196,279	2035,444	0,391	27224,400	10664,120
POCl ₃	0,169	3517,303	595,429	0,169	18673,710	3161,169
PCL ₃	0,029	2945,508	88,149	0,029	15840,990	474,067
C ₂₁ H ₂₁ PO ₄	5,146	13369,090	68805,010	5,146	60260,300	310134
HCl	0,001	2634,039	4,068	0,001	18050,300	27,877
Total Q in			79036,720	Total Q out		388995,400

h. Neraca Panas Cooler 01 (E-211)

Tabel 4. 13 Neraca Panas Cooler 01 (E-211)

komponen	panas keluar			panas masuk		
	n	CpdT	Qout	n	CpdT	Qin
C ₇ H ₈ O	1,270	29068,050	36917,070	1,270	5956,274	7564,601
C ₆ H ₆ O	0,391	27224,400	10667,330	0,391	5196,279	2036,057
POCl ₃	0,169	18673,710	3162,137	0,169	3517,303	595,607
PCL ₃	0,029	15840,990	474,158	0,029	2945,508	88,166
C ₂₁ H ₂₁ PO ₄	1,693	60260,300	102042,600	1,693	13369,090	22638,730
HCl	0	18050,300	0	0	2634,039	0
Total Q in			153263,300	Total Q out		32923,160

i. Neraca Panas Cooler 02 (E-322)

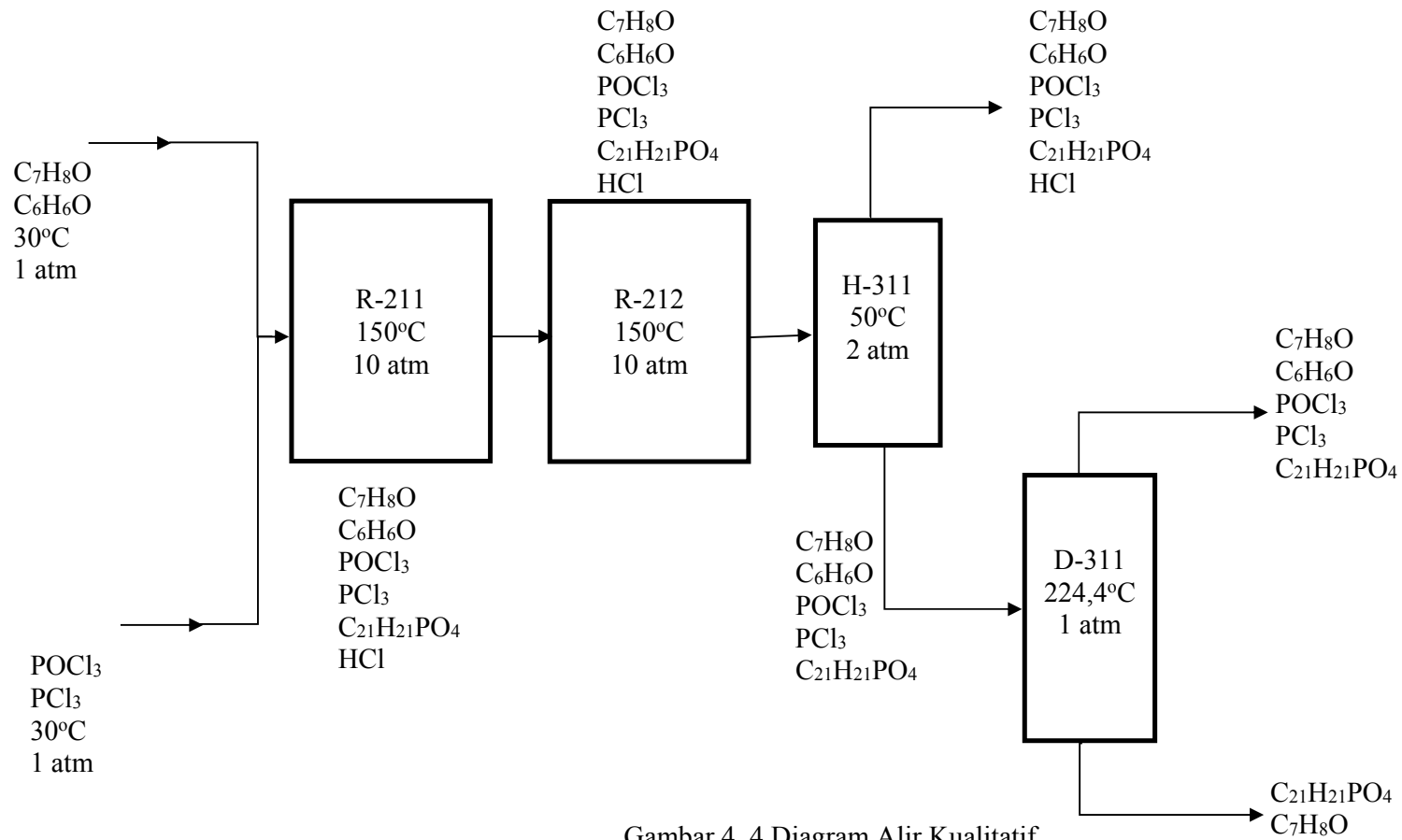
Tabel 4. 14 Neraca Panas Cooler 02 (E-322)

komponen	panas masuk			panas keluar		
	n	CpdT	Qin	n	CpdT	Qout
C ₇ H ₈ O	1,085	52325,010	56786,190	1,085	1180,881	1281,561
C ₆ H ₆ O	0,391	46040,670	18034,680	0,391	1028,567	402,902
POCl ₃	0,169	32539,440	5508,422	0,169	698,090	118,175
PCl ₃	0,029	28193,210	843,728	0,029	584,256	17,484
C ₂₁ H ₂₁ PO ₄	0,051	88367,820	4547,915	0,051	2721,020	140,039
Total Q in			85720,930	Total Q out		1960,164

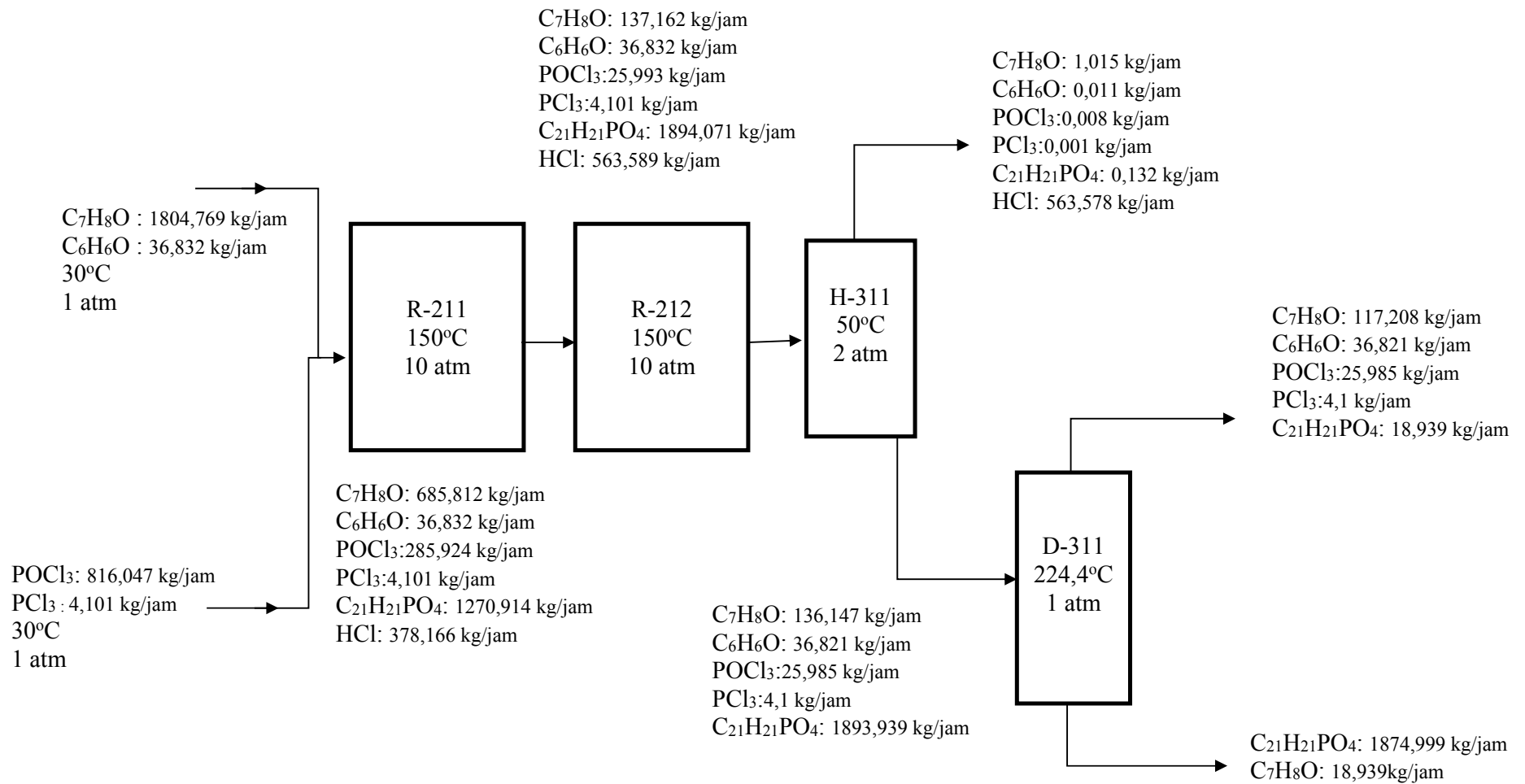
j. Neraca Panas Cooler 3 (E-323)

Tabel 4. 15 Neraca Panas Cooler 3 (E-323)

komponen	panas masuk			panas keluar		
	n	CpdT	Qin	n	CpdT	Qout
C ₇ H ₈ O	0,175	75002,180	13152,740	0,175	1180,881	207,084
C ₂₁ H ₂₁ PO ₄	5,095	106936,400	544852,600	5,095	2721,020	13863,890
Total Q in			558005,300	Total Q out		14070,970



Gambar 4. 4 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 4. 5 Diagram Alir Kuantitatif

4. 5 Perawatan

Maintenance berguna untuk menjaga saran atau fasilitas peralatan pabrik dengan cara pemeliharaan dan perbaikan alat agar produksi dapat berjalan dengan lancar dan produktifitas menjadi tinggi sehingga akan tercapai target produksi dan spesifikasi produk yang diharapkan.

Perawatan preventif dilakukan setiap hari untuk menjaga dari kerusakan alat dan kebersihan lingkungan alat. Sedangkan perawatan periodik dilakukan secara terjadwal sesuai dengan buku petunjuk yang ada. Penjadwalan tersebut dibuat sedemikian rupa sehingga alat-alat mendapat perawatan khusus secara bergantian. Alat-alat berproduksi secara kontinyu dan akan berhenti jika terjadi kerusakan.

Perawatan alat-alat proses dilakukan dengan prosedur yang tepat. Hal ini dapat dilihat dari penjadualan yang dilakukan pada tiap-tiap lat. Perawatan mesin tiap-tiap alat meliputi:

1.) *Over haul*

Merupakan perbaikan dan pengecekan serta *leveling* alat secara keseluruhan meliputi pembongkaran alat, pergantian bagian-bagian alat yang sudah rusak, kemudian kondisi alat dikembalikan seperti kondisi semula.

2.) *Repairing*

Merupakan kegiatan *maintenance* yang bersifat memperbaiki bagian-bagian alat. Hal ini biasanya dilakukan setelah pemeriksaan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi *maintenance*:

- Umur alat

Semakin tua umur alat semakin banyak pula perawatan yang harus diberikan yang menyebabkan bertambahnya biaya perawatan.

- Bahan baku

Penggunaan bahan baku yang kurang berkualitas akan menyebabkan kerusakan alat sehingga alat akan lebih sering dibersihkan.

- Tenaga manusia

Pemanfaatan tenaga kerja terdidik, terlatih dan berpengalaman akan menghasilkan pekerjaan yang baik pula.

4.6 Pelayanan Teknik (Utilitas)

Untuk mendukung proses dalam suatu pabrik diperlukan sarana penunjang yang penting demi kelancaran jalannya proses produksi. Sarana penunjang merupakan sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai yang diinginkan.

Salah satu faktor yang menunjang kelancaran suatu proses produksi didalam pabrik yaitu penyediaan utilitas. Penyediaan utilitas ini meliputi:

1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)
2. Unit Pembangkit Steam (*Steam Generation System*)
3. Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)
4. Unit Penyediaan Bahan Bakar

4.6. 1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (Water Treatment System)

Unit ini bertujuan untuk mengolah kebutuhan air didalam proses produksi.

4.6.1. 1 Unit Penyediaan Air

Untuk memenuhi kebutuhan air suatu industri, pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumber untuk mendapatkan air. Dalam perancangan pabrik *Tricresyl Phosphate* ini, sumber air yang digunakan berasal air sungai yang terdekat dengan pabrik. Pertimbangan menggunakan air sungai sebagai sumber untuk mendapatkan air adalah:

- Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi, sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari.
- Pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana dan biaya pengolahan relatif murah dibandingkan dengan proses pengolahan air laut yang lebih rumit dan biaya pengolahannya umumnya lebih besar.

Air yang diperlukan pada pabrik ini adalah:

a. Air pendingin

Pada umumnya air digunakan sebagai media pendingin karena faktor-faktor berikut:

- Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar.
- Mudah dalam pengolahan dan pengaturannya.
- Dapat menyerap jumlah panas yang relatif tinggi persatuan volume.

- Tidak mudah menyusut secara berarti dalam batasan dengan adanya perubahan temperatur pendingin.
- Tidak terdekomposisi.

b. Air Umpan Boiler (*Boiler Feed Water*)

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan boiler adalah sebagai berikut:

- Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi.

Korosi yang terjadi dalam boiler disebabkan air mengandung larutan-larutan asam, gas-gas terlarut seperti O₂, CO₂, H₂S dan NH₃. O₂ masuk karena aerasi maupun kontak dengan udara luar.

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

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

- Zat yang menyebabkan *foaming*.

Air yang diambil kembali dari proses pemanasan bisa menyebabkan *foaming* pada boiler karena adanya zat-zat organik yang tak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terutama terjadi pada alkalitas tinggi.

c. Air sanitasi.

Air sanitasi adalah air yang akan digunakan untuk keperluan sanitasi. Air ini antara lain untuk keperluan perumahan, perkantoran laboratorium, dan masjid. Air sanitasi harus memenuhi kualitas tertentu, yaitu:

- Syarat fisika, meliputi:

Suhu : Di bawah suhu udara

Warna : Jernih

Rasa : Tidak berasa

Bau : Tidak berbau

- Syarat kimia, meliputi:
 - Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air.
 - Tidak mengandung bakteri.

4.6.1. 2 Unit Pengolahan Air

Untuk perancangan pabrik *Tricresyl Phosphate* ini, kebutuhan air diambil dari air sungai yang terdekat dengan pabrik. Adapun tahap-tahap proses pengolahan air yang dilakukan meliputi:

1.) Clarifier

Kebutuhan air dalam suatu pabrik dapat diambil dari sumber air yang ada di sekitar pabrik dengan mengolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat untuk digunakan. Pengolahan tersebut dapat meliputi pengolahan secara fisika dan kimia, penambahan *desinfektan* maupun dengan penggunaan *ion exchanger*.

Mula-mula *raw water* diumpankan ke dalam tangki kemudian diaduk dengan putaran tinggi sambil menginjeksikan bahan-bahan kimia, yaitu:

- $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, yang berfungsi sebagai flokulan.
- Na_2CO_3 , yang berfungsi sebagai flokulan.

Air baku dimasukkan ke dalam *clarifier* untuk mengendapkan lumpur dan partikel padat lainnya, dengan menginjeksikan alum

($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$), koagulan acid sebagai pembantu pembentukan flok dan NaOH sebagai pengatur pH. Air baku ini dimasukkan melalui bagian tengah *clarifier* dan diaduk dengan agitator. Air bersih keluar dari pinggir *clarifier* secara *overflow*, sedangkan *sludge* (flok) yang terbentuk akan mengendap secara grafitasi dan di *blowdown* secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan. Air baku yang mempunyai *turbidity* sekitar 42 ppm diharapkan setelah keluar *clarifier turbidity*nya akan turun menjadi lebih kecil dari 10 ppm.

2.) Penyaringan

Air dari *clarifier* dimasukkan ke dalam *sand filter* untuk menahan/menyaring partikel-partikel solid yang lolos atau yang terbawa bersama air dari *clarifier*. Air keluar dari *sand filter* dengan *turbidity* kira-kira 2 ppm, dialirkan ke dalam suatu tangki penampung (*filter water reservoir*).

Air bersih ini kemudian didistribusikan ke menara air dan unit demineralisasi. *Sand filter* akan berkurang kemampuan penyaringannya. Oleh karena itu perlu diregenerasi secara periodik dengan *back washing*.

- Demineralisasi

Untuk umpan ketel (*boiler*) dibutuhkan air murni yang memenuhi persyaratan bebas dari garam-garam murni yang terlarut. Proses demineralisasi dimaksudkan untuk menghilangkan ion-ion yang

terkandung pada *filtered water* sehingga konduktivitasnya dibawah 0,3 Ohm dan kandungan silica lebih kecil dari 0,02 ppm.

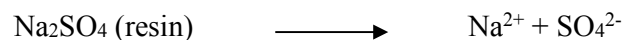
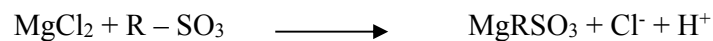
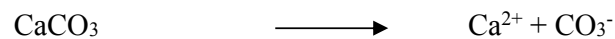
Adapun tahap-tahap proses pengolahan air untuk umpan ketel adalah sebagai berikut:

a) Cation Exchanger

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

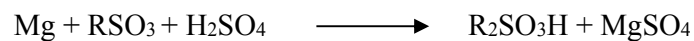
Sehingga air yang keluar dari kation tower adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ .

Reaksi:



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

Reaksi:

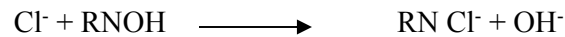
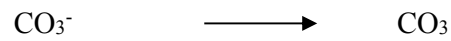


b) Anion Exchanger

Anion exchanger berfungsi untuk mengikat ion-ion negatif (anion) yang terlarut dalam air, dengan resin yang bersifat basa,

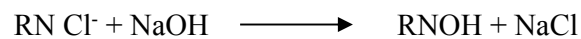
sehingga anion-anion seperti CO_3^{2-} , Cl^- dan SO_4^{2-} akan membantu garam resin tersebut.

Reaksi:



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

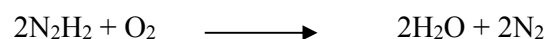
Reaksi:



c) Deaerasi

Dearasi adalah proses pembebasan air umpan ketel dari oksigen (O_2). Air yang telah mengalami demineralisasi (*polish water*) dipompakan kedalam *deaerator* dan diinjeksikan *Hidrazin* (N_2H_4) untuk mengikat oksigen yang terkandung dalam air sehingga dapat mencegah terbentuknya kerak (*scale*) pada tube boiler.

Reaksi:



Air yang keluar dari deaerator ini di dialirkan dengan pompa sebagai air umpan *boiler*. (*boiler feed water*)

- Pendinginan dan Menara Pendingin

Air yang telah digunakan pada cooler, temperaturnya akan naik akibat perpindahan panas. Oleh karena itu untuk digunakan kembali

perlu didinginkan pada *cooling tower*. Air yang didinginkan pada *cooling tower* adalah air yang telah menjalankan tugasnya pada unit-unit pendingin di pabrik.

4.6.1. 3 Kebutuhan Air

1) Kebutuhan Air Pendingin

Tabel 4. 16 Kebutuhan Air Pendingin

Nama Alat	Jumlah (kg/hari)
E-221	1.893,939
E-322	203,053
E-323	1.893,939
E-331	1.859,050
Total	5.849,981

Jumlah make up air pendingin sebesar 149,175 kg/jam

2) Kebutuhan Air Pembangkit Steam

Tabel 4. 17 Kebutuhan Air Pembangkit Steam

Nama alat	Jumlah (kg/jam)
R-211	454.932,778
R-212	454.932,778
E-111	468,652
E-112	88,399
E-311	285,360
E-341	111,221
Jumlah	91.0819,191

Air pembangkit steam 80% dimanfaatkan kembali, maka make up yang diperlukan 20%, sehingga :

$$\text{Make up steam} = 20\% \times 910.819,191 \text{ kg/jam} = 182.163,838 \text{ kg/jam}$$

3) Kebutuhan Air untuk Keperluan Domestik dan Rumah Tangga

Tabel 4. 18 Kebutuhan Air Domestik

Penggunaan	Kebutuhan (kg/hari)
Bengkel	200
Poliklinik	300
Laboratorium	500
Pemadam kebakaran	1.000
Kantin, mushola, taman	1.500
Total	3.500

Tabel 4. 19 Kebutuhan Air Rumah Tangga

Penggunaan	Kebutuhan (kg/hari)
Kebutuhan rumah tangga	12.000
Karyawan	13.500
Total	25.500

Jadi, total kebutuhan kebutuhan untuk domestik sebesar (3500+12000)

kg/hari = 29.000 kg/hari = 1.208,33 kg/jam

Tabel 4. 20 Total Keseluruhan Kebutuhan Air

Kebutuhan	Jumlah (kg/jam)
Kebutuhan Air Pendingin	149,175
Kebutuhan Air Pembangkit Steam	182.163,838
Kebutuhan Air Domestik	145,833
Kebutuhan Air Rumah Tangga	500
Total	182.958,846

4.6. 2 Unit Pembangkit Steam

Unit ini bertujuan untuk mencukupi kebutuhan steam pada proses produksi, yaitu dengan menyediakan ketel uap (boiler) dengan spesifikasi:

- Kapasitas : 182.163,838 kg/jam
- Tekanan : 1 atm
- Jenis : Saturated Steam
- Jenis alat : *Water Tube Boiler*
- Jumlah : 1 buah

Boiler tersebut dilengkapi dengan sebuah unit *economizer safety valve* sistem dan pengaman-pengaman yang bekerja secara otomatis.

Air dari *water treatment plant* yang akan digunakan sebagai umpan boiler terlebih dahulu diatur kadar silica, O₂, Ca, Mg yang mungkin masih terikut, dengan jalan menambahkan bahan-bahan kimia ke dalam *boiler feed water tank*. Selain itu juga perlu diatur pHnya yaitu sekitar 10,5 – 11,5 karena pada pH yang terlalu tinggi korosifitasnya tinggi.

Sebelum masuk ke boiler, umpan dimasukkan dahulu ke dalam *economizer*, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran minyak residu yang keluar dari boiler. Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 100 -102⁰C, kemudian diumpankan ke boiler.

Di dalam boiler, api yang keluar dari alat pembakaran (*burner*) bertugas untuk memanaskan lorong api dan pipa-pipa api. Gas sisa pembakaran ini masuk ke *economizer* sebelum dibuang melalui cerobong

asap, sehingga air di dalam boiler menyerap panas dari dinding-dinding dan pipa-pipa api maka air menjadi mendidih. Uap air yang terbentuk terkumpul sampai mencapai tekanan 9,87 atm, baru kemudian dialirkan ke *steam header* untuk didistribusikan ke area-area proses.

4.6.3 Unit Pembangkit Listrik

Kebutuhan listrik pada pabrik ini dipenuhi oleh 2 sumber, yaitu PLN dan *generator diesel*. Selain sebagai tenaga cadangan apabila PLN mengalami gangguan, *diesel* juga dimanfaatkan untuk menggerakkan power-power yang dinilai penting, antara lain *boiler*, *compressor*, pompa, dan *cooling tower*. Spesifikasi diesel yang digunakan adalah:

- Kapasitas : 400,798 KWh
- Jenis : *Generator Diesel*
- Jumlah : 1 buah

Prinsip kerja dari diesel ini adalah solar dan udara yang terbakar secara kompresi akan menghasilkan panas. Panas ini digunakan untuk memutar poros engkol sehingga dapat menghidupkan *generator* yang mampu menghasilkan tenaga listrik. Listrik ini didistribusikan ke panel yang selanjutnya akan dialirkan ke unit pemakai. Pada operasi sehari-hari digunakan tenaga listrik 50% dan *diesel* 50%. Tetapi apabila listrik padam, operasinya akan menggunakan tenaga listrik dari *diesel* 100%.

4.6. 4 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan pada *generator* dan *boiler*. Bahan bakar yang digunakan untuk *generator* adalah solar (*Industrial Diesel Oil*) yang diperoleh dari PT. Pertamina, Cilacap. Sedangkan bahan bakar yang dipakai pada boiler adalah *Medium Furnace Oil* yang juga diperoleh dari PT. Pertamina, Cilacap.

4.6. 5 Spesifikasi Alat-alat Utilitas

1) Pompa Utilitas

Adapun spesifikasi pompa ditunjukkan dengan tabel berikut:

Tabel 4. 21 Spesifikasi Pompa

Kode	PU – 01	PU – 02	PU – 03
Fungsi	Mengalirkan air dari sungai ke BU-01 dengan kapasitas 183567,415 kg/jam	Mengalirkan air dari BU-01 ke TU-01 dengan kapasitas 183567,415 kg/jam	Mengalirkan air dari TU-01 ke CLU dengan kapasitas 183567,415 kg/jam
Jenis	Centrifugal pump single stage	Centrifugal pump single stage	Centrifugal pump single stage
Kecepatan Volume	969,782 gpm	969,782 gpm	969,782 gpm
Kecepatan Linear	6,223 ft/dtk	6,223 ft/dtk	6,223 ft/dtk
Head Pompa	3,290 ft	3,603 ft	7,983 ft
Tenaga Pompa	2,690 Hp	2,945 Hp	8,158 Hp
Tenaga Motor	5 Hp	5 Hp	10Hp
Jumlah	2 buah	2 buah	2 buah
Harga	US\$ 574,73	US\$ 574,73	US\$ 574,73

2) Pompa Utilitas

Tabel 4. 22 Spesifikasi Pompa

Kode	PU – 04	PU – 05	PU – 06
Fungsi	Mengalirkan air dari CLU ke FU dengan kapasitas 183567,415 kg/jam	Mengalirkan air dari FU ke BU-02 dengan kapasitas 183567,415 kg/jam	Mengalirkan air dari BU-02 ke TU-02 dengan kapasitas 183567,415 kg/jam
Jenis	Centrifugal pump single stage	Centrifugal pump single stage	Centrifugal pump single stage
Kecepatan Volume	969,782 gpm	969,782 gpm	969,782 gpm
Kecepatan Linear	6,223 ft/dtk	6,223 ft/dtk	6,223 ft/dtk
Head Pompa	0,577 ft	1,662 ft	3,407 ft
Tenaga Pompa	0,471 Hp	1,358 Hp	2,786 Hp
Tenaga Motor	0,75 Hp	2 Hp	5 Hp
Jumlah	2 buah	2 buah	2 buah
Harga	US\$ 574,73	US\$ 574,73	US\$ 574,73

3) Pompa Utilitas

Tabel 4. 23 Spesifikasi Pompa

Kode	PU – 07	PU - 09	PU - 10
Fungsi	Mengalirkan air dari TU-02 untuk keperluan domestik dengan kapasitas 1208 kg/jam	Mengalirkan air dari KEU ke AEU dengan kapasitas 182.163,838 kg/jam	Mengalirkan air dari AEU ke DAU dengan kapasitas 182.163,838 kg/jam
Jenis	Centrifugal pump single stage	Centrifugal pump single stage	Centrifugal pump single stage
Kecepatan Volume	6,384 gpm	962,367 gpm	962,367 gpm
Kecepatan Linear	3,836 ft/dtk	6,176 ft/dtk	6,176 ft/dtk
Head Pompa	2,437 ft	3,303 ft	4,912 ft
Tenaga Pompa	0,0262 Hp	4,020 Hp	6,014 Hp
Tenaga Motor	0,05 Hp	7,50 Hp	10 Hp
Jumlah	2 buah	2 buah	2 buah
Harga	US\$ 574,73	US\$ 574,73	US\$ 574,73

4) Pompa Utilitas

Tabel 4. 24 Spesifikasi Pompa

Kode	PU – 11	PU – 12
Fungsi	Mengalirkan air dari DAU ke TU-03 dengan kapasitas 182163,838kg/jam	Mengalirkan air dari TU-03 ke BLU dengan kapasitas 1092983,029 kg/jam
Jenis	Centrifugal pump single stage	Centrifugal pump single stage
Kecepatan Volume	962,367 gpm	5.774,214 gpm
Kecepatan Linear	6,176 ft/dtk	6,366 ft/dtk
Head Pompa	1,661 ft	3,282 ft
Tenaga Pompa	2,021 Hp	11,411 Hp
Tenaga Motor	3 Hp	15 Hp
Jumlah	2 buah	2 buah
Harga	US\$ 574,73	US\$ 574,73

Diagram Alir Pengolahan Air Untuk Kebutuhan Steam

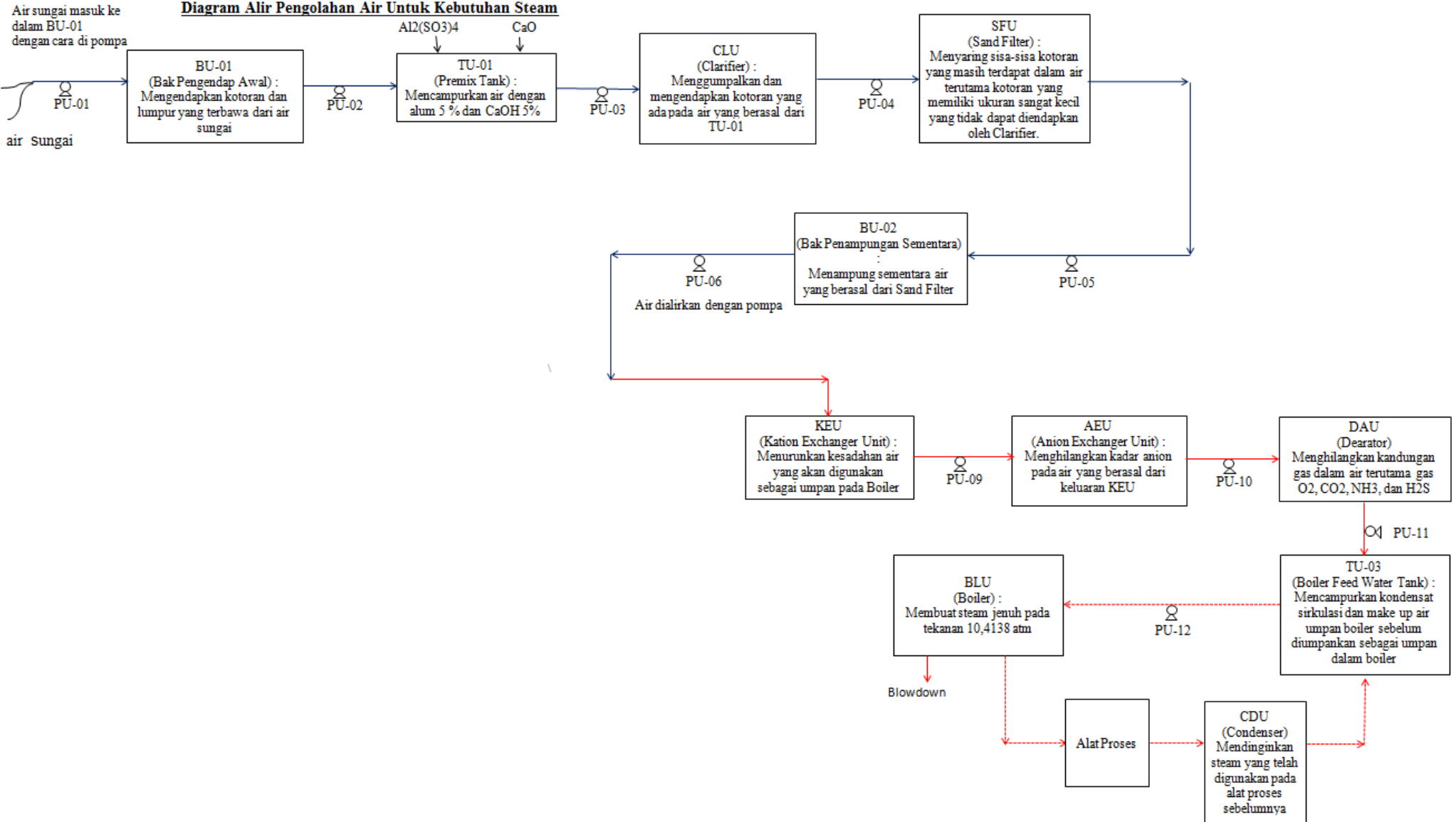
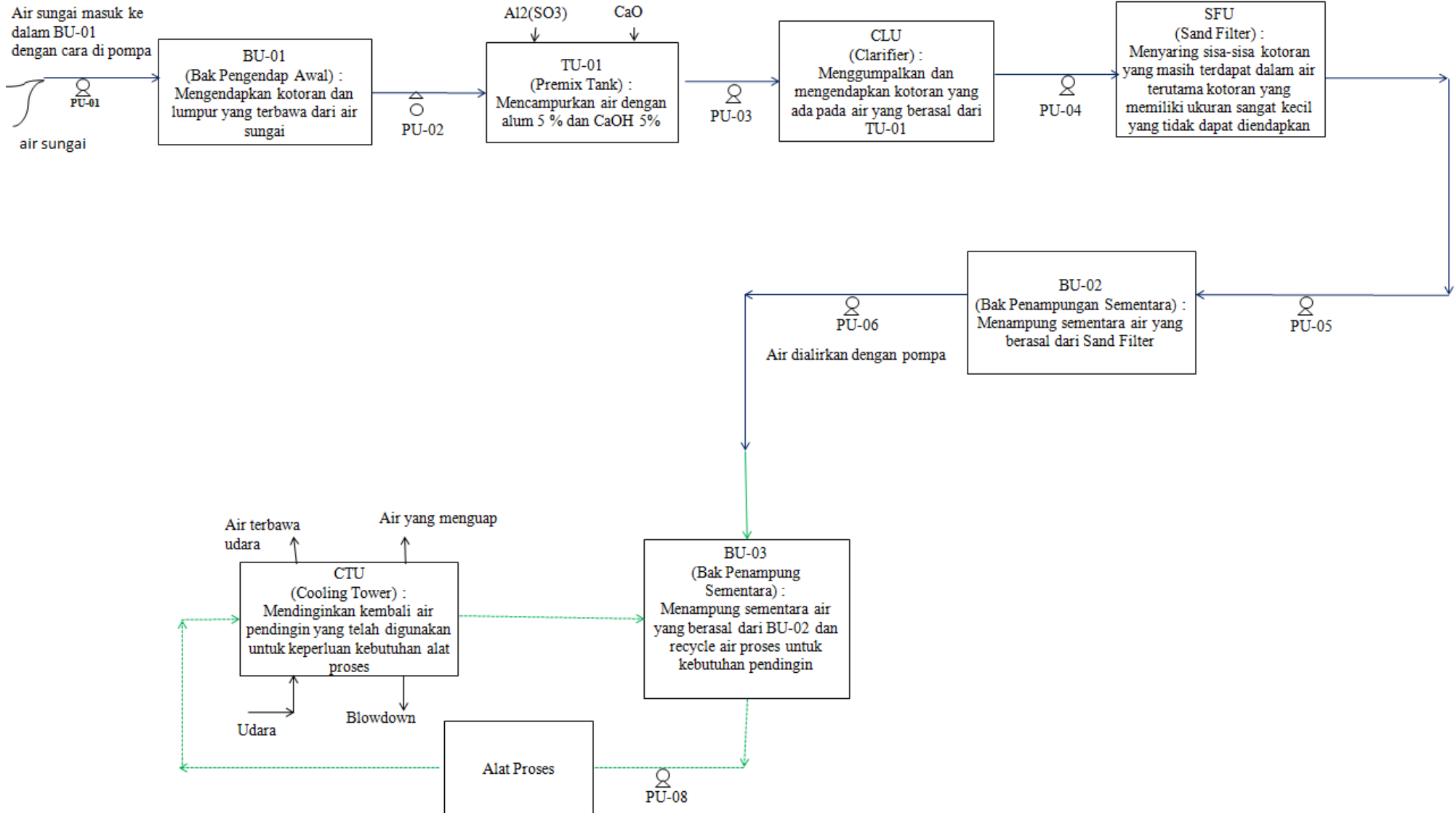


Diagram Alir Pengolahan Air Untuk Kebutuhan Pendingin



4.7 Organisasi Perusahaan

4.7.1 Bentuk Perusahaan

Pabrik *Tricresyl Phosphate* yang akan didirikan direncanakan berbentuk perseroan terbatas. Perseroan terbatas merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Dalam perseroan terbatas pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap saham.

Untuk perusahaan-perusahaan skala besar, biasanya menggunakan bentuk Perseroan Terbatas (PT/korporasi). Perseroan Terbatas (PT) merupakan asosiasi pemegang saham yang diciptakan berdasarkan hukum dan dianggap sebagai badan hukum.

Bentuk perseroan terbatas memiliki ciri-ciri sebagai berikut :

- a) Perusahaan dibentuk berdasarkan hukum.
Pembentukan menjadi badan hukum disertai akte perusahaan yang berisi informasi-informasi nama perusahaan, tujuan-tujuan perusahaan, jumlah modal dan lokasi kantor pusat. Setelah pengelola perusahaan menyerahkan akte perusahaan dan disertai uang yang diminta untuk keperluan akte perusahaan, maka ijin diberikan. Dengan ijin ini perusahaan secara sah dilindungi oleh hukum dalam pengelolaan intern perusahaan.
- b) Badan hukum terpisah dari pemiliknya (pemegang saham).

Hal ini bermaksud bahwa perusahaan ini didirikan bukan dari perkumpulan pemegang saham tetapi merupakan badan hukum yang terpisah. Kepemilikannya dimiliki dengan memiliki saham. Apabila seorang pemilik saham meninggal dunia, maka saham dapat dimiliki oleh ahli warisnya atau pihak lain sesuai dengan kebutuhan hukum. Kegiatan-kegiatan perusahaan tidak dipengaruhi olehnya.

- c) Menguntungkan bagi kegiatan-kegiatan yang berskala besar.

Perseroan terbatas sesuai dengan perusahaan berskala besar dengan aktifitas-aktifitas yang kompleks.

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan ini adalah berdasarkan atas beberapa faktor sebagai berikut :

- 1) Mudah untuk mendapatkan modal yaitu dengan menjual saham perusahaan.
- 2) Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.
- 3) Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain, pemilik perusahaan adalah pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta stafnya yang diawasi oleh dewan komisaris.
- 4) Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi, staf, serta karyawan perusahaan.
- 5) Lapangan usaha lebih luas.

Suatu perusahaan terbatas dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini dapat memperluas usahanya.

4.7. 2 Struktur Organisasi

Untuk menjalankan segala aktifitas didalam perusahaan secara efisien dan efektif, diperlukan adanya struktur organisasi. Struktur organisasi merupakan salah satu unsur yang sangat diperlukan dalam suatu perusahaan. Dengan adanya struktur yang baik maka para atasan dan para karyawan dapat memahami posisi masing-masing. Dengan demikian struktur organisasi suatu perusahaan dapat menggambarkan bagian, posisi, tugas, kedudukan, wewenang dan tanggung jawab dari masing-masing personil dalam perusahaan tersebut.

Untuk mendapatkan suatu sistem organisasi yang terbaik maka perlu diperhatikan beberapa azas yang dapat dijadikan pedoman antara lain :

- a) Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas
- b) Pendelegasian wewenang
- c) Pembagian tugas kerja yang jelas
- d) Kesatuan perintah dan tanggung jawab
- e) Sistem pengontrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan
- f) Organisasi perusahaan yang fleksibel.

Dengan berpedoman terhadap azas-azas tersebut, maka diperoleh bentuk struktur organisasi yang baik, yaitu : sistem line dan staf. Pada sistem ini, garis kekuasaan sederhana dan praktis. Demikian pula

kebaikan dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri atas orang-orang yang ahli dalam bidangnya. Staf ahli akan memberi bantuan pemikiran dan nasehat pada tingkat pengawas demi tercapainya tujuan perusahaan.

Ada dua kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi garis dan staf ini, yaitu :

- 1) Sebagai garis atau line yaitu orang-orang yang menjalankan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
- 2) Sebagai staf yaitu orang-orang yang melakukan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya, dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional.

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh seorang Dewan Komisaris, sedangkan tugas menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Manajer Produksi serta Manajer Keuangan dan Umum. Dimana Manajer Produksi membawahi bidang produksi, utilitas dan pemeliharaan. Sedangkan Manajer Keuangan dan Umum membidangi yang lainnya. Manajer membawahi beberapa Kepala Bagian yang akan bertanggung jawab membawahi atas bagian dalam perusahaan, sebagai bagian daripada pendelegasian wewenang dan tanggung jawab.

Masing-masing Kepala Bagian akan membawahi beberapa seksi dan masing-masing akan membawahi dan mengawasi beberapa karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan akan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang dipimpin oleh masing-masing kepala regu, dimana kepala regu akan bertanggung jawab kepada pengawas pada masing-masing seksi.

Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri dari orang-orang yang ahli dibidangnya. Staf ahli akan memberikan bantuan pemikiran dan nasehat kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan.

Manfaat adanya struktur organisasi tersebut adalah sebagai berikut :

- 1) Menjelaskan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab dan wewenang.
- 2) Sebagai bahan orientasi untuk pejabat.
- 3) Penempatan pegawai yang lebih tepat.
- 4) Penyusunan program pengembangan manajemen.
- 5) Mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.

4.7. 3 Tugas dan Wewenang

4.7.3. 1 Pemegang Saham

Pemegang saham (pemilik perusahaan) adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang

mempunyai bentuk perseroan terbatas adalah rapat umum pemegang saham. Pada rapat umum tersebut para pemegang saham:

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

4.7.3. 2 Dewan Komisaris

Dewan komisaris merupakan pelaksana dari para pemilik saham, sehingga dewan komisaris akan bertanggung jawab terhadap pemilik saham.

Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi :

1. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijaksanaan umum, target laba perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahannya
2. Mengawasi tugas-tugas direktur utama.
3. Membantu direktur utama dalam hal-hal penting.

4.7.3. 3 Direktur Utama

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya dalam hal maju mundurnya perusahaan. Direktur Utama bertanggung jawab pada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang telah diambil sebagai

pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Direktur Produksi dan Teknik, serta Direktur Keuangan dan Umum.

Direktur utama membawahi :

a. Direktur Teknik dan Produksi

Tugas Direktur Teknik dan Produksi adalah memimpin pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang produksi dan operasi, teknik, pengembangan, pemeliharaan peralatan, pengadaan, dan laboratorium.

b. Direktur Keuangan dan Umum

Tugas Direktur Keuangan dan Umum adalah bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan administrasi, personalia, keuangan, pemasaran, humas, keamanan, dan keselamatan kerja.

4.7.3. 4 Kepala Bagian

Secara umum tugas Kepala Bagian adalah mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian dapat juga bertindak sebagai staff direktur. Kepala bagian ini bertanggung jawab kepada direktur masing-masing. Kepala bagian terdiri dari:

4.7.3.4. 1 Kepala Bagian Proses dan Utilitas

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan pabrik dalam bidang proses dan penyediaan bahan baku dan utilitas.

4.7.3.4. 2 Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik. Dan Instrumentasi

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan pemeliharaan dan fasilitas penunjang kegiatan produksi.

4.7.3.4. 3 Kepala Bagian Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu

Tugas :Mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan penelitian, pengembangan perusahaan, dan pengawasan.

4.7.3.4. 4Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran, pengadaan barang, serta pembukuan keuangan.

4.7.3.4. 5Kepala Bagian Administrasi

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan tata usaha, personalia dan rumah tangga perusahaan.

4.7.3.4. 6Kepala Bagian Humas dan Keamanan

Tugas: Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan antara perusahaan dan masyarakat serta menjaga keamanan perusahaan.

4.7.3.4. 7Kepala Bagian Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan

Tugas : Bertanggung jawab terhadap keamanan pabrik dan kesehatan dan keselamatan kerja karyawan.

4.7.3. 5Kepala Seksi

Kepala seksi adalah pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh para Kepala Bagian masing-masing. Setiap kepala seksi bertanggung jawab terhadap kepala bagian masing-masing sesuai dengan seksinya.

4.7.3.5. 1Kepala Seksi Proses

Tugas:Memimpin langsung serta memantau kelancaran prosesproduksi.

4.7.3.5. 2Kepala Seksi Bahan Baku dan Produk

Tugas :Bertanggung jawab terhadap penyediaan bahan baku dan menjaga kemurnian bahan baku, serta megontrol produk yang dihasilkan.

4.7.3.5. 3Kepala Seksi Utilitas

Tugas : Bertanggung jawab terhadap penyediaan air, steam, bahan bakar, dan udara tekan baik untuk proses maupun instrumentasi.

4.7.3.5. 4Kepala Seksi Pemeliharaan dan Bengkel

Tugas: Bertanggung jawab atas kegiatan perawatan Dan penggantian alat-alat serta fasilitas pendukungnya.

4.7.3.5. 5Kepala Seksi Listrik dan Instrumentasi

Tugas : Bertanggung jawab terhadap penyediaan listrik dan instrumen.

4.7.3.5. 6Kepala Seksi Bagian Penelitian dan Pengembangan

Tugas : Mengkoordinasi kegiatan-kegiatan yang berhubungan dengan peningkatan produksi dan efisiensi proses secara keseluruhan.

4.7.3.5. 7Kepala Seksi Laboratorium dan pengendalian mutu

Tugas: Menyelenggarakan pengendalian mutu untuk bahan baku, bahan pembantu, produk dan limbah.

4.7.3.5. 8Kepala Seksi Keuangan

Tugas : Bertanggung jawab terhadap pembukuan serta hal-hal yang berkaitan dengan keuangan perusahaan.

4.7.3.5. 9Kepala Seksi Pemasaran

Tugas: Mengkoordinasi kegiatan pemasaran produk dan penyediaan bahan baku.

4.7.3.5. 10Kepala Seksi Tata Usaha

Tugas: Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan rumah tangga perusahaan serta tata usaha kantor.

4.7.3.5. 11Kepala Seksi Personalia

Tugas: Mengkoordinasi kegiatan yang berhubungan dengan kepegawaian.

4.7.3.5. 12Kepala Seksi Humas

Tugas : Menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan relasiperusahaan, pemerintah, dan masyarakat.

4.7.3.5. 13Kepala Seksi Keamanan

Tugas :Menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan mengawasi langsung masalah keamanan perusahaan.

4.7.3.5. 14Kepala Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Tugas : Mengurus masalah kesehatan karyawan dan keluarga, serta menangani masalah keselamatan kerja di perusahaan.

4.7.3.5. 15Kepala Seksi Unit Pengolahan Limbah

Tugas: Bertanggung jawab terhadap limbah pabrik agar sesuai dengan baku mutu limbah.

4.7. 4Catatan**4.7.4. 1Cutu Tahunan**

Karyawan mempunyai hak cuti tahunan selama 12 hari setiap tahun. Bila dalam waktu 1 tahun hak cuti tersebut tidak dipergunakan maka hak tersebut akan hilang untuk tahun itu.

4.7.4. 2Hari Libur Nasional

Bagi karyawan harian (non shift), hari libur nasional tidak masuk kerja. Sedangkan bagi karyawan shift, hari libur nasional tetap masuk kerja dengan catatan hari itu diperhitungkan sebagai kerja lembur (overtime).

4.7.4. 3Kerja Lembur (Overtime)

Kerja lembur dapat dilakukan apabila ada keperluan yang mendesak dan atas persetujuan kepala bagian.

4.7.4. 4Sistem Gaji Karyawan

Gaji karyawan dibayarkan setiap bulan pada tanggal 1. Bila tanggal tersebut merupakan hari libur, maka pembayaran gaji dilakukan sehari sebelumnya.

Tabel 4. 25 Gaji Karyawan

Jabatan	Jumlah	Gaji/bulan (Rp)	Total gaji (Rp)
Direktur utama	1	30.000.000	30.000.000
Direktur Teknik dan produksi	1	30.000.000	30.000.000
Direktur keuangan dan umum	1	20.000.000	20.000.000
Staff ahli	2	20.000.000	40.000.000
Sekretaris	2	15.000.000	30.000.000
Kepala bagian umum	1	10.000.000	10.000.000
Kepala bagian pemasaran	1	10.000.000	10.000.000
Kepala bagian keuangan	1	10.000.000	10.000.000
Kepala bagian Teknik	1	10.000.000	10.000.000
Kepala bagian produksi	1	10.000.000	10.000.000
Kepala seksi personalia	1	8.000.000	8.000.000
Kepala seksi humas	1	8.000.000	8.000.000
Kepala seksi keamanan	1	8.000.000	8.000.000
Kepala seksi pembelian	1	8.000.000	8.000.000
Kepala seksi pemasaran	1	8.000.000	8.000.000
Kepala seksi administrasi	1	8.000.000	8.000.000
Kepala seksi kas	1	8.000.000	8.000.000
Kepala seksi proses	1	8.000.000	8.000.000
Kepala seksi pengendalian	1	8.000.000	8.000.000
Kepala seksi laboratorium	1	8.000.000	8.000.000
Kepala seksi penelitian	1	8.000.000	8.000.000
Kepala seksi pengembangan	1	8.000.000	8.000.000
Kepala seksi pemeliharaan	1	8.000.000	8.000.000
Kepala seksi utilitas	1	8.000.000	8.000.000
Karyawan personalia	4	4.500.000	18.000.000
Karyawan humas	3	4.500.000	13.500.000
Karyawan pembelian	4	4.500.000	18.000.000

Karyawan pemasaran	4	4.500.000	18.000.000
Karyawan administrasi	3	4.500.000	13.500.000
Karyawan kas	3	4.500.000	13.500.000
Karyawan proses	32	4.500.000	144.000.000
Karyawan pengendalian	4	4.500.000	18.000.000
Karyawan laboratorium	6	4.500.000	27.000.000
Karyawan pemeliharaan	4	4.500.000	18.000.000
Karyawan utilitas	10	4.500.000	45.000.000
Karyawan litbang	4	4.500.000	18.000.000
Karyawan Pemadam Kebakaran	4	4.500.000	18.000.000
Dokter	1	7.000.000	7.000.000
Perawat	3	3.500.000	10.500.000
Sopir	3	3.000.000	9.000.000
Satpam	9	3.000.000	27.000.000
Cleaning service	8	2.500.000	20.000.000
Total	135	354.500.000	768.000.000

4.7.4. 5 Jam Kerja Karyawan

Berdasarkan jam kerjanya, karyawan perusahaan dapat digolongkan menjadi 2 golongan karyawan non-shift (harian) dan karyawan shift.

a. Jam kerja karyawan non-shift

Senin – Kamis :

Jam Kerja : 07.00 – 12.00 dan 13.00 – 16.00

Istirahat : 12.00 – 13.00

Jumat :

Jam Kerja : 07.00 – 11.30 dan 13.30 – 17.00

Istirahat : 11.30 – 13.30

Hari Sabtu dan Minggu libur

b. Jam kerja karyawan shift

Jadwal kerja karyawan shift dibagi menjadi :

- Shift Pagi : 07.00 – 15.00

- Shift Sore : 15.00 – 23.00

- Shift Malam : 23.00 – 07.00

Karyawan shift ini dibagi menjadi 4 regu, yaitu 3 regu bekerja dan 1 regu istirahat yang dilakukan secara bergantian. Setiap regu mendapatkan giliran 6 hari kerja dan satu hari libur untuk setiap shift dan masuk lagi untuk shift berikutnya. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan oleh pemerintah, regu yang bertugas tetap masuk. Jadwal kerja masing-masing regu disajikan dalam tabel 4.24 sebagai berikut:

Tabel 4. 26 Jadwal Kerja

Hari/Regu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	P	P	S	S	M	M	L	P	P	S	S	M	M	L
2	S	S	M	M	L	P	P	S	S	M	M	L	P	P
3	M	M	L	P	P	S	S	M	M	L	P	P	S	S
4	L	P	P	S	S	M	M	L	P	P	S	S	M	M

Keterangan:

P = Shift Pagi

M = Shift Malam

S = Shift Siang

L = Libur

4.8 Evaluasi Ekonomi

Dalam pra rancangan pabrik diperlukan analisa ekonomi untuk mendapatkan perkiraan (*estimation*) tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik, dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan dan terjadinya titik impas dimana total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh. Selain itu analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan dan layak atau tidak untuk didirikan. Dalam evaluasi ekonomi ini faktor-faktor yang ditinjau adalah:

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

Sebelum dilakukan analisa terhadap kelima faktor tersebut, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap beberapa hal sebagai berikut:

1. Penentuan modal industri (*Total Capital Investment*)
Meliputi:
 - a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
 - b. Modal kerja (*Working Capital Investment*)
2. Penentuan biaya produksi total (*Total Production Cost*)
Meliputi:

- a. Biaya pembuatan (*Manufacturing Cost*)
 - b. Biaya pengeluaran umum (*General Expenses*)
3. Pendapatan modal

Untuk mengetahui titik impas, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap:

- a. Biaya tetap (*Fixed Cost*)
- b. Biaya variabel (*Variable Cost*)
- c. Biaya mengambang (*Regulated Cost*)

4.8. 1 Penaksiran Harga Peralatan

Harga peralatan akan berubah setiap saat tergantung pada kondisi ekonomi yang mempengaruhinya. Untuk mengetahui harga peralatan yang pasti setiap tahun sangatlah sulit, sehingga diperlukan suatu metode atau cara untuk memperkirakan harga alat pada tahun tertentu dan perlu diketahui terlebih dahulu harga indeks peralatan operasi pada tahun tersebut.

Pabrik *Tricresyl Phosphate* beroperasi selama satu tahun produksi yaitu 330 hari, dan tahun evaluasi pada tahun 2023. Di dalam analisa ekonomi harga – harga alat maupun harga – harga lain diperhitungkan pada tahun analisa. Untuk mencari harga pada tahun analisa, maka dicari index pada tahun analisa yang dicari dengan persamaan regresi linier.

Tabel 4. 27 Index Harga

Tahun (X)	indeks (Y)	X (tahun-ke)
1987	324	1
1988	343	2
1989	355	3
1990	356	4
1991	361,3	5
1992	358,2	6
1993	359,2	7
1994	368,1	8
1995	381,1	9
1996	381,7	10
1997	386,5	11
1998	389,5	12
1999	390,6	13
2000	394,1	14
2001	394,3	15
2002	395,6	16
2003	402	17
2004	444,2	18
2005	468,2	19
2006	499,6	20
2007	525,4	21
Total	8.277,6	231

Sumber : Chemical Engineering Progres, 2000

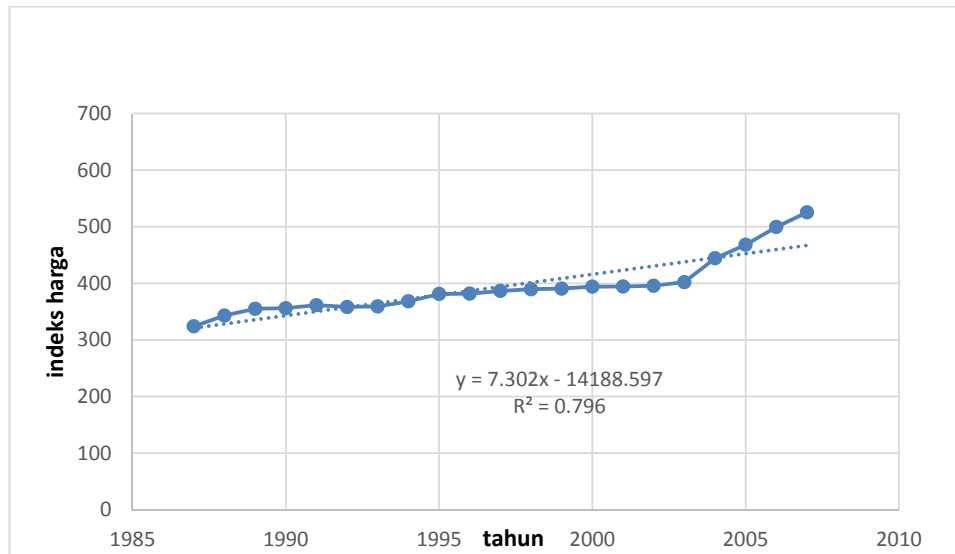
Persamaan yang diperoleh adalah: $y = 7.302x - 14189$

Dengan menggunakan persamaan diatas dapat dicari harga indeks pada tahun perancangan, dalam hal ini pada tahun 2024 adalah:

Tabel 4. 28 Indeks Harga pada Tahun 2024

tahun	index
2014	517,832
2024	590,855

Jadi, index pada tahun 2024 adalah 590,8552



Gambar 4. 6 Grafik Indeks Harga

Harga – harga alat dan lainnya diperhitungkan pada tahun evaluasi. Selain itu, harga alat dan lainnya ditentukan juga dengan referensi Peters & Timmerhaus, pada tahun 1990 dan Aries & Newton, pada tahun 1955). Maka harga alat pada tahun evaluasi dapat dicari dengan persamaan:

$$Ex = Ey \frac{Nx}{Ny}$$

(Aries & Newton, 1955)

Dalam hubungan ini:

Ex : Harga pembelian pada tahun 2014

Ey : Harga pembelian pada tahun referensi (1955, 1990 dan 2007)

Nx : Index harga pada tahun 2014

Ny : Index harga pada tahun referensi (1955, 1990 dan 2007)

4.8. 2 Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi <i>Tricresyl Phosphate</i>	=	15.000 ton/tahun
Satu tahun operasi	=	330 hari
Umur pabrik	=	10 tahun
Pabrik didirikan pada tahun	=	2024
Kurs mata uang	=	1 US\$ = Rp 13.579,- (th2018)
Harga bahan baku (C ₇ H ₈ O)	=	Rp 51.049.165,8600
Harga bahan baku (POCl ₃)	=	Rp 25.982.288,6400
Harga Jual <i>Tricresyl Phosphate</i> (produk utama)		
	=	Rp2.036.991.536.632,80
Harga Jual HCl (Produk Samping)		
	=	Rp 62.613.902,74

4.8. 3 Perhitungan Biaya

4.8.3. 1 Capital Investment

Capital Investment adalah banyaknya pengeluaran–pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas–fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya.

Capital *investment* terdiri dari:

a. *Fixed Capital Investment*

Fixed Capital Investment adalah biaya yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas – fasilitas pabrik.

b. *Working Capital Investment*

Working Capital Investment adalah biaya yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau modal untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

4.8.3. 2 Manufacturing Cost

Manufacturing Cost merupakan jumlah *Direct*, *Indirect* dan *Fixed Manufacturing Cost*, yang bersangkutan dalam pembuatan produk.

Menurut Aries & Newton, *Manufacturing Cost* meliputi:

a. *Direct Cost*

Direct Cost adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

b. *Indirect Cost*

Indirect Cost adalah pengeluaran–pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik.

c. *Fixed Cost*

Fixed Cost adalah biaya – biaya tertentu yang selalu dikeluarkan baik pada saat pabrik beroperasi maupun tidak atau pengeluaran yang bersifat tetap tidak tergantung waktu dan tingkat produksi.

4.8.3. 3 General Expense

General Expense atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran–pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi perusahaan yang tidak termasuk *Manufacturing Cost*.

4.8. Analisa Kelayakan

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial atau tidak, maka dilakukan suatu analisa atau evaluasi kelayakan. Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan adalah:

4.8.4. 1 Percent Return on Investment

Return on Investment adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang dikeluarkan.

$$\text{ROI} = \frac{\text{Keuntungan}}{\text{FixedCapital}} \times 100\%$$

4.8.4. 2 Pay Out Time

Pay Out Time (POT) adalah:

1. Jumlah tahun yang telah berselang, sebelum didapatkan suatu penerimaan yang melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *Capital Investment* dengan *profit* sebelum dikurangi depresiasi.
2. Waktu minimum teoritis yang dibutuhkan untuk pengembalian modal tetap yang ditanamkan atas dasar keuntungan setiap tahun ditambah dengan penyusutan.
3. Waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi yang telah dilakukan akan kembali.

$$POT = \frac{Fixed\ Capital\ Investment}{(Keuntungan\ Tahunan + Depresiasi)}$$

4.8.4. 3 Break Event Point (BEP)

Break Even Point (BEP) adalah:

1. Titik impas produksi (suatu kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian).
2. Titik yang menunjukkan pada tingkat berapa biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Dengan BEP kita dapat menentukan harga jual dan jumlah unit yang dijual secara minimum dan berapa harga serta unit penjualan yang harus dicapai agar mendapat keuntungan.
3. Kapasitas produksi pada saat *sales* sama dengan *total cost*. Pabrik akan rugi jika beroperasi dibawah BEP dan akan untung jika beroperasi diatas BEP.

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

Dalam hal ini:

Fa : *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

Ra : *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

Va : *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

Sa : *Annual Sales Value* pada produksi maksimum

4.8.4. 4 Shut Down Point (SDP)

Shut Down Point (SDP) adalah:

1. Suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan. Penyebabnya antara lain *Variable Cost* yang terlalu tinggi, atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan *profit*).
2. Persen kapasitas minimal suatu pabrik dapat mencapai kapasitas produk yang diharapkan dalam setahun. Apabila tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam satu tahun maka pabrik harus berhenti beroperasi atau tutup.
3. Level produksi di mana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Cost*.
4. Merupakan titik produksi dimana pabrik mengalami kebangkrutan sehingga pabrik harus berhenti atau tutup.

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

4.8.4. 5 Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR)

Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR) adalah:

1. Analisa kelayakan ekonomi dengan menggunakan DCFR dibuat dengan menggunakan nilai uang yang berubah terhadap waktu dan dirasakan atau investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik.

2. Laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.
3. Merupakan besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik

Persamaan untuk menentukan DCFR :

$$(FC+WC)(1+i)^N = C \sum_{n=0}^{n=N-1} (1+i)^N + WC + SV$$

Dimana:

FC : *Fixed capital*

WC : *Working capital*

SV : *Salvage value*

C : *Cash flow*

: *profit after taxes + depresiasi + finance*

n : Umur pabrik = 10 tahun

I : Nilai DCFR

4.8. 5 Hasil Perhitungan

Perhitungan rencana pendirian pabrik *Tricresyl Phoshate* memerlukan rencana PPC, PC, MC, serta *General Expense*. Hasil rancangan masing–masing disajikan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 4. 29 Physical Plant Cost

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	Harga alat	3.514.803.663,19	281,349.05
2.	Biaya instalasi	205.272.267,65	33,077.65
3.	Biaya pengangkutan	4.424.724.461,30	335,969.97
4.	Biaya pemipaan	237.346.059,47	136,510.56
5.	Biaya instrumentasi	19.244.275,09	32,749.03
6.	Biaya listrik	25.659.033,46	40,964.42
7.	Biaya isolasi	32.073.791,82	8,665.55
8.	Biaya bangunan	6.240.000.000,00	473,804.10
9.	Biaya tanah	86.871.000.000,00	6,596,127.56
<i>Physical Plant Cost</i>		94.158.584.364,33	7,904,030.77

Tabel 4. 30 Direct Plant Cost (DPC)

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	<i>Construction Cost</i> (25%PPC)	23.539.646.091,08	1,976,007.69
Total (DPC+PPC)		29.424.557.613,85	2,470,009.62

Tabel 4. 31 Fixed Capital Instrument (FCI)

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	Direct Plant Cost (DPC)	117.698.230.455,41	9,880,038.46
2.	Contractor fee (10%.DPC)	11.769.823.045,54	988,003.85
3.	Contingency (15%.DPC)	17.654.734.568,31	1,482,005.77
Total		147.122.788.069,27	12,350,048.08

Tabel 4. 32 Direct Manufacturing Cost (DMC)

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	<i>Raw material</i>	1.046.010.120.655,50	77,031,454.50
2.	<i>Labor</i>	636.600.000,00	699,772.21
3.	<i>Supervisor</i>	921.600.000.000,00	464,671.53
4.	<i>Maintenance</i>	552.960.000,00	41,986.33
5.	<i>Plant supplies</i>	82.944.000,00	6,297.04
6.	<i>Royalty and patent</i>	2.036.991.546.632,80	150,010,423.20
7.	Bahan utilitas	97.130.167.544,04	7,152,969.11
Total DMC		1.381.905.351.155,74	101,767,829.09

Tabel 4. 33 Indirect Manufacturing Cost (IMC)

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	<i>Payroll overhead</i>	1.382.400.000,00	101,804.26
2.	<i>Laboratory</i>	921.600.000,00	67,869.50
3.	<i>Plant overhead</i>	4.608.000.000,00	339,347.52
4.	<i>Packaging & shipping</i>	113.995.779.478,10	8,395,005.48
Total IMC		120.907.779.479,10	8,904,026.77

Tabel 4. 34 Fix Manufacturing Cost (FMC)

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	Depresiasi	31.482.409.094,46	2,318.46
2.	<i>Property tax</i>	6.296.481.818,89	463,692.60
3.	Asuransi	3.148.240.909,45	231,846.30
Total FMC		40.927.131.822,80	3,014,001.90

Tabel 4. 35 Total Manufacturing Cost (MC)

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	<i>Direct manufacturing cost</i>	1.378.573.701.155,74	101,522,475.97
2.	<i>Indirect manufacturing cost</i>	120.907.779.479,10	8,904,026.77
3.	<i>Fix manufacturing cost</i>	40.927.131.822,80	3,014,001.90
Total MC		1.543.740.262.456,64	113,685,857.76

Tabel 4. 36 Working Capital (WC)

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	<i>Raw material inventory</i>	95.091.829.150,50	7,002,859.50
2.	<i>Inprocesess inventory</i>	964.837.664,04	71,053.66
3.	<i>Produk inventory</i>	128.189.259.371,39	9,440,257.70
4.	<i>Extended credit</i>	169.749.294.719,40	12,500,868.60
5.	<i>Available cash</i>	128.189.259.371,39	9,440,257.70
Total WC		523.096.005.276,71	38,522.424,72

Tabel 4. 37 General Expencc (GE)

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	<i>Administrasi</i>	68.397.467.686,86	5,037,003.29
2.	<i>Sales expense</i>	341.987.338.434,30	25,185,016.45
3.	<i>Research</i>	113.995.779.478,10	8,395,005.48
4.	<i>Finance</i>	33.480.206.120,10	2,465,587.02
Total GE		557.860.791.719,36	41,082,612.25

Tabel 4. 38 Total Biaya Produksi

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	<i>Manufacturing cost</i>	1.543.740.262.456,64	113,685,857.76
2.	<i>General expense</i>	557.860.791.719,36	41,082,612.25
Total Biaya Produksi		2.096.131.904.175,99	154,365,704.70

Tabel 4. 39 Fixed Cost (Fa)

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	Depresiasi	31.482.409.094,46	229,798.60
2.	<i>Property tax</i>	6.296.481.818,89	459,597.60
3.	Asuransi	3.148.240.909,45	229,798.60
Total Fa		40.927.131.822,80	3,014,001.90

Tabel 4. 40 Variabel Cost (Va)

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	<i>Raw material</i>	1.046.010.120.655,50	763,511,030.69
2.	<i>Packing and shipping</i>	227.991.558.956,20	16,641,719.63
3.	Utilitas	97.130.167.544,04	7,089,793.25
4.	<i>Royalties & patents</i>	113.995.779.478,10	8,320,859.81
Total Va		1.485.127.626.633,84	109,369.44

Tabel 4. 41 Regulated Cost (Ra)

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	Gaji karyawan	9.216.000.000,00	464,671.53
2.	<i>Payroll overhead</i>	1.382.400.000,00	104,965.83
3.	<i>Plant overhead</i>	4.608.000.000,00	349,886.10
4.	<i>Supervise</i>	921.600.000,00	69,977.22
5.	<i>Laboratory</i>	921.600.000,00	69,977.22
6.	<i>Maintenance</i>	522.960.000,00	41,986.33

7.	<i>General expense</i>	557.860.791.719,36	40,719,765.81
8.	<i>Plant supplies</i>	82.944.000,00	6,297.95
Total		575.582.893.448,11	42,387,723.21

4.8. 6 Analisa Keuntungan

Harga jual produk TCP = Rp.2.036.991.536.632,80 /thn

Harga jual produk samping HCl = Rp.62.613.902,74 /thn

Annual Sales (Sa) = Rp.2.279.915.589.561,98

Total Cost = Rp.2.096.131.904.175,99

Keuntungan sebelum pajak = Rp.183.783.685.385,99

Pajak Pendapatan = 50%

Keuntungan setelah pajak = Rp.91.891.842.692,99

4.8. 7 Hasil Kelayakan Ekonomi

4.8.7. 1 Percent Return on Investment (ROI)

$$ROI = \frac{Keuntungan}{FixedCapital} \times 100\%$$

ROI sebelum pajak = 56,63 %

ROI sesudah pajak = 28,31 %

4.8.7. 2 Pay Out Time (POT)

$$POT = \frac{FixedCapitalInvestment}{(KeuntunganTahunan + Depresiasi)}$$

POT sebelum pajak = 1,50 tahun

POT sesudah pajak = 2,61 tahun

4.8.7. 3 Break Even Point (BEP)

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

$$\text{BEP} = 54,51 \%$$

4.8.7. 4 Shut Down Point (SDP)

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

$$\text{SDP} = 44,06 \%$$

4.8.7. 5 Discounted Cash Flow Rate (DCFR)

Umur pabrik = 10 tahun

Fixed Capital Investment = Rp.314.824.090.944,60

Working Capital = Rp.523.096.005,71

Salvage Value (SV) = Rp.31.482.409.094,46

Cash flow (CF) = *Annual profit + depresiasi + finance*

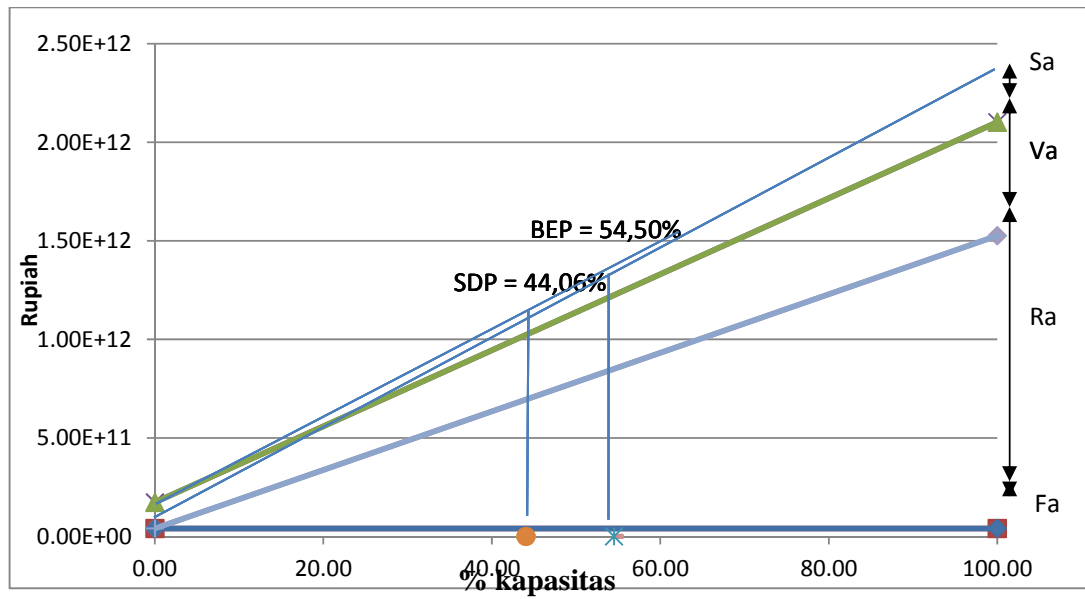
CF = Rp.156.854.457.907,56

Discounted cash flow dihitung secara *trial & error*

$$(FC + WC)(1+i)^N = C \sum_{n=0}^{n=N-1} (1+i)^N + WC + SV$$

$$R = S$$

Dengan *trial & error* diperoleh nilai $i = 18,35 \%$



Gambar 4. 7 Grafik Hubungan % Kapasitas vs Rupiah/Tahun.

BAB V

PENUTUP

5. 1 Kesimpulan

Pabrik *tricresyl phosphate* dari *cresol* dan *phosphorus oxychloride* dengan kapasitas 15.000 ton/tahun akan didirikan guna memenuhi kebutuhan pasar di Indonesia.

1. *Tricresyl Phosphate* banyak digunakan dalam industri plastik pembungkus makanan, industri plastik transparan, industri pelumas (cairan fungsional) dan zat aditif pada minyak pelumas, industri pelapis kabel (*cable coating*), industri cairan tahan api, sebagai antioksidan dan stabilizer dalam industri plastik.
2. Berdasarkan hasil analisis ekonomi adalah sebagai berikut :
 - Keuntungan yang diperoleh sebelum pajak Rp 183.783.685.385,99 per tahun, dan keuntungan yang diperoleh setelah pajak (50%) sebesar Rp 91.891.842.692,99 per tahun.
 - *Return On Investment* (ROI).
 - Presentase ROI sebelum pajak sebesar 56,64 % dan presentase ROI setelah pajak sebesar 28,32 %. Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko tinggi minimum adalah 44 %.

- *Pay Out Time* (POT)

POT sebelum pajak adalah 1,50 tahun sedangkan POT setelah pajak adalah 2,61 tahun. Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko tinggi maksimum adalah 2 tahun.

- Break Event Point (BEP) pada 54,50 % dan Shut Down Point (SDP) pada 44,06 %. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya adalah 40 – 60%.

- Discounted Cash Flow Rate (DCFR) sebesar 18,35% . Suku bunga pinjaman di bank saat ini adalah 10%. Syarat minimum DCFR adalah di atas suku bunga pinjaman bank yaitu sekitar 1,5 x suku bunga pinjaman bank ($1,5 \times 10\% = 15\%$).

Dari hasil analisis ekonomi di atas dapat disimpulkan bahwa pabrik *tricresyl phosphate* dari *cresoldan phosphorus oxychloride* dengan kapasitas 15.000 ton/tahun ini layak dan menarik.

5. 2 Saran

Perancangan suatu pabrik kimia diperlukan pemahaman konsep – konsep dasar yang dapat meningkatkan kelayakan pendirian suatu pabrik kimia diantaranya sebagai berikut :

1. Optimasi pemilihan seperti alat proses atau alat penunjang dan bahan baku perlu diperhatikan sehingga akan lebih mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh.
2. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan berkembangnya pabrik – pabrik kimia yang lebih ramah lingkungan.

3. Produk *tricresyl phosphate* dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan dimasa mendatang yang jumlahnya semakin meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S., and Newton, R.D, 1995, *Chemical Engineering Cost Estimation*, Mc. Graw Hill Book Company, New York.
- Biro Pusat Statistik, 1998-2004, *Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia*. Semarang.
- Brown, G.G, 1978, *Unit Operations*, John Wiley and Sons. Inc., New York.
- Brownell, L.E., and Young, E.H 1959, *Process Equipment Design*, 1st Edition, Willey Eastern Ltd. New Delhi.
- Coulson, J.H., and Ricardson, J.F., 1983, *Chemical Engineering Design*, vol. 6, Pergason Press, Oxford.
- Faith, W.L, Keyes, D.B and Clark, R.L 1957, *Industrial Chemical*, 4th Edition, John Wiley and Sons Inc., New York.
- Kern, D.Q., 1950, *Process Heat Transfer*, Mc. Graw Hill Book Company Inc., New York.
- Kirk, R.E. and Othmer, D.F., 1978, *Encycloprdia of Chemical Tecnologi*, 3rd Edition, vol. 4, Interscience Publishing Inc., New York.
- Levenspiel, O., 1976, *Chemical Reaction Engineering*, 2nd Edition, John Wiley and Sons Inc., New York.
- MC. Ketta and William. A, 1983, *Enchycloprdia of Chemical Processing and Design*, vol. 9, Mc Graw Hill Book. Co, Tokyo.
- Perry's. R.H., and Green, D., 1999, *Peryy's Chemical Engineer's Hand Book*". 7th Edition, Mc. Graw Hill Book Company Inc., New York.
- Peters, M.S., and Timmerhaus, 1980, *Plant Design and Economy for Chemical Engineer's*, 3rd Edition, Mc Graw Hill Book Company Inc., Singapore.
- Rase, H.F, 1987, *Chemical Reactor Design for Process Plant*, vol. 1&2, Mc Graw Hill Book Company Inc., Singapore.
- Sularso, 1982, *Pompa dan Kompresor*, cetakan kelima, PT. Pradaya Paramita Jakarta.

Smith, J.M & Vanness H.C, 1981, *Chemical Engineering Kinetics*, 3rd Edition, Mc. Graw Hill Book Company Inc., Singapore.

Treyball, R.E., 1981, *Mass Transfer Operations*, 3rd Edition, Mc. Graw Hill Book Company Inc., Singapore.

Ulrich, G.D 1984, *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*, John Wiley and Sons, inc, New York'

<https://Hasibuan.wordpress.com/2012/191065273/Air-Adalah-Substansi-Kimia-Dengan-Rumus-Kimia-H2O>