

**PRARANCANGAN PABRIK KIMIA
PENTACHLOROPHENOL DARI
HEXACHLOROBENZENE DAN CAUSTIC SODA
DENGAN KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN**

PERANCANGAN PABRIK

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



Oleh:

**Nama : Nurfadilah Putri Nama : Yoga Supriyanto
NIM : 14521132 NIM : 14521136**

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

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL
PERANCANGAN PABRIK

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	: Nurfadilah Putri	Nama	: Yoga Supriyanto
NIM	: 14521132	NIM	: 14521136

Yogyakarta, 7 September 2018

Menyatakan bahwa seluruh hasil Perancangan Pabrik ini adalah hasil karya sendiri. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka kami siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

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


Nurfadilah Putri


Yoga Supriyanto

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING
PRARANCANGAN PABRIK KIMIA PENTACHLOROPHENOL DARI
HEXACHLOROBENZENE DAN CAUSTIC SODA DENGAN KAPASITAS
10.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

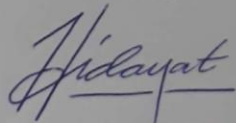


Oleh:

Nama	: Nurfadilah Putri	Nama	: Yoga Supriyanto
NIM	: 14521132	NIM	: 14521136

Yogyakarta, 7 September 2018

Pembimbing



Dr. Arif Hidayat, S.T., M.T

NIP.005220101

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

**PRARANCANGAN PABRIK KIMIA PENTACHLOROPHENOL
DARI HEXACHLOROBENZENE DAN CAUSTIC SODA DENGAN
KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN
PERANCANGAN PABRIK**

Oleh:

Nama : Nurfadilah Putri Nama : Yoga Supriyanto
NIM : 14521132 NIM : 14521136

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Konsentrasi Teknik Kimia
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta, 9 Oktober 2018

Tim Penguji,

Dr. Arif Hidayat, S.T., M.T.
Ketua

Ir. Bachrun Sutrisno, M.Sc.
Anggota I

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

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Dr. Suharno Rusdi

NIP : 0520066001

LEMBAR MOTTO

Barang siapa yang keluar untuk mencari ilmu, maka dia berada dijalan Allah.

(HR. Turmudzi)

Sesungguhnya sesudah ada kesulitan disitu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain.

(Q.S Al-Insyirah 7-8)

LEMBAR PERSEMBAHAN

Laporan tugas akhir ini kami persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua dan keluarga tercinta yang selalu memberikan semangat dan doa untuk kami.
2. Dosen pembimbing yang selalu sabar dalam membimbing kami.
3. Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri UII
4. Teman-teman serta kakak tingkat Jurusan Teknik Kimia FTI UII

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, serta tidak lupa shalawat dan salam kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW sehingga dapat menyelesaikan seluruh rangkaian pelaksanaan prarancangan pabrik yang berjudul “ Prarancangan Pabrik Kimia Pentachlorophenol dari Hexachlorobenzene dan Caustic Soda dengan Kapasitas 10.000 ton/tahun.

Prarancangan pabrik merupakan salah satu syarat wajib yang harus ditempuh untuk menyelesaikan Program Sarjana di Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Prarancangan pabrik bertujuan untuk mendidik mahasiswa agar mampu menerapkan teori-teori yang diperoleh dikampus serta menyelesaikan permasalahan yang terjadi dilapangan dan dapat menjembatani antara sisi akademis dengan realita lapangan. Pada kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya. Serta telah memberikan nikmat kesehatan, panjang umur, dan kemudahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Kedua Orang tua kami, ibu dan ayah tercinta dan segenap keluarga kami tersayang yang telah mendoakan dan memberikan semangat yang tidak pernah padam dalam mencari ilmu.

3. Bapak Dr. Suharno Rusdi selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Dr. Arif Hidayat., S.T.,M.T.selaku Dosen Pembimbing yang selalu sabar menghadapi mahasiswa bimbingannya

Penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu saran serta kritikan yang membangun sangat penyusun harapkan.Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin
Wassalamualaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 7 September 2018

Penyusun

Nurfadilah Putri

Yoga Supriyanto

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL.....	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR MOTTO.....	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Kapasitas Perancangan.....	2
1.2.1 Kebutuhan <i>pentachlorophenol</i> di Indonesia	2
1.2.2 Kapasitas produksi <i>pentachlorophenol</i> yang sudah berdiri	4
1.3 Tinjauan Pustaka.....	5
1.3.1 Proses Klorinasi Phenol	5
1.3.2 Proses Hidrolisis <i>Hexachlorobenzene</i> dengan Caustic Soda.....	6
BAB II PERANCANGAN PRODUK	10
2.1 Spesifikasi Produk.....	10
2.2 Spesifikasi Bahan Utama	10
2.3 Spesifikasi Bahan Pembantu.....	12
2.4 Pengendalian Kualitas.....	13
2.4.1 Pengendalian Kualitas Pada Bahan Baku.....	13
2.4.2 Pengendalian Kualitas Pada Proses Produksi	14
2.4.3 Pengendalian Kualitas Pada Produk	16
2.4.4 Pengendalian Kuantitas	16
2.4.5 Pengendalian Waktu	16
2.4.6 Pengendalian Bahan Proses	17
BAB III PERANCANGAN PROSES	18

3.1 Uraian Proses	18
3.1.1 Reaksi dan Kondisi Operasi	18
3.1.2 Langkah Proses Pembuatan <i>Pentachlorophenol</i>	19
3.2 Spesifikasi Alat Proses.....	23
3.3 Perencanaan Produksi.....	47
3.3.1 Analisa Kebutuhan Bahan Baku.....	47
3.3.2 Analisa Kebutuhan Peralatan Proses	47
BAB IV PERANCANGAN PABRIK.....	49
4.1 Lokasi Pabrik.....	49
4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik.....	49
4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik	51
4.2 Tata Letak Pabrik	52
4.3. Tata Letak Alat Proses	54
4.4. Alir Proses dan Material	57
4.4.1 Neraca Massa	57
4.4.2 Neraca Panas.....	65
4.5 Pelayanan Teknik (Utilitas)	73
4.5.1 Unit Pengadaan dan Pengelolaan Air.....	73
4.5.2 Unit Pengelolaan Air	76
4.5.3 Kebutuhan Air	81
4.5.4 Unit Pengadaan Steam	82
4.5.5 Unit Pengadaan Listrik.....	83
4.5.6 Unit Pengadaan Bahan Bakar	85
4.5.7 Spesifikasi Alat Utilitas	85
4.6 Struktur Organisasi.....	106
4.6.1 Bentuk Perusahaan.....	107
4.7 Status Karyawan , Sistem Penggajian Karyawan, dan Jam Kerja Karyawan	115
4.7.1 Status Karyawan.....	115
4.7.2 Sistem penggajian atau upah.....	116
4.7.3 Jam Kerja Karyawan.....	117
4.8 Evaluasi Ekonomi.....	119
4.8.1 Capital Investment	124
4.8.2 Total Production Cost	125
4.8.3 Analisa Keuntungan	127

4.8.4 Analisa Kelayakan.....	127
BAB V PENUTUP.....	132
5.1 Kesimpulan	132
5.2 Saran.....	134
DAFTAR PUSTAKA	135
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data impor pentachlorophenol di Indonesia	3
Tabel 1.2 Kebutuhan Pengawet kayu di Indonesia	3
Tabel 1.3 Kapasitas produksi berbagai pabrik di Dunia	4
Tabel 4.1 Neraca massa total	57
Tabel 4.2 Neraca massa mixer (M-01).....	58
Tabel 4.3 Neraca massa reaktor (R-01).....	58
Tabel 4.4 Neraca massa pada reaktor (R-02).....	59
Tabel 4.5 Neraca massa pada flash drum (FD)	60
Tabel 4.6 Neraca massa pada mixer (M-02)	61
Tabel 4.7 Neraca massa pada netralizer (N)	62
Tabel 4.8 Neraca massa pada centrifuge (CF)	63
Tabel 4.9 Neraca massa rotary dryer (RD)	64
Tabel 4.10 Neraca panas mixer (M-01)	65
Tabel 4.11 Neraca panas reaktor 01	65
Tabel 4.12 Neraca panas reaktor 02.....	66
Tabel 4.13 Neraca panas flash drum (FD)	66
Tabel 4.14 Neraca panas mixer 02.....	66
Tabel 4.15 Neraca panas neutralizer (N).....	67
Tabel 4.16 Neraca panas centrifuge (CF)	67
Tabel 4.17 Neraca panas rotary dryer (RD)	67
Tabel 4.18 Neraca panas heater 01	68
Tabel 4.19 Neraca panas heater 02	68
Tabel 4.20 Neraca panas heater 03	68
Tabel 4.21 Neraca panas heater 04	69
Tabel 4.22 Neraca panas cooler 01	69
Tabel 4.23 Neraca panas cooler 02	69
Tabel 4.24 Neraca panas cooler 03	70
Tabel 4.25 Neraca panas cooler 04	70
Tabel 4.26 Kebutuhan air pendingin	81
Tabel 4.27 Kebutuhan air untuk steam	81
Tabel 4.28 Kebutuhan air untuk sanitasi dan pemadam kebakaran	82
Tabel 4.29 Kebutuhan air proses.....	82
Tabel 4.30 Konsumsi listrik pabrik <i>pentachlorophenol</i>	83
Tabel 4.31 Penggolongan gaji berdasarkan jabatan.....	117
Tabel 4.32 Jadwal kerja masing-masing regu	119
Tabel 4.33 Index harga.....	122
Tabel 4.34 Fixed capital investment	124
Tabel 4.35 Working capital investment	125
Tabel 4.36 Manufacturing Cost.....	126
Tabel 4.37 General expense	127
Tabel 5.1 Kesimpulan evaluasi ekonomi	133

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Tata letak pabrik pentachlorophenol	54
Gambar 4.2 Tata letak alat proses	56
Gambar 4.3 Diagram alir kualitatif	71
Gambar 4.4 Diagram alir kuantitatif (Kg).....	72
Gambar 4.5 Proses flow diagram utilitas	80
Gambar 4.6 Struktur organisasi.....	106
Gambar 4.7 Grafik ndex harga.....	123
Gambar 4.8 Grafik BEP	130

ABSTRAK

Pra-rancangan pabrik *pentachlorophenol* dari *hexachlorobenzene*, methanol dan natrium hidroksida dengan kapasitas 10.000 ton/tahun direncanakan akan didirikan di Bontang, Kalimantan Timur pada tahun 2023. Pabrik ini direncanakan akan beroperasi dalam 24 jam sehari selama 330 hari dalam setahun.

Bahan baku *hexachlorobenzene* diperlukan sebanyak 1365,9243 kg/jam, methanol dibutuhkan sebanyak 3105,2547 kg/jam, sedangkan natrium hidroksida diperlukan sebanyak 1187,1543 kg/jam. Proses produksi dilakukan pada kondisi operasi dengan suhu 135°C dan tekanan 10 atm di dalam reaktor alir tangki berpengaduk. Kebutuhan air untuk pabrik *pentachlorophenol* sebanyak 9013,5850 kg/jam yang terdiri dari air kebutuhan sanitasi dan pemadam kebakaran sebanyak 2374,5869 kg/jam, air untuk pendinginan sebanyak 5157,6937 kg/jam, air untuk steam sebanyak 950,2619 kg/jam, air proses sebanyak 768,8214 kg/jam. kebutuhan solar sebanyak 1079,5540 kg/jam, kebutuhan fuel oil sebanyak 110,0927 kg/jam, dan listrik sebanyak 1036,6609 kVa.

Analisa ekonomi dari pabrik *pentachlorophenol* menunjukkan jumlah *fixed capital investment* sebesar Rp.268,561,189,695 ;*working capital investment* sebesar Rp.121,412,705,476; keuntungan sebelum pajak sebesar Rp.118,436,704,333; keuntungan sesudah pajak sebesar Rp. 56,849,618,080. *Return on investment* sebelum pajak sebesar 44,10% dan sesudah pajak sebesar 21,17%. *Pay out time* sebelum pajak 1,85 tahun dan setelah pajak 3,21 tahun. *Break even point* sebesar 40,19%, *shut down point* sebesar 22,56% dan *discounted cash flow rate or return* sebesar 21,13%. Maka berdasarkan analisa ekonomi tersebut dapat disimpulkan bahwa pabrik *pentachlorophenol* dari *hexachlorobenzene*, methanol, dan natrium hidroksida dengan kapasitas 10.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.

Kata-kata kunci :*pentachlorophenol*, *hexachlorobenzene*, *methanol*, natrium hidroksida, dan pabrik

ABSTRACT

Pentachlorophenol production from hexachlorobenzene, methanol, and sodium hydroxide with a capacity 10.000 tons/years. The plant is planned to be established in the City of Bontang, East Kalimantan Province with operate 24 hours in one day and will produced 330 days in one years.

Hexachlorobenzene as much as 3105,2547 kgs/hour, methanol as much as 3105,2547 kgs/hour and NaOH as much as 1187,1543 kgs/hour. The plant will be operated in 135°C and 10 atmosfer. Utilities includes water as much as 9013,5850 kg/jam; steam as much as 950,2619 kgs/hour; cool water as much as 5157,6937 kgs/hour; process water as much as 768,8214 kgs/hour ; solar as much as 1079,5540 kgs/hour ; fuel oil as much as 110,0927 kgs/hour, and 1036,6609 kVa electrical power.

The calculation results the economic evaluation parameters obtained as follows: Fixed Capital Investment (FCI) of Rp. 268,561,189,695,17; Working Capital (WC) of Rp. 121,412,705,476; Profit before tax of Rp 118,436,704,333; Profit after tax of Rp 56,849,618,080; Return On Investment before taxes = 44,10%; Return On Investment after taxes = 21,17 %; Pay Out Time before taxes = 1,85 years; Pay Out Time after taxes = 3,21 years; Break Even Point (BEP) = 40,19%; Shut Down Point (SDP) = 22,56%, Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFRR) = 21,13% .

Based on the data above, plant of pentachlorophenol from hexachlorobenzene and NaOH with a capacity of 10.000 tons/year is can to be operated.

Keywords: Pentachlorophenol, Hexachlorobenzene, methanol, sodium hydroxide, planned

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang luas dan sebagian wilayah masih berupa hutan. Hutan yang terdapat di Indonesia termasuk ke dalam hutan tropis, disebabkan oleh iklim Indonesia yang beriklim tropis . Bagian dari batang atau cabang serta ranting tumbuhan yang mengeras yang disebut dengan kayu. Kayu merupakan salah satu bahan yang dapat dimanfaatkan dalam proyek pembangunan untuk dalam maupun luar ruangan. Namun kayu dapat menjadi sumber makanan bagi serangga, jamur, bakteri dan organism lainnya sehingga dapat merusak atau menurunkan kualitas dari kayu tersebut.

Kayu di Indonesia 80-85% nya masih termasuk kedalam kualitas kayu yang rendah. Sehingga perlu adanya upaya untuk dapat meningkatkan kualitas kayu tersebut. Maka untuk menghadapi permasalahan yang dapat merusak kayu atau menurunkan kualitas kayu tersebut dibutuhkan bahan yang dapat mengawetkan kayu. Mengawetkan kayu dapat berfungsi untuk meningkatkan efesiensi penggunaan sumber bahan baku kayu, meningkatkan keanekaragaman komoditas kayu yang diawetkan untuk berbagai penggunaan, dapat mengurangi frekuensi penggantian kayu yang tinggi, dan dapat meningkatkan mutu produk yang dihasilkan.

Usaha untuk mengawetkan kayu dapat dengan berbagai cara seperti vacuum pressure, dry kiln, pengovenan atau perendaman dengan bahan kimia (Sung-Wei Chen 2012). Pentachlorophenol dapat berfungsi untuk mengatasi masalah kayu yang rapuh atau dapat dimanfaatkan sebagai senyawa kimia dalam pengawetan kayu. Pentachlorophenol merupakan salah satu produk bahan kimia yang umum digunakan untuk proses perendaman kayu. Produk samping yang dihasilkan dari pembuatan pentachlorophenol adalah sodium pentachlorophenate (NaPCP). Sodium pentachlorophenate juga dapat digunakan untuk mengawetkan kayu.

1.2 Kapasitas Perancangan

Kapasitas produksi mempengaruhi perhitungan baik dari segi teknis maupun dari segi ekonomi dalam perancangan pabrik. Semakin besar kapasitas pabrik maka akan semakin tinggi pula keuntungannya. Namun ada beberapa faktor yang harus dipertimbangkan dalam penentuan kapasitas produksi. Pabrik *pentachlorophenol* yang dirancang direncanakan akan berdiri pada tahun 2023. Untuk memperoleh kapasitas perancangan pabrik tersebut ada beberapa pertimbangan yaitu:

1.2.1 kebutuhan *pentachlorophenol* di Indonesia

proyeksi kebutuhan *pentachlorophenol* dapat dicari melalui data impor. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), Indonesia memiliki kebutuhan impor *pentachlorophenol* sebagai berikut:

Tabel 1.1 Data impor pentachlorophenol di Indonesia

Tahun	Kapasitas (Ton)
2010	168,4460
2011	168,0290
2012	28,0290
2013	0,2040
2014	0,0410
2015	0,1280
2016	0,0720
2017	225,5270
2018	110,3680

Sumber: Badan Pusat Statistik Indonesia 2018

Dari Tabel 1.1 dapat diketahui bahwa kebutuhan *pentachlorophenol* tergolong rendah. Sehingga perlu ada pertimbangan lain dalam menentukan kapasitas produksi.

Tabel 1.2 Kebutuhan Pengawet kayu di Indonesia

Tahun	Kebutuhan (Ton/Tahun)
1996	547,736
1997	557,768
1998	594,910
1999	637,024
2000	600,621

Sumber : Jamali, D. NAndika dan D. Darusman (1997)

Untuk regresi kebutuhan pengawet kayu dari Tabel 1.2 pada tahun 2023 sebesar 957 ton/tahun. Dari hasil regresi penggunaan *pentachlorophenol* masih rendah, tetapi untuk penggunaan *pentachlorophenol* bisa digunakan sebagai herbisida, insectisida dan desinvektan. Sehingga untuk penentuan kapasitas dilihat dari kapasitas pabrik yang telah berdiri.

1.2.2 Kapasitas produksi *pentachlorophenol* yang sudah berdiri

Untuk memproduksi *pentachlorophenol* harus melakukan perbandingan terhadap kapasitas produksi dari berbagai pabrik yang telah ada sebelumnya.

Tabel 1.3 Kapasitas produksi berbagai pabrik di Dunia

No	Produsen	Kapasitas (Ton/Tahun)
1	Vulcan Co., Ltd (USA)	12000
2	Idacom Co., Ltd (USA)	8000
3	Chapman	1500

Sumber:alibaba.com

Berdasarkan data kapasitas produksi pabrik *pentachlorophenol* minimal produksi dari pabrik tersebut sebesar 1500 ton/tahun dan kapasitas maksimal sebesar 12000 ton/tahun. Oleh karena itu dapat ditentukan kapasitas pabrik *pentachlorophenol* sebesar 10000 ton/tahun. Sehingga dapat diharapkan:

- memenuhi kebutuhan *pentachlorophenol* dalam negeri

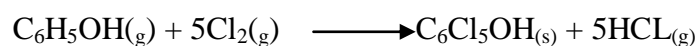
- meningkatkan pendapatan negara di sektor industri,serta dapat menghemat impor *pentachlorophenol*
- meningkatkan pertumbuhan industri kimia di Indonesia dalam rangka menghadapi era pasar bebas
- membuka lapangan pekerjaan baru sehingga dapat mengurangi angka pengangguran serta dapat meningkatkan perekonomian masyarakat Indonesia.

1.3 Tinjauan Pustaka

Pembuatan Pentachlorophenol dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu:

1.3.1 Proses Klorinasi Phenol

Pembuatan pentachlorophenol dibuat dari proses reaksi klorinasi phenol dengan suhu berkisar 100-180⁰C , dengan katalis AlCl₃, FeCl₃, *Activated carbon*, *Quinolitelurium*, dan *Tellurium salt*. Katalis yang sering digunakan pada proses klorinasi phenol tersebut adalah senyawa AlCl₃.



Kondisi operasi pada reaksi klorinasi phenol berkisar antara suhu 65-130⁰C. Pada reaksi klorinasi phenol kondisi yang umum digunakan pada suhu 105⁰C. Reaksi dijaga pada batas suhu tersebut hingga titik leleh dari massa reaksi mencapai 95⁰C. Pada suhu 95⁰C dapat terbentuk tiga sampai 4 atom chlorine yang dapat tersublimasi pada senyawa phenol. Kemudian, suhu operasi

ditingkatkan agar dapat menjaga perbedaan suhu sebesar 10°C dari titik leleh massa reaksi. Kenaikan suhu operasi dilakukan dengan bantuan katalis AlCl_3 sebanyak $0,0075 \text{ mol/mol}$ phenol. Senyawa asam klorida yang terbentuk dari sisa gas Cl_2 dipisahkan dari campuran pentachlorophenol dan dilakukan tindakan untuk membentuk gas Cl_2 yang dapat digunakan sebagai arus *recycle* (Mc Ketta and Cunningham 1990).

Kelemahan dari proses klorinasi phenol dapat berupa energi yang digunakan cukup besar, serta dari segi peralatan yang rumit dan membutuhkan biaya yang lebih besar, kondisi operasi suhu reaksi yang lebih besar, waktu reaksi yang cukup lama, dan pada proses ini menggunakan katalis. Kelebihan dalam proses ini berupa gas HCl yang dihasilkan dari reaksi klorinasi phenol dapat dimanfaatkan kembali sebagai pembuatan gas *chlorine* sehingga dapat menghemat pembelian raw material.

1.3.2 Proses Hidrolisis *Hexachlorobenzene* dengan Caustic Soda

Proses hidrolisis hexachlorobenzene menghasilkan nilai yield yang besar yaitu berkisar 92%. Proses ini dilakukan pada kondisi operasi suhu 240°C dan tekanan sebesar 3,62 MPa atau 525 psi (Kirk, Othmer, 1978). Methanol merupakan senyawa yang dipilih sebagai bahan pelarut dari senyawa hexachlorobenzene, karena methanol merupakan bahan yang dapat menghasilkan yield yang baik. Jika menggunakan bahan-bahan selain methanol dapat

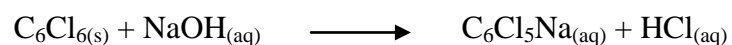
menghasilkan atau memperoleh nilai yield yang kurang baik yaitu dibawah dari 50% . Jika menggunakan senyawa etil alkohol akan dapat bereaksi dengan hexachlorobenzene serta membentuk eter dari pentachlorophenol. Dan apabila menggunakan senyawa isopropyl akan terbentuk produk yang tidak diinginkan. (kolka dkk, 1954).

Reaksi hidrolisis *hexachlorobenzene* dengan caustic soda berlangsung dalam reaktor pada kondisi fase cair dengan suhu 130-140⁰C, dan pada kondisi operasi tekanan yang akan dapat menyebabkan methanol tetap terjaga dalam fase cair. Reaksi hidrolisis ini berlangsung selama 1,5-3 jam. Perbandingan mol dalam reaksi hidrolisis dengan perbandingan masing-masing mol hexachlorobenzene : caustic soda (NaOH) : Methanol sebesar 1:2,5:20-30 (Smith and livak 1937).

Reaksi utama



Reaksi samping yang terjadi adalah pembentukan NaPCP



HCl akan langsung bereaksi dengan NaOH membentuk NaCl dan air



Kondisi operasi pada proses ini dipertahankan pada suhu berkisar antara 130-140⁰C untuk dapat menghindari penurunan

konversi. Jika operasi dilakukan pada suhu diatas 140°C maka akan terjadi pelepasan klorida dari senyawa hexachlorobenzene dan produk pentachlorophenol akan terdekomposisi. Jika operasi dilakukan pada suhu dibawah 130°C maka masih terdapat senyawa hexachlorobenzene yang belum bereaksi dan dapat membentuk senyawa yang tidak diinginkan yaitu berupa senyawa metil eter. Banyaknya jumlah senyawa klorida dan produk pentachlorophenol yang terdekomposisi tergantung pada kondisi semakin besar atau turunnya kenaikan suhu (Smith dan livak 1937).

Jika takaran perbandingan senyawa NaOH berlebih akan mengakibatkan terjadinya dekomposisi pada produk pentachlorophenol dan akan membentuk tor kental yang tidak diinginkan. Jika takaran dalam proses ini perbandingan NaOH kurang dari yang diinginkan akan menyebabkan terjadinya reaksi yang tidak sempurna dari senyawa hexachlorobenzene. Menggunakan NaOH yang sesuai dengan takarannya akan berfungsi sebagai pengatur atau control terhadap suhu untuk mencegah terjadinya overheating (Smith dan Livak 1937).

Kelemahan dari proses hidrolisis ini berupa hasil pemurnian produk yang tidak dapat menghasilkan produk semurni pada proses klorinasi. Hal ini disebabkan karena pada proses ini terdapat hasil samping berupa senyawa natrium klorida dan natrium pentachlorophenate. Namun senyawa Natrium

pentachlorophenolate dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengawet kayu.

Kelebihan dari proses hidrolisis yaitu tidak menggunakan katalis, suhu relatif rendah dan mudah dikontrol, menghasilkan konversi yang besar, dan alat yang digunakan relatif sederhana. Dari penjelasan tentang proses pembuatan pentachlorophenol, maka pembuatan produk pentachlorophenol akan menggunakan proses hidrolisis hexachlorobenzene dengan caustic soda. Karena proses ini lebih baik dan menguntungkan seperti pada proses ini tidak menggunakan katalis, suhu yang digunakan relatif rendah dan mudah di control, dapat menghasilkan konversi yang besar, dan alat yang digunakan pun relatif sederhana.

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

Untuk memenuhi kualitas produk sesuai dengan target pada perancangan ini, jadi mekanisme pembuatan Pentachlorophenol dirancang dengan variabel utama yaitu: spesifikasi produk, spesifikasi bahan baku, spesifikasi bahan pembantu dan pengendalian kualitas.

2.1 Spesifikasi Produk

Hasil Utama

1. Pentachlorophenol

Rumus kimia	: C_6Cl_5OH
Berat molekul	: 266,36
Kenampakan	: padatan halus berwarna putih
Titik didih	: $310^{\circ}C$
Titik lebur	: $190^{\circ}C$
Kelarutan	: - larut dalam methanol (77,5gr/100gr) -Larut dalam etanol (65,5gr/100gr)
Kemurnian	: 98 %
Impurities	: air, NaCl, NaPCP dan hexachlorobenzene
Harga	: \$ 6,70/kg

2.2 Spesifikasi Bahan Utama

a. Hexachlorobenzene

Rumus kimia	: C_6Cl_6
-------------	-------------

Berat molekul	: 284,76 g/mol
Titik lebur	: 229 ⁰ C
Titik didih	: 322 ⁰ C
Kelarutan	: larut dalam benzene, methanol dan tidak dapat larut dalam air
Wujud	: serbuk putih
Kemurnian	: 99 %
Impurities	: H ₂ O 0.5% C ₆ H ₆ 0.5%
Densitas	: 1,909 g/cm ³
Harga	: \$ 1/kg

b. Natrium Hidroksida

Rumus kimia	: NaOH
Berat molekul	: 40 g/mol
Titik didih	: 1388 ⁰ C
Titik lebur	: 318 ⁰ C
Kelarutan	: larut dalam air dan alkohol
Harga	: \$ 0,4/kg

c. Methanol

Rumus kimia	: CH ₃ OH
Berat molekul	: 32 g/mol
Titik didih	: 64,5 ⁰ C
Densitas	: 0,7915

Viskositas	: 0,0105 Cp
Kenampakan	: cairan tidak berwarna
Kemurnian	: 99,85 %
Kelarutan	: larut dalam alkohol dan eter
Sifat khusus	: volatile
Harga	: \$ 1/kg

2.3 Spesifikasi Bahan Pembantu

a. Air

Rumus kimia	: H ₂ O
Berat molekul	: 18 g/mol
Titik didih	: 100 ⁰ C
Titik beku	: 0 ⁰ C
Kenampakan	: cairan tidak berwarna

b. Asam Klorida

Rumus kimia	: HCl
Berat molekul	: 36,5 g/mol
Densitas	: 1,10 gram/cm ³
Titik didih	: 85 ⁰ C
Titik lebur	: 114,18 ⁰ C
Kemurnian	: minimal 33%
Harga	: \$ 0,3/kg

2.4 Pengendalian Kualitas

Sebelum dilakukan proses produksi, dilakukan pengujian terhadap kualitas bahan baku yang diperoleh. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan agar bahan baku yang digunakan sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Evaluasi yang digunakan yaitu standard yang hampir sama dengan standard Amerika yaitu ASTM 1972.

Adapun parameter yang akan diukur adalah :

- a. Kemurnian dari bahan baku Pentachlorophenol
- b. Kandungan di dalam Pentachlorophenol
- c. Kadar air
- d. Kadar zat pengotor

Pengendalian kualitas pada pabrik pentachlorophenol meliputi beberapa bagian yaitu pengendalian kualitas pada bahan baku, pengendalian kualitas pada proses produksi, pengendalian kualitas pada produk, pengendalian kuantitas, pengendalian pada kuantitas, pengendalian pada waktu, dan pengendalian pada bahan proses.

2.4.1 Pengendalian Kualitas Pada Bahan Baku

Pengendalian kualitas pada bahan baku ini bertujuan untuk menjaga kualitas bahan dan mengetahui kualitas bahan baku yang digunakan sesuai atau tidak dengan spesifikasi yang telah ditentukan untuk unit proses. Sebelum dilakukannya proses produksi maka akan dilakukan pengujian pada kualitas bahan baku dan bahan pendukung lainnya.

2.4.2 Pengendalian Kualitas Pada Proses Produksi

Pengendalian kualitas pada proses produksi bertujuan untuk menjaga produk yang dihasilkan. Pengendalian ini sudah harus dilakukan dari mulai bahan baku sampai menjadi produk. Pengawasan bukan hanya dilakukan dilaboratorium tetapi juga di alat control. Pengawasan meliputi pengawasan terhadap bahan baku, bahan pembantu, produk setengah jadi, maupun produk penunjang mutu proses.

Pengawasan dan pengendalian terhadap jalannya operasi dilakukan dengan alat pengendalian yang terdapat pada *control room* atau ruang pengawasan, pengawasan dilakukan secara *automatic control* dengan menggunakan indicator .Apabila sinyal atau tanda yang diberikan yaitu nyala lampu, bunyi alarm dan sebagainya menyala, maka itu merupakan tanda terjadinya penyimpangan pada indicator yang telah di tetapkan dan di atur baik dari *flow rate* bahan baku atau produk, *level control*, dan *temperature control*.

Pengawasan yang dikontrol oleh alat ini berupa pengontrolan atau pengawasan terhadap kondisi operasi baik dari segi temperatur maupun tekanan. Alat control yang harus di atur pada kondisi tertentu yaitu antara lain :

a. *Level control*

Level control adalah alat kontrol yang di pasang pada bagian atas tangki. Apabila belum sesuai dengan kondisi operasi yang di tetapkan maka tanda atau isyarat berupa suara atau lampu akan menyala dan berbunyi.

b. *Flow control*

Flow control adalah alat kontrol yang dipasang pada aliran masuk bahan baku, dan aliran keluar proses.

c. *Temperature control*

Temperature control adalah alat kontrol yang dipasang didalam setiap alat proses yang digunakan.. Apabila belum sesuai dengan kondisi operasi yang di tetapkan maka tanda atau isyarat berupa suara atau lampu akan menyala dan berbunyi.

Apabila pengendalian proses dilakukan suatu kerja pada satu harga tertentu supaya produk yang dihasilkan sesuai dan memenuhi standard, maka pengendalian mutu dilakukan untuk dapat mengetahui bahan baku atau produk sudah sesuai dengan spesifikasi yang telah di tentukan. Pengawasan dan pengendalian produksi dilakukan setelah perencanaan produksi disusun dan proses produksi dilakukan. Pengawasan ini dilakukan demi kelancaran proses dengan baik.

Kegiatan berjalannya proses produksi diharapkan dapat menghasilkan produk dengan mutu dan kualitas yang sesuai

dengan standard, serta jumlah produksi sesuai dengan rencana pada waktu yang tepat sesuai dengan jadwal.

2.4.3 Pengendalian Kualitas Pada Produk

Pengendalian kualitas pada produk diperlukan untuk menjaga mutu standard dari produk itu sendiri. Upaya yang dapat dilakukan untuk mendapatkan produk yang berkualitas yaitu dengan cara menjaga mutu dari bahan baku, pengawasan serta pengendalian terhadap proses dengan cara mengadakan sistem control.

2.4.4 Pengendalian Kuantitas

Pengendalian kuantitas berfungsi untuk mengurangi penyimpangan kuantitas yang disebabkan oleh kesalahan operator, keterlambatan pengadaan bahan baku, kerusakan mesin, perbaikan mesin dalam jangka waktu yang lama dan lain-lain. Untuk mengurangi penyimpangan kuantitas yang terjadi dapat dilakukan dengan mengevaluasi penyebab terjadinya penyimpangan serta dilakukan kembali perencanaan produksi sesuai dengan kondisi yang ada.

2.4.5 Pengendalian Waktu

Pengendalian waktu juga merupakan salah satu bagian yang penting dalam mencapai kuantitas produksi yang diinginkan.

2.4.6 Pengendalian Bahan Proses

Tercapainya kapasitas produksi yang diinginkan hal ini disebabkan ketercukupan bahan proses. Agar menjaga ketercukupan bahan proses maka diperlukan pengendalian kualitas bahan proses.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

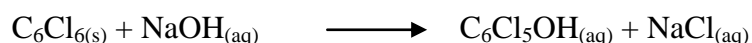
3.1 Uraian Proses

3.1.1 Reaksi dan Kondisi Operasi

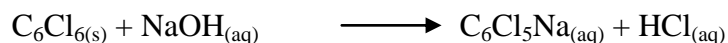
Proses yang digunakan dalam pembuatan *pentachlorophenol* (PCP) yaitu proses hidrolisis *hexachlorobenzene* dengan caustic soda.

Persamaan reaksi berupa

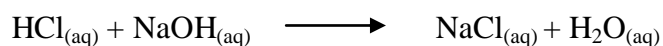
Reaksi utama



Reaksi samping yang terjadi adalah pembentukan NaPCP



HCl akan langsung bereaksi dengan NaOH membentuk NaCl dan air



Reaksi hidolisis tersebut berlangsung pada kondisi fase *liquid-liquid* dengan suhu berkisar antara 130-140°C. Produk yang dihasilkan dari reaksi tersebut berupa produk utama dan produk samping. Produk utama yang dihasilkan berupa *pentachlorophenol* dan produk samping yang dihasilkan berupa *sodium pentachlorophenol*. Suhu pada reaksi dijaga agar tidak mengalami kenaikan atau penurunan suhu. Kenaikan atau penurunan suhu dapat berpengaruh terhadap konversi. Upaya yang dilakukan agar

dapat tetap mempertahankan kondisi operasi suhu 130-140°C, yaitu reaktor berlangsung pada kondisi *isothermal* dengan menggunakan koil atau jaket pemanas.

3.1.2 Langkah Proses Pembuatan *Pentachlorophenol*

Langkah atau tahapan dalam pembuatan *pentachlorophenol* dapat dikelompokkan menjadi 3 tahapan yaitu:

- a. Tahap persiapan bahan baku
- b. Tahap hidrolisa *hexachlorobenzene* dengan *caustic soda*
- c. Tahap pemurnian produk

Berikut penjelasan secara terperinci tahapan-tahapan pembuatan produk *pentachlorophenol*

- a. Tahap persiapan bahan baku

Tahapan ini bertujuan untuk mempersiapkan bahan baku berupa *hexachlorobenzene* dengan kemurnian 99 %, methanol dengan kemurnian 98 % , dan natrium hidroksida dengan kemurnian 40% sebelum di reaksi di dalam reaktor.

- Unit persiapan bahan baku *hexachlorobenzene*

Bahan baku *hexachlorobenzene* dalam fase padatan halus di simpan pada gudang penyimpanan bahan baku kemudian di alirkan dengan *belt conveyer* menuju *mixer* (M-01).

- Unit persiapan bahan baku methanol

Bahan baku methanol dalam fase cairan yang tersimpan pada tangki penyimpanan (TP-01) dengan kondisi suhu 30°C dan tekanan 1 atmosfer di alirkan menuju *mixer* (M-01)

- Unit persiapan bahan baku *natrium hidroksida*

Bahan baku natrium hidroksida berupa fase cair yang disimpan di tangki penyimpanan (TP-02) dengan kondisi suhu 30°C dan tekanan 1 atmosfer dialirkan menuju reaktor

- b. Tahap hidrolisa *hexachlorobenzene* dengan natrium hidroksida

Hexachlorobenzene dan methanol yang akan di gunakan dalam hidrolisa terlebih dahulu di campur di *mixer* (M-01). Sebelum dimasukkan kedalam reaktor (R-01) campuran tersebut di pompa dengan centrifugal pompa agar tekanannya menjadi 10 atmosfer, serta campuran tersebut dipanaskan dengan *heater* (HE-01) agar suhu naik menjadi 135°C. Larutan natrium hidroksida terlebih dahulu di pompa dengan *centrifugal* pompa agar tekanannya naik menjadi 10 atmosfer serta larutan tersebut di panaskan dengan *heater* (HE-02) agar suhunya naik menjadi 135°C sebelum dimasukkan kedalam reaktor alir berpengaduk (RATB) yang disusun seri yaitu reaktor 1(R-01) dan reaktor 2 (R-02) . Reaksi berlangsung di reaktor pada kondisi suhu 135°C dan tekanan

10 atmosfer. Produk keluar dari reaktor 2 (R-02) berupa sisa *hexachlorobenzene*, sisa methanol, natrium hidroksida, asam klorida, natrium klorida, air, *pentachlorophenol*, dan *natrium pentachlorophenol*. Produk *pentachlorophenol* masih terlarut dalam methanol, sedangkan *natrium pentachlorophenol* dalam fase padat karena tidak larut dalam methanol, dan natrium klorida sebagian ada yang terlarut dan sebagian lagi dalam fase padat. Kemudian di umpankan ke *flash drum* (FD-01)

c. Tahap pemurnian produk

Hasil keluaran atau produk reaktor berupa campuran cairan dan padatan yang tekanannya diturunkan dengan menggunakan *expansion valve* (E-01) agar air dan methanolnya menguap. Kemudian campuran tersebut didinginkan dengan *cooler* 1 (CO-01) hingga suhu 95°C, sehingga sebagian air dan methanol mengembun. Selanjutnya campuran tersebut diumpankan ke *flash drum* (FD-01), untuk memisahkan antara uap methanol dan cairan yang mengandung produk serta padatan pengotor. Uap methanol kemudian diumpankan ke unit pengolahan lanjut (UPL). Hasil bawah *flash drum* (FD-01) berupa cairan pekat dicampur dengan air dari utilitas didalam *mixer* (M-02) untuk mengencerkan campuran dan melarutkan padatan pengotor. Sebelum dimasukkan kedalam *mixer* (M-02), cairan hasil dari *flash drum* (FD-01) didinginkan dengan

cooler (CO-02). Hasil keluaran *mixer* yang masih berupa cairan bersifat basa karena mengandung natrium hidroksida dinetralkan di dalam *netralizer* (N-01), sebelum di alirkan ke *netralizer* keluaran dari *mixer* (M-02) terlebih dahulu di dinginkan dengan *cooler* (CO-03). Natrium hidroksida yang mengalir ke *netralizer* (N-01) di netralkan dengan cairan asam klorida 33% yang dialirkan dari tangki penyimpanan (TP-03). Larutan asam klorida yang dicampur dibuat berlebih untuk membuat campuran menjadi asam sehingga *pentachlorophenol* berubah fase menjadi padatan. Hasil keluaran *netralizer* (N-01) yang berupa padatan *pentachlorophenol* kemudian di pisahkan dari cairannya di *centrifuge* (CF-01), sebelum di alirkan di *centrifuge* hasil keluaran dari *netralizer* (N-01) di dinginkan oleh *cooler* (CO-04). Hasil bawah dari keluaran *centrifuge* (CF-01) yang berupa cairan diumpankan ke unit pengolahan limbah, dan padatan *pentachlorophenol* hasil dari *centrifuge* (CF-01) yang masih mengandung sedikit air di keringkan dengan menggunakan *rotary dryer* (RD-01) dan dialirkan udara kering yang di umpankan dengan fan. Hingga kadar air turun menjadi 0,09% massa. Selanjutnya padatan kering hasil dari *rotary dryer* (RD-01) di alirkan ke gudang (GD-02) dengan *belt conveyer* (BC-03) Selanjutnya di packing dan di pasarkan.

3.2 Spesifikasi Alat Proses

Spesifikasi alat pada pabrik *Pentachlorophenol* dirancang dengan pertimbangan dua hal yaitu efisiensi dan optimasi proses. Adapun spesifikasi masing-masing alat yang digunakan pada pabrik *Pentachlorophenol* dari *Hexachlorobenzene*, *Methanol* dan *Natrium Hidroksida* yaitu:

1. *Mixer* (M-01)

Fungsi : Melarutkan *hexachlorobenzene* sebanyak 1365,9243 kg/jam dengan *Methanol* sebanyak 3105,2548 kg/jam

Jenis : Tangki silinder tegak dengan tutup *torispherical head* dilengkapi dengan pengaduk

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi : Tekanan = 1 atm

: Suhu = 40 °C

Bahan Konstruksi : *Stainless steel 167 type 316*

Spesifikasi *mixer* :

Diameter *mixer* : 1,38 m

Tinggi *mixer* : 2,75 m

Tinggi cairan : 1,87 m

Tebal *shell* : 0,1875 in

Tebal *head* : 0,25 in

Pengaduk *mixer* :

Jenis pengaduk : *marine propeller 3 blade*

Diameter pengaduk	: 0,48 m
Lebar pengaduk	: 0,047 m
Lebar <i>baffle</i>	: 0,118 m
Jumlah <i>baffle</i>	: 4 buah
Daya pengaduk	: 1 Hp

Pendingin *mixer* :

Tinggi jaket pendingin	: 1,90 m
Luas transfer panas	: 5,04 m ²

Harga : \$ 41.228

2. Reaktor (01 dan 02)

Fungsi :Mereaksikan *hexachlorobenzene* sebanyak 1365,9243 kg/jam dengan natrium hidroksida sebanyak 1187,1543 kg/jam dalam pelarut methanol sebanyak 3105,2548 kg/jam menjadi *pentachlorophenol* sebanyak 1255,11 kg/jam

Jenis : Reaktor alir tangki berpengaduk

Jumlah : 2 buah

Kondisi operasi : Tekanan = 10 atm

Suhu = 135 °C

Bahan konstruksi : *Stainless steel 167 type 316*

Spesifikasi *reaktor* :

Diameter reaktor	: 1,51 m
Tinggi reaktor	: 2,89 m

Tinggi cairan : 2 m

Tebal *shell* : 0,25 in

Tebal *head* : 1 in

Pengaduk reaktor :

Jenis pengaduk : *marine propeller 3 blade*

Diameter pengaduk : 0,51 m

Lebar pengaduk : 0,08 m

Jumlah *baffle* : 4 buah

Lebar *baffle* : 0,1386 m

Daya pengaduk : 0,75 Hp

Jaket pemanas reaktor 1 :

Tinggi jaket : 2,0027 m

Luas transfer panas : 13,0596 m²

Jaket pemanas reaktor 2 :

Tinggi jaket : 2,0027 m

Luas transfer panas : 12,3572 m²

Harga : \$199.420

3. *Flash Drum*

Fungsi : Memisahkan campuran uap dan cairan yang keluar dari reaktor (R-02)

Jenis : *cylindrical vertical vessel dengan dishead head and bottom*

Jumlah : 1 buah

Bahan konstruksi : *Stainless steel 167 type 316*

Kondisi operasi : Tekanan = 1 atm

Suhu = 95 °C

Spesifikasi :

Diameter *flash drum* : 0,9144 m

Tinggi *flash drum* : 2,84 m

Tinggi kolam uap : 2,62 m

Tinggi cairan : 0,212 m

Tebal *shell* : 0,1875 in

Tebal *head* : 0,1875 in

Harga : \$ 30.750

4. *Mixer (M-02)*

Fungsi : Mengencerkan hasil bawah *flash drum (FD-01)*
dan melarutkan NaPCP dengan air

Jenis : Tangki silinder tegak dengan tutup torispherical
head dilengkapi dengan pengaduk

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi : Tekanan = 1 atm

Suhu = 60 °C

Bahan Konstruksi : *Carbon Steel SA-283 Grade C*

Spesifikasi *mixer* :

Diameter *mixer* : 1,52 m

Tinggi *mixer* : 2,76 m

Tinggi cairan	: 1,8 m
Tebal <i>shell</i>	: 0,25 in
Tebal <i>head</i>	: 0,3125 in
Pengaduk <i>mixer</i>	:
Jenis pengaduk	: <i>marine propeller 3 blade</i>
Diameter pengaduk	: 0,555 m
Lebar pengaduk	: 0,056 m
Lebar <i>baffle</i>	: 0,14 m
Jumlah <i>baffle</i>	: 4 buah
Daya pengaduk	: 2,5 Hp
Pemanas <i>mixer</i>	:
Tinggi jaket pemanas	: 1,9 m
Luas transfer panas	: 2,548 m ²
Harga	: \$ 204.659

5. *Netralizer (N-01)*

Fungsi	: Menetralkan NaOH dengan HCl
Jenis	: Tangki silinder tegak dilengkapi dengan pengaduk
Jumlah	: 1 buah
Kondisi operasi	: Tekanan = 1 atm Suhu = 47 °C
Bahan Konstruksi	: <i>Stainless steel SA 167 type 316</i>
Spesifikasi <i>netralizer</i>	:
Diameter <i>netralizer</i>	: 1,52 m

Tinggi <i>netralizer</i>	: 2,45 m
Tinggi cairan	: 1,6 m
Tebal <i>shell</i>	: 0,1875 in
Tebal <i>head</i>	: 0,25 in

Pengaduk *netralizer* :

Jenis pengaduk	: <i>marine propeller 3 blade</i>
Diameter pengaduk	: 0,5 m
Lebar pengaduk	: 0,05 m
Lebar <i>baffle</i>	: 0,123 m
Jumlah <i>baffle</i>	: 4 buah
Daya pengaduk	: 10 Hp

Pendingin *netralizer* :

Tinggi jaket pendingin	: 1,8 m
Luas transfer panas	: 13,545 m ²

Harga : \$ 173.111

6. *Centrifuge (CF-01)*

Fungsi	: Memisahkan kristal produk PCP dari campuran hasil <i>netralizer (N-01)</i> menjadi padatan PCP dengan kekeringan 95%
Jenis	: <i>Disc centrifuge</i>
Jumlah	: 1 buah
Kondisi operasi	: Tekanan = 1 atm
	Suhu = 60 °C

Bahan Konstruksi : *Stainless steel SA 167 type 316*

Spesifikasi :

Diameter *bowl* : 7 in

Panjang *bowl* : 21 in

Kecepatan putar *bowl* : 12000 rpm

Daya : 1 Hp

Harga : \$ 20.500

7. *Rotary Dryer (RD-01)*

Fungsi : Mengurangi kadar air dalam padatan PCP

Jenis : *Direct contact type, co-current rotary dryer*

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi : Tekanan = 1 atm

Suhu = 97°C

Bahan Konstruksi : *Stainless steel SA 167 type 316*

Spesifikasi :

Diameter *rotary dryer* : 1,054 m

Panjang *rotary dryer* : 4,265 m

Jumlah *flight* : 2 *flight*

Tinggi *flight* : 0,08 m

Daya : 0,167 Hp

Harga : \$ 64.917

8. *Heater 01*

Fungsi : Memanaskan larutan HCB dan methanol dari suhu 40 °C ke 135 °C sebelum masuk ke reaktor (R-01)

Jenis : *Double pipe heat exchanger*

Bahan konstruksi : *Stainless steel SA283 grade C*

Jumlah : 1 buah

Dimensi heater :

- Inner :

Diameter luar : 3,5 in

Diameter dalam : 3,07 in

Pressure drop : 0,059 psi

- Annulus :

Diameter luar : 4,50 in

Diameter dalam : 4,03 in

Pressure drop : 0,0045 psi

Luas transfer panas : 164,5581 ft²

Harga : \$ 20.956

9. *Heater 02*

Fungsi : Memanaskan larutan NaOH dari suhu 30 °C ke 135 °C sebelum masuk ke reaktor (R-01)

Jenis : *Double pipe heat exchanger*

Bahan konstruksi : *Stainless steel SA283 grade C*

Jumlah : 1 buah

Dimensi heater	:
• Inner	:
Diameter luar	: 2,38 in
Diameter dalam	: 2,07 in
Pressure drop	: 0,05238 psi
• Annulus	:
Diameter luar	: 3,50 in
Diameter dalam	: 3,07 in
Pressure drop	: 0,00074 psi
Luas transfer panas	: 61,590 ft ²
Harga	: \$ 1.822

10. Heater 03

Fungsi	: Memanaskan larutan HCl dari suhu 30 °C ke 47 °C sebelum masuk ke <i>netralizer (N-01)</i>
Jenis	: <i>Double pipe heat exchanger</i>
Bahan konstruksi	: <i>Stainless steel SA283 grade C</i>
Jumlah	: 1 buah
Dimensi heater	:
• Inner	:
Diameter luar	: 1,66 in
Diameter dalam	: 1,38 in
Pressure drop	: 0,0137 psi
• Annulus	:

Diameter luar	: 2,38 in
Diameter dalam	: 2,07 in
Pressure drop	: 0,0001 psi
Luas transfer panas	: 4,42 ft ²
Harga	: \$ 1.025

11. *Heater 04*

Fungsi	: Memanaskan larutan H ₂ O dari suhu 30 °C ke 47 °C sebelum masuk ke <i>netralizer (N-01)</i>
Jenis	: <i>Double pipe heat exchanger</i>
Bahan konstruksi	: <i>Stainless steel SA283 grade C</i>
Jumlah	: 1 buah
Dimensi heater	:
• Inner	:
Diameter luar	: 1,66 in
Diameter dalam	: 1,38 in
Pressure drop	: 0,0137 psi
• Annulus	:
Diameter luar	: 2,38 in
Diameter dalam	: 2,07 in
Pressure drop	: 0,0001 psi
Luas transfer panas	: 4,94 ft ²
Harga	: \$ 1.025

12. *Heater 05*

Fungsi	: Memanaskan udara untuk dimanfaatkan ke <i>rotary dryer</i>
Jenis	: <i>Double pipe heat exchanger</i>
Bahan konstruksi	: <i>Stainless steel SA283 grade C</i>
Jumlah	: 1 buah
Dimensi heater	:
• Inner	:
Diameter luar	: 3,50 in
Diameter dalam	: 3,07 in
Pressure drop	: 0,00072 psi
• Annulus	:
Diameter luar	: 4,50 in
Diameter dalam	: 4,03 in
Pressure drop	: 0,005 psi
Luas transfer panas	: 111,916 ft ²
Harga	: \$ 2.050

13. *Cooler 01*

Fungsi	: Mendinginkan umpan dari <i>reaktor (R-01)</i> dari suhu 135 °C ke 95 °C sebelum masuk ke <i>flash drum (FD-01)</i>
Jenis	: <i>Double pipe heat exchanger</i>
Bahan konstruksi	: <i>Stainless steel SA283 grade C</i>

Jumlah	: 1 buah
Dimensi heater	:
• Inner	:
Diameter luar	: 2,38 in
Diameter dalam	: 2,07 in
Pressure drop	: 0,6740 psi
• Annulus	:
Diameter luar	: 3,50 in
Diameter dalam	: 3,07 in
Pressure drop	: 0,354 psi
Luas transfer panas	: 108,49 ft ²
Harga	: \$ 2.050

14. Cooler 02

Fungsi	: Mendinginkan umpan flash drum dari suhu 95 °C ke 60 °C sebelum masuk ke <i>mixer (M-02)</i>
Jenis	: <i>Double pipe heat exchanger</i>
Bahan konstruksi	: <i>Stainless steel SA283 grade C</i>
Jumlah	: 1 buah
Dimensi heater	:
• Inner	:
Diameter luar	: 3,5 in
Diameter dalam	: 3,07 in
Pressure drop	: 0,0248 psi

- Annulus :
- Diameter luar : 4,50 in
- Diameter dalam : 4,03 in
- Pressure drop : 0,9298 psi
- Luas transfer panas : 50,57 ft²
- Harga : \$ 1.7080

15. Cooler 03

- Fungsi : Mendinginkan umpanmixer (*M-02*) dari suhu 60 °C ke 47 °C sebelum masuk ke *netralizer (N-01)*
- Jenis : *Double pipe heat exchanger*
- Bahan konstruksi : *Stainless steel SA283 grade C*
- Jumlah : 1 buah
- Dimensi heater :
- Inner :
- Diameter luar : 3,5 in
- Diameter dalam : 3,07 in
- Pressure drop : 0,0115 psi
- Annulus :
- Diameter luar : 4,50 in
- Diameter dalam : 4,03 in
- Pressure drop : 0,1625 psi
- Luas transfer panas : 81,0414 ft²
- Harga : \$ 1.936

16. Cooler 04

Fungsi : Mendinginkan umpannetralizer (*N-01*) dari suhu 47 °C ke 45 °C sebelum masuk ke *centrifuge (CF-01)*

Jenis : *Double pipe heat exchanger*

Bahan konstruksi : *Stainless steel SA283 grade C*

Jumlah : 1 buah

Dimensi heater :

- Inner :

Diameter luar : 3,5 in

Diameter dalam : 3,07 in

Pressure drop : 0,041 psi

- Annulus :

Diameter luar : 4,50 in

Diameter dalam : 4,03 in

Pressure drop : 0,0244 psi

Luas transfer panas : 43,2137 ft²

Harga : \$ 1.708

17. Gudang penyimpanan 01

Fungsi : Menyimpan bahan baku *hexachlorobenzene* untuk kebutuhan produksi sebanyak 1365,924 kg/jam selama 14 hari

Jenis : Gudang berbentuk kotak dari beton dengan atap

Jumlah	: 1 buah
Kondisi operasi	: Tekanan = 1atm
	Suhu = 30 °C
Panjang	:13,32 m
Lebar	: 13,32 m
Tinggi	: 5 m
Harga	: \$ 12.466

18. Gudang penyimpanan 02

Fungsi	: Menyimpan produk <i>pentachlorophenol</i> (PCP) sebanyak 1260,345 kg/jam selama 7 hari
Jenis	: Gudang berbentuk kotak dari beton dengan atap
Jumlah	: 1 buah
Kondisi operasi	: Tekanan = 1atm
	Suhu = 30 °C
Panjang	: 14,05 m
Lebar	: 14,05 m
Tinggi	: 5 m
Harga	: \$ 13.292

19. Tangki penyimpanan 01

Fungsi	: Menyimpan bahan baku NaOH untuk kebutuhan produksi sebanyak 1187,1544 kg/jam selama 7 hari
Jenis	: silinder tegak dengan tutup atas conical roof dan bawa flat bottom

Jumlah	: 1 buah
Kondisi operasi	: Tekanan = 1atm Suhu = 30 °C
Bahan konstruksi	: <i>Stainless steel 167 type 316</i>
Dimensi silinder	:
Diameter	: 6,05 m
Tinggi silinder	: 6,05 m
Tinggi total tangki	: 7,8926 m
Tebal shell	: 0,25 in
Dimensi tutup	:
Tebal head	: 0,625 in
Tinggi head	: 0,5774 m
Harga	: \$ 145.209

20. Tangki penyimpanan 02

Fungsi	: Menyimpan bahan baku HCl untuk kebutuhan produksi sebanyak 787,1105 kg/jam selama 7 hari
Jenis	: silinder tegak dengan tutup atas conical roof dan bawa flat bottom
Jumlah	: 1 buah
Kondisi operasi	: Tekanan = 1atm Suhu = 30 °C
Bahan konstruksi	: <i>Stainless steel 167 type 316</i>
Dimensi silinder	:

Diameter	: 6,0944 m
Tinggi silinder	: 6,0944m
Tinggi total tangki	: 7,8296 m
Tebal shell	: 0,25 in
Dimensi tutup	:
Tebal head	: 0,625 in
Tinggi head	: 0,5774 m
Harga	: \$ 142.931

21. Tangki penyimpan 03

Fungsi	: Menyimpan bahan baku Methanol untuk kebutuhan produksi sebanyak 3105,22548 kg/jam selama 7 hari
Jenis	: silinder tegak dengan tutup atas <i>torispherical dished head</i>
Jumlah	: 1 buah
Kondisi operasi	: Tekanan = 1atm Suhu = 30 °C
Bahan konstruksi	: <i>Carbon stell SA 283 Grade C</i>
Dimensi silinder	:
Diameter	: 13,8 m
Tinggi silinder	: 5,17 m
Tinggi total tangki	: 6,6369 m
Tebal shell	: 0,5 in

Dimensi tutup	:	
Tebal head	:	0,375 in
Tinggi head	:	1,4648 m
Harga	:	\$ 339.731

22. Pompa 01

Fungsi	:	Memompa bahan baku NaOH dari tangki penyimpanan (TP-01) ke <i>reaktor (R-01)</i> sebanyak 1187,154383 kg/jam
Jenis	:	<i>centrifugal pomp</i>
Jumlah	:	2 buah
Kondisi operasi	:	Tekanan = 1 atm Suhu = 30 °C
Kapasitas	:	4,5565 gpm
<i>Head</i> pompa	:	231,4514 ft
Power	:	10 Hp
Harga	:	\$ 4.669

23. Pompa 02

Fungsi	:	Memompa bahan baku methanol dari tangki penyimpanan ke <i>mixer (M-01)</i> sebanyak 3105,25 kg/jam
Jenis	:	<i>centrifugal pomp</i>
Jumlah	:	2 buah
Kondisi operasi	:	Tekanan = 1 atm

Suhu = 30 °C

Kapasitas : 20,8471 gpm

Head pompa : 10,5264 ft

Power : 0,333 Hp

Harga : \$ 4.669

24. Pompa 03

Fungsi : Memompa bahan baku dari *mixer(M-01)* ke *reaktor (R-01)* sebanyak 4471,179143 kg/jam

Jenis : *centrifugal pomp*

Jumlah : 2 buah

Kondisi operasi : Tekanan = 1 atm

Suhu = 40 °C

Kapasitas : 20,1139 gpm

Head pompa : 269,8877 ft

Power : 10 Hp

Harga : \$ 6.947

25. Pompa 04

Fungsi : Memompa produk dari *reaktor (R-01)* ke *reaktor (R-02)* sebanyak 5658,333526 kg/jam

Jenis : *centrifugal pomp*

Jumlah : 2 buah

Kondisi operasi : Tekanan = 10 atm

Suhu = 135 °C

Kapasitas : 26,8457 gpm

Head pompa : 11,5003 ft

Power : 0,5 Hp

Harga : \$ 4.669

26. Pompa 05

Fungsi : Memompa produk dari *flash drum* (FD-01) kemixer (M-02) sebanyak 2361,573365 kg/jam

Jenis : *centrifugal pomp*

Jumlah : 2 buah

Kondisi operasi : Tekanan = 1 atm

Suhu = 95 °C

Kapasitas : 7,3423 gpm

Head pompa : 9,9742 ft

Power : 0,3 Hp

Harga : \$ 5.808

27. Pompa 06

Fungsi : Memompa bahan baku H₂O dari *tangki penyimpanan* (TP-02) ke *mixer* (M-02) sebanyak 768,821436 kg/jam

Jenis : *centrifugal pomp*

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi : Tekanan = 1 atm

Suhu = 30 °C

Kapasitas : 3,9736 gpm
 Head pompa : 10,9126 ft
 Power : 0,16677 Hp
 Harga : \$ 2.619

28. Pompa 07

Fungsi : Memompa produk dari *mixer (M-02)* ke *netralizer (N-01)* sebanyak 3130,395 kg/jam

Jenis : *centrifugal pomp*

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi : Tekanan = 1 atm

Suhu = 60 °C

Kapasitas : 10,7727 gpm

Head pompa : 10,1232 ft

Power : 0,5 Hp

Harga : \$ 5.808

29. Pompa 08

Fungsi : Memompa bahan baku HCl dari tangki penyimpanan (TP-03) ke *netralizer (N-01)* sebanyak 787,110486 kg/jam

Jenis : *centrifugal pomp*

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi : Tekanan = 1 atm

Suhu = 30 °C

Kapasitas : 4,5078 gpm
 Head pompa : 11,0730 ft
 Power : 0,16677 Hp
 Harga : \$ 2.619

30. Pompa 09

Fungsi : Memompa produk dari *netralizer (N-01)* ke *centrifuge (CF-01)* sebanyak 3917,5053 kg/jam

Jenis : *centrifugal pomp*

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi : Tekanan = 1 atm
 Suhu = 47 °C

Kapasitas : 14,1170 gpm

Head pompa : 10,0214 ft

Power : 0,333 Hp

Harga : \$ 6.947

31. Pompa 10

Fungsi : Memompa hasil samping atau keluaran berupa limbah dari *centrifuge* menuju unit pengolahan limbah

Jenis : *centrifugal pomp*

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi : Tekanan = 1 atm
 Suhu = 45 °C

Kapasitas	: 11,3740 gpm
<i>Head</i> pompa	: 10,1773 ft
Power	: 0,5 Hp
Harga	: \$ 5.808

32. *Expansion valve*

Fungsi	: Menurunkan tekanan produk keluar dari <i>reaktor</i> (<i>R-02</i>) sebanyak 5654,3375 kg/jam
Jenis	: <i>Gate valve ¾ closed</i>
Jumlah	: 1 buah
Kondisi operasi	: Tekanan = 10 atm Suhu = 135 °C
Debit	: 6,075 m ³ /jam
Pipa pemasukan	: NPS 1 ; Sch No.40; OD: 1,3200 in; ID: 1,0490 in
Harga	: \$ 10.250

33. *Belt conveyer 01*

Fungsi	: mengangkut HCB sebanyak 1,37 ton/jam dari gudang ke <i>mixer 01</i>
Jumlah	: 1 buah
Lebar belt	: 0,36 m
Panjang belt	: 8,04 m
Kecepatan belt	: 2,85 fpm
Daya	: 0,05 Hp
Harga	: \$ 11.161

34. *Belt conveyer 02*

Fungsi	: mengangkut produk PCP sebanyak 1,29 ton/jam dari <i>centrifuge 01</i> ke <i>rotary dryer 01</i>
Jumlah	: 1 buah
Lebar belt	: 0,36 m
Panjang belt	: 3,08 m
Kecepatan belt	: 2,69 fpm
Daya	: 0,05 Hp
Harga	: \$ 4.669

35. *Belt conveyer 03*

Fungsi	: mengangkut produk PCP sebanyak 1,26 ton/jam dari <i>rotary dryer 01</i> ke silo PCP
Jumlah	: 1 buah
Lebar belt	: 0,36 m
Panjang belt	: 5 m
Kecepatan belt	: 2,63 fpm
Daya	: 0,05 Hp
Harga	: \$ 7.175

36. *Hopper*

Fungsi	: Mengumpulkan padatan HCB ke mixer 01
Jenis	: tangki persegi empat tegak dengan bagian bawah mengecil
Jumlah	: 1 buah

Panjang <i>shell</i>	: 0,25 m
Tinggi <i>shell</i>	: 0,375 m
Tinggi <i>cone</i>	: 0,0583 m
Tebal <i>shell</i>	: 0,1875 in
Harga	: \$ 3.075

37. Fan

Fungsi	: mengalirkan udara untuk kebutuhan pada <i>rotary dryer</i> sebanyak 1637,7856 kg/jam
Jumlah	: 1 buah
Daya	: 2 Hp
Harga	: \$ 1.594

3.3 Perencanaan Produksi

3.3.1 Analisa Kebutuhan Bahan Baku

Analisa kebutuhan bahan baku berkaitan dengan ketersediaan bahan baku terhadap kebutuhan pabrik atau produksi. Bahan baku berupa *hexachlorobenzene* sebanyak 1352,2651 kg/jam, natrium hidroksida sebanyak 1187, 154383 kg/jam, dan methanol sebanyak 3105,2548 kg/jam. Bahan baku di dapat dengan membeli ke pabrik-pabrik produksi bahan baku tersebut.

3.3.2 Analisa Kebutuhan Peralatan Proses

Analisa kebutuhan peralatan proses meliputi kemampuan peralatan proses, umur atau jam kerja peralatan serta perawatan. Anggaran yang digunakan untuk peralatan proses, baik dalam

pembelian maupun perawatannya didapatkan dari analisa kebutuhan peralatan proses.

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu faktor primer dan faktor sekunder. Dari pertimbangan-pertimbangan tersebut maka pabrik *pentachlorophenol* akan di dirikan di daerah Bontang, Kalimantan Timur. Pemilihan lokasi di Bontang didasarkan atas pertimbangan yang secara praktis menguntungkan dari segi ekonomis dan segi teknisnya.

4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor-faktor primer yang dapat mempengaruhi pemilihan lokasi pabrik adalah sebagai berikut:

1. Penyediaan bahan baku

Sebaiknya lokasi pabrik dekat dengan penyediaan bahan baku dan pemasaran produk agar dapat meminimalkan biaya transportasi. Bahan baku dari pabrik *pentachlorophenol* adalah *hexachlorobenzene* yang rencananya akan di datangkan dari Cina, pemilihan ini mempertimbangkan karena lokasi atau posisinya tidak jauh dibandingkan dengan lokasi lainnya. Sedangkan bahan baku berikutnya berupa methanol yang akan didatangkan dari PT KMI (kaltim methanol industri) yang berada diBontang, sehingga dapat lebih meminimalkan biaya.

2. Pemasaran produk

Pentachlorophenol adalah bahan yang sangat dibutuhkan oleh industri maupun non industri. Akan lebih baik jika pendirian pabrik pentachlorophenol dilakukan di wilayah kawasan industri yang dekat dengan pelabuhan agar pendistribusiannya lebih lancar. Bontang, Kalimantan Timur adalah wilayah yang saat ini dikembangkan menjadi wilayah industri dan dekat dengan pelabuhan.

3. Ketersediaan energi dan air

Lokasi pabrik seharusnya dekat dengan sumber energi dan air, karena air merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam suatu pabrik seperti dalam unit proses, pendingin, pemanas (steam), kebutuhan sanitasi maupun domestik dan kebutuhan-kebutuhan lainnya. Sumber air yang biasa digunakan berasal dari air laut, air sungai, dan air danau. Wilayah Bontang, Kalimantan Timur dekat dengan wilayah laut. Sehingga sumber air untuk pengoperasian pabrik dapat di ambil dari air laut.

4. Ketersediaan tenaga kerja

Tenaga kerja adalah bagian yang penting dalam pengoperasian suatu pabrik untuk memperlancar jalannya suatu proses industri dibutuhkan tenaga kerja yang terdidik dan terampil.

5. Kondisi geografis dan sosial

Pemilihan lokasi pabrik sebaiknya didirikan di daerah yang stabil dari gangguan bencana alam seperti banjir, gempa bumi, dan lain-lain. Kebijakan dari pemerintah setempat juga menjadi faktor yang penting dalam pemilihan lokasi pabrik. Kondisi sosial juga mempengaruhi pemilihan lokasi pabrik karena kondisi sosial masyarakat diharapkan dapat memberi dukungan terhadap operasional pabrik sehingga lokasi pabrik yang dipilih adalah lokasi yang masyarakatnya dapat menerima keberadaan pabrik tersebut.

4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor- faktor sekunder yang dapat mempengaruhi penentuan lokasi pabrik adalah sebagai berikut

- a. Wilayah Bontang, Kalimantan Timur dekat dengan pelabuhan yang akan dapat memperlancar distribusi bahan baku maupun produk.
- b. Dekat dengan wilayah perairan yaitu laut.
- c. Sarana dan prasarana yang baik berupa transportasi, jalan, dan listrik yang memadai.
- d. Bukan daerah yang subur sehingga limbah dari pabrik tidak mengganggu lahan pertanian.

Kesimpulannya pendirian pabrik *pentachlorophenol* di Bontang, Kalimantan Timur adalah tempat yang cocok untuk mendirikannya sehingga dapat menguntungkan.

4.2 Tata Letak Pabrik

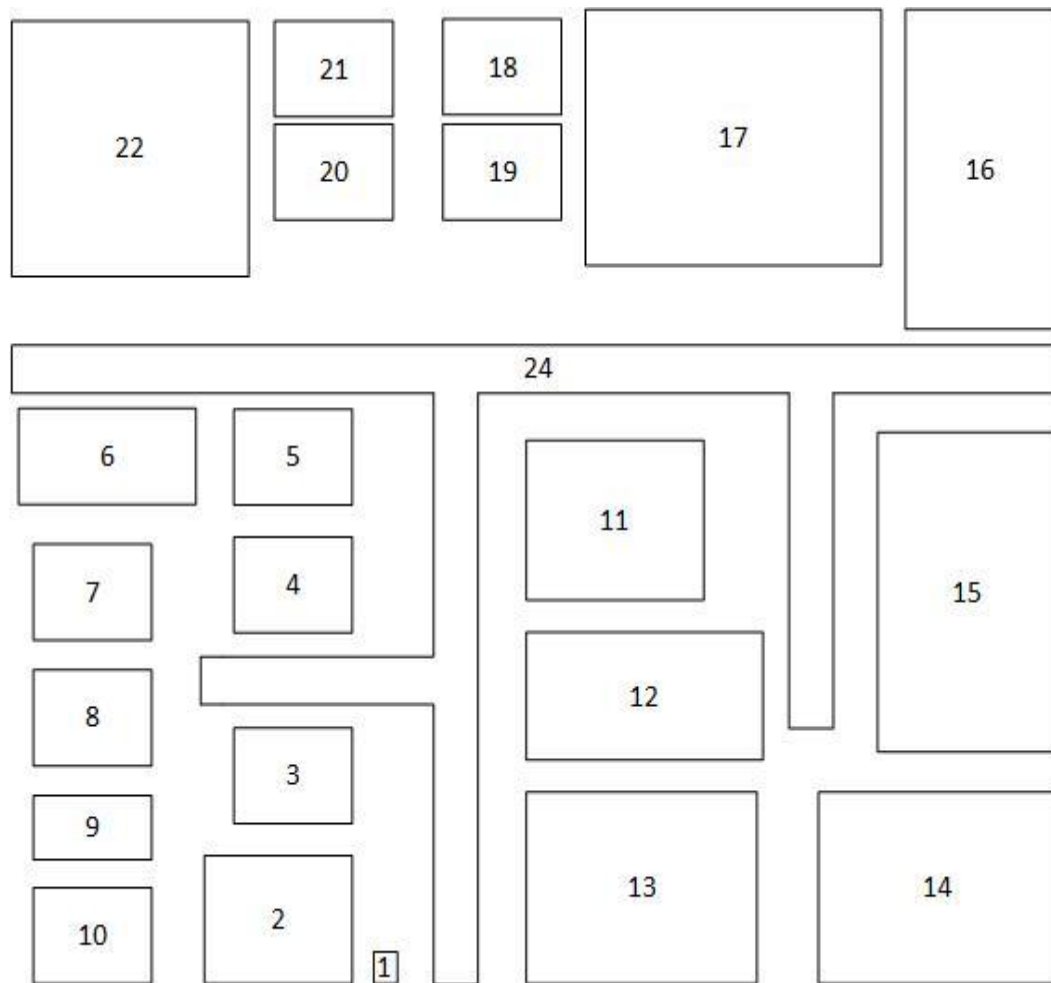
Tata letak merupakan tempat kedudukan keseluruhan bagian dari perusahaan yang meliputi tempat kerja alat, tempat kerja karyawan, tempat penyimpanan bahan baku serta produk, tempat utilitas, perluasan dan yang lainnya. Bangunan-bangunan yang terdapat dilokasi pabrik adalah sebagai berikut:

1. Pos Keamanan
2. Kantor Teknik dan Proses
3. Taman
4. Kantin
5. Bengkel
6. Unit pemadam kebakaran
7. Gudang untuk pemeliharaan dan *plant supplies*
8. Poliklinik
9. Masjid
10. Perpustakaan
11. Parkir truk
12. Parkir utama
13. Kantor utama
14. Rumah dinas

15. Area mess
16. Area perluasan
17. Area proses
18. Limbah
19. Laboratorium untuk pengendalian mutu bahan baku dan produk
20. Ruang *control room* proses
21. Ruang *control room utilitas*
22. Area utilitas

Tata letak pabrik di desain dengan pertimbangan-pertimbangan berikut ini:

- a. Dapat memberikan ruang gerak dalam hal transportasi, perbaikan maupun pengawasan.
- b. Memudahkan dalam penanggulangan kondisi darurat seperti kebakaran dan lainnya.
- c. Lokasi pemukiman dan perkantoran terpisah dengan lokasi industri dengan jarak aman.
- d. Tersedianya tempat untuk keperluan perluasan pabrik di masa mendatang.



Skala 1 : 1000

Gambar 4.1 Tata letak pabrik pentachlorophenol

4.3. Tata Letak Alat Proses

Pengaturan terhadap tata letak unit proses pabrik dirancang dengan sedemikian rupa agar lebih efisien dan diusahakan sesuai dengan urutan kerja dan fungsi dari alat-alat yang digunakan. Faktor-faktor yang dipertimbangkan dalam menentukan tata letak alat proses adalah sebagai berikut:

1. Ekonomi

Biaya konstruksi dan operasional dipengaruhi oleh tata letak alat-alat proses, sehingga peletakan alat-alat proses harus ditata dengan sebaik mungkin. Biaya konstruksi dapat diminimalkan dengan cara mengatur tata letak sehingga menghasilkan pemipaan yang terpendek dan hanya membutuhkan bahan konstruksi yang relatif sedikit.

2. Kebutuhan proses

Letak tata alat proses seharusnya dapat memberikan ruangan yang cukup bagi masing-masing alat agar dapat beroperasi dengan baik, sehingga distribusi utilitasnya dapat lebih mudah.

3. Operasi

Peralatan yang membutuhkan perhatian lebih dari operator sebaiknya diletakkan dengan *control room*, *valve*, tempat pengambilan sampel dan instrument harus diletakkan pada posisi dengan ketinggian yang mudah dijangkau atau diambil oleh operator.

4. Perawatan

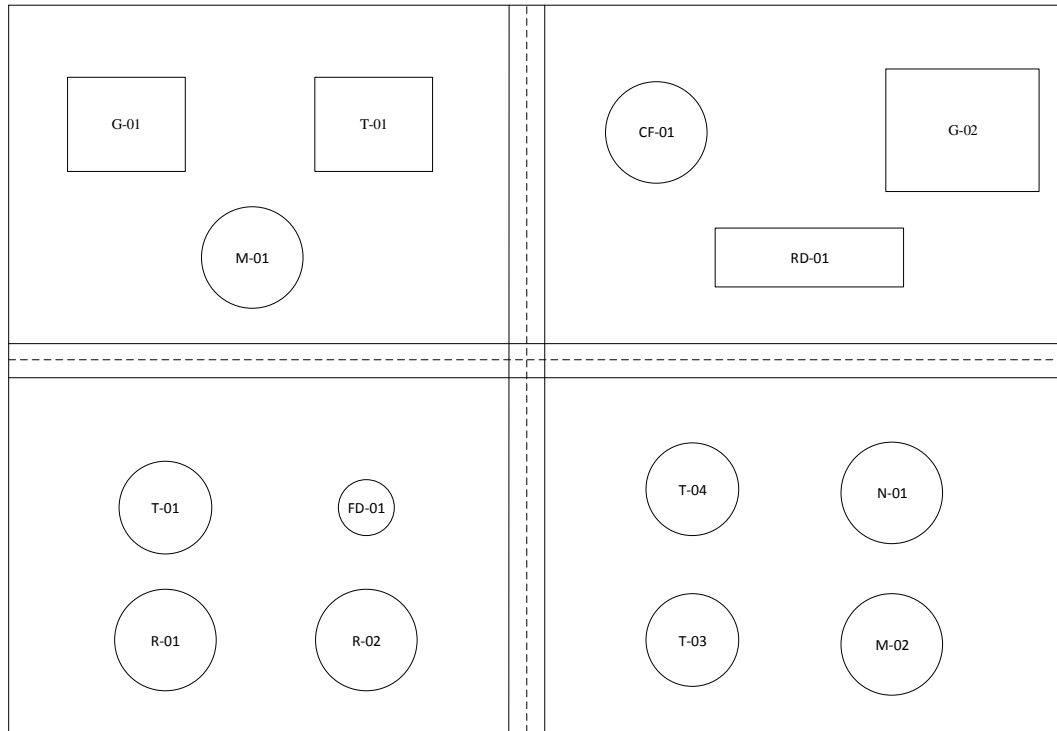
Letak alat proses harus memperhatikan ruangan untuk perawatan, seperti pada *heat exchanger* yang memerlukan ruangan yang cukup luas untuk pembersihan pada *tube*.

5. Keamanan

Letak tata alat-alat proses harus diletakkan dengan 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 pelruasan.



Gambar 4.2 Tata letak alat proses

4.4. Alir Proses dan Material

4.4.1 Neraca Massa

a. Neraca Massa Total

Neraca massa total dapat di tabulasikan dengan tabel berikut:

Tabel 4.1 Neraca massa total

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
C_6Cl_6	1352,2651	5,3336
C_6H_6	6,8296	6,8296
NaOH	474,8333	0
C_6Cl_5OH	0	1255,1100
C_6Cl_5ONa	0	4,9654
CH_3OH	3043,1497	3043,1497
NaCl	0	692,7769
H_2O	2103,8091	2232,4680
HCl	272,7338	12,9873
Udara	1637,7856	1637,7856
Total	8891,4062	8891,4062

b. Neraca Massa Per Alat

- Neraca Massa pada *Mixer* (M-01)

Tabel 4.2 Neraca massa mixer (M-01)

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	Arus 1	Arus 2	Arus 3
C ₆ Cl ₆	1352,2651	-	1352,2651
C ₆ H ₆	6,8296	-	6,8296
CH ₃ OH	-	3043,1497	3043,1497
H ₂ O	6,8296	62,1051	68,9347
Subtotal	1365,9243	3105,2548	4471,1791
Total	4471,1791		4471,1791

- Neraca Massa pada Reaktor (R-01)

Tabel 4.3 Neraca massa reaktor (R-01)

Kompenen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	Arus 3	Arus 4	Arus 5
C ₆ Cl ₆	1352,2651	-	134,6564
C ₆ H ₆	6,8296	-	6,8296
NaOH	-	474,8333	303,1524
C ₆ Cl ₅ OH	-	-	1134,3496
C ₆ Cl ₅ ONa	-	-	4,7633
CH ₃ OH	3043,1497	-	3043,1497
NaCl	-	-	249,8790
H ₂ O	68,9347	712,3211	781,5535
HCl	-	-	-
Subtotal	4471,1791	1187,154	5658,3335
Total	5658,3335		5658,3335

- Neraca Massa pada Reaktor (R-02)

Tabel 4.4 Neraca massa pada reaktor (R-02)

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	Arus 5		Arus 6	
C_6Cl_6	134,6564		5,3336	
C_6H_6	6,8296		6,8296	
NaOH	303,1524		284,9602	
C_6Cl_5OH	1134,3496		1255,1100	
C_6Cl_5ONa	4,7633		4,9654	
CH_3OH	3043,1497		3043,1497	
NaCl	249,8790		276,4188	
H_2O	781,5535		781,5661	
HCl	-		-	
Subtotal	5658,3335		5658,3335	
Total	5658,3335		5658,3335	

- Neraca Massa pada *Flash Drum* (FD)

Tabel 4.5 Neraca massa pada flash drum (FD)

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	Arus 6	Arus 7	Arus 8
C ₆ Cl ₆	5,3336	0,0011	5,3324
C ₆ H ₆	6,8296	5,6098	1,2198
NaOH	284,9602	-	284,9602
C ₆ Cl ₅ OH	1255,1100	-	1255,1100
C ₆ Cl ₅ ONa	4,9654	-	4,9654
CH ₃ OH	3043,1497	2733,9720	309,1777
NaCl	276,4188	-	276,4188
H ₂ O	781,5661	557,1772	224,3889
HCl	-	-	-
Subtotal	5658,3335	3296,7602	2361,5733
Total	5658,3335	5658,3335	

- Neraca Massa pada *Mixer* (M-02)

Tabel 4.6 Neraca massa pada mixer (M-02)

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	Arus 8	Arus 9	Arus 10
C_6Cl_6	5,3324	-	5,3324
C_6H_6	1,2198	-	1,2198
NaOH	284,9602	-	284,9602
C_6Cl_5OH (s)	1254,6153	-	1254,6153
C_6Cl_5OH (l)	0,4947	-	0,4947
C_6Cl_5ONa	4,9654	-	4,9654
CH_3OH	309,1777	-	309,1777
NaCl	276,4188	-	276,4188
H_2O	224,3889	768,8210	993,2099
HCl	-	-	-
Subtotal	2361,5733	768,8210	3130,3944
Total	3130,3944		3130,3944

- Neraca Massa pada *Neutralizer* (N)

Tabel 4.7 Neraca massa pada netralizer (N)

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	Arus 10	Arus 11	Arus 12
C_6Cl_6	5,3324	-	5,3324
C_6H_6	1,2198	-	1,2198
NaOH	284,9602	-	-
C_6Cl_5OH (s)	1254,6153	-	1254,6153
C_6Cl_5OH (l)	0,4947	-	0,4947
C_6Cl_5ONa	4,9654	-	4,9654
CH_3OH	309,1777	-	309,1777
NaCl	276,4188	-	692,7769
H_2O	993,2099	553,7323	1675,2907
HCl	-	272,7338	12,9873
Subtotal	3130,3944	826.4661	3956,8604
Total	3956,8604		3956,8604

- Neraca Massa pada *Centrifuge* (CF)

Tabel 4.8 Neraca massa pada centrifuge (CF)

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	Arus 12	Arus 13	Arus 14
C ₆ Cl ₆	5,3324	-	5,3324
C ₆ H ₆	1,2198	1,2076	0,0122
NaOH	0	-	-
C ₆ Cl ₅ OH (s)	1254,6153	-	1254,6153
C ₆ Cl ₅ OH (l)	0,4947	0,4897	0,0049
C ₆ Cl ₅ ONa	4,9654	-	4,9654
CH ₃ OH	309,1777	306,0859	3,0918
NaCl	692,7769	685,8492	6,9278
H ₂ O	1675,2907	1658,5378	16,7529
HCl	12,9873	12,9873	-
Subtotal	3956,8604	2665,1576	1291,7028
Total	3956,8604	3956,8604	

- Neraca Massa pada *Rotary Dryer* (RD)

Tabel 4.9 Neraca massa rotary dryer (RD)

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	Arus 14	Arus 15	Arus 16	Arus 17
C ₆ Cl ₆	5,3324	-	0,0533	5,2791
C ₆ H ₆	0,0122	-	0,0122	-
NaOH	-	-	-	-
C ₆ Cl ₅ OH	1254,6203	-	12,5462	1242,0741
C ₆ Cl ₅ ONa	4,9654	-	0,0497	4,9158
CH ₃ OH	3,0918	-	3,0918	-
NaCl	6,9278	-	-	6,9278
H ₂ O	16,7529	-	15,6047	1,1482
HCl	-	-	-	-
Udara	-	1637,7856		1637,7856
Subtotal	1291,7028	1637,7856	31,3578	2898,1306
Total	2929,4884		2929,4884	

4.4.2 Neraca Panas

a. Neraca Panas Mixer

Tabel 4.10 Neraca panas mixer (M-01)

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Q in	134118,0771	
Q out		134118,0771
ΔH Pelarutan	51758,7205	
Subtotal	185876,7976	134118,0771
ΔH Pendingin		51758,7205
Total	185876,7976	185876,7976

b. Neraca Panas Reaktor 01

Tabel 4.11 Neraca panas reaktor 01

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Q in	1511401,4574	
Q out		1511284,2606
ΔH Reaksi		340449,3459
Subtotal	1511401,4574	1851733,6064
ΔH Pemanas	340332,1491	
Total	1851733,6064	1851733,6064

c. Neraca Panas Reaktor 02

Tabel 4.12 Neraca panas reaktor 02

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Q in	1511284,2606	
Q out		1511279,2858
ΔH Reaksi		36251,0117
Subtotal	1511284,2606	1547530,2976
ΔH Pemanas	36246,0370	
Total	1547530,2976	1547530,2976

d. Neraca Panas *Flash Drum* (FD)

Tabel 4.13 Neraca panas flash drum (FD)

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Q in	64834804,8028	
Q out		64834804,8028
Total	64834804,8028	64834804,8028

e. Neraca panas *Mixer* 02

Tabel 4.14 Neraca panas mixer 02

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Q in	105755,7285	
Q out		105755,7285
ΔH Pelarutan		23127,2307
Subtotal	105755,7285	128882,9592
ΔH Pemanas	23127,2307	
Total	128882,9592	128882,9592

f. Neraca panas *Netralizer* (N)

Tabel 4.15 Neraca panas neutralizer (N)

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Q in	199432,2319	
Q out		199154,3609
ΔH Reaksi	26019,4029	
Subtotal	225451,6348	199154,3609
ΔH Pendingin		26297,2739
Total	225451,6348	225451,6348

g. Neraca Panas *Centrifuge* (CF)

Tabel 4.16 Neraca panas centrifuge (CF)

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Q in	176191,7542	
Q out		176191,7542
Total	176191,7542	176191,7542

h. Neraca Panas *Rotary Dryer* (RD)

Tabel 4.17 Neraca panas rotary dryer (RD)

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Q in	496494,7045	
Q out		693028,9764
ΔH Pemanas	196534,2719	
Total	693028,9764	693028,9764

i. Neraca Panas *Heater 01*

Tabel 4.18 Neraca panas heater 01

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Q in	134118,0771	
Q out		1069327,4493
ΔH Pemanas	986645,8877	
Total	693028,9764	693028,9764

j. Neraca Panas *Heater 02*

Tabel 4.19 Neraca panas heater 02

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Q in	60230,4809	
Q out		442074,0081
ΔH Pemanas	381843,5271	
Total	442074,0081	442074,0081

k. Neraca Panas *Heater 03*

Tabel 4.20 Neraca panas heater 03

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Q in	14602,1640	
Q out		64908,6817
ΔH Pemanas	50306,5177	
Total	64908,6817	64908,6817

l. Neraca Panas *Heater* 04

Tabel 4.21 Neraca panas heater 04

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Q in	16109,8874	
Q out		112417,6284
ΔH Pemanas	96307,7410	
Total	112417,6284	112417,6284

m. Neraca Panas pada *Cooler* 01

Tabel 4.22 Neraca panas cooler 01

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Q in	1511279,2858	
Q out		936295,0182
ΔH Pendingin		574984,2676
Total	1511279,2858	1511279,2858

n. Neraca Panas pada *Cooler* 02

Tabel 4.23 Neraca panas cooler 02

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Q in	273894,4037	
Q out		133120,6382
ΔH Pendingin		140773,7655
Total	273894,4037	273894,4037

o. Neraca Panas pada *Cooler 03*

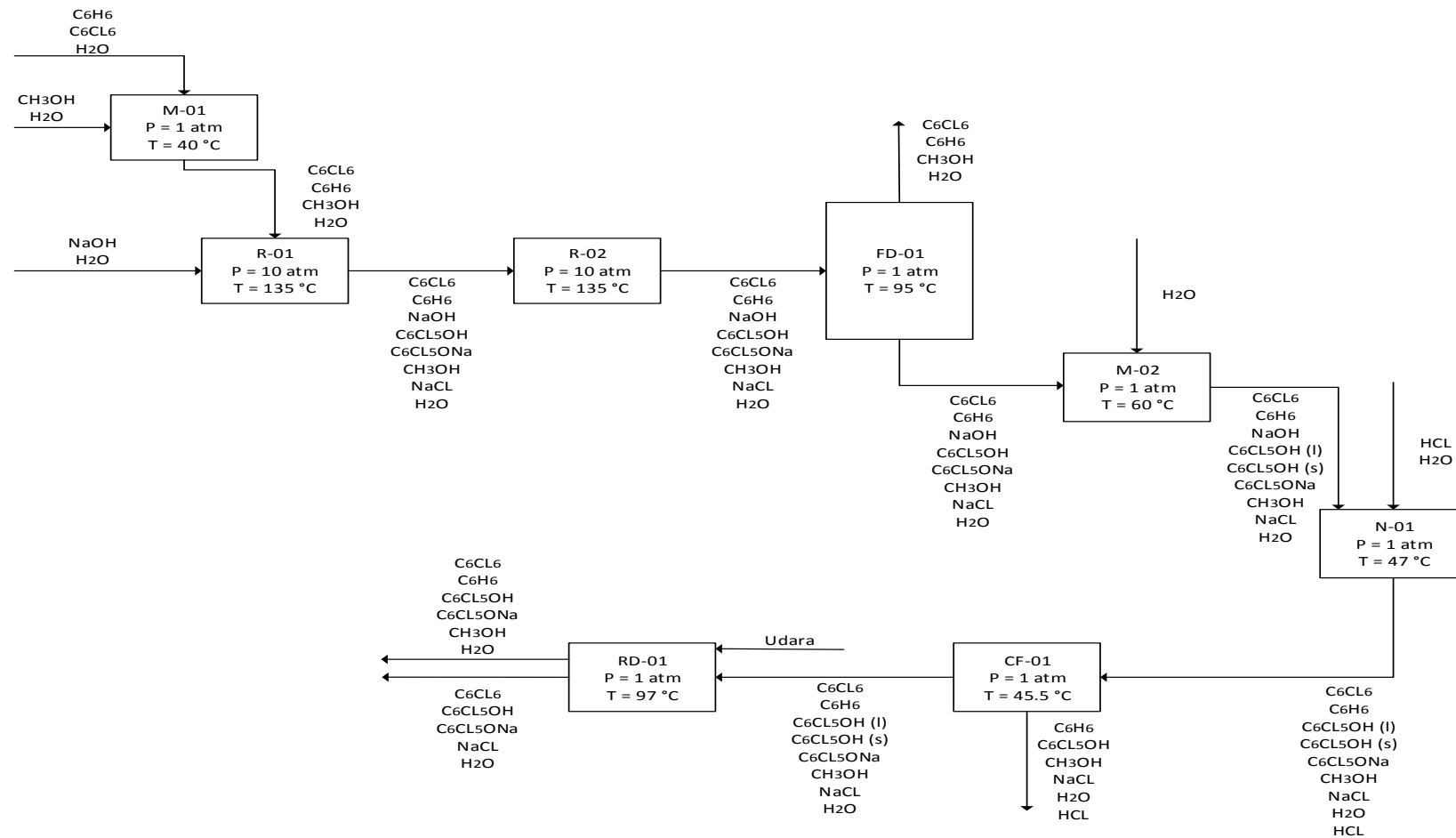
Tabel 4.24 Neraca panas cooler 03

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Q in	245538,2060	
Q out		153478,4843
ΔH Pendingin		92059,7217
Total	245538,2060	245538,2060

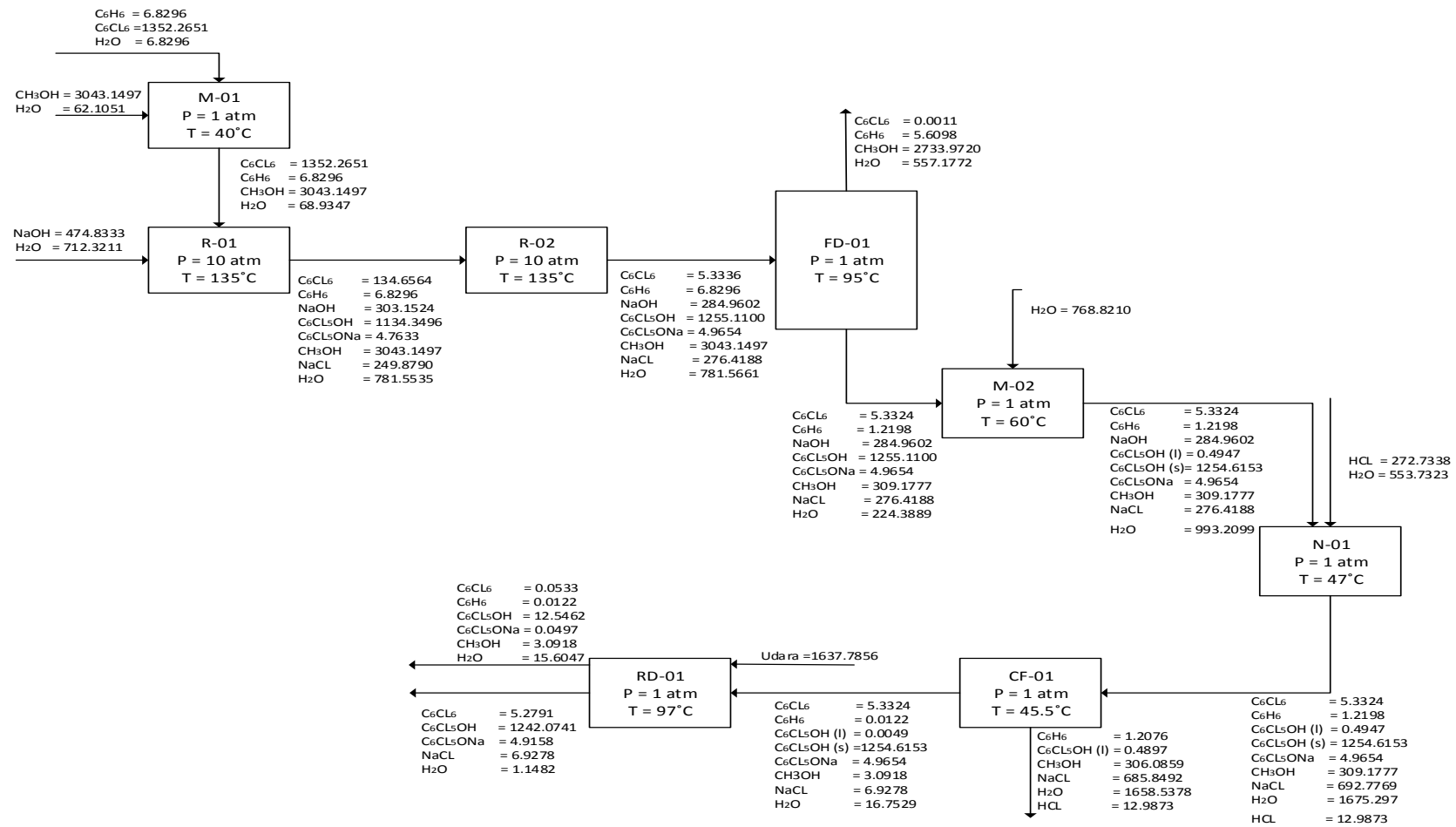
p. Neraca Panas pada *Cooler 04*

Tabel 4.25 Neraca panas cooler 04

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Q in	216831,3029	
Q out		197010,5434
ΔH Pendingin		19820,7595
Total	216831,3029	216831,3029



Gambar 4.3 Diagram alir kualitatif



Gambar 4.4 Diagram alir kuantitatif (Kg)

4.5 Pelayanan Teknik (Utilitas)

Unit utilitas merupakan bagian yang penting dari suatu pabrik, karena unit utilitas merupakan unit pendukung atau penunjang untuk menyediakan bahan utama, bahan pembantu, maupun bahan penggerak seperti udara, air, steam, bahan bakar, dan lain-lain. Unit utilitas merupakan penunjang operasi pabrik. Unit-unit yang termasuk dalam unit utilitas pabrik *pentachlorophenol* adalah sebagai berikut:

1. Unit penyedia dan pengolahan air
2. Unit pembangkit steam dan bahan bakar
3. Unit penyedia udara tekan
4. Unit pembangkit dan pendistribusian listrik
5. Unit pengolahan limbah

4.5.1 Unit Pengadaan dan Pengelolaan Air

Kebutuhan air terhadap jalannya proses suatu pabrik meliputi air keperluan kantor dan rumah tangga, air untuk pemadam kebakaran, air pendingin, air umpan boiler, dan air proses.

Jumlah air yang di butuhkan adalah sebagai berikut:

- | | |
|--------------------------------|---------------------|
| 1. Air keperluan kantor | = 2353,1432 kg/jam |
| 2. Air pendingin | = 35632,6482 kg/jam |
| 3. Air pembangkit steam | = 989,8562 kg/jam |
| 4. Air proses | = 768,8214 kg/jam |
| 5. Air untuk pemadam kebakaran | = 1200 kg/jam |

a. Unit Pengadaan Air

Dalam memenuhi kebutuhan air pada pabrik umumnya menggunakan air sungai, sumur, air danau, dan air laut. Pada perancangan pabrik pentachlorophenol ini berencana untuk memanfaatkan air laut sebagai sumber air untuk utilitasnya. Pertimbangan dalam memilih air laut sebagai sumber air utilitasnya adalah sebagai berikut :

1. Air laut merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi, sehingga kebutuhan air dapat di penuhi
2. Jumlah air laut lebih banyak dibandingkan dengan air sungai dan air sumur
3. Letak laut tidak terlalu jauh dari lokasi pabrik

Air yang di butuhkan pada lingkungan pabrik meliputi

1. Air pendingin

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

- air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar.
- mudah dalam pengaturan dan pengolahannya.
- Dapat menyerap jumlah panas yang relatif tinggi.
- Tidak terdekomposisi
- Tidak mudah menyusut dalam batasan yang ada perubahan suhu pendingin

2. Air umpan boiler

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

- Zat- zat yang dapat mengakibatkan korosi

air yang mengandung larutan-larutan asam, gas-gas terlarut seperti O_2 , CO_2 , H_2S dan NH_3O_2 akan mengakibatkan korosi karena aerasi maupun kontak dari luar.

- Zat yang dapat menyebabkan kerak

Kesadahan dan suhu yang tinggi, serta garam-garam karbonat dan silica dapat mengakibatkan pembentukan atau timbulnya kerak.

- Zat yang menyebabkan *foaming*

Air yang diambil kembali dari proses pemanasan dapat menyebabkan *foaming* pada boiler karena terdapat zat-zat organik yang tidak larut dalam jumlah banyak. Efek pembusaan terutama terjadi pada alkalitas tinggi.

3. Air sanitasi

Air sanitasi merupakan air yang akan di gunakan untuk keperluan sanitasi. Air ini antara lain di peruntukkan untuk keperluan perumahan, perkantoran, laboratorium, masjid, poliklinik, kantin, dan taman. Air sanitasi mempunyai kualifikasi tertentu yaitu:

- Syarat fisika meliputi
 - 1.) Suhu : dibawah suhu udara
 - 2.) Warna : jernih
 - 3.) Rasa : tidak berasa
 - 4.) Bau : tidak berbau
 - Syarat kimia meliputi
 - 1.) Tidak mengandung zat organik dan non organik yang terlarut dalam air
 - 2.) Tidak mengandung bakteri
4. Air proses

Air proses digunakan untuk memenuhi kebutuhan air dalam proses antara lain pada pelarutan dalam mixer pelarut.

4.5.2 Unit Pengolahan Air

Sumber air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan air pada pabrik *pentachlorophenol* berasal dari air laut. Pengolahan air untuk kebutuhan pabrik yaitu berupa pengolahan secara fisik, kimia, dan penambahan desinfektan. Pengolahan secara fisis adalah dengan cara menggunakan *screening*, sedangkan untuk pengolahan kimia dengan penambahan *chlorine*.

Pada tahap awal yaitu tahap penyaringan, air laut dialirkan dari daerah terbuka ke *water intake system* yang terdiri dari *screen* dan pompa. Fungsi dari *screen* sendiri adalah untuk menyaring kotoran dan benda-benda asing pada aliran pompa. Setelah air

tersebut disaring makan akan dialirkan melalui pipa masuk ke unit pengolahan air. Pada *discharge* pompa diinjeksikan *chlorine* sebanyak 1 ppm. Dengan jumlah tersebut sudah dapat untuk membunuh dan menjaga perkembangbiakan mikroorganisme. Dalam pengolahan air laut terbagi menjadi dua bagian yaitu proses desalinasi dan demineralisasi.

1. Desalinasi

Desalinasi adalah proses untuk dapat menghilangkan kadar garam yang terkandung dalam air laut. Proses ini dilakukan untuk mendapatkan air yang dapat digunakan dalam kebutuhan sehari-hari. Metode yang digunakan dalam proses desalinasi adalah metode *reverse osmosis*. Metode *reverse osmosis* sudah banyak digunakan pada pengolahan air industri. Dalam metode ini menggunakan membrane semi permeable yang dapat berfungsi sebagai alat pemisah berdasarkan dari sifat fisiknya. Hasil keluaran atau pemisahan tersebut berupa *retentate* atau juga disebut dengan konsentrat. Proses pemisahan materi secara selektif disebabkan oleh adanya gaya dorong yang berupa perbedaan tekanan.

2. Demineralisasi

Demineralisasi adalah proses pengambilan semua ion yang terkandung dalam air. Air yang telah mengalami proses tersebut disebut dengan (*deionized water*). Sistem

demineralisasi dibuat untuk mengolah air *filter* dengan penukar ion (*ion exchanger*) untuk menghilangkan padatan yang terlarut dalam air dan menghasilkan air demin sebagai umpan ketel (*boiler feed water*) untuk membangkitkan steam suhu 160 °C.

Dalam memenuhi kebutuhan air umpan boiler, air bersih saja tidak cukup. Oleh sebab itu masih perlu diperlakukan atau diolah lebih lanjut yaitu penghilangan kandungan mineral yang berupa garam-garam terlarut.

Garam yang terlarut dalam air berikatan dengan ion positif disebut dengan *cation*, dan yang negative disebut *anion*. Ion-ion tersebut dalam dihilangkan dengan cara pertukaran ion dengan alat penukar ion yaitu *ion exchanger*.

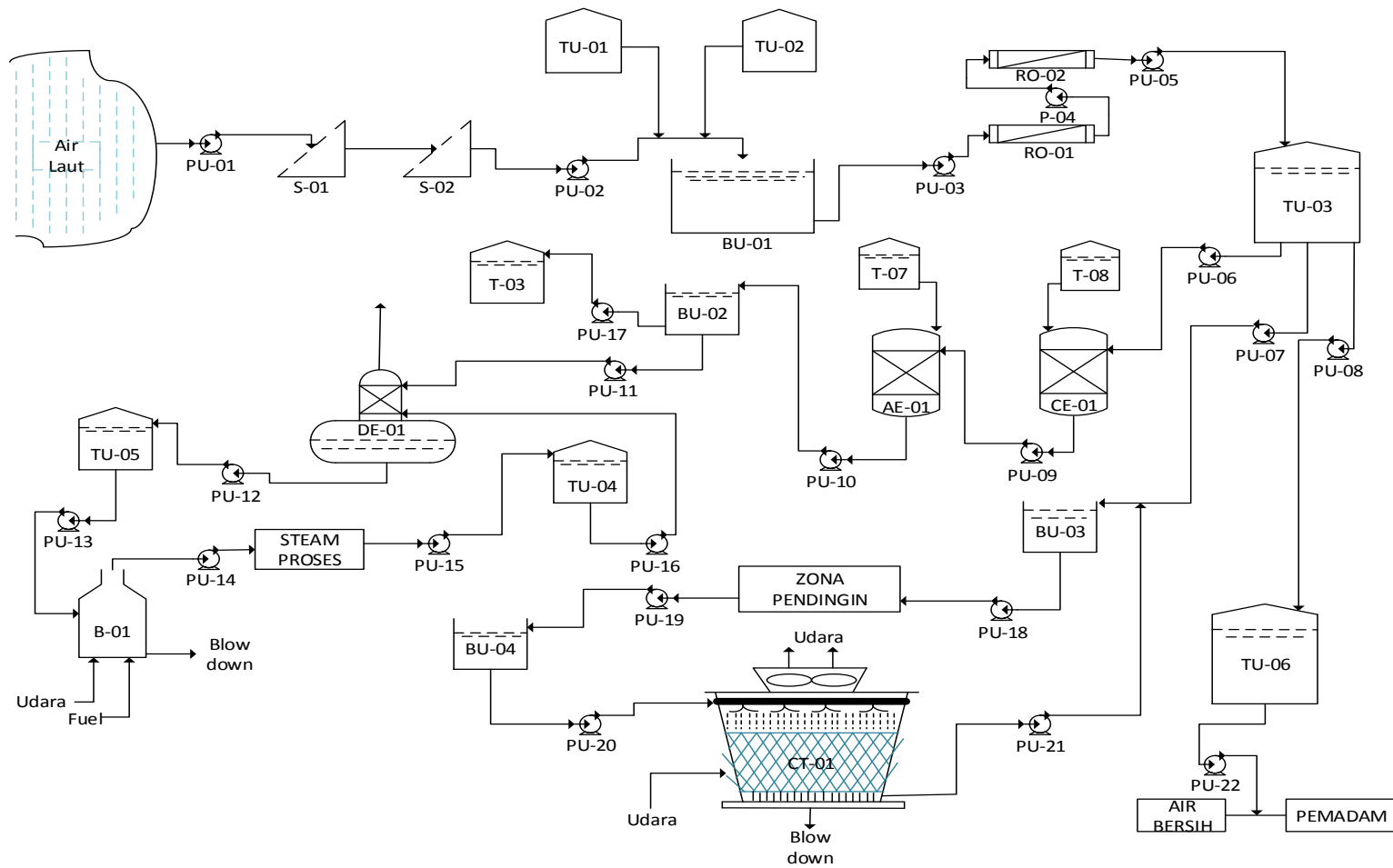
Proses awalnya air bersih (*filtered water*) dialirkan ke *cation exchanger* yang diisi oleh resin *cation* yang akan mengikat *cation* dan melepaskan ion H^+ . Selanjutnya air dialirkan ke *anion exchanger* yang dimana terjadinya pertukaran ion OH^- dari resin *anion*.

Air yang telah keluar dari *anion exchanger* hampir semua garam terlarutnya telah diikat. Air demin yang dihasilkan kemudian disimpan di dalam tangki penyimpanan (*demin water storage*).

Setiap periode tertentu, resin yang dioperasikan dalam pelayanan akan mengalami kejenuhan dan tidak mampu untuk

mengikat ion secara optimal. Untuk itu diadakannya penyegaran atau pengaktifan kembali secara regenerasi.

Regenerasi resin dilakukan dengan proses kebalikan dari operasi *service*. Resin *cation* digenerasikan menggunakan larutan H_2SO_4 , dan untuk resin *anion* menggunakan larutan NaOH.



Gambar 4.5 Proses flow diagram utilitas

4.5.3 Kebutuhan Air

1. Kebutuhan Air Pendingin

Tabel 4.26 Kebutuhan air pendingin

Alat	Jumlah (kg/jam)
Jaket Mixer 01	825,4040
Jaket Netralizer	419,3668
Cooler 01	21687,6700
Cooler 02	7079,7401
Cooler 03	4629,8321
Cooler 04	996,8180
Total	35632,6842

2. Kebutuhan Air untuk Steam

Tabel 4.27 Kebutuhan air untuk steam

Alat	Jumlah (kg/jam)
Jaket Mixer 02	10,5900
Jaket Reaktor 01	163,6290
Jaket Reaktor 02	17,4268
Heater 01	449,6400
Heater 02	183,5873
Heater 03	24,1870
Heater 04	46,3040
Heater 05	94,4921
Total	989,8562

3. Kebutuhan Air untuk Sanitasi dan Pemadam Kebakaran

Tabel 4.28 Kebutuhan air untuk sanitasi dan pemadam kebakaran

Komponen	Jumlah (kg/jam)
Perkantoran	1022,8800
Perumahan	920,5920
Laboratorium	61,3728
Kantin	250,000
Musholla	50,0000
Poliklinik	25,0000
Taman	23,2984
Pemadam Kebakaran	1200,000
Total	3553,1432

4. Kebutuhan Air Proses

Tabel 4.29 Kebutuhan air proses

Alat	Jumlah (kg/jam)
Air Mixer 02	768,8214
Jumlah	768,8214

4.5.4 Unit Pengadaan Steam

Kebutuhan steam pada reaktor, heater dan penguapan pada rotary dryer sebanyak 965,6304 kg/jam. kebutuhan ini dapat dipenuhi oleh boiler utilitas. Sebelum masuk ke dalam boiler air terlebih dahulu dihilangkan tingkat kesadahnya, karena air yang mempunyai kadar sadah akan dapat menimbulkan kerak didalam boiler. Selain menghilangkan sadah pada air, penting untuk

mengatur pHnya berkisar antara 10,5-11,5 karena pada pH yang terlalu tinggi maka korosifitasnya juga tinggi.

4.5.5 Unit Pengadaan Listrik

Kebutuhan listrik pada pabrik ini dapat terpenuhi dari 2 sumber, yaitu PLN dan generator diesel. Selain sebagai tenaga cadangan apabila PLN mengalami gangguan, diesel dapat dimanfaatkan untuk menggerakkan power-power yang dinilai penting antara boiler, kompresor, dan pompa.

Kebutuhan listrik untuk alat proses dan alat utilitas sebesar 217,1866 kW. Sedangkan kebutuhan listrik untuk instrumentasi, alat kontrol, laboratorium, rumah tangga, perkantoran dan lain-lain diperkirakan sebesar 471,7187 kW. Sehingga kebutuhan total listrik sebesar 688,9052 kW.

Tabel 4. 30 Konsumsi listrik pabrik *pentachlorophenol*

NO	Kebutuhan	Jumlah	Power (HP)	Jumlah Total (HP)
1.	Untuk penggerak alat proses			
	a. Pengaduk reaktor (R-01 dan R-02)	2	0,75	1,500
	b. Pengaduk Mixer 01 (M-01)	1	1,000	1,000
	c. Pengaduk Mixer 02 (M-02)	1	2,500	2,500
	d. Pengaduk Netralizer	1	10,000	10,00
	e. Centrifuge	1	1,000	1,000
	f. Rotary Dryer	1	1,000	1,000
	g. Fan	1	2,000	2,000
	h. Belt Conveyyor 01	1	0,500	0,500
	i. Belt Conveyyor 02	1	0,050	0,050
	j. Belt Conveyyor 03	1	0,050	0,050
	k. Pompa 01 (P-01)	2	10,000	20,000
	l. Pompa 02 (P-02)	2	0,333	0,666
	m. Pompa 03 (P-03)	2	10,000	20,000
	n. Pompa 04 (P-04)	2	0,500	1,000

NO	Kebutuhan	Jumlah	Power (HP)	Jumlah Total (HP)
	o. Pompa 05 (P-05)	2	0,500	1,000
	p. Pompa 06 (P-06)	2	0,167	0,333
	q. Pompa 07 (P-07)	2	0,750	1,500
	r. Pompa 08 (P-08)	2	0,167	0,333
	s. Pompa 09 (P-09)	2	0,333	0,666
	t. Pompa 10 (P-10)	2	0,250	0,500
Subtotal				64,9000
2.	Kebutuhan Penerangan			
	a. Penerangan			100,575
	b. Rumah tangga			268,200
	c. Bengkel dan laboratorium			134,100
	d. AC			100,575
Subtotal				603,450
3.	Instrumentasi			
	Instrumentasi (10% alat)			29,293
4.	Alat – alat Utilitas			
	a. Fan cooling tower	1	5,000	5,000
	b. Pompa bahan bakar	2	1,000	2,000
	c. Pompa utilitas 01 (PU-01)	2	0,750	1,500
	d. Pompa utilitas 02 (PU-02)	2	0,750	1,500
	e. Pompa utilitas 03 (PU-03)	2	100,000	200,000
	f. Pompa utilitas 04 (PU-04)	2	1,500	3,000
	g. Pompa utilitas 05 (PU-05)	2	0,750	1,500
	h. Pompa utilitas 06 (PU-06)	2	0,167	0,333
	i. Pompa utilitas 07 (PU-07)	2	0,167	0,333
	j. Pompa utilitas 08 (PU-08)	2	1,000	2,000
	k. Pompa Utilitas 09 (PU-09)	2	0,250	0,500
	l. Pompa utilitas 10 (PU-10)	2	0,250	0,500
	m. Pompa utilitas 11 (PU-11)	2	0,250	0,500
	n. Pompa utilitas 12 (PU-12)	2	0,250	0,500
	o. Pompa utilitas 13 (PU-13)	2	0,125	0,250
	p. Pompa utilitas 14 (PU-14)	2	0,750	1,500
	q. Pompa utilitas 15 (PU-15)	2	0,500	1,000
	r. Pompa utilitas 16 (PU-16)	2	0,250	0,500
	s. Pompa utilitas 17 (PU-17)	2	0,167	0,333
	t. Pompa utilitas 18 (PU-18)	2	0,500	1,000
	u. Pompa utilitas 19 (PU-19)	2	0,167	0,333
	v. Pompa utilitas 20 (PU-20)	2	1,000	2,000
	w. Pompa utilitas 21 (PU-21)	2	0,167	0,333
	x. Pompa utilitas 22 (PU-22)	2	0,750	1,5000
Subtotal				227,921
Total				925,677

4.5.6 Unit Pengadaan Bahan Bakar

Bahan bakar digunakan untuk keperluan pembakaran pada boiler dan diesel untuk generator pembangkit listrik. Bahan bakar boiler menggunakan fuel oil sebanyak 107,40 kg/jam. Bahan bakar diesel menggunakan minyak solar sebanyak 1,3147 m³/jam.

4.5.7 Spesifikasi Alat Utilitas

1. Screener (1)

Fungsi	:Menyaring kotoran-kotoran yang berukuran besar dari air laut sebelum disaring lebih lanjut.
Jenis	: Rake screener
Jumlah	: 1 buah
Jumlah air yang di saring	: 11027,7049 kg/jam
Debit	: 0,0030 m ³ /s
Luas area filter	: 0,0030 m ²
Harga	: \$ 10.364

2. Screener (2)

Fungsi	:Menyaring kotoran-kotoran dan ikan-ikan yang terbawa air laut sebelum dipompa ke equalizer.
Jenis	: Screener

Jumlah	: 1 buah
Jumlah air yang di saring	: 11027,7049kg/jam
Debit	: 0,0030 m ³ /s
Luas area filter	: 0,0030 m ²
Harga	: \$ 10.364

3. Bak ekualisasi (BU-01)

Fungsi	:Menampung air laut untuk kemudian dilakukan injeksi chlorine untuk mencegah pertumbuhan ganggang dan yang lainnya
Jenis	: Bak beton tulang
Jumlah	: 1 buah
Jumlah air yang ditampung	: 11027,7049 kg/jam
Volume bak	: 52,9330 m ³
Dimensi bak	:
panjang	: 5,9602 m
Lebar	: 2,9801 m
Tinggi	: 2,9801 m
Harga	: \$ 286

4. Reverse osmosis sea water

Fungsi	: Mengubah air laut menjadi air tawar
--------	---------------------------------------

Jenis	: <i>Spiral wound</i> dengan <i>flow channel 90 mil</i>
Jumlah	: 1 buah
Permeate volumetris	: 24506,0109 l/jam
Area per elements	: 81,6867m ²
Harga	: \$ 11.389

5. Reverse osmosis barkish water

Fungsi	: Mengubah air laut menjadi air tawar
Jenis	: <i>Spiral wound</i> dengan <i>flow channel 90 mil</i>
Jumlah	: 1 buah
Permeate volumetric	: 30632,5136 l/jam
Area per elements	: 262,5644 m ²
Harga	: \$ 5.467

6. Bak penampung air atau *filtered water tank* (TU-02)

Fungsi	: Menampung air dari proses reverse osmosis
Jenis	: Bak beton betulang
Jumlah	: 1 buah
Jumlah air yang di tampung	: 11027,7049 kg/jam
Volume bak	: 105,8659 m ³
Dimensi bak	:

Panjang	: 7,5094 m
Lebar	: 3,7547 m
Tinggi	: 3,7547 m
Harga	: \$ 286

7. Tangki sanitasi perkantoran dan rumah tangga (TU-03)

Fungsi :Menampung air untuk sanitasi perkantoran dan rumah tangga serta air yang digunakan untuk pemadam kebakaran.

Jenis : Tangki silinder tegak

Jumlah : 1 buah

Jumlah air yang ditampung : 4263,7718kg/jam

Volume tangki : 30,6991 m³

Dimensi tangki :

Diameter : 3,3943 m

Tinggi : 3,3943 m

Harga : \$ 24.195

8. Hot basin

Fungsi :Menampung air pendingin yang akan di dinginkan di Cooling Water

Jenis : Bak beton betulang

Jumlah	: 1 buah
Jumlah air yang di tampung	: 3919,5952 kg/jam
Volume bak	: 4,7035 m ³
Dimensi bak	:
Panjang	: 2,6596 m
Lebar	: 1,3298 m
Tinggi	: 1,3298 m
Harga	: \$ 27.333

9. Cold basin

Fungsi	:Menampung air pendingin yang telah didinginkan di <i>Cooling water</i> Bersama dengan air make up pendingin.
Jenis	: Bak beton bertulang
Jumlah	: 1 buah
Jumlah air yang dibutuhkan	: 3919,5952 kg/jam
Volume bak	: 4,7035 m ³
Dimensi bak	:
Panjang	: 2,6596 m
Lebar	: 1,3298 m
Tinggi	: 1,3298m
Harga	: \$ 27.333

10. Kation exchanger

Fungsi	:Menghilangkan kesadahan air proses yang disebabkan oleh kation (ion positif)
Jenis	: <i>Down flow cation exchanger</i>
Jumlah	: 2 buah
Jumlah air yang diolah	: 1006,3869 kg/jam
Luas	: 0,8863 ft ²
Diameter	: 1,0623 ft
Volume zeolite	: 2,1355 ft ³
Tinggi bed	: 0,7344 m
Harga	: \$ 9.144

11. Anion Exchanger

Fungsi	: Menghilangkan kesadahan air proses yang disebabkan oleh anion (ion negatif).
Jenis	: <i>Down flow anion exchanger</i>
Jumlah	: 2 buah
Jumlah air yang diolah	: 1006, 3869 kg/jam
Luas	: 0,8863 ft ²
Diameter	: 0,32 m
Volume strongly basic	: 3,1061 ft ³
Tinggi bed	: 1,0682 m

Harga	: \$ 9.907
12. Tangki NaOH	
Fungsi	:Menampung NaOH yang akan digunakan untuk proses utilitas
Jenis	:Tangki silinder vertikal, flat bottom, conical roof
Jumlah	: 1 buah
Volume	: 0,2278 m ³
Diameter	: 0,6619 m
Tinggi	: 0,6619 m
Harga	: \$ 1.481
13. Tangki H ₂ SO ₄	
Fungsi	:Menampung H ₂ SO ₄ yang akan di gunakan untuk proses utilitas
Jenis	:Tangki silinder tegak, flat bottom, conical roof
Jumlah	: 1 buah
Volume	: 0,1635 m ³
Diameter	: 0,593 m
Tinggi	: 0,593 m
Harga	: \$ 1.139

14. Bak Denim Water

Fungsi	:Menampung air bersih hasil ion exchanger untuk keperluan proses dan make-up steam (BU-02)
Jenis	:Bak beton betulang
Jumlah	: 1 buah
Volume	: 2,4153 m ³
Diameter	: 1,4542 m
Tinggi	: 1,4542 m
Harga	: \$ 5.467

15. Tangki air proses

Fungsi	:Menampung air bersih hasil ion exchanger untuk keperluan proses (TU-06)
Jenis	: Tangki silinder tegak
Jumlah	: 1 buah
Volume	: 0,9225 m ³
Diameter	: 1,0551 m
Tinggi	: 1,0551 m
Harga	: \$ 3.189

16. Tangki kondensat

Fungsi	:Menampung air condenser uap air untuk direcycle ke daerator (TU-04)
Jenis	: Tangki silinder tegak
Jumlah	: 1 buah
Volume	: 1,2076 m ³
Diameter	: 1,1542 m
Tinggi	: 1,1542 m
Harga	: \$ 3.758

17. Daerator

Fungsi	: Menghilangkan gas - gas yang terlarut dalam air umpan boiler untuk mengurangi terjadinya korosi
Jenis	:Tangki silinder tegak berisi packing
Jumlah	:1 buah
Volume	: 2,4153 m ³
Diameter	: 1,4542 m
Tinggi	: 1,4542 m
Harga	: \$ 17.894

18. Tangki penampung umpan boiler

Fungsi	:Menampung air hasil keluaran daerator untuk disalurkan ke boiler (TU-05)
Jenis	: Tangki silinder tegak
Jumlah	: 1 buah
Volume	: 6,926 m ³
Diameter	: 2,0425 m
Tinggi	: 2,0425 m
Harga	: \$ 9.681

19. Tangki Kaporit (NaOCl)

Fungsi	:Menyiapkan dan menyimpan larutan kaporit 5% untuk persediaan 1 minggu (TU-01)
Jenis	: Tangki silinder tegak
Jumlah	: 1 buah
Volume	: 0,0460 m ³
Diameter	: 2,7855 m
Tinggi	: 2,7855 m
Harga	: \$ 1.139

20. Cooling tower

Fungsi	:Mendinginkan air pendingin setelah digunakan dalam proses pabrik
Jenis	: <i>Cooling tower induced draft</i>
Jumlah	: 1 buah
Panjang	: 2,4816 m
Lebar	: 2,4816 m
Tinggi	: 1,9064 m
Daya	: 5 Hp
Harga	: \$ 21.670

21. Pompa Utilitas (PU-01)

Fungsi	:Mengalirkan air laut menuju screening 1 dan screening 2
Jenis	: <i>Centrifugal pump</i>
Jumlah	: 2 buah
Laju alir	: 46,0220 gpm
Kecepatan linear	: 1,9983 ft/s
Head pompa	: 10,7217 ft
Daya pompa	: 0,75 Hp
Harga	: \$ 10.478

22. Pompa Utilitas (PU-02)

Fungsi	:Mengalirkan air laut dari parit menuju bak ekualisasi
Jenis	: <i>Centrifugal pump</i>
Jumlah	: 2 buah
Laju alir	: 46,0220 gpm
Kecepatan linear	: 1,9983ft/s
Head pompa	: 10,6564 ft
Daya pompa	: 0,75 Hp
Harga	: \$ 10.478

23. Pompa Utilitas (PU-03)

Fungsi	:Mengalirkan air dari bak ekualisasi menuju <i>sea water reverse osmosis</i>
Jenis	: <i>Centrifugal pump</i>
Jumlah	: 2 buah
Laju alir	: 102,2712 gpm
Kecepatan linear	: 2,5788 ft/s
Head pompa	: 1322,7589 ft
Daya pompa	: 100 Hp
Harga	: \$ 12.072

24. Pompa Utilitas (PU-04)

Fungsi	:Mengalirkan air dari <i>sea water reverse osmosis</i> menuju <i>barkish water reverse osmosis</i>
Jenis	: <i>Centrifugal pump</i>
Jumlah	: 2 buah
Laju alir	: 127,8390 gpm
Kecepatan linear	: 3,2235 ft/s
Head pompa	: 11,7195 ft
Daya pompa	: 1,5 Hp
Harga	: \$ 12.072

25. Pompa Utilitas (PU-05)

Fungsi	: Mengalirkan air dari <i>barkish water reverse osmosis</i> menuju <i>water filtered tank</i> tangki penampung sementara
Jenis	: <i>Centrifugal pump</i>
Jumlah	: 2 buah
Laju alir	: 46,0220 gpm
Kecepatan linear	: 1,9983 ft/s
Head pompa	: 13,1977 ft
Daya pompa	: 0,75 Hp

Harga : \$ 10.478

26. Pompa Utilitas (PU-06)

Fungsi :Mengalirkan air dari tangki penampungan sementara ke *kation exchanger*

Jenis : *Centrifugal pump*

Jumlah : 2 buah

Laju alir : 4,2000 gpm

Kecepatan linear : 1,5599 ft/s

Head pompa : 4.0135 ft

Daya pompa : 0,1667 Hp

Harga : \$ 6.036

27. Pompa Utilitas (PU-07)

Fungsi :Mengalirkan air dari tangki penampung air bersih menuju *cold basin*

Jenis : *Centrifugal pump*

Jumlah : 2 buah

Laju alir : 16,3577 gpm

Kecepatan linear : 1,5648 ft/s

Head pompa : 5,0098 ft

Daya pompa : 0,1667 Hp

Harga : \$ 8.542

28. Pompa Utilitas (PU-08)

Fungsi	:Mengalirkan air dari tangki penampungan sementara ke tangki keperluan perkantoran dan rumah tangga
Jenis	: <i>Centrifugal pump</i>
Jumlah	: 2 buah
Laju alir	: 17,7940 gpm
Kecepatan linear	: 1,7022 ft/s
Head pompa	: 11,8361 ft
Daya pompa	: 1 Hp
Harga	: \$ 7.403

29. Pompa Utilitas (PU-09)

Fungsi	:Mengalirkan air dari <i>kation exchanger</i> menuju <i>anion exchanger</i>
Jenis	: <i>Centrifugal pump</i>
Jumlah	: 2 buah
Laju alir	: 4,2000 gpm
Kecepatan linear	: 1,5599 ft/s
Head pompa	: 5,1086 ft
Daya pompa	: 0,25 Hp
Harga	: \$ 6.036

30. Pompa Utilitas (PU-10)

Fungsi	: Mengalirkan air dari <i>anion exchanger</i> menuju bak <i>denim water</i>
Jenis	: <i>Centrifugal pump</i>
Jumlah	: 2 buah
Laju alir	: 4,2000 gpm
Kecepatan linear	: 1,5599 ft/s
Head pompa	: 6,3750 ft
Daya pompa	: 0,25 Hp
Harga	: \$ 6.036

31. Pompa Utilitas (PU-11)

Fungsi	: Mengalirkan air dari bak <i>denim water</i> menuju tangki kondensat
Jenis	: <i>Centrifugal pump</i>
Jumlah	: 2 buah
Laju alir	: 4,2000 gpm
Kecepatan linear	: 1,5599 ft/s
Head pompa	: 5,3908 ft
Daya pompa	: 0,25 Hp
Harga	: \$ 6.036

32. Pompa Utilitas (PU-12)

Fungsi	:Mengalirkan air dari tangki kondensat ke daerator
Jenis	: <i>Centrifugal pump</i>
Jumlah	: 2 buah
Laju alir	: 4,2000 gpm
Kecepatan linear	: 1,5599 ft/s
Head pompa	: 6,3750 ft
Daya pompa	: 0,25 Hp
Harga	: \$ 6.036

33. Pompa Utilitas (PU-13)

Fungsi	:Mengalirkan air dari daerator menuju tangki umpan boiler
Jenis	: <i>Centrifugal pump</i>
Jumlah	: 2 buah
Laju alir	: 0,9914 gpm
Kecepatan linear	: 1,0474 ft/s
Head pompa	: 7,3975 ft
Daya pompa	: 0,125 Hp
Harga	: \$ 4.328

34. Pompa Utilitas (PU-14)

Fungsi	:Mengalirkan air dari tangki umpan boiler ke boiler
--------	---

Jenis	: <i>Centrifugal pump</i>
Jumlah	: 2 buah
Laju alir	: 4,9572 gpm
Kecepatan linear	: 1,8412ft/s
Head pompa	: 13,2309 ft
Daya pompa	: 0,75 Hp
Harga	: \$ 6.306

35. Pompa Utilitas (PU-15)

Fungsi :Mengalirkan air dari boiler menuju zona yang membutuhkan pemanasan

Jenis	: <i>Centrifugal pump</i>
Jumlah	: 2 buah
Laju alir	: 4,9572 gpm
Kecepatan linear	: 1,8412 ft/s
Head pompa	: 11,0734 ft
Daya pompa	: 0,5 Hp
Harga	: \$ 6.306

36. Pompa Utilitas (PU-16)

Fungsi :Mengalirkan air dari zona pemanasan menuju tangki kondensat

Jenis : *Centrifugal pump*

Jumlah	: 2 buah
Laju alir	: 4,2000 gpm
Kecepatan linear	: 1,5599 ft/s
Head pompa	: 5,3908 ft
Daya pompa	: 0,25 Hp
Harga	: \$ 6.036

37. Pompa Utilitas (PU-17)

Fungsi	:Mengalirkan air dari tangki denim water ke tangki proses
Jenis	: <i>Centrifugal pump</i>
Jumlah	: 2 buah
Laju alir	: 3,2085 gpm
Kecepatan linear	: 1,9314 ft/s
Head pompa	: 5,0242 ft
Daya pompa	: 0,1667 Hp
Harga	: \$ 5.239

38. Pompa Utilitas (PU-18)

Fungsi	: Mengalirkan air dari cold basin menuju zona pendinginan
Jenis	: <i>Centrifugal pump</i>
Jumlah	: 2 buah
Laju alir	: 16,3577 gpm

Kecepatan linear	: 1,5648 ft/s
Head pompa	: 10,4884 ft
Daya pompa	: 0,5 Hp
Harga	: \$ 8.542

39. Pompa Utilitas (PU-19)

Fungsi	: Mengalirkan air dari zona pendinginan menuju hot basin
Jenis	: <i>Centrifugal pump</i>
Jumlah	: 2 buah
Laju alir	: 16,3577 gpm
Kecepatan linear	: 1,5648 ft/s
Head pompa	: 5,0098 ft
Daya pompa	: 0,1667 Hp
Harga	: \$ 8.542

40. Pompa Utilitas (PU-20)

Fungsi	: Mengalirkan air dari hot basin menuju cooling tower
Jenis	: <i>Centrifugal pump</i>
Jumlah	: 2 buah
Laju alir	: 163,5768 gpm
Kecepatan linear	: 1,8175 ft/s
Head pompa	: 6,7870 ft

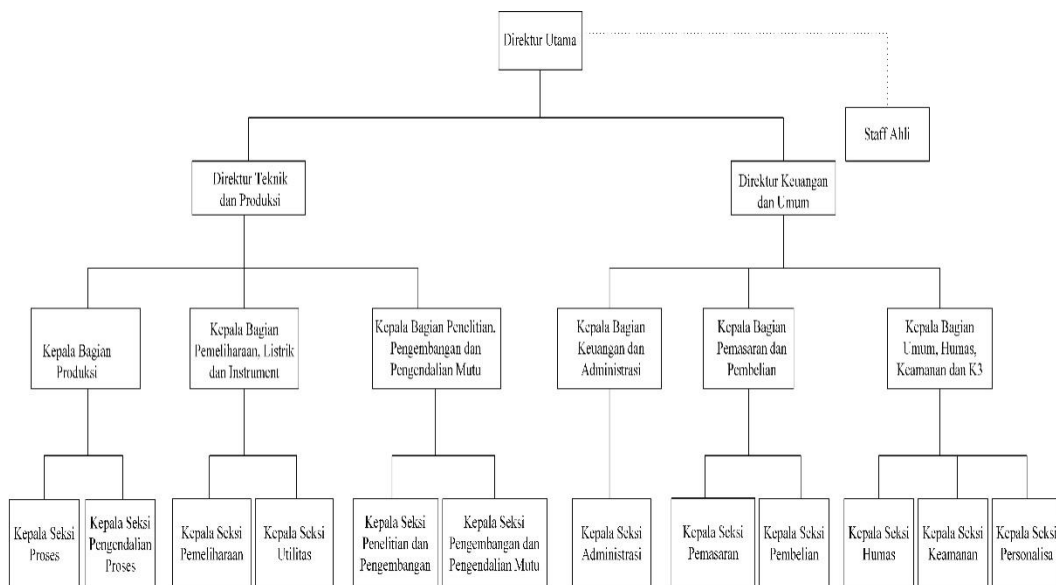
Daya pompa	: 1 Hp
Harga	: \$ 14.806
41. Pompa Utilitas (PU-21)	
Fungsi	: Mengalirkan air dari cooling tower menuju cold basin
Jenis	: <i>Centrifugal pump</i>
Jumlah	: 2 buah
Laju alir	: 16,3577 gpm
Kecepatan linear	: 1,5648 ft/s
Head pompa	: 5,0089 ft
Daya pompa	: 0,1667 Hp
Harga	: \$ 8.542
42. Pompa Utilitas (PU-22)	
Fungsi	: Mengalirkan air dari tangki sanitasi menuju ke daerah yang butuh pemadam kebakaran
Jenis	: <i>Centrifugal pump</i>
Jumlah	: 2 buah
Laju alir	: 6,0096 gpm
Kecepatan linear	: 2,2320 ft/s
Head pompa	: 11,6515 ft
Daya pompa	: 0,75 Hp

Harga : \$ 6.036

4.6 Struktur Organisasi

Suatu sistem organisasi yang dapat dikatakan baik apabila memperhatikan beberapa azas yang dapat dijadikan pedoman, sebagai berikut:

1. Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas
2. Pendelegasian wewenang
3. Pembagian tugas kerja yang jelas
4. Sistem pengontrolan atas pekerjaan yang telah dilaksanakan
5. Organisasi perusahaan yang fleksibel



Gambar 4.6 Struktur organisasi

4.6.1 Bentuk Perusahaan

Jenjang kepemimpinan dalam perusahaan ini adalah sebagai berikut:

1. Pemegang saham
2. Dewan komisaris
3. Direktur utama
4. Kepala bagian
5. Kepala seksi
6. Karyawan dan operator

Berikut adalah tanggung jawab, tugas dan wewenang dari kepemimpinan dalam perusahaan tersebut:

1. Pemegang saham

Pemilik perusahaan merupakan para pemegang saham. Pemegang saham merupakan sekelompok orang yang mengumpulkan modalnya untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk perusahaan yang mempunyai bentuk Perseroan Terbatas (PT) adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Pada RUPS tersebut para pemegang saham mempunyai wewenang:

- a. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris
- b. Mengangkat dan memberhentikan Direktur

- c. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan

2. Dewan Komisaris

Dewan komisaris adalah orang yang melaksanakan tugas sehari-hari dari pemilik saham, sehingga dewan komisaris akan bertanggung jawab kepada pemegang saham.

Tugas dewan komisaris sebagai berikut:

- Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijaksanaan umum, target perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahannya
- Mengawasi tugas-tugas direksi
- Membantu direksi dalam tugas-tugas penting

3. Direktur Utama

Direktur utama adalah pemimpin tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap perkembangan perusahaan. Direktur utama bertanggung jawab terhadap dewan komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur utama membawahi direktur teknik dan produksi serta direktur keuangan dan umum

Direktur utama harus melaksanakan segala kebijakan perusahaan yang telah ditetapkan dan dikoordinasikan dengan direktur-direktur bagian sehingga tercipta kerjasama yang

baik.kesetabilan manajemen dan organisasi perusahaan serta kontinuitas hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, karyawan serta konsumen juga merupakan sebuah tanggungjawab yang harus dijaga oleh Direktur Utama. Selain itu, Direktur utama juga mempunyai wewenang untuk mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat umum para pemegang saham.

4. Direktur Teknik dan Produksi

Tugas dari direktur teknik dan produksi sebagai berikut:

- Bertanggung jawab terhadap Direktur Utama dalam bidang teknik dan produksi
- Mengkoordinasi, mengatur, serta mengawasi pelaksanaan pekerjaan para kepala bagian yang menjadi bawahannya

5. Direktur Keuangan dan Umum

Tugas dari Direktur Keuangan dan Umum adalah:

- Bertanggung jawab terhadap Direktur Utama dalam bidang keuangan dan pelayanan umum
- Mengkoordinasi, mengatur serta mengawasi pelaksanaan pekerjaan para kepala bagian yang menjadi bawahannya

6. Staff ahli

Tugas dan wewenang dari Staff Ahli sebagai berikut:

- Memberikan nasehat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan

- Memperbaiki proses dari pabrik atau perencanaan alat dan pengembangan produksi
- Mempertinggi efisiensi kerja

7. Kepala Bagian Produksi

Tugas dari kepala bagian produksi sebagai berikut:

- Bertanggung jawab kepada Direktur Produksi dan Teknik dalam bidang mutu dan kelancaran produksi
- Mengkoordinasi para seksi yang menjadi bawahannya

8. Kepala Seksi Proses

Tugas dari Kepala seksi proses sebagai berikut:

- Mengontrol seluruh jalannya operasional proses produksi
- Melakukan tindakan seperlunya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang

9. Kepala Seksi Utilitas

Tugas dari kepala seksi utilitas sebagai berikut:

- Bertanggung jawab atas ketersediaan segala bahan penunjang yang dibutuhkan untuk kelangsungan jalannya operasional pabrik, baik dari ketersediaan listrik, air, steam dengan cara menjalankan dan mengontrol jalannya unit utilitas

10. Kepala Bagian Penelitian, Pengembangan, dan Pengendalian Mutu

Tugas dari kepala bagian penelitian, pengembangan, dan pengendalian mutu sebagai berikut:

- Memimpin aktifitas laboratorium, pengendalian mutu, penelitian dan pengembangan

11. Kepala Bagian Keuangan, dan administrasi

Tugas dari kepala bagian keuangan, administrasim dan umum sebagai berikut:

- Bertanggung jawab terhadap Direktur Keuangan, Administrasi, dalam bidang keuangan, dan administrasi
- Mengkoordinasi kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya

12. Kepala Bagian pemeliharaan listrik dan instrumentasi

Tugas dari kepala bagian pemeliharaan listrik dan instrumentasi adalah sebagai berikut:

- Bertanggung jawab terhadap direktur teknik dan produksi terhadap pelaksanaan kegiatan pabrik yang meliputi pemeliharaan dan perbaikan alat serta pengadaan suku cadang alat
- Mengkoordinasi, mengatur serta mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala seksi yang menjadi bawahannya

13. Kepala Bagian Pemasaran dan Pembelian

Tugas dari kepala bagian pemasaran dan pembelian adalah sebagai berikut:

- Bertanggung jawab terhadap Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang bahan baku dan pemasaran hasil produksi

14. Kepala Bagian Umum

Tugas dari kepala bagian umum adalah sebagai berikut:

- Bertanggung jawab terhadap Direktur Keuangan dan Umum di bidang pengolahan dan pembinaan terhadap tenaga kerja dan kesejahteraan karyawan atau pegawai serta hubungan dengan lingkungan masyarakat sekitar perusahaan
- Mengkoordinasi, mengatur serta mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala seksi yang menjadi bawahannya

15. Kepala Seksi Pengendalian Proses

Tugas dari kepala seksi pengendalian proses adalah sebagai berikut:

- Menangani hal-hal yang dapat mengancam jalannya produksi dan keselamatan pekerja serta mengurangi potensi bahaya yang ada

16. Kepala Seksi Penelitian dan Pengembangan

Tugas dari kepala seksi penelitian dan pengembangan adalah sebagai berikut:

- Mempertinggi mutu suatu produk dan pemilihan pemasaran produk ke suatu tempat

- Memperbaiki proses dari pabrik atau perencanaan alat untuk pengembangan produksi
- Mempertinggi efisiensi kerja

17. Kepala Seksi Laboratorium dan Pengendalian Mutu

Tugas dari kepala seksi laboratorium dan pengawasan mutu sebagai berikut:

- Mengawasi serta menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu
- Mengawasi serta menganalisa mutu produksi (*Quality control*)
- Mengawasi hal-hal tentang pembuangan pabrik

18. Kepala Seksi Pemeliharaan

Tugas dari Kepala Seksi Pemeliharaan sebagai berikut:

- Melaksanakan pemeliharaan terhadap fasilitas gudang dan peralatan pabrik, memperbaiki kerusakan pada alat-alat pabrik yang berhubungan dengan mesin-mesin produksi.

19. Kepala Seksi Administrasi

Tugas dari Kepala Seksi Administrasi sebagai berikut:

- Melaksanakan sistem administrasi yang telah ditetapkan oleh perusahaan dan menyelenggarakan pencatatan terhadap utang piutang, administrasi kantor, pembukuan perusahaan dan menangani masalah perpajakan

20. Kepala Seksi Pembelian

Tugas dari Kepala Seksi Pembelian sebagai berikut:

- Membeli barang dan peralatan yang dibutuhkan oleh perusahaan
- Mengetahui harga pasaran serta mutu bahan baku dan mengatur masuk keluarnya bahan dan alat dari gudang

21. Kepala Seksi Pemasaran

Tugas dari Kepala Seksi Pemasaran sebagai berikut:

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

22. Kepala Seksi Personalia

Tugas dari Kepala Seksi Personalia

- Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja sebaikmungkin antara pekerja dan lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan biaya dan waktu
- Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dan menciptakan kondisi kerja yang dinamis dan tenang
- Melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan
- Mengatur dan menjaga hubungan antara perusahaan dengan masyarakat diluar lingkungan perusahaan
- Memberikan layanan kesehatan kepada karyawan serta pertolongan pertama apabila terjadi kecelakaan kerja

23. Kepala Seksi Kemanan

Tugas dari Kepala Seksi Keamanan sebagai berikut:

- Menjaga keamanan semua bangunan serta fasilitas pabrik
- Menjaga masuk dan keluarnya orang, baik karyawan maupun orang yang bukan di lingkungan pabrik
- Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan internal perusahaan

24. Kepala Seksi Hubungan Masyarakat

Tugas dari Kepala Seksi Keamanan sebagai berikut:

- Mengatur hubungan antara masyarakat di luar lingkungan perusahaan dengan perusahaan

4.7 Status Karyawan , Sistem Penggajian Karyawan, dan Jam Kerja Karyawan

4.7.1 Status Karyawan

Status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian mempengaruhi sistem penggajian karyawan. Pembagian atau penggolongan karyawan dibagi menjadi tiga bagian atau golongan seperti berikut:

1. Karyawan tetap

Karyawan tetap merupakan karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan (SK) dari Direksi dan mendapatkan upah atau gaji harian yang dibayar pada setiap bulannya.

2. Karyawan harian

Karyawan harian merupakan karyawan yang diangkat dan diberhentikan Direksi tanpa Surat Keputusan (SK) dan mendapatkan gaji atau upah harian yang dibayarkan di setiap minggunya atau pekannya.

3. Karyawan Borongan

Karyawan borongan merupakan karyawan yang dikerjakan oleh pabrik bila diperlukan saja. Karyawan borongan menerima gaji atau upah untuk suatu pekerjaan.

4.7.2 Sistem penggajian atau upah

Sistem penggajian atau upah pada pabrik *Pentachlorophenol* digolongkan menjadi tiga bagian atau golongan berdasarkan jenis gajinya

1. Gaji bulanan

Gaji bulanan diberikan kepada para pegawai tetap. Besaran gaji yang diberikan disesuaikan dengan peraturan dari perusahaan.

2. Gaji harian

Gaji harian diberikan kepada para karyawan tidak tetap atau kepada buruh harian.

3. Gaji lembur

Gaji lembur diberikan kepada karyawan yang berkerja melebihi batasan jam kerja yang telah di tetapkan. Besarnya disesuaikan dengan peraturan perusahaan.

Tabel 4.31 Penggolongan gaji berdasarkan jabatan

No	Jabatan	Gaji perbulan (Rp)
1.	Direktur Utama	Rp. 40,000,000,00
2.	Direktur Teknik dan Produksi	Rp. 30,000,000,00
3.	Direktur Keuangan dan Umum	Rp. 30,000,000,00
4.	Staff Ahli	Rp. 20,000,000,00
5.	Kepala Bagian	Rp. 25,000,000,00
6.	Kepala Seksi	Rp. 20,000,000,00
7.	Karyawan	Rp. 10,000,000,00
8.	Sekretaris	Rp. 8,000,000,00
9.	Supir	Rp. 4,000,000,00
10.	Cleaning Service	Rp. 4,000,000,00

4.7.3 Jam Kerja Karyawan

Karyawan perusahaan di bagi menjadi dua bagian berdasarkan dari jam kerjanya, sebagai berikut:

1. Jam kerja karyawan non-shift

Karyawan non-shift adalah karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Bagian yang termasuk dalam karyawan *non shift* adalah : Direktur Utama, Direktur Teknik dan Produksi, Kepala Bagian Administrasi,

Keuangan, dan Umum serta para bawahannya yang berada di kantor. Karyawan *non shift* dalam waktu satu minggu bekerja dalam waktu 5 hari dengan jam kerja sebagai berikut:

Senin – Kamis

Jam kerja : 07.00-12.00 dan 13.00-16.00

Waktu istirahat : 12.00-13.00

Jumat

Jam kerja : 07.00-11.30 dan 13.30-17.00

Waktu istirahat : 11.30-13.30

Sabtu dan Minggu libur

2. Jam kerja karyawan shift

Karyawan *shift* merupakan karyawan yang langsung menangani proses produksi dan mengatur bagian-bagian tertentu yang mempunyai hubungan langsung dengan keamanan dan kelancaran produksi. Bagian yang termasuk karyawan *shift* adalah operator produksi, bagian teknik, bagian gudang, dan bagian-bagian yang harus siaga untuk menjaga keselamatan dan keamanan pabrik. Para karyawan bekerja secara bergantian dalam sehari semalam. Karyawan *shift* dibagi menjadi 3 *shift* dengan pengaturan sebagai berikut:

Jadwal kerja karyawan *shift* dibagi menjadi:

- a. Shift pagi : 07.00-15.00
- b. Shift sore : 15.00-23.00

c. Shift malam : 23.00-07.00

Karyawan shift ini dibagi menjadi 4 regu, yaitu dengan formasi 3 regu bekerja dan 1 regu lainnya istirahat dilakukan secara bergantian. Setiap regu mendapatkan giliran 6 hari kerja dan satu hari libur dan untuk setiap shift dan masuk lagi untuk shift berikutnya. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan oleh pemerintah, regu yang bertugas tetap masuk.

Tabel 4.32 Jadwal kerja masing-masing regu

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

S = shift sore

M = shift malam

L = libur

4.8 Evaluasi Ekonomi

Dalam pra rancangan pabrik di perlukan analisa ekonomi agar mendapatkan perkiraan 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 atau kondisi dimana pabrik tidak untung dan tidak pula rugi.

Faktor-faktor yang di tinjau dalam evaluasi ekonomi sebagai berikut:

1. *Return On investment* (ROI)
2. *Pay Out Time* (POT)
3. *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR)
4. *Break Even Point* (BEP)
5. *Shut Down Point* (SDP)

Sebelum dilakukannya analisa terhadap lima faktor tersebut, maka perlu diadakan perkiraan terhadap beberapa hal sebagai berikut:

1. Penentuan Modal Industri (*Capital Investment*)
 - a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
 - b. Modal kerja (*Working Capital Investment*)
2. Penentuan Biaya Produksi (*Total Production Cost*)
 - a. Biaya pembuatan (*Manufacturing Cost*)
 - b. Biaya pengeluaran umum (*General Expense*)
3. Analisa Kelayakan

Semua harga diperhitungkan dalam evaluasi ekonomi sesuai dengan harga pada rencana tahun pabrik akan didirikan, yaitu tahun 2023. Data-data harga diambil dari www.matche.com (2014). Untuk harga alat pada tahun tertentu diihitung dengan menggunakan persamaan

$$E_x = \frac{N_x}{N_y} E_y \text{ (Aries Newton, hal 16)}$$

Keterangan:

E_x = harga alat pada tahun X

E_y = harga alat pada tahun Y

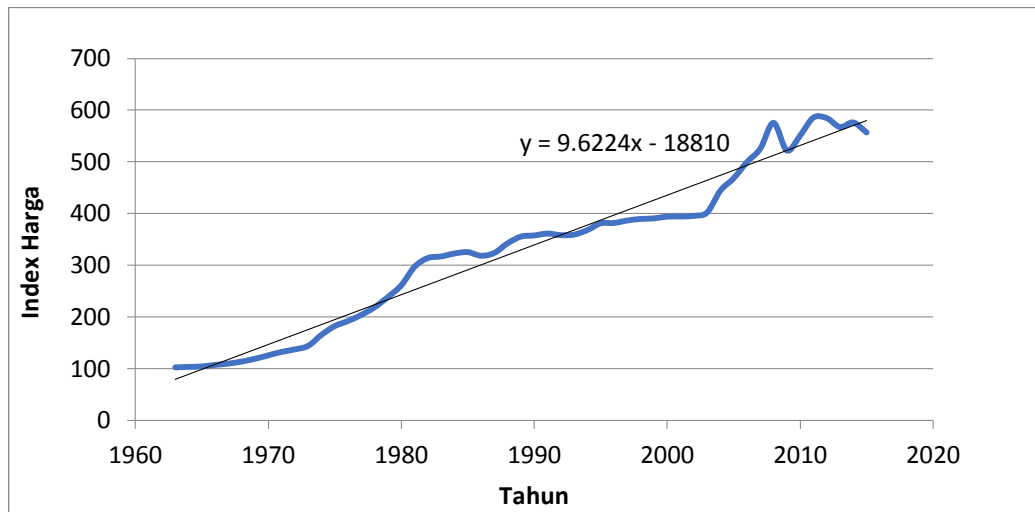
N_x = nilai indeks pada tahun X

N_y = nilai indeks pada tahun Y

Penentuan harga peralatan dilakukan dengan menggunakan indeks harga. Berdasarkan web www.che.com diperoleh nilai Chemical Engineering Plant (CEP) indeks tahun 1963-2016

Tabel 4.33 Index harga

Tahun	Indeks	Tahun	Indeks
1963	102,4	1990	357,6
1964	103,3	1991	361,3
1965	104,2	1992	358,2
1966	107,2	1993	359,2
1967	109,7	1994	368,1
1968	113,7	1995	381,1
1969	119,0	1996	381,7
1970	125,7	1997	386,5
1971	132,3	1998	389,5
1972	137,2	1999	390,6
1973	144,1	2000	394,1
1974	165,4	2001	394,3
1975	182,4	2002	395,6
1976	192,1	2003	402,0
1977	204,1	2004	444,2
1978	218,8	2005	468,2
1979	238,7	2006	499,6
1980	261,2	2007	525,4
1981	297,0	2008	575,4
1982	314,0	2009	521,9
1983	317,0	2010	550,8
1984	322,7	2011	585,7
1985	325,3	2012	584,6
1986	318,4	2013	567,3
1987	323,8	2014	576,1
1988	342,5	2015	556,8
1989	355,4	2016	547,1



Gambar 4.7 Grafik ndex harga

Dalam menghitung index harga untuk beberapa tahun yang akan datang, digunakan persamaan garis lurus pada persamaan (1).

$$y = ax + b$$

Dimana :

y = index harga

x = tahun

a = gradient

b = *intercept*

Maka dengan persamaan tersebut dapat diketahui indeks untuk tahun 2023 adalah:

$$y = (9,6224 \times 2023) - 18810$$

$$y = 656,1$$

4.8.1 Capital Investment

1. Fixed Capital Investment

Fixed capital atau modal tetap adalah modal yang diperlukan dalam pembangunan dan pemasangan fasilitas-fasilitas secara fisik.

Tabel 4.34 Fixed capital investment

No	Kompenen	Harga(\$)	Harga (Rp)
1.	<i>Purchase equipment cost</i>	\$ 2,627,653	Rp.38,311,182,588
2.	<i>Installation</i>	\$ 495,448	Rp. 7,223,628,657
3.	<i>Piping</i>	\$ 632,908	Rp. 9,227,792,250
4.	<i>Instrumentation</i>	\$ 669,338	Rp. 9,758,946,053
5.	<i>Insulation</i>	\$ 105,863	Rp. 1,543,483,446
6.	<i>Electrical</i>	\$ 315,318	Rp. 4,597,341,910
7.	<i>Building</i>	\$ 2,102,123	Rp. 30,648,946,070
8.	<i>Land and yard improvements</i>	\$ 3,872,162	Rp. 56,456,118,258
9.	<i>Utilities</i>	\$ 1,970,740	Rp 28,733,386,941
10.	<i>Physical Plant Cost (PPC)</i>	\$ 12,791,552	Rp. 186,500,826,177
11.	<i>Engineering and construction</i>	\$ 2,558,310	Rp. 37,300,165,235
12.	<i>Direct Plant Cost (DPC)</i>	\$ 15,349,862	Rp. 223,800,991,412
13.	<i>Contractor's fee</i>	\$ 767,493	Rp. 11,190,049,570
14.	<i>Contingency</i>	\$ 2,302,479	Rp. 33,570,148,711
15.	<i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>	\$ 18,419,835	Rp. 268,561,189,695

2. *Working Capital Investment*

Working capital atau modal kerja adalah modal yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau produksi dari suatu pabrik dalam jangka waktu tertentu.

Tabel 4.35 Working capital investment

No	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1.	<i>Raw material inventory</i>	\$ 855,674	Rp. 12,475,732,002
2.	<i>In process inventory</i>	\$ 80,645	Rp. 1,175,796,979
3.	<i>Product inventory</i>	\$ 1,129,023	Rp. 16,461,157,715
4.	<i>Extended credit</i>	\$ 1,423,333	Rp. 20,752,200,000
5.	<i>Available cash</i>	\$ 4,838,671	Rp. 70,547,818,779
<i>Working Capital Investment (WCI)</i>		\$ 8,327,346	Rp. 121,412,705,476

4.8.2 Total Production Cost

1. *Manufacturing Cost*

a. *Direct Manufacturing Cost*

Biaya produksi langsung atau *Direct Manufacturing Cost* adalah biaya yang berhubungan secara langsung dengan proses produksi.

b. *Indirect Manufacturing Cost*

Biaya produksi tidak langsung atau *Indirect Manufacturing Cost* adalah biaya pengeluaran yang diadakan sebagai akibat (tidak langsung) dari operasi pabrik.

c. *Fixed Manufacturing Cost*

Biaya tetap atau *Fixed Manufacturing Cost* adalah biaya tertentu yang akan selalu dikeluarkan baik ketika pabrik beroperasi maupun tidak, biaya ini juga tidak bergantung pada jumlah produksi yang termasuk dalam biaya tetap adalah depresiasi, pajak, asuransi, dan sewa.

Tabel 4.36 Manufacturing Cost

No	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1.	Bahan baku proses	\$ 40,338,934	Rp. 588,141,651,543
2.	Gaji pegawai	\$ 1,594,239	Rp. 23,244,000,000
3.	Supervisi	\$ 398,560	Rp. 5,811,000,000
4.	<i>Maintenance</i>	\$ 1,105,190	Rp. 16,113,671,381
5.	<i>Plant supplies</i>	\$ 165,779	Rp. 2,471,050,707
6.	<i>Royalties and patent</i>	\$ 671,000	Rp. 9,783,180,000
7.	Utilitas	\$ 4,019,420	Rp. 58,603,138,281
<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>		\$ 48,293,120	Rp. 704,113,691,913
8.	<i>Payroll overhead</i>	\$ 239,136	Rp. 3,486,600,000
9.	<i>Laboratory</i>	\$ 159,424	Rp. 2,324,400,000
10.	<i>Plant Overhead</i>	\$ 797,119	Rp. 11,622,000,000
11.	<i>Packaging and shipping</i>	\$ 1,342,000	Rp. 19,566,360,000
<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>		\$ 2,537,679	Rp. 36,999,360,000
12.	<i>Depriciation</i>	\$ 1,841,983	Rp. 26,856,611,896
13.	<i>Property taxes</i>	\$ 368,397	Rp. 5,371,223,793
14.	<i>Insurance</i>	\$ 184,198	Rp. 2,685,611,896
<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>		\$ 2,394,579	Rp. 34,912,954,660
<i>Manufacturing Cost</i>		\$ 53,225,378	Rp. 776,026,006,573

2. *General Expense*

General expense atau pengeluaran umum adalah biaya yang dikeluarkan pabrik yang tidak termasuk dalam *Manufacturing cost*. Yang termasuk dalam *general expense* seperti biaya administrasi, penjualan produk, penelitian, dan biaya pembelanjaan.

Tabel 4. 37 General expense

No	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1.	<i>Administration</i>	\$ 2,013,000	Rp. 29,349,540,000
2.	<i>Sales expense</i>	\$ 2,013,000	Rp. 29,349,540,000
3.	<i>Research</i>	\$ 1,677,500	Rp. 24,457,950,000
4.	<i>Finance</i>	\$ 47,892	Rp. 698,259,093
	<i>General expense</i>	\$ 5,751,392	Rp. 83,855,289,093

4.8.3 Analisa Keuntungan

1. Pendapatan = Rp. 978,318,000,000
2. Pengeluaran = Rp. 859,881,295,666
3. Keuntungan sebelum pajak = Rp. 118,436,704,333
4. Pajak = Rp. 61,587,086,253
5. Keuntungan setelah pajak = Rp. 56,849,618,080

4.8.4 Analisa Kelayakan

1. Return On Investment (ROI)

Return on investment (ROI) adalah kecepatan tahunan pengembalian modal investasi dari keuntungan.

$$\% ROI = \frac{\text{Keuntungan}}{\text{Fixed Capital Investment}} 100\%$$

ROI sebelum pajak = 44,10%

ROI setelah pajak = 21,17 %

Batasan : Minimum high risk, ROI_b : 44 % (Aries Newton)

Kesimpulan: Pabrik memenuhi syarat kelayakan

2. Pay Out Time (POT)

Pay out time adalah waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi yang dilakukan akan kembali.

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{\text{Keuntungan} + \text{Depresiasi}}$$

POT sebelum pajak = 1,85 tahun

POT setelah pajak = 3,20 tahun

Batasan : Maximum high risk, POT_b = 2 tahun (Aries Newton)

Kesimpulan : Pabrik memenuhi syarat kelayakan

3. Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFRR)

Discounted cash flow rate of return (DCFRR) adalah besarnya keuntungan yang diterima pada setiap tahun didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik.

Diketahui :

Umur pabrik	: 10 tahun
<i>Fixed Capital Investement</i> (FCI)	: Rp. 268,561,189,695
<i>Working Capital Investment</i> (WCI)	: Rp. 121,412,705,476
<i>Salvage Value</i> (SV)	: Rp. 26,856,118,969
<i>Cash Flow</i> (CF)	: Rp. 84,403,996,142

Menghitung *Discounted cash flow rate of return* dengan cara *trial and error*.

Persamaan untuk menentukan DCFRR:

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

Dimana:

WC	: <i>fixed capital</i>
FC	: <i>working capital</i>
SV	: <i>salvage value</i>
C	: <i>cash flow</i>
n	: umur pabrik
i	: nilai DCFRR

hasil dari trial dan error diperoleh nilai $i = 0,1849$

DCFRR = 21,13%

4. Break Even Point (BEP)

Break even point (BEP) adalah suatu titik impas dimana pabrik tidak mengalami keuntungan serta tidak pula mengalami

kerugian. Pabrik akan untung apabila beroperasi di atas BEP dan akan rugi apabila beroperasi dibawah BEP.

Dimana:

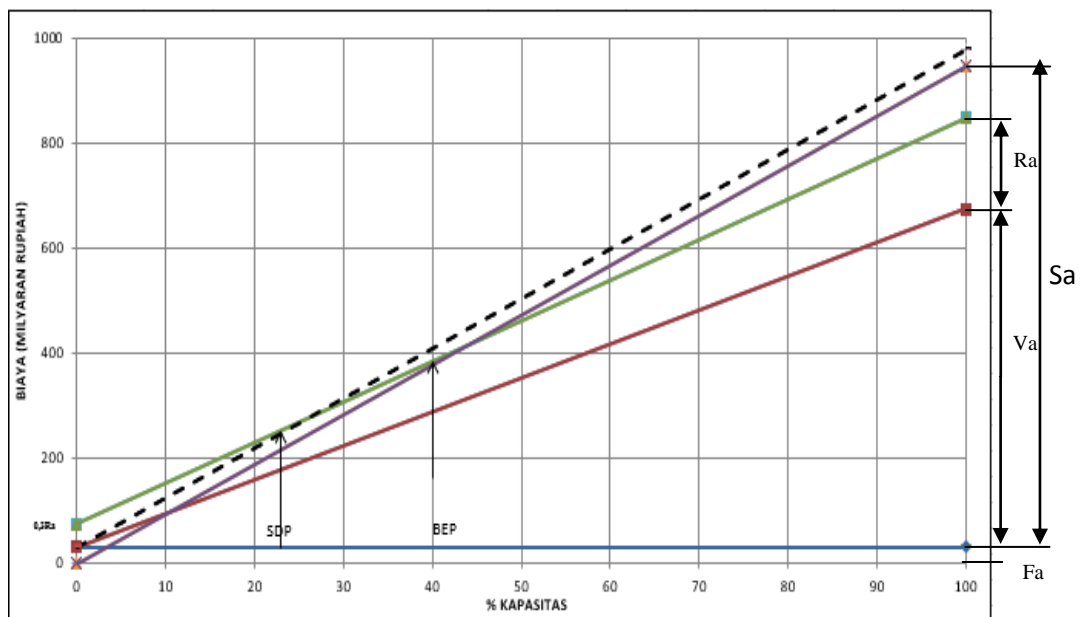
$$\text{Annual fixed cost (Fa)} = \text{Rp. } 34,912,954,660$$

$$\text{Regulated cost (Ra)} = \text{Rp. } 148,874,011,182$$

$$\text{Annual variable cost (Va)} = \text{Rp. } 676,094,329,824$$

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

$$\text{BEP} = 40,19 \%$$



Gambar 4.8 Grafik BEP

5. Shut Down Point (SDP)

Shut down point (SDP) adalah level produksi dimana biaya untuk menjalankan operasi lebih mahal dibandingkan dengan menutup pabrik dan membayar *fixed cost*.

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

$$SDP = 22,56 \%$$

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa, baik dari analisa teknik maupun analisa ekonomi maka dapat disimpulkan

1. Pendirian pabrik *Pentachlorophenol* dinilai dapat menjanjikan dan menarik karena kebutuhan pentachlorophenol terus meningkat. selain itu pentachlorophenol juga dapat mencukupi kebutuhan dalam negeri.
2. Dari segi kebutuhan bahan baku, pemasaran serta lingkungan, lokasi pabrik *pentachlorophenol* di daerah Bontang Kalimantan Timur cukup menguntungkan karena berada di wilayah perkembangan kawasan industri, kemudahan dalam tenaga kerja, sarana transportasi, persediaan air dan listrik, dekat dengan kebutuhan bahan baku methanol yang di ambil dari PT Kaltim Methanol Industri, serta dekat dengan pelabuhan sehingga lebih mempermudah dalam pendistribusian bahan baku maupun produk.
3. Pabrik *Pentachlorophenol* dari *hexachlorobenzene* dan methanol dengan kapasitas 10000 ton/tahun dapat digolongkan kedalam pabrik yang berisiko tinggi karena kondisi operasi pabrik yang tinggi, bahan baku serta produk yang bersifat korosif dan toxic, serta belum berdirinya pabrik *pentachlorophenol* di Indonesia.

4. Dari perhitungan analisa ekonomi di dapatkan hasil seperti berikut ini:

- a. Modal tetap (fixed capital) = Rp. 268,561,189,695
- b. Modal kerja (working capital) = Rp. 121,412,705,476
- c. Keuntungan yang diperoleh:
 - sebelum pajak = Rp. 118,436,704,333
 - sesudah pajak = Rp. 56,849,618,080

5. Kesimpulan Evaluasi Ekonomi

Tabel 5.1 Kesimpulan evaluasi ekonomi

Parameter	Terhitung	Persyaratan	Refrensi
ROI sebelum pajak	44,10%	ROI sebelum pajak >44%	Aries Newton, P.193
ROI sesudah pajak	21,17%		
POT sebelum pajak	1,85	POT sebelum pajak maksimal 2 tahun	Aries Newton, P.196
POT sesudah pajak	3,20		
BEP	40,19%	Berkisar antara 40-60%	AriesNewton
SDP	22,56%	Kecil dari BEP	
DCFR	21,13 %	Minimum 1,5 dari bunga bank = 14,63	Bunga bank 9,75%

Dari hasil evaluasi ekonomi, dapat dilihat bahwa pabrik *pentachlorophenol* dari *hexachlorobenzene* dan methanol dengan kapasitas 10000 ton/tahun layak untuk didirikan karena 5 dari 5 faktor

yaitu ROI, POT, BEP, DCFRR dan SDP sudah memenuhi syarat standard kelayakan,

5.2 Saran

Perancangan suatu pabrik kimia diperlukan pemahaman konsep-konsep dasar yang dapat meningkatkan kelayakan pendirian suatu pabrik kimia diantaranya seperti:

1. Optimasi dalam pemilihan alat proses, alat penunjang atau pendukung, serta bahan baku perlu di perhatikan sehingga keuntungan yang diperoleh dapat lebih di maksimalkan.
2. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan dengan berkembangnya pabrik-pabrik kimia dapat lebih ramah lingkungan.
3. Produk *pentachlorophenol* dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan di masa yang akan datang dengan jumlah yang semakin meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S., and Newton, R.D., 1955, "Chemical Engineering Cost" ,Mc.Graw Hill Book Co., New York.
- Brown, G.G., 1950, "Unit Operations", John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Brownell, E.L., and Young, E.H., 1974, "Process Equipment Design", John Wiley & Sons, New York.
- Chen, Sung-Wei, 2012, *Wood Preservation*, Paten Amerika Serikat, No. US8642183 B2
- Coulson, J.M. and Richardson, J.F., 2005, "Chemical Engineering Design", 4 ed., Vol 6, Elsevier Butterworth-Heinemann,Oxford.
- Foust, A.S, 1980, *Principles of Unit Operation*, 2nd edition, John Wiley and Sons Inc, New York.
- Holman, J.P., 1989, "Heat Transfer", Mc.Graw-Hill Book Co., Singapore.
- Kern, D.G. 1965, "Process Heat Transfer," Mc. Graw Hill Kogakusha Ltd., Tokyo
- Kirk, R. E., and Othmer, D. F., 1978, *Encyclopedia of Chemical Technology*, vol.18, 3 ed., John Willey and Sons, New York.
- Kolka, A. J., Birmingham, Burt, W. E., and Hoftiezer, H. W., 1954, *Pentachlorophenol*, Paten Amerika Serikat, No. 263,714.
- Levenspiel, O., 1999, "Chemical Reaction Engineering", 3ed.,John Wiley & Sons, New York.
- McKetta, J. J., and Cunningham, W. A., 1990, *Encyclopedia of Chemical Processing and Design*, vol. 34, 1 ed., Marcel Dekker Inc., New York.
- Perry, R.H., and Chilton Cecil, H, 1990,"Chemical Engineering Hand Book", 7ed., McGraw-Hill Book Company, New York.
- Peters, M.S. and Timmerhaus, K.D., 1985, "Plant Design and Economic for Chemical Engineers", 3ed.,McGraw Hill Book Company, Tokyo.
- Powell, S.T., 1954, "Water Condition for Industry", McGraw Hill Book Co., New York
- Rase, H.F., and Barrow,M.H., 1957, "Chemical Reactor Design for Process Plants", Vol 1., John Wiley and Sons, Inc., New York. . 129

- Smith, F. B., and Livak, J. E., 1937, *Preparation of Pentachlorophenol*, Paten Amerika Serikat, No. 138,939.
- Treyball, R.E., 1985, “ Mass Transfer Operations”, 3th ed., McGraw Hill Book Co., Singapore.
- Ulrich, G.D., 1984, “A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics”, John Wiley and Sons, New York.
- Yaws, C.L., 1999, “Chemical Properties Handbook”, McGraw-Hill, New York.
- Jamali, D. Nandika and D. Darusman. 1997, “Wood Preservatives Demand for Low Cost Housing Development in Indonesia”, *Journal of Forest Products Technology*, Faculty of Forestry Bogor Agricultural University, Bogor
- www.bps.co.id diakses tanggal 1 april 2018.
- www.alibaba.com diakses tanggal 26 Agustus 2018.
- www.matche.com diakses tanggal 26 Agustus 2018

LAMPIRAN A

PERHITUNGAN REAKTOR

Tugas : Mereaksikan *Hexachlorobenzene* (C_6CL_5) sebanyak 1352.2650 kg/jam dengan Natrium hidroksida (NaOH) sebanyak 474.8333 kg/jam dalam pelarut Methanol (CH_3OH) sebanyak 3043.1497 kg/jam menjadi *Pentachlorophenol* (C_6CL_5OH) sebanyak 1255.1100 kg/jam.

Jenis Alat : Reakto Alir Tangki Berpengaduk.

Kondisi Operasi : Suhu : 135 °C.

Tekanan : 10 atm.

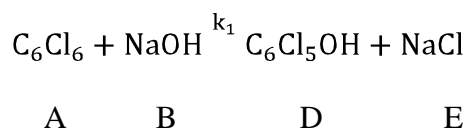
Produk *pentachlorophenol* (C_6CL_5OH) dihasilkan dengan hidrolisis *hexachlorobenzene* (C_6CL_6) oleh larutan Natrium hidroksida (NaOH) dalam pelarut Methanol (CH_3OH) dengan perbandingan 1 : 2.5 : 20 untuk C_6CL_6 :NaOH: CH_3OH . Kondisi operasi dipilih pada tekanan 10 atm dengan suhu optimum operasi 135°C. Kondisi operasi ini dipilih dari hasil eksperimen yang dilakukan, bahwa apabila suhu dibawah 130°C sebagian *hexachlorobenzene* belum bereaksi dan akan membentuk produk yang tidak dikehendaki. Apabila suhu diatas 140°C akan menyebabkan pelepasan klorida berlebih pada senyawa *hexachlorobenzene* dan produk *pentachlorophenol* yang dihasilkan akan terdekomposisi. Dengan perubahan atau kenaikan suhu dekomposisi senyawa *hexachlorobenzene*

dan produk *pentachlorophenol* akan bertambah. Kondisi operasi pada 10 atm untuk kondisi operasi yang diinginkan pada keadaan cair. Karena dengan kondisi suhu operasi optimum 135°C diinginkan tidak terjadi perubahan fase dari cairan ke gas didalam 1 methanol dikarenakan reaksi berlangsung pada fase cair untuk itu tekanan dikondisikan diatas tekanan uap komponen tertinggi pada campuran. Tekanan uap tertinggi dimiliki oleh senyawa methanol (CH₃OH) yaitu 9.5 atm pada suhu 135°C.

1.1 Persamaan perancangan kecepatan reaksi

- Reaksi utama

Reaksi utama terjadi antara senyawa *hexachlorobenzene* (C₆CL₆) dan natrium hidroksida (NaOH) membentuk *pentachlorophenol* (C₆CL₅OH) dan natrium chloride (NaCL), reaksi berlangsung searah.

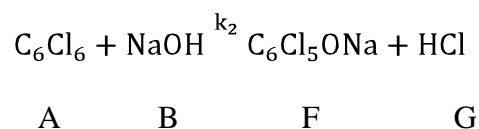


Reaksi hidrolisis *hexachlorobenzene*(C₆CL₆) dengan natrium hidroksida (NaOH) merupakan reaksi orde 2 dengan persamaan sebagai berikut:

$$-r_A = k_1 C_A C_B$$

- Reaksi samping 1

Reaksi samping 1 terjadi antara senyawa *hexachlorobenzene* (C_6Cl_6) dan natrium hidroksida (NaOH) membentuk *natrium pentachlorophenol* (NaC_6Cl_5O) dan hydrogen chloride (HCL), reaksi berlangsung searah.

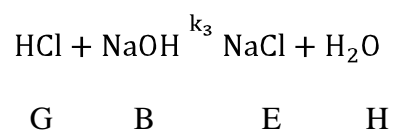


Persamaan reaksi samping 1 sebagai berikut :

$$-r_A = k_2 C_A C_B$$

- Reaksi samping 2

Reaksi samping 2 terjadi antara senyawa hydrogen chloride (HCL) dan natrium hidroksida (NaOH) membentuk natrium chloride (NaCl) dan hydrogen dioksida (H_2O). Dimana HCl yang bereaksi diperoleh dari reaksi samping 1 dan langsung bereaksi dengan NaOH tersisa dari reaksi utama dan reaksi samping 1.



Persamaan reaksi samping 2 sebagai berikut:

$$-r_A = k_3 C_H C_B$$

1.2 Menentukan nilai konstanta kecepatan reaksi

- Reaksi utama

Menentukan nilai konstanta reaksi utama diestimasi berdasarkan hasil data penelitian dari Basic Experimental Organic Chemistry (Smith and Livak, 1937). Dengan data sebagai berikut :

Massa *hexachlorobenzene* (C_6Cl_6) = 285 gram (1 mol)

Massa natriumhidroksida (NaOH) = 100 gram (2.5 mol)

Massa methanol (CH_3OH) = 640 gram (20 mol)

Waktu reaksi = 2 jam = 720 detik

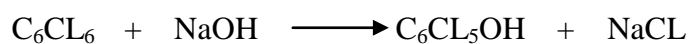
Produk *pentachlorophenol* (C_6Cl_5OH)= 265.5 gram (0.99 mol)

Produk samping = 0.29 % (setelah pemurnian)

Tabel 1 Data Eksperimen Smith and Livak, 1937

Simbol	Komponen	Massa, gram	Mol	Massa jenis ($T_m=135^\circ C$), gram/ml	Volume, ml
A	C_6Cl_6	285	1.0008	1.8850	151.1942
B	NaOH	100	2.5002	1.8634	53.6646
C	CH_3OH	640	19.9738	0.6681	957.9420
H	H_2O	0.5406	0.0300	0.9193	0.5881
Total		1025.5406	23.5048	5.3358	1163.3890
D	C_6Cl_5OH	264.73005	0.9940		
F	NaC_6Cl_5O	0.7677	0.0027		

Persamaan reaksi :



Mula-mula :1.0008 2.5001

Reaksi :0.9940 0.9940 0.9940 0.9940

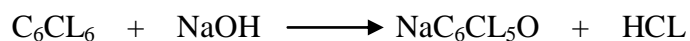
Hasil	:0.0068	1.5061	0.9940	0.9940
-------	---------	--------	--------	--------

$$x = 1 - \frac{C_A}{C_{A0}} = 1 - \frac{0,0068}{1,0008} = 0,9932$$

Maka dengan nilai $k_1 = 1.7387$ L/mol/jam.

- Reaksi samping 1

Persamaan reaksi :



Mula-mula	:0.0068	1.5062		
-----------	---------	--------	--	--

Reaksi	:0.0027	0.0027	0.0027	0.0027
--------	---------	--------	--------	--------

Hasil	:0.0041	1.5035	0.0027	0.0027
-------	---------	--------	--------	--------

$$x = 1 - \frac{C_A}{C_{A0}} = 1 - \frac{0,0068}{0,0027} = 0,4$$

Hasil dari reaksi samping 1 diketahui konsentrasi NaOH tersisa dengan NaOH mula-mula tidak berbeda signifikan maka diasumsikan tetap sehingga orde reaksi samping 1 dianggap berada pada orde 1 dengan kecepatan reaksi :

$$-r_A = k_2 C_A$$

Maka dengan nilai $k_2 = 0.2554$ L/jam

- Reaksi samping 2

Reaksi yang terjadi pada reaksi samping 2 merupakan reaksi penetralan maka didapat nilai konstanta kecepatan reaksi

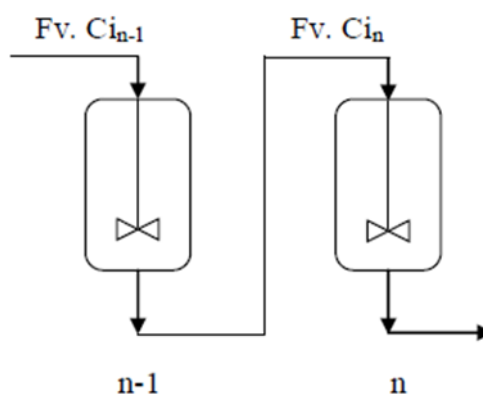
samping 2 pada literatur dengan kondisi operasi suhu 135°C konstanta reaksi adalah $-2.81E-10 \text{ cm}_3/\text{molekul/s}$.

1.3 Optimasi reaktor

Asumsi yang digunakan :

- Tidak ada massa terakumulasi dalam alat
- Volume reaktor tetap
- Waktu tinggal reaksi dianggap tetap

Untuk n reaktor RATB seri :



Gambar 1 Reaktor Seri

$$\tau_1 = \frac{C_{A_{n-1}} - C_{A_n}}{k_1 \cdot C_{A_n} C_{B_n} + k_2 \cdot C_{A_n}}$$

Dimana :

$$C_{B_n} = C_{B_0} \cdot (1 - X_{B_1}) \cdot (1 - X_{B_2}) \cdot \dots \cdot (1 - X_{B_{n-1}}) \cdot (1 - X_{B_n})$$

$$C_{A_n} = C_{A_0} - C_{B_0} \cdot [1 - (1 - X_{B_1}) \cdot (1 - X_{B_2}) \cdot \dots \cdot (1 - X_{B_{n-1}}) \cdot (1 - X_{B_n})]$$

Setelah nilai waktu tinggal masing-masing reaktor diperoleh, volume reaktor tiap n buah reaktor dihitung. Setelah itu untuk harga

relatif dari n reaktor dihitung berdasarkan harga relatif total n buah reaktor dengan menggunakan persamaan *six tenth factor analysis* :

$$C_{n,\text{relatif}} = \frac{C_n}{C_1} = n \frac{V_{n,i}}{V_1}^{0,6}$$

Dimana :

C_n = harga n RATB

C_1 = harga 1 RATB

$V_{n,i}$ = volum masing-masing untuk n RATB

V_1 = volum 1 RATB

Tabel 2 Perhitungan waktu tinggal, volume reaktor dan harga relatif

n Reaktor	τ_i jam	V_i , m ³	V_n , m ³	C_n , relatif
1	30.4723	55.8000	55.8000	75729.2747
2	1.9691	3.6058	7.2117	22187.3733
3	0.7134	1.3063	3.9189	15387.9840

Dilihat dari data-data yang diperoleh dalam Table 2 dan grafik maka kesimpulan harga untuk reaktor RATB termurah dengan menggunakan 3 reaktor, namun untuk optmisi dipilih 2 reaktor dikarenakan untuk volume dan harga ekonomi 2 reaktor dan 3 reaktor tidak terlalu jauh maka dipilih 2 reaktor. Dimana spesifikasi untuk 2 RATB sebagai berikut :

- a. Volume masing-masing RATB = 3.6058 m³
- b. Waktu tinggal masing-masing reaktor = 1.9691 jam.

1.4 Neraca massa

Waktu produksi dalam 1 tahun = 330 hari.

Kapasitas produksi pentachlorophenol = 10.000 ton/tahun

Neraca massa :

*Rate of mass input – rate of mass output – rate of mass reaction =
rate of mass acc*

$$F_{A0} - F_A + r_A dV = \frac{dN_A}{dt}$$

$$F_A = F_{A0} + (-r_A) V$$

$$V = \frac{F_{A0} - F_A}{(-r_A)}$$

$$V = \frac{F_{A0} - (F_{A0} - F_{A0} V)}{(-r_A)}$$

$$V = \frac{F_{A0} \cdot X}{(-r_A)}$$

$$V = \frac{F_{A0} \cdot X}{k_1 C_{A0} (1-x) C_{B0} - C_{A0} \cdot x + K_3 C_{F0} (1-x) C_{B0} - C_{F0} \cdot x - k_2 C_{A0} (1-X)}$$

Tabel 3 Perhitungan neraca massa R-01

Komponen	Arus Masuk R-01		Arus Keluar R-02	
	Kmol/jam	Kg/jam	Kmol/jam	Kg/jam
C ₆ CL ₆	4,7487	1352,2651	0,4729	134,6563
C ₆ H ₆	0,0874	6,8296	0,0874	6,8296
NaOH	11,8717	474,8333	7,5794	303,1524
C ₆ CL ₅ OH	0,0000	0,0000	4,2593	1134,3498
C ₆ CL ₅ ONa	0,0000	0,0000	0,0165	4,7632
CH ₃ OH	94,9738	3043,1497	94,9738	3043,1497
NaCL	0,0000	0,0000	4,2758	249,8791
H ₂ O	43,3670	781,2558	43,3835	781,5535
HCL	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	155,0486	5658,3335	155,0486	5658,3335

Konversi total produksi *pentaclorophenol* dari *hexachlorobenzene* sebesar 99.5%. Dalam produksi *pentaclorophenol* terjadi 2 reaksi samping yaitu reaksi pembentukan natrium *pentaclorophenol* dan reaksi penetralan. Dimana perbandingan upan mol masuk reaktor yaitu 1 : 2,5 : 20 = C_6CL_6 , NaOH : CH_3COOH .

Tabel 4 Perhitungan Neraca massa R-02

Komponen	Arus Masuk R-01		Arus Keluar R-02	
	Kmol/jam	Kg/jam	Kmol/jam	Kg/jam
C_6CL_6	0,4729	134,6563	0,0187	5,3336
C_6H_6	0,0874	6,8296	0,0874	6,8296
NaOH	7,5794	303,1524	7,1245	284,9602
C_6CL_5OH	4,2593	1134,3498	4,7127	1255,1100
C_6CL_5ONa	0,0165	4,7632	0,0172	4,9654
CH_3OH	94,9738	3043,1497	94,9738	3043,1497
NaCl	4,2758	249,8791	4,7300	276,4188
H_2O	43,3835	781,5535	43,3842	781,5661
HCL	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	155,0486	5658,3335	155,0486	5658,3335

1.5 Neraca panas

Untuk menghitung neraca panas diperlukan data kapasitas panas (CP), dimana nilai perubahan enthalpy dihyung dengan persamaan :

$$\Delta H = n \cdot \int_{T_{ref}}^T C_p dT$$

Dimana :

- ΔH_T : perubahan entalpi komponen pada suhu T terhadap suhu referensi T_{ref} , kJ/jam
- T : suhu arus, K
- T_{ref} : suhu referensi = 298,15 K
- n : laju mol arus, kmol/jam
- C_p : kapasitas panas gas/cair komponen pada suhu T, kJ/kmol.

Nilai dari kapasitas panas diperoleh dari data buku yaws, 1999 dengan persamaan :

$$C_p = A + BT + CT^2 + DT^3$$

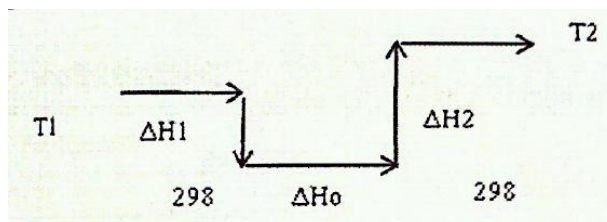
Dimana :

- C_p : Kapasitas panas pada suhu T, J/mol.K
- A, B, C, D : Konstanta untuk masing-masing zat
- T : Suhu, K.

Tabel 5 Nilai kapasitas panas

Komponen	A	B	C	D
C_6CL_6	-743.411	5.4844	-0.0096238	6.0919E-06
C_6H_6	-31.662	1.3043	-0.0036078	3.8243E-06
NaOH	87.639	-0.00048368	-4.5423E-06	1.1863E-09
C_6CL_5OH	-750.788	5.51499732	-0.00962931	6.08757E-06
C_6CL_5ONa	-729.765	5.61337632	-0.009549362	3.45219E-06
CH_3OH	40.152	0.31046	-0.0010291	1.4598E-06
NaCL	95.016	-0.031081	9.6789E-07	5.5116E-09
H_2O	92.053	-0.039953	-0.00021103	5.3469E-07
HCL	73.993	-0.12946	-0.00007898	2.6409E-06

Panas reaksi (ΔH_r) tiap reaksi dihitung dengan cara :



$$\Delta H_{r, T} = \Delta H_1 + \Delta H_0 + \Delta H_2$$

Dimana :

$\Delta H_{r,T}$: Entalpi reaksi pada suhu T, kJ/jam

ΔH_1 : Entalpi reaksi dari suhu T hingga Tref, kJ/jam

ΔH_2 : Entalpi reaksi dari suhu Tref hingga T, kJ/jam

ΔH_0 : Entalpi reaksi pada suhu Tref, kJ/jam

ΔH_0 dihitung dengan cara:

$$\Delta H_0 = \sum n_i \cdot \Delta H_f^\circ \text{ i produk} - \sum n_i \cdot \Delta H_f^\circ \text{ i reaktan}$$

Dimana :

n_i : jumlah mol setiap komponen reaksi, kmol

$(\Delta H_f^0)_i$: Entalpi pembentukan komponen i pada suhu referensi, kJ/kmol.

Tabel 6 Entalphy pembentukan masing-masing komponen

Komponen	$(\Delta H_f^\circ)_{298,15}$ Kcal/mol
C_6CL_6	-31,3
NaOH	-101,99
C_6CL_5OH	-70,6
C_6CL_5ONa	-101,925
NaCL	-43,15

H ₂ O	-68,315
HCL	-39,925

Hasil perhitungan neraca panas reaktor-01

Tabel 7 Neraca panas reaktor R-01

Komponen	Input, Kj/jam	Output, Kj/jam
C ₆ CL ₆	134915,7419	13434,6989
C ₆ H ₆	1422,293035	1422,2930
NaOH	113547,9084	72493,4926
C ₆ CL ₅ OH	0,0000	122201,9588
C ₆ CL ₅ ONa	0,0000	377,5679
CH ₃ OH	901196,3744	901196,3744
NaCL	0,0000	39701,4639
H ₂ O	360319,1397	360456,4110
HCL	0,0000	0,0000
ΔH_{rks}		340449,3459
Beban pemanas	340332,1491	
Total	1851733,6064	1851733,6064

Tabel 8 Neraca panas reaktor R-02

Komponen	Input, Kj/jam	Output, Kj/jam
C_6CL_6	13434.6989	532.1328
C_6H_6	1422.2930	1422.2930
NaOH	72493.4926	68143.1572
C_6CL_5OH	122201.9588	135211.3182
C_6CL_5ONa	377.5679	393.5948
CH_3OH	901196.3744	901196.3744
NaCL	39701.4639	43918.1775
H_2O	360456.4110	360462.2379
HCL	0.0000	0.0000
ΔH_{rks}		36251,0117
Beban pemanas	36246,0370	
Total	1547530,2976	1547530,2976

1.6 Mechanical design.

Jenis RATB yang digunakan berbentuk tegak dengan

- a. Volume cairan

$$V_{\text{cairan}} = 3.6058 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume over design} = 20\%$$

$$V_{\text{kapasitas}} = 4.3270 \text{ m}^3$$

$$V = \frac{\pi}{4} \times D^2 H$$

Maka :

$$D = 1.4018 \text{ m}$$

$$= 4.5991 \text{ ft}$$

- b. Tebal dinding

Digunakan bahan konstruksi yaitu stainless steel SA 167 type 316 (brownell appendix). Dimana tekanan design = 12 atm.

$$\text{Allowable stress (f)} = 18750 \text{ psi}$$

Sambungan yang dipilih = double welded butt joint

$$\text{Effisiensi sambungan} = 0.8$$

Corrosion allowance (C) = 1/8 in (Appendix Brownwl & young)

Tebal dinding reaktor dihitung dengan persamaan :

$$t = \frac{P \cdot r_i}{f \cdot \epsilon + 0.6 \cdot P_d} + C$$

$$t = 0.1350 \text{ in}$$

$$\text{Dipilih t standart} = 0.1875 \text{ in.}$$

$$\text{OD shell} = \text{ID} + (2 \times t \text{ standart})$$

$$= 55.5644 \text{ in}$$

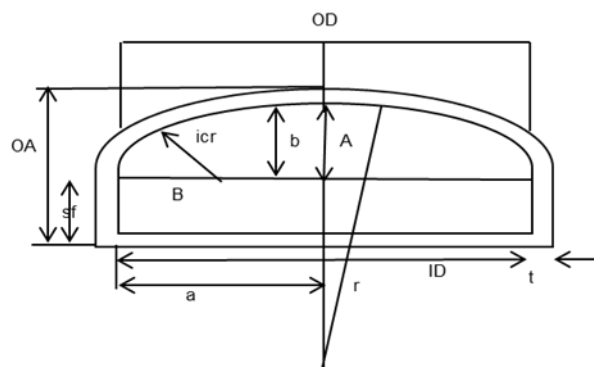
$$\text{OD standart} = 60 \text{ in}$$

$$\text{ID standart} = \text{OD standart} - 2 \times t \text{ standart}$$

$$\text{ID standart} = 59.6250 \text{ in}$$

c. Dimensi head reaktor

Dipilih head berbentuk Torispherical Flanged & Dished
Head dikarenakan kondisi operasi bertekanan tinggi.



Gambar 2 Head tangki

Tebal head reaktor dihitung dengan persamaan

$$th = \frac{0,885P \cdot rc}{f \cdot E - 0,1P} + C \quad (\text{brownel pers 13,7})$$

$$th = 0.8788 \text{ in}$$

$$th \text{ standart} = 1 \text{ in}$$

$$\text{OD head} = \text{ID} + 2 \times th \text{ standart}$$

$$\text{OD head} = 57.1894 \text{ in}$$

Menentukan ukuran head reaktor:

$$sf = 3 \text{ in}$$

$$icr = 3 \text{ in}$$

$$r = 60 \text{ in}$$

$$b = r - (BC^2 - AB^2)^{1/2} \quad (\text{Brownell hal 87-89})$$

$$a = ID \text{ standart}/2$$

$$AB = a - icr$$

$$= 24.5947 \text{ in}$$

$$BC = r - icr$$

$$= 57 \text{ in}$$

$$AC = (BC^2 - AB^2)^{0.5}$$

$$= 51.4208 \text{ in}$$

$$\text{Maka } b = 60 \text{ in} - (57^2 - 24.5947^2)^{1/2} \text{ in}$$

$$= 8.5792 \text{ in}$$

$$\text{Diperoleh tinggi head} = \text{tebal head} + sf + b$$

$$= 1 \text{ in} + 8.5792 \text{ in} + 3 \text{ in}$$

$$= 12.5792 \text{ in}$$

d. Volume cairan

$$\text{Volume design} = 4.3270 \text{ m}^3$$

Untuk volume head dihitung dengan persamaan

$$V_{\text{head}} = V_h + \frac{1}{4} \pi ID_h^2 sf$$

$$V_h = 0.2747 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume shell} = 4.0253 \text{ m}^3$$

$$hs = \frac{Vs}{\left(\frac{3.14}{4} \times ID^2\right)}$$

$$\text{Tinggi shell} = 2.52506 \text{ m}$$

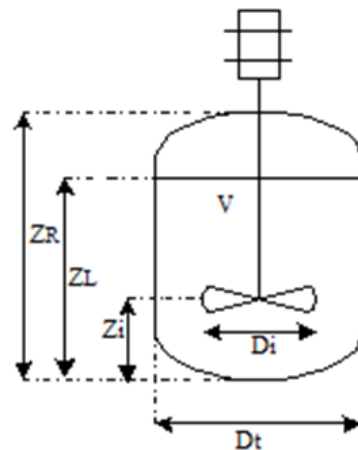
$$\text{Tinggi reaktor} = h_s + 2 \times \text{tinggi head}$$

$$= 2.8897 \text{ m}$$

$$= 113.7662 \text{ in.}$$

1.7 Pengaduk

Jenis pengaduk yang digunakan *Marine propeller 3 balde* dikarenakan viscositas campuran sebesar $<3000 \text{ CP}$ selain itu harga yang lebih murah dan daya pengaduk yang lebih rendah. Gambar untuk propeller tipe : marine propeller with 3 blades dari brown 1950.



Gambar 3 Marine propeller with 3 blades

$\frac{D_t}{D_i} = 3 ; \frac{Z_L}{D_i} = 2.7 - 3.9 ; \frac{Z_i}{D_i} = 0.75 - 1.3 ; \text{Baffle} = 4 ; \frac{w}{D_i} = 0.1 ; \text{Pitch} = 2.D_i$

Keterangan :

D_t = diameter tangki, m

D_i D_t = diameter pengaduk, m

Z_R = ketinggian tangki, m

Z_L = ketinggian cairan di dalam tangki setelah ada pengaduk, m

Z_i = ketinggian pengaduk dari dasar tangki, m

w = lebar baffle, m

Dimensi dan hasil perhitungan reaktor

$$D_t = 1.5145 \text{ m}$$

$$D_i = 1/3 \times D_t = 0.5048 \text{ m}$$

$$Z_L = 3,9 \times D_i = 1.3630 \text{ m}$$

$$Z_i = 1,3 \times D_i = 0.6563 \text{ m}$$

a. Menentukan kecepatan pengadukan

Menghitung kecepatan pengadukan menggunakan persamaan :

$$N = \frac{600}{\pi D_i(ft)} \sqrt{\frac{WELH}{2 D_i(in)}}$$

(rase pers 8.8)

$$WELH = Z_i \left(\frac{\rho_{\text{campuran}}}{\rho_{\text{air}}} \right)$$

(rase page 345)

$$\rho_{\text{air}} = 1000 \text{ Kg/m}^3$$

$$WELH = 1.4727 \text{ m}$$

$$N = 139.3384 \text{ rpm}$$

$$= 2.3223 \text{ rps}$$

$$\text{Dipilih nilai } N \text{ tandart} = 150.0000 \text{ rpm}$$

$$= 2.5000 \text{ rps} \quad (\text{ wallas page 288})$$

b. Menentukan bilangan Reynold

$$N_{Re} = \frac{d_{opt}^2 \cdot \rho \cdot N}{\mu}$$

$$N_{Re} = 97585.4047 \text{ laminer}$$

Didapat nilai N_p dari fig.477 brown no 15 = 0.8

Persamaan power pengaduk :

$$P = \frac{P_o \cdot \rho \cdot N^3 d_{opt}^5}{g_c} \quad (\text{brown pg 508})$$

$$P = 0.4756 \text{ Hp}$$

$$\text{Efisiensi motor} = 90 \%$$

$$\text{Daya motor} : \frac{P}{\eta}$$

$$\text{Daya motor} = 0.3941 \text{ Kwatt}$$

$$= 0.5285 \text{ Hp}$$

$$\text{Daya motor standart} = \frac{3}{4} \text{ Hp}$$

$$\text{Jumlah pengaduk} = \text{WELH/ID standart}$$

$$= 0.9724$$

$$= 1 \text{ pengaduk}$$

1.8 Pemanas

a. Jaket pemanas Reaktor-01

Pemanas yang digunakan steam saturated dengan suhu 160°C dengan beban pemanas sebesar 340332.1491 kJ/jam. Sifat fisis steam sebagai berikut :

- Suhu input = 160°C
- Suhu output = 160°C
- Panas laten = 895 Btu/lb
- ρ = 55.6764 lb/ft³
- μ = 0.4010 lb/ft.hr
- kapasitas panas = 0.4585 Btu/lb.°F
- konduktifitas termal = 0.0175 Btu/ft.hr.°F

Sifat fisis bahan di reaktor

- ρ = 4.2109 lb/ft³
- μ = 15.8512 lb/ft.hr
- panas spesifik = 1 Btu/ft.hr.°F
- konduktifitas termal = 1.6261 Btu/ft.hr.°F
- kapasitas panas = 131.7858 Btu/lb.°F

Menentukan kebutuhan steam

$$m_s = \frac{Q_s}{\lambda} = 163.6290 \text{ kg/jam}$$

Perhitungan Δ LMTD

$$LMTD = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln\left(\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}\right)}$$

$$\Delta LMTD = 45.8941^\circ\text{F}$$

Menentukan luas transfer panas

Untuk fluida panas steam dan fluida heavy organic dipilih

nilai $U_d = 50 \text{ Btu/ft}^2\text{.}^\circ\text{F.hr}$

$$A = \frac{Q}{U_d \cdot \text{LMTD}}$$

$$\begin{aligned} A &= 140.5725 \text{ ft}^2 \\ &= 13.0596 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Luas selubung reaktor

$$L = \pi D L$$

$$\begin{aligned} L &= 156.0983 \text{ ft}^2 \\ &= 14.5020 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Dipilih pemanas menggunakan jaket dikarenakan luas transfer

panas $< 200 \text{ ft}^2$

$$\frac{hi \cdot Di}{k} = 0,36 \left(\frac{L^2 N \cdot \rho}{\mu} \right)^{2/3} \left(\frac{Cp \cdot \mu}{k} \right)^{1/3} \left(\frac{\mu}{\rho v} \right)^{0,14}$$

$$Hi = 445.9503 \text{ Btu/hr.ft}^2\text{.}^\circ\text{F}$$

Menghitung hio dibutuhkan data

$$\begin{aligned} ID &= 59.6250 \text{ in} \\ &= 4.9688 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} OD &= 60 \text{ in} \\ &= 5 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$hio = hi \frac{ID}{OD}$$

$$hio = 443.1631 \text{ Btu/ft}^2\text{.hr.}^\circ\text{F}$$

menghitung h_o dengan persamaan

$$\frac{hD}{k} = 0.76 \left(\frac{L^2 N \rho}{\mu} \right)^{2/3} \left(\frac{C_p \mu}{k} \right)^{1/3} \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0.24}$$

$$h_o = 132.2640 \text{ Btu/ft}^2 \cdot \text{hr} \cdot ^\circ\text{F}$$

$$U_c = \frac{h_o \cdot h_i}{h_o + h_i}$$

$$U_c = 102.0092 \text{ Btu/ft}^2 \cdot \text{hr} \cdot ^\circ\text{F}$$

Dipilih $R_d = 0.001$ didapat nilai $hD = 1000$

$$U_D = \frac{U_c \cdot hD}{U_c + hD}$$

$$U_D = 92.5665 \text{ Btu/ft}^2 \cdot \text{hr} \cdot ^\circ\text{F}$$

Didapat A terhitung = 75.9305 ft^2

Luas perpindahan panas tersedia

$$A^\circ = \pi D r \cdot \text{hr} + \frac{1}{4} \pi D r^2$$

$$A^\circ = 150.7798 \text{ ft}^2$$

Tinggi jaket dihitung dengan persamaan

$$h_j = \frac{\left(A - \frac{1}{4} \pi \cdot D_R^2 \right)}{\pi \cdot D_R}$$

$$h_j = 2.0027 \text{ m}$$

Didapat lebar jaket = 5.4572 cm

Tebal jaket dihitung dengan persamaan

$$t_j = \left(\frac{P \cdot R_i}{f \cdot E - 0.2P} \right) + C$$

$$t_j = 0.19 \text{ in}$$

b. Jaket pemanas Reaktor-02

Pemanas yang digunakan steam saturated dengan suhu 160°C dengan beban pemanas sebesar $36246.0370 \text{ kJ/jam}$. Sifat fisis steam sebagai berikut :

- Suhu input = 160°C
- Suhu output = 160°C
- Panas laten = 895 Btu/lb
- ρ = 55.6764 lb/ft^3
- μ = 0.4010 lb/ft.hr
- kapasitas panas = $0.4585 \text{ Btu/lb.}^\circ\text{F}$
- konduktifitas termal = $0.0175 \text{ Btu/ft.hr.}^\circ\text{F}$

Sifat fisis bahan di reaktor

- ρ = 4.2109 lb/ft^3
- μ = 15.8512 lb/ft.hr
- panas spesifik = $1 \text{ Btu/ft.hr.}^\circ\text{F}$
- konduktifitas termal = $0.3170 \text{ Btu/ft.hr.}^\circ\text{F}$
- kapasitas panas = $63.7934 \text{ Btu/lb.}^\circ\text{F}$

Menentukan kebutuhan steam

$$m_s = \frac{Q_s}{\lambda} = 17.4268 \text{ kg/jam}$$

Perhitungan $\Delta LMTD$

$$LMTD = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln\left(\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}\right)}$$

$$\Delta LMTD = 45.8941^\circ\text{F}$$

Menentukan luas transfer panas

Untuk fluida panas steam dan fluida *heavy organic* dipilih

nilai $U_d = 50 \text{ Btu/ft}^2\text{.}^\circ\text{F.hr}$

$$A = \frac{Q}{U_d LMTD}$$

$$A = 37.4281 \text{ ft}^2$$

$$= 3.4772 \text{ m}^2$$

Luas selubung reaktor

$$L = \pi D L$$

$$L = 156.0983 \text{ ft}^2$$

$$= 14.5020 \text{ m}^2$$

Dipilih pemanas menggunakan jaket dikarenakan luas transfer panas $< 200 \text{ ft}^2$

$$\frac{hiDi}{k} = 0.36 \left(\frac{L^2 N \rho}{\mu} \right)^{2/3} \left(\frac{Cp \cdot \mu}{k} \right)^{1/3} \left(\frac{\mu}{\mu_0 v} \right)^{0.14}$$

$$Hi = 112.0718 \text{ Btu/hr.ft}^2\text{.}^\circ\text{F}$$

Menghitung hio dibutuhkan data

$$ID = 59.6250 \text{ in}$$

$$= 4.9688 \text{ ft}$$

$$\begin{aligned} \text{OD} &= 60 \text{ in} \\ &= 5 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$h_{io} = h_i \frac{ID}{OD}$$

$$h_{io} = 111.3714 \text{ Btu/ft}^2 \cdot \text{hr} \cdot ^\circ\text{F}$$

menghitung h_o dengan persamaan

$$\frac{hD}{k} = 0.76 \left(\frac{L^2 N \rho}{\mu} \right)^{2/3} \left(\frac{C_p \mu}{k} \right)^{1/3} \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0.24}$$

$$h_o = 125.5920 \text{ Btu/ft}^2 \cdot \text{hr} \cdot ^\circ\text{F}$$

$$U_c = \frac{h_o \cdot h_i}{h_o + h_i}$$

$$U_c = 59.2965 \text{ Btu/ft}^2 \cdot \text{hr} \cdot ^\circ\text{F}$$

Dipilih $R_d = 0.001$ didapat nilai $hD = 1000$

$$U_D = \frac{U_c \cdot hD}{U_c + hD}$$

$$U_D = 20 \text{ Btu/ft}^2 \cdot \text{hr} \cdot ^\circ\text{F}$$

Didapat A terhitung = 37.4281 ft^2

Luas perpindahan panas tersedia

$$A^\circ = \pi D_r \cdot h_r + \frac{1}{4} \pi D_r^2$$

$$A^\circ = 168.5549 \text{ ft}^2$$

Tinggi jaket dihitung dengan persamaan

$$h_j = \frac{\left(A - \frac{1}{4} \pi \cdot D_R^2 \right)}{\pi \cdot D_R}$$

$$h_j = 2.0027 \text{ m}$$

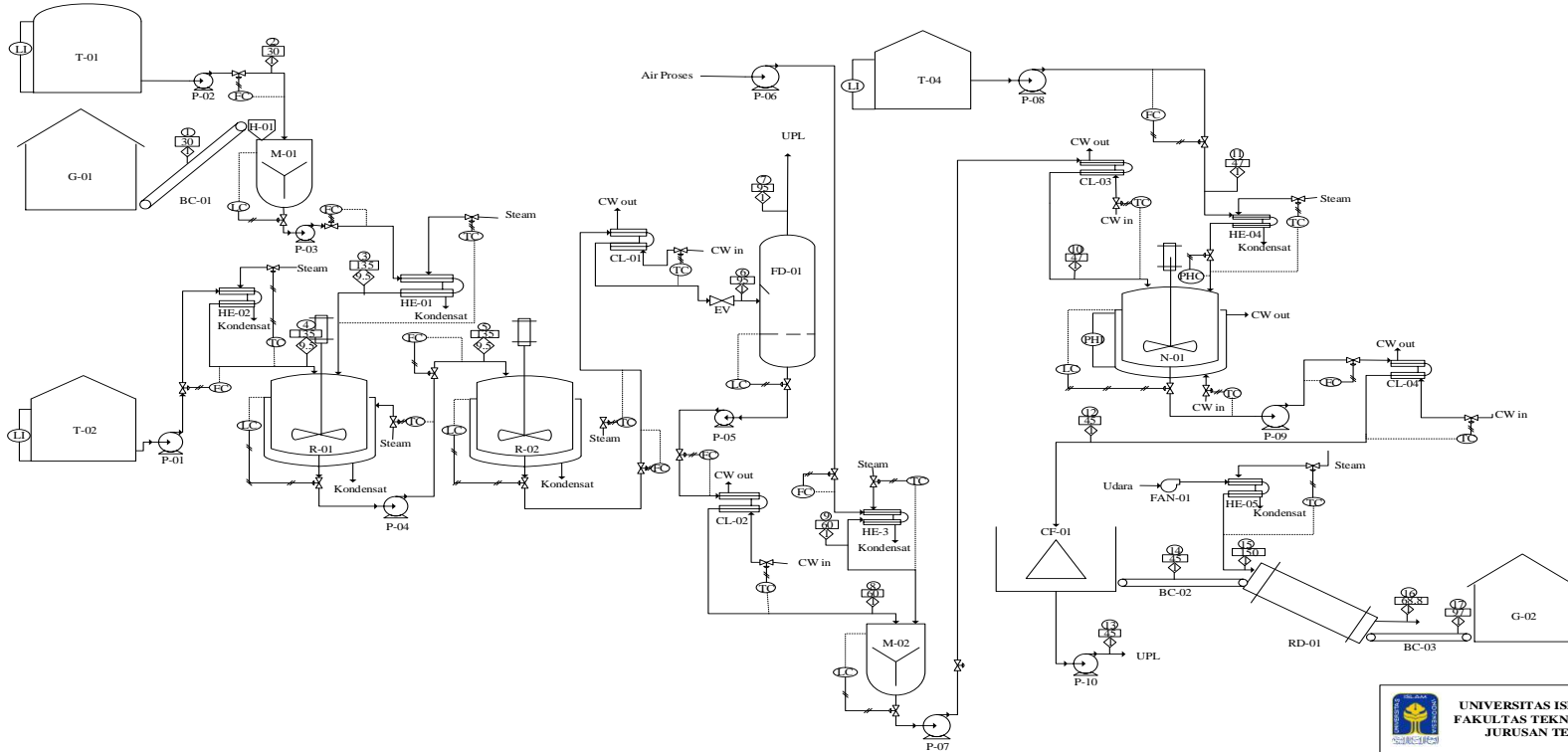
Didapat lebar jaket = 3.0480 cm

Tebal jaket dihitung dengan persamaan

$$t_j = \left(\frac{P \cdot R_i}{f \cdot E - 0.2P} \right) + C$$

$$t_j = 0.19 \text{ in}$$

**DIAGRAM ALIR PROSES
PRA RANCANGAN PABRIK PENTACHLOROPHENOL
KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN**



Komponen	Neraca Massa (Kg/jam)																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
C6CL6	1352.2651		1352.2651		134.6564	5.3336	0.0011	5.3324		5.3324		5.3324		5.3324		0.0533	5.2791
C6H6	6.8296		6.8296		6.8296	6.8296	5.6098	1.2198		1.2198	1.2076	0.0122		0.0122			
NaOH				474.8333	303.1524	284.9602		284.9602		284.9602							
C6CL5OH				1134.3496	1255.1100		1255.1100	1255.1100		1255.1100	0.4897	1254.6203		12.5462	1242.0741		
C6CL5ONa				4.7633	4.9654		4.9654	4.9654		4.9654				0.0497	4.9158		
CH3OH		3043.1497	3043.1497		3043.1497	3043.1497	273.9720	309.1777		309.1777	309.1777	306.0859	3.0918		3.0918		
NaCl				249.8790	276.4188		276.4188	276.4188		276.4188	692.7769	685.8492	6.9278		6.9278		
H2O	6.8296	62.1051	68.9347	712.3211	781.5535	781.5661	557.1772	224.3889	768.8210	993.2099	553.7323	1675.2907	1658.5378	16.7529	15.6047	1.1482	
HCL											272.7338	12.9873	12.9873				
Udara															1637.7856	1637.7856	

Symbol	Keterangan
BC	Belt Conveyor
CF	Centrifuge
CL	Cooler
EV	Expansion Valve
FC	Flow Control
G	Gudang
H	Hopper
HE	Heater
LC	Level Control
M	Mixer
N	Neutralizer
P	Pompa
R	Reaktor
RD	Rotary Drayer
T	Tangki

Symbol	Keterangan
◇	Tekanan
○	Suhu
○	Nomor Arus
⊗	Valve
⊘	Expansion Valve
—	Pipeline
—	Arus Udara Instrument
—	Arus Listrik Instrument
PHI	pH Indikator
PHC	pH Control
TC	Temperature Control
LI	Level Indikator

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK KIMIA

Gambar :

Process Engineering Flow Diagram
 Pra Rancangan Pabrik Pentachlorophenol
 Kapasitas 10.000 Ton/Tahun

Disusun Oleh :

Nurfadilah Putri (14521132)
 Yoga Supriyanto (14521136)

Dosen Pembimbing :

Dr. Arif Hidayat ST., MT.

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

Nama Mahasiswa : Yoga Supriyanto
 No. MHS : 14521136
 Nama Mahasiswa : Nufadilah Putri
 No. MHS : 14521132
 Judul Prarancangan)* : PRARANCANGAN PABRIK KIMIA PENTACHLOROPHENOL
 DARI HEXACHLOROBENZENE DAN CAUSTIC SODA DENGAN
 KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN
 Mulai Masa Bimbingan : 14 Maret 2018
 Batas Akhir Bimbingan : 10 September 2018

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	20-03-2018	Judul Prarancangan pabrik	<i>[Signature]</i>
2	08-04-2018	Flow diagram Proses	<i>[Signature]</i>
3	15-04-2018	Neraca massa	<i>[Signature]</i>
4	25-04-2018	Neraca Panas	<i>[Signature]</i>
5	09-05-2018	Perancangan reaktor	<i>[Signature]</i>
6	10-05-2018	Perancangan reaktor	<i>[Signature]</i>
7	16-05-2018	Perancangan Alat	<i>[Signature]</i>
8	11-06-2018	Perancangan alat kecil	<i>[Signature]</i>
9	21-06-2018	Ekonomi	<i>[Signature]</i>
10	25-07-2018	Ekonomi	<i>[Signature]</i>
11	7-09-2018	Mastah	<i>[Signature]</i>

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, 07-08-2018

Pembimbing,

[Signature]

)* Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok

- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
- Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy