

**PRARANCANGAN PABRIK KIMIA *PHENOL* DARI *CUMENE*
HYDROPEROXIDE DENGAN KATALIS ASAM SULFAT
KAPASITAS 40.000 TON / TAHUN**

TUGAS AKHIR

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



Oleh :

Nama : Annisa Putri Ruliadi

Nama : Nadia Chairunisa Fitri

Nim : 19521013

Nim : 19521149

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

2023

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING
PRARANCANGAN PABRIK KIMIA *PHENOL* DARI *CUMENE*
***HYDROPEROXIDE* DENGAN KATALIS ASAM SULFAT KAPASITAS**
40.000 TON / TAHUN



Nama : Annisa Putri Ruliadi

Nama : Nadia Chairunisa Fitri

Nim : 19521013

Nim : 19521149

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

PRARANCANGAN PABRIK

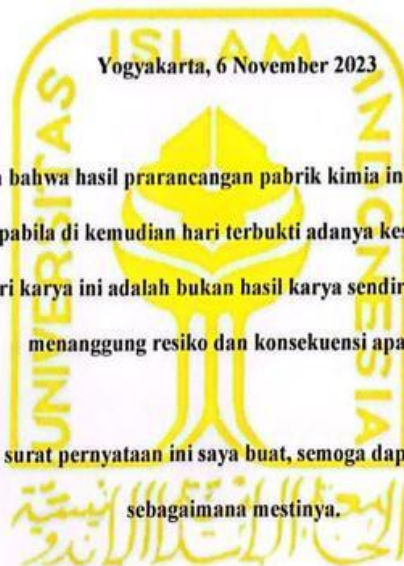
Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Annisa Putri Ruliadi

Nama : Nadia Chairunisa Fitri

Nim : 19521013

Nim : 19521149



Menyatakan bahwa hasil prarancangan pabrik kimia ini adalah hasil karya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti adanya kesamaan beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun

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



Annisa Putri Ruliandi



Nadia Chairunisa Fitri

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK *PHENOL* DARI *CUMENE HYDROPEROXIDE*
DENGAN KATALIS ASAM SULFAT KAPASITAS 40.000 TON / TAHUN
PRARANCANGAN PABRIK

Disusun oleh :

Nama : Annisa Putri Ruliadi
Nim : 19521013

Nama : Nadia Chairunisa Fitri
Nim : 19521149

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

Yogyakarta, November 2023

Tim Penguji :

Ketua :

Dr.Ariany Zulkania, S.T., M.Eng.

Anggota I :

Dr.Khamdan Cahyari, S.T., M.Sc.

Anggota II :

Umi Rofiqah, S.T., M.T

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Sholeh Ma'mun

Sholeh Ma'mun, S.T., M.T., Ph.D

NIP : 995200445

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb

Puji serta syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Taufiq serta Hidayah dan karunia-Nya, sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam tidak lupa kita hanturkan kepada junjungan kita Nabi besar Rasulullah SAW beserta keluarga dan para sahabatnya, karena dengan syafaatnya kita dapat hijrah dari zaman jahiliyah menuju zaman yang terang benderang.

Atas karunia dan pertolongan dari Allah SWT, Tugas Akhir Pra Rancangan yang berjudul “**PRARANCANGAN PABRIK FENOL DARI CUMENE HYDROPEROXIDE DENGAN KATALIAS ASAM SULFAT KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN**”, ini dapat berjalan dengan lancar dan terselesaikan dengan baik. Penyusunan tugas akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan meralih gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Ucapan terima kasih tidak lupa penyusun haturkan kepada pihak-pihak yang telah memberikan dukungan dengan baik ateril maupun spiritual dengan terselesaikannya tugas akhir ini, yaitu kepada:

1. Allah SWT, yang selalu ada dalam setiap langkah, atas karunia dan hidayah akal serta pikiran, kekuatan dan atas segala kemuduhan yang telah diberikan.
2. Rasulullah SAW, sang suri tauladan yang telah membawa kita keluar dari zaman jahiliyah menuju zaman kebenaran.

3. Kedua orang tua tercinta, yang telah memberikan doa, motivasi dukungan dan bantuan yang tiada hentinya.
4. Kakak, Adik, dan Keluarga yang selalu membeikan semangat dan motivasi dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Dr. Sholeh Ma'mun, S.T., M.T., Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
6. Dr. Ariani Zulkania., S. T., M. Eng. Selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktunya dan pemikirannya dalam membimbing penyusunan menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Teman-teman Teknik Kimia 2019 yang selalu memberikan dukungan, semangat, serta doa.
8. Semua pihak yang tidak mungkin disebutkan satu persatu yang telah memberikan kontribusinya dalam membantu pelaksanaan Tugas Akhir ini.

Semoga segala bantuan yang telah di berikan kepada penyusunan menjadi amalan yang akan mendapatkan balasan yang sebaik-baiknya dari Allah SWT. Akhir kata, penyusun berharap semoga karya tulis ini dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak. Penyusun menyadari dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna karena ini masih merupakan proses pembelajaran bagi penyusun sehingga saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, 7 November 2023

penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	ii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK.....	xiii
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik.....	3
1.3 Tinjauan Pustaka	11
1.4 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika	22
BAB II.....	25
PERANCANGAN PRODUK	25
2.1 SPESIFIKASI PRODUK.....	25
2.2 SPESIFIKASI BAHAN BAKU DAN BAHAN PENDUKUNG	26
2.3 PENGENDALIAN KUALITAS.....	29
BAB III	34
PERANCANGAN ALAT PROSES	34
3.1 Diagram Prose Aliran Material	34
3.2 Uraian Proses	36
3.3 Spefikasi Alat.....	39
BAB IV	64
PERANCANGAN PABRIK.....	64
4.1 LOKASI PABRIK.....	64
4.2. TATA LETAK PABRIK.....	69
4.3.TATA LETAK MESIN / ALAT PROSES.....	75
4.4.ORGANISASI PERUSAHAAN	80
BAB V	109
UTILITAS.....	109
5.1. Unit Penyediaan Air	109
5.2. Unit Pengolahan Air	117

5.3. Unit Pembangkit Steam (Steam Generation System)	120
5.4. Unit Pembangkit Listrik	120
5.5. Unit Penyedia Udara Tekan	123
5.6. Unit Penyedia bahan Bakar	124
5.7. Unit Pengolahan Limbah	124
BAB VI	127
EVALUASI EKONOMI	127
6.1. Penaksiran Harga Alat	128
6.2 Dasar Perhitungan	131
6.3. Analisa Kelayakan	132
6.4. Hasil Perhitungan	136
6.6 Analisis Keuntungan	141
6.6. Hasil Kelayakan Ekonomi	141
BAB VII	143
PENUTUP	143
7.1. Kesimpulan	143
7.2. Saran	144
DAFTAR PUSTAKA	146

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1	Data Impor Fenol di Indonesia Pada tahun 2018 – 2022.....	3
Tabel 1. 2	Data Ekspor Fenol di Indonesia Pada tahun 2018 – 2022	5
Tabel 1. 3	Daftar Nama Perusahaan Fenol di Indonesia.....	7
Tabel 1. 4	Konsumsi Fenol untuk Produk Bisfenol - A di Indonesia	8
Tabel 1. 5	Konsumsi Fenol untuk Produk Anilin di Indonesia.....	8
Tabel 1. 6	Konsumsi Fenol untuk Produk Resin Fenol di Indonesia.....	9
Tabel 1. 7	Mol Bahan Baku dan Produk Proses Oksidasi Toluena.....	13
Tabel 1. 8	Mol Bahan Baku dan Produk Proses Cumene Hydroperoxide.....	15
Tabel 1. 9	Mol Bahan Baku dan Produk Proses Klorobenzena.....	17
Tabel 1. 10	Mol Bahan Baku dan Produk Proses Oksidasi Toluena.....	20
Tabel 1. 11	Perbandingan Proses	21
Tabel 1. 12	Daftar Produsen Cumene Hydroperoxide di Dunia.....	22
Tabel 1. 13	Nilai Energi Gibbs dan Entalpi Pembentukan	23
Tabel 2. 1	Spesifikasi Produk Utama.....	25
Tabel 2. 2	Spesifikasi Produk Sampingan	25
Tabel 2. 3	Spesifikasi Bahan Baku	26
Tabel 2. 4	Spesifikasi Bahan Pendukung.....	27
Tabel 2. 5	Spesifikasi Bahan Katalis	28
Tabel 2. 6	Spesifikasi Bahan Katalis	28
Tabel 3. 1	Spesifikasi Reaktor	39
Tabel 3. 2	Spesifikasi Neutralizer.....	40
Tabel 3. 3	Spesifikasi Decanter	41
Tabel 3. 4	Spesifikasi Decanter	42
Tabel 3. 5	Spesifikasi Evaporator	43
Tabel 3. 6	Spesifikasi Menara Distilasi	44
Tabel 3. 7	Spesifikasi Reboiler	46
Tabel 3. 8	Spesifikasi Condenser.....	47
Tabel 3. 9	Spesifikasi Coler	48
Tabel 3. 10	Spesifikasi Heater	49
Tabel 3. 11	Spesifikasi Alat Transportasi	51
Tabel 3. 12	Spesifikasi Alat Transportasi (Lanjutan).....	52

Tabel 3. 13	Tabel Alat Penyimpanan	54
Tabel 3. 14	Neraca Massa Reaktor	55
Tabel 3. 15	Neraca Massa Neutralizer	56
Tabel 3. 16	Neraca Massa Decanter	56
Tabel 3. 17	Neraca Massa Decanter 2	57
Tabel 3. 18	Neraca Massa Menara Distilasi	58
Tabel 3. 19	Neraca Massa Reboiler	58
Tabel 3. 20	Neraca Massa Condenser	58
Tabel 3. 21	Neraca Massa Evaporator	59
Tabel 3. 22	Neraca Panas Reaktor	59
Tabel 3. 23	Neraca Panas Neutralizer	60
Tabel 3. 24	Neraca Panas Heater 1	60
Tabel 3. 25	Neraca Panas Heater 2	60
Tabel 3. 26	Neraca Panas Heater 3	61
Tabel 3. 27	Neraca Panas Heater 4	61
Tabel 3. 28	Neraca Panas Cooler	61
Tabel 3. 29	Neraca Panas Decanter 1	62
Tabel 3. 30	Neraca Panas Decanter 2	62
Tabel 3. 31	Neraca Panas Menara Distilasi	62
Tabel 3. 32	Neraca Panas Condenser	63
Tabel 3. 33	Neraca Panas Reboiler	63
Tabel 3. 34	Neraca Panas Evaporator	63
Tabel 4. 1	Perincian Luas Area Pabrik Fenol	73
Tabel 4. 2	Jumlah dan Gaji Karyawan Pabrik	101
Tabel 4. 3	Shift Kerja Karyawan	105
Tabel 5. 1	Total Kebutuhan Air Domestik	111
Tabel 5. 2	Kebutuhan Air Pendingin	113
Tabel 5. 3	Kebutuhan Air Untuk Steam	115
Tabel 5. 4	Kebutuhan Air Service	116
Tabel 5. 1	Kebutuhan Air	116
Tabel 5. 6	Kebutuhan Daya Listrik Alat Proses	121
Tabel 5. 7	Kebutuhan Daya Listrik Alat Utilitas	122

Tabel 6. 1 Chemical Engineering Plant Cost Index (CEPCI).....	129
Tabel 6. 2 Physical Plant Cost (PPC)	136
Tabel 6. 3 <i>Direct Plant</i> (DPC)	137
Tabel 6. 4 <i>Fixed Capital Investment</i> (FCI).....	137
Tabel 6. 5 <i>Working Capital Investment</i> (WCI)	137
Tabel 6. 6 <i>Direct Manufacturing</i> (DMC)	138
Tabel 6. 7 <i>Indirect Manufacturing Cost</i> (IMC)	138
Tabel 6. 8 <i>Fixed Manufacturing Cost</i> (FMC).....	138
Tabel 6. 9 Manufacturing Cost (MC)	139
Tabel 6. 10 <i>General Expense</i>	139
Tabel 6. 11 Total Production Cost (TPC).....	139
Tabel 6. 12 Fixed Cost (Fa)	139
Tabel 6. 13 Variable Cost (Va).....	140
Tabel 6. 14 Regular Cost (Ra)	140

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1	Grafik Impor Fenol di Indonesia Setiap Tahun.....	4
Gambar 1. 2	Grafik Ekspor Fenol di Indonesia Setiap Tahun	6
Gambar 3. 1	Diagram Alir Kualitatif.....	35
Gambar 3. 2	Diagram Alir Kuantitatif.....	35
Gambar 4. 1	Lokasi Pabrik Phenol.....	65
Gambar 4. 2	Layout Pabrik Fenol	74
Gambar 4. 3	Tata Letak Alat Proses	79
Gambar 4. 4	Struktur Organisasi Perusahaan.....	86
Gambar 5. 1	Diagram Alir Utilitas	126
Gambar 6. 1	Hasil Regresi Linear CEPCI.....	130
Gambar 6. 2	Grafik BEP.....	142

ABSTRAK

Fenol merupakan salah satu produk xiiiindustri kimia yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan resin fenolic, anilin, karpolaktan, dan alkil fenol. Pabrik fenol ini didirikan bertujuan untuk mengurangi angka konsumsi bahan baku fenol yang di impor dari negara lain. Fenol dapat diproduksi dengan proses dekomposisi cumene hydroperoxide, proses dari xiiiindustr-asam xiiiindustri, proses sulfonasi xiiiindustr, proses dari klorobenzena, dan proses rasching. Pabrik phenol dari cumene hydroperoxide direncanakan akan didirikan di cilegon dan beroperasi selama 330 hari dengan kapasitas 40.000 ton/tahun. Produk phenol yang dihasilkan untuk memenuhi kebutuhan di dalam negeri dan beberapa negara di asia. Bahan baku utama sebanyak 130.000 ton/tahun. Proses utama yang digunakan dalam produksi adalah proses dekomposisi dari cumene hydroperide menjadi fenol dan aseton dengan bantuan asam sulfat sebagai katalis. Umumnya, tahapan proses pembuatan phenol yaitu proses dekomposisi cumene hydroperoxide menjadi fenol dan aseton menggunakan xiiiindustr alir xiiiindust berpengaduk yang dioperasikan pada suhu 100 °C dan tekanan 1 atm dengan jaket pendingin. Sebagai unit pendukung, unit utilitas menghasilkan uap pemanas sebesar 6881 kg/jam, kebutuhan air sebanyak 39155 kg/jam, dan jumlah listrik yang dibutuhkan sebanyak 433,52 kw dari PLN dan generator yang berfungsi sebagai cadangan suplai listrik. Perhitungan ekonomi digunakan untuk menghitung probabilitas dari pabrik fenol. Pabrik ini memiliki resiko yang rendah karena pemilihan bahan baku yang tergolong murah dan dapat beroperasi pada suhu lingkungan. Hasil dari *Return On Investment* (ROI) sebelum pajak 24% dan *Return On Investment* (ROI) setelah pajak 16 %. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak 3 tahun dan *Pay Out Time* (POT) setelah pajak 4 tahun. *Break Even Point* (BEP) adalah 40,22% dan *Shut Down Point* (SDP) adalah 78 %. *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) adalah 6 %. Dari analisis diatas menunjukkan hasil yang cukup layak, sehingga dapat disimpulkan pabrik ini menarik dan tepat untuk didirikan.

Kata kunci : cumene hydroperoxide, dekomposisi, fenol,

ABSTRACT

Phenol is one of the chemical industry products used as raw materials for making phenolic resins, aniline, caprolactam, and alkyl phenol. This phenol factory was established to reduce the consumption of phenol raw materials imported from other countries. Phenol can be produced by the cumene hydroperoxide decomposition process, the toluene-benzoic acid process, the benzene sulfonation process, the chlorobenzene process, and the ranching process. The phenol plant of cumene hydroperoxide is planned to be established in Cilegon and operate for 330 days with a capacity of 40,000 tons/year. Phenol products are produced to meet the needs of the country and several countries in Asia. The main raw materials are 130,000 tons/year. The main process used in production is the decomposition process from cumene hydroperoxide to phenol and acetone with the help of sulfuric acid as a catalyst. Generally, the stages of the phenol manufacturing process are the decomposition of cumene hydroperoxide into phenol and acetone using a stirred tank flow reactor operated at a temperature of 100 °C and a pressure of 1 atm with a cooling jacket. As a supporting unit, the utility unit produces heating steam of 6881 kg/hour, water needs of 39155 kg/hour, and the amount of electricity needed is 433.52 kW from PLN and a generator that functions as a backup for electricity supply. Economic calculations are used to calculate the probability of the phenol plant. This factory has a low risk due to the selection of raw materials that are classified as cheap and can operate at ambient temperatures. The yield on Return On Investment (ROI) before tax is 24% and Return On Investment (ROI) after tax is 16%. Pay Out Time (POT) before tax 3 years and Pay Out Time (POT) after tax 4 years. Break Even Point (BEP) is 40.22% and Shut Down Point (SDP) is 78%. Discounted Cash Flow Rate (DCFR) is 6%. The analysis above shows quite decent results, so it can be concluded that this factory is interesting and appropriate to be established.

Keywords: cumene hydroperoxide, decomposition, phenol,

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang berkembang dalam melaksanakan pembangunan dan pengembangan di berbagai industri salah satunya yaitu sektor teknologi dan sektor industri. Ilmu pengetahuan dan teknologi merupakan aspek terpenting yang harus dimiliki oleh suatu negara berkembang untuk meningkatkan sektor teknologi dan sektor industri. Dimana sektor teknologi dan sektor industri adalah salah satu sektor yang dapat menunjang perkembangan ekonomi terutama pada industri. Salah satu upaya pemerintah dalam mengembangkan industri teknologi dan industri yaitu proses pendirian pabrik.

Pabrik adalah suatu sarana untuk memproses bahan baku menjadi produk yang memiliki nilai ekonomi lebih tinggi. Tujuan pendirian pabrik adalah untuk meningkatkan nilai ekonomi bahan baku, sehingga diperoleh peningkatan harga dari bahan baku tersebut menjadi bahan jadi atau bahan setengah jadi. Selain itu, pendirian pabrik industri juga dapat meningkatkan jumlah produksi dalam negeri untuk menekan nilai impor produk sebagai bahan baku, menyeimbangkan struktur ekonomi Indonesia dan meningkatkan devisa negara serta memperluas kesempatan kerja masyarakat Indonesia.

Memasuki era perdagangan bebas, negara Indonesia perlu mengembangkan industri sektor yang menunjang untuk perkembangan ekonomi. Salah satu diantaranya adalah pembangunan di industri termasuk pembangunan di sub industri kimia. Sejalan dengan meningkatnya kebutuhan akan berbagai bahan penunjang untuk proses-proses dalam industri, maka perlu adanya pendirian pabrik-pabrik

baru yang tidak hanya untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, namun berorientasi ekspor. Salah satunya adalah pabrik fenol.

Fenol disebut juga hidroksi industri mempunyai rumus molekul C_6H_5OH . Fenol merupakan salah satu bahan intermediate yang sangat dibutuhkan untuk industri hilir maupun industri intermediate lanjut. Fenol mempunyai banyak kegunaan diantaranya sebagai bahan baku pembuatan bisfenol-A yang digunakan dalam industri industri bahan baku industri kaprolaktan yang digunakan dalam pembuatan nilon dan bahan baku dalam pembuatan fenolik resin yang banyak digunakan dalam industri amplas dan industri kayu (Kirk dan Othmer, 1996).

Fenol pertama kali dikenal pada tahun 1834 melalui eksperimen pembuatan fenol yang dilakukan oleh F.Ronge, yang diperoleh dari tar batubara. Tar batubara merupakan satu-satunya bahan baku pembuatan fenol sampai pada Perang Dunia I. Penggunaan awal dari fenol dibatasi pada penggunaannya sebagai bahan pengawet kayu dan sebagai fumigator atau desinfektan (pembunuh kuman).

Secara komersial produksi fenol sintetik ditemukan di Jerman oleh Dr. Heinrich Hock dan koleganya Shon Lang pada tahun 1949 dan dipublikasikan di sebuah koran yang memuat tentang autooksidasi senyawa industri. Dari laporan tersebut menunjukkan bahwa pada kondisi-kondisi yang telah ditetapkan cumene akan teroksidasi menjadi cumene hidroperoksida, yang selanjutnya akan terdekomposisi menjadi fenol dan aseton.

Tingginya angka konsumsi dari fenol yang terus bertambah dan meningkat terutama sebagai bahan baku kimia di industri kimia seperti industri, resin, serat sintesis dan kayu, lainnya, maka senyawa fenol memiliki prospek yang dapat

dikembangkan di Indonesia terutama dalam meningkatkan devisa Indonesia dan diharapkan kebutuhan industri kimia akan kebutuhan konsumsi bahan kimia baku maupun bahan kimia jadi dalam negeri dapat dipenuhi serta dapat menstimulasi tumbuhnya industri yang berhubungan dengan fenol.

1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik

1) Data Impor

Kebutuhan impor fenol dalam negeri cenderung naik dari setiap tahunnya, sangat memungkinkan bahwa Indonesia akan terus ketergantungan akan Fenol dengan negara pengimpor. Berikut ini merupakan data ekspor Indonesia pada tahun 2018 hingga 2022.

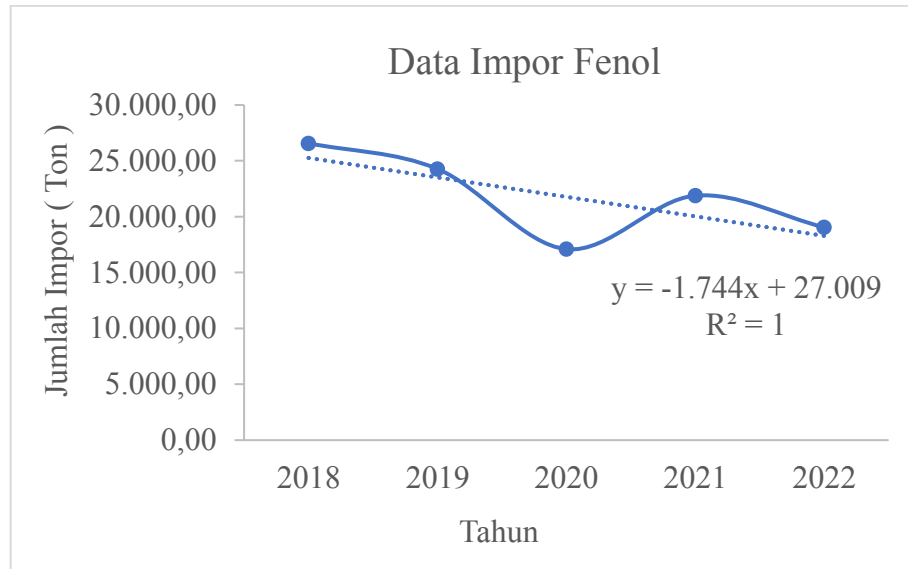
Tabel 1. 1 Data Impor Fenol di Indonesia Pada tahun 2018 – 2022

TAHUN	JUMLAH (TON)
2018	26.573,4
2019	24.278,2
2020	17.096,8
2021	21.884,7
2022	19.050,5
TOTAL	108.883,6

(Sumber : Badan Pusat Statistik, 2022)

Dari data yang didapatkan, digunakan sebagai acuan untuk membuat grafik yang menunjukkan proyeksi kebutuhan Phenol di Indonesia pada tahun 2027. Grafik diperoleh dengan menggunakan program trendline yang terdapat pada excel untuk mendapatkan rumus persamaannya. Pada persamaan yang didapatkan pada regresi linear, tahun yang akan diprediksi jumlah konsumsinya dilambangkan dengan X dan jumlah kapasitas yang

akan dirancang dengan Y. Kemudian didapatkan hasil regresi data impor dengan persamaan berikut : $y = -1744x + 27009$.



Gambar 1.1 Grafik Impor Fenol di Indonesia Setiap Tahun

Berdasarkan tabel diatas maka didapatkan grafik hubungan antara tahun impor dengan banyaknya jumlah fenol yang diimpor setiap tahunnya. pada grafik diatas berlaku persamaan regresi linear sebagai berikut :

$$y = ax + b$$

$$y = -1744x + 27.009 \dots \dots \dots (1.1)$$

Dimana :

$$y = \text{jumlah impor (ton / tahun)}$$

$$x = \text{tahun}$$

Maka, dengan persamaan regresi linear yang diketahui, kebutuhan fenol pada tahun 2027 dapat diprediksi dengan persamaan (1.1) dengan nilai $x = 2027$ sehingga :

$$y = -1744x + 27.009$$

$$y = (-1744 \times 10) + 27.009$$

$$y = 9.569 \text{ ton/tahun}$$

2) Data Ekspor

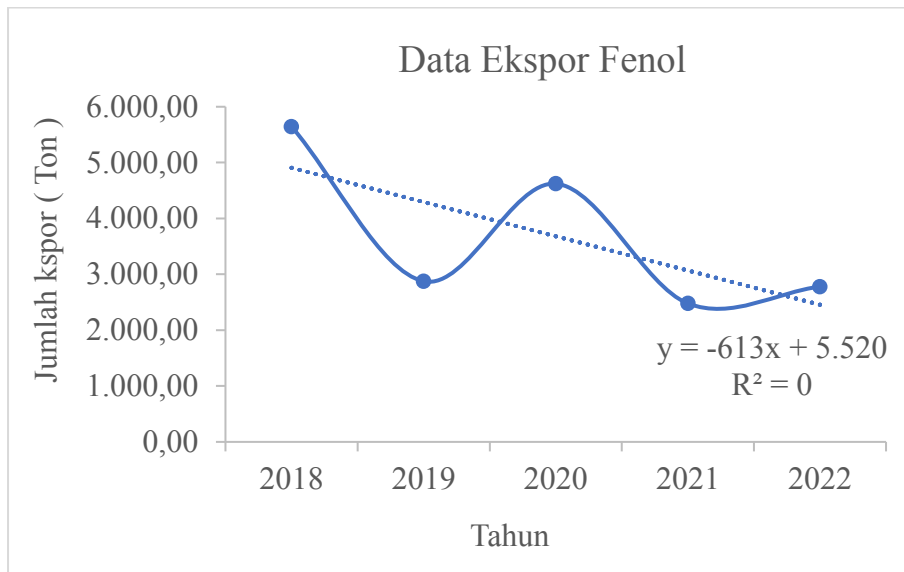
Sedangkan, untuk kebutuhan ekspor keluar negeri cenderung turun dari setiap tahunnya, sangat memungkinkan untuk prospek ekonomi Indonesia dalam prarancangan pabrik fenol melihat profit dari penjualan / harga beli fenol dari luar negeri yang terbilang cukup mahal.

Tabel 1. 2 Data Ekspor Fenol di Indonesia Pada tahun 2018 – 2022

TAHUN	JUMLAH (TON)
2018	5.646,46
2019	2.876,21
2020	4.622,17
2021	2.479,21
2022	2.789,66
TOTAL	18.404,71

(Sumber : Badan Pusat Statistik, 2022)

Dari data yang didapatkan, digunakan sebagai acuan untuk membuat grafik yang menunjukkan proyeksi kebutuhan Phenol di Indonesia pada tahun 2027. Grafik diperoleh dengan menggunakan program trendline yang terdapat pada excel untuk mendapatkan rumus persamaannya. Pada persamaan yang didapatkan pada regresi linear, tahun yang akan diprediksi jumlah konsumsinya dilambangkan dengan X dan jumlah kapasitas yang akan dirancang dengan Y. Kemudian didapatkan hasil regresi data impor dengan persamaan berikut : $y = -613x + 5.520$.



Gambar 1. 2 Grafik Ekspor Fenol di Indonesia Setiap Tahun

Berdasarkan tabel diatas maka didapatkan grafik hubungan antara tahun impor dengan banyaknya jumlah fenol yang diimpor setiap tahunnya. pada grafik diatas berlaku persamaan regresi linear sebagai berikut :

$$y = ax + b$$

$$y = -613x + 5.520 \dots \dots \dots (1.1)$$

Dimana :

$$y = \text{jumlah ekspor (ton / tahun)}$$

$$x = \text{tahun}$$

Maka, dengan persamaan regresi linear yang diketahui, kebutuhan fenol pada tahun 2027 dapat diprediksi dengan persamaan (1.2) dengan nilai $x = 2027$ sehingga :

$$y = -613x + 5.520$$

$$y = (-613 \times 10) + 5.520$$

$$y = -610 \text{ ton / tahun}$$

Data Produksi

Pabrik Fenol yang ada di Indonesia terbilang masih sedikit yang beroperasi, baik mengelola fenol maupun memproduksi fenol. Tercatat hanya ada 4 pabrik fenol yang beroperasi dengan kapasitas masing - masing sebagai berikut :

Tabel 1. 3 Daftar Nama Perusahaan Fenol di Indonesia

NO	NAMA PERUSAHAAN	KAPASITAS (ton / tahun)
1	PT. Bumi Banjar Utama Sakti	5.250
2	PT. Batu Penggal Chemical Industri	35.000
3	PT. Metropolitan Phenol Pratama	40.000
4	PT. Lambang Tri Usaha	45.000
TOTAL		125. 250

Berdasarkan data produksi dalam negeri diatas, jumlah keseluruhan fenol yang ada di Indonesia sebanyak 125.250 ton/tahun karena sesuai dengan jumlah perusahaan dan masing - masing kapasitasnya. Maka dapat ditentukan nilai supply fenol di Indonesia sebagai berikut:

3) Konsumsi Fenol Dalam Negeri

Menurut Mc. Ketta dan Cunningham (1987) serta Kirk dan Othmer (1996), fenol dimanfaatkan sebagai resin Fenolic sebanyak 43%. Resin Fenolic sendiri merupakan hasil reaksi antara fenol dan formaldehid. Selain

itu, fenol juga dimanfaatkan sebagai anilin sebanyak 7% sedangkan untuk alkil alkohol fenol sebanyak 5%. Dan fenol juga dimanfaatkan sebagai Bisfenol - A yang sering digunakan sebagai bahan industri plastik sebanyak 30%. Berikut ini merupakan data konsumsi fenol yang terdapat pada Tabel 1.4 ; Tabel 1.5 ; dan Tabel 1.6.

Tabel 1. 4 Konsumsi Fenol untuk Produk Bisfenol - A di Indonesia

NO	NAMA PERUSAHAAN	LOKASI	KAPASITAS PRODUKSI (ton/tahun)
1	PT. Indo Nan Pao Resin Chemical	Tangerang, Banten	12.000
2	PT. Phodia	Jakarta Selatan	20.000
TOTAL PRODUKSI			32.000
Total Fenol yang Dibutuhkan (30%)			9.600

(Sumber : <http://daftarperusahaanindonesia.com/>, 2022).

Tabel 1. 5 Konsumsi Fenol untuk Produk Anilin di Indonesia

NO	NAMA PERUSAHAAN	LOKASI	KAPASITAS PRODUKSI (ton/tahun)
1	PT. Inti Everspring Indonesia	Serang, Banten	1.700
2	PT. Clariant Indonesia	Tangerang, Banten	21.927
3	PT. Dystar Colour Indonesia	Cilegon, Banten	3.000
4	PT. Multikimia Intipelangi	Bekasi, Jawa Barat	500
TOTAL PRODUKSI			27.127
Total Fenol yang Dibutuhkan (7%)			1.899

(Sumber : <http://daftarperusahaanindonesia.com/>, 2022).

Tabel 1. 6 Konsumsi Fenol untuk Produk Resin Fenol di Indonesia

NO	NAMA PERUSAHAAN	LOKASI	KAPASITAS PRODUKSI (ton/tahun)
1	PT. Indopherin Jaya	Probolinggo, Jawa Timur	10.428
2	PT. Dynea Mugi Indonesia	Medan, Sumatera Utara	10.000
3	PT. Intan Jaya Internasional	Banjarmasin, Kalimantan Selatan	71.600
4	PT. Susel Prima Permai	Palembang, Sumatera Selatan	14.000
5	PT. Superin Utama Adhesive	Medan, Sumatera Utara	12.000
6	PT. Binajaya Rodakarya	Jakarta Barat	12.000
7	PT. Perawang Perkasa Industri	Pekanbaru, Riau	21.000
8	PT. Laktosa Indah	Kalimantan Timur	40.000
9	PT. Korindo Abadi	Tanjung Pinang, Riau	40.000
10	PT. Meranti Mustika	Sampit, Kalimantan Tengah	22.200
11	PT. Continental Solvindo	Cilegon, Banten	14.500
12	PT. Duta Pertiwi	Pontianak, Kalimantan Barat	18.000
13	PT. Arjuna Utama Kimia	Surabaya, Jawa Timur	43.000
14	PT. Sabak Indah	Jambi	60.000
TOTAL PRODUKSI			388.728
Total Fenol yang Dibutuhkan (43%)			167.153

(Sumber : <http://daftarperusahaanindonesia.com/>, 2022)

Jumlah kebutuhan fenol di Indonesia dengan total keseluruhan sebagai berikut:

$$167.153 \frac{\text{ton}}{\text{tahun}} + 9.600 \frac{\text{ton}}{\text{tahun}} + 1.899 \frac{\text{ton}}{\text{tahun}}$$
$$= \mathbf{178.652 \text{ ton/tahun}}$$

Dengan keseluruhan data yang telah diketahui yaitu data ekspor, data impor, data produksi, dan data konsumsi di Indonesia, maka dapat ditentukan nilai *demand* (permintaan) dari fenol di Indonesia sebagai berikut :

$$\text{Demand} = \text{Ekspor} + \text{Konsumsi}$$

$$\text{Demand} = -610 \text{ ton/tahun} + 178.652 \text{ ton/tahun}$$

$$\mathbf{\text{Demand} = 178.042 \text{ ton/tahun}}$$

Maka, peluang yang didapatkan sebesar :

$$\text{Peluang} = \text{Demand} - \text{Supply}$$

$$\text{Peluang} = 178.042 \text{ ton/tahun} - 134.819 \text{ ton/tahun}$$

$$\mathbf{\text{Peluang} = 43.223 \text{ ton/tahun}}$$

Berdasarkan latar belakang dan perhitungan yang sudah dilakukan, maka dipilih kapasitas produksi sebesar 40.000 ton/tahun. Kapasitas ini ditetapkan berdasarkan beberapa pertimbangan diantaranya :

- a) Peluang pendirian kapasitas pabrik fenol di Indonesia berdasarkan peluang yang ada dan dapat memberikan keuntungan.
- b) Dapat memenuhi permintaan konsumen / pasar iindustri dalam negeri.

Ketersediaan bahan baku pembuatan fenol yaitu cumene hydroperoxide yang

berasal dari cumene harus dipertimbangkan dalam perencanaannya. Bahan baku cumene hydroperoxide yang digunakan masih perlu di Impor dari luar negeri seperti Severodonetsk, Ukraina ; Yeochon, China ; dan Terneuzen, Netherlands.

1.3 Tinjauan Pustaka

Fenol atau yang biasa disebut dengan fenil alcohol atau carbonic acid merupakan senyawa organik asam yang lebih kuat dibandingkan alkohol dan air. Merupakan senyawa Kristal yang tidak berwarna dan memiliki bau yang berbeda dengan senyawa organik lainnya. Mempunyai rumus kimia C_6H_5OH serta memiliki gugus hidroksil (OH^-) yang terikat dengan cincin phenyl atau yang biasa kita ketahui senyawa aromatis (benzena) (Fessenden R.J dan J.S.Fessenden ; 1986 Hal : 279). Memiliki rumus umum $Ar OH$ dimana Ar merupakan fenil tersubstitusi dan mengalami oksidasi sehingga dapat berperan menjadi reduktor (Hoffman et al., 1997).

Fenol merupakan senyawa yang bersifat toksik dan korosif terhadap kulit (iritasi) saat kondisi konsentrasi tertentu yang menyebabkan gangguan kesehatan manusia hingga kematian pada organisme. Tingkat toksisitas fenol beragam tergantung dari jumlah atom atau molekul yang melekat pada rantai benzena (Qadeer et al., 1998).

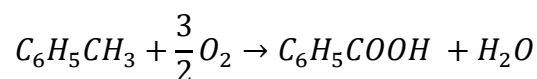
Senyawa phenol banyak digunakan dalam bidang industri seperti petrokimia, agrokimia, dan industri kimia lainnya. Senyawa phenol merupakan salah satu senyawa yang sangat mudah larut dalam air serta mudah menguap karena bersifat volatile dan termasuk dalam senyawa yang mudah terbakar. Senyawa fenol dapat diperoleh dari reaksi antara natrium hidroksida dan klorobenzena, oksidasi toluena,

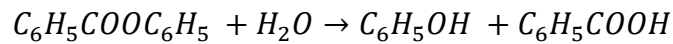
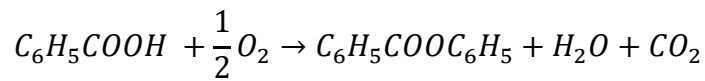
serta sintesis benzena dan propilen. Senyawa phenol dapat dimanfaatkan sebagai bahan peledak, pewarna sintesis, pestisida, serta produk tekstil.

Pada proses perkembangannya, sintesis fenol mengalami perubahan khususnya dalam proses pembuatannya. Salah satunya yaitu proses Toluena – Asam Benzoat dan dekomposisi Cumene Hidroperoksida. Dimana pada tahun 1994 lebih dari 95% produksi fenol di dunia menggunakan proses sintesis fenol dengan proses Dekomposisi Kumen Hidroperoksida (Kirk dan Othmer, 1996). Dalam proses pembuatan sintesis Phenol, terdapat lima proses yang sering digunakan dalam industri kimia, diantaranya :

1. Pembuatan Fenol dari Oksidasi Toluena

Proses ini terdiri atas tiga tahap. Pertama, oksidasi toluene dengan udara membentuk cobalt salt yang menghasilkan asam benzoat saat berada di suhu 170°C dengan tekanan 2 atm serta konsentrasi katalis sebesar 0,1-0,3% berat dengan waktu tinggal sekitar 2 jam dalam reaktor seri. Kemudian, oksidasi asam benzoat menggunakan oksigen dari udara dengan menggunakan katalis copric benzoate menghasilkan phenyl benzoate sebagai intermediet dimana reaksi yang terjadi berada pada suhu 234°C dengan tekanan 1,5 atm. Tahap akhir yaitu mereaksikan fenil benzoat dengan steam menghasilkan Phenol pada suhu 200°C dengan tekanan atmosfer dimana yield pada proses ini sebesar 85 - 90% terhadap asam benzoat (Alain & Gilles, 1989). Berikut ini merupakan reaksi pembentukan Phenol dari Oksidasi Toluena :





Berdasarkan tinjauan ekonomi yang bertujuan untuk mengetahui profit penjualan produk berdasarkan perhitungan ekonomi kasar pembelian bahan baku dan penjualan produk, didapatkan harga dari bahan baku dan produk. Dalam proses Oksidasi Toluena, didapatkan mol setiap reaktan dan produk yang bereaksi. Berikut ini merupakan mol masing - masing bahan baku dan produk pada tabel 1.7.

Tabel 1. 7 Mol Bahan Baku dan Produk Proses Oksidasi Toluena

KOMPONEN	RUMUS MOLEKUL	BERAT MOLEKUL (KG/KMOL)	N
Toluene	$C_6H_5CH_3$	92,14	1
Phenol	C_6H_5OH	94,11	1

(Sumber : Kirk & Othmer, 1996)

$$\text{Basis : 1 kg dari fenol terbentuk dari} = \frac{1 \text{ kg}}{94,11 \text{ kg/mol}} = 0,0106 \text{ kmol}$$

Jika diketahui : $X = 0,88$ (Mc Ketta, 1987)

KOMPONEN	RUMUS MOLEKUL	BERAT MOLEKUL (KG/KMOL)	MASSA (Kmol)	MASSA (Kg)	HARGA (\$/kg)
Toluene	$C_6H_5CH_3$	92,14	0,0108	1,2 kg	923
Phenol	C_6H_5OH	94,11	0,0106	1 kg	998

(Sumber: <https://www.sigmaaldrich.com/ID/en/search/toluene/>, 2023)

Dengan didaptkannya beberapa data tersebut, dapat disimpulkan

beberapa sebagai berikut:

- a) Harga penjualan produk utama dan produk samping yang dihasilkan:

$$\begin{aligned}C_6H_5OH &= 1 \text{ kg} \times \$998 \\ &= \$998 \text{ (total harga penjualan)}\end{aligned}$$

- b) Biaya pembelian bahan baku produk :

$$C_6H_5CH_3 = 1,2 \text{ kg} \times \$923 = \$1,107 \text{ (total biaya bahan baku)}$$

- c) Profit keuntungan yang didapatkan :

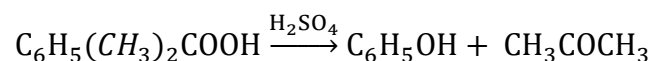
$$P = \text{total harga penjualan produk} - \text{biaya bahan baku}$$

$$p = \$998 - \$1,107$$

$$= -\$0,109 \text{ (keuntungan jauh dari harga bahan baku)}$$

2. Pembuatan Fenol dari Cumene Hydroperoxide

Saat ini proses produksi *phenol* menggunakan bahan baku cumene adalah proses pembuatan *phenol* yang paling banyak digunakan. Menurut data yang diperoleh pada tahun 2008 lebih dari 97% produksi *phenol* di dunia diproduksi dengan menggunakan *Cumene Hydroperoxide* yang terbentuk dengan cepat terdekomposisi menjadi *phenol* dan aseton, dengan menggunakan katalis asam kuat. Reaksi dari pembentukan *phenol* dari *cumene hydroperoxide* adalah sebagai berikut:



Pada proses ini reaksi pemecahan *cumene hydroperoxide* menjadi *phenol* dan aseton pada suhu optimal 78°C pada tekanan 1 atm dengan *Yield* proses 98%. Reaksi dijalankan pada suasana asam dengan menggunakan

asam sulfat yang berfungsi sebagai katalis dengan konsentrasi 98%. (Kirk & Othmer, 1996; Walas, 1988).

Berdasarkan tinjauan ekonomi yang bertujuan untuk mengetahui profit penjualan produk berdasarkan perhitungan ekonomi kasar pembelian bahan baku dan penjualan produk, didapatkan harga dari bahan baku dan produk. Dalam proses Oksidasi Toluena, didapatkan mol setiap reaktan dan produk yang bereaksi. Berikut ini merupakan mol masing - masing bahan baku dan produk pada tabel 1.8.

Tabel 1. 8 Mol Bahan Baku dan Produk Proses Cumene Hydroperoxide

KOMPONEN	RUMUS MOLEKUL	BERAT MOLEKUL (KG/KMOL)	N
CHP	$C_9H_{12}O_2$	152,19	1
Phenol	C_6H_5OH	94,11	1
Aseton	C_3H_6O	58,08	1

(Sumber : Kirk & Othmer, 1996)

$$\text{Basis : 1 kg dari fenol terbentuk dari} = \frac{1 \text{ kg}}{94,11 \text{ kg/mol}} = 0,0106 \text{ kmol}$$

Jika diketahui : $X = 0,98$ (Mc Ketta, 1987)

KOMPONEN	RUMUS MOLEKUL	BERAT MOLEKUL (KG/KMOL)	MASSA (Kmol)	MASSA (Kg)	HARGA (\$/kg)
CHP	$C_9H_{12}O_2$	152,19	0,0066	1 kg	330
Phenol	C_6H_5OH	94,11	0,0106	1 kg	998
Aseton	C_3H_6O	58,08	0,0172	1 kg	703

(Sumber: <https://www.sigmaaldrich.com/ID/en/search/toluene/>, 2023)

Dengan didapatkannya beberapa data tersebut, dapat disimpulkan beberapa sebagai berikut:

a) Harga penjualan produk utama dan produk samping yang dihasilkan:

$$C_6H_5OH = 1 \text{ kg} \times \$998 = \$998$$

$$C_3H_6O = 1 \text{ kg} \times \$703 = \$703$$

$$\begin{aligned} \text{total penjualan} &= \$998 + \$703 \\ &= \$1,701 \text{ (jumlah akhir)} \end{aligned}$$

b) Biaya pembelian bahan baku produk :

$$\begin{aligned} C_9H_{12}O_2 &= 1 \text{ kg} \times \$330 \\ &= \$330 \text{ (total biaya bahan baku)} \end{aligned}$$

c) Profit keuntungan yang didapatkan :

$$P = \text{total harga penjualan produk} - \text{biaya bahan baku}$$

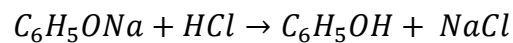
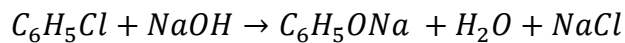
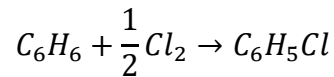
$$p = \$1,701 - \$330$$

$$= \$1,371 \text{ (keuntungan lebih besar dari harga bahan baku)}$$

3. Pembuatan Fenol dari Klorobenzena (Proses Dow)

Klorobenzena di klorinasi dari benzena dan gas klorin pada suhu konstan antara 38 – 60°C dengan bantuan katalis fase liquid besi klorida ($FeCl_3$). Kemudian klorobenzena dihidrolisis menggunakan NaOH menghasilkan natrium fenat dan natrium klorida pada suhu 400°C dan tekanan 2,56 kPa (260 atm). Phenol didapatkan dengan mereaksikan natrium fenat dengan asam klorida pada suhu 140 - 160°C dan tekanan sekitar 25 atm. Total yield Phenol terhadap benzena sekitar 75 – 80 % (Alain

& Gilles, 1989). Berikut ini merupakan reaksi pembentukan Phenol dari Klorinasi Benzena :



Berdasarkan tinjauan ekonomi yang bertujuan untuk mengetahui profit penjualan produk berdasarkan perhitungan ekonomi kasar pembelian bahan baku dan penjualan produk, didapatkan harga dari bahan baku dan produk. Dalam proses Oksidasi Toluena, didapatkan mol setiap reaktan dan produk yang bereaksi. Berikut ini merupakan mol masing - masing bahan baku dan produk pada tabel 1.9.

Tabel 1. 9 Mol Bahan Baku dan Produk Proses Klorobenzena

KOMPONEN	RUMUS MOLEKUL	BERAT MOLEKUL (KG/KMOL)	N
Benzene	C_6H_6	78,11	1
Asam Klorida	HCl	36,46	1
Natrium Hidroksida	$NaOH$	39,99	2
Natrium Klorida	$NaCl$	58,44	1
Phenol	C_6H_5OH	94,11	1

(Sumber : Kirk & Othmer, 1996)

$$\text{Basis : 1 kg dari fenol terbentuk dari} = \frac{1 \text{ kg}}{94,11 \text{ kg/mol}} = 0,0106 \text{ kmol}$$

$$\text{Jika diketahui : } X = 0,82 \quad (\text{ Mc Ketta, 1987 })$$

KOMPONEN	RUMUS MOLEKUL	BERAT MOLEKUL (KG/KMOL)	MASSA (Kmol)	MASSA (Kg)	HARGA (\$/kg)
Benzene	C_6H_6	78,11	0,0128	1 kg	222
Asam Klorida	HCl	36,46	0,0274	1 kg	59,30
Natrium Hidroksida	$NaOH$	40,00	0,0250	1 kg	414
Natrium Klorida	$NaCl$	58,44	0,0171	1 kg	161
Phenol	C_6H_5OH	94,11	0,0106	1 kg	998

(Sumber: <https://www.sigmaaldrich.com/ID/en/search/toluene/>, 2023)

Dengan didapatkannya beberapa data tersebut, dapat disimpulkan beberapa sebagai berikut:

a) Harga penjualan produk utama dan produk samping yang dihasilkan:

$$C_6H_5OH = 1 \text{ kg} \times \$998 = \$998$$

$$NaCl = 1 \text{ kg} \times \$161 = \$161$$

$$\begin{aligned} \text{total penjualan} &= \$998 + \$161 \\ &= \$1,159 \text{ (jumlah akhir) } \end{aligned}$$

b) Biaya pembelian bahan baku produk :

$$C_6H_6 = 1 \text{ kg} \times \$222 = \$222$$

$$HCl = 1 \text{ kg} \times \$59,30 = \$59,30$$

$$NaOH = 1 \text{ kg} \times \$414 = \$414$$

$$\text{total bahan baku} = \$222 + \$414 + \$59,30$$

$$= \$695,3 \text{ (jumlah akhir)}$$

c) Profit keuntungan yang didapatkan :

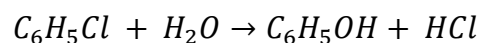
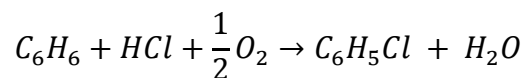
$$P = \text{total harga penjualan produk} - \text{biaya bahan baku}$$

$$p = \$1,159 - \$695,3$$

$$= \$463,7 \text{ (keuntungan lebih kecil dari harga bahan baku)}$$

4. Pembuatan Fenol dari Oksiklorinasi Benzena (Proses Hooker/Raschig)

Benzena diklorinasi dengan asam klorida serta udara dengan kehadiran katalis oksiklorinasi berupa katalis FeCl_3 , kemudian dihidrolisis menggunakan steam pada suhu $450 - 500^\circ\text{C}$ membentuk phenol dengan asam klorida sebagai produk samping. Phenol akan diperoleh saat kemurnian mencapai 97%. Namun yield pada proses ini relatif terbatas ($80 - 90\%$ mol). Purifikasi fenol dapat menggunakan ekstraksi solven (air dan benzena) ataupun dengan destilasi. Berikut ini merupakan reaksi pembentukan Phenol dari Oksiklorinasi Benzena :



Berdasarkan tinjauan ekonomi yang bertujuan untuk mengetahui profit penjualan produk berdasarkan perhitungan ekonomi kasar pembelian bahan baku dan penjualan produk, didapatkan harga dari bahan baku dan produk. Dalam proses Oksidasi Toluena, didapatkan mol setiap reaktan dan produk yang bereaksi. Berikut ini merupakan mol masing - masing bahan baku dan

produk pada table 1.10.

Tabel 1. 10 Mol Bahan Baku dan Produk Proses Oksidasi Toluena

KOMPONEN	RUMUS MOLEKUL	BERAT MOLEKUL (KG/KMOL)	N
Benzene	C_6H_6	78,11	1
Phenol	C_6H_5OH	94,11	1

(Sumber : Kirk & Othmer, 1996)

$$\text{Basis : 1 kg dari fenol terbentuk dari} = \frac{1 \text{ kg}}{94,11 \text{ kg/mol}} = 0,0106 \text{ kmol}$$

Jika diketahui : $X = 0,82$ (Mc Ketta, 1987)

KOMPONEN	RUMUS MOLEKUL	BERAT MOLEKUL (KG/KMOL)	MASSA (Kmol)	MASSA (Kg)	HARGA (\$/kg)
Benzene	C_6H_6	78,11	0,0108	1 kg	2222
Phenol	C_6H_5OH	94,11	0,0106	1 kg	998

(Sumber: <https://www.sigmaaldrich.com/ID/en/search/toluene/>, 2023)

Dengan didapatkannya beberapa data tersebut, dapat disimpulkan beberapa sebagai berikut:

a) Harga penjualan produk utama dan produk samping yang dihasilkan:

$$C_6H_5OH = 1 \text{ kg} \times \$998 = \$998 \text{ (total harga penjualan)}$$

b) Biaya pembelian bahan baku produk :

$$C_6H_6 = 1 \text{ kg} \times \$222 = \$222 \text{ (total biaya bahan baku)}$$

c) Profit keuntungan yang didapatkan :

$$P = \text{total harga penjualan produk} - \text{biaya bahan baku}$$

$$p = \$ 998 - \$222$$

$$= \$776 \text{ (keuntungan menengah dari harga bahan baku)}$$

Adapun table perbandingan dari proses pembentukan fenol yang kami ketahui sebagai berikut :

Tabel 1. 11 Perbandingan Proses

KONDISI	Cumene Hydroperoxide	Oksidasi Toluena	Klorobenzena	Rasching
Jenis Reaksi	Eksotermis	Eksotermis	Eksotermis	Eksotermis
Jumlah Reaktor	1	3	3	2
Yield Proses	98	88	82	90
Katalis	H_2SO_4	$C_7H_6O_2$	$FeCl_3$	$CuCl_2$
Profit Penjualan 1 kg produk	\$1,371	-\$0,109	\$463,7	\$776
Kondisi Operasi	100°C	234°C	260°C	200°C
Yeikld Konversi	98	88	82	90

Berdasarkan beberapa proses pembentukan fenol yang kami ketahui, maka untuk prarancangan pabrik dipilih metode pembuatan fenol dari cumene hydroperoxide dengan bantuan katalis asam sulfat karena untuk pemakaian bahan

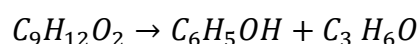
baku yang tidak terlalu rumit, adanya produk sampingan berupa aseton yang dapat menjadikan nilai jual yang besar. Kondisi operasi proses juga menjadi pertimbangan karena suhu yang digunakan dibawah 100 °C dengan tekanan 1 atm. Serta tidak membutuhkan reactor yang terlalu banyak dengan yield proses yang dihasilkan sebesar 98%. Berikut ini merupakan negara maupun perusahaan yang memproduksi cumene hydroperoxide diantaranya :

Tabel 1. 12 Daftar Produsen Cumene Hydroperoxide di Dunia

PERUSAHAAN	NEGARA	KAPASITAS (ton / tahun)
Georgia Gulf	Pasadena, Texas	680.000
Dow Terneuzen	Terneuzen, Netherlands	400.000
EniChem	Porto Torres, Sardinia	290.100
Kumho Shell	Yoochun, korea	280.000
Taiwan Property	Kaohsiung, Taiwan	130.000

1.4 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika

Untuk menentukan jenis reaktor yang akan kami gunakan dapat ditinjau secara termodinamika dengan melihat reaksi yang berlangsung yaitu secara endotermis maupun eksotermis. Secara garis besar pembentukan panas standar (ΔH°_f) dimana reaksi yang terjadi yaitu :



Berdasarkan reaksi yang terjadi dengan mempertimbangkan nilai energi bebas gibbs keadaan standar (ΔG°_R) dan panas reaksi yang terbentuk (ΔH°_R) pada bahan

baku yang digunakan dan produk yang terbentuk dapat dilihat pada table 1.13.

Tabel 1. 13 Nilai Energi Gibbs dan Entalpi Pembentukan

Komponen	Rumus Molekul	ΔG°_R	ΔH°_R
Fenol	C_6H_5OH	-32,5	-96,4
Aseton	C_3H_6O	-152,6	-217,1
CHP	$C_9H_{12}O_2$	96	-78,4

$$\begin{aligned}\Delta H^\circ_R &= \Delta H^\circ_{f \text{ produk}} - \Delta H^\circ_{f \text{ reaktan}} \\ &= \left[\left(1 \text{ gmol} \times -217,1 \frac{\text{kJ}}{\text{gmol}} \right) + \left(1 \text{ gmol} \times -96,4 \frac{\text{kJ}}{\text{gmol}} \right) \right] \\ &\quad - (1 \text{ gmol} \times -78,4 \text{ kJ/gmol}) \\ &= \mathbf{-235, 10 \text{ kJ}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta G^\circ &= \Delta G^\circ_{\text{produk}} - \Delta G^\circ_{\text{reaktan}} \\ &= \left[\left(1 \text{ gmol} \times -152,6 \frac{\text{kJ}}{\text{gmol}} \right) + \left(1 \text{ gmol} \times -32,5 \frac{\text{kJ}}{\text{gmol}} \right) \right] \\ &\quad - (1 \text{ gmol} \times 96 \text{ kJ/gmol}) \\ &= \mathbf{-281, 1 \text{ kJ}}\end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan, $\Delta G_{(373K)}$ bernilai negatif sehingga produk dapat terbentuk dan reaksi ini berlangsung spontan.

$$\begin{aligned}\Delta G &= -RT \ln K \\ \ln K_{(373)} &= \frac{\Delta G}{-RT} \\ \ln K_{(373)} &= \frac{373 \text{ kJ/mol}}{\frac{(-0,008314) \text{ kJ}}{\text{mol K}} (373 \text{ K})} = 120 \\ K_{(373)} &= 5,92\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan yang sudah dilakukan didapatkan nilai ΔH°_f sebesar -235,10 kJ dimana proses terjadi berlangsung secara eksotermis dikarenakan hasil entalpi reaksi negatif yang menyebabkan reaksi yang berlangsung secara spontan dimana energi bebas Gibbs keadaan standar yang dihasilkan sebesar -281,1 kJ. Dapat disimpulkan bahwa energi yang dibutuhkan tidak terlalu besar dan karena harga K yang diperoleh lebih besar dari 1 ($K \gg 1$) maka reaksi cenderung berjalan ke kanan (irreversible).

Tinjauan Kinetika

Tinjauan kinetika digunakan untuk menentukan nilai kecepatan laju reaksi, agar dapat digunakan untuk merancang reaktor. Laju reaksi kimia sangat dipengaruhi oleh besarnya konsentrasi reaktan. Semakin besar konsentrasi reaktan yang digunakan, laju reaksi akan meningkat. Laju reaksi juga dipengaruhi oleh nilai konstanta laju reaksi (k). Konstanta laju reaksi (k) adalah perbandingan antara laju reaksi dengan konsentrasi reaktan (Fogler, 1992).

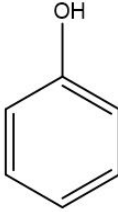
Ditinjau dari kinetiknya, reaksi dekomposisi cumene hidroperoksida termasuk reaksi orde 1. Reaksi dekomposisi cumene hydroperoxide akan berlangsung selama 25 – 40 menit dengan menggunakan katalis asam sulfat 5% dari berat total umpan pada kondisi operasi 100⁰C tekanan 1 atm dan konversi mencapai 98% dengan nilai ketetapan konstanta kecepatan reaksi sebesar 0,2 L/mol.s (Hendry,1966).

BAB II PERANCANGAN PRODUK

2.1 SPESIFIKASI PRODUK

2.1.1. FENOL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Produk Utama

Nama Lain	<i>Hydroxybenzene, Phenyl alcohol, Benzenol, PhOH</i>
Rumus Molekul	C_6H_6O
Masa Molar	94,11 g/mol
Titik Nyala	79°C
Titik Didih	182°C
Titik Lebur	42°C
Densitas	1,07 g/cm ³
Viskositas	1,56 Pa.s
Kelarutan	8,3g/100mL
Kemurnian	99,5 % fenol pekat
Impuritis	0,5 % air
Struktur Kimia	 fenol

(Sumber : Kirk Othmer, 1969 & MSDS)

2.1.2. ASETON

Tabel 2. 2 Spesifikasi Produk Sampingan

Nama Lain	<i>Dimetil Keton, dimetilformaldehida, DMK</i>
Rumus Molekul	CH_3COCH_3

Masa Molar	58,08 g/mol
Titik Nyala	-17°C
Titik Didih	56,53°C
Titik Lebur	-95,35°C
Densitas	0,79 g/cm ³
Viskositas	0,32 cP
Kelarutan	larut dalam berbagai perba
Kemurnian	90 % aseton
Impuritis	10 % air
Struktur Kimia	$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_3 \\ \text{Aseton/propanon} \end{array} $

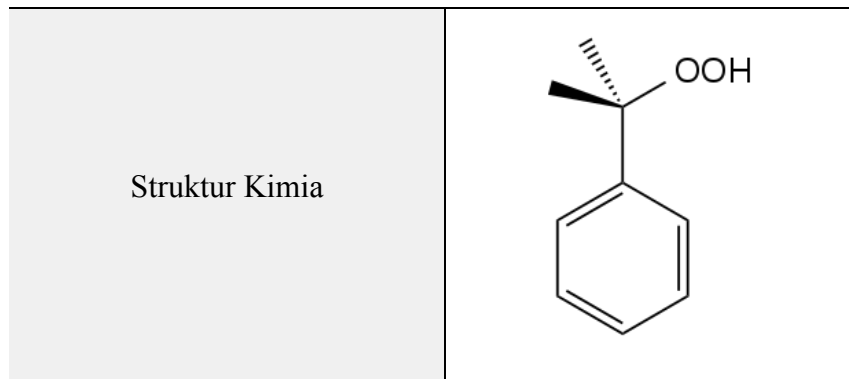
(Sumber : Kirk Othmer, 1969 & MSDS)

2.2 SPESIFIKASI BAHAN BAKU DAN BAHAN PENDUKUNG

2.1.3. CUMENE HYDROPEROXIDE

Tabel 2. 3 Spesifikasi Bahan Baku

Nama Lain	<i>Cumyl hydroperoxide</i>
Rumus Molekul	$C_9H_{12}O_2$
Masa Molar	152,193 g/mol
Titik Nyala	57°C
Titik Didih	153°C
Titik Lebur	-9°C
Densitas	1,02 g/cm ³
Viskositas	8,34 Pa
Kelarutan	1,5 g/100mL
Kemurnian	80 % cumene hydroperoxide
Impuritis	20% Air

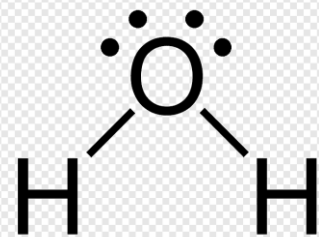


(Sumber : Kirk Othmer, 1969 & MSDS)

2.2. SPESIFIKASI BAHAN PENDUKUNG

2.2.1. AIR

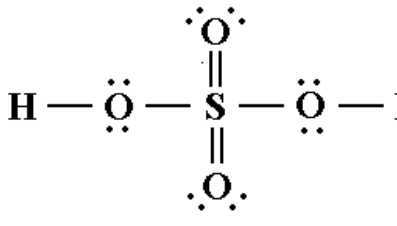
Tabel 2. 4 Spesifikasi Bahan Pendukung

Nama Lain	Aquadest, dihydrogen monoksida, hydrogen hidroksida
Rumus Molekul	H_2O
Masa Molar	$18,01 \text{ g/mol}$
Titik Didih	$100^{\circ}C$
Titik Lebur	$0^{\circ}C$
Densitas	$1,22 \text{ g/cm}^3$
Viskositas	$1,81 \times 10^{-5} \text{ Pa} \cdot \text{s}$
Kemurnian	100 % air
Struktur Kimia	

(Sumber : Kirk Othmer, 1969 & MSDS)

2.2.2. ASAM SULFAT

Tabel 2. 5 Spesifikasi Bahan Katalis

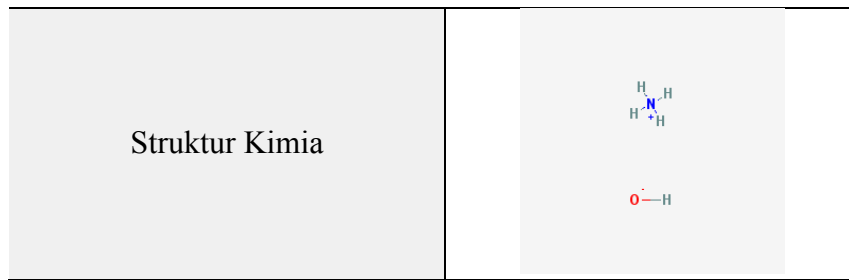
Nama Lain	Minyak Vitriol, Battery Acid, Fertilizer Acid
Rumus Molekul	H ₂ SO ₄
Masa Molar	98,08 g/mol
Titik Didih	337 ⁰ C
Titik Lebur	10 ⁰ C
Densitas	1,84 g/cm ³
Viskositas	26,7 cP
Kemurnian	98 % aseton
Impuritis	2% air
Struktur Kimia	

(Sumber : Kirk Othmer, 1969; dan MSDS)

2.2.3. AMONIUM HIDROKSIDA

Tabel 2. 6 Spesifikasi Bahan Katalis

Nama Lain	<i>Ammonia water / liquor</i>
Rumus Molekul	<i>NH₄OH</i>
Masa Molar	35,05 g/mol
Titik Didih	37,7 ⁰ C
Titik Nyala	79 ⁰ C
Titik Lebur	-575 ⁰ C
Densitas	0,88 g/cm ³
Kelarutan	<i>Soluble (dalam air)</i>



(Sumber : Kirk Othmer, 1969; dan MSDS)

2.3 PENGENDALIAN KUALITAS

Pengendalian kualitas (quality control) pada pabrik fenol ini meliputi pengendalian kualitas bahan baku, pengendalian kualitas proses dan pengendalian kualitas produk.

2.2.4. PENGENDALIAN KUALITAS BAHAN BAKU

Pengendalian kualitas dari bahan baku dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana kualitas bahan baku yang digunakan, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan untuk proses. Oleh karena itu, sebelum dilakukan proses produksi, dilakukan pengujian terhadap kualitas bahan baku yang berupa Cumene Hydroperoxide serta bahan-bahan pembantu dengan tujuan agar bahan yang digunakan dapat diproses di dalam pabrik. Pengujian kualitatif dan kuantitatif dilakukan untuk mengetahui kualitas dari bahan baku yang akan digunakan dengan metode sampling bahan. Uji yang dilakukan antara lain uji kadar air Cumene Hydroperoxide, densitas, viskositas, kadar komposisi komponen, kemurnian bahan baku.

2.2.5. PENGENDALIAN KUALITAS PROSES

Pengendalian kualitas pada proses produksi bertujuan untuk menjaga produk yang dihasilkan. Pengendalian kualitas pada proses dapat ditinjau dari pengawasan bahan baku dan bahan pembantu, serta alat-alat yang digunakan dalam proses produksi. Pengawasan dan pengendalian kualitas terhadap jalannya operasi dilakukan dengan alat pengendalian yang terdapat pada ruang pengawasan (*control room*), pengawasan dilakukan secara otomatis menggunakan indikator. Apabila terjadi penyimpangan pada proses, maka sinyal atau tanda atau nyala lampu atau bunyi alarm dan sebagainya yang menyala, maka hal tersebut dapat mengindikasikan terjadinya penyimpangan pada indikator yang telah ditetapkan dan diatur baik dari *flow rate* bahan baku atau produk, *level control*, dan *temperature control*.

Pada umumnya, suatu proses meliputi rangkaian alat dan bahan baku yang dihubungkan dengan beberapa tahapan operasi pabrik, contohnya proses pengendalian level cairan pada suatu tangki yang dapat dipengaruhi oleh aliran cairan masuk dan keluar tangki, tinggi tangki, serta *inlet* dan *outlet* perpipaan. Pengawasan yang dikontrol oleh alat ini berupa pengontrolan atau pengawasan terhadap

kondisi operasi baik dari segi temperatur, aliran, dan sistem kontrol. Alat kontrol yang harus di atur pada kondisi tertentu yaitu antara lain :

1. *Temperature Controller*

Merupakan sistem otomatis yang berfungsi dengan cara memanfaatkan bantuan berbagai macam sensor sebagai input, seperti sensor gerak, sensor suhu, sensor kecepatan. Reaksi ini bersifat eksotermis dengan alat ini juga dapat diketahui jumlah pendingin yang dibutuhkan untuk mencapai suhu yang telah ditentukan. *Temperature control* ini digunakan dengan cara dihubungkan dengan *valve* aliran pendingin yang masuk.

2. *Pressure Control (PC)*

Pressure control merupakan alat kontrol yang dipasang untuk mengontrol tekanan pada sistem terutama proses yang memerlukan tekanan diatas tekanan atmosfer. *Control valve* dihubungkan dengan saklar yang mana jika tekanan pada suatu proses naik lebih dari *set point* maka saklar akan aktif dan mematikan *control valve*.

3. *Flow Control (FC)*

Flow control merupakan alat kontrol yang

digunakan untuk mengontrol kecepatan aliran fluida. Alat ini dipasang pada aliran bahan baku, aliran masuk, dan aliran keluar proses.

4. *Level Control (LC)*

Level control merupakan alat kontrol yang berfungsi untuk mengontrol ketinggian (*level*) larutan pada suatu tangki atau alat proses.

5. *Actuator*

Digunakan untuk memanipulasi agar variabelnya sama dengan *variable controller*. Alat yang digunakan adalah *automatic control valve* dan *manual control valve*.

2.2.6. PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK

Pengendalian kualitas produk dilakukan terhadap produksi fenol. Untuk memperoleh kualitas produk standar maka diperlukan bahan yang berkualitas, pengawasan serta pengendalian terhadap proses yang ada dengan cara system control sehingga didapatkan produk yang berkualitas dan dapat dipasarkan. Pengendalian kualitas yang dimaksud di sini adalah pengawasan produk terutama fenol pada saat akan dipindahkan dari tangki penyimpanan ke alat transportasi distribusi. Untuk mengetahui produk yang dihasilkan sesuai dengan standar yang ada maka perlu

dilakukan uji densitas, viskositas, volatilitas, kemurniaan produk dan komposisi komponen produk.

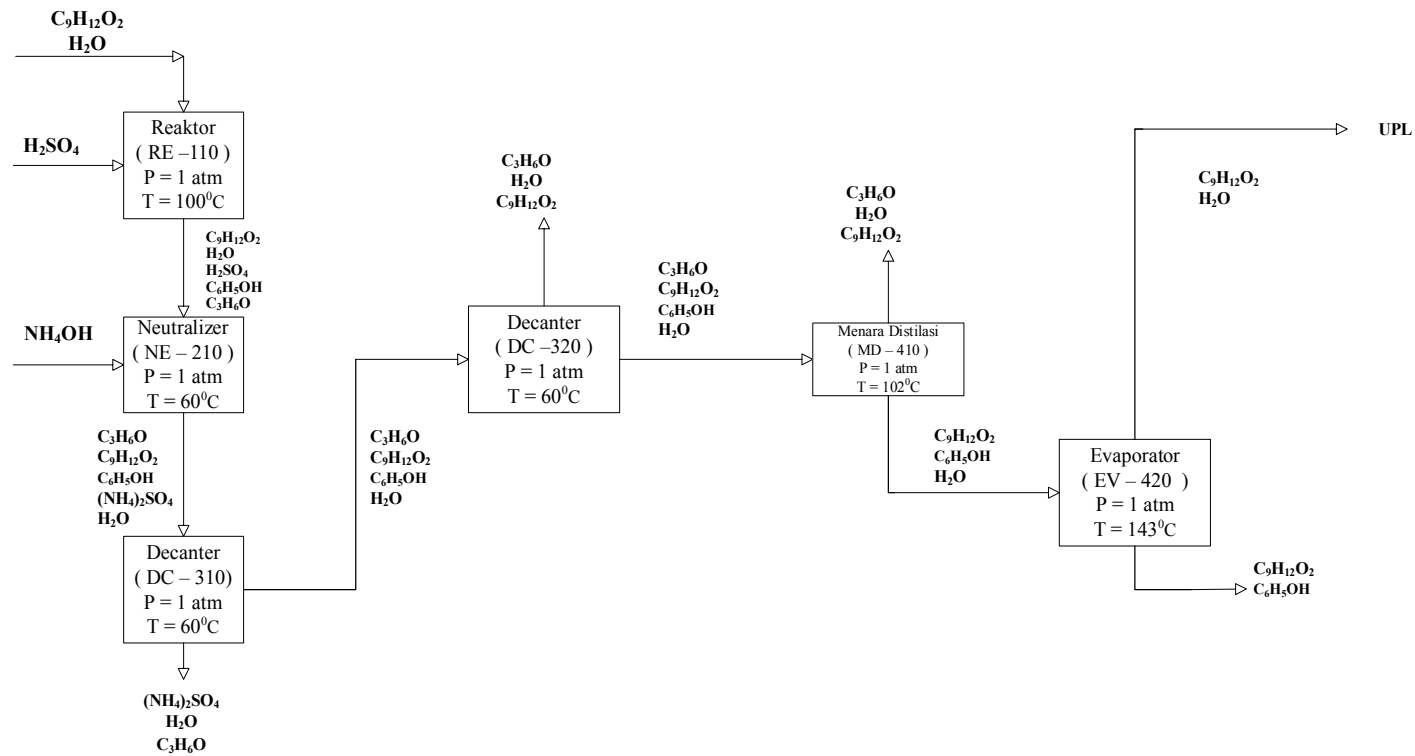
2.2.7. PENGENDALIAN KUALITAS WAKTU

Pengendalian waktu bertujuan untuk memperoleh hasil produksi dengan kualitas yang baik dan memuaskan. Efisiensi waktu yang diperhitungkan bertujuan untuk mengoptimalkan proses produksi sehingga didapatkan target produksi yang sesuai dengan waktu yang diinginkan. Dengan demikian, produk yang dihasilkan dan waktu yang telah ditentukan sesuai.

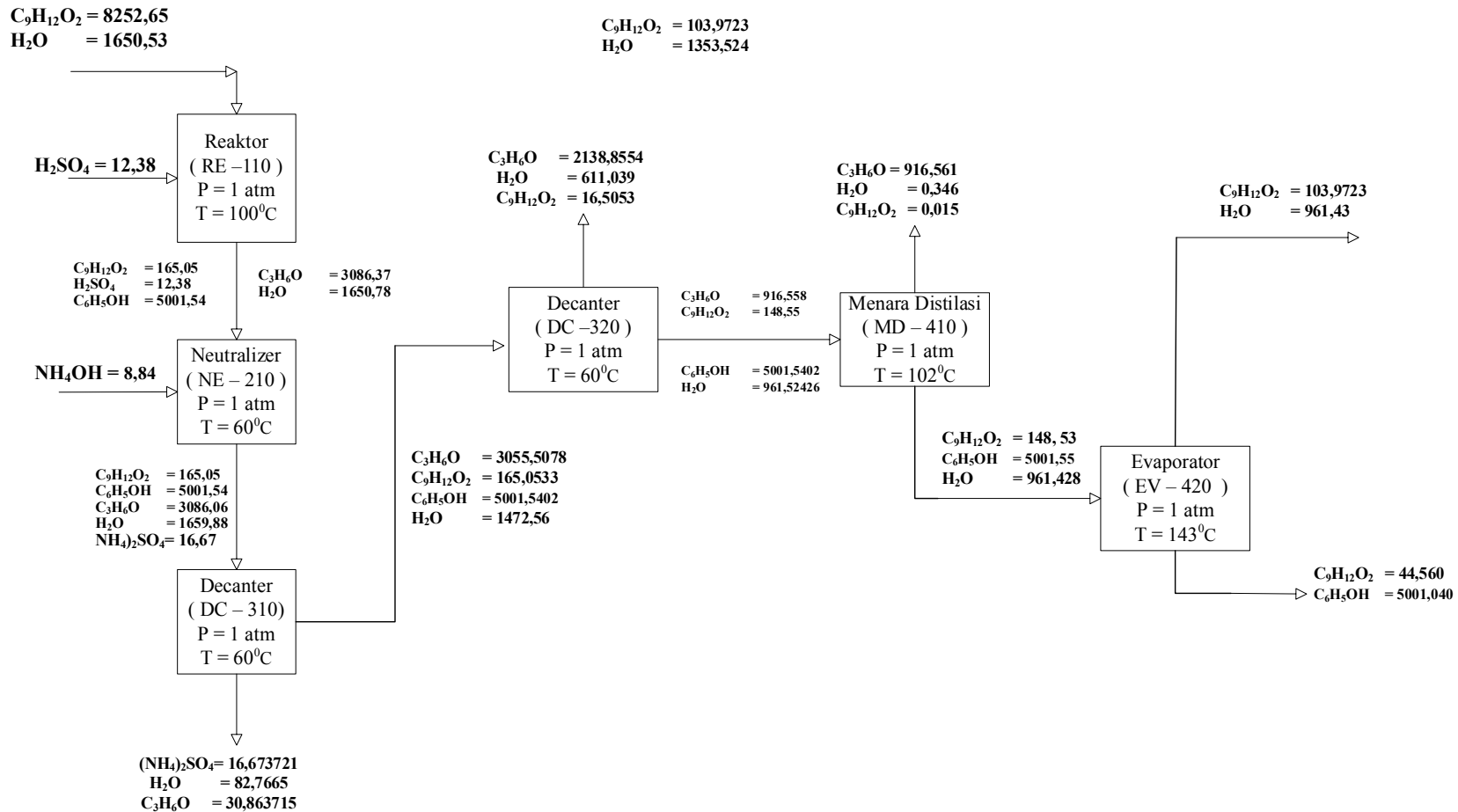
BAB III

PERANCANGAN ALAT PROSES

3.1 Diagram Prose Aliran Material



Gambar 3. 1 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 3. 2 Diagram Alir Kuantitatif

3.2 Uraian Proses

Proses pembuatan fenol dari cumene hydroperoxide melalui tiga tahapan proses pembentukan yaitu :

1) Tahap Persiapan Bahan Baku

a. Bahan Baku Cumene Hydroperoxide

Bahan baku cumene hydroperoxide disimpan dalam tangka penyimpanan (F – 111) pada suhu 35⁰C dengan tekanan 1 atm dalam fasa cair. Bahan baku cumene hydroperoxide didapatkan dari Indonesian Acid Iindustri. Dari tangka penyimpanan cumene hydroperoxide dinaikkan suhunya menjadi 100⁰C melalui heater (HE – 121), kemudian dipompa menuju reactor (R – 110) .

b. Katalis Asam Sulfat

Katalis yang digunakan dalam proses pembuatan fenol yaitu asam sulfat bersifat asam kuat yang disimpan dalam tangki penyimpanan (F – 112) pada suhu 35⁰C dengan tekanan 1 atm. Proses penambahan katalis asam sulfat untuk mempercepat proses dekomposisi cumene hydroperoxide menjadi bahan produk yaitu fenol. Dari tangka penyimpanan suhu katalis dinaikkan menjadi 100⁰C dengan tekanan tetap melalui heater (HE – 122), kemudian dipompa menuju reactor (R – 110). Proses ini berlangsung secara eksotermis, irreversible, dan dalam fasa cair – cair.

c. Basa Ammonium Hydroxide

Kegunaan ammonium hydroxide sebagai basa kuat untuk menetralkan senyawa katalis asam sulfat yang bersifat asam kuat menjadi $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ yang disimpan dalam tangka penyimpanan (F- - 113) dengan suhu 35°C dan tekanan 1 atm. Dari tangka penyimpanan dialirkan menuju nterutralizer (N – 210) hydroperoxide dinaikkan suhunya menjadi 60°C melalui heater (HE – 123).

2) Tahap Pembentukan dan Pemurnian produk

Larutan cumene hydroperoxide padari tangka penyimpanan (F – 111) dialirkan menuju reactor (R – 110) melalui heater VG melalui heater (HE – 121) agar suhu senyawa sesuai dengan suhu kondisi operasi reactor. Kemudian ditambhakna asam sulfat sebagai katalis yang berfungsi untuk mempercepat proses dekomposisi dari cumene hydroperoxide menjadu produk yaitu fenol. Keluaran dari reactor (R – 110) dialirkan menuju neutralizer (N – 210) melalui cooler (CL – 232) untuk menurunkan shu operasi menjadi 60°C . di ddalam neutralizer senyawa H_2SO_4 dinetralkan menjadi $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ dengan menambahkan NH_4OH melalui heater (HE – 123) agar suhu kondisi operasi sesuai dengan neutralizer. Kemudian keluaran dari neutralizer dialirkan menuju decanter 1 (DC – 310) untuk memuisahkan $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ dengan produk utama dan sampingan

yaitu fenol dan aseton serta bahan baku yang bersifat impuritis. Hasil kelauran dari decanter 1 akan dialirkan menuju decanter 2 (DC – 320) untuk proses pemisahan antara produk utama dengan produk sampingan yang terbentuk yaitu aseton. produk sampingan aseton dari proses pemisahan decanter 2 akan dialirkan meunuju tangka penyimpanan (F – 322). Produk utama yang terbentuk masih mengandung impuritis serta produk sampingan bersisa. Kemudian dialirkan meunuju Menara distilasi untuk melakukan proses pemisahakn aseton tersisa dan cumene hydroperoxide dengan air dan fenol. Hasil keluaran atas berupa uap aseton, air, dan cumene hydroperoxide yang masuk ke condenser (CD – 342) untuk diubah fasa menjadi cair. Sedangkan keluaran bawah berupa cumene hydroperoxide, fenol, dan air yang akan dialirkan menuju evaporator melalui reboiler guna mendapatkan kemurnian produk fenol 99,1%.

3) Sisa Umpan

Hasil keluaran bawah menara distilasi yang masuk ke evaporator untuk memisahkan antara impuritis bahan baku serta impuritis air yang terkandung dalam produk. Hasil keluaran samping evaporator yaitu produk utama yang dilairkan menuju tangki penyimpanan fenol (F – 421). sedangkan keluaran bawah evaporator berupa cumene hydroperoxide dan air yang tersisa dialirkan menuju

unit pengolahan lanjutan.

3.3 Spesifikasi Alat

1. Reaktor

Tabel 3. 1 Spesifikasi Reaktor

Spesifikasi	
Kode	RE – 110
Nama Alat	<i>Reactor</i>
Fungsi	Mereaksikan Cumene dengan katalis asam menjadi acetone
Tipe	<i>Open top tank dengan alas standard dished head</i>
Bahan Konstruksi	<i>Stainless Steels SA-299 Grade 3 Type 304</i>
Jumlah	1 unit
Kondisi Operasi	
Suhu	100 ⁰ C
Tekanan	1 atm
Kondisi Proses	<i>Isothermal</i>
Konstruksi dan Material	
Volume	849.68 L
Tinggi	1.49 m
Diameter	0.87 m
Tebal shell	34,74 mm
Tebal tutup bawah	155 mm
Desain Impeller	
Jenis Impeller	Axial, dual four-bladed 45° pitched blade turbine
Diameter Impeller	306 mm
Kecepatan Impeller	235 rpm
Daya	1.8 kW
Mode Transfer Panas	
Jenis	Jacket Pendingin
Ud	40 Btu/hr ft ² .F
Luas Transfer Panas	1,42 ft ²
Tebal Jacket	1,68 in
Harga	\$ 718.382

4) Neutralizer

Tabel 3. 2 Spesifikasi Neutralizer

Spesifikasi	
Kode	N - 210
Nama Alat	<i>Neutralizer</i>
Fungsi	Menetralkan katalis H ₂ SO ₄ dengan menambahkan NH ₄ OH
Tipe	<i>Open top tank dengan alas standard dished head</i>
Bahan Konstruksi	<i>Stainless Steels SA-299 Grade 3 Type 304</i>
Jumlah	1 unit
Kondisi Operasi	
Suhu	60°C
Tekanan	1 atm
Kondisi Proses	<i>Isothermal</i>
Konstruksi dan Material	
Volume	43400 L
Tinggi	5.53 m
Diameter	3.24 m
Tebal shell	34,71 mm
Tebal tutup bawah	186 mm
Desain Impeller	
Jenis Impeller	Axial, dual four-bladed 45° pitched blade turbine
Diameter Impeller	1135 mm
Kecepatan Impeller	25,34 rpm
Daya	1.6 kW
Mode Transfer Panas	
Jenis	Jacket Pendingin
Ud	40 Btu/hr ft ² .F
Luas Transfer Panas	1,80 ft ²
Tebal Jacket	1,68 in
Harga	\$ 302.279

5) Decater 1

Tabel 3. 3 Spesifikasi Decanter

Spesifikasi	
Kode	DC – 310
Nama Alat	<i>Decanter</i>
Fungsi	Memisahkan fase ringan dan fase berat yang keluar dari <i>Neutralizer</i> dengan prinsip perbedaan kelarutan dan massa jenis.
Tipe	Dekanter Silinder Horizontal
Bahan Konstruksi	<i>Stainless Steels SA-299 Grade 3 Type 304</i>
Jumlah	1 unit
Kondisi Operasi	
Suhu	60 ⁰ C
Tekanan	1 atm
Waktu tinggal	<i>2 menit</i>
Konstruksi dan Material	
Tinggi Tangki (H)	2,45 m
Diameter (D)	1,22 m
Tinggi liquid ringan (Z1)	2,20 m
Tinggi feed masuk (Z3)	1,22 m
Tinggi liquid berat (Z2)	2,27 m
Diameter Pipa Masuk (dp)	60,79 mm
Harga	\$ 302.279

6) Decanter 2

Tabel 3. 4 Spesifikasi Decanter

Spesifikasi	
Kode	DC – 310
Nama Alat	<i>Decanter</i>
Fungsi	Memisahkan fase ringan dan fase berat yang keluar dari Decanter dengan prinsip perbedaan kelarutan dan massa jenis.
Tipe	Decanter Silinder Horizontal
Bahan Konstruksi	<i>Stainless Steels SA-299 Grade 3 Type 304</i>
Jumlah	1 unit
Kondisi Operasi	
Suhu	60 ⁰ C
Tekanan	1 atm
Waktu tinggal	<i>2 menit</i>
Konstruksi dan Material	
Tinggi Tangki (H)	2,52 m
Diameter (D)	1,26 m
Tinggi liquid ringan (Z1)	2,27 m
Tinggi feed masuk (Z3)	1,26 m
Tinggi liquid berat (Z2)	2,33 m
Diameter Pipa Masuk (dp)	60,40 mm
Harga	\$ 302.279

7) Evaporator

Tabel 3. 5 Spesifikasi Evaporator

EVAPORATOR	
Kode	EV-01
Tipe	<i>Standard Vertical Tube Evaporator (Calandria)</i>
Fungsi	Menguapkan cumene hydroperoxide dan air
Kondisi Operasi	
Tekanan Operasi	1 atm
Suhu Operasi	143 °C
Spesifikasi	
Bagian Shell	
Diameter evaporator	0,09 ft
Diameter centerwall	0,09 ft
Tinggi shell	0,17 ft
Tebal shell	¼ in
Tebal tutup	¼ in
Tube Calandria	
Ukuran	3 in sch.40 standard IPS
OD	3,5 in
ID	3,068 in
Panjang Tube	4 ft
Jumlah Tube	14 buah
Bahan konstruksi	Carbon steel SA - 203 Grade C (2 1/2 Ni)
Jumlah evaporator	1 buah

8) Menara Distilasi

Tabel 3. 6 Spesifikasi Menara Distilasi

Spesifikasi			
Kode	MD - 410		
Fungsi	memurnikan produk dari impuritis		
Jenis/Tipe	sieve tray distillation tower		
Material	<i>Stainless steel SA 167 grade 11 type 316</i>		
Kondisi Operasi			
Umpan	101,9 ⁰ C, 1 atm		
Distilat	58,1 ⁰ C, 1 tam		
Bottom	114 ⁰ C, 1 atm		
Plat			
Top		Bottom	
Jumlah Plate	8 buah	Jumlah Plate	6 buah
Panjang Weir	0,5112 m	Panjang Weir	0,6216 m
Diameter Hole	0,005 m	Diameter Hole	0,005 m
Tebal Tray	0,003 m	Tebal Tray	0,003 m
Jumlah lubang	588,34 buah	Jumlah lubang	870,15 buah
Dimensi			
Top		Bottom	
Tinggi Menara	4,136 m	Tinggi Menara	4,5230 m
Diamater	0,7002 m	Diamater	0,8515 m
Tebal Shell	0,1875 m	Tebal Shell	0,1875 m
Dimensi Head			
Tebal Head	0,1875 in		
Tinggi Head	6,7081 in		
Ukuran Pipa Umpan			
ID	0,824 in		
OD	1,05 in		

Ukuran Pipa Keluaran Uap Puncak	
ID	6,065 in
OD	6,625 in
Ukuran Pipa Keluaran Reflux Menara	
ID	0,622 in
OD	0,84 in
Ukuran Pipa Keluaran Dasar Menara	
ID	0,493 in
OD	0,675 in
Ukuran Pipa Keluaran Reboiler	
ID	6,065 in
OD	6,625 in

3.2. Spesifikasi Alat Penukar Panas

1) Reboiler

Tabel 3. 7 Spesifikasi Reboiler

Reboiler	
Kode	R – 343
Tipe	<i>Double pipe heat exchanger</i>
Fungsi	Menaikkan suhu produk bawah sebelum direcycle menuju Menara distilasi ataupun dibawa menuju evaporator
Kondisi Operasi	
Tekanan Operasi	1 atm
Suhu Operasi	114 °C
Jumlah	1 buah
Spesifikasi	
Pipe	
Jumlah alat	4 buah
Inside diameter	2,1 in
Outside diameter	2,4 in
BWG	14
Panjang	2 ft
Pt	1 ¼ in
Uc	121,23 Btu/hr.ft ² F
Rd	0,00239 Btu/hr.ft ² F
Annulus	
Diameter	25 in
De	0,7118 in
Bahan konstruksi	Carbon steel SA - 203 Grade C (2 1/2 Ni)

2) Condenser

Tabel 3. 8 Spesifikasi Condenser

Condenser	
Kode	CD – 342
Tipe	<i>Double pipe heat exchanger</i>
Fungsi	Menurunkan suhu produk atas sebelum direcycle menuju Menara distilasi ataupun dibawa menuju evaporator
Kondisi Operasi	
Tekanan Operasi	1 atm
Suhu Operasi	58 °C
Jumlah	1 buah
Spesifikasi	
Pipe	
Jumlah alat	4 buah
Inside diameter	4,1 in
Outside diameter	4,5 in
BWG	14
Panjang	4 ft
Pt	1 ¼ in
Uc	66,7 Btu/hr.ft ² °F
Rd	0,111 Btu/hr.ft ² °F
Annulus	
Diameter	25 in
De	0,7118 in
Bahan konstruksi	Carbon steel SA - 203 Grade C (2 1/2 Ni)

3) Cooler

Tabel 3. 9 Spesifikasi Coler

Cooler	
Kode	CO – 232
Tipe	<i>Double pipe heat exchanger</i>
Fungsi	Menurunkan suhu dari reactor sebelum dialirkan menuju neutralizer
Kondisi Operasi	
Tekanan Operasi	1 atm
Suhu Operasi	60 °C
Jumlah	1 buah
Spesifikasi	
Pipe	
Jumlah alat	4 buah
Inside diameter	4,1 in
Outside diameter	4,5 in
BWG	14
Panjang	4 ft
Pt	1 ¼ in
Uc	121,23 Btu/hr.ft ² F
Rd	0,00098 Btu/hr.ft ² F
Annulus	
Diameter	25 in
De	0,07118 in
Bahan konstruksi	Carbon steel SA - 203 Grade C (2 1/2 Ni)

4) Heater

Tabel 3. 10 Spesifikasi Heater

Spesifikasi				
Kode Alat	HE – 121	HE – 122	HE – 123	HE – 321
Fungsi	menaikkan suhu alir input cumene hydroperoxide sebelum dialirkan menuju reactor	Memompa dari Tangki Asam Sulfat ke Reaktor R-110	Memompa dari Reaktor R-110 ke Netralizer N-210	Memompa dari Tangki Amonium Hidroksida ke Netralizer N-210
Tipe	<i>Double pipe heat exchanger</i>	<i>Double pipe heat exchanger</i>	<i>Double pipe heat exchanger</i>	<i>Double pipe heat exchanger</i>
Suhu Operasi	120 ⁰ C	120 ⁰ C	120 ⁰ C	120 ⁰ C
Jumlah	1 unit	1 unit	1 unit	1 unit
Tekanan Operasi	1 atm	1 atm	1 atm	1 atm
Pipe				
Jumlah alat	4 buah	4 buah	4 buah	4 buah
Inside diameter	2,1 in	2,1 in	2,1 in	2,1 in
Outside diameter	2,4 in	2,4 in	2,4 in	2,4 in
BWG	14	14	14	14
Panjang	2 ft	2 ft	2 ft	2 ft

Pt	1 ¼ in	1 ¼ in	1 ¼ in	1 ¼ in
Uc	121,23 Btu/hr.ft ² °F	121,23 Btu/hr.ft ² °F	121,23 Btu/hr.ft ² °F	121,23 Btu/hr.ft ² °F
Rd	0,00098 Btu/hr.ft ² °F	0,00098 Btu/hr.ft ² °F	0,00098 Btu/hr.ft ² °F	0,00098 Btu/hr.ft ² °F
Annulus				
Diameter	25 in	25 in	25 in	25 in
De	0,07118 in	0,07118 in	0,07118 in	0,07118 in
Bahan konstruksi	Carbon steel SA - 203	Carbon steel SA - 203	Carbon steel SA - 203	Carbon steel SA - 203

3.3. Spesifikasi Alat Transportasi

Tabel 3. 11 Spesifikasi Alat Transportasi

Spesifikasi					
Kode Alat	L – 115	L – 116	L – 118	L – 117	L – 212
Fungsi	Memompa RM Cumyl Hydroperoxide dari Tangki Cumene Hydroperoxide ke Reactor R-110	Memompa dari Tangki Asam Sulfat ke Reactor R-110	Memompa dari Reaktor R-110 ke Netralizer N-210	Memompa dari Tangki Amonium Hidroksida ke Netralizer N-210	Memompa dari Netralizer N-210 ke Decanter DC-310
Tipe	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>
Jumlah	1 unit	1 unit	1 unit	1 unit	1 unit
Kapasitas	10153,4	7,0	1810,9	0,3	1831,7
Bahan pipa	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>
Ukuran pipa	IPS 8 in sch 40	IPS 1/2 in sch 40	IPS 8 in sch 40	IPS 8 in sch 40	IPS 8 in sch 40
Power pompa(kW)	286,92	0,37	6,04	0,00014	6,18

Power motor(kW)	512,35	0,67	6,95	0,00016	7,11
Tekanan Pompa	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabel 3. 12 Spesifikasi Alat Transportasi (Lanjutan)

Spesifikasi				
Kode Alat	L – 312	L – 412	L – 423	L – 323
Fungsi	Memompa hasil atas dari Decanter DC-310 ke Decanter DC-320	Memompa hasil bawah dari Menara Distilasi ke Evaporator	Memompa hasil bawah dari Evaporator ke Tangki Fenol	Memompa hasil bawah dari Decanter ke Tangki Aseton
Tipe	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>
Jumlah	1 unit	1 unit	1 unit	1 unit
Kapasitas	2629,7	2104,7	2414,4	10647,7
Bahan pipa	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>

Ukuran pipa	IPS 8 in sch 40	IPS 1/8 in sch 40	IPS 6 in sch 40	IPS 6 in sch 40
<i>Power pompa(kW)</i>	12,39	33124205	16,77	627,37
<i>Power motor(kW)</i>	14,24	0,81	20,21	712,92
Tekanan Pompa	1,00	1,00	1,00	1,00

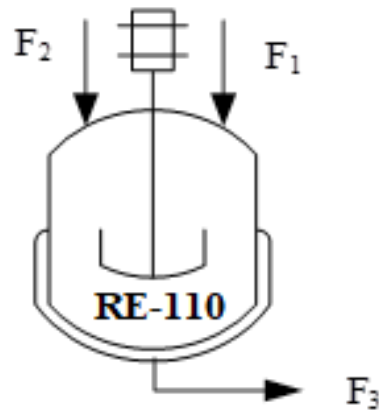
3.4. Spesifikasi Alat Penyimpanan

Tabel 3. 13 Tabel Alat Penyimpanan

Spesifikasi					
Kode Alat	F - 111	F – 112	F – 113	F – 322	F – 421
Fungsi	Menyimpan bahan baku cumene hydroperoxide ke dalam reactor	Menampung bahan baku katalis asam sulfat ke dalam reactor	Menampung bahan baku NH ₄ OH senbelum ke neutralizer	Menampung produk hasil sampingan aseton dari proses pemisahan decanter	Menampung hasil produk utama keluaran evaporator
Tipe	<i>Housing</i>	<i>Housing</i>	<i>Housing</i>	<i>Housing</i>	<i>Housing</i>
Jumlah	1 unit	1 unit	1 unit	1 unit	1 unit
Kapasitas	4569,3	3,16	6,63	447,2	948,1
Bahan pipa	<i>Beton bertulanmg dilapisi GFR</i>	<i>Beton bertulanmg dilapisi GFR</i>	<i>Beton bertulanmg dilapisi GFR</i>	<i>Beton bertulanmg dilapisi GFR</i>	<i>Beton bertulanmg dilapisi GFR</i>
Tinggi	5 m	5 m	5 m	5 m	5 m
Panjang	30,23 m	0,79 m	1,15 m	9,46 m	13,77 m
Lebar	30,23 m	0,79 m	2,25 m	9,46 m	13,77 m

3.1. Neraca Massa

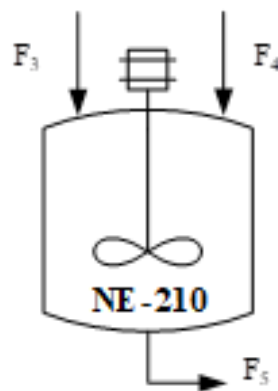
1) Neraca Massa Reaktor



Tabel 3. 14 Neraca Massa Reaktor

Komponen	Laju Alir Massa Masuk (kg/jam)		Laju Alir Massa Keluar (kg/jam)
	F ₁	F ₂	F ₃
Cumene Hydroperoxide	8252,65	0,00	165,05
Asam Sulfat	0,00	12,38	12,38
Fenol	0,00	0,00	5001,54
Aseton	0,00	0,00	3086,06
Air	1650,53	0,25	1650,78
Total		9915,81	9915,81

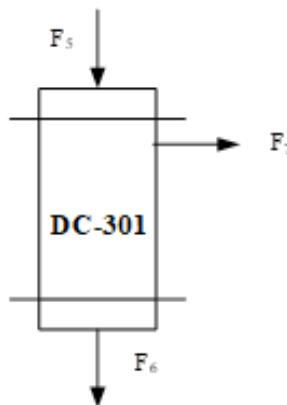
2) Neraca Massa Neutralizer



Tabel 3. 15 Neraca Massa Neutralizer

Komponen	Laju Alir Massa Masuk (kg/jam)		Laju Alir Massa Keluar (kg/jam)	
	F ₃	F ₄	F ₅	
C ₉ H ₁₂ O ₂	165,05	0,00	165,05	
H ₂ SO ₄	12,38	0,00	0,00	
C ₆ H ₅ OH	5001,54	0,00	5001,54	
C ₃ H ₆ O	3086,06	0,00	3086,06	
NH ₄ OH	0,00	8,84	0,00	
NH ₄ HSO ₄	0,00	0,00	16,67	
H ₂ O	1650,78	0,00	1655,33	
Total	9924,65		9924,65	

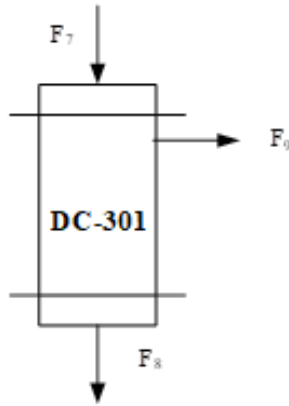
3) Neraca Massa Decanter 1



Tabel 3. 16 Neraca Massa Decanter

Komponen	Laju Alir Massa Masuk (kg/jam)		Laju Alir Massa Keluar (kg/jam)	
	F ₅		F ₆	F ₇
C ₉ H ₁₂ O ₂	165,0529976		0	165,053
C ₃ H ₆ O	3086,056705		30,86057	3055,2
H ₂ O	1655,329987		82,7665	1572,56
C ₆ H ₅ OH	5001,540178			5001,54 0
NH ₄ HSO ₄	16,67372119		16,67372	0
Total	9924,653589		9924,653589	

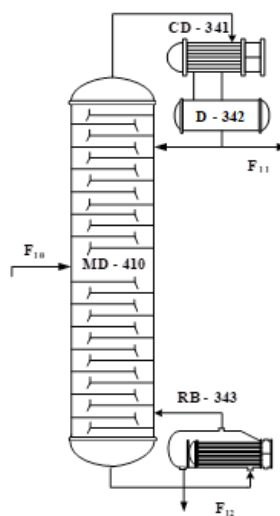
4) Neraca Massa Decanter 2



Tabel 3. 17 Neraca Massa Decanter 2

Komponen	Laju Alir Massa Masuk	Laju Alir Massa Keluar	
	(kg/jam)	(kg/jam)	
	F7	F8	F9
C ₉ H ₁₂ O ₂	165,05	16,5053	148,55
C ₃ H ₆ O	3055,196138	2138,6373	916,5588
H ₂ O	1572,563487	611,03923	961,5243
C ₆ H ₅ OH	5001,540178	0	5001,54 0
NH ₄ HSO ₄	0	0	0
Total	9794,352801	9794,352801	

5) Neraca Massa Menara Distilasi



Tabel 3. 18 Neraca Massa Menara Distilasi

Komponen	Feed kg/jam	Distilat kg/jam	Bottom kg/jam
C ₉ H ₁₂ O ₂	148,5477	0,0149	148,5328
C ₆ H ₅ OH	5001,5402	0,5002	5001,0400
C ₃ H ₆ O	916,5588	916,4672	0,0917
H ₂ O	961,5243	0,0962	961,4281
Total	7028,1710	917,0783	6111,0926
Balance	7028,1710	7028,1710	

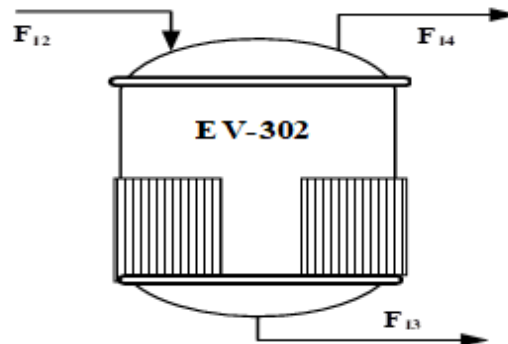
6) Neraca Massa Reboiler**Tabel 3. 19** Neraca Massa Reboiler

Komponen	L* kg/jam	B kg/jam	V* kg/jam
C ₉ H ₁₂ O ₂	226,99	148,53	78,45
C ₆ H ₅ OH	7642,56	5001,04	2641,52
C ₃ H ₆ O	0,14	0,09	0,05
H ₂ O	1469,25	961,43	507,82
Total	9338,93	6111,09	3227,84
	9338,93	9338,93	

7) Neraca Massa Condenser**Tabel 3. 20** Neraca Massa Condenser

Komponen	V kg/jam	L kg/jam	D kg/jam
C ₉ H ₁₂ O ₂	0,053	0,039	0,015
C ₆ H ₅ OH	1,798	1,297	0,500
C ₃ H ₆ O	3293,922	2377,455	916,467
H ₂ O	0,346	0,249	0,096
Total	3296,119	2379,040	917,078
	3296,119	3296,119	

8) Neraca Massa Evaporator



Tabel 3. 21 Neraca Massa Evaporator

Komponen	Masuk	Keluar	
	F ₁₂	F ₁₃	(UPL) F ₁₄
C ₉ H ₁₂ O ₂	148,533	44,560	103,973
C ₆ H ₅ OH	5001,040	5001,040	0,000
C ₃ H ₆ O	0,092	0,000	0,092
H ₂ O	961,428	0,000	961,428
Total	5150	5150	

3.6. Neraca Panas

1) Neraca Panas Reaktor

Tabel 3. 22 Neraca Panas Reaktor

Komponen Energi	Masuk (KJ/Jam)	Keluar (KJ/Jam)
Q ₁	-3545,09	-
Q ₂	-	-3402,36
Q _{pendingin}	-	12254,71
Q _{reaksi}	-	-12397,43
Total	-3545,09	-3545,09

2) Neraca Panas Neutralizer

Tabel 3. 23 Neraca Panas Neutralizer

Komponen Energi	Masuk (Kj/Jam)	Keluar (Kj/Jam)
Q ₁	-11997,42	-
Q ₂	-	-12029,35
Q _{pendingin}	-	55,80
Q _{reaksi}	-	-23,87
Total	-11997,42	-11997,42

3) Neraca Panas Heater 1

Tabel 3. 24 Neraca Panas Heater 1

Komponen Energi	Masuk (Kj/Jam)	Keluar (Kj/Jam)
Q ₁	-35,20	-
Q ₂		-3,55
Q _{loss}		-31,65
Total	-35,20	-35,20

4) Neraca Panas Heater 2

Tabel 3. 25 Neraca Panas Heater 2

Komponen Energi	Masuk (Kj/Jam)	Keluar (Kj/Jam)
Q ₁	4,06E-03	-
Q ₂		-3,68E-03
Q _{loss}		7,742E-03
Total	4,06E-03	4,06E-03

5) Neraca Panas Heater 3

Tabel 3. 26 Neraca Panas Heater 3

Komponen Energi	Masuk (Kj/Jam)	Keluar (Kj/Jam)
Q ₁	-0,0008	-
Q ₂		0,0005
Q _{loss}		-0,0013
Total	-0,0008	-0,0008

6) Neraca Panas Heater 4

Tabel 3. 27 Neraca Panas Heater 4

Komponen Energi	Masuk (Kj/Jam)	Keluar (Kj/Jam)
Q ₁	-5499,83	-
Q ₂		-1811,37
Q _{loss}		-3688,46
Total	-5499,83	-5499,83

7) Neraca Panas Cooler

Tabel 3. 28 Neraca Panas Cooler

Komponen Energi	Masuk (Kj/Jam)	Keluar (Kj/Jam)
Q ₁	-3,40	-
Q ₂		-9,50
Q _{loss}		6,10
Total	-3,40	-3,40

8) Neraca Panas Decanter 1

Tabel 3. 29 Neraca Panas Decanter 1

Komponen Energi	Masuk (Kj/Jam)	Keluar (Kj/Jam)
Q ₁	9535,02	-
Q ₂		-9534,89
Q _{loss}		-0,13
Total	-9535,02	-9535,02

9) Neraca Panas Decanter 2

Tabel 3. 30 Neraca Panas Decanter 2

Komponen Energi	Masuk (Kj/Jam)	Keluar (Kj/Jam)
Q ₁	-9035,89	-
Q ₂		-9030,58
Q _{loss}		-5,31
Total	-9035,89	-9035,89

10) Neraca Panas Menara Distilasi

Tabel 3. 31 Neraca Panas Menara Distilasi

Komponen Energi	Masuk (Kj/Jam)	Keluar (Kj/Jam)
Q ₁	-2,452	-
Q ₂		-8,446
Q _{loss}		5,994
Total	-2,452	-2,452

11) Neraca Panas Condenser

Tabel 3. 32 Neraca Panas Condenser

Komponen Energi	Masuk (Kj/Jam)	Keluar (Kj/Jam)
Q ₁	2400,000	-
Q ₂		12000,000
Q _{loss}		-9598,504
Total	2400,000	2400,000

12) Neraca Panas Reboiler

Tabel 3. 33 Neraca Panas Reboiler

Komponen Energi	Masuk (Kj/Jam)	Keluar (Kj/Jam)
Q ₁	-9,083	-
Q ₂		-5,549
Q _{loss}		-3,533
Total	-9,083	-9,083

13) Neraca Panas Evaporator

Tabel 3. 34 Neraca Panas Evaporator

Komponen Energi	Masuk (Kj/Jam)	Keluar (Kj/Jam)
Q ₁	-1640,35	-
Q ₂		-673,72
Q _{loss}		-966,63
Total	-1640,35	-1640,35

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 LOKASI PABRIK

Untuk menentukan lokasi pendirian suatu pabrik, perlu diperhatikan beberapa pertimbangan yang menentukan keberhasilan dan kelangsungan kegiatan industri pabrik tersebut, baik produksi maupun distribusinya. Oleh karena itu pemilihan lokasi pabrik harus memiliki pertimbangan tentang biaya distribusi dan biaya produksi yang minimum agar pabrik dapat terus beroperasi dengan keuntungan yang maksimal. Faktor-faktor lain selain biaya yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan lokasi pabrik adalah diantaranya adalah ketersediaan bahan baku, transportasi, utilitas, lahan dan tersedianya tenaga kerja. Berdasarkan pertimbangan di atas, maka lokasi pabrik fenol dipilih di daerah cilegon propinsi banten.

Untuk prarancangan pabrik fenol ini, dipilih lokasi Jl Raya Bojonegara Kav 162, Cilegon, 42454, Indonesia (Provinsi Banten) tertera pada Gambar 4.1. Daerah ini merupakan daerah yang umum menjadi lokasi pabrik, dimana telah banyak berdiri pabrik-pabrik industri di kawasan ini. Selain dekat dengan bahan baku yang diperoleh dari pabrik dimana mayoritas alamat supplier bahan baku berasal dari Provinsi Banten, dan sekitar Jakarta. Oleh karena itu Jl Raya Bojonegara Kav 162, Cilegon, 42454, Indonesia (Provinsi Banten) ini merupakan tempat yang strategis untuk dijadikan sebagai lokasi pendirian pabrik fenol. Selain itu juga akan dibahas pada sub bab berikutnya bahwa lokasi ini memiliki potensi pasar yang besar dalam penggunaan fenol.



Gambar 4. 1 Lokasi Pabrik Phenol

4.1.1 FAKTOR PRIMER

1) KEBUTUHAN BAHAN BAKU

Penyediaan bahan baku Sumber bahan baku adalah salah satu faktor terpenting dalam pemilihan lokasi pabrik terlebih dahulu jika bahan yang dikonsumsi dalam jumlah besar, sebab sumber bahan baku yang dekat dengan lokasi pabrik dapat memperkecil biaya transportasi atau pengangkutan bahan. Untuk bahan baku utama pabrik fenol yang berupa cumene hydroperoxide di impor PT. Haihang Industri Company dari China. Bahan-bahan seperti H_2SO_4 dapat diperoleh dari PT. Indonesian Acid Industri yang memproduksi H_2SO_4 sebanyak 82.500 ton/tahun. Sedangkan NH_4OH dapat diperoleh dari PT. Insoclay Acidatama Indonesia.

2) LETAK DARI PASAR DAN KONDISI PEMASARAN

Melihat lokasi pabrik phenol yang akan dibangun, produk *phenol* sendiri dapat didistribusikan melalui jalur laut dengan mudah

ke daerah pemasaran dalam negeri maupun luar negeri. Kebutuhan *phenol* dalam negeri menunjukkan peningkatan dari tahun ke tahun terutama pada kebutuhan fenol sebagai bahan baku industri bisfenol – A, iindustri plastic, resin fenol, dan lainnya. Dengan didirikan industri fenol didaerah banten ini dapat menjangkau lokasi konsumen fenol serta produsen bahan baku pembuatan fenol yang sebagian besar berada di Pulau Jawa.

3) FASILITAS TRANSPORTASI

Fasilitas transportasi Pengaruh faktor transportasi terhadap lokasi pabrik meliputi pengangkutan bahan baku, bahan bakar, bahan pendukung dan pemasaran produk yang dihasilkan. Untuk mempermudah pengangkutan bahan baku, bahan pendukung dan produk yang dihasilkan maka lokasi pabrik harus berada di daerah yang mudah dijangkau oleh kendaraan–kendaraan besar, misalnya dekat dengan badan utama jalan raya yang menghubungkan kota–kota besar, dan pelabuhan sehingga tidak perlu untuk membuat jalan khusus. Di Propinsi banten dilalui jalur darat berupa jalan raya untuk keperluan pemasaran produk fenol.

4) KEBUTUHAN TENAGA LISTRIK

Tenaga listrik dan bahan bakar menjadi salah satu faktor yang dapat menunjang operasional suatu parbik. Kebutuhan tenaga listrik untuk operasi pabrik dapat diperoleh Perusahaan Listrik Tenaga Negara (PLN) kota Cilegon, Provinsi Banten. Disamping

itu juga digunakan generator diesel (apabila listrik mati) yang bahan bakarnya di peroleh dari Pertamina.

5) KEBUTUHAN AIR

Selain tenaga listrik dan bahan bakar, air juga merupakan salah satu kebutuhan penting bagi suatu pabrik industri kimia. Mulai dari proses awal, selama operasional berlangsung, maupun pengolahan limbah akhir. Untuk kebutuhan air sendiri tersedia cukup memadai, karena daerah Merak-Banten merupakan kawasan industri. Sumber air diperoleh dari DAS Cidanau yang mempunyai kapasitas 2.000 liter per detik.. Kebutuhan air ini berguna untuk proses, sarana utilitas, dan keperluan domestik.

6) TENAGA KERJA

Tenaga kerja menjadi alasan lain yang utama setelah tenaga listrik dan kebutuhan air untuk proses operasional pabrik. Dengan berdirinya pabrik di daerah Cilegon diharapkan adanya tenaga kerja yang cukup potensial di wilayah pabrik. Adapun beberapa kriteria dari tenaga kerja yang diterima diantaranya :

- a) Tenaga kerja tenaga ahli dimana tenaga kerja tersebut merupakan tenaga kerja yang dapat membantu dalam operasional maupun pengembangan pabrik secara bertahap serta proses pembuatan produk kimia.

- b) Tenaga kerja lokal dimana tenaga kerja ini dapat membantu dalam distribusi maupun proses pengemasan dari produk kimia.

7) KONDISI IKLIM DAN CUACA

Di negara Indonesia, kondisi iklim atau cuaca pada umumnya relatif stabil. Dimana di daerah ini temperatur udara yang terjadi berada diantara 28 hingga 30⁰C yang artinya keadaan iklim dan cuaca mengalami kenaikan dan penurunan yang cukup normal dengan tekanan udara normal berkisar 760 mmHg dan kecepatan udaranya sedang.

4.1.2 FAKTOR SEKUNDER

1) PERKEMBANGAN DAN PERLUASAN DAERAH INDUSTRI

Dengan seiring berjalannya waktu, sebuah iindustri akan mengalami perkembangan maupun perluasan lahan produksi. Ketersediaan perluasan lahan untuk berkembangangnya iindustri fenol yang cukup luas dan memadai untuk masa yang akan datang sangat diperlukan pada saat proses perancangan pabrik berlangsung.

2) KEBIJAKAN DAN PERJANJIAN PEMERINTAH

Mendirikan suatu perusahaan pabrik industri kimia diperlukan beberapa pertimbangan terutama factor kepentingan

pemerintahan. Hal ini mencakupi beberapa terkait kebijakan pengembangan industri, pemerataan kesempatan kerja, dan ketentuan mengenai peraturan perundang – undangan yang berlaku selama berada dilingkungan pabrik dan saat proses produksi berlangsung. Pada peraturan Pemerintah Daerah Serang, Banten mendukung dan memfasiliasi investor untuk mendirikan dan mengoperasikan pabrik industri kimia baru dikarenakan daerah ini masih dalam kawasan industri, sehingga pendirian suatu pabrik akan lebih memungkinkan.

3) BAHAYA AKIBAT BENCANA ALAM DAN KEBAKARAN

Adapun solusi yang akan dilakukan jika terjadi sesuatu seperti bencana alam yaitu banjir, gempa bumi, tsunami, maupun kebakaran di wilayah sekitar industri dengan memiliki lokasi industri yang memadai dan tepat serta memiliki penanganan keselamatan utama untuk menjaga dari hal berbahaya.

4.2. TATA LETAK PABRIK

Tata letak pabrik merupakan suatu perencanaan dan pengintegrasian aliran dari komponen produksi suatu pabrik, sehingga diperoleh suatu aliran yang efisien dan efektif antara operator, peralatan dan gerak material dari bahan baku menjadi produk jadi. Tata letak suatu pabrik memiliki peranan yang penting dalam menentukan biaya konstruksi, biaya produksi, serta efisiensi dan keselamatan kerja. Maka dari itu, tata letak pabrik perlu disusun secara cermat dan tepat untuk menghindari kesulitan di kemudian

hari.

Suatu rancangan tata letak pabrik yang rasional meliputi penyusunan area proses, storage (persediaan) dan area pemindahan/area alternatif (area handling). Posisi yang efisien dan dengan beberapa factor pendukung diantaranya :

- a) Proses produksi dengan aksesibilitas operasi dimana produk diolah terlebih dahulu sehingga pada unit berikutnya disusun secara tertata dan sistem perpipaan dan penyusunan letak pompa yang lebih sederhana.
- b) Memperluas dan mengembangkan lokasi dari pabrik produksi yang sudah ada.
- c) Distribusi logistik (bahan baku dan perlengkapan), fasilitas utilitas (pengadaan steam, air, listrik, dan bahan bakar), bengkel pemeliharaan dan perbaikan alat serta peralatan pendukung lainnya.
- d) Konstruksi bangunan meliputi luas tanah dan bangunan, kondisi bangunan, dan syarat pembangunan.
- e) Mempertimbangkan keselamatan dan Kesehatan kerja para tenaga kerja dari kecelakaan kerja maupun kebakaran pabrik.
- f) Pengolahan limbah industri dari hasil produksi bahan baku menjadi bahan jadi (recycle impurities)

- g) Pemeliharaan dan perbaikan alat – alat produksi bahan baku setiap satu bulan sekali agar tidak terjadi kerusakan yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja.
- h) Fleksibilitas dalam merencanakan tata letak pabrik diperlukan beberapa pertimbangan adanya kemungkinan perubahan dari proses/mesin, sehingga perbaikan yang dilakukan tidak menyebabkan perubahan total dan mengurangi pengeluaran.
- i) Service area, seperti kantin, tempat parkir, ruang ibadah, dan sebagainya di atur sedemikian rupa sehingga tidak terlalu jauh dari tempat kerja.

1) AREA PERKANTORAN ADMINISTRASI

Area administrasi maupun perkantoran menjadi pusat dalam kegiatan administrasi perusahaan untuk mengatur kelancaran operasi pabrik.

2) AREA FASILITAS UMUM

Fasilitas umum meliputi kantin, musholla, parkir motor dan mobil, tempat istirahat karyawan, dan fasilitas lainnya yang dapat menunjang kesejahteraan dan kenyamanan karyawan.

3) AREA PROSES

Merupakan area utama yang merupakan tempat operasional serta produksi bahan baku cumene menjadi produk jadi yaitu phenol dimana letak dari tempat proses / produksi berada jauh dari pemukiman maupun perkantoran pusat.

4) AREA LABORATORIUM DAN RUANG CONTROL

Dimana pada area ini menjadi pusat pengendalian proses pabrik, kuantitas dan kualitas saat proses berlangsung, serta produk yang akan didistribusikan atau di pasarkan. Area laboratorium akan melakukan control pada kualitas bahan baku, kualitas produk, serta pengolahan limbah sisa proses produksi. Sedangkan pada area controlling akan melakukan pengecekan dan mengatur jalannya operasional produksi.

5) AREA PEMELIHARAAN

Pada area ini berfokus untuk tempat penyimpanan suku cadang alat proses operasional serta untuk tempat perbaikan alat operasional yang mengalami kerusakan. Pemeliharaan maupun perawatan alat operasional proses produksi serta sarana dan prasarana yang dapat menunjang dalam pabrik.

6) AREA UTILITAS

Utilitas merupakan unit pendukung dalam kegiatan proses pabrik maupun kegiatan perkantoran untuk penyedia air, steam dan listrik.

7) AREA PENGOLAHAN LIMBAH

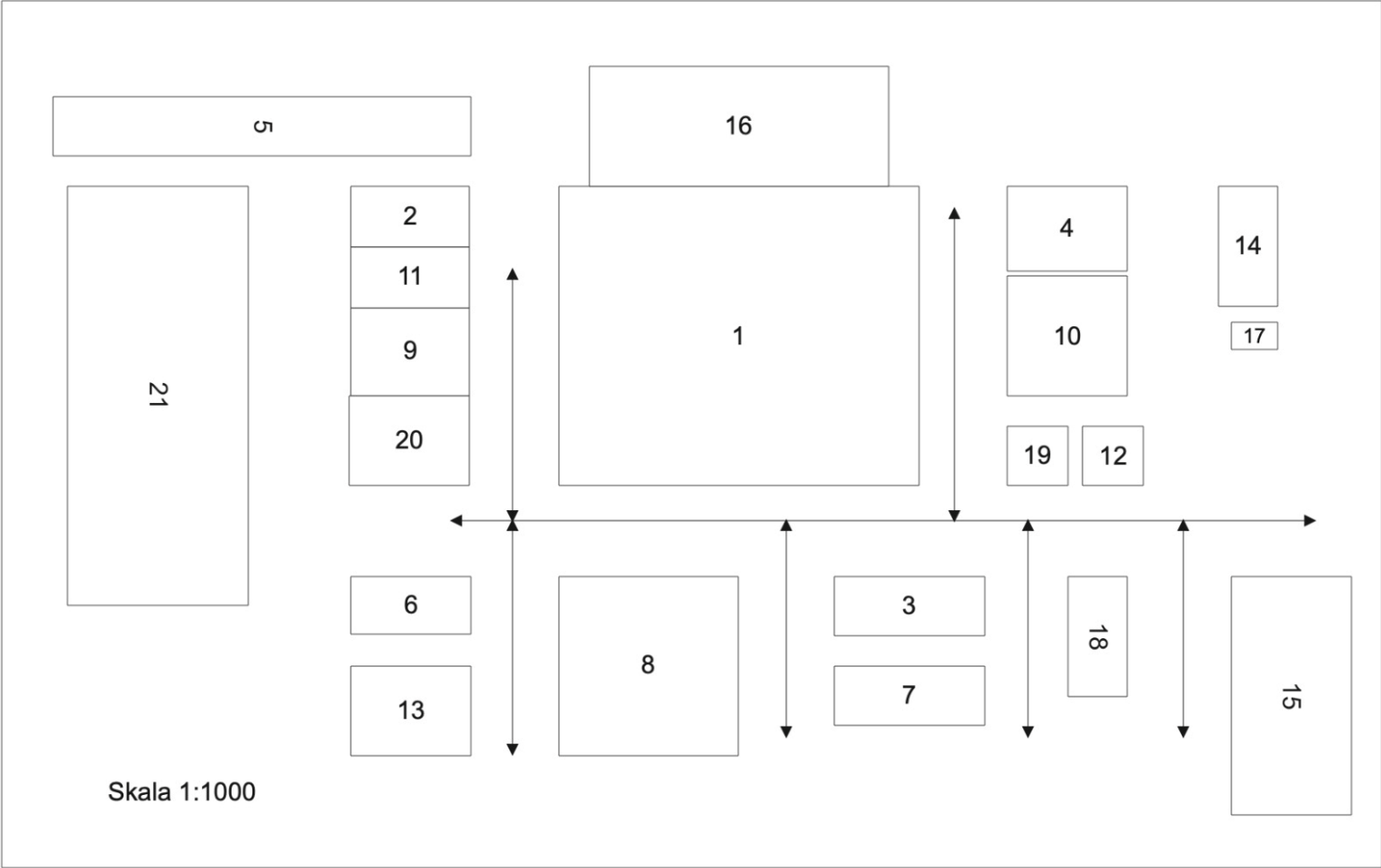
Area ini sangat penting dari keseluruhan area operasional produksi berlangsung. Dimana area ini merupakan tempat pengolahan limbah sisa proses yang diolah dan dapat dijadikan produk sisa maupun lainnya agar tidak merusak lingkungan sekitar seperti pembangunan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) dan tempat penyimpanan sementara limbah bahan berbahaya beracun (B3).

Tabel 4. 1 Perincian Luas Area Pabrik Fenol

No	Lokasi	Lebar, m	Panjang, m	Luas, m ²
1	Area proses	60	50	3.000
2	Area produk	10	20	200
3	Bengkel	25	10	250
4	Area bahan baku	20	15	300
5	Pengolahan limbah	10	70	700
6	Laboratorium	20	10	200
7	Stasiun operator	25	10	250
8	Pengolahan air	30	30	900
9	Unit pembangkit uap	20	15	300
10	Pembangkit listrik	20	20	400
11	Unit pemadaman kebakaran	10	20	200
12	Perpustakaan	10	10	100
13	Kantin	10	25	250
14	Parkir	10	20	200
15	Perkantoran	20	40	800
16	Daerah perluasan	20	50	1.000
17	Pos keamanan	4	6	24
18	Aula	10	20	200
19	Tempat ibadah	10	10	100
20	Poliklinik	15	20	300
21	Perumahan karyawan	30	70	2.100
22	Taman	10	20	200
23	Jalan	16	50	800
Total				12.774

Pembangunan pabrik phenol ini direncanakan dibangun pada lahan seluas 12.774 M². Dimana luas area antara bangun diperkirakan 10% dari luas total = 1.277,4 m². Sehingga luas area seluruhnya adalah = 12.774 + 1.277,4 = 14.051,4 m².

Gambar 4. 2 Layout Pabrik Fenol



Keterangan Gambar :

- | | |
|-----------------------------|----------------------------|
| 1. Area Proses | 12. Perkantoran |
| 2. Ruang Kontrol | 13. Unit Pemadam Kebakaran |
| 3. Unit Pengolahan Air | 14. Ruang Ibadah |
| 4. Unit Pengolahan Limbah | 15. Poliklinik |
| 5. Bengkel | 16. Area Perluasan |
| 6. Gudang Bahan | 17. Pos Jaga |
| 7. Unit Pengolahan Uap | 18. Taman |
| 8. Area Produk | 19. Area Parkir |
| 9. Laboratorium | 20. Perpustakaan |
| 10. Unit Pembangkit Listrik | 21. Perumahan Karyawan |
| 11. Gudang Peralatan | |

4.3. TATA LETAK MESIN / ALAT PROSES

Proses perancangan tata letak mesin atau yang disebut dengan alat proses menjadi salah satu bagian penting agar alat – alat yang digunakan dapat disusun sesuai diagram alir yang sudah di bentuk guna untuk kelancaran produksi secara efisiensi. Adapun beberapa hal yang harus diperhatikan saat akan Menyusun tata letak alat proses diantaranya :

4.3.1. ALIRAN BAHAN BAKU DAN PRODUK

Aliran bahan baku atau jalannya proses produksi dari awal proses berlangsung yaitu masuknya bahan baku akan memberikan nilai ekonomis yang cukup besar. Dimana hal ini dapat menunjang kelancaran dan keamanan bahan baku agar tidak terkontaminasi oleh

zat – zat yang lain. Semakin dekat penempatan tangka bahan baku dan produk dengan jalur transportasi, maka akan menekan efisiensi biaya yang akan dikeluarkan.

4.3.2. ALIRAN UDARA

Aliran udara sendiri dapat menunjang proses produksi dan lingkungan sekitar pabrik. Tujuan adanya aliran udara agar menghindari terjadinya menyatunya segitiga api bahan bakar, bahan mudah terbakar, serta udara akibat minimnya sirkulasi udara yang ada.

4.3.3. PENCAHAYAAN

Dibutuhkan pencahayaan yang cukup dan juga memadai dan tepat pada posisinya di tempat proses yang memiliki resiko tinggi yang harus diberi pencahayaan tambahan. Dan pencahayaan di setiap jalan menuju lokasi pabrik.

4.3.4. LALU LINTAS MANUSIA

Perencanaan layout alat proses dimana hal ini bertujuan pekerja ataupun operator mudah untuk menjangkau area – area alat proses dalam kondisi normal maupun darurat saat terjadi kerusakan agar para pekerja maupun operator sigap dalam mengambil langkah tindakan.

4.3.5. PERTIMBANGAN EKONOMI

Dalam menempatkan alat proses yang akan digunakan, perlu diperhatikan dalam menggunakan anggaran biaya konstruksi dan

biaya alat demi menjamin kelancaran serta keamanan produksi serta perencanaan aliran pipa yang pendek dapat meminimalisasi biaya konstruksi yang dikeluarkan.

4.3.6. LALU LINTAS ALAT BERAT

Diperlukan perhatian khusus dalam penggunaan alat berat dengan mengukur jalan untuk alat berat yang lebar dan efisiensi untuk memudahkan alat berat beroperasi dengan baik agar tidak terjadi malfungsi.

4.3.7. TATA LETAK ALAT PROSES

Demi keamanan dan kenyamanan seluruh pekerja maupun operator yang bekerja / bertugas, ada beberapa hal perlu diperhatikan diantaranya :

1. Efektifitas dan kelancaran proses produksi dengan penempatan alat proses dengan tepat serta penggunaan lahan yang benar.
2. Minimnya biaya material handling dan menekan pengeluaran untuk kapasitas yang tidak sesuai.
3. Mendistribusikan utilitas yang efisien.

4.3.8. JARAK ANTAR ALAT PROSES

Penempatan alat proses dimana memiliki suhu dan tekanan yang cukup tinggi sebaiknya diletakkan secara terpisah agar menghindari apabila terjadi kebocoran maupun kerusakan yang menyebabkan kebakaran maupun ledakan pada unit tersebut tidak mengganggu

alat proses lain beroperasi ataupun menyebabkan kerusakan yang lainnya.

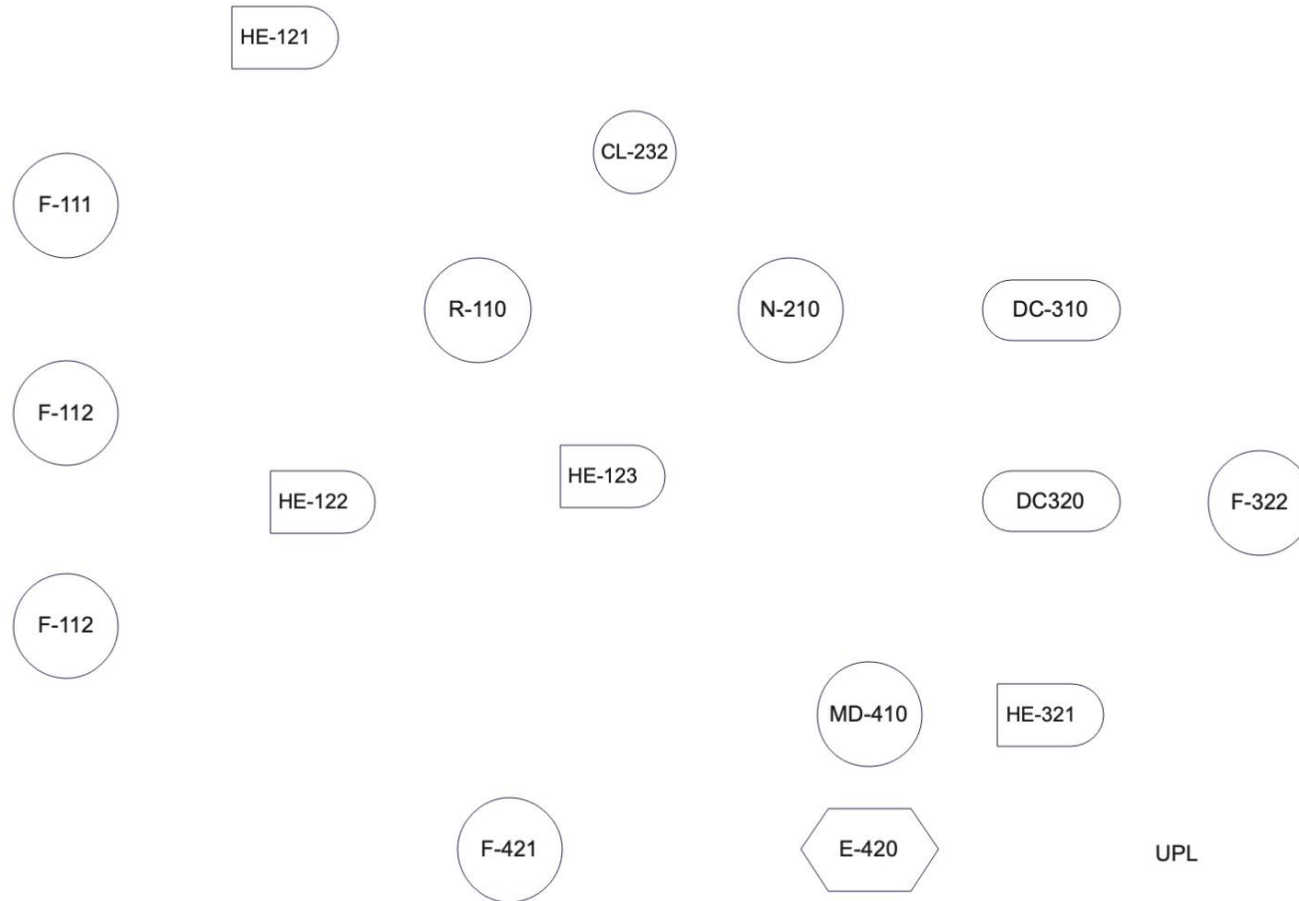
4.3.9. KEMUDAHAN DA;AM PENGOPERASIAN

Diperlukan perawatan secara rutin dari para operator dengan menempatkan setiap alat penting pada setiap alat proses seperti pemakaian valve dan alat instrument penting lainnya secara berdekatan dengan control room dan mudah untuk dijangkau.

4.3.10. PERLUASAN LAHAN

Pada perencanaan pabrik yang akan datang, perlu difikirkan secara matang untuk memperluas lahan produksi dimana hal ini bertujuan untuk meningkatkan kapasitas proses produksi.

Gambar 4.3 Tata Letak Alat Proses



4.4. ORGANISASI PERUSAHAAN

Dalam merancang suatu perancangan pabrik produksi, dibutuhkan adanya pembentukan struktur organisasi perusahaan. Hal ini bertujuan untuk memudahkan dalam mobilisasi dan tanggung jawab pada bagian – bagian di perusahaan. Dengan adanya sebuah organisasi perusahaan diharapkan untuk seluruh karyawan atau karyawan memiliki tanggung jawab penuh dan wewenang serta menjalankan tugas sesuai dengan kemampuan dan keahlian masing – masing. Sehingga tidak terjadi adanya tumpang tindih yang dapat mengakibatkan terhambatnya suatu proses produksi suatu perusahaan. Berdasarkan hukum yang berlaku, terdapat empat jenis perusahaan di Indonesia diantaranya :

- 1) Perusahaan perseorangan yaitu dimana modal awal merupakan hanya dimiliki oleh satu orang atau pribadi yang bertanggung jawab penuh terhadap baik atau buruknya perusahaan.
- 2) Persekutuan firma yaitu modal awal didapatkan dari dua orang atau lebih yang memiliki tanggung jawab perusahaan yang di dasarkan dengan perjanjian kemudian disahkan dan disaksikan oleh akte notaris.
- 3) Persekutuan komanditer (commanditaire vennootshaps) yang disebut dengan CV yaitu terdiri dari dua orang atau lebih dimana setiap orang memiliki peran sebagai sekutu aktif (seseorang yang menjalankan perusahaan) dan sekutu pasif (orang yang hanya

memasukkan modalnya dan bertanggung jawab atas modal tersebut).

- 4) Perseroan Terbatas (PT) yaitu dimana modal diperoleh dari penjualan saham untuk mendirikan perusahaan, pemegang saham bertanggung jawab sebesar modal atau lembaran saham yang dimiliki.

Dengan mempertimbangkan beberapa hal yang telah disebutkan, pabrik phenol yang akan didirikan berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas (PT) merupakan perusahaan yang mana modalnya bersal dari penjualan saham dimana setiap sekutu turut andil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Pemegang saham pada Perseroan Terbatas (PT) bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam setiap saham. Beberapa factor yang menjadi dasar mengapa didirikan sebuah perusahaan Persero Terbatas (PT) diantaranya :

- 1) Modal didapatkan dari beberapa yang telah dicantumkan didalam akte perusahaan dan disahkan oleh notaris.
- 2) Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pemimpin perusahaan.
- 3) Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin dikarenakan tidak ada pengaruh dalam pergantian pemegang saham, direksi maupun staf.

- 4) Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain. Pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah jajaran direksi staf yang diawasi oleh dewan komisaris.
- 5) Para pemegang saham tidak diikut sertakan dalam kegiatan keberlangsungan pabrik.
- 6) Efisiensi dari manajemen. Dewan komisaris ditunjuk dari para pemegang saham dalam forum rapat umum pemegang saham (RUPS).
- 7) Merupakan badan usaha yang dimiliki kekayaan sendiri terpisah dengan kekayaan pribadi.
- 8) Mudah untuk mendapatkan kredit dari bank dengan menjaminkan perusahaan dan mudah bergerak dipasar global.

Adapun beberapa ciri – ciri dari Perseroan Terbatas (PT) diantaranya :

- 1) Terdapat 5 bidang usaha dalam satu Perseroan Terbatas (PT).
- 2) Pada umumnya modal dicantumkan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham-saham.
- 3) Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan pada direksi dengan memperhatikan aturan dan undang-undang yang berlaku.

- 4) Perusahaan dipimpin oleh direksi yang dipilih oleh para pemegang saham
- 5) Pekerjaan direksi sehari-sehari diawasi oleh dewan direksi.
- 6) Kekuasaan tertinggi dalam perseroan terbatas (PT) adalah pada rapat umum pemegang saham (RUPS) yang umumnya dilakukan satu tahun sekali.

4.4.1. STRUKTUR ORGANISASI

Struktur organisasi merupakan factor penting dalam menunjang keberlangsungan dan keberhasilan suatu perusahaan. Dalam Menyusun sebuah organisasi perusahaan dibutuhkan adanya beberapa pertimbangan untuk mendapatkan sistem atau struktur organisasi yang baik diantaranya :

- 1) Tujuan perusahaan dirumuskan secara jelas.
- 2) Wewenang dan pembagian tugas kerja didelegasikan secara jelas.
- 3) Adanya organisasi perusahaan yang fleksibel.
- 4) Adanya sistem pengontrol perintah dan tanggung jawab.
- 5) Adanya sistem pengontrol atas pekerjaan yang dilaksanakan.

Untuk memperoleh struktur organisasi yang baik, dibutuhkan system line and staff. Dimana sistem ini memiliki garis kekuasaan yang sederhana dan praktis. Sistem ini juga dapat membentuk pembagian penugasan berdasarkan setiap divisi secara fungsional

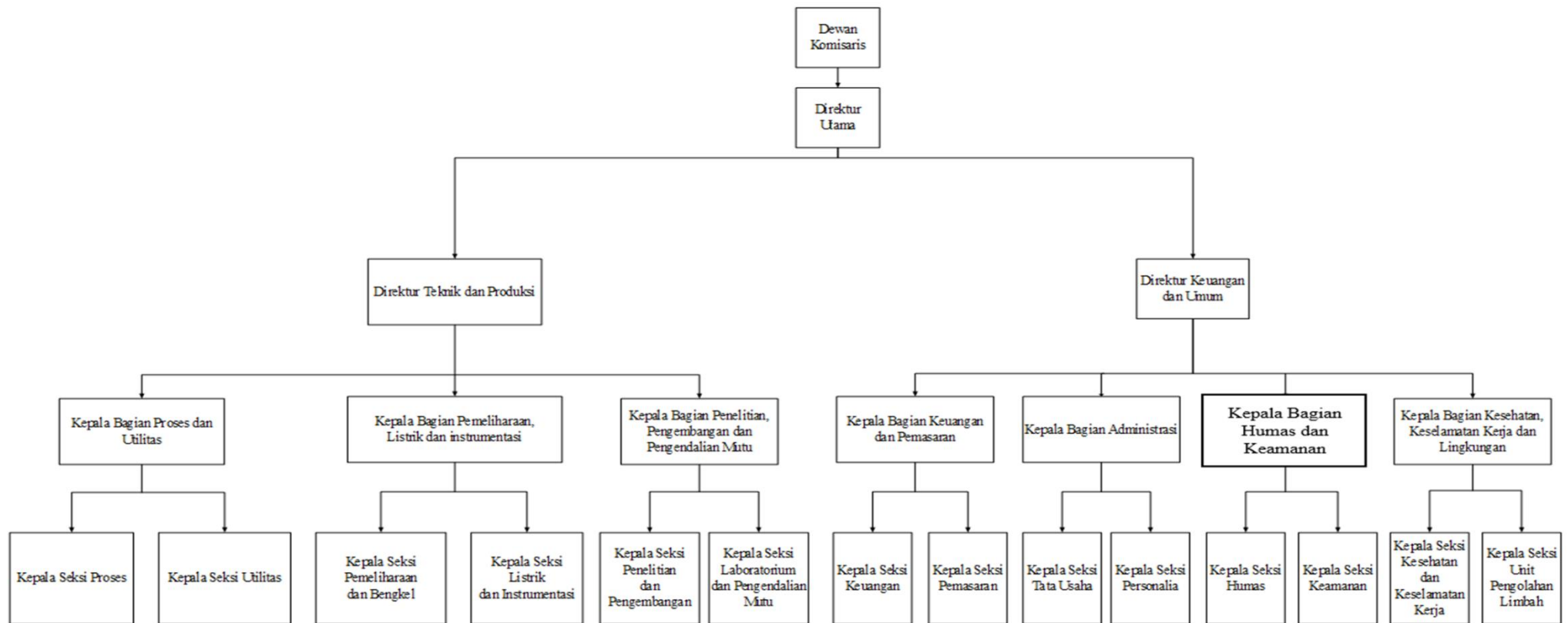
sehingga karyawan dapat bertanggung jawab kepada setiap kepala divisinya. Secara garis besar, terdapat dua kelompok garis organisasi dan staff diantaranya :

- 1) Sebagai garis atau ahli yaitu orang-orang yang menjalankan tugas pokok suatu organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
- 2) Sebagai staf yaitu orang-orang yang menjalankan tugas sesuai keahliannya, sehingga dapat memberi saran-saran kepada unit operasional.

Dalam pelaksanaan tugas seharusnya, Dewan Komisaris mewakili para pemegang saham perusahaan. Seorang Direktur Utama bertugas menjalankan perusahaan yang dibantu oleh Direktur Teknik dan Direktur Produksi yang membawahi bagian operasi dan Teknik. Sedangkan Direktur Keuangan dan Umum yang membawahi pemasaran dan kelancaran produksi. Direktur membawahi kepala bagian sedangkan kepala bagian akan membawahi kepala seksi. Kepala seksi akan membawahi dan mengawasi karyawan perusahaan.

Untuk mencapai kelancaran produksi maka diperlukan staf ahli dari setiap orang yang ahli dalam bidangnya. Staf ahli akan bertugas memberikan bantuan ide dan nasehat kepada tingkat pengawas, demi terciptanya tujuan perusahaan. Ada beberapa manfaat adanya struktur organisasi dalam suatu perusahaan diantaranya :

- 1) Dapat menjalankan persoalan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab, wewenang, dan lain-lain.
- 2) Sebagai bahan orientasi untuk pejabat.
- 3) Penempatan pegawai yang lebih lanjut.
- 4) Penyusunan program pengembangan manajemen.
- 5) Dapat mengatur kembali langkah kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.



Gambar 4. 4 Struktur Organisasi Perusahaan

4.4.2. WEWENANG DAN TUGAS

4.4.2.1. PEMEGANG SAHAM

Pemegang saham merupakan individual yang mengumpulkan modal awal untuk kepentingan pendirian dan keberlangsungan operasional alat proses serta seluruh kegiatan produksi pabrik. Dalam forum Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) ditetapkan beberapa hal diantaranya :

- 1) Mengangkatn dan memberhentikan dewan komisaris maupun direktur utama beserta jajarannya.
- 2) Mengesahkan program dan menargetkan perhitungan untung rugi tahunan perusahaan.

4.4.2.2. DEWAN KOMISARIS

Dewan komisaris merupakan perwalikan pemilik saham yang bertugas mengawasi direktur utama beserta jajarannya sehingga dewan komisaris bertanggung jawab penuh terhadap pemilik saham perusahaan. Dimana tugas dari dewan komasisaris diantaranya :

- 1) Menilai serta mengesahkan program dari direktur yang meliputi kebijakan umum, targetan perusahaan, alokasi anggaran dana serta program pemasaran.

- 2) Mengawasi sistem kerja direktur utama beserta jajarannya.
- 3) Memberikan dan mengarahkan tugas untuk direktur utama beserta jajarannya.

4.4.2.3. DEWAN DIREKSI

Direksi utama atau direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan yang bertugas sebagai penanggung jawab penuh atas baik atau buruknya kegiatan operasional dalam perusahaan terhadap dewan komisaris. Direktur utama juga bertanggung jawab penuh atas keuntungan dan kerugian perusahaan yang dijalankan. Selain itu, beberapa tugas dari direktur utama diantaranya :

- 1) Mempertanggung jawabkan segala bentuk tugas dalam bentuk laporan rutin pada masa akhir pekerjaan dan melaksanakan semua kebijakan serta aturan yang telah disahkan oleh dewan komisaris serta para pemegang saham.
- 2) Memimpin, menjaga, serta membina setiap individu maupun organisasi perusahaan secara baik dan efektif agar dapat menjalin komunikasi antara pemilik saham, pimpinan, dan karyawan yang bekerja.

- 3) Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan dewan komisaris.
- 4) Mengkoordinir kerjasama antara bagian produksi (direktur produksi) dan bagian keuangan (direktur keuangan)

4.4.2.4. **DIREKTUR**

Direktur bidang merupakan tenaga yang membantu direktur utama dalam pelaksanaan operasional perusahaan dan bertanggung jawab kepada direktur utama. Direktur bidang dibagi menjadi dua bagian diantaranya :

- 1) Direktur Teknik Dan Industri dimana memiliki tugas sebagai berikut :
 - Bertanggung jawab kepada direktur utama dalam bidang operasi dan teknik
 - Mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi.
 - Pelaksanaan kerja kepada kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.
- 2) Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum dimana memiliki tugas sebagai berikut :
 - Bertanggung jawab kepada direktur utama dalam bidang administrasi, keuangan dan umum, pembelian dan pemasaran, serta penelitian dan pengembangan.

- Mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan kerja kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

4.4.2.5. STAFF AHLI

Staff ahli yang berkompeten dengan keahlian yang dimiliki dapat memberikan kontribusi serta menjalankan tugas secara efektif dalam bidang Teknik maupun administrasi. Staff ahli bertanggung jawab terhadap tugas dan wewenangnya sebagai berikut :

- 1) Memberikan kritik dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan.
- 2) Mengadakan evaluasi teknik dan ekonomi perusahaan secara rutin.
- 3) Memperbaiki alir proses pabrik produksi pabrik yang meliputi perencanaan dan pengembangan produksi.
- 4) Meningkatkan efisiensi kerja dan memberikan saran-saran dalam bidang hukum.

4.4.2.6. KEPALA BAGIAN

Kepala bagian bertugas untuk mengatur dan mengawasi seluruh pelaksanaan pekerjaan setiap bagian sesuai dengan garis besar wewenang dan tugas yang diberikan pimpinan perusahaan. Dalam hal ini, kepala bagian bertanggung jawab

terhadap direktur utama. Kepala bagian dalam perusahaan terdiri atas :

1) KEPALA BAGIAN PRODUKSI

Kepala bagian produksi bertugas melakukan pelaksanaan kegiatan operasional yang berhubungan dengan produksi, proses, pengendalian kualitas, dan laboratorium. Kepala bagian produksi dibantu oleh beberapa seksi diantaranya :

- Seksi Proses memiliki tugas untuk menjalankan dan memantau kegiatan proses produksi sesuai Standar Operasional prosedur (SOP).
- Seksi Pengendalian memiliki tugas untuk menangani dan mengurangi potensi Tindakan yang dapat membahayakan keselamatan kerja para pekerja.
- Seksi Laboratorium memiliki tugas diantaranya :
 - Memantau dan menganalisa mutu bahan baku dan bahann pembantu.
 - Memantau dan menganalisa mutu produksi.
 - Memantau hal-hal yang berhubungan dengan buangan pakbik.

- Membuat laporan secara rutin baik triwulan, semester maupun tahunan kepada kepala bagian produksi

2) KEPALA BAGIAN TEKNIK

Kepala bagian Teknik memiliki tanggung jawab terhadap Direktur Teknik dan Produksi yang berhubungan dengan perawatan, pemeliharaan, proses utilitas, serta operasional Teknik. Kepala bagian teknik dibantu oleh beberapa seksi diantaranya :

- Seksi Pemeliharaan memiliki tugas melakukan perawatan dan pemeliharaan fasilitas dan peralatan pabrik berdasarkan investaris asset.
- Seksi Utilitas memiliki tugas untuk memantau dan mengatur sarana utilitas untuk mendapat memenuhi kebutuhan proses.

3) KEPALA BAGIAN PEMASARAN

Memiliki tanggung jawab penuh terhadap direktur keuangan dan umum terkait pembelian bahan baku serta penjualan produk agar sesuai dengan target maupun perhitungan modal awal. Kepala bagian pemasaran mengkoordinasikan segala jenis pendistribusian produk hingga sampai ketangan konsumen. Adapun seksi bagian pemasaran yang

memiliki tugas masing – masing diantaranya :

- Seksi Pembelian bertugas untuk melakukan proses pembelian bahan baku yang dibutuhkan serta memahami harga pemasaran dan kualitas dari bahan baku yang akan dibeli yang nantinya akan dicatat ke dalam pembukuan.
- Seksi Pemasaran bertugas untuk merencanakan strategi pemasaran produk agar mencapai target yang diinginkan dan mengkoordinasi pendistribusian hasil produk dari pabrik hingga ketangan konsumen.

4) KEPALA BAGIAN ADMINISTRASI DAN KEUANGAN

Bertugas untuk mengatur keuangan perusahaan dan seluruh bentuk administrasi yang harus dilakukan. Dimana kepala bagian administrasi dan keuangan bertanggung jawab penuh terhadap direktur keuangan untuk mengkoordinasi setiap kegiatan yang berhubungan dengan keuangan maupun administrasi. Adapun seksi bagian keuangan yang memiliki tugas masing – masing diantaranya :

- Seksi Administrasi memiliki tugas sebagai berikut:

- Menyediakan dokumen administrasi dan anggaran dana.
- Menyediakan fasilitas kebutuhan SDM.
- Mengolah administrasi perkantoran.
- Seksi Administrasi memiliki tugas sebagai berikut:
 - Membuat perancangan pengeluaran dan pemasukan keuangan.
 - Membuat prioritas pembayaran.
 - Mencari alternatif pembayaran.
 - Menyusun anggaran
 - Membuat strategi keuangan yang stabil.

5) KEPALA BAGIAN UMUM

Memiliki tanggung jawab secara langsung kepada direktur keuangan dan umum dimana segala bentuk kegiatan yang berkesinambungan dengan bidang personal, humas, serta keamanan agar mencapai keefektifan secara menyeluruh dan maksimal. Adapun seksi bagian keuangan yang memiliki tugas masing – masing diantaranya :

- Seksi Personalia bertugas untuk membimbing, membina, dan menciptakan kebijakan program – program yang berhubungan dengan

kesejahteraan tenaga kerja agar terciptanya komunikasi yang baik sesama ketenagakerjaan sehingga lingkungan pekerjaan menjadi efektif secara waktu, tenaga, dan biaya.

- Seksi Hubungan Masyarakat bertugas untuk mengkaji dan menganalisis opini serta masukan dari masyarakat lingkungan setempat, tenaga kerja, maupun konsumen terhadap operasional dan kepuasan produk.

6) KEPALA BAGIAN LITBANG DAN K3L

Bertanggung jawab secara langsung terhadap direktur Teknik dan produksi dimana memiliki tugas untuk mengkoordinasi pelaksanaan kegiatan operasional maupun tidak pabrik yang berhubungan langsung dengan Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) dalam penelitian dan pengembangan produk. Selain itu, bagian ini juga diharuskan mengikuti program penilaian kinerja perusahaan dan pengolahan lingkungan (PROPER) yang dilaksanakan langsung oleh pihak Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia (KEMENLHK). Adapun seksi bagian keuangan yang memiliki tugas masing – masing

diantaranya :

- Seksi Personalia bertugas sebagai berikut :
 - Bertanggung jawab untuk mengidentifikasi, mencegah, serta mengurangi bahaya yang dapat berdampak kecelakaan dalam kerja.
 - Bertanggung jawab terhadap setiap alat instalasi pemadam dan peralatan pendukung lainnya dalam keadaan darurat dan merancang kebijakan Keselamatan Kerja dan Lingkungan (K3L)
 - Memberikan pengarahan tentang *sefety induction* kepada tenaga kerja, operator, dan tamu / pengunjung yang datang ke dalam area pabrik.
 - Menyediakan Alat Pelindung Diri (APD) bagi tenaga kerja, operator, dan pengunjung didalam area pabrik.
- Seksi Penelitian dan Pengembangan bertugas sebagai berikut :
 - Mengatur serta mengelola segala bentuk kegiatan pabrik yang berhubungan

langsung dengan efektivitas dan peningkatan operasional proses secara menyeluruh baik dalam internal maupun eksternal lingkungan kantor / pabrik.

- Merancang dan mempublikasikan kegiatan pabrik kepada direktur utama umum.
- Seksi keamanan bertugas untuk mengawasi dan memberikan situasi aman bagi siapapun yang mengunjungi maupun meninggalkan lingkungan pabrik serta ditempat fasilitas pendukung sekitar pabrik.

7) Kepala Seksi

Kepala seksi merupakan ketua pelaksana eksekusi pekerjaan dalam lingkungan pabrik sesuai dengan perancangan yang telah diatur oleh setiap kepala bagian untuk mencapai target serta hasil yang sesuai dan efektif selama kegiatan operasional pabrik berlangsung. Setiap kepala seksi bertanggung jawab kepada setiap kepala bagiannya masing – masing.

4.4.2.7. Ketenagakerjaan!The Formula Not In Table

Salah satu faktor yang mendukung kemajuan suatu perusahaan yaitu Sumber Daya Manusia (SDM) yang

berkompeten dan sesuai dengan keahlian serta kemampuan dibidangnya. Faktor tenaga kerja sangat berpengaruh untuk keberlangsungan serta operasional proses produksi. Dalam hal ini, diperlukan perhatian hubungan antara karyawan dengan perusahaan agar mencapai hubungan yang baik dan nyaman.

Hal ini dapat meningkatkan semangat dan produktifitas kerja setiap karyawan. Selain dengan adanya komunikasi yang baik, diperlukan fasilitas yang mendukung seperti gaji pokok (bulanan), tunjangan, dan bonus lainnya. Adapun beberapa jenis karyawan yang ada di perusahaan berdasarkan masa kerja diantaranya :

1. Karyawan Tetap

Karyawan tetap merupakan karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) yang diterbitkan dan ditanda tangani oleh direksi. Serta mendapat upah disetiap bulan sesuai dengan posisi jabatan yang diduduki, keahlian dan masa kerja.

2. Karyawan Harian

Karyawan harian merupakan karyawan yang mana diangkat dan diberhentikan tanpa adanya surat keputusan (SK) yang diterbitkan dan ditanda tangani

oleh direksi dan mendapat upah harian yang diterima pada setiap akhir pekan.

3. Karyawan Borongan

Karyawan borongan merupakan karyawan yang dihadirkan dengan menggunakan perusahaan lain dibidang jasa tenaga kerja dengan bidang yang diperlukan oleh pabrik. Karyawan ini menerima upah yang ditetapkan oleh perusahaannya.

4.4.3. ANALISIS DAN JUMLAH PERHITUNGAN

4.4.3.1. Pengaturan Gaji dan Jumlah Karyawan

Jumlah tenaga kerja disesuaikan dengan kebutuhan, agar pekerjaan dapat diselesaikan secara efektif. Sedangkan gaji Karyawan merupakan hak yang wajib didapatkan oleh setiap tenaga kerja dan operator yang telah bekerja selama 22 hari dalam sebulan sesuai peraturan dan procedural yang berlaku. Adapun beberapa komponen yang terdapat di dalam slip gaji diantaranya :

- 1) Gaji Pokok yaitu kompensasi yang sudah ditetapkan oleh perusahaan sesuai perjanjian awal saat tenaga kerja bersedia bekerja di perusahaan tersebut. Pada dasarnya, gaji pokok dibagi berdasarkan keahlian dan kemampuan yang dimiliki tenaga kerja.

- 2) Tunjangan Tetap yaitu bonus yang didapatkan secara teratur seperti tunjangan anak, tunjangan pension, tunjangan hari raya, tunjangan Kesehatan, dan tunjangan akhir tahun.
- 3) Tunjangan Tidak Tetap yaitu pelengkap gaji pokok yang tidak menentu diluar dari tunjangan tetap seperti tunjangan dinas luar kota / negeri.
- 4) Potongan Gaji yaitu potongan pajak penghasilan yang wajib dilakukan sebelum tenaga kerja mendapatkan gaji tetap serta bentuk iuran maupun pelanggaran yang dilakukan oleh tenaga kerja selama bekerja di perusahaan tersebut.
- 5) Komisi (Bonus) yaitu didapatkan setiap tenaga kerja mencapai target maupun melebihi target yang sudah perusahaan tetapkan dalam bentuk bonus tahunan.
- 6) Upah lembur yaitu kompensasi yang didapatkan karena jam kerja yang melebihi waktu yang sudah ditetapkan.

Tabel 4. 2 Jumlah dan Gaji Karyawan Pabrik

No	Jabatan	Jumlah	Gaji/Bulan	Total Gaji
1	Dewan komisaris	1	Rp 45.000.000	Rp 45.000.000
2	Direktur Utama	1	Rp 35.000.000	Rp 35.000.000
3	Direktur Operasi dan Produksi	1	Rp 35.000.000	Rp 35.000.000
4	Direktur Adminitrasi dan Umum	1	Rp 35.000.000	Rp 35.000.000
5	Ka. Bag. Proses dan Utilitas	1	Rp 35.000.000	Rp 35.000.000
6	Ka. Bag. Perencanaan dan pemeliharaan	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
7	Ka. Bag. Teknologi	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
8	Ka. Bag. Adminitrasi Keuangan	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
9	Ka. Bag. PSDM	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
10	Ka. Bag. Umum	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
11	Ka. Bag. IT	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
12	Ka. Sek. Proses	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
13	Ka. Sek. Utilitas	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
14	Ka. Sek. Bengkel dan Pemeliharaan	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
15	Ka. Sek. Operasi dan Pemeliharaan	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
16	Ka. Sek. Adminitrasi Pemasaraan	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
17	Ka. Sek. Adminitrasi Penjualan	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
18	Ka. Sek. Pengolahan Energi	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
19	Ka. Sek. Pengendalian Kualitas	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
20	Ka. Sek. Keamanan	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000

21	Ka. Sek. Pelayanan Umum	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
22	Ka. Sek. Akutansi Biaya	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
23	Ka. Sek. Pelapor Keuangan dan Manajemen	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
24	Ka. Sek. Keuangan	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
25	Ka. Sek. Kesehatan dan Keselamatan kerja	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
26	Karyawan pemasaran	5	Rp 5.000.000	Rp 25.000.000
27	Karyawan K3	6	Rp 5.000.000	Rp 30.000.000
28	Karyawan Kas/Anggaran	4	Rp 5.000.000	Rp 20.000.000
29	Karyawan Proses dan Utilitas	36	Rp 5.000.000	Rp 180.000.000
30	Karyawan Pemeliharaan	5	Rp 5.000.000	Rp 25.000.000
31	Perawat	4	Rp 3.500.000	Rp 14.000.000
32	Satpam	8	Rp 3.500.000	Rp 28.000.000
33	Supir	10	Rp 3.500.000	Rp 35.000.000
34	Cleaning Service	10	Rp 3.500.000	Rp 35.000.000
Total		113	Rp 581.500.000	Rp 862.000.000

4.4.3.2. Pengaturan Jam Kerja

Dalam kegiatannya, pabrik ini beroperasi selama 24 jam sehari dalam 330 hari pertahun. Pembagian waktu kerja dibagi menjadi 2 kelompok diantaranya :

➤ **Kelompok Kerja Non – Shift**

Kelompok ini merupakan karyawan yang tidak langsung menangani masalah proses produksi dalam pabrik. Karyawan non-shift berlaku 5 hari kerja dalam seminggu dan libur pada hari sabtu & minggu, serta hari-hari libur nasional. Sehingga total kerja menjadi 40 jam seminggu. Maka, kelompok ini diperuntukan bagi karyawan di bagian kantor. Adapun waktu kerjanya sebagai berikut :

- **Senin – Kamis** :
 - Pukul 08.00 – 12.00
 - Pukul 12.00 – 13.00 (istirahat)
 - Pukul 13.00 – 16.00
 - Pukul 16.00 (jam pulang)

- **Jum'at** :
 - Pukul 08.00 – 11.20
 - Pukul 11.20 – 13.00 (istirahat)
 - Pukul 13.00 – 16.00
 - Pukul 16.00 (jam pulang)

- Sabtu & Minggu : Libur

➤ **Kelompok Kerja Shift**

Kelompok ini merupakan karyawan yang langsung mengendalikan dan menjaga jalanya proses produksi di dalam pabrik selama 24 jam. Kelompok ini dibagi menjadi empat regu (shift) dimana masing-masing regu bekerja secara bergiliran selama 8 jam sehari untuk 5 hari kerja dalam seminggu, dengan pengaturan sebagai berikut:

- *Shift 1* : pukul 08.00 – 16.00
- *Shift 2* : pukul 16.00 – 24.00
- *Shift 3* : pukul 24.00 – 08.00

Untuk karyawan shift diumpamakan yaitu A/B/C/D dimana 3 regu bekerja dan satu regu istirahat secara bergantian. Untuk hari libur atau hari yang ditetapkan pemerintah seperti hari raya atau libur nasional, regu yang mendapatkan jadwal bertugas tetap harus masuk bekerja. Berikut ini pembagian jadwal untuk regu shift :

Tabel 4.3 Shift Kerja Karyawan

Shift	Hari ke-															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
I	A	A	D	D	C	LIBUR		C	B	B	A	A	LIBUR			D
II	B	B	A	A	D			D	C	C	B	B				A
III	C	C	B	B	A			A	D	D	C	C				B
Libur	D	D	C	C	B			B	A	A	D	D				C
Shift	Hari ke-															
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
I	D	C	C	B	LIBUR		B	A	A	D	D	LIBUR			C	C
II	A	D	D	C			C	B	B	A	A				D	D
III	B	A	A	D			D	C	C	B	B				A	A
Libur	C	B	B	A			A	D	D	C	C				B	B

Bagi karyawan non – shift maupun shift akan bekerja selama 40 jam selama seminggu, Adapun beberapa ketentuan mengenai jadwal kerja karyawan diantaranya :

➤ **Cuti Tahunan**

Karyawan mempunyai hak mengambil cuti tahunan selama 14 hari setiap tahun. Bila dalam

waktu 1 tahun hak cuti tersebut tidak dipergunakan maka hak tersebut akan hilang untuk tahun tersebut.

➤ Hari Libur Nasional

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

➤ Kerja Lembur (overtime)

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

4.4.3.3. Fasilitas dan Hak Karyawan

Tersedianya fasilitas dari perusahaan yang dapat meningkatkan produktivitas karyawan dalam suatu perusahaan. Adanya fasilitas ini bertujuan agar kondisi jasmani dan rohani para karyawan stabil dan selalu terjaga dengan baik. Sehingga karyawan tidak merasakan hal jenuh dalam melakukan pekerjaan sehari-harinya dan kegiatan yang ada dalam perusahaan dapat berjalan dengan lancar. Berhubungan dengan hal tersebut, maka perusahaan menyediakan fasilitas yang bermanfaat dalam lingkungan perusahaan yang berhubungan dengan kepentingan

karyawan, meliputi :

➤ Poliklinik

Adanya poliklinik di perusahaan bertujuan untuk memelihara produktivitas para tenaga kerja serta pelayanan kesehatan untuk tenaga kerja yang membutuhkan tindakan medis tercepat dan terdekat seperti dokter, perawat, dan obat-obatan saat terjadi kecelakaan kerja maupun tenaga kerja yang sakit.

➤ Pakaian Kerja

Adanya pakaian kerja bertujuan untuk menghindari kesenjangan antar tenaga kerja perusahaan memberikan dua pasang pakaian kerja dan alat peindung diri (APD)

➤ Konsumsi Makan dan Minum

Perusahaan menyediakan konsumsi makan dan minum setiap jam makan siang yang akan dikelola oleh perusahaan catering yang telah ditetapkan.

➤ Koperasi

Koperasi karyawan memberikan kemudahan karyawan dalam simpan pinjam untuk memenuhi kebutuhan pokok dan perlengkapan rumah tangga serta kebutuhan lainnya.

➤ Jamsostek atau BPJS

Jamsostek merupakan asuransi sosial tenaga kerja yang bertanggung jawab kesehatan dan kecelakaan para karyawan. Jamsostek bertujuan untuk memberikan rasa aman kepada karyawan ketika menjalankan tugasnya.

➤ Tempat Ibadah

Perusahaan membangun tempat ibadah agar karyawan tetap melakukan kewajiban ibadah dengan tepat waktu.

➤ Transportasi

Untuk meningkatkan produktifitas dan mendukung mobilitas karyawan, perusahaan memberikan uang transportasi yang diterima bersamaan dengan upah pada setiap bulannya, selain itu perusahaan juga memberikan fasilitas kendaraan operasional maupun kegiatan lain.

BAB V UTILITAS

Agar pabrik bisa beroperasi dengan baik, diperlukan sarana penunjang yang penting demi kelancaran jalannya proses produksi. Unit pendukung proses bisa dikatakan juga sebagai unit utilitas. Sarana penunjang ini tidak kalah pentingnya dengan bahan baku dan bahan pembantu yang dibutuhkan dalam proses.

Salah satu faktor yang menunjang kelancaran suatu proses produksi di dalam pabrik yaitu penyediaan utilitas. Berikut unit-unit yang ada pada utilitas :

- a) Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)
- b) Unit Pembangkit Steam (*Steam Generation System*)
- c) Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)
- d) Unit Penyedia Udara Tekanan (*Instrument Air System*)
- e) Unit Penyediaan Bahan Bakar
- f) Unit Pengolahan Limbah
- g) Unit Pengolahan Coolant

5.1. Unit Penyediaan Air

Unit penyedia dan pengolahan air ini dikenal dengan Units Water Treatment System. Unit ini bertugas menyediakan dan mengolah air bersih yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan air dalam pabrik. Untuk memenuhi kebutuhan air pada suatu pabrik, air yang digunakan pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau, dan air laut. Kebutuhan air pada pabrik Fenol ini direncanakan akan dipenuhi oleh sumber air sungai yang terletak tidak jauh dari lokasi pendirian pabrik.

Air yang akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan operasional pada prarancangan pabrik Aseton masih mengandung pasir, mineral, ion-ion, dan kotoran yang harus diolah terlebih dahulu sebelum digunakan. Pengolahan air ini bertujuan untuk menjaga alat-alat proses agar tidak cepat rusak serta menjaga adanya kontaminan yang akan menyebabkan reaksi antara reaktan-reaktan yang terdapat dalam proses. Selain itu, pengolahan air dilakukan untuk menghindari fouling yang terjadi pada alat-alat penukar panas. Proses pengolahan air sungai dapat dilakukan secara fisis dan kimia. Adapun pertimbangan dalam memilih air sungai sebagai sumber untuk mendapatkan air adalah sebagai berikut:

- Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relative tinggi, sehingga selalu tersedia dan akan terhindarkan dari kendala kekurangan air.
- Pengolahan air sungai relative lebih mudah, sederhana, dan biaya pengolahan relative murah dibandingkan dengan proses pengolahan air laut yang lebih rumit dan biaya pengolahannya lebih besar karena membutuhkan alat dengan biaya yang lebih mahal

5.1.1. Air Domestik

Menurut standar yang sudah ditetapkan oleh WHO, kebutuhan air per orang berkisar antara 100 - 120 liter per hari. Untuk suatu pabrik atau kantor, kebutuhan air untuk satu orang sebesar 100 liter per hari (Sularso, 2001). Jumlah karyawan pada pabrik ini berjumlah 110 orang. Maka total kebutuhan air domestik sebesar :

Tabel 5. 1 Total Kebutuhan Air Domestik

No	Penggunaan	Jumlah kg/hari
1	karyawan	11000
2	mess	20000
3	kantor	11000
4	pemadam kebakaran	300
5	bengkel	300
6	poliklinik	1000
7	laboraturium	1000
8	pemadam kebakaran	3000
9	kantin, musholla, dan kebun	5600
Jumlah		53200

5.1.2. Air Layanan Umum

Service water merupakan air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan layanan umum seperti bengkel, klinik, laboratorium, kantin, masjid dan lain-lain. Kriteria service water yang digunakan sama seperti domestic water. Dan kebutuhan air hydrant pada kebutuhan air yang digunakan untuk pemadam kebakaran apabila terjadi timbulnya api atau kebakaran suatu tempat di dalam pabrik, kebutuhan air hydrant bersifat kondisional yang sewaktu-waktu dibutuhkan ketika kebutuhan mendesak yang harus dipadamkan apabila terjadi kebakaran. Air sanitasi harus memenuhi kualitas tertentu, yaitu:

- 1) Syarat fisika, meliputi :

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

2) Syarat Kimia, meliputi :

- Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air.
- Tidak mengandung bahan beracun
- Tidak mengandung bakteri terutama patogen yang dapat merubah fisik air.

3) Syarat bakteriologis : Tidak mengandung bakteri-bakteri, terutama bakteri patogen, seperti Salmonella, Pseudomonas, Escherichia coli.

Total perkiraan kebutuhan air untuk pemakaian layanan umum (service water) seperti bengkel, laboratorium 233,33 kg/jam.

5.1.3. Air Pendingin

Air pendingin merupakan air yang digunakan sebagai media pendingin pada proses produksi. Beberapa hal yang menjadi pertimbangan digunakannya air pendingin sebagai media pendingin, antara lain :

- 1) Air pendingin diperoleh dengan mudah dan dalam jumlah besar.
- 2) Mudah dilakukan pengaturan dan pengolahan.
- 3) Memiliki daya serap terhadap panas per satuan volume cukup tinggi.

4) Tidak terdekomposisi.

Namun, terdapat beberapa syarat kandungan zat yang tidak diperbolehkan ada dalam air pendingin, seperti :

- 1) Besi, karena dapat menyebabkan korosi.
- 2) Silika, karena dapat menyebabkan kerak.
- 3) Oksigen terlarut, karena dapat menyebabkan korosi.
- 4) Minyak, karena dapat menyebabkan gangguan pada film corrosion inhibitor, penurunan heat exchanger coefficient dan menimbulkan endapan karena minyak dapat menjadi makanan bagi mikroba.

Tabel 5.2 Kebutuhan Air Pendingin

NO.	Alat	Kode alat	Kebutuhan Air (Kg/Jam)
1	Reaktor-01	R-01	4950,5687
2	Netralizer-01	R-02	10445,4150
3	Condenser	CD-01	784,2014
4	Cooler-01	CL-01	970,6725587
Jumlah			17150,8577

Perancangan air pendingin dibuat over design sebesar 20% sehingga kebutuhannya menjadi 20581,03 Kg/Jam. Pada saat berlangsungnya proses, air pendingin akan mengalami blowdown pada unit cooling tower sehingga dibutuhkan air make-up. Setelah dilakukan perhitungan didapatkan kebutuhan air make-up yaitu 823,86 Kg/Jam.

5.1.4. Air Umpan Steam

Uap atau steam dalam pabrik digunakan sebagai media pemanas. Air umpan steam disediakan dengan excess 20%. Excess merupakan pengganti steam yang hilang karena kebocoran transmisi 10% serta faktor keamanan sebesar 20%. Air yang digunakan untuk boiler harus memenuhi persyaratan agar air tidak merusak boiler. Terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengolahan air umpan boiler, diantaranya :

- 1) Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi. Korosi yang terjadi dalam boiler disebabkan karena air mengandung larutan asam, gas-gas terlarut seperti CO₂, O₂, H₂S, dan NH₃. O₂ masuk karena aerasi maupun kontak dengan udara luar.
- 2) Zat-zat yang dapat menyebabkan kerak pembentukan kerak disebabkan adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silika. Adanya kerak akan mengakibatkan turunnya efisiensi operasi bahkan bisa mengakibatkan boiler tidak beroperasi sama sekali.
- 3) Zat-zat yang dapat menyebabkan foaming air yang diambil kembali dari proses pemanasan bisa menyebabkan foaming pada boiler karena adanya zat-zat organik yang tak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan biasanya terjadi pada alkalinitas tinggi.

Tabel 5. 3 Kebutuhan Air Utuk Steam

No	Alat	Kode	Kebutuhan Steam (Kg/jam)
1	Heat Exchanger 1	HE-121	1016,6667
2	Heat Exchanger 2	HE-122	1813,4000
3	Heat Exchanger 3	HE-123	880,0000
4	Heat Exchanger 4	HE-321	969,6461
5	Rebolier	R-343	1054,2859
6	Evaporator	EV-01	0,9666
Jumlah			5734,9653

Perancangan untuk steam dibuat over design sebanyak 20% sehingga menjadi 6881,96 kg/jam. Pada saat berlangsungnya proses, air pembangkit steam 85% akan dimanfaatkan kembali, sehingga dibutuhkan 15% air make-up, karena akan terjadi blowdown pada boiler sebesar 15% dan penggunaan steam trap sebesar 5%, sehingga jumlah air make-up yang dibutuhkan setelah dilakukan perhitungan yaitu sebesar 1032,29 kg/jam.

5.1.5. Kebutuhan Air Service

Kebutuhan service water diperkirakan sekitar 700 kg/jam. Perkiraan kebutuhan air ini nantinya akan digunakan untuk bengkel, laboratorium, pemadam kebakaran, kantin, dan lain –lain. Sehingga total kebutuhan air adalah sebesar 233,333 Kg/Jam dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 5. 4 Kebutuhan Air Service

No.	Keperluan	Jumlah (kg/jam)	Make Up (kg/jam)
1	<i>Domestik Water</i>	1291,67	1291,67
2	<i>Service Water</i>	233,33	233,33
3	<i>Cooling Water</i>	20581,03	823,86
4	<i>Steam Water</i>	6881,96	1032,29
5	<i>Process water</i>	10167,97	10167,97
Total		39155,95	13549,12

5.1.6. Total Kebutuhan Air**Tabel 5. 5** Kebutuhan Air

No.	Keperluan	Jumlah (kg/jam)
1	<i>Domestik Water</i>	1291,6667
2	<i>Service Water</i>	233,3333
3	<i>Cooling Water</i>	20581,0292
4	<i>Steam Water</i>	6881,9584
5	<i>Process water</i>	10167,9663
Total		38074,0533

5.1.7. Air Pemadam Kebakaran dan Bengkel

Air pemadam kebakaran harus ada keberadaannya di setiap pabrik. Jika suatu waktu terjadi kebakaran pada pabrik, dapat diatasi

dengan mudah dan cepat dengan air pemadam kebakaran. Maka oleh itu air pemadam kebakaran harus dipersiapkan. Sama seperti penggunaan air yang lainnya, air pemadam kebakaran juga disediakan di bak air servis.

5.2. Unit Pengolahan Air

a) Penghisapan (Reservoir)

Air didapat dari sungai kemudian dipompa dan dialirkan menuju alat penyaringan (screen) untuk menghilangkan kotoran - kotoran yang berukuran cukup besar. Setelah melalui tahap screening air akan ditampung di dalam reservoir. Jumlah air sungai yang masuk setelah melalui proses penyaringan sebesar 9.717,49 Kg/jam.

b) Screening

Tahap ini dilakukan untuk menyaring kotoran - kotoran yang berukuran cukup besar seperti dedaunan, ranting, dan sampah - sampah lainnya tanpa menggunakan bahan kimia. Sedangkan partikel kecil yang masih terkandung di dalam air akan diolah di tahap-tahap berikutnya. Pada sisi hisap pompa harus dipasang penyaring (screen) dan ditambah fasilitas pembilas yang berguna untuk meminimalisir alat penyaring menjadi kotor dan menjadi lebih cepat rusak. Jumlah air Sungai yang masuk pada aliran pertama menuju penyaringan sebesar 9.915,81 Kg/jam.

c) Penggumpalan/ Koagulasi

Koagulasi merupakan proses penggumpalan partikel koloid akibat

penambahan bahan koagulan atau zat kimia sehingga partikel-partikel tersebut bersifat netral dan membentuk endapan karena gravitasi. Koagulan yang digunakan adalah tawas atau Aluminium Sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), yang merupakan garam yang berasal dari asam kuat dan basa lemah, sehingga dalam air yang mempunyai suasana basa akan mudah terhidrolisa. Untuk memperoleh sifat alkalis agar proses flokulasi dapat berjalan efektif, sering ditambahkan kapur karena kapur berfungsi untuk mengurangi atau menghilangkan kesadahan karbonat dalam air untuk membuat suasana basa sehingga mempermudah penggumpalan. Sedangkan proses flokulasi bertujuan untuk menggumpalkan partikel-partikel tersebut menjadi flok dengan ukuran yang memungkinkan untuk dipisahkan dengan sedimentasi dan filtrasi. Waktu yang dibutuhkan untuk proses pengendapan terjadi selama 1 jam yang dapat menampung sebanyak $11,4 \text{ m}^3$.

d) Pengendapan

Pengendapan ini dilakukan di dalam bak pengendapan yang bertujuan untuk mengendapkan flok yang terbentuk dari proses koagulasi-flokulasi. Bentuk-bentuk flok tadi akan mengendap yang selanjutnya dapat dibuang (blow down).

e) Sand filter

Air dari bak pengendap yang masih mengandung padatan tersuspensi selanjutnya memasuki alat sand filter untuk difiltrasi. Filtrasi ini bertujuan untuk menghilangkan mineral-mineral yang

terkandung di dalam air, seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{2+} dan lain-lain dengan menggunakan resin. Sand Filter dicuci (back wash, rinse) bila sudah dianggap kotor.

f) Penampungan air bersih

Air yang sudah melalui tahap filtrasi bisa disebut sebagai air bersih dan ditampung dalam bak penampung air bersih. Air tersebut kemudian didistribusikan untuk keperluan :

- Service water
- Air domestic
- Make up cooling tower
- Bahan baku demin plant

g) Demineralisasi

Proses demineralisasi ini mempunyai tujuan untuk menyiapkan air murni bebas mineral - mineral terlarut seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{2+} , sehingga didapatkan air bermutu tinggi dan memenuhi persyaratan sebagai air umpan Boiler dan air proses produksi. Peralatan yang bisa digunakan untuk pembuatan Demin Water ini adalah :

- Mixed bed

Unit Mixed Bed adalah tempat pembersihan air yang terakhir yang akan dipakai untuk mengisi Boiler bertekanan tinggi dimana resin anion dan resin kation digabungkan dalam satu vessel. Kation akan terambil oleh resin kation dan anion terambil oleh resin anion. Apabila mixed bed sudah

jenuh, maka dilakukan regenerasi, sehingga kondisi resin dapat berfungsi kembali seperti semula.

- Dearetor

Tujuan dari unit ini adalah menghilangkan gas-gas terlarut terutama O₂ dan CO₂ yang masih terikat dalam feed water yang telah didemineralisasi. Gasgas tersebut dihilangkan agar tidak menyebabkan korosi pada alat proses.

5.3. Unit Pembangkit Steam (Steam Generation System)

Unit ini bertujuan untuk mencukupi kebutuhan steam pada proses produksi yaitu dengan cara menyediakan steam dan boiler. Sebelum masuk boiler air harus dihilangkan kesadiahannya. karena air yang sadah akan menimbulkan kerak di dalam boiler. Kebutuhan steam untuk penguapan sebanyak 1032,29 kg/jam

5.4. Unit Pembangkit Listrik

Kebutuhan listrik pada Perancangan Pabrik Fenol dari Cumene Hydroperoxide dengan Katalis Asam Sulfat Kapasitas 40.000 ton/tahun ini dipenuhi oleh dua sumber, yaitu dari PLN dan Generator. Generator tersebut juga dapat digunakan sebagai tenaga cadangan apabila suatu waktu PLN mengalami gangguan. Generator yang digunakan adalah generator dengan tipe AC Generator. Kebutuhan listrik pada pabrik adalah sebagai berikut :

Tabel 5. 6 Kebutuhan Daya Listrik Alat Proses

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Neutralizer	N	2,5000	1864,2500
Reaktor	R	8,5000	6338,4500
Decanter	DC-01	3,0000	2237,1000
Reboiler	RE-01	3,0000	2237,1000
Condenser	CD-01	3,0000	2237,1000
Menara Distilasi	MD-01	3,0000	2237,1000
Evaporator	EV-01	2,5000	1864,2500
Heater	HE-121	2,5000	1864,2500
Heater	HE-122	2,5000	1864,2500
Heater	HE-123	2,5000	1864,2500
Heater	HE-321	2,5000	1864,2500
Cooler	CL-01	3,0000	2237,1000
Pump	P-01	6,9000	5145,3300
Pump	P-02	1,5000	1118,5500
Pump	P-03	9,3000	6935,0100
Pump	P-04	1,0000	745,7000
Pump	P-05	9,5000	7084,1500
Pump	P-06	1,9100	1424,2870
Pump	P-07	1,5000	1118,5500

Pump	P-08	3,0000	2237,1000
Pump	P-09	9,6000	7158,7200
Total		82,7100	61676,8470

Total power pemakaian yang dibutuhkan berkisar **61676,8470 Watt = 61,67 kW**

Tabel 5. 7 Kebutuhan Daya Listrik Alat Utilitas

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Screening		2	1491,4000
Reservoir		5	3728,5000
Bak Penggumpal		1	745,7000
Bak Pengendap I		1	745,7000
Bak Pengendap II		1	745,7000
Sand Filter		1	745,7000
Bak Air Penampung Sementara		1	745,7000
Bak Air Pendingin		1	745,7000
Cooling Tower		4	2982,8000
Blower Cooling Tower		4	2982,8000
Mixed Bed		5	3728,5000
Boiler		6	4474,2000
Tangki Alum		5	3728,5000
Tangki Kaporit		0,2	149,1400
Tangki Klorinasi		0,22	164,0540
Tangki Air Bersih		0,18	134,2260
Tangki H ₂ SO ₄		0,21	156,5970
Tangki Air Demin		0,15	111,8550
Tangki Air Bertekanan		0,23	171,5110
Tangki Service Water		0,26	193,8820
Pompa 1	PU-01	0,1	74,5700
Pompa 2	PU-02	0,1	74,5700
Pompa 3	PU-03	0,1	74,5700
Pompa 4	PU-04	0,1	74,5700
Pompa 5	PU-05	0,1	74,5700
Pompa 6	PU-06	0,1	74,5700

Pompa 7	PU-07	0,1	74,5700
Pompa 8	PU-08	0,1	74,5700
Pompa 9	PU-09	0,1	74,5700
Pompa 10	PU-10	0,1	74,5700
Pompa 11	PU-11	0,1	74,5700
Pompa 12	PU-12	0,1	74,5700
Pompa 13	PU-13	0,1	74,5700
Pompa 14	PU-14	0,1	74,5700
Pompa 15	PU-15	0,1	74,5700
Pompa 16	PU-16	0,1	74,5700
Pompa 17	PU-17	0,1	74,5700
Pompa 18	PU-18	0,1	74,5700
Pompa 19	PU-19	0,1	74,5700
Pompa 20	PU-20	0,1	7457,0000
Total		40,4500	37.545,9950

Total power pemakaian yang dibutuhkan berkisar **37.545 Watt = 37,546 kW**. Sehingga total pemakaian listrik motor penggerak sebesar 99,22 kW.

Generator yang digunakan sebagai cadangan sumber listrik mempunyai efisiensi sebesar 80%, sehingga generator yang disiapkan harus mempunyai kapasitas sebesar 240,8485 kW

5.5. Unit Penyedia Udara Tekan

Unit penyedia udara tekan ini berfungsi untuk menyediakan udara tekan pada alat-alat instrumentasi dan alat kontrol pada pabrik. Udara tekan biasanya digunakan sebagai penggerak alat-alat kontrol yang bekerja secara pneumatic. Tekanan pada udara tekan biasanya berkisar antara 5,5 barsampai 7,2 bar. Kebutuhan udara tekan untuk pabrik fenol dari cumene hydroperoxide ini diperkirakan sebesar 29,90592 m³ /jam.

5.6. Unit Penyedia bahan Bakar

Unit penyedia bahan bakar berfungsi untuk menyediakan bahan bakar yang akan digunakan untuk menggerakkan boiler dan generator pada pabrik. Bahan bakar yang digunakan untuk menggerakkan boiler adalah fuel oil sedangkan generator adalah Industrial Diesel Oil atau Solar. Fuel oil yang dibutuhkan untuk menggerakkan boiler sebanyak 46,6386 kg/jam, sedangkan solar yang dibutuhkan untuk menggerakkan generator sebanyak 16,4804 kg/jam

5.7. Unit Pengolahan Limbah

Pada proses perancangan pabrik fenol dari cumene hydroperoxide ini menghasilkan beberapa jenis limbah yang perlu diolah terlebih dahulu diantaranya :

1) Pengolahan air buangan sanitasi

Air buangan sanitasi yang berasal dari seluruh toilet dikawasan pabrik dikumpulkan dan diolah dalam unit stabilisasi. Campuran yang berupa padatan dan cairan terlebih dahulu dipecah bahan-bahan organiknya dengan menggunakan lumpur aktif dan sistem aerasi yang terdiri dari bak bersistem overflow dan desinfektan klorin ditambahkan untuk membunuh mikroorganisme yang menimbulkan penyakit. Air yang telah diolah dan memenuhi syarat pembuangan dialirkan ke kolam penampung.

2) Limbah cari dari proses

Air dari unit demineralisasi dan air regenerasi resin

dinetralkan dalam kolom netralisasi. Penetralkan dilakukan dengan larutan H_2SO_4 bila pH air buangan tersenut dari 7, jika pH kurang dari 7 digunakan NaOH. Air yang telah dinetralkan selanjutnya dialirkan ke kolam penampung.

3) Limbah berminyak dari pompa

Limbah cair yang mengandung minyak minyak berasal dari buangan pelumaspada pompa, dan alat-alat lainnya. Pemisahan dilakukan berdasarkan perbedaan berat jenisnya. Minyak dialirkan ke tungku pembakar, sedangkan air dibagian bawah dialirkan ke penampungan akhir, kemudian di buang.

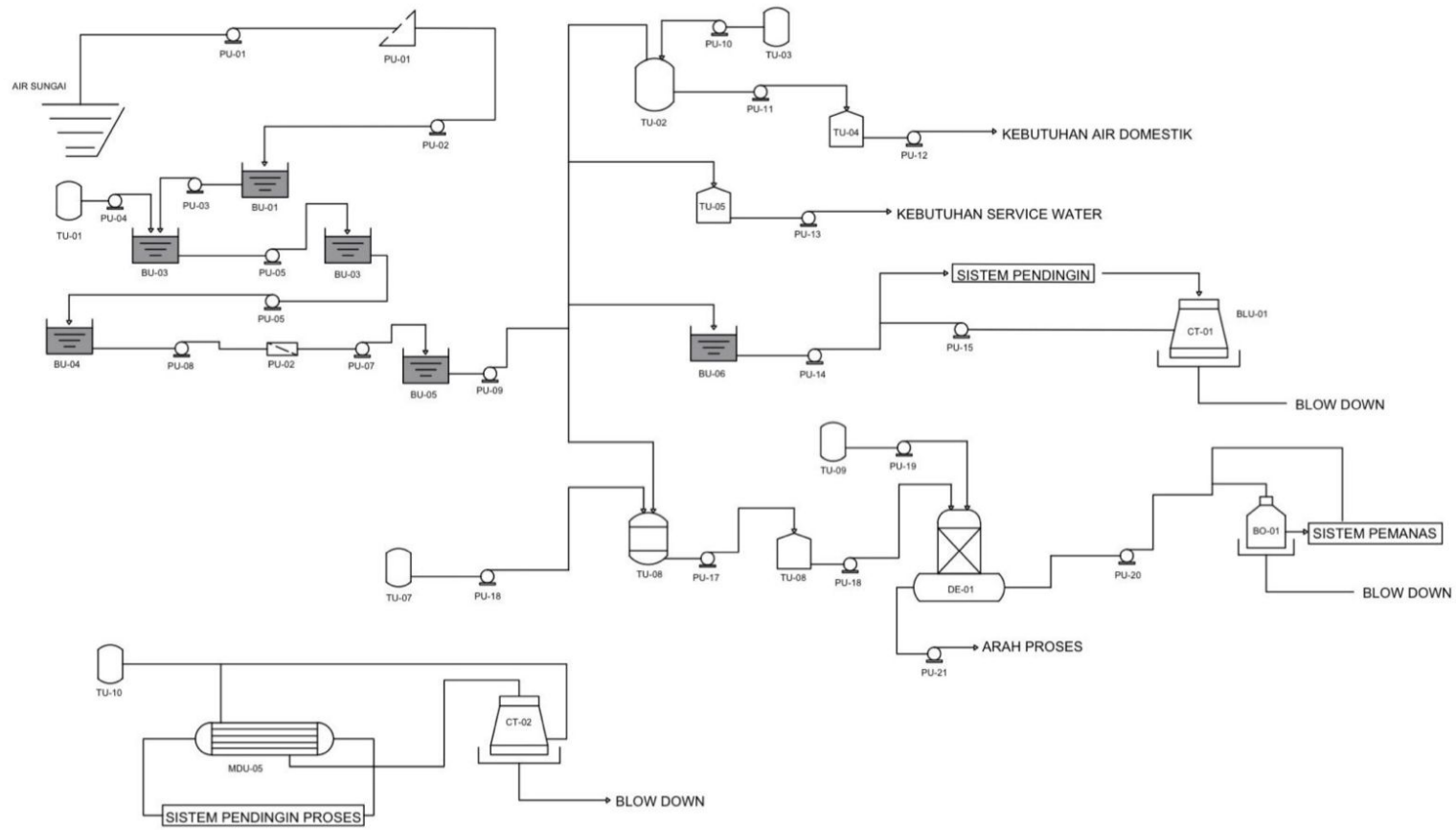
4) Pengolahan bahan buangan padatan

Limbah padat berupa lumpur atau pasir yang dihasilkan dari unit pengolahan air, dimanfaatkan sebagai penimbunan yang sebelumnya diturunkan kadar airnya.

5) Limbah gas

Limbah gas ini berasal dari alat decanter (DC-01 dan DC-02) yang berupa gas H_2O . Gas H_2O dapat langsung dibuang ke lingkungan karena tidak berbahaya.

Gambar 5.1 Diagram Alir Utilitas



BAB VI EVALUASI EKONOMI

Dalam merancang pabrik kimia fenol ini diperlukan evaluasi ekonomi untuk mengetahui apakah pabrik yang kami dirikan merupakan suatu investasi yang baik, layak serta menguntungkan untuk skala jangka Panjang. Adapun beberapa hal yang menjadi pertimbangan bahwa pabrik fenol ini dirancang dengan risiko yang rendah (low risk) diantaranya :

- a) Kondisi optimal operasi proses yang termasuk rendah
- b) Sifat bahan yang tidak mudah menguap dan tidak mudah meledak.
- c) Produk yang dihasilkan menghasilkan produk sampingan yang dapat menambah nilai jual.

Evaluasi ekonomi dapat meninjau kebutuhan modal investasi, besar keuntungan yang diperoleh, lama modal investasi dapat dikembalikan, dan titik terjadinya impas yaitu total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh. Sehingga dapat menjadi suatu dasar kelayakan untuk mendirikan suatu pabrik. Faktor yang mempengaruhi evaluasi ekonomi diantaranya, yaitu:

- 1) Return On Investment (ROI)
- 2) Pay Out Time (POT)
- 3) Discounted Cash Flow (Rate DFCR)
- 4) Break Even Point (BEP)
- 5) Shut Down Point (SDP)

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

- 1) Penentuan Modal Industri (*Total Capital Investment*)
 - a) Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*)
 - b) Modal Kerja (*Working Capital Investment*)
- 2) Penentuan Biaya Produksi Total (*Total Product Cost*)
 - a) Biaya pembuatan (*Manufacturing Cost*)
 - b) Biaya pengeluaran umum (*General Expenses*)
- 3) Pendapatan Modal
 - a) Biaya tetap (*Fixed Cost*)
 - b) Biaya variabel (*Variable Cost*)
 - c) Biaya mengambang (*Regulated Cost*)

6.1. Penaksiran Harga Alat

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

Pabrik fenol beroperasi selama satu tahun produksi yaitu 330 hari dan tahun evaluasi pada tahun 2027. Di dalam analisa ekonomi harga-harga alat maupun harga-harga lain diperhitungkan pada tahun analisa. Untuk mencari harga pada tahun analisa, maka dicari indeks pada tahun analisa.

Harga indeks tahun 2026 diperkirakan secara garis besar dengan data indeks dari tahun 1970 sampai 2016 dan ditentukan dengan persamaan

regresi linier. Berikut adalah indeks harga yang di dalam Teknik kimia disebut CEP indeks atau Chemical Engineering Plant Cost Index (CEPCI).

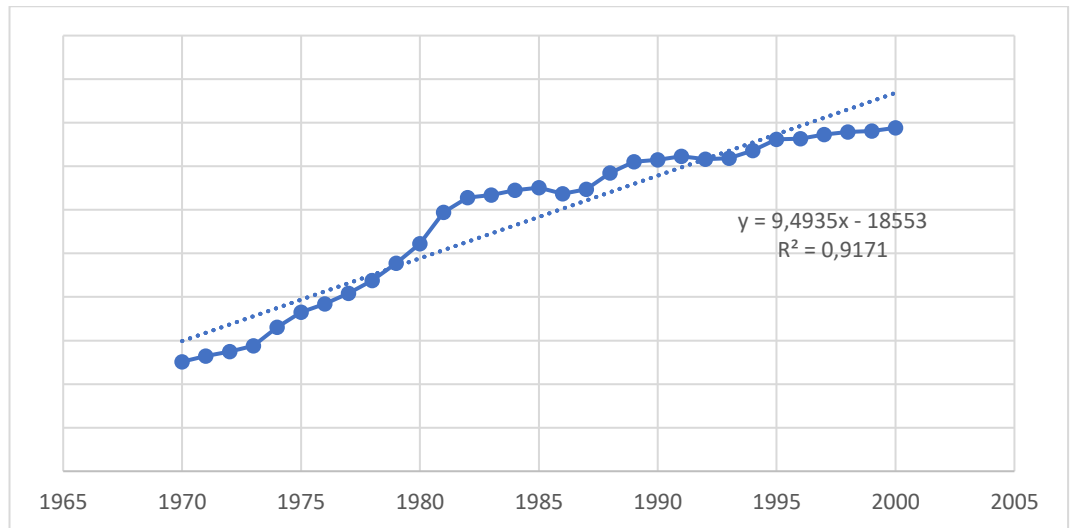
Tabel 6. 1 Chemical Engineering Plant Cost Index (CEPCI).

No	(Xi)	Indeks (Yi)
1	1970	125,7
2	1971	132,3
3	1972	137,2
4	1973	144,1
5	1974	165,4
6	1975	182,4
7	1976	192,1
8	1977	204,1
9	1978	218,8
10	1979	238,7
11	1980	261,2
12	1981	297,0
13	1982	314,0
14	1983	317,0
15	1984	322,7
16	1985	325,3
17	1986	318,4
18	1987	323,8
19	1988	342,5
20	1989	355,4
21	1990	357,6
22	1991	361,3
23	1992	358,2
24	1993	359,2
25	1994	368,1
26	1995	381,1
27	1996	381,7
28	1997	386,5
29	1998	389,5
30	1999	390,6
31	2000	394,1

Dengan hasil regrenerasi linier yang telah ditentukan, didapatkan

grafik hubungan antara tahun dengan indeks harga yang ditunjukkan pada gambar 6.1.

Gambar 6. 1 Hasil Regresi Linear CEPCI



Didapatkan persamaan :

$$y = 9,4935x - 18553$$

Dimana :

$y = \text{Indeks Harga}$

$x = \text{Tahun Pembelian}$

Dari persamaan diatas didapatkan harga indeks pada tahun 2027 sebesar 690,324. Harga alat pada tahun pabrik didirikan dapat ditentukan berdasarkan harga pada tahun referensi yang dikalikan dengan rasio indeks harga (Aries dan Newton,1955).

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

Dimana :

$Ex = \text{harga pembelian pada tahun 2025}$

E_y = harga pembelian pada tahun referensi

N_x = indeks harga pada tahun 2025

N_y = indeks harga pada tahun referensi

6.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas pabrik	: 40.000 ton/tahun
Satu tahun operasi	: 330 hari
Umur pabrik	: 10 tahun
Tahun pendirian	: 2027
Kurs mata uang	: 1 USD = 15.757 rupiah (Oktober, 2023)
Harga bahan baku ($C_9H_{12}O_2$):	Rp 65.355.840.000/tahun
Harga bahan baku (H_2SO_4)	: Rp 98.041.489/tahun
Harga bahan baku (NH_4OH)	: Rp 70.029.629/tahun
Harga produk utama (C_6H_5OH):	Rp 81.576.000/tahun
Harga produk sampingan (C_3H_6O)	: Rp 21.910.381/tahun

6.2. Perhitungan Biaya

6.2.1. Capital Investment

Capital investment merupakan jumlah pengeluaran yang dibutuhkan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikan pabrik. Capital investment terdiri dari ;

a) Fixed Capital Investment

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

b) Working Capital Investment

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

6.2.2. Total Production Cost

Manufacturing Cost Manufacturing cost merupakan biaya yang dibutuhkan untuk kegiatan produksi suatu produk. Manufacturing cost merupakan jumlah dari direct, indirect, dan fixed manufacturing cost yang berkaitan dengan proses pembuatan produk. Menurut Aries dan Newton, manufacturing cost meliputi:

- a) Direct Cost: merupakan biaya pengeluaran yang berhubungan langsung dalam proses pembuatan suatu produk.
- b) Indirect Cost: merupakan biaya pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi suatu pabrik.
- c) Fixed Cost: merupakan biaya pengeluaran yang bersifat tetap, tidak dipengaruhi oleh tingkat produksi dan waktu atau pengeluaran ketika pabrik beroperasi maupun tidak beroperasi.

6.2.3. General Expenses

General Expenses atau pengeluaran umum merupakan biaya pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi perusahaan dan tidak termasuk manufacturing cost.

6.3. Analisa Kelayakan

Analisa atau evaluasi kelayakan suatu perancangan pabrik dilakukan untuk mengetahui keuntungan yang diperoleh. Studi kelayakan dari pabrik

Fenol dapat dilihat dari parameter-parameter ekonomi. Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan adalah :

6.3.1. *Return On Investment (ROI)*

Return on investment adalah perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan pada kecepatan pengembalian modal tetap yang diinvestasikan. Persamaan yang digunakan untuk menghitung percent return on investment adalah :

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

Keuntungan atau profit dihitung berdasarkan annual sales (Sa) dan total manufacturing cost. Finance akan dihitung sebagai komponen yang berisikan pengembalian hutang selama pembangunan pabrik. Pabrik dengan risiko rendah mempunyai minimum ROI before tax sebesar 24%, sedangkan pada pabrik dengan resiko tinggi mempunyai minimum ROI before tax sebesar 16%.

6.3.2. *Pay Out Time (POT)*

Pay out time merupakan waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui berapa tahun modal investasi yang dilakukan akan kembali. Persamaan yang digunakan untuk menghitung pay out time adalah ;

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

Pabrik dengan risiko rendah mempunyai nilai POT maksimal 3

tahun, sedangkan pabrik dengan risiko tinggi mempunyai nilai POT maksimal 4 tahun.

6.3.3. *Break Event Point (BEP)*

Break even point merupakan titik impas dimana pabrik tidak mengalami keuntungan maupun kerugian. Pada kondisi ini kapasitas produksi pada saat sales sama dengan total cost. Pabrik akan mengalami kerugian apabila beroperasi di bawah nilai BEP, dan akan mengalami keuntungan apabila beroperasi di atas nilai BEP. Nilai BEP pada umumnya memiliki nilai berkisar antara 40% - 60%. Persamaan yang digunakan untuk menghitung break even point adalah ;

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

Dimana :

Fa : Annual fixed manufacturing cost pada produksi maksimum

Ra : Annual regulated expense pada produksi maksimum

Sa : Annual variable value pada produksi maksimum

Va : Annual sales value pada produksi maksimum

6.3.4. *Shut Down Point (SDP)*

Shut down point merupakan titik dimana suatu kegiatan produksi dihentikan. Penghentian ini bisa terjadi karena keputusan manajemen yang dikarenakan kegiatan produksi yang tidak ekonomis, atau bisa juga diakibatkan oleh variable cost yang terlalu tinggi. Dalam setahun, persen kapasitas minimum pabrik bisa mencapai kapasitas produk yang diinginkan. Namun jika pabrik tersebut dalam setahun tidak bisa

mencapai kapasitas minimum yang diinginkan maka operasi pabrik harus dihentikan. Hal tersebut diakibatkan karena biaya yang akan dikeluarkan untuk melanjutkan proses operasi akan lebih mahal dibandingkan dengan biaya yang digunakan untuk membayar fixed cost dan menutup pabrik. Persamaan yang digunakan untuk menentukan shut down point adalah :

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

6.3.5. *Discontinued Cash Flow Rate of Return (DCFR)*

Discounted cash flow rate of return merupakan perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahunnya. Didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik. Persamaan yang digunakan untuk menghitung discounted cash flow rate of return adalah :

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

Dimana :

FC : Fixed capital

WC : Working capital

SV : Salvage value

C : Cash flow (keuntungan setelah pajak + depresiasi + finance)

N : Umur pabrik

I : Nilai DCFR

6.4. Hasil Perhitungan

Pendirian pabrik fenol dari cumene hydroperoxide dengan kapasitas 40.000 ton/tahun ini memerlukan perencanaan keuangan dan analisis yang baik untuk meninjau apakah pabrik ini layak untuk didirikan dengan melihat hasil perhitungan pada table 6.2 hingga 6.14.

Tabel 6. 2 Physical Plant Cost (PPC)

No	Type of Capital Investment	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Purchased Equipment cost</i>	Rp 284.442.478.118	\$ 19.684.601
2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	Rp 71.110.619.529	\$ 4.921.150
3	Instalasi cost	Rp 45.451.151.182	\$ 3.145.408
4	Pemipaan	Rp 65.633.953.150	\$ 4.542.142
5	Instrumentasi	Rp 70.626.607.846	\$ 4.887.655
6	Insulasi	Rp 10.500.285.259	\$ 726.663
7	Listrik	Rp 28.444.247.812	\$ 1.968.460
8	Bangunan	Rp 29.300.000.000	\$ 2.027.682
9	<i>Land & Yard Improvement</i>	Rp 38.550.000.000	\$ 2.667.820
<i>Physical Plant Cost (PPC)</i>		Rp 644.059.342.895	\$ 44.571.581

Tabel 6. 3 Direct Plant (DPC)

No	Type of Capital Investment	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Teknik dan Konstruksi	Rp 128.811.868.579	\$ 8.914.316
Total (DPC + PPC)		Rp 772.871.211.475	\$ 53.485.897

Tabel 6. 4 Fixed Capital Investment (FCI)

No	Type of Capital Investment	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Total DPC + PPC	Rp 772.871.211.475	\$ 53.485.897
2	Kontraktor	Rp 30.914.848.459	\$ 2.139.436
3	Biaya tak terduga	Rp 77.287.121.147	\$ 5.348.590
Fixed Capital Investment (FCI)		Rp 881.073.181.081	\$ 60.973.923

Tabel 6. 5 Working Capital Investment (WCI)

No	Type of Capital Investment	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Raw Material Inventory	Rp 6.917.684.414	\$ 478.732
2	In Process Inventory	Rp 43.810.358.414	\$ 3.031.859
3	Product Inventory	Rp 29.206.905.609	\$ 2.021.239
4	Extended Credit	Rp 159.828.506.589	\$ 11.060.796
5	Available Cash	Rp 87.620.716.828	\$ 6.063.717
Working Capital (WC)		Rp 327.384.171.854	\$ 22.656.344

Tabel 6. 6 Direct Manufacturing (DMC)

No	Type of Capital Investment	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Raw Material	Rp 25.364.842.850	\$ 1.755.352,45
2	Labor	Rp 10.344.000.000	\$ 715.847,75
3	Supervision Cost	Rp 1.551.600.000	\$ 107.377,16
4	Maintenance Cost	Rp 17.621.463.622	\$ 1.219.478,45
5	Plant Supplies Cost	Rp 2.643.219.543	\$ 182.921,77
6	Royalty and Patents Cost	Rp 5.860.378.575	\$ 405.562,53
7	Utilities	Rp 112.151.429.272	\$ 7.761.344,59
Direct Manufacturing Cost (DMC)		Rp 175.536.933.863	\$ 12.147.885

Tabel 6. 7 Indirect Manufacturing Cost (IMC)

No	Type of Capital Investment	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Payroll Overhead	Rp 1.551.600.000	\$ 107.377
2	Laboratory Cost	Rp 1.034.400.000	\$ 71.585
3	Plant Overhead Cost	Rp 5.172.000.000	\$ 357.924
4	Shipping and Packaging	Rp 23.441.514.300	\$ 1.622.250
Indirect Manufacturing Cost (IMC)		Rp 31.199.514.300	\$ 2.159.136

Tabel 6. 8 Fixed Manufacturing Cost (FMC)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Depreciation	Rp 88.107.318.108	\$ 6.097.392
2	Propertu taxes	Rp 17.621.463.622	\$ 1.219.478
3	Insurance	Rp 8.810.731.811	\$ 609.739
Fixed Manufacturing Cost (FMC)		Rp 114.539.513.541	\$ 7.926.610

Tabel 6. 9 Manufacturing Cost (MC)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Direct Manufacturing Cost	Rp 175.536.933.863	\$ 12.147.885
2	Indirect Manufacturing Cost	Rp 31.199.514.300	\$ 2.159.136
3	Fixed Manufacturing Cost	Rp 114.539.513.541	\$ 7.926.610
Manufacturing Cost (MC)		Rp 321.275.961.703	\$ 22.233.631

Tabel 6. 10 General Expense

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Administration	Rp 6.425.519.234	\$ 444.673
2	Sales expense	Rp 16.063.798.085	\$ 1.111.682
3	Research	Rp 6.425.519.234	\$ 444.673
4	Finance	Rp 24.169.147.059	\$ 1.672.605
General Expense (GE)		Rp 53.083.983.612	\$ 3.673.632

Tabel 6. 11 Total Production Cost (TPC)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Manufacturing Cost (MC)	Rp 321.275.961.703	\$ 22.233.631
2	General Expense (GE)	Rp 53.083.983.612	\$ 3.673.632
Total Production Cost (TPC)		Rp 374.359.945.315	\$ 25.907.263

Tabel 6. 12 Fixed Cost (Fa)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Depreciation	Rp 88.107.318.108	\$ 6.097.392
2	Property taxes	Rp 17.621.463.622	\$ 1.219.478
3	Insurance	Rp 8.810.731.811	\$ 609.739
Fixed Cost (Fa)		Rp 114.539.513.541	\$ 7.926.610

Tabel 6. 13 Variable Cost (Va)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Raw material	Rp 25.364.842.850	\$ 1.755.352
2	Packaging & shipping	Rp 23.441.514.300	\$ 1.622.250
3	Utilities	Rp 112.151.429.272	\$ 7.761.345
4	Royalties and Patents	Rp 5.860.378.575	\$ 405.563
Variable Cost (Va)		Rp 166.818.164.997	\$ 11.544.510

Tabel 6. 14 Regular Cost (Ra)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Labor cost	Rp 10.344.000.000	\$ 715.848
2	Plant overhead	Rp 5.172.000.000	\$ 357.924
3	Payroll overhead	Rp 1.551.600.000	\$ 107.377
4	Supervision	Rp 1.551.600.000	\$ 107.377
5	Laboratory	Rp 1.034.400.000	\$ 71.585
6	Administration	Rp 6.425.519.234	\$ 444.673
7	Finance	Rp 24.169.147.059	\$ 1.672.605
8	Sales expense	Rp 16.063.798.085	\$ 1.111.682
9	Research	Rp 6.425.519.234	\$ 444.673
10	Maintenance	Rp 17.621.463.622	\$ 1.219.478
11	Plant supplies	Rp 2.643.219.543	\$ 182.922
Regulated Cost (Ra)		Rp 93.002.266.777	\$ 6.436.143

6.6 Analisis Keuntungan

Total penjualan	: Rp 586.037.857.491
Total <i>production cost</i>	: Rp 374.359.945.315
Keuntungan sebelum pajak	: Rp 211.677.912.176
Pajak (50-52% dari keuntungan)	: Rp 74.087.269.262
Keuntungan setelah pajak	: Rp 137.590.642.915

6.6. Hasil Kelayakan Ekonomi

1) *Percent Return On Investment (ROI)*

ROI sebelum pajak	: 24 %
ROI setelah pajak	: 16 %

2) *Pay Out Time (POT)*

POT sbelum pajak	: 3 tahun
POT setelah pajak	: 4 tahun

3) *Break Even Point (BEP)*

BEP	: 40,22 %
-----	-----------

4) *Shut Down Point (SDP)*

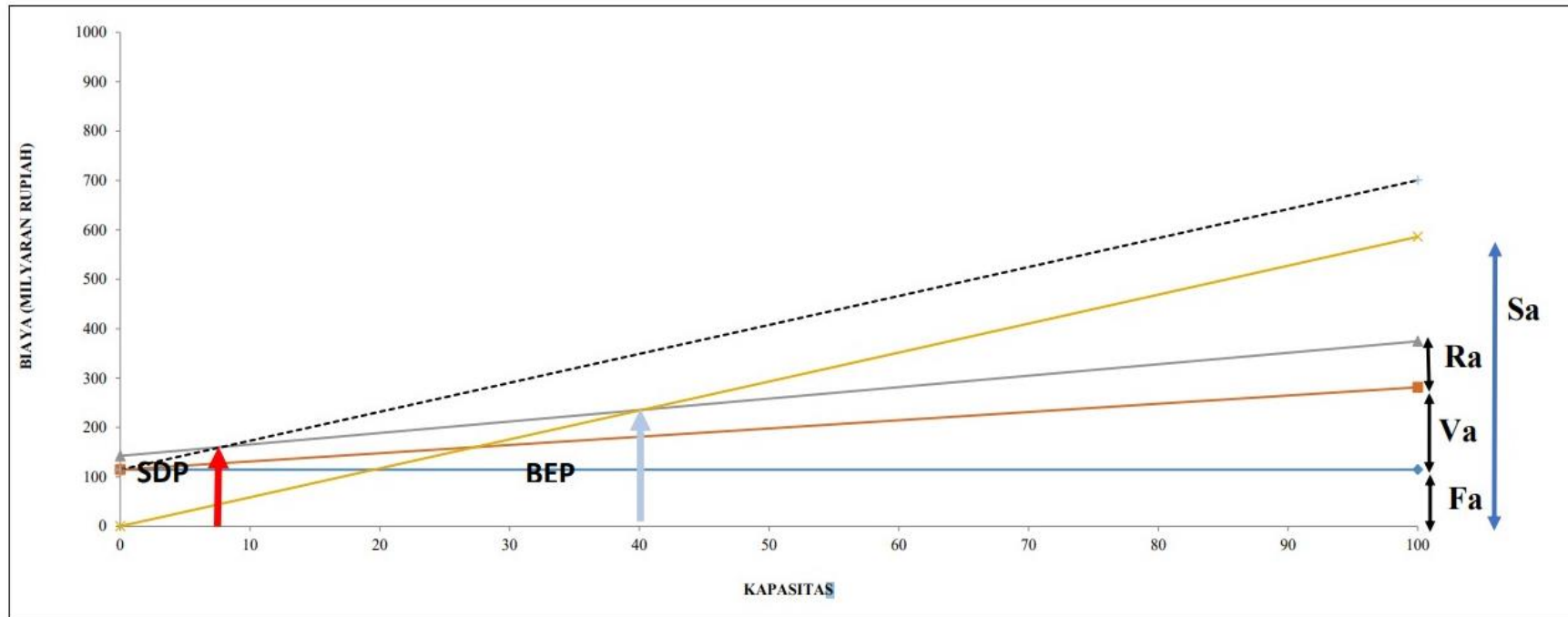
SDP	: 7,88 %
-----	----------

5) *Discount Cash Flow Rate (DCFR)*

Umur pabrik	: 10 tahun
<i>Fixed capital investment</i>	: Rp 55.378.578
<i>Working capital</i>	: Rp 327.384.171.854
<i>Salvage value (SV)</i>	: Rp 88.107.318.108
<i>Cash flow (CF)</i>	: annual profit + depresiasi + finance
	: Rp 249.867.108.082

Discount cash flow dihitung secara *trial & error*. R = S. Dengan *trial & error* diperoleh nilai $i = 6\%$

Gambar 6. 2 Grafik BEP



BAB VII

PENUTUP

7.1. Kesimpulan

Pabrik *phenol* dari *cumene hydroperoxide* dengan katalis asam sulfat berkapasitas 40.000 ton/tahun direncanakan berdiri pada tahun 2027. Maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan tinjauan proses, kondisi operasi, sifat-sifat bahan baku dan produk serta lokasi pabrik, maka pabrik ini tergolong pabrik beresiko tinggi.
2. Pabrik *phenol* akan didirikan di daerah cilegon dengan luas tanah 14.051 m² dengan jumlah karyawan sebanyak 113 orang dan beroperasi selama 330 hari/tahun.
3. Total *capital investment* yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik ini terdiri dari *fixed capital investment* sebesar Rp 881.073.181.081 dan *working capital* sebesar Rp 327.384.171
4. Total *production cost* yang dibutuhkan oleh pabrik terdiri dari *manufacturing cost* sebesar Rp 114.539.513.541 dan *general expense* sebesar Rp 53.083.983.612
5. Nilai ROI pabrik phenol yaitu:
 - a. ROI sebelum pajak = 24 %
 - b. ROI setelah pajak = 16 %

Pabrik beresiko tinggi memiliki persyaratan ROI sebelum pajak minimal 44% dan pabrik *phenol* ini telah memnuhi persyaratan.

6. *Pay Out Time* (POT) pabrik phenol yaitu:

- a. POT sebelum pajak = 3 tahun
- b. POT setelah pajak = 4 tahun

Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan reiko tinggi maksimum adalah 2 tahun dan pabrik *phenol* memenuhi persyaratan.

7. Nilai BEP, SDP, dan DCFR pabrik phenol ini adalah:

- a. Nilai BEP = 40,22 %
- b. Nilai SDP = 7,88 %
- c. Nilai DCFR = 6 %

Dari hasil analisa ekonmi diatas dapat disimpulkan bahawa pabrik *phenol* dari *cumene hydroperoxide* dengan katalis asam sulfat dengan kapasitas 40.000 ton/tahun layak unutm dikaji lebih lanjut untuk proses pendirian.

7.2. Saran

Perancangan suatu pabik kimia harus diperlukan beberapa pemahaman tentang konsep-konsep dasar yang dapat meningkatkan kelayakan pendirian suatu pabrik kimia diantaranya yaitu:

1. Optimasi pemilihan seperti alat proses atau alat penunjang dan bahan baku perlu diperhatikan sehingga akan mengoptimalkan keuntungan dan kualitas yang diperoleh.
2. Produk *phenol* dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan di masa mendatang yang jumlahnya semakin meningkat.
3. Pendirian suatu pabrik kimia tidak pernah lepas dari produksi limbh. Limbah tersebut jika tidak diolah dengan sebagaimana mestinya maka akan mencemari

lingkungan sekitar, maka dari itu diharapkan berkembangnya pabrik-pabrik kimia yang ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S., and Newton, R.D., 1955, *Chemical Engineering Cost Estimation*, McGraw Hill Handbook Co., Inc., New York
- Brown, G.G., Donal Katz, Foust, A.S., and Schneidewind, R., 1978, *Unit Operation*, Modern Asia Edition, John Wiley and Sons, Inc., New York
- Brownell, L.E., and Young, E.H., 1959, *Process Equipment Design*, John Wiley and Sons, Inc., New York
- Coulson, J.M., and Richardson, J.F., 1983, *Chemical Engineering*, Vol 1 \$ 6, Pergamon Internasional Library, New York
- Fromment, F.G., and Bischoff, B.K., 1979, *Chemical Reactor Analysis and Design*, John Wiley and Sons, Inc., New York
- Geankoplis, C.J., 1993, *Transport Process and Unit Operation*, 3th ed. Prentice-Hall International Inc : London.
- Geankoplis, C.J., 2003, *Transport Processes and Unit Operations*, 4th ed. Prentice-Hall International Inc : Tokyo.
- Himmeblau, D., 1996, *Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering*. 6th edition. Pretience-Hall International Inc : Texas.
- Holman, J., 1981, *Heat Transfer*, Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York
- Kern, D.Q., 1983, *Process Heat Transfer*, Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York
- Kirk, R.E., & Othmer, V.R. (1987). *Encyclopedia Of Chemical Technology*, 4th ed. John Wiley & Sons Inc : New York.
- Levenspiel, O., 1972, *Chemical Reaction Engineering*, 2nd ed., John Wiely and Sons, Inc., New York

- Ludwig, E.E., 1964, *Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants*, Gulf Publishing, Co., Houston
- Matches., 2014, *Manufacture of Chemicals, Energy, Materials and Metallurgical Things That Involving **Mathematics** and **Chemistry***. 02 Oktober 2019.
[http:// www.matche.com/equipcost/Default.html](http://www.matche.com/equipcost/Default.html)
- McCabe, Smith, J.C., and Harriot, 1985, *Unit Operation of Chemical Engineering*, 4th ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York
- Perry, R.H., and Green, D.W., 1986, *Perry's Chemical Engineer's Handbook*, 6th ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York
- Perry, R.H., & Green, D., 1999, *Perry's Chemical Engineers Handbook*, 7th ed. McGraw Hill Companies Inc : USA.
- Perry, R.H., & Green, D., 2008, *Perry's Chemical Engineers Handbook*, 8th ed. McGraw Hill Companies Inc : USA.
- Peters, M.S., and Timmerhaus, K.D., 1990, *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*, 3rd Ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York
- Peters, M.S., Klaus D. Timmerhaus and Ronald E. West., 2004, *Plant Design and Economics for Chemical Engineer*, 5th Ed., Mc.Graw-Hill., Singapore
- Rase, H.F., and Barrow, H.W., 1957, *Project Engineering of Process Plant.*, John Wiley and Sons., Inc., New York
- Smith, J.M., Ness, Van H.C., Abbott, M.M., 2001, *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*, 6th Ed., Mc.Graw-Hill Inc., Singapore.
- Treybal, R.E., 1981, *Mass-Transfer Operations*, 3rd ed. Mc-Graw Hil : New York.
- Turton, R., Bailie, R.C., Whiting, W.B., 2009, *Analysis, Synthesis, and Design of*

Chemical Processes, 3rd Ed., Prentice-Hall Inc., New Jersey.

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

US Patent 5998677., 1999, *Process for The Production of Phenol.*

Walas, S.M., 1988, *Chemical Process Equipment.* 3rd ed. Butterworths Series in Chemical Engineering : USA.

Yaws, C.L., 1999, *Chemical Properties Handbook.*, Mc.Graw Hill., New York.

LAMPIRAN A

PERANCANGAN REAKTOR

Nama Alat : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)

Kode : R – 110

Fungsi : Menguraikan atau mengubah $C_9H_{12}O_2$ menjadi C_6H_5OH dan C_3H_6O dengan menggunakan katalis H_2SO_4

Bahan : Stainless Steel SA 167 grade 3 type 304

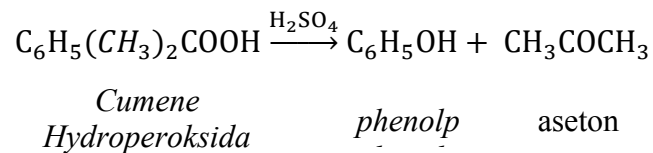
Kondisi Operasi :

Suhu : $100^{\circ}C$

Tekanan : 1 atm (14,7 Psi)

Waktu tinggal : 0,51 jam

Reaksi yang terjadi :



Alasan pemilihan :

- 1) Terdapat pengaduk sehingga suhu dan komposisi campuran adalah reaktor yang harus selalu homogen bisa terpenuhi.
- 2) Fase reaktan adalah cair sehingga memungkinkan penggunaan RATB.
- 3) Pengontrolan suhu mudah, sehingga kondisi operasi yang isothermal bisa dipenuhi.
- 4) Mudah dalam melakukan pengontrolan secara otomatis sehingga produk lebih konsisten dan biaya operasi lebih rendah.

Tujuan perancangan :

- 1) Menghitung neraca massa
- 2) Menghitung neraca panas
- 3) Merancang reactor

Data :

Raw material :

Cumene Hydroperoxide ($C_6H_5(CH_3)_2COOH$) :

- a) Cumene Hydroperoxide : 80% berat
- b) Impuritis (inert) : 20% berat

Asam Sulfat (CH_3COOH) :

- a) Asam Sulfat : 98% berat
- b) Impuritis(inert) : 2% berat

Spesifikasi produk utama phenol yang diinginkan (C_6H_5OH) : 99,5%

Konversi reaksi yang terjadi sebesar : 98% (US. Patent No. 4.870.217)

Sifat komponen yang terlibat :

Komponen	BM	Tbp (°C)	Tmp (°C)
Cumene hydroperoxide	152	153	-9
Asam Sulfat	98	337	10
Amonium Hidroksida	35	79	-595
Air	18	100	0
Phenol	94	182	42
Aseton	58	56	-95

1. Menghitung Konsentrasi Awal

Menghitung konsentrasi awal a (C_{a0}) :

Komponen	density	Laju alir massa	laju alir volume	
	kg/m ³	kg/jam	m ³ /jam	L/jam
Cumene Hydroperoxide	1020	8252,650	8,091	8090,83
Asam Sulfat	1675	12,379	0,007	7,390
Fenol	1070	0,00	0,00	0,00
Aseton	784	0,00	0,00	0,00
Air	997	1650,783	1,656	1655,750
Total		9915,811	9,754	9753,974

Sehingga : $C_{a0} = 6,70 \text{ mol/L}$

$M = 1$

Maka, nilai dari konstanta laju reaksi tersebut :

$t \text{ reaksi} : 0,51 \text{ jam} = 30,6 \text{ menit}$

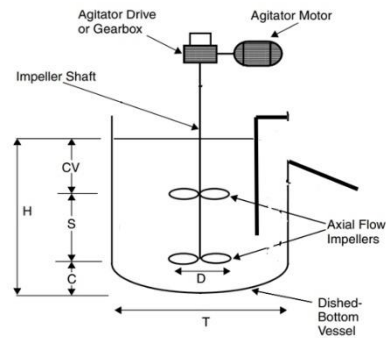
$X_a : 0,98$

$K : 0,2 \text{ L/mol.s}$

2. Perancangan Reaktor

Model Matematis Perancangan Reaktor diasumsikan :

- Isothermal
- Pengadukan secara sempurna
- Lajur alir volumetrik tetap



A. Menghitung Diameter dan Tinggi Tangki

Flow rate : continue

Feeds in : 10167,97 L/jam (perhitungan neraca massa)

Hold time : 0,51 jam

V liquid : $feeds\ in \times Hold\ time$

$$: 9753,97 \times 0,51$$

$$: \mathbf{4950,57\ L = 173,3\ f^3}$$

Safety Factor : 25% (Brownell & Young, 1959)

$$V\ tank : \frac{V\ liquid}{1 - safety\ factor}$$

$$: \frac{5160,69}{1 - 25\%}$$

$$: \mathbf{6600,76\ L = 231,03\ f^3}$$

Dengan perbandingan nilai L_s (tinggi tangki) :

$$V\ Shell : \pi \times \frac{D^2}{4} \times L_s$$

$$: \pi \times \frac{D^2}{4} \times 1,5\ D$$

$$: \mathbf{1,18\ D^3}$$

Untuk menghitung V tutup dished head (tutup bawah) :

V tutup bawah : $0,085\ D^3$ (Brownell & Young, 1959)

Sehingga, didapatkan nilai dari volume total tangka yaitu :

$$V \text{ tangki} = V \text{ shel} + V \text{ tutup bawah}$$

$$240,832 = (1,18 + 0,085) D^3$$

$$D = 5,7 \text{ ft} = 1,73 \text{ m}$$

$$LS = 2,60 \text{ m}$$

B. Menghitung Tebal Tangki

$$H \text{ liquid} : \frac{V \text{ liquid}}{\pi \times \frac{D^2}{4}}$$

$$: \frac{V \text{ liquid}}{\pi \times \frac{2,9^2}{4}}$$

$$: 7 \text{ ft} = 2,1 \text{ m}$$

$$T_d : \frac{4,9D(H-0,3)G}{S_d} + CA$$

$$T_t : \frac{4,9D(H-0,3)}{S_t} \text{ (Myres, 1997)}$$

$$D \text{ (diameter tank)} : 1,73 \text{ m}$$

$$H \text{ (liquid level)} : 2,1 \text{ m}$$

$$G \text{ (specific gravity liquid feed)} : 1,02 \text{ m}$$

$$CA \text{ (Corrosion Allowance)} : 34,29 \text{ m}$$

$$S_d \text{ (product design stress)} : 137 \text{ Mpa}$$

$$S_t \text{ (hydrostatic test stress)} : 154 \text{ Mpa}$$

dengan data yang didapatkan, maka ketebalan shell condition yang digunakan sebesar :

t_d = ketebalan shell design condition

t_t = ketebalan shell hydrostatic test condition

$$td = \frac{4,9D(H - 0,3)G}{Sd} + CA$$

$$td = \frac{4,9(2,77)(3,3 - 0,3)(1,51)}{137} + 34,29$$

$$td = 34,40 \text{ mm}$$

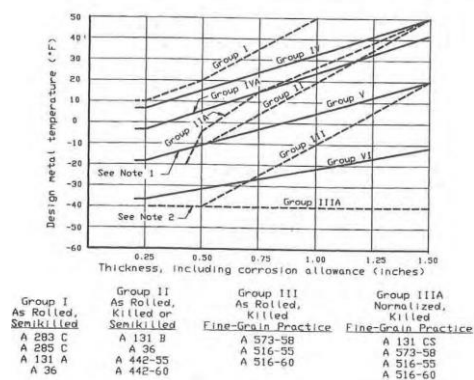
$$tt = \frac{4,9D(H - 0,3)}{St}$$

$$tt = \frac{4,9(2,77)(3,3 - 0,3)}{154}$$

$$tt = 0,097 \text{ mm}$$

Maka, ketebalan shell yang dipilih sesuai standardisasi yang ada sebesar

$$34,74 \text{ mm}$$



C. Menghitung Tebbal Tutup Bawah

$$P_{total} = P_{operasi} + P_{hidrostatik}$$

Dimana, $P_{operasi}$ adalah $P_{atmoster}$ yaitu 101,325 Pa

$$P_{hidrostatik} = \rho \text{ larutan} \times g \times H$$

$$= 1016,99 \times 9,8 \times 2,1$$

$$= 20475,28 \text{ Pa}$$

$$P_{total} = 101325 + 20475$$

$$= 121800,3 \text{ Pa} = 17,66 \text{ psia}$$

$$P_{design} = 1,1 + P_{total}$$

$$= 1,1 + 17,66$$

$$= 19,43 \text{ psia (brownell \& young,1959)}$$

$$F = 145 \text{ psia} \quad (\text{Gandy, 2007})$$

$$E = 0,8 \text{ (joint double welded)} \quad (\text{Brownell \& Young, 1959})$$

$$C = 1,35 \text{ inch} \quad (\text{Myers, 1997})$$

Untuk menentukan tebal dished head didapatkan perhitungan :

$$t_{bh} = \frac{0,885 P r c}{f E - 0,1P} + C$$

$$t_{bh} = \frac{0,885 (23,96) (69/2)}{(145) (0,8) - 0,1(23,96)} + (1,35)$$

$$t_{bh} = 7 \text{ inch} = 166 \text{ mm}$$

Untuk menentukan tinggi tutup dished head didapatkan perhitungan :

$$ha = 0,169 \times D$$

$$ha = 0,169 \times 7$$

$$ha = 1,16 \text{ ft} = 0,35 \text{ m}$$

Maka, total tinggi tangka sebesar :

$$H = Ls + ha$$

$$H = 2,60 + 0,35$$

$$H = 2,95 \text{ m}$$

D. Menentukan Sistem Pengaduk

Jumlah impeller yang digunakan untuk reactor alir tangka berpengaduk adalah :

$$\frac{H}{D} = \frac{2,99}{1,73} = 1,7$$

Karena kondisi rasio berada diantara 1,3 sampai 2,5 maka menggunakan 2 impeller. Jenis pengaduk yang digunakan yaitu Axial, dual four-bladed 45° pitched blade turbine (Paul et al, 2004).

E. Minimum Kecepatan Pengaduk

N_{js} = kecepatan impeller minimum (rps)

S = factor impeller = 4,7 (paul et al, 2004)

ν = liquid kinematik viskositas (m^2/s)

$\nu = 0,001$

g = liquid kinematik viskositas (m/s^2)

$g = 9,8$

ρ_s = densitas partikel (kg/m^3)

$\rho_s = 2091$

ρ_1 = densitas liquid (kg/m^3)

$\rho_1 = 1016,99$

X = mass rasion solid to liquid * 100 (kg solid/ kg liquid)

$X = 0,125$

d_p = mass – mean partikel diameter (m)

$d_p = 0,002$

D = impeller diamter (m)

$D = 0,35 \times ID$

$D = 0,606$

$$N_{js} = S_v^{0.1} \left[\frac{g(\rho_s - \rho_1)}{\rho_1} \right]^{0.45} X^{0.13} d_p^{0.2} D^{-0.85}$$

$$= (4,7)(10^{-6})^{0.1} \left[\frac{9,8(2360-1000)}{1000} \right]^{0.45} 21,02^{0.13} 0,002^{0.2} 0,971^{-0.85}$$

$$= \mathbf{2,272\ rps = 136,35\ rpm}$$

Agar dapat membuat pengadukan lebih maksimal maka harus dikalikan 1,5 dari awalnya :

$$N_{js} = 1,5 \times N_{js}$$

$$N_{js} = 1,5 \times 136,35 = \mathbf{204,52rpm}$$

$$\mathbf{S = 1,82\ m}$$

$$\mathbf{C = 0,152\ m}$$

(paul et al,2004)

Menghitung nilai Nre

$$N_{re} = \frac{\rho \times D^2 \times N}{\mu}$$

$$= \frac{1016,19 \times 0,612^2 \times 3,409}{0,001}$$

$$= \mathbf{1.273.282,342}$$

Dari geankoplis fig 3.4-5 didapatkan nilai Np dengan Nre perhitungan diatas :

$$N_p : 5$$

Menghitung power impeller

$$P = N_p \times \rho \times N^3 \times D^5$$

$$= 5 \times 1017 \times 0,082 \times 40$$

$$= \mathbf{16,5\ kW}$$

Spesifikasi	
Kode	R - 110
Nama Alat	<i>Reactor</i>
Fungsi	Mereaksikan Cumene dengan katalis asam menjadi acetone
Tipe	<i>Open top tank dengan alas standard dished head</i>
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel A516 Grade 55</i>
Jumlah	1 unit
Kondisi Operasi	
Suhu	100°C
Tekanan	1 atm
Kondisi Proses	<i>Isothermal</i>
Konstruksil dan Material	
Volume	849.68 L
Tinggi	1.49 m
Diameter	0.87 m
Tebal shell	34,74 mm
Tebal tutup bawah	155 mm
Desain Impeller	
Jenis Impeller	Axial, dual four-bladed 45° pitched blade turbine
Diameter Impeller	306 mm
Kecepatan Impeller	235 rpm
Daya	1.8 kW
Mode Transfer Panas	
Jenis	Jacket Pendingin
Ud	40 Btu/hr ft ² .F
Luas Transfer Panas	1,42 ft ²
Tebal Jacket	1,68 in

3. Neraca Massa Reaktor

Kapasitas : 40.000 ton/tahun

Operasi : 330 hari/tahun

: 24 jam/hari

Proses : continue

Basis perhitungan : 8252,65 kg/jam

Kapasitas produksi :

$$\frac{40.000 \text{ ton}}{1 \text{ tahun}} \times \frac{1.000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \times \frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}}$$

$$= 5050,5 \text{ kg/jam}$$

$$= 53,729 \text{ kmol/jam}$$

Jumlah massa H₂SO₄ yang masuk adalah 0,15% wt dari jumlah massa C₉H₁₂O₂ yang masuk (US. Patent No. 5.430.2000). reaksi yang terjadi di dalam reaktor (RE – 201) adalah reaksi dekomposisi C₉H₁₂O₂ dengan bantuan katalis H₂SO₄. Konversi reaksi yang terjadi sebesar 98%.

Reaksi yang terjadi didalam reaktor (RE – 201) adalah reaksi dekomposisi cumene hydroperoxide dengan bantuan katalis asam sulfat bersifat asam kuat.

Saat konversi reaksi yang terjadi sebesar 98%, maka reaksi yang terjadi :



mula-mula	54,2937		0,0000	0,0000
bereaksi	53,2079		53,2079	53,2079
sisanya	1,0859		53,2079	53,2079

Tabel Data Neraca Massa Reaktor (RE – 201)

Komponen	Laju Alir Massa Masuk			Laju Alir Massa	
	(kg/jam)			Keluar	
	F ₄	F ₆	F ₇	(kg/jam)	Terkonsumsi
				(kg/jam)	(kg/jam)
Cumyl Hydroperoxide	8252,65	0,00	165,05	0,00	8087,60
Asam Sulfat	0,00	12,38	12,38	0,00	0,00

Fenol	0,00	0,00	5001,54	5001,54	0,00
Aseton	0,00	0,00	3086,06	3086,06	0,00
Air	1650,53	0,25	1650,78	0,00	0,00
Total	9915,81	9915,81	8087,60	8087,60	8087,60

4. Necara Panas Reaktor

Input		Output	
Komponen	Panas	Komponen	Panas
dH in	-3545,09	dH out	-3402,36
		dH rxn	-12397,43
		q loss	12254,71
Total	-3545,09	Total	-3545,09

$$T_1 = 303 \text{ K}$$

$$T_2 = 323 \text{ K}$$

$$C_p = 2 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$$

$$m = -306,98 \text{ kg}$$

Menghitung luas transfer panas

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{(T_2 - t_1) - (T_1 - t_2)}{\ln \frac{(T_2 - t_1)}{(T_1 - t_2)}}$$

$$\Delta T_{LMTD} = 59,44 \text{ F}$$

Berdasarkan tabel 8, Kern, hal. 840 maka dipilih nilai UD untuk light organic yaitu 150 Btu/ft² . °F.jam. sehingga besar nilai luas transfer panas 1, 416 ft² .

Menghitung Luas Selubung Reaktor

A = Luas selimut reaktor + Luas penampang bawah reaktor

$$A = OD \times H + \left(\frac{\pi}{4} \times OD^2 \right)$$

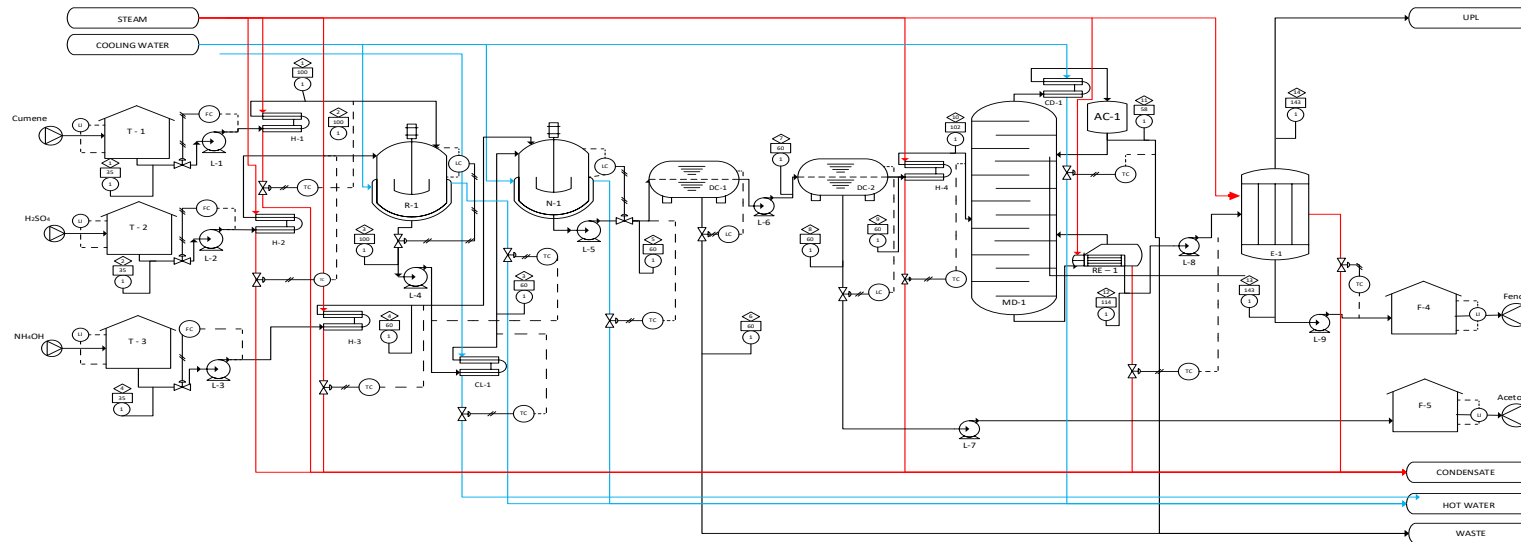
A = 174,7 ft²

Luas area reaktor \geq luas transfer panas sehingga digunakan jaket pendingin.

V air pendingin	-0,306981685	m ³ /jam
Waktu Tinggal	1	jam
Volume pendingin	-10,83645348	ft ³
Diameter dalam jaket	5,310397559	ft
Tabel Jaket pendingin	0,131991157	ft
Diameter Luar jaket	5,574379873	ft

LAMPIRAN

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRARANCANGAN PABRIK KIMIA FENOL DARI CUMENE HYDROPEROXIDE
DENGAN KATALIS ASAM SULFAT KAPASITAS 40.000TON/TAHUN



Komponen	Nomor Arus (kg/jam)													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
C ₉ H ₁₂ O ₂	8252.65		165.05		165.05		165.05	16.51	148.55	148.55	0.01	148.53	44.56	103.97
C ₆ H ₆ OH			5001.54		5001.54		5001.54		5001.54	5001.54	0.50	5001.04	5001.04	
C ₃ H ₈ O			3086.06		3086.06	30.86	3055.20	2138.64	916.56	916.56	916.47	0.09		0.09
H ₂ O	1650.53	0.25	1650.78		1655.33	82.77	1572.56	611.04	961.52	961.52	0.10	961.43		961.43
H ₂ SO ₄		12.38	12.38											
NH ₄ OH				8.84										
NH ₄ HSO ₄					16.67	16.67								
TOTAL	9903.18	12.63	9915.81	8.84	9924.65	130.30	9794.35	2766.18	7028.17	7028.17	917.08	6111.09	5045.60	1065.49

KETERANGAN					
T	Storage	RE	Reboiler		Sinyal Pneumatic
R	Reaktor	E	Evaporator		Sinyal elektrik
N	Netralizer	MD	Menara Distilasi		Nomor aliran
DC	Decanter	LC	Level Controller		Temperature (Celsius)
L	Pump	LI	Level Indicator		Pressure (atm)
CL	Cooler	TC	Temperature Controller		Feed
H	Heater	FC	Flowrate Controller		Produk
CD	Condenser		Pipe		Control Valve



JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2023

PERANCANGAN PABRIK KIMIA
FENOL DARI CUMENE HYDROPEROXIDE
DENGAN BANTUAN KATALIS ASAM SULFAT
KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN

Disusun Oleh:
Anissa Putri Ruliadi (19521013)
Nadia Chairunisa Fitri (19521149)

Dosen Pembimbing:
Dr. Ariani Zulkaini, S.T., M.Eng.

