

**PRARANCANGAN PABRIK ASETON SIANOHRIN DARI
ASETON DAN ASAM SIANIDA
KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN**

TUGAS AKHIR

**Disusun Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Menyelesaikan Progam
Studi S1 Teknik Kimia**



Oleh :

Lu'lu' Syarifah

(19130247D)

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SETIA BUDI SURAKARTA
2018**

LEMBAR PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

**PRARANCANGAN PABRIK ASETON SIANO HIDRIN DARI ASETON
DAN ASAM SIANIDA
KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN**

Oleh :

Lu'lu' Syarifah

19130247D

Telah Disetujui Oleh Pembimbing
Pada Tanggal...3 April 2018.....

Pembimbing I



Gregorius Prima I. B., S.T., M.Eng.
NIS 01201501201196

Pembimbing II



Happy Mulyani, S.T., M.T.
NIP. 198009292005012002

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia



Dewi Astuti Herawati, S.T., M.Eng
NIS.01.96.023

LEMBAR PENGESAHAN

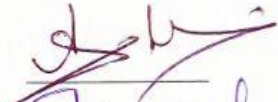
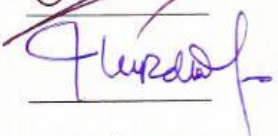
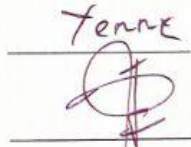
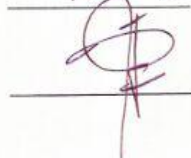
TUGAS AKHIR

**PRARANCANGAN PABRIK ASETON SIANO HIDRIN DARI ASETON
DAN ASAM SIANIDA
KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN**

Oleh :


Lu'lu' Syarifah **19130247D**

Telah Dipertahankan di Depan Tim Penguji
pada Tanggal 3 April 2018

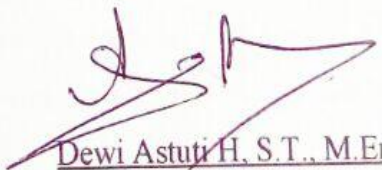
	Nama	Tanda Tangan
Penguji I	: Dewi Astuti Herawati, S.T., M.Eng.	
Penguji II	: Ir. Sumardiyono, M.T.	
Penguji III	: Happy Mulyani, S.T., M.T.	
Penguji IV	: Gregorius Prima Indra B, S.T., M.Eng.	

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Setia Budi


Petrus Darmawan, S.T., M.T.
NIS.01.99.038

Ketua Program Studi
S1 Teknik Kimia


Dewi Astuti H, S.T., M.Eng
NIS.01.96.023

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur atas rahmat dan ridho Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini guna memenuhi persyaratan untuk menyelesaikan program studi S1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Setia Budi Surakarta. Dalam tugas akhir ini penulis mengambil judul **“Prarancangan Pabrik Aseton Sianohidrin dari Aseton dan Asam Sianida Kapasitas 20.000 Ton/Tahun”**. Penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak. Melalui tugas penelitian ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Dr.Ir.Djoni Tarigan, M.B.A., selaku Rektor Universitas Setia Budi Surakarta.
2. Petrus Darmawan, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik dan pembimbing akademik.
3. Dewi Astuti Herawati, S.T., M.Eng., selaku ketua Program Studi S1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik.
4. Gregorius Prima I. B., S.T., M.Eng., selaku Pembimbing 1 dan Happy Mulyani, S.T.,M.T. selaku Pembimbing 2 yang penuh kesabaran telah memberikan bimbingan kepada penulis hingga terselesaikannya tugas akhir ini.
5. Dewi Astuti Herawati, S.T., M.Eng., selaku dosen penguji 1 dan Ir. Sumardiyono, M.T., selaku dosen penguji 2 yang telah meluangkan waktunya untuk menguji tugas akhir ini serta memberi masukan demi kesempurnaan tugas akhir ini.
6. Seluruh Dosen Pengajar dan Staff Fakultas Teknik, Universitas Setia Budi Surakarta atas semangat, bimbingan, dan bantuannya kepada penulis selama menempuh pendidikan strata 1.
7. Almarhumah Ibu yang selalu menjadi penyemangat untuk terus belajar dan memahami kehidupan.
8. Keluargaku yang selalu mendukung melalui do'a, motivasi, serta materi.
9. Bapak Kost sekeluarga serta adik-adik kost yang selalu memberi semangat.
10. Teman-teman S1 Teknik Kimia 2013 yang telah membantu dan memberi semangat.
11. Teman-teman FOSMI yang memberi dukungan dan semangat.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan tugas akhir ini untuk itu saran dan kritik yang membangun dari pembaca sangat penulis harapkan. Semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi berbagai pihak.

Surakarta, April 2018

Penulis

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah terimakasih ku pada.....

Allah SWT, atas segala rahmat dan nikmat yang tak bisa dilukiskan dengan kata-kata...
Junjungan kami Nabi Muhammad SAW dan para sahabatnya, yang menjadi suri tauladan dalam menghadapi kehidupan dunia ini.

“Hanya kepada Engkaulah yang kami menyembah dan hanya kepada Engkaulah kami memohon pertolongan” (Q.S. Al-Fātihah : 5)

Ya Allah jadikanlah dunia di tangan kami, bukan di hati kami.

-Abu Bakar ash-Shiddiq-

Jangan menjelaskan tentang dirimu kepada siapapun, karena yang menyukaimu tidak butuh itu dan yang membencimu tidak percaya itu.

-Ali bin Abi Thalib-

Karya ini kupersembahkan kepada :

Keluargaku tercinta, Almarhumah Ibu, Bapak dan Kakak-Kakakku yang selalu kuhormati dan kusayangi, terimakasihku kepada Allah yang telah memberikan keluarga terbaik untukku, kalian segalanya bagiku...

Seluruh keluarga besarku, terima kasih selalu memberiku semangat dan mendoakanku. **Sahabatku Nurul Hanifah**, terimakasih selalu memberi semangat dan siap sedia berbagi suka duka meski jarak memisahkan...

Seluruh dosen pengajar dan staff Teknik Kimia USB (Pak Indra, Bu Happy, Bu Dewi, Pak Dion, Pak Petrus, Pak Argoto, Pak Wisnu, Pak Supriyono, Pak Seno, Bu Endah, juga Pak Bowo), terima kasih atas bimbingan dan seluruh bantuannya.

Teman-teman Teknik Kimia 2013 (Fristy, Meini, Puti, Nada, Nurul, Nurila, Dikha, Intan, Atika, Gani, Galih, dan Yusuf) juga Mas Bayu, terima kasih atas semangat juang dan semua bantuan kalian selama lebih dari 4 tahun ini. Ayo semangat kawan.....!!!!
susah senang kita hadapi bersama kita pasti bisa..... ^_^

Bapak Kost sekeluarga, terimakasih selama 4 tahun dikost telah diberi semangat disiplin untuk kuliah, diberi perhatian seperti keluarga sendiri, dan seluruh bantuannya. **Adik-**

adik Kost (Yunida, Angel, Ayu, Widya, Dewanty, Vina, dan Nafa), terimakasih atas semangat nya... semoga kedepan kalian makin kompak dan harmonis.

Teman–teman FOSMI terutama Solchan Solgan (Nofika, Firda, Nada, Ofy, Erni, Puti, dan Nur), terimakasih atas do'a dan dukungan kalian selama penyelesaian skripsi ini.....

Karya kecil ini kupersembahkan dengan segenap ilmu & tenaga ku, meski belum cukup pantas untuk dipersembahkan karena ini hanyalah suatu alur kecil dari sebuah cerita hidup yang akan kujalani. Semoga segala nikmat dan hidayah-Nya senantiasa melingkupi hidup ini.....Aamiin.

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Lembar Persetujuan	ii
Lembar Pengesahan	iii
Kata Pengantar	iv
Motto dan Persembahan.....	vi
Daftar Isi	iii
Daftar Tabel	xi
Daftar Gambar	xiii
Intisari	xvi
BAB I Pendahuluan	1
1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik	1
1.2. Kapasitas Rancangan	2
1.3. Lokasi	6
1.4. Proses Pembuatan	9
1.5. Tinjauan Pustaka	11
BAB II Spesifikasi Bahan.....	20
1.1. Spesifikasi Bahan baku	20
1.2. Spesifikasi Bahan Pembantu	20
1.3. Spesifikasi Produk.....	21
BAB III Deskripsi Proses.....	22
3.1. Keterangan Proses	22
3.2. Diagram Alir Proses	24
BAB IV Neraca Massa dan Neraca Panas	26
4.1. Neraca Massa	26
4.2. Neraca Panas	35
BAB V Spesifikasi Alat Proses.....	45
5.1. Tangki Penyimpanan Aseton	45
5.2. Tangki Penyimpanan HCN	45

5.3. Silo NaOH	46
5.4. <i>Screw Conveyor</i>	46
5.5. Tangki Penyimpanan Asam Sulfat	46
5.6. <i>Mixer</i>	47
5.7. Reaktor.....	47
5.8. <i>Cooler 1</i>	48
5.9. <i>Stabilizer Tank</i>	49
5.10. <i>Heater 1</i>	50
5.11. <i>Centrifuge Separator</i>	51
5.12. <i>Heater 2</i>	52
5.13. <i>Throttle Valve</i>	52
5.14. <i>Vacuum Flash Drum</i>	53
5.15. Kompresor.....	53
5.16. Kondenser 1	54
5.17. Tangki Akumulator.....	54
5.18. <i>Evaporator</i>	55
5.19. Kondenser 2	56
5.20. <i>Cooler 2</i>	56
5.21. Pompa	57
5.22. Tangki Produk	62
BAB VI Utilitas	63
6.1. Unit Pendukung Proses (Utilitas).....	63
6.2. Unit Laboratorium.....	87
6.3. Kesehatan dan Keselamatan Kerja.....	89
BAB VII Organisasi dan Tata Letak.....	91
7.1. Bentuk Perusahaan	91
7.2. Struktur Organisasi	92
7.3. Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji	101
7.4. Pembagian Jam Kerja Karyawan	106
7.5. Kesejahteraan Karyawan.....	107

7.6. Manajemen Produksi.....	109
7.7. Tata Letak (<i>Lay out</i>) Pabrik	111
7.8. Tata Letak Peralatan.....	115
BAB VIII Evaluasi Ekonomi	118
8.1. Perkiraan Harga Alat.....	119
8.2. Perhitungan Biaya	121
BAB IX Kesimpulan.....	129
Daftar Pustaka.....	P-1

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1. Kebutuhan ACH di Indonesia	2
Tabel 1.2. Kebutuhan ACH di Australia	3
Tabel 1.3. Kebutuhan ACH di Singapura.....	4
Tabel 1.4. Kebutuhan ACH di India.....	5
Tabel 1.5. Total Kebutuhan ACH.....	6
Tabel 1.6. Kapasitas Produksi Produsen dan Kebutuhan Pabrik.....	7
Tabel 1.7. Data ΔH_f dan ΔG_f Bahan	17
Tabel 4.1.1. Neraca Massa <i>Mixer</i> (M-211).....	29
Tabel 4.1.2. Neraca Massa Reaktor (R-210)	30
Tabel 4.1.3. Neraca Massa <i>Stabilizer Tank</i> (D-213).....	31
Tabel 4.1.4. Neraca Massa <i>Centrifuge Separator</i> (H-311).....	31
Tabel 4.1.5. Neraca Massa <i>Vacuum Flash Drum</i> (D-310)	32
Tabel 4.1.6. Neraca Massa <i>Evaporator</i> (V-320)	33
Tabel 4.1.7. Neraca Massa Total	34
Tabel 4.2.1. Konstanta Kapasitas Panas	35
Tabel 4.2.2. Kapasitas Panas Cairan.....	35
Tabel 4.2.3. Neraca Panas <i>Mixer</i> (M-211).....	36
Tabel 4.2.4. Neraca Panas Reaktor (R-210)	37
Tabel 4.2.5. Neraca Panas <i>Cooler</i> 1 (E-214)	37
Tabel 4.2.6. Neraca Panas <i>Stabilizer Tank</i> (D-213)	38
Tabel 4.2.7. Neraca Panas <i>Heater</i> 1 (E-218)	39
Tabel 4.2.8. Neraca Panas <i>Centrifuge Separator</i> (H-311).....	39
Tabel 4.2.9. Neraca Panas <i>Heater</i> 2 (E-314)	40
Tabel 4.2.10. Neraca Panas <i>Throttle Valve</i> (K-316).....	40
Tabel 4.2.11. Neraca Panas <i>Vacuum Flash Drum</i> (D-310)	41

Tabel 4.2.12. Neraca Panas Kompresor (G-321)	42
Tabel 4.2.13. Neraca Panas Kondenser 1 (E-322)	42
Tabel 4.2.14. Neraca Panas Evaporator (V-320)	43
Tabel 4.2.15. Neraca Panas Kondenser 2 (E-324)	44
Tabel 4.2.16. Neraca Panas Cooler 2 (E-411)	44
Tabel 6.1.1. Kebutuhan Air Proses	64
Tabel 6.1.2. Kebutuhan Air Pendingin	64
Tabel 6.1.3. Kebutuhan Air Sanitasi	65
Tabel 6.1.4. Kebutuhan Air <i>Steam</i>	65
Tabel 6.1.5. Kebutuhan Listrik Proses	84
Tabel 6.1.6. Kebutuhan Listrik Utilitas	85
Tabel 7.3.1. Daftar Jabatan, Tingkat Pendidikan, dan Jumlah Pegawai	101
Tabel 7.3.2. Daftar Jabatan dan Gaji Pegawai	104
Tabel 7.3.3. Jam kerja <i>shift</i> karyawan	107
Tabel 7.3.4. Luas Bangunan Pabrik	113
Tabel 8.1.1. Indeks Harga Peralatan	120
Tabel 8.2.1. Rincian <i>Fixed Capital Investment</i>	122
Tabel 8.2.2. Rincian <i>Total Product Cost</i>	124
Tabel 8.2.3. Hasil Penjualan Produk	125
Tabel 9.1.1. Analisa Kelayakan Ekonomi	129

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1. Penentuan Kebutuhan Australia Terhadap Tahun	3
Gambar 1.2. Penentuan Kebutuhan Singapura Terhadap Tahun.....	4
Gambar 1.3. Peta Kawasan Industri	8
Gambar 6.1. Tahapan Utilitas	71
Gambar 7.1. Struktur Organisasi Perusahaan	101
Gambar 7.2. Tata Letak Pabrik.....	115
Gambar 7.3. Tata Letak Peralatan	118
Gambar 8.1. Hubungan Tahundan <i>Cost Index</i>	121
Gambar 8.2. Grafik Analisis Ekonomi	129

INTISARI

Aseton sianohidrin ((CH₃)₂COHCN) diperoleh dengan mereaksikan aseton ((CH₃)₂CO) dan asam sianida (HCN) dengan katalisator basa NaOH dalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB). Tekanan operasi dalam reaktor adalah 2 atm dengan suhu reaksi pada 35°C, karena merupakan reaksi eksotermis maka reaktor dilengkapi dengan koil pendingin.

Pabrik aseton sianohidrin ini dirancang dengan kapasitas 20.000 ton/tahun dan direncanakan beroperasi kontinyu selama 330 hari setahun. Proses produksi aseton sianohidrin 99,5% memerlukan bahan baku aseton 99,5% sebanyak 13.720,88 ton/tahun, HCN 99% sebanyak 6.389,64 ton/tahun dan NaOH 99% sebagai katalisator sebanyak 199,06 ton/tahun, dan asam sulfat 98% sebanyak 246,53 ton/tahun.

Pabrik ini akan dibangun di kawasan industri Karawang, Jawa Barat pada tahun 2020, dengan luas tanah 20.381 m², dan membutuhkan tenaga kerja sebanyak 218 orang.

Modal tetap yang perlu diinvestasikan sebesar Rp 534.921.806.654,41 dan modal kerja sebesar Rp 94.397.965.880,19. Hasil evaluasi ekonomi menunjukkan keuntungan sesudah pajak Rp 220.438.707.347,05. *Return on Investment* (ROI) sesudah pajak sebesar 35 %. *Pay Out Time* (POT) sesudah pajak 1,95 tahun. *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCFRR) 31,9 %, *Break Even Point* (BEP) pada kapasitas pabrik sebesar 41 % dan *Shut Down Point* (SDP) pada kapasitas pabrik 27 %. Berdasarkan hasil evaluasi ekonomi tersebut, disimpulkan pabrik ini menarik untuk dikaji lebih lanjut.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Pembangunan industri merupakan salah satu usaha untuk meningkatkan sektor ekonomi negara agar menjadi lebih kuat. Sektor ini tepat dikembangkan di negara sedang berkembang seperti Indonesia karena memiliki potensi besar pada sumber daya alam serta sumber daya manusianya. Salah satu industri yang dapat dikembangkan adalah industri kimia dasar, setengah jadi (*intermediate*) maupun bahan jadi.

Aseton sianohidrin (ACH) adalah bahan baku dari pembuatan *methyl methacrylate*, insektisida, dan *ethyl α -hydroxyisobutyrate* (senyawa intermediet farmasi). Aseton sianohidrin juga digunakan sebagai bahan pengompleks untuk pemurnian logam dan pemisahan logam, serta digunakan juga untuk memisahkan ion Ni^{2+} , Cu^{2+} , Hg^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} atau Fe^{2+} dari Mg^{2+} , Ba^{2+} , Ca^{2+} , Na^{2+} atau K^{2+} pada *ion-exchange* resin. Aseton sianohidrin juga digunakan sebagai reagen dalam pembentukan *aldehyde cyanoydrin* dari aldehid dan senyawa kompleks KCN-*crown ether*.

Industri aseton sianohidrin belum ada di Indonesia, maka industri ini memiliki prospek yang cukup baik karena kebutuhan aseton sianohidrin cukup tinggi. Negara terdekat yang membutuhkan aseton sianohidrin adalah Singapura dan Australia. Negara lain di Asia yang memiliki kebutuhan aseton sianohidrin cukup tinggi adalah India.

Beberapa manfaat lain yang dapat dijadikan sebagai pertimbangan dari pendirian pabrik aseton sianohidrin bagi Indonesia adalah :

1. Menambah devisa negara, dengan adanya pabrik ACH di Indonesia maka aktivitas ekspor meningkat karena kebutuhan luar negeri cukup tinggi.
2. Membuka lapangan pekerjaan yang dapat mengurangi pengangguran

3. Menambahkan wawasan, kemampuan, dan keterampilan tenaga kerja Indonesia sehingga dapat mengurangi ketergantungan pada tenaga asing

1.2. Kapasitas Rancangan

Pabrik yang akan didirikan pada tahun 2020 ini, direncanakan dengan beberapa pertimbangan. Penentuan kapasitas pabrik diperoleh dari hasil perhitungan kebutuhan masing-masing negara, dengan persamaan umum berikut :

$$y = ax + b \quad \text{.....(1)}$$

Dimana:

$$y = \text{Kebutuhan (Ton)}$$

$$x = \text{Tahun} \quad (\text{Mickley et. al., 1981})$$

Proyeksi kebutuhan dalam negeri dan ekspor, diolah berdasarkan data dari *United Nations Statistic Division* (2017) adalah sebagai berikut :

a. Indonesia

Perhitungan kebutuhan aseton sianohidrin di Indonesia menggunakan metode trend garis lurus/*moment method* dengan persamaan umum :

$$y = ax + b$$

$$\Sigma xy = a\Sigma x^2 + b\Sigma x \quad \text{.....(2)}$$

$$\Sigma y = a\Sigma x + bn \quad \text{.....(3)}$$

(www.ut.ac.id, 2017)

Tabel 1.1. Kebutuhan ACH di Indonesia

n	x	Tahun	Kebutuhan/y (Ton)	x ²	xy
1	1	2007	1.022,4	1	1.022,4
2	2	2008	1.002,1	4	2.004,3
3	3	2009	1.987,2	9	5.961,7
4	4	2010	1.332,8	16	5.331,1
5	5	2011	1.617,9	25	8.089,6
6	6	2012	1.299,2	36	7.794,9
7	7	2013	1.412,3	49	9.886,3
8	8	2014	1.213,1	64	9.704,6
9	9	2015	1.298,5	81	11.686,4
Σ	45		12.185,6	285	61.481,4

(Sumber : data.un.org, 2017)

Dari perhitungan data diatas diperoleh persamaan (4), maka diperkirakan kebutuhan pada tahun 2020 ($x = 14$) adalah sebagai berikut :

$$y = 9,2x + 1.307,8 \quad \dots\dots(4)$$

$$y = 9,2(14) + 1.307,8$$

$$y = 1.437 \text{ Ton}$$

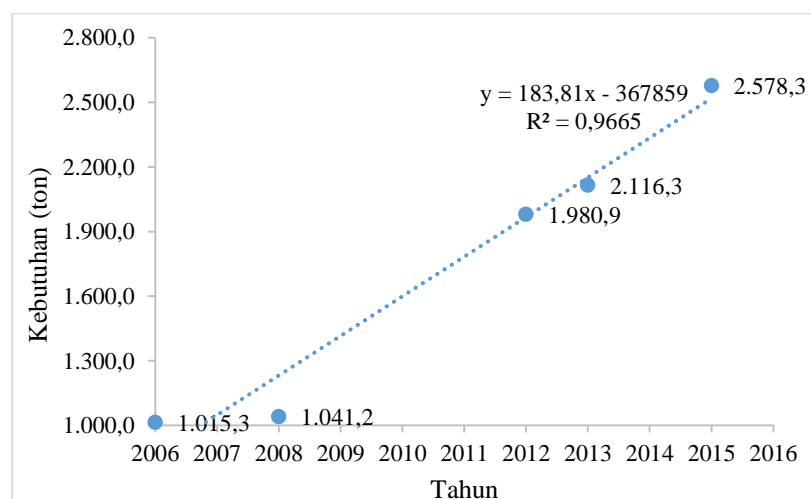
b. Australia

Data *United Nations Statistic Division* untuk kebutuhan per tahun Australia dari tahun 2005 – 2016 ditampilkan pada Tabel 1.2. Perhitungan kebutuhan digunakan pendekatan regresi linier yang ditampilkan pada Gambar 1.1.

Tabel 1.2. Kebutuhan ACH di Australia

Tahun	Kebutuhan
2015	2.578,3
2014	2.615,0
2013	2.116,3
2012	1.980,9
2011	2.026,2
2010	2.236,0
2009	1.023,2
2008	1.041,2
2007	916,0
2006	1.015,3

(Sumber : data.un.org, 2017)



Gambar 1.1. Kebutuhan ACH di Australia Per Tahun

Dari persamaan (5) yang diperoleh, maka kebutuhan pada $x = 2020$ adalah sebagai berikut :

$$y = 183,81 x - 367.859 \quad \dots\dots(5)$$

$$y = 183,81(2020) - 367.859$$

$$y = 3.437,2 \text{ Ton}$$

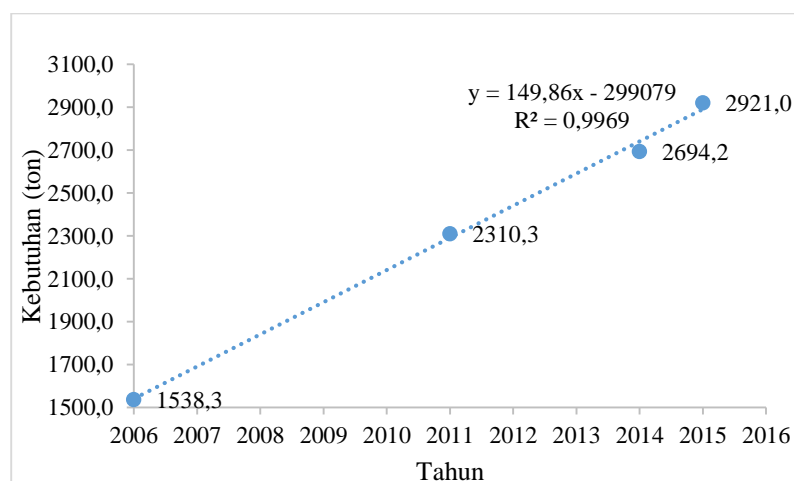
c. Singapura

Data kebutuhan Singapura per tahun berdasarkan *United Nations Statistic Division* dari tahun 2005 – 2016 ditampilkan pada Tabel 1.3. Penentuan menggunakan metode regresi linier ditampilkan pada Gambar 1.2.

Tabel 1.3. Kebutuhan ACH di Singapura

Tahun	Kebutuhan (Ton)
2006	1.538,3
2007	1.374,3
2008	1.753,8
2009	2.112,8
2010	2.043,4
2011	2.310,2
2012	2.253,3
2013	2.859,5
2014	2.694,1
2015	2.921,0

(Sumber : data.un.org, 2017)



Gambar 1.2. Kebutuhan ACH di Singapura Per Tahun

Melalui persamaan (6) yang diperoleh dari grafik diatas, maka kebutuhan pada $x = 2020$ adalah sebagai berikut :

$$y = 149,86x - 299.079 \quad \text{.....(6)}$$

$$y = 149,86(2020) - 299.079$$

$$y = 3.638,2 \text{ Ton}$$

d. India

Data kebutuhan India berdasarkan *United Nations Statistic Division* dari tahun 2006 – 2016 yang ditentukan menggunakan trend garis lurus (*moment method*) yang ditampilkan pada Tabel 1.4.

Tabel 1.4. Kebutuhan ACH di India

n	x	Tahun	Kebutuhan/y (Ton)	x^2	xy
1	1	2015	9.700,2	1	9.700,2
2	2	2014	7.637,0	4	15.274,0
3	3	2013	9.475,0	9	28.425,0
4	4	2012	11.575,8	16	46.303,4
5	5	2011	14.812,4	25	74.061,8
6	6	2010	16.333,2	36	97.998,9
7	7	2009	25.259,4	49	176.815,9
8	8	2008	19.752,6	64	158.020,7
9	9	2007	19.228,4	81	173.055,9
10	10	2006	23.011,1	100	230.111,4
Σ	55		156.785,2	385	1.009.767,3

(Sumber : data.un.org, 2017)

Dari perhitungan data diatas diperoleh persamaan (7), maka diperkirakan kebutuhan pada tahun 2020 ($x = 15$) adalah sebagai berikut :

$$y = 1.787,3x - 5.848,6 \quad \text{.....(7)}$$

$$y = 1.787,3(15) - 5.848,6$$

$$y = 32.657,5 \text{ Ton}$$

Dari beberapa perhitungan diatas, kebutuhan masing-masing negara pada tahun 2020 mencapai total 41.169,9 Ton dengan rincian yang ditampilkan pada tabel 1.5.

Tabel 1.5. Total Kebutuhan ACH

Negara	Kebutuhan (Ton)
Indonesia	1.437
Australia	3.437,2
Singapura	3.638,2
India	32.657,5
Total	41.169,9

Maka untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan ekspor tersebut kapasitas pabrik yang akan didirikan adalah 20.000 Ton/Tahun, agar produk yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan pasar.

1.3. Lokasi

Pemilihan lokasi pabrik aseton sianohidrin yang didirikan pada tahun 2020 terletak di Karawang, Jawa Barat. Penentuan lokasi pabrik berkontribusi penting bagi kelangsungan pabrik, baik dari segi komersial, maupun kemungkinan pengembangan di masa yang akan datang. Lokasi pabrik direncanakan dengan beberapa pertimbangan, diantaranya :

a. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku aseton diperoleh melalui distributor yaitu PT. Graha Jaya Pratama Kinerja yang berada di daerah Jakarta Barat. Bahan baku berupa asam sianida diimpor dari *AnQore - Smart Chemicals*, Belanda. Asam Sulfat diperoleh dari PT. *Indonesian Acids Industry* yang berada di daerah Jakarta Timur. NaOH diperoleh dari distributor yaitu PT. *Asahimas Chemical* yang berada di wilayah Anyer, Banten. Kapasitas produksi dari masing-masing produsen sudah memenuhi kebutuhan pabrik dan ditampilkan pada Tabel 1.6.

Tabel 1.6. Kapasitas Produksi Produsen dan Kebutuhan Pabrik

Perusahaan	Kapasitas (Ton/Tahun)	Kebutuhan (Ton/Tahun)
PT. Graha Jaya Pratama Kinerja, Jakarta Barat	124.000	13.720,88
AnQore - Smart Chemicals, Belanda	84.000	6.389,64
PT. Indonesian Acids Industry, Jakarta Timur	82.500	199,06
PT. Asahimas Chemical, Banten	200.000	246,53

b. Lokasi Pemasaran

Kebutuhan luar negeri yang tinggi, sehingga produk sebagian besar akan diekspor ke wilayah Asia dan Australia. . Karawang merupakan salah satu wilayah yang dekat dengan lokasi pelabuhan Merak, maka memudahkan untuk mengekspor.

Untuk kebutuhan dalam negeri produk diutamakan untuk pabrik yang memproduksi insektisida yang sebagian besar berada di wilayah Jawa Barat dan beberapa wilayah di Jawa Timur.

c. Sarana dan Prasarana

Wilayah Karawang dekat dengan jalan tol dan pelabuhan, sehingga proses pengiriman bahan baku dari dalam maupun luar negeri akan lebih mudah, selain itu karena terletak di kawasan industri sehingga sarana prasarana sudah mendukung keberadaan pabrik tersebut.

d. Utilitas

Sarana Utilitas sudah memadai karena daerah tersebut memang dibangun untuk kawasan industri yang seluruh infrastrukturnya dapat disesuaikan dengan kebutuhan industri. Kebutuhan air dan *steam* dapat dipenuhi dari

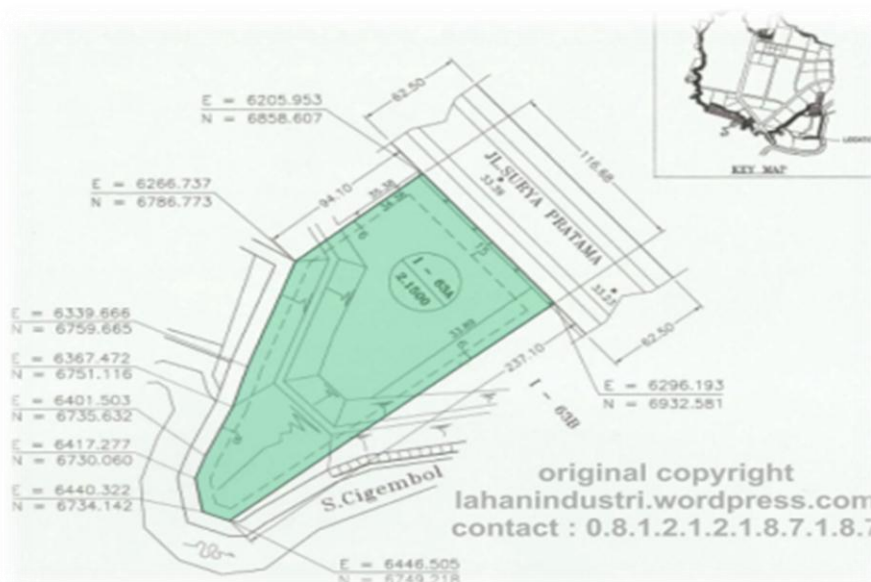
Sungai Citarum yang merupakan sungai dengan debit air cukup besar di Jawa Barat. Untuk kebutuhan listrik, ditunjang oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN) dan generator milik sendiri. Kebutuhan bahan bakar untuk *boiler*, generator maupun alat-alat lain ditunjang oleh PT. Pertamina.

e. Tenaga Kerja

Letak Karawang yang berada didaerah Jawa Barat dan berdekatan dengan Jakarta, dimana terdapat banyak perguruan tinggi, akademi, dan sekolah keterampilan yang dapat mecukupi kebutuhan tenaga kerja yang terampil dan terdidik sehingga mampu memperlancar jalannya proses, selain itu tenaga kerja didapatkan dari Jawa Tengah dan Jawa Timur.

f. Kebijakan Pemerintah

Sesuai dengan kebijakan pemerintah tentang pengembangan industri, Karawang yang merupakan salah satu kawasan industri. Dimana faktor-faktor seperti iklim, karakteristik lingkungan, dampak sosial serta hukum telah diperhitungkan. Maka pabrik yang akan didirikan sudah mendapat dukungan dari pemerintah (www.kemenperin.go.id, 2017).

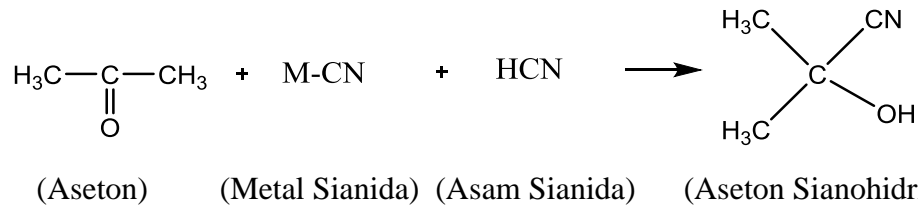


Gambar 1.3. Peta Kawasan Industri di Karawang
(lahanindustri.wordpress.com, 2017)

1.4. Proses Pembuatan

Reaksi pembentukan aseton sianohidrin dapat dilakukan dengan beberapa proses yaitu :

- a. Reaksi hidrogen sianida dengan aseton dengan penambahan metal sianida



Proses ini mereaksikan metal sianida, aseton, dan asam sianida dalam reaktor dengan suhu berkisar 0°C sampai 50°C, serta waktu tinggal 15 - 120 menit.

Kelebihan dari proses ini adalah :

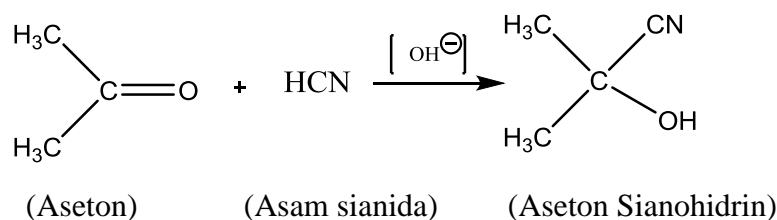
- 1) Jumlah HCN yang diperlukan tidak terlalu banyak.
- 2) Dari segi keamanan, pada pengangkutan metal sianida dalam bentuk *anhydrous* lebih aman dibandingkan dengan HCN.

Kekurangan dari proses ini adalah :

- 1) Produk aseton sianohidrin keluar reaktor mempunyai kemurnian yang cukup rendah yakni kurang lebih 50%, sehingga biaya untuk proses pemurnian produk tinggi.
- 2) Metal sianida mengandung impuritas yang tinggi.
- 3) Harga metal sianida relatif lebih mahal dari HCN.

(EP 1 371 632 A1, 2003)

- b. Reaksi antara aseton dengan asam sianida menggunakan katalis basa



(Weissermel and Arpe, 1997)

Proses ini mereaksikan aseton dengan asam sianida dengan katalis basa dalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) dengan suhu antara 20°C-50°C, serta waktu tinggal berkisar antara 20-40 menit.

Kelebihan dari proses ini adalah :

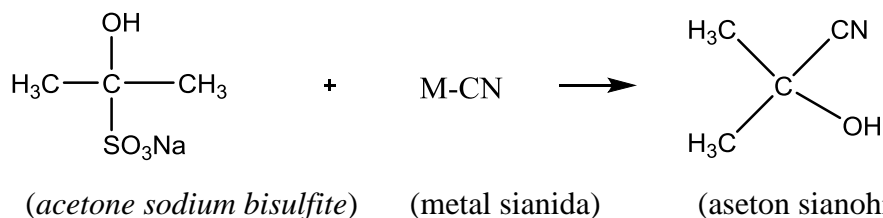
- 1) Jumlah garam sodium sulfat (hasil samping) yang dihasilkan dari proses stabilisasi produk lebih sedikit.
- 2) Konversi aseton sianohidrin keluar reaktor memiliki persentase 90%-95% yang dapat dipengaruhi oleh waktu kontak dan suhu pada reaktor dan tangki penyimpanan.

Kekurangan dari proses ini adalah :

Asam sianida yang digunakan termasuk dalam kategori *hazardous material* jika terjadi kebocoran dan mencemari lingkungan. Maka diperlukan penanganan khusus dan biaya cukup mahal untuk pengangkutannya.

(Kirk-Othmer, 1993)

c. Reaksi penggantian ion *bisulfite* dengan ion sianida



Pada mekanisme reaksi ini *acetone sodium bisulfite* direaksikan dengan metal sianida (Na-CN atau K-CN) sehingga akan terjadi pertukaran ion *bisulfite* (SO_3^{2-}) dengan ion sianida (CN^-) yang menghasilkan produk aseton sianohidrin (Kirk-Othmer, 1978).

Kelebihan dari proses ini adalah :

Proses pembuatan aseton sianohidrin ini tergolong relatif aman dari segi keamanan dibanding proses-proses sebelumnya karena tidak menggunakan HCN.

Kekurangan dari proses ini adalah :

Harga *acetone sodium bisulfite* (bahan baku) lebih tinggi dibandingkan dengan harga aseton sianohidrin (produk). Sehingga walaupun secara kinetika proses dapat berlangsung, namun dari segi ekonomi jelas tidak menguntungkan.

Maka dipilih proses yang mereaksikan aseton dengan asam sianida menggunakan katalis basa dengan beberapa pertimbangan sebagai berikut:

- a. Aspek ekonomi harga bahan baku rendah dan beberapa tersedia di dalam negeri sehingga biaya produksi akan lebih rendah.
- b. Biaya unit pemurnian produk yang lebih ekonomis.
- c. Proses tersebut merupakan proses yang digunakan pada hampir seluruh pabrik aseton sianohidrin modern saat ini, sehingga dapat dikatakan bahwa proses tersebut telah terbukti paling menguntungkan baik dari segi teknis maupun segi ekonomis.

Katalisator basa yang digunakan pada reaksi aseton dan asam sianida adalah NaOH (Kirk-Othmer, 1993). NaOH dipilih karena memiliki harga yang lebih murah dibandingkan dengan katalis basa seperti KOH, kemudian jika menggunakan Na_2CO_3 , katalis tersebut tidak larut dalam aseton meski memiliki harga yang lebih murah.

1.5. Tinjauan Pustaka

1.5.1. Sifat-Sifat Fisis dan Kimia Bahan

a. Sifat-Sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku

1) Aseton

Sifat Fisik

Rumus molekul	: CH_3COCH_3
Berat molekul	: 58,08 g/mol
Bentuk fisik	: Cairan mudah terbakar
Warna	: Tidak Berwarna

Titik didih	: 56°C
Titik lebur	: - 94,6°C
Temperatur kritis	: 235,05°C
Tekanan kritis	: 46,39 atm
Densitas pada 25°C	: 13,506 mol/L
Viskositas pada suhu 35°C	: 0,28 cP
<i>Specific gravity</i> pada suhu 35°C	: 0,765

Sifat Kimia

Aseton stabil saat digunakan pada berbagai oksidan seperti larutan *Fehling's*, AgNO₃, HNO₃ dingin, dan KMnO₄ netral, namun dapat dioksidasi oleh beberapa oksidan yang kuat seperti *alkaline permanganate*, *chromic acid*, dan HNO₃ panas.

- Bereaksi dengan asam sianida akan menghasilkan aseton sianohidrin dalam kondisi basa.
- Pada proses pirolisis aseton akan membentuk *ketene* yang sangat reaktif.
- Bereaksi dengan aldehyd aseton akan membentuk *acetals*, yang dapat juga dibentuk dari reaksi eksotermis

(Kirk-Othmer, 2004)

2) Asam Sianida

Sifat Fisik

Rumus molekul	: HCN
Bentuk fisik	: Cairan dengan viskositas rendah
Warna	: Tidak Berwarna
Berat molekul	: 27,03 g/mol
Titik didih	: 25,70°C
Titik lebur	: -13,24°C
Temperatur kritis	: 183,5°C
Densitas pada suhu 35°C	: 0,6685 g/mL

<i>Specific gravity</i> HCN 99%	: 0,7040
ΔH of vaporization	: 25,2 kJ/mol
<i>Vapor pressure</i>	: 1,062 atm pada 27, 2°C

Sifat Kimia

HCN merupakan asam lemah, berstruktur linier dengan ikatan rangkap tiga $H\equiv CN$.

- Dengan larutan asam sulfat akan menghasilkan *formic acid* melalui proses hidrolisis
- Bereaksi dengan aseton akan menghasilkan aseton sianohidrin yang merupakan *intermediate* dari pembuatan *methyl methacrylate*.
- Hidrogen sianida bereaksi dengan formaldehid dan anilin membentuk *N-phenyl-glicynonitrile*
- Hidrogen sianida bereaksi dengan formaldehide membentuk *glycolonitrile*.

(Kirk-Othmer, 1993)

b. Sifat-sifat Fisis dan Kimia Bahan Pendukung

1) Natrium Hidroksida

Rumus molekul	: NaOH
Bentuk fisik	: Padatan
Warna	: Putih
Berat molekul	: 40 g/mol
<i>Specific gravity</i>	: 2,130
Titik Lebur	: 318,4°C
Titik didih	: 1.390°C
Densitas larutan NaOH 50% pada 35°C	: 1,5145

(Perry, 2008)

2) Asam Sulfat

Rumus molekul	: H_2SO_4
---------------	-------------

Warna	: Kuning
Bentuk fisik	: Cairan
Berat Molekul	: 98,079 g/mol
<i>Specific gravity</i>	: 1,8357
Titik lebur	: 10°C
Titik didih	: 274°C

(Kirk-Othmer, 2004)

c. Sifat-Sifat Fisis dan Kimia Produk

Aseton Sianohidrin

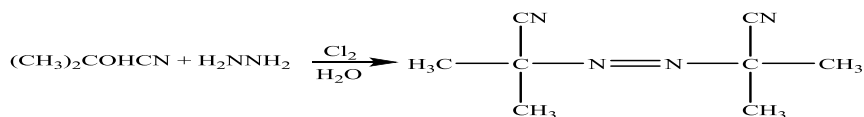
Sifat Fisik

Rumus molekul	: $(\text{CH}_3)_2\text{C}(\text{OH})(\text{CN})$
Bentuk fisik	: Cairan
Warna	: Kuning Cerah
Berat molekul	: 85,11g/mol
Titik didih	: 210 °C (US Patent, 1973)
Titik lebur	: -19°C
ΔH vapour pada 1 atm	: 39,83 kJ/mol pada 190°C (Yaws, 1999)
Viskositas pada suhu 20°C	: 4,9 mPa.s
Densitas pada suhu 25°C	: 0,932 g/cm ³

(Evonik Industries, 2014)

Sifat Kimia

Reaksi Hidrazin dengan aseton sianohidrin dengan penambahan larutan klorin akan menghasilkan 2,2 –azobisisobutyronitrile (AIBN) yang stabil, tidak berwarna dan berbentuk kristal pada suhu ruang.



(Kirk-Othmer, 1993)

1.5.2. Proses Pembuatan Yang Dipilih

a. Kondisi operasi

Reaktor

Jenis reaktor : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)

Suhu : 35°C

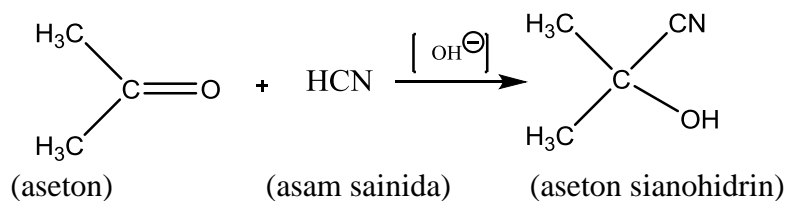
Tekanan : 2 atm

Waktu tinggal : 30 menit

(Kirk-Othmer, 1993)

b. Mekanisme Reaksi

Aseton sianohidrin dapat diproduksi dengan mereaksikan aseton, asam sianida dengan katalis basa secara kontinyu, serta beroperasi pada suhu reaksi 35°C dan tekanan atmosfer (Kirk-Othmer, 1993). Mekanisme reaksi pembentukan aseton sianohidrin diuraikan sebagai berikut :



(Weissermel and Arpe, 1997)

c. Tinjauan Kinetika

Menurut Roth (1952), dari segi kinetika pembentukan dari aseton sianohidrin diasumsikan sebagai reaksi orde 2 sebagai berikut :

Aseton = A

Asam Sianida = B

Aseton Sianohidrin = C

	A	+	B	\rightarrow	C
Mula - mula	: n_{A0}		n_{B0}		0
Reaksi	: $n_{A0} \cdot x_A$		$n_{A0} \cdot x_A$		$n_{A0} \cdot x_A$
Setelah reaksi	: $n_{A0}(1 - x_A)$		$n_{B0} - n_{A0} \cdot x_A$		$n_{A0} \cdot x_A$

Persamaan kecepatan reaksi

$$(-r_A) = k [C_A][C_B] \quad \dots\dots\dots(8)$$

$$C_A = \frac{n_A}{v} = \frac{n_{A0}(1-x_A)}{v} = C_{A0}(1 - x_A) \quad \dots\dots\dots(9)$$

$$C_B = \frac{n_B}{v} = \frac{n_{B0} - n_{A0} \cdot x_A}{v} = C_{B0} - C_{A0} \cdot x_A \quad \dots\dots\dots(10)$$

$$(-r_A) = k C_{A0}(1 - x_A) (C_{B0} - C_{A0} \cdot x_A) \quad \dots\dots\dots(11)$$

Dimana:

- (-r_A) = Kecepatan reaksi (kmol/m³.menit)
- k = Konstanta kecepatan reaksi (m³/mol.menit)
- C_A, C_B = Konsentrasi reaktan, (kmol/m³)
- C_{A0}, C_{B0} = Konsentrasi reaktan mula-mula (kmol/m³)
- n_A, n_B = Laju alir molar reaktan (kmol/menit)
- n_{A0}, n_{B0} = Laju alir molar reaktan mula-mula (kmol/menit)
- x = Konversi
- v = Volume reaktor (m³)

Diketahui nilai konstanta kecepatan reaksi, k = 0,00762 (menit⁻¹).(mol/L⁻¹).

Konversi *single-pass* dari aseton sianohidrin sebesar 90%-95% tergantung waktu tinggal dan temperatur pada reaktor dan *hold tank* (Kirk-Othmer, 1993).

d. Tinjauan Termodinamika

$$\Delta G = -RT \ln K \quad \dots\dots\dots(12)$$

Dimana :

- ΔG = Energi gibbs (kjoule/mol)
- ΔG^o = Energi Gibbs standart, (kjoule/mol)
- R = Tetapan gas umum (8,3134 joule/mol.K)
- T = *Temperature* reaksi, (K)
- K = Konstanta kesetimbangan (Levenspiel, 1999)

Tabel 1.7. Data ΔH_f dan ΔG_f Bahan (Yaws, 1999)

Komponen	ΔH_f° 298 K (kJ/mol)	ΔG_f° 298 K (kJ/mol)
Aseton	-217,57	-153,05
HCN	135,14	124,68
ACH	-133	-30,97

$$\Delta G_f^\circ = \Delta G_f^\circ \text{produk} - \Delta G_f^\circ \text{reaktan} \quad \dots\dots\dots(13)$$

$$= (-30,97) - (-153,05 + 124,68)$$

$$= -2.600 \text{ J/mol}$$

$$\ln K_{298K} = \frac{-\Delta G_f^\circ}{RT} \quad \dots\dots\dots(14)$$

$$= \frac{-(-2.600 \text{ J/mol})}{8,314 \text{ J/mol} \cdot \text{K} (298 \text{ K})}$$

$$= 1,0494$$

$$K_{298K} = e^{1,0494}$$

$$= 2,8560$$

$$\text{Dengan } \Delta H = \Delta H_{\text{produk}} - \Delta H_{\text{reaktan}} \quad \dots\dots\dots(15)$$

$$= -133 - (-217,57 + 135,14)$$

$$= -50,57 \text{ kJ/mol}$$

$$\ln \frac{K_{308}}{K_{298}} = \left[-\frac{\Delta H}{R} \right] \left[\frac{1}{T_{308}} - \frac{1}{T_{298}} \right] \quad \dots\dots\dots(16)$$

(Levenspiel, 1999)

$$\ln \frac{K_{308}}{2,8560} = \left[-\frac{(-50570 \text{ J/mol})}{8,314 \text{ J/mol} \cdot \text{K}} \right] \left[\frac{1}{308} - \frac{1}{298} \right] \text{K}$$

$$\ln \frac{K_{308}}{2,8560} = [6.082,5114] [-1,0895 \cdot 10^{-4}]$$

$$\ln \frac{K_{308}}{2,8560} = -0,6627$$

$$\frac{K_{308}}{2,8560} = 0,5155$$

$$K_{308} = 1,3330$$

$$\Delta H_{total} = \Delta H_{reaktan} + \Delta H_{298K} + \Delta H_{produk} \quad \dots(17)$$

$$\Delta H_{reaktan} = \Delta H_{aseton} + \Delta H_{asam\ sianida} \quad \dots(18)$$

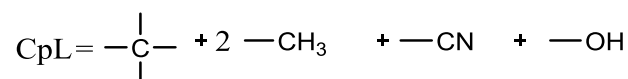
$$= \int C_{pd}T \text{ aseton} + \int C_{pd}T \text{ asam sianida}$$

Hitungan manual Cp ACH menggunakan jumlah ikatan

$$C_{pL} = \sum_{t=1}^n \Delta_{cpi} \quad \dots(19)$$

(Perry, 2008)

maka



$$\begin{aligned} C_{pL} &= 7,36 + 2(36,82) + 58,16 + 44,77 \\ &= 183,93 \text{ J/mol.K} \end{aligned}$$

$$\int C_{pd}T_{aseton}$$

$$= \int_{298}^{308} 1,356 \cdot 10^5 - 1,77 \cdot 10^2 T + 2,837 \cdot 10^{-1} T^2$$

$$+ 6,89 \cdot 10^{-4} T^3 \text{ ; J/kmol}$$

$$= 1,356 \cdot 10^5 T - \frac{1}{2} (1,77 \cdot 10^2) T^2 + \frac{1}{3} (2,837 \cdot 10^{-1}) T^3$$

$$+ \frac{1}{4} (6,89 \cdot 10^{-4}) T^3$$

$$= 1.271.894,8614 \text{ J/kmol}$$

$$\int C_{pd}T_{HCN} = \int_{298}^{308} 9,5398 \cdot 10^4 - 1,9752 \cdot 10^2 T^2 + 3,883 \cdot 10^{-1} T^3 \text{ ; J/kmol}$$

$$= 9,5398 \cdot 10^4 T - \frac{1}{3} (1,9752 \cdot 10^2) T^3 + \frac{1}{4} (3,883 \cdot 10^{-1}) T^4$$

$$= -72.356.415,934 \text{ J/kmol}$$

$$\begin{aligned}\int C_{pd}T_{ACH} &= \int_{298}^{308} 183,93 \text{ ; J/kmol} \\ &= 183,93 \text{ T} \\ &= 1.839,3 \text{ J/kmol}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta H_{total} &= \Delta H_{reaktan} + \Delta H_{298K} + \Delta H_{produk} \\ &= (1.271.894,8614 + (-72.356.415,934)) + (-50,57) + 1.839,3 \\ &= -71.082.732,3426 \text{ kJ/mol}\end{aligned}$$

Kesimpulan :

- Pada hasil perhitungan nilai $\Delta G_f^\circ = -2.600 \text{ J/mol}$, dimana $\Delta G_f^\circ < 0$ menunjukkan bahwa reaksi tersebut merupakan reaksi spontan (Yaws, 1999).
- Reaksi pembentukan pada suhu operasi menghasilkan $K = 1,3330$ dimana nilai $K > 1$ merupakan reaksi *irreversible* (Levenspiel, 1999).
- Reaksi pembentukan aseton sianohidrin merupakan reaksi eksotermis karena nilai ΔH_R total negatif yakni $-71.082.732,3426 \text{ kJ/mol}$ (Yaws, 1999).

BAB II

SPEKIFIKASI BAHAN

2.1. Spesifikasi Bahan Baku

a. Aseton

Bentuk	: Cair
Warna	: Tidak Berwarna
Aseton	: 99,5 %
Air	: 0,5 %

(PT Graha Jaya Pratama Kinerja)

b. Asam Sianida

Bentuk	: Cair
Warna	: Tidak Berwarna
HCN	: 99 %
Air	: 1 %

(AnQore – Smart Chemicals)

2.2. Spesifikasi Bahan Pembantu

a. NaOH

Bentuk	: Padatan
Warna	: Putih
NaOH	: 99 %
Air	: 1 %

(PT Asahimas Chemical)

b. Asam Sulfat

Asam Sulfat	: 98 %
Air	: 2 %
Bentuk	: Cair
Warna	: Tidak berwarna sampai sedikit kuning

(PT Indonesian Acid Industry)

2.3. Spesifikasi Produk

a. Aseton Sianohidrin

Aseton Sianohidrin : 99,5%

Air : 0,2%

Aseton : 0,3%

(PT Polymir)

BAB III

DESKRIPSI PROSES

3.1. Keterangan Proses

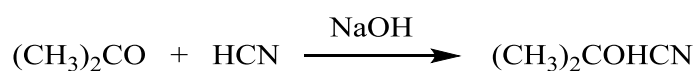
Proses pembuatan ACH dari aseton dan HCN dengan menggunakan sedikit NaOH sebagai katalis terdiri 3 proses utama, yakni : persiapan bahan baku, pembentukan ACH, dan pemurnian ACH.

a. **Persiapan Bahan Baku**

Aseton yang digunakan disimpan didalam tangki penyimpanan aseton (F-112) dengan kondisi operasi suhu 30°C dan tekanan 1 atm dan HCN disimpan dalam tangki penyimpanan HCN (F-115) pada fase cair dengan kondisi operasi suhu 20°C dan tekanan 1 atm. Katalis NaOH yang disimpan didalam silo (F-110) masih berbentuk serbuk padatan, maka untuk mendapatkan larutan NaOH 50%, serbuk diumpankan ke dalam *mixer* (M-211) menggunakan *screw conveyor* (J-111) dan dilarutkan dengan air yang berasal dari utilitas. *Mixer* (M-211) beroperasi pada kondisi suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Bahan baku dan katalis NaOH dari *mixer* (M-211), kemudian dipompa menggunakan pompa sentrifugal (L-212) menuju reaktor alir tangki berpengaduk (R-210) untuk direaksikan.

b. **Pembentukan ACH**

Reaksi antara aseton dan HCN terjadi didalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) dengan kondisi operasi suhu 35°C dan tekanan 2 atm. Umpan segar (aseton, HCN, dan katalis NaOH 50%) serta arus *recycle* dari unit pemurnian direaksikan didalam RATB. Reaksi yang terjadi bersifat eksotermis, maka untuk menjaga kondisi operasi ditambahkan koil pendingin pada RATB.



Produk *crude* ACH yang dihasilkan reaktor mengalami kenaikan pH (3-4) karena kandungan NaOH yang menyebabkan produk tidak stabil (Kirk-Othmer, 1993). Maka, produk distabilkan menggunakan H₂SO₄ untuk

mencapai pH 1-2 didalam *stabilizer tank* (D-213) dengan kondisi operasi suhu 20°C dan tekanan 1 atm. Untuk mencapai kondisi operasi, maka sebelumnya produk dialirkan melalui *cooler* (E-214) untuk menurunkan suhu. *Stabilizer tank* (D-213) dilengkapi koil pendingin untuk menjaga kondisi operasi karena reaksi bersifat eksotermis. Produk keluaran *stabilizer tank* (D-213) kemudian dialirkan menuju unit pemurnian.

c. Pemurnian Aseton Sianohidrin

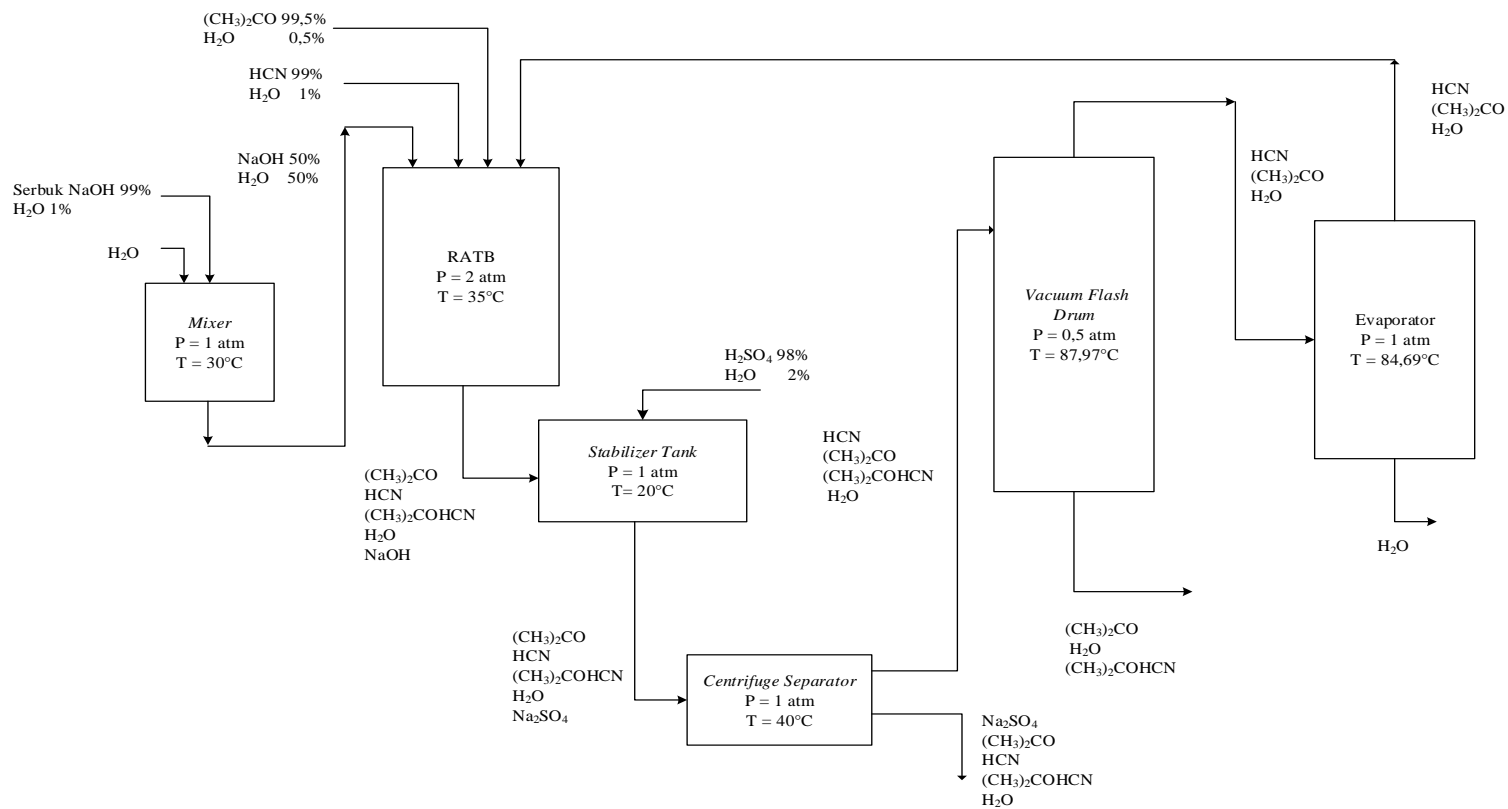
Penambahan H₂SO₄ yang reaktif dengan NaOH menimbulkan terbentuknya garam Na₂SO₄ didalam *crude ACH*. Maka, padatan garam Na₂SO₄ dihilangkan dengan mengalirkan *crude ACH* ke dalam filter padat-cair berupa *centrifuge separator* (H-311). Produk cairan *crude ACH* dari *centrifuge separator* kemudian dialirkan menuju ke *vacuum flash drum* (D-310) agar didapatkan produk mencapai kualitas yang diinginkan, sedangkan untuk produk padatan diangkut menuju ke Unit Pengolahan Limbah (UPL).

Vacuum flash drum (D-310) bekerja pada kondisi operasi suhu 87,97°C dan tekanan 0,5 atm, tekanan operasi *vacuum* bertujuan untuk mencegah terjadinya dekomposisi ACH menjadi aseton dan HCN (patent US 3742016A).

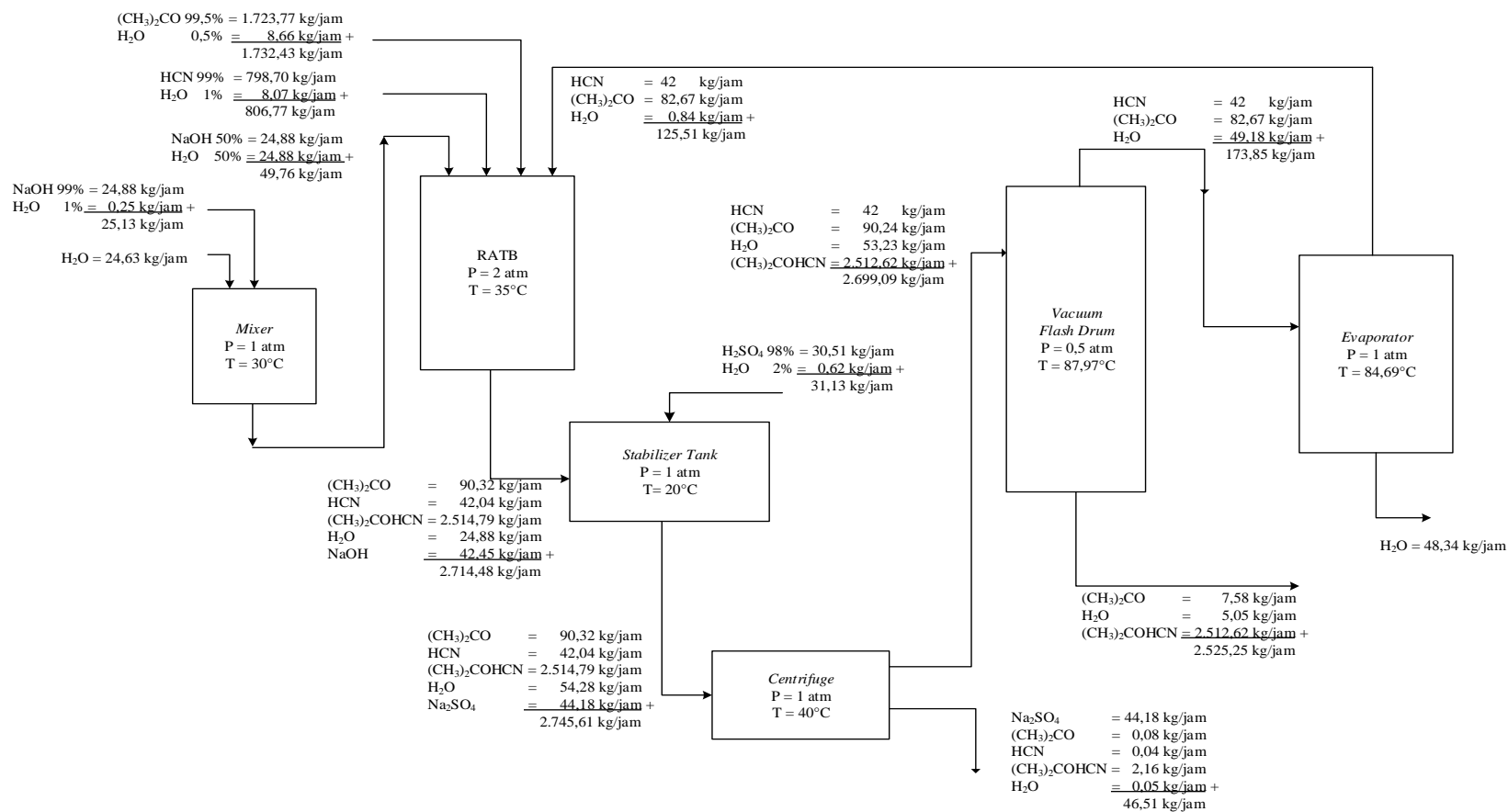
Untuk mengkondisikan suhu dan tekanan sebelum memasuki *vacuum flash drum* (D-310) maka produk dialirkan melalui *heater* (E-314) untuk mengkondisikan suhu dan untuk menurunkan tekanan digunakan *throttle valve* (K-316).

Destilat *vacuum flash drum* masih mengandung aseton dan HCN yang cukup banyak, namun tidak dapat di *recycle* kembali masuk reaktor karena banyaknya kandungan air. Maka untuk memisahkan air, destilat diumpankan menuju ke evaporator (V-320) dengan kondisi operasi suhu 84,69°C dan tekanan 1 atm. Air hasil bawah evaporator kemudian dialirkan ke UPL. Hasil bawah (*bottom*) dari *vacuum flash drum* berupa aseton sianohidrin dengan kemurnian 99,5% dengan sedikit aseton dan air dialirkan menuju tangki penyimpanan (F-410) pada kondisi tekanan 1 atm dan suhu 26°C.

3.2. Diagram Alir Proses



Gambar 3.1 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 3.2. Diagram Alir Kuantitatif

BAB IV

NERACA MASSA DAN NERACA PANAS

4.1. Neraca Massa

Hasil perhitungan neraca massa pembuatan aseton sianohidrin dari aseton dan asam sianida dengan kapasitas 20.000 ton/tahun adalah sebagai berikut:

Basis perhitungan : 1 jam operasi

Waktu kerja/tahun : 330 hari/tahun

Satuan operasi : kg/jam

$$\begin{aligned}\text{Laju produksi} &= \frac{20.000 \text{ ton}}{\text{tahun}} \times \frac{1.000 \text{ kg}}{\text{ton}} \times \frac{\text{tahun}}{330 \text{ hari}} \times \frac{\text{hari}}{24 \text{ jam}} \\ &= 2.525,25 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

Komposisi Produk :

$$\begin{aligned}\text{Aseton Sianohidrin } 99,5\% &= \frac{99,5}{100} \times 2.525,25 \text{ kg/jam} \\ &= 2.512,62 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Aseton } 0,3\% &= \frac{0,3}{100} \times 2.525,25 \text{ kg/jam} \\ &= 7,58 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Air } 0,2\% &= \frac{0,2}{100} \times 2.525,25 \text{ kg/jam} \\ &= 5,05 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

Komposisi Umpan Masuk :

1. Komposisi umpan $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$

$$(\text{CH}_3)_2\text{CO} = 99,5\% \quad \text{berat}$$

$$\text{H}_2\text{O} = 0,5\% \quad \text{berat}$$

$$= 100\% \quad \text{berat}$$

(PT Graha Jaya Pratama Kinerja)

2. Komposisi umpan HCN

$$\text{HCN} = 99\% \quad \text{berat}$$

$$\underline{\text{H}_2\text{O}} = 1\% \quad \text{berat}$$

$$= 100\% \quad \text{berat}$$

(AnQore – Smart Chemicals)

3. Komposisi umpan NaOH

$$\text{NaOH} = 99\% \quad \text{berat}$$

$$\underline{\text{H}_2\text{O}} = 1\% \quad \text{berat}$$

$$= 100\% \quad \text{berat}$$

(PT Asahimas Chemical)

4. Komposisi umpan H₂SO₄

$$\text{H}_2\text{SO}_4 = 98\% \quad \text{berat}$$

$$\underline{\text{H}_2\text{O}} = 2\% \quad \text{berat}$$

$$= 100\% \quad \text{berat}$$

(PT Indonesian Acid Industry)

$$\text{Umpan Basis} = 5.570,06 \text{ kg/jam } (\text{CH}_3)_2\text{CO} \text{ masuk reaktor}$$

$$\text{Produk basis} = 8.119,09 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Produk sebenarnya} = 2.525,25 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Umpan sebenarnya} = \frac{\text{produk sebenarnya} \times \text{umpan basis}}{\text{produk basis}}$$

$$= \frac{2.525,25 \text{ kg/jam} \times 5.570,06 \text{ kg/jam}}{8.119,09 \text{ kg/jam}}$$

$$= 1.732,43 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Faktor konversi} = \frac{\text{produk sebenarnya}}{\text{produk basis}}$$

$$= \frac{2.525,25 \text{ kg/jam}}{8.119,09 \text{ kg/jam}}$$

$$= 0,31$$

Maka, komposisi umpan masuk menjadi

1. Komposisi umpan (CH₃)₂CO

$$(\text{CH}_3)_2\text{CO} = \text{massa} \times \text{faktor koreksi}$$

$$= 5.570,06 \text{ kg/jam} \times 0,31$$

$$= 1.806,44 \text{ kg/jam}$$

$$\begin{aligned}\text{H}_2\text{O} &= \text{massa} \times \text{faktor koreksi} \\ &= 29,19 \text{ kg/jam} \times 0,31 \\ &= 9,08 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

2. Komposisi umpan HCN

$$\begin{aligned}\text{HCN} &= \text{massa} \times \text{faktor koreksi} \\ &= 2.703 \text{ kg/jam} \times 0,31 \\ &= 840,70 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{H}_2\text{O} &= \text{massa} \times \text{faktor koreksi} \\ &= 27,30 \text{ kg/jam} \times 0,31 \\ &= 8,49 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

3. Komposisi umpan NaOH

$$\begin{aligned}\text{NaOH} &= \text{massa} \times \text{faktor koreksi} \\ &= 80 \text{ kg/jam} \times 0,31 \\ &= 24,88 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{H}_2\text{O} &= \text{massa} \times \text{faktor koreksi} \\ &= 0,81 \text{ kg/jam} \times 0,31 \\ &= 0,25 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

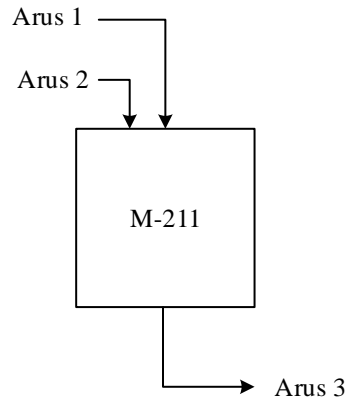
4. Komposisi umpan H₂SO₄

$$\begin{aligned}\text{H}_2\text{SO}_4 &= \text{massa} \times \text{faktor koreksi} \\ &= 98,08 \text{ kg/jam} \times 0,31 \\ &= 30,51 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{H}_2\text{O} &= \text{massa} \times \text{faktor koreksi} \\ &= 2 \text{ kg/jam} \times 0,31 \\ &= 0,62 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

a. Mixer (M-211)

Fungsi : Melarutkan serbuk NaOH menjadi larutan NaOH 50%

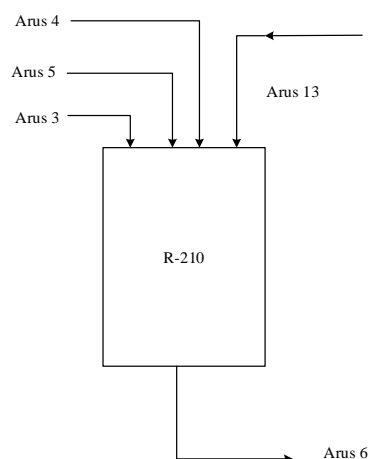


Tabel 4.1.1. Neraca Massa *Mixer* (M-211)

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	Arus 1	Arus 2	Arus 3
NaOH	24,88	0,00	24,88
H ₂ O	0,25	24,63	24,88
Subtotal	25,13	24,63	49,76
Total	49,76		49,76

b. Reaktor (R-210)

Fungsi : Mereaksikan (CH₃)₂CO dan HCN dengan katalis basa



konversi : 95% (Kirk-Othmer)

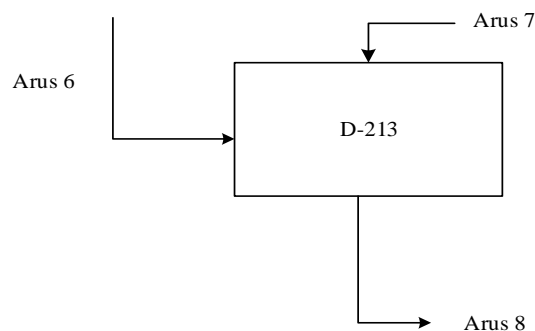
reaksi :	$(\text{CH}_3)_2\text{CO}$	+	HCN	$\xrightarrow{\text{NaOH}}$	$(\text{CH}_3)_2\text{COHCN}$
mula-mula	31,10		31,10		-
reaksi	29,55		29,55		29,55
Setelah reaksi	1,55		1,55		29,55

Tabel 4.1.2 Neraca Massa Reaktor (R-210)

Komponen	Input (kg/jam)				Output (kg/jam)
	Arus 3	Arus 4	Arus 5	Arus 13	Arus 6
$(\text{CH}_3)_2\text{CO}$	0,00	1.723,77	0,00	82,67	90,32
HCN	0,00	0,00	798,71	42,00	42,04
$(\text{CH}_3)_2\text{COHCN}$	0,00	0,00	0,00	0,00	2.514,79
NaOH	24,88	0,00	0,00	0,00	24,88
H ₂ O	24,88	8,66	8,07	0,84	42,45
Subtotal	49,76	1.732,43	806,77	125,51	2.714,48
Total		2.714,48			2.714,48

c. Stabilizer Tank (D-213)

Fungsi : Menstabilkan produk keluar reaktor agar mencapai pH 1-2



Reaksi	2NaOH	+	H_2SO_4	\longrightarrow	Na_2SO_4	+	$2\text{H}_2\text{O}$
mula-mula	0,62		0,31				
reaksi :	0,62		0,31		0,31		0,62
	0,00		0,00		0,31		0,62

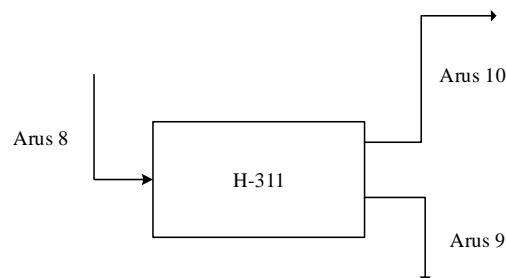
asumsi reaksi sempurna $x = 100\%$

Tabel 4.1.3. Neraca Massa *Stabilizer Tank* (D-213)

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	Arus 6	Arus 7	Arus 8
(CH ₃) ₂ CO	90,32	0,00	90,32
HCN	42,04	0,00	42,04
(CH ₃) ₂ COHCN	2.514,79	0,00	2.514,79
NaOH	24,88	0,00	0,00
H ₂ O	42,45	0,62	54,28
H ₂ SO ₄	0,00	30,51	0,00
Na ₂ SO ₄	0,00	0,00	44,18
Subtotal	2.714,48	31,13	2.745,61
Total	2.745,61		2.745,61

d. *Centrifuge Separator* (H-311)

Fungsi : Memisahkan padatan Na₂SO₄ dalam produk

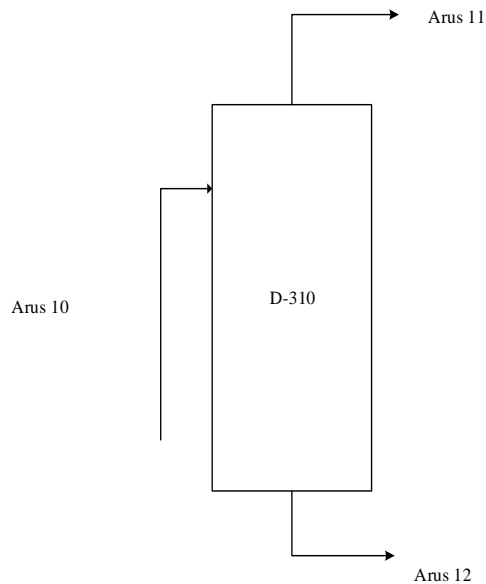


Tabel 4.1.4. Neraca Massa *Centrifuge Separator* (H-311)

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	Arus 8		Arus 9	Arus 10
(CH ₃) ₂ CO	90,32		0,08	90,24
HCN	42,04		0,04	42,00
(CH ₃) ₂ COHCN	2.514,79		2,16	2.512,62
H ₂ O	54,28		0,05	54,23
Na ₂ SO ₄	44,18		44,18	0,00
Subtotal	2.745,61		46,51	2.699,10
Total	2.745,61		2.745,61	

e. Vaccum Flash Drum (D-310)

Fungsi : Pemurnian produk $(\text{CH}_3)_2\text{COHCN}$ menjadi 99,5% dengan memisahkan impuritas berdasarkan titik didih

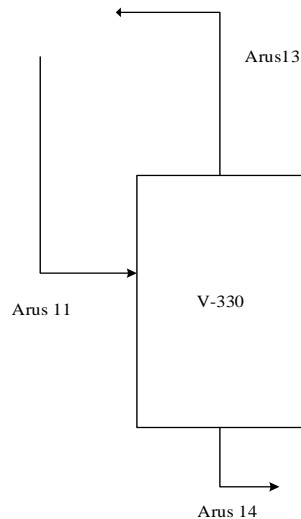


Tabel 4.1.5. Neraca Massa *Vaccum Flash Drum* (D-310)

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	Arus 10	Arus 11	Arus 12
HCN	42,00	42,00	0,00
$(\text{CH}_3)_2\text{CO}$	90,24	82,67	7,58
H_2O	54,23	49,18	5,05
$(\text{CH}_3)_2\text{COHCN}$	2.512,62	0,00	2.512,62
Subtotal	2.699,10	173,85	2.525,25
Total	2.699,10	2.699,10	

f. Evaporator (V-320)

Fungsi : Memekatkan HCN 99% dan $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$ 99,5% untuk dikembalikan (*recycle*) menuju reaktor (R-210).



Tabel 4.1.6. Neraca Massa *Evaporator* (V-330)

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	Arus 11	Arus 13	Arus 13	Arus 14
HCN	42,00	42,00	42,00	0,00
$(\text{CH}_3)_2\text{CO}$	82,67	82,67	82,67	0,00
H ₂ O	49,18	0,84	0,84	48,34
Subtotal	173,85	125,51	125,51	48,34
Total	173,85		173,85	

Tabel 4.1.7. Neraca Massa Total

Komponen /Arus	INPUT (kg/jam)					OUTPUT (kg/jam)		
	1	2	4	5	7	9	12	14
(CH ₃) ₂ CO	0,00	0,00	1.723,77	0,00	0,00	0,08	7,58	0,00
HCN	0,00	0,00	0,00	798,71	0,00	0,04	0,00	0,00
(CH ₃) ₂ COHCN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,16	2.512,62	0,00
NaOH	24,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H ₂ O	0,25	24,63	8,66	8,07	0,62	0,05	5,05	48,34
H ₂ SO ₄	0,00	0,00	0,00	0,00	30,51	0,00	0,00	0,00
Na ₂ SO ₄	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	44,18	0,00	0,00
SubTotal	25,13	24,63	1.732,43	806,77	31,13	46,51	2.525,25	48,34
Total			2620,10				2620,10	

4.2. Neraca Panas

Basis perhitungan : 1 jam operasi

Suhu referensi : 298 K

Satuan Panas (energi) : kJ

Tekanan : atm

Kapasitas panas bahan dipengaruhi suhu, $C_p = f(T)$ mengikuti persamaan :

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

$$\int C_p dT = A(T - 298) + \frac{B}{2}(T^2 - 298^2) + \frac{C}{3}(T^3 - 298^3) + \frac{D}{4}(T^4 - 298^4)$$

Keterangan :

C_p = Kapasitas panas (kJ/kmol.K)

T = Suhu operasi (K)

A, B, C, D = Konstanta kapasitas panas

Tabel 4.2.1. Konstanta Kapasitas Panas

Komponen	A	B	C	D
(CH ₃) ₂ CO	46,878	6,2652E-01	-2,0761E-03	2,9583E-06
HCN	-123,155	1,7769	-5,8083E-03	6,9129E-06
(CH ₃) ₂ COHCN	55,844	1,3376	-3,4362E-03	3,6169E-06
NaOH	87,639	-4,8368E-04	4,5423E-06	1,1863E-09
H ₂ O	92,053	-3,9953E-02	-2,1103E-04	5,3469E-07
H ₂ SO ₄	26,004	7,0337E-01	-1,3856E-03	1,0342E-06
Na ₂ SO ₄	233,515	-9,5276E-03	3,4665E-05	1,5771E-08

(Yaws, 1999)

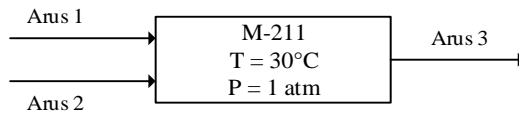
Tabel 4.2.2. Kapasitas Panas Cairan

Komponen	$\int C_p dT$ (kJ/kmol.K)
(CH ₃) ₂ CO	127,5022
HCN	73,5011
(CH ₃) ₂ COHCN	245,0167
NaOH	87,9296
H ₂ O	75,5565
H ₂ SO ₄	139,9301

Tabel neraca panas dari masing-masing alat berikut telah dihitung berdasarkan data-data diatas dan neraca massa aktual

a. Mixer (M-211)

Fungsi : Melarutkan serbuk NaOH menjadi larutan NaOH 50%

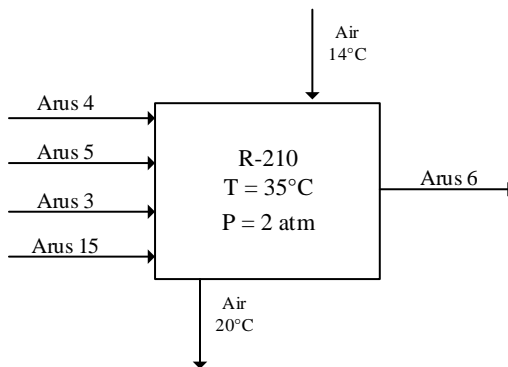


Tabel 4.2.3. Neraca Panas Mixer (M-211)

Komponen	Input (kJ/jam)		Output (kJ/jam)
	Arus 1	Arus 2	Arus 3
NaOH	273,50	0,00	311,63
H ₂ O	5,27	521,37	593,99
Subtotal	278,77	521,37	905,61
Panas Reaksi	105,47		0,00
Total	905,61		905,61

b. Reaktor (R-210)

Fungsi : Mereaksikan (CH₃)₂CO dan HCN dalam kondisi basa

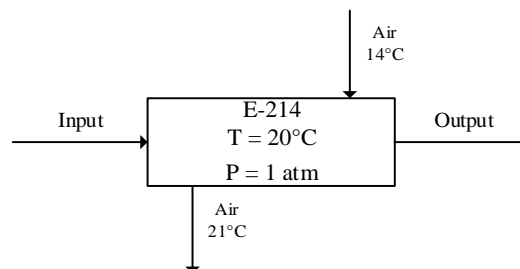


Tabel 4.2.4. Neraca Panas Reaktor (R-210)

Komponen	Input (kJ/jam)				Output (kJ/jam)
	Arus 3	Arus 4	Arus 5	Arus 13	Arus 6
(CH ₃) ₂ CO	0,00	38.110,68	0,00	1.827,71	1.996,92
HCN	0,00	0,00	21.954,61	1.154,46	1.155,45
(CH ₃) ₂ COHCN	0,00	0,00	0,00	0,00	72.768,68
NaOH	311,63	0,00	0,00	0,00	547,05
H ₂ O	593,99	362,76	337,87	35,16	1.777,83
Subtotal	905,61	38.473,45	22.292,48	3.017,33	78.245,93
Panas Reaksi		1.481.343,90			0,00
Beban Pendingin		0,00			1.467.786,85
Total		1.546.032,78			1.546.032,78

c. Cooler 1 (E-214)

Fungsi : Mendinginkan umpan cair hasil R-210 menuju D-213 dari suhu 35°C menjadi 20°C dengan pendingin air pada suhu 14°C

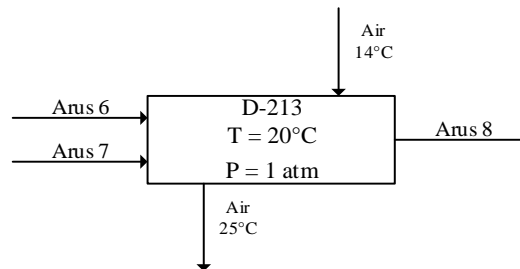


Tabel 4.2.5. Neraca Panas Cooler 1 (E-214)

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
(CH ₃) ₂ CO	1.996,92	-988,00
HCN	1.155,45	-568,49
(CH ₃) ₂ COHCN	72.768,68	-36.104,37
NaOH	547,05	-273,46
H ₂ O	1.777,83	-890,89
Subtotal	78.245,93	-38.825,23
Beban Pendingin	0,00	117.071,16
Total	78.245,93	78.245,93

d. Stabilizer Tank (D-213)

Fungsi : Menstabilkan produk keluar R-210 agar mencapai pH 1-2

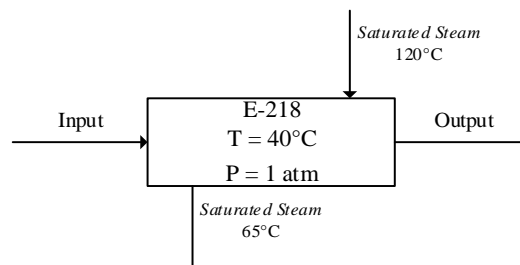


Tabel 4.2.6. Neraca Panas *Stabilizer Tank* (D-213)

Komponen	Input (kJ/jam)		Output (kJ/jam)
	Arus 6	Arus 7	Arus 8
(CH ₃) ₂ CO	-988,00	0,00	-988,00
HCN	-568,49	0,00	-568,49
(CH ₃) ₂ COHCN	-36.104,37	0,00	-36.104,37
NaOH	-273,46	0,00	0,00
H ₂ O	-890,89	-13,07	-1.139,15
H ₂ SO ₄	0,00	-217,01	0,00
Na ₂ SO ₄	0,00	0,00	-364,11
Subtotal	-38.825,23	-230,07	-39.164,12
Panas Reaksi	145.741,19		0,00
Beban Pendingin	0,00		145.850,02
Total	106.685,89		106.685,89

e. Heater 1 (E-218)

Fungsi : Memanaskan umpan cair hasil D-213 menuju H-311 dari suhu 20°C menjadi 40°C dengan *saturated steam* pada suhu 120°C

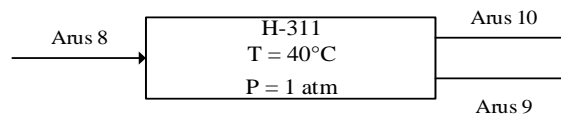


Tabel 4.2.7. Neraca Panas *Heater* 1 (E-218)

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
(CH ₃) ₂ CO	-988,00	3.006,31
HCN	-568,49	1.742,78
(CH ₃) ₂ COHCN	-36.104,37	109.430,79
H ₂ O	-1.139,15	3.407,74
Na ₂ SO ₄	-364,11	1.093,06
Subtotal	-39.164,12	118.680,68
Panas yg dibutuhkan	157.844,81	0,00
Total	118.680,68	118.680,68

f. Centrifuge Separator (H-311)

Fungsi : Memisahkan padatan Na₂SO₄ dalam produk

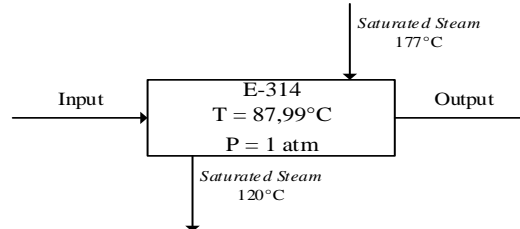


Tabel 4.2.8. Neraca Panas *Centrifuge Separator* (H-311)

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)	
	Arus 8	Arus 9	Arus 10
(CH ₃) ₂ CO	3.006,31	2,59	3.003,72
HCN	1.742,78	1,50	1.741,28
(CH ₃) ₂ COHCN	109.430,79	94,20	109.336,59
Na ₂ SO ₄	1.093,06	1.093,06	0,00
H ₂ O	3.407,74	2,93	3.404,81
Subtotal	118.680,68	1.194,27	117.486,41
Total	118.680,68	118.680,68	

g. Heater 2 (E-314)

Fungsi : Memanaskan umpan cair hasil H-311 menuju D-310 dari suhu 40°C menjadi 87,99°C dengan *saturated steam* pada suhu 177°C

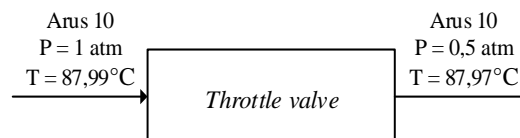


Tabel 4.2.9. Neraca Panas *Heater 2* (E-314)

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
HCN	1.741,28	45.105,16
(CH ₃) ₂ CO	3.003,72	63.128,60
H ₂ O	3.404,81	141.259,48
(CH ₃) ₂ COHCN	109.336,59	2.034.165,31
Subtotal	117.486,41	2.283.658,55
Panas yg dibutuhkan	2.166.172,14	0,00
Total	2.283.658,55	2.283.658,55

h. Throttle Valve (K-316)

Fungsi : Menurunkan tekanan fluida dari 1 atm ke 0,5 atm

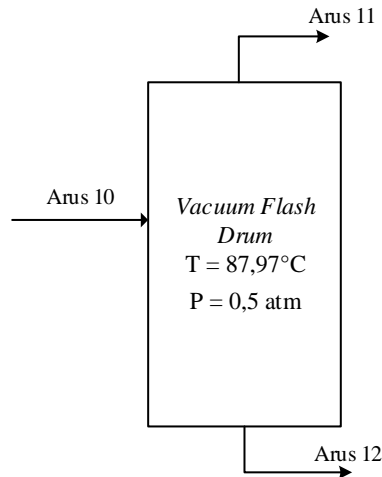


Tabel 4.2.10. Neraca Panas *Throttle Valve* (K-316)

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
HCN	45.105,16	45.104,19
(CH ₃) ₂ CO	63.128,60	63.123,68
H ₂ O	141.259,48	141.255,04
(CH ₃) ₂ COHCN	2.034.165,31	2.033.932,03
SubTotal	2.283.658,55	2.283.414,94
Panas ekspansi	0,00	243,61
Total	2.283.658,55	2.283.658,55

i. Vacuum Flash Drum (D-310)

Fungsi : Pemurnian produk $(\text{CH}_3)_2\text{COHCN}$ menjadi 99,5% dengan memisahkan impuritas berdasarkan titik didih



Tabel 4.2.11. Neraca Panas *Vacuum Flash Drum* (D-310)

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)	
	Arus 10	Arus 11	Arus 12
HCN	45.104,19	3.603,85	0,00
$(\text{CH}_3)_2\text{CO}$	63.123,68	7.187,56	5.299,05
H_2O	141.255,04	5.813,10	13.154,17
$(\text{CH}_3)_2\text{COHCN}$	2.033.932,03	0,00	2.033.932,03
SubTotal	2.283.414,94	16.604,52	2.052.385,25
Panas Ekspansi		214.425,18	
Total	2.283.414,94	2.283.414,94	

j. Kompresor (G-321)

Fungsi : Menaikkan tekanan destilat dari 0,5 atm ke 1 atm

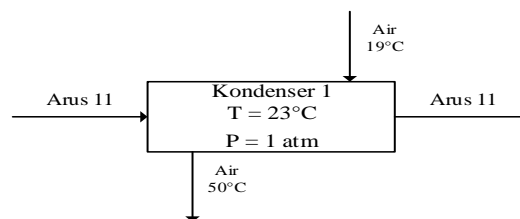


Tabel 4.2.12. Neraca Panas Kompresor (G-321)

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
HCN	3.603,85	3.617,87
(CH ₃) ₂ CO	7.187,56	7.216,52
H ₂ O	5.813,10	5.835,30
Subtotal	16.604,52	16.669,69
Panas Kompresi	65,17	0,00
Total	16.669,69	16.669,69

k. Kondensor 1 (E-322)

Fungsi : Mengubah fase dan menurunkan suhu masuk *evaporator* dari 88,21°C ke 23°C dengan pendingin air 19°C

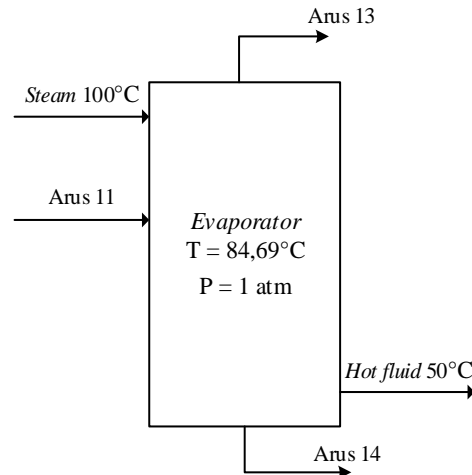


Tabel 4.2.13. Neraca Panas Kondensor 1 (E-322)

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
HCN	3.617,87	-227,93
(CH ₃) ₂ CO	7.216,52	-362,46
H ₂ O	5.835,30	-412,67
Subtotal	16.669,69	-1.003,05
Beban Pendingin	0,00	17.672,75
Total	16.669,69	16.669,69

l. *Evaporator (V-320)*

Fungsi : Memekatkan HCN 99% dan $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$ 99,5% untuk dikembalikan (*recycle*) menuju reaktor (R-210).

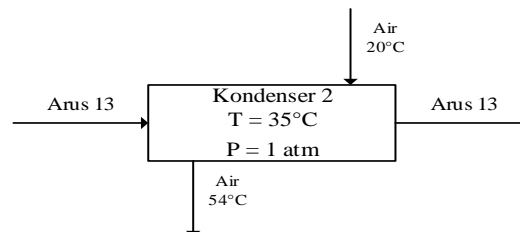


Tabel 4.2.14. Neraca Panas *Evaporator (V-320)*

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)	
	Arus 11	Arus 13	Arus 14
HCN	-227,93	7.360,31	0,00
$(\text{CH}_3)_2\text{CO}$	-362,46	11.391,93	0,00
H_2O	-412,67	211,09	12.046,14
SubTotal	-1.003,05	18.963,33	12.046,14
Panas <i>Steam</i>	32.012,53	0,00	
Total	31.009,47	31.009,47	

m. *Kondensor 2*

Fungsi : Mengubah fase dan menurunkan suhu masuk reaktor dari 84,69°C ke 35°C dengan pendingin air 20°C

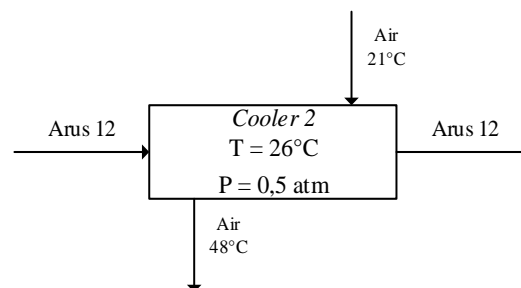


Tabel 4.2.15. Neraca Panas Kondensor 2

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
HCN	3.411,92	1.154,46
(CH ₃) ₂ CO	6.791,77	1.827,71
H ₂ O	94,05	35,16
Subtotal	10.297,73	3.017,33
Beban Pendingin	0,00	7.280,40
Total	10.297,73	10.297,73

n. Cooler 2 (E-315)

Fungsi : Menurunkan suhu masuk tangki penyimpanan dari 87,97°C ke 26°C dengan pendingin air 21°C



Tabel 4.2.16. Neraca Panas Cooler 2

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
(CH ₃) ₂ CO	1.100,73	16,64
H ₂ O	1.327,59	21,18
(CH ₃) ₂ COHCN	470.206,94	7.237,14
Subtotal	472.635,26	7.274,96
Beban Pendingin		465.360,30
Total	472.635,26	472.635,26

BAB V

SPEKIFIKASI ALAT PROSES

5.1. Tangki Penyimpanan Aseton

Kode	:	F-112
Fungsi	:	Menyimpan bahan baku aseton selama 15 hari
Jenis	:	Silinder vertikal, tutup bawah datar, dan tutup atas <i>ellipsoidal</i>
Bahan Konstruksi	:	<i>Carbon steel (SA-285) Grade C</i>
Jumlah	:	2 unit
Operasi	:	Kontinyu
Suhu	:	30 °C
Tekanan	:	1 atm
Volume	:	126.605,56 gallon
Diameter	:	26,44 ft
Tinggi	:	33,05 ft
Tebal tangki	:	½ in

5.2. Tangki Penyimpanan HCN

Kode	:	F-112
Fungsi	:	Menyimpan bahan baku asam sianida selama 30 hari
Jenis	:	Silinder vertikal dengan dasar datar dan tutup <i>ellipsoidal</i>
Bahan Konstruksi	:	<i>Stainless steel 304 SA-240</i>
Jumlah	:	2 unit
Operasi	:	Kontinyu
Suhu	:	20 °C
Tekanan	:	1 atm
Volume	:	133.520,56 gallon
Diameter	:	26,91 ft

Tinggi : 33,64 ft
Tebal tangki : 1/4 in

5.3. Silo NaOH

Kode : F-110
Fungsi : Menyimpan NaOH untuk kebutuhan 30 hari
Jenis : Silinder vertikal dengan tutup atas datar dan bawah *conical*
Bahan Konstruksi : *Carbon Steel SA-285 grade C*
Jumlah : 1 Unit
Operasi : Kontinyu
Suhu : 30 °C
Tekanan : 1 atm
Volume : 363,93 ft³
Diameter : 5,37 ft
Tinggi : 16,68 ft
Tebal silo : 3/16 in

5.4. *Screw Conveyor*

Kode : J-111
Fungsi : Mengangkut NaOH dari silo menuju ke *mixer*
Bahan Konstruksi : *Carbon steel*
Diameter *screw* : 9 in
Kapasitas *max* : 200 ft³/jam
Kecepatan *max* : 40 rpm
Coefficient of grain : 1,3
Panjang : 15 ft
Power Motor : 1/3 Hp

5.5. Tangki Penyimpanan H₂SO₄

Kode	:	F-215
Fungsi	:	Menyimpan bahan baku asam sulfat selama 30 hari
Jenis	:	Silinder vertikal dengan dasar datar dan atas <i>ellipsoidal</i>
Bahan Konstruksi	:	<i>Stainless steel 304 SA-240</i>
Jumlah	:	1 unit
Operasi	:	Kontinyu
Suhu	:	20 °C
Tekanan	:	1 atm
Volume	:	3.923,56 gallon
Diameter	:	8,30 ft
Tinggi	:	10,38 ft
Tebal Tangki	:	1/4 in

5.6. Mixer

Kode	:	M-211
Fungsi	:	Membuat larutan NaOH 50%
Jenis	:	Silinder vertikal dengan tutup atas <i>dished</i> dan tutup bawah <i>conical</i> dilengkapi pengaduk
Bahan Konstruksi	:	<i>Carbon Steel SA-285 grade C</i>
Jumlah	:	1 Unit
Operasi	:	Kontinyu
Suhu	:	30 °C
Tekanan	:	1 atm
Volume	:	34,24 gallon
Diameter	:	1,43 ft
Tinggi	:	2,98 ft
Tebal Tangki	:	3/16 in

Pengaduk

Kecepatan	:	200 rpm
Diameter	:	0,48 ft
Power Motor	:	1/3 Hp

5.7. Reaktor

Kode	:	R-210
Fungsi	:	Mereaksikan $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$ dan HCN dengan katalis basa
Jenis	:	Silinder vertikal dengan tutup atas dan bawah <i>ellipsoidal</i>
Bahan Konstruksi	:	<i>Stainless steel 304 SA-240</i>
Jumlah	:	1 unit
Operasi	:	Kontinyu
Suhu	:	35 °C
Tekanan	:	2 atm
Volume	:	579,17 gallon
Diameter	:	3,67 ft
Tinggi	:	8,91 ft
Tebal Tangki	:	¼ in

Pengaduk

Kecepatan	:	400 rpm
Diameter	:	1,22 ft
Power Motor	:	25,00 Hp

Pendingin :

Jenis	:	Koil
Medium	:	Air
Diameter	:	2,93 ft
Tinggi Tumpukan	:	6,38 ft
Bahan Konstruksi	:	<i>Stainless steel 304 SA-240</i>
Jumlah Lilitan	:	17 Lilitan

5.8. Cooler 1

Kode	:	E-214
Fungsi	:	Mendinginkan umpan cair dari reaktor menuju ke <i>stabilizer tank</i> dari suhu 35°C ke suhu 20°C menggunakan air pendingin bersuhu 14°C
Jenis	:	<i>Double-pipe Exchanger</i>
Jumlah	:	4 hairpin
Operasi	:	Kontinyu
Beban Pendingin	:	117.071,16 kJ/jam
<i>Inner pipe</i>	:	
Bahan	:	<i>Stainless steel SA-167 (tipe 304)</i>
Konstruksi		
Ukuran pipa	:	<i>3 in IPS dengan schedule 40</i>
Suhu	:	27,50 °C
Tekanan	:	0,04 psia
<i>Annulus</i>	:	
Bahan	:	<i>Carbon Steel</i>
Konstruksi		
Ukuran pipa	:	<i>4 in IPS dengan schedule 40</i>
Suhu	:	17,5 °C
Tekanan	:	0,52 psia

5.9. Stabilizer Tank

Kode	:	D-213
Fungsi	:	Menstabilkan produk keluar reaktor agar pH 1-2
Jenis	:	Silinder tegak dengan alas dan tutup berbentuk <i>torispherical</i>
Bahan Konstruksi	:	<i>Stainless steel 304 SA-240</i>
Jumlah	:	1 Unit

Operasi	:	Kontinyu
Suhu	:	20 °C
Tekanan	:	1 atm
Volume	:	124,71 ft ³
Diameter	:	5,42 ft
Tinggi	:	7,61 ft
Tebal Tangki	:	¼ in
Pengaduk		
Kecepatan	:	21 rpm
Diameter	:	1,81 ft
Power Motor	:	1/3 Hp
Pendingin		
Jenis	:	Koil
Medium	:	Air
Diameter	:	4,33 ft
Tinggi Tumpukan	:	5,53 ft
Bahan Konstruksi	:	<i>Stainless steel 304 SA-240</i>
Jumlah Lilitan	:	40 Lilitan

5.10. Heater 1

Kode	:	E-218
Fungsi	:	Memanaskan umpan cair dari <i>stabilizer tank</i> menuju ke <i>centrifuge</i> dari suhu 20°C ke 40°C menggunakan steam bersuhu 120°C
Jenis	:	<i>Double-pipe Exchanger</i>
Jumlah	:	1 hairpin
Operasi	:	Kontinyu
Panas yang dibutuhkan	:	157.844,81 kJ/jam

Inner pipe

Bahan Konstruksi	:	<i>Stainless steel SA-167 (tipe 304)</i>
Ukuran pipa	:	<i>1 1/4 in IPS dengan schedule 40</i>
Suhu	:	30 °C
Tekanan	:	0,12 psia

Annulus

Bahan Konstruksi	:	<i>Carbon Steel</i>
Ukuran pipa	:	<i>2 in IPS dengan schedule 40</i>
Suhu	:	92,5 °C
Tekanan	:	0,36 psia

5.11. Centrifuge Separator

Kode	:	H-311
Fungsi	:	Memisahkan padatan Na ₂ SO ₄ didalam produk
<i>Rotor Type</i>	:	<i>Disk</i>
<i>Centrifuge type</i>	:	<i>Light-phase skimmer</i>
Bahan Konstruksi	:	<i>Stainless steel 304 SA-240</i>
Jumlah	:	1 unit
Operasi	:	Kontinyu
Suhu	:	40 °C
Tekanan	:	1 atm
Bowl diameter	:	13 in
Speed	:	7.500 rpm
<i>Max centrifugal force</i>	:	10.400
<i>Typical motor</i>	:	6 Hp

5.12. Heater 2

Kode	:	E-314
Fungsi	:	Memanaskan umpan cair dari <i>centrifuge</i> menuju ke <i>vacuum flash drum</i> dari suhu 40°C ke 87,99°C menggunakan <i>steam</i> bersuhu 177°C
Jenis	:	<i>Shell and Tube Exchanger</i>
Bahan Konstruksi	:	<i>Stainless steel SA-167 (tipe 304)</i>
Jumlah	:	1 Buah
Operasi	:	Kontinyu
Panas yang dibutuhkan	:	2.166.172,14 kJ/jam
Luas Transfer Panas	:	234,57 ft ²
<i>Tube side</i>	:	
Suhu	:	64,00 °C
Tekanan	:	0,57 psia
<i>Shell side</i>	:	
Suhu	:	149 °C
Tekanan	:	0,0002 psia

5.13. Throttle Valve

Kode	:	K-316
Fungsi	:	Menurunkan tekanan fluida dari <i>centrifuge</i> menuju ke <i>vacuum flash drum</i>
Tipe	:	<i>Globe Valve</i>
Bahan Konstruksi	:	<i>Stainless steel, SA-240 Type 304</i>
<i>Nominal pipe size</i>	:	1 ¼ in
ID	:	1,38 in
OD	:	1,66 in
<i>Schedule</i>	:	40
Jumlah	:	1 Valve

5.14. Vacuum Flash Drum

Kode	:	D-310
Fungsi	:	Untuk memurnikan aseton sianohidrin hingga 99,5% dengan memisahkan aseton, asam sianida, dan air
Type	:	<i>Vacuum Flash Drum</i>
Bentuk	:	Silinder vertikal dengan tutup atas bawah <i>ellipsoidal</i>
Jenis Sambungan	:	<i>Double welded butt joints</i>
Bahan	:	<i>Stainless steel, SA-240 Type 304</i>
Suhu	:	87,97 °C
Tekanan	:	0,50 atm
Volume	:	65.074,82 gallon
Diameter	:	14,96 ft
Tinggi	:	47,11 ft
Tebal <i>Shell</i>	:	¼ in
Waktu Tinggal	:	7 menit

5.15. Kompresor

Kode	:	G-321
Fungsi	:	Menaikkan tekanan fluida menuju ke <i>evaporator</i>
Tipe	:	<i>Reciprocating Compressor</i>
Bahan Konstruksi	:	<i>Stainless steel, SA-240 Type 304</i>
<i>Nominal pipe size</i>	:	6 in
ID	:	5,761 in
OD	:	6,625 in
<i>Schedule</i>	:	80
<i>Power</i>	:	10,00 kW
Jumlah	:	1

5.16. Kondenser 1

Kode	: E-322
Fungsi	: Mendinginkan umpan cair dari <i>vacuum flash drum</i> menuju ke <i>evaporator</i> dari suhu 88,21°C ke suhu 23°C menggunakan air pendingin bersuhu 19°C
Jenis	: <i>Double-pipe Exchanger</i>
Jumlah	: 2 hairpin
Operasi	: Kontinyu
Beban Pendingin	: 17.672,75 kJ/jam

Inner pipe

Bahan Konstruksi	: <i>Stainless steel SA-167 (tipe 304)</i>
Ukuran pipa	: <i>1 1/4 in IPS dengan schedule 40</i>
Suhu	: 55,60 °C
Tekanan	: 0,001 psia

Annulus

Bahan Konstruksi	: <i>Carbon Steel</i>
Ukuran pipa	: <i>2 in IPS dengan schedule 40</i>
Suhu	: 34,5 °C
Tekanan	: 0,01 psia

5.17. Tangki Akumulator

Kode	: D-323
Fungsi	: Mengumpulkan hasil destilat kondenser selama 3 jam
Jenis	: Silinder vertikal dengan dasar dan tutup <i>ellipsoidal</i>
Bahan Konstruksi	: <i>Stainless steel, SA-240 Type 304</i>
Jumlah	: 1 unit
Operasi	: Kontinyu
Suhu	: 23,00 °C
Tekanan	: 1 atm

Volume	:	203,69	gallon
Diameter	:	2,96	ft
Tinggi	:	3,70	ft
Tebal Tangki	:	3/16	in

5.18. Evaporator

Kode	:	V-320
Fungsi	:	Memekatkan aseton dan HCN yang akan di <i>recycle</i>
Jenis	:	<i>Calandria Evaporator</i>
Bahan Konstruksi	:	<i>Stainless steel SA-167 (tipe 304)</i>
Jumlah	:	1 unit
Operasi	:	Kontinyu
Tekanan	:	1 atm

Shell

Suhu	:	53,85	°C
Diameter	:	1,41	ft
Tinggi	:	6,00	ft
Tebal Tangki	:	3/16	in

Tube

Suhu	:	77,5	°C
Diameter	:	0,09	ft
Panjang	:	4	ft
Jumlah <i>tube</i>	:	12	<i>tube</i>

5.19. Kondenser 2

Kode	:	E-324
Fungsi	:	Mendinginkan umpan cair dari <i>evaporator</i> menuju ke reaktor dari suhu 84,69°C ke suhu 35°C menggunakan air pendingin bersuhu 20°C
Jenis	:	<i>Double-pipe Exchanger</i>
Jumlah	:	1 hairpin
Operasi	:	Kontinyu
Beban Pendingin	:	7.280,40 kJ/jam

Inner pipe

Bahan Konstruksi	:	<i>Stainless steel SA-167 (tipe 304)</i>
Ukuran pipa	:	<i>1 1/4 in IPS dengan schedule 40</i>
Suhu	:	59,85 °C
Tekanan	:	0,001 psia

Annulus

Bahan Konstruksi	:	<i>Carbon Steel</i>
Ukuran pipa	:	<i>2 in IPS dengan schedule 40</i>
Suhu	:	37,0 °C
Tekanan	:	0,002 psia

5.20. Cooler 2

Kode	:	E-411
Fungsi	:	Mendinginkan produk hasil flash drum
Jenis	:	<i>Double Pipe Exchanger</i>
Jumlah	:	4 hairpin
Operasi	:	Kontinyu
Beban Pendingin	:	465.360,30 kJ/jam

Inner pipe

Bahan Konstruksi	:	<i>Stainless steel SA-167 (tipe 304)</i>
Ukuran pipa	:	<i>3 in IPS dengan schedule 40</i>
Suhu	:	56,98 °C
Tekanan	:	0,01 psia

Annulus

Bahan Konstruksi	:	<i>Carbon Steel</i>
Ukuran pipa	:	<i>4 in IPS dengan schedule 40</i>
Suhu	:	32 °C
Tekanan	:	0,68 psia

5.21. Pompa**a. Pompa 1**

Kode	:	L-216
Fungsi	:	Memompa bahan baku asam sulfat dari truk menuju ke tangki penyimpanan
Jenis	:	Pompa Sentrifugal
<i>Total Head</i>	:	7,87 ft
<i>BHP Actual</i>	:	1,62 Hp
<i>Specific Speed</i>	:	3500 rpm
<i>Power Motor</i>	:	3 Hp
Jumlah	:	2

b. Pompa 2

Kode	:	L-113
Fungsi	:	Memompa bahan baku aseton dari truk menuju ke tangki penyimpanan
Jenis	:	Pompa Sentrifugal

<i>Total Head</i>	:	31,75	ft
<i>BHP Actual</i>	:	4,73	Hp
<i>Specific Speed</i>	:	3500	rpm
<i>Power Motor</i>	:	7,5	Hp
Jumlah	:	3	

c. Pompa 3

Kode	:	L-116	
Fungsi	:	Memompa bahan baku asam sianida dari truk menuju ke tangki penyimpanan	
Jenis	:	Pompa Sentrifugal	
<i>Total Head</i>	:	53,58	ft
<i>BHP Actual</i>	:	2,22	Hp
<i>Specific Speed</i>	:	3500	rpm
<i>Power Motor</i>	:	3	Hp
Jumlah	:	2	

d. Pompa 4

Kode	:	L-212	
Fungsi	:	Memompa larutan NaOH dari <i>mixer</i> menuju ke reaktor	
Jenis	:	Pompa Sentrifugal	
<i>Total Head</i>	:	38,527	ft
<i>BHP Actual</i>	:	0,006	Hp
<i>Specific Speed</i>	:	3500	rpm
<i>Power Motor</i>	:	1/3	Hp
Jumlah	:	2	

e. Pompa 5

Kode	: L-217
Fungsi	: Memompa asam sulfat dari tangki penyimpanan menuju <i>stabilizer tank</i>
Jenis	: Pompa Sentrifugal
<i>Total Head</i>	: 7,44 ft
<i>BHP Actual</i>	: 0,0004 Hp
<i>Specific Speed</i>	: 3500 rpm
<i>Power Motor</i>	: 1/3 Hp
Jumlah	: 1

f. Pompa 6

Kode	: L-114
Fungsi	: Memompa bahan baku aseton dari tangki penyimpanan menuju ke reaktor
Jenis	: Pompa Sentrifugal
<i>Total Head</i>	: 60,42 ft
<i>BHP Actual</i>	: 0,356 Hp
<i>Specific Speed</i>	: 3500 rpm
<i>Power Motor</i>	: ¾ Hp
Jumlah	: 1

g. Pompa 7

Kode	: L-117
Fungsi	: Memompa bahan baku asam sianida dari tangki penyimpanan menuju ke reaktor
Jenis	: Pompa Sentrifugal
<i>Total Head</i>	: 68,34 ft

<i>BHP Actual</i>	:	0,187	Hp
<i>Specific Speed</i>	:	3500	rpm
<i>Power Motor</i>	:	1/3	Hp
Jumlah	:	1	

h. Pompa 8

Kode	:	L-118	
Fungsi	:	Memompa hasil <i>recycle</i> menuju ke reaktor	
Jenis	:	Pompa Sentrifugal	
<i>Total Head</i>	:	102,25	ft
<i>BHP Actual</i>	:	0,04	Hp
<i>Specific Speed</i>	:	3500	rpm
<i>Power Motor</i>	:	1/3	Hp
Jumlah	:	1	

i. Pompa 9

Kode	:	L-218	
Fungsi	:	Memompa fluida hasil <i>stabilizer tank</i> menuju ke <i>centrifuge</i>	
Jenis	:	Pompa Sentrifugal	
<i>Total Head</i>	:	9,07	ft
<i>BHP Actual</i>	:	0,09	Hp
<i>Specific Speed</i>	:	3500	rpm
<i>Power Motor</i>	:	1/3	Hp
Jumlah	:	1	

j. Pompa 10

Kode	: L-315
Fungsi	: Memompa fluida hasil <i>liquid centrifuge</i> menuju ke <i>vacuum flash drum</i>
Jenis	: Pompa Sentrifugal
<i>Total Head</i>	: 44,78 ft
<i>BHP Actual</i>	: 0,43 Hp
<i>Specific Speed</i>	: 3500 rpm
<i>Power Motor</i>	: $\frac{3}{4}$ Hp
Jumlah	: 2

k. Pompa 11

Kode	: L-412
Fungsi	: Memompa fluida hasil liquid dari <i>vacuum flash drum</i> menuju ke tangki penyimpanan produk
Jenis	: Pompa Sentrifugal
<i>Total Head</i>	: 35,38 ft
<i>BHP Actual</i>	: 0,30 hp
<i>Specific Speed</i>	: 3500 rpm
<i>Power Motor</i>	: $\frac{3}{4}$ Hp
Jumlah	: 2

l. Pompa 12

Kode	: L-413
Fungsi	: Memompa keluar fluida hasil liquid dari tangki penyimpanan produk
Jenis	: Pompa Sentrifugal

<i>Total Head</i>	:	35,38	ft
<i>BHP Actual</i>	:	0,30	Hp
<i>Specific Speed</i>	:	3500	rpm
<i>Power Motor</i>	:	$\frac{3}{4}$	Hp
Jumlah	:	2	

5.22. Tangki Produk

Kode	:	F-410
Fungsi	:	Menyimpan produk selama 30 hari
Jenis	:	Silinder vertikal dengan dasar datar dan tutup <i>ellipsoidal</i>
Bahan Konstruksi	:	<i>Stainless steel, SA-240 Type 304</i>
Jumlah	:	2 Unit
Operasi	:	Kontinyu
Suhu	:	26 °C
Tekanan	:	1 atm
Volume	:	311.007,57 gallon
Diameter	:	35,67 ft
Tinggi	:	44,59 ft
Tebal Tangki	:	$\frac{3}{4}$ in

BAB VI

UTILITAS

6.1. Unit Pendukung Proses (Utilitas)

Utilitas merupakan salah satu bagian penting untuk menunjang proses yang sedang berlangsung didalam suatu pabrik. Saat berlangsungnya proses produksi, pabrik memerlukan bahan baku, bahan penolong serta bahan penunjang seperti steam, listrik, air, bahan bakar, udara tekan dan lain sebagainya. Dalam pabrik ini, utilitas terdiri dari beberapa unit, antara lain :

- a. Unit Pengadaan dan Pengolahan Air
- b. Unit Pengadaan Steam
- c. Unit Pengadaan Listrik
- d. Unit Udara Tekan
- e. Unit Pengadaan Bahan Bakar
- f. Unit Pengolahan Limbah

6.1.1. Unit Pengadaan dan Pengolahan Air

Unit ini menyediakan beberapa keperluan, seperti : air proses *domestik*, umpan *boiler* dan air pendingin. Untuk memenuhi kebutuhan air tersebut, umumnya digunakan air sumur buatan, air sungai, air danau maupun air laut yang berada disekitar pabrik sebagai sumber. Dalam perancangan pabrik aseton sianohidrin ini, sumber air yang digunakan berasal dari sungai Citarum yang mengalir didekat kawasan pabrik. Pertimbangan penggunaan air sungai tersebut adalah pengolahan air sungai yang relatif lebih mudah, sederhana, dan dengan biaya pengolahan relatif murah. Air yang digunakan didalam lingkungan pabrik harus memenuhi syarat air proses industri kimia, diantaranya :

- a. Air Proses

Hal- hal yang perlu diperhatikan adalah :

- 1) Tingkat kesadahan (*hardness*) yang berakibat pada timbulnya kerak.
 - 2) Kandungan besi yang dapat menyebabkan korosi pada alat.
-

- 3) Kandungan minyak yang menyebabkan terbentuknya lapisan film dan berakibat pada terganggunya koefisien transfer panas serta dapat menimbulkan endapan.

Tabel 6.1.1. Kebutuhan Air Proses

No	Penggunaan	Kebutuhan (kg/jam)
1	Mengencerkan NaOH	24,63
	<i>Over design</i>	20%
Total		29,56

b. Air Pendingin

Beberapa faktor pertimbangan pemilihan air sebagai media pendingin, yaitu:

- 1) Dapat diperoleh dalam jumlah yang besar
- 2) Mudah dalam penggunaan dan pengolahan (*pre-treatment*).
- 3) Penyerapan panas persatuan volume tinggi dan tidak terdekomposisi.

Tabel 6.1.2. Kebutuhan Air Pendingin

No	Penggunaan	Kebutuhan (kg/jam)
1	Reaktor	58.369,75
2	<i>Cooler-01</i>	3.990,51
3	<i>Stabilizer tank</i>	6.960,05
4	<i>Over design</i>	20%
Total		83.184,38

c. Air Sanitasi

Penanganan dari air ini dapat dilakukan dengan menambahkan kaporit untuk membunuh bakteri. Air sanitasi harus memenuhi beberapa syarat kesehatan, diantaranya :

- 1) Syarat fisik :
 - Memiliki suhu di bawah suhu udara luar.
 - Berwarna jernih
 - Tidak mempunyai rasa.
 - Tidak berbau.
- 2) Syarat kimia:
 - Tidak mengandung zat organik maupun zat anorganik.
 - Tidak beracun.

3) Syarat bakteriologis:

- Tidak mengandung bakteri, terutama bakteri patogen.

Tabel 6.1.3. Kebutuhan Air Sanitasi

No	Penggunaan	Kebutuhan (kg/jam)
1	Karyawan @ 2 kg/jam	436
2	Laboratorium, poliklinik, bengkel	150
3	Kebutuhan pemadam kebakaran	400
4	Kantin, mushola	150
5	Pembersihan, pemeliharaan, taman	150
Total		1.286,00

d. Air Umpan *Boiler*

Beberapa hal yang perlu diperhatikan untuk penanganan air sebagai umpan *boiler*, yaitu :

1) Zat-zat penyebab korosi

Korosi dapat terjadi dalam boiler karena kandungan larutan-larutan asam dan gas terlarut seperti O₂, CO₂, H₂S.

2) Zat penyebab kerak (*scale forming*)

Pembentukan kerak dapat disebabkan karena tingkat kesadahan yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silikat tinggi.

3) Zat penyebab *foaming*

Penyebab *foaming* saat proses pemanasan air pada *boiler* terjadi karena kandungan zat-zat organik, anorganik dan zat-zat yang tak larut dalam jumlah besar. Efek penembusan dapat terjadi pada tingkat alkalinitas tinggi.

Tabel 6.1.4 Kebutuhan Air *Steam*

No	Penggunaan	Kebutuhan (kg/jam)
1	<i>Heater 2</i>	19.731,58
2	<i>Evaporator</i>	12,98
3	<i>Over design</i>	20%
Total		23.693,46

Maka total kebutuhan air yang disediakan dari unit penyedia dan pengolahan air adalah sebesar 118.881,18 kg/jam. Untuk menjaga pendistribusian, maka *make up* air diletakkan sebanyak 10%, sehingga air yang dapat diambil dari air sungai sebesar 130,77 m³/jam, ketersediaan air sungai memenuhi kebutuhan karena pada musim kemarau debit air sungai sebanyak 9.720 m³/jam dan pada musim hujan debit air sungai sebesar 2.080.800 m³/jam, untuk tahapan pengolahan air dapat dilihat pada Gambar 6.1.

Tahapan-tahapan pengolahan air sungai adalah sebagai berikut :

1. Penyaringan Awal / *Screen* (H-01)

Penyaringan air dari sungai terdiri dari 3 tahapan, yaitu :

- a. *Coarse bar screen* (saringan kasar), berfungsi untuk menahan kotoran atau partikel yang berukuran besar seperti ranting dan sebagainya.
- b. *Rake screen*, partikel yang lolos dari bar screen akan menempel dibawah *rake screen*. Selanjutnya, partikel yang tersaring dibersihkan atau dibawa ke atas dengan penggaruk yang digerakkan dengan sistem hidrolis.
- c. *Rotary screen*, berfungsi untuk membersihkan partikel yang sangat kecil. Partikel yang menempel pada penyaring ini dibersihkan dengan penyemprotan *sea water* menggunakan *spray nozzle*, kemudian dialirkan ke bak penggumpal.

2. Bak penggumpal (BU-01)

Setelah melalui tahap penyaringan, air kemudian dialirkan ke bak penggumpal yang berfungsi untuk menurunkan kesadahan air. Dalam bak ini, air akan ditambahkan dengan senyawa kimia (koagulan) yang berfungsi untuk menggumpalkan koloid-koloid (flok) tersuspensi dalam air. Koagulan yang digunakan adalah *Poli Aluminium Chloride* (PAC) ($Al_{10}(OH)_{15}Cl_{15}$) karena air memiliki tingkat kekeruhan yang tinggi.

3. Clarifier (CL)

Setelah melewati bak penggumpal, kemudian air dialirkan menuju *clarifier* untuk memisahkan/mengendapkan gumpalan-gumpalan yang terbentuk dari bak penggumpal. Air yang dialirkan kedalam *clarifier* alirannya diatur dan diaduk dengan agitator. Air keluar dari bagian pinggir *clarifier* secara *overflow*, sedangkan *sludge* (flok) akan mengendap secara gravitasi dan di *blowdown* secara berkala.

4. Bak Penyaring / *sand filter* (BU-02)

Setelah keluar dari *clarifier*, air dialirkan ke bak saringan pasir yang bertujuan untuk menyaring partikel halus yang masih lolos. *Sand filter* yang digunakan terdiri dari antrasit, pasir, dan kerikil sebagai media penyaring.

5. Bak Penampung Sementara (BU-03)

Air yang keluar dari bak penyaring dialirkan ke tangki penampung yang siap didistribusikan untuk keperluan air sanitasi, air pendingin, dan air proses.

6. Tangki Air Bersih (TU-01)

Tangki air bersih digunakan untuk menampung air bersih yang telah diproses, sehingga aman digunakan untuk keperluan air minum dan perkantoran. Air ini harus ditambahkan kaporit (CaOCl_2) untuk membunuh kuman dan mikroorganisme seperti *amoeba* dan ganggang. Kaporit digunakan karena harganya yang murah dan memiliki daya desinfeksi yang dapat bertahan beberapa jam setelah penambahannya.

6.1.2. Unit Pengadaan *Steam*

Unit ini bertugas untuk menyediakan uap air (*steam*) yang digunakan dalam proses, umumnya alat yang digunakan adalah *boiler* atau ketel uap. Dalam unit ini, alat yang digunakan adalah boiler pipa api (*fire tube boiler*) dengan pertimbangan sebagai berikut:

- Air umpan yang digunakan tidak perlu terlalu bersih karena berada di luar pipa.

- Untuk *shell*nya tidak memerlukan *plate* yang tebal, sehingga harganya lebih murah.
- Tidak memerlukan tembok dan batu tahan api.
- Biaya untuk pemasangan alat murah.

Unit pengadaan *steam* terdiri dari 2 tahapan yaitu :

1. Demineralisasi Air

Tahap ini berfungsi untuk menghilangkan mineral-mineral, seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , HCO_3^- , SO_4^- , Cl^- , dan lain-lain yang terkandung di dalam air menggunakan resin. Hasil dari proses ini adalah air bebas mineral yang akan diproses lebih lanjut menjadi air umpan *boiler* (*boiler feed water*), karena air umpan *boiler* harus memenuhi syarat-syarat berikut:

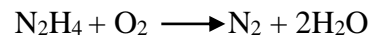
- Tidak menimbulkan kerak pada kondisi operasi yang dikehendaki maupun pada *tube heat exchanger* saat *steam* digunakan sebagai pemanas, karena hal ini dapat mengakibatkan penurunan efisiensi operasi, bahkan dapat mengakibatkan alat tidak beroperasi sama sekali.
- Tidak mengandung gas-gas yang dapat menimbulkan korosi terutama gas O_2 dan CO_2 .

Air dari unit pengolahan, diumpankan ke *kation exchanger* untuk menghilangkan kation-kation mineral, seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Fe^{2+} , Mn^{2+} , dan Al^{3+} . Kemudian, air yang keluar dari *kation exchanger* diumpankan menuju *anion exchanger* untuk menghilangkan anion-anion mineral, seperti HCO_3^- , CO_3^{2-} , Cl^- , NO^- dan SiO_3^{2-} . Selanjutnya, air dikirim ke unit *demineralized water storage* untuk disimpan sementara sebelum diproses lebih lanjut sebagai *boiler feed water*.

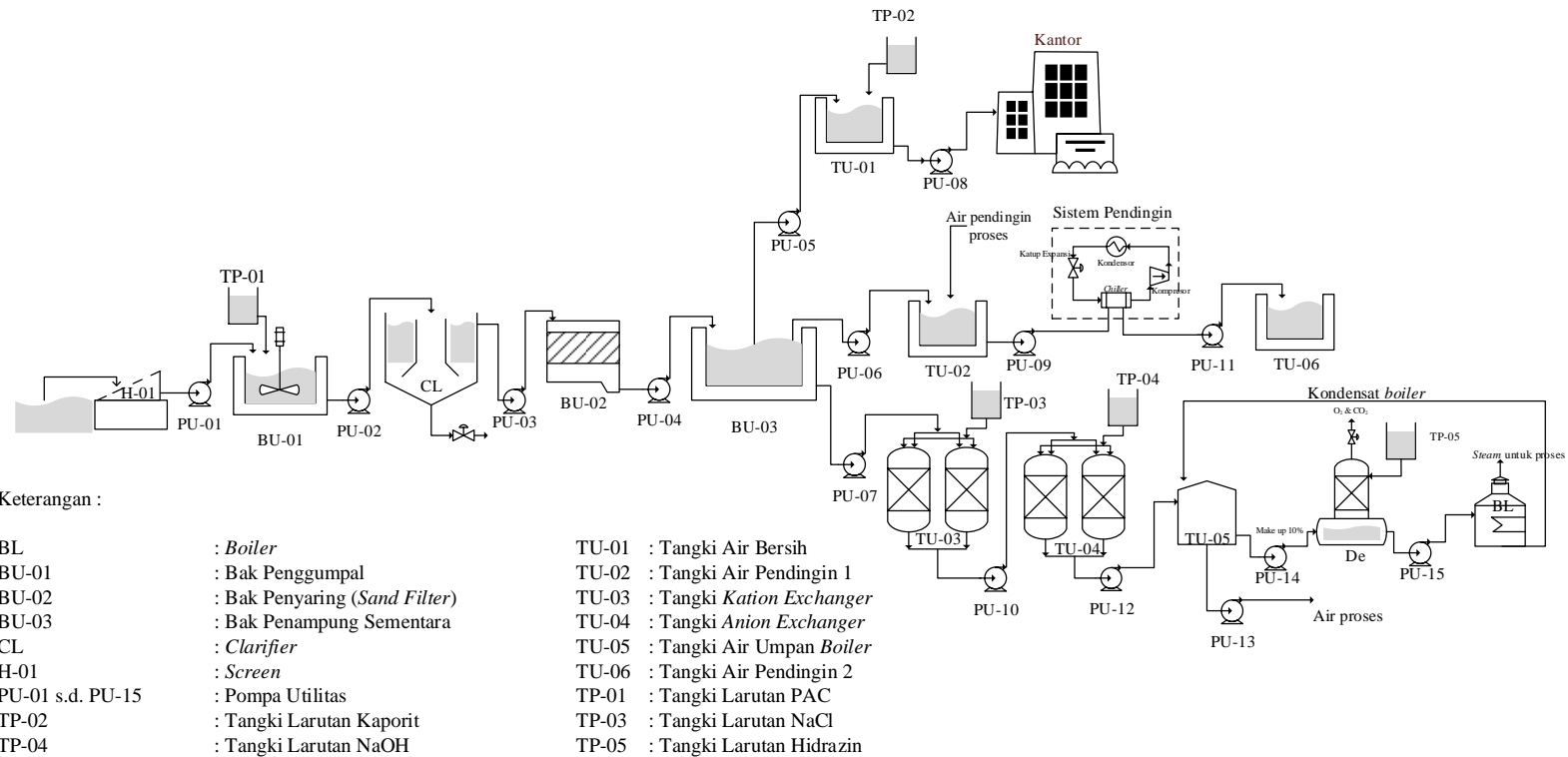
2. Unit Air Umpan Boiler (*Boiler Feed Water*)

Air yang sudah melalui tahap demineralisasi, masih memiliki kandungan gas-gas terlarut terutama oksigen. Gas ini dapat menyebabkan korosi, sehingga harus dihilangkan terlebih dahulu menggunakan *deaerator*. Pada *deaerator*,

diinjeksikan *steam* yang berfungsi untuk mengikat O₂ namun dalam proses ini kandungan O₂ dalam air tidak sepenuhnya dapat dihilangkan. Maka, diperlukan penambahan Hidrazin yang berfungsi untuk mengikat sisa oksigen berdasarkan reaksi berikut:



Nitrogen yang dihasilkan dari reaksi tersebut dihilangkan bersama gas-gas lain melalui *stripping* dengan uap bertekanan rendah.



Gambar 6.1 Tahapan Pengolahan Air

Spesifikasi Alat Utilitas

1) Saringan (*Screening*)

Kode	:	H-01
Fungsi	:	Menyaring kotoran didalam air yg berukuran besar, misalnya daun, ranting, atau sampah-sampah lainnya
Bahan Konstruksi	:	<i>Carbon steel</i>
Panjang	:	10 ft
Lebar	:	8 ft
Diameter <i>screen</i>	:	1 cm

2) Bak Penggumpal

Kode	:	BU-01
Fungsi	:	Menggumpalkan kotoran dengan cara menambahkan PAC (<i>Poly Alumunium Chloride</i>)
Jenis	:	Flokulator Mekanik
<i>Power</i> Pengaduk	:	0,5 Hp
Bahan Konstruksi	:	<i>Carbon steel</i>
<i>Volume</i>	:	27.636,47 gallon
Diameter	:	16,76 ft
Tinggi	:	16,76 ft
Waktu Tinggal	:	40 menit

3) Tangki Larutan PAC

Kode	:	TP-01
Fungsi	:	Menyimpan larutan PAC 11% untuk 30 hari operasi
Jenis	:	Silinder Vertikal
Bahan Konstruksi	:	<i>Stainless steel</i>
<i>Volume</i>	:	795,07 gallon

Diameter : 4,08 ft
Tinggi : 8,15 ft

4) Clarifier

Kode : CL
Fungsi : Mengendapkan gumpalan kotoran dari bak penggumpal
Jenis : Tangki Silinder Terpancung
Bahan Konstruksi : *Carbon steel*
Volume : 103.635,98 gallon
Diameter atas : 49,66 ft
Diameter bawah : 30,29 ft
Tinggi : 10,00 ft
Waktu Tinggal : 2,5 jam

5) Tangki Sand Filter

Kode : BU-02
Fungsi : Menyaring partikel-partikel halus yg belum terendapkan dan terikut ke dalam air
Bentuk : Silinder Vertikal
Bahan Konstruksi : *Carbon steel*
Volume : 27.636,26 gallon
Diameter : 17,13 ft
Tinggi : 34,26 ft

6) Tangki Penampung Sementara

Kode : BU-03
Fungsi : Menampung air yang keluar dari saringan pasir
Bentuk : Silinder Vertikal

Bahan Konstruksi : *Carbon steel*
Volume : 30.402,11 gallon
Diameter : 17,30 ft
Tinggi : 17,30 ft

7) Cation Exchanger

Kode : TU-03
Fungsi : Menurunkan tingkat kesadahan air umpan *boiler*
Jenis : *Packed column*
Resin : *Natural Greensand Zeolit*
Bahan Konstruksi : *Carbon steel*
Kapasitas : 8.063,71 gallon/jam
Diameter : 7,57 ft
Tinggi : 9,90 ft

8) Anion Exchanger

Kode : TU-04
Fungsi : Menghilangkan anion dari air yang keluar dari
kation exchanger
Jenis : *Packed column*
Resin : *Synthetic resin anion exchanger*
Bahan Konstruksi : *Carbon steel*
Kapasitas : 8.063,71 gallon/jam
Diameter : 5,86 ft
Tinggi : 8,91 ft

9) Tangki Umpan Boiler

Kode	: TU-05
Fungsi	: Menampung sementara air <i>make up</i> dan air demineralisasi untuk keperluan proses <i>dari mixed bed ion exchanger</i>
Bentuk	: Silinder Vertikal
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon steel</i>
Volume	: 60.477,36 gallon
Diameter	: 19,01 ft
Tinggi	: 28,51 ft

10) Deaerator

Kode	: De
Fungsi	: Melepaskan gas-gas yg terlarut dalam air seperti O ₂ dan CO ₂ untuk mengurangi korosi pada logam
Jenis	: Silinder tegak dengan <i>sparger</i>
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon steel</i>
Bahan Isian	: <i>Pall ring metal</i>
Volume	: 369,63 gallon
Diameter	: 3,28 ft
Tinggi	: 9,49 ft

11) Boiler

Kode	: BL
Fungsi	: Menyediakan <i>steam</i> jenuh untuk memenuhi kebutuhan <i>steam</i> dalam proses
Jenis	: <i>Water tube boiler</i>
Kapasitas	: 52.234,62 lb/jam

12) Tangki Larutan Hidrazin

Kode	:	TP-05
Fungsi	:	Membuat larutan N_2H_4 yg digunakan untuk mencegah terjadinya kerak didalam proses
Bentuk	:	Silinder Vertikal
Pengaduk	:	<i>Marine propeler 3 blade</i>
Power Pengaduk	:	0,5 Hp
Bahan Konstruksi	:	<i>Carbon steel</i>
Volume	:	3.559,34 gallon
Diameter	:	8,46 ft
Tinggi	:	8,46 ft
Waktu Tinggal	:	30 hari

13) Tangki Larutan Kaporit

Kode	:	TP-02
Fungsi	:	Menyiapkan dan menyimpan larutan kaporit 70% untuk persediaan selama 1 bulan
Bentuk	:	Silinder Vertikal
Bahan Konstruksi	:	<i>Carbon steel</i>
Volume	:	45,96 gallon
Diameter	:	1,58 ft
Tinggi	:	3,15 ft
Waktu Tinggal	:	30 hari

14) Tangki Sanitasi

Kode	:	TU-01
Fungsi	:	Menampung air bersih untuk keperluan kantor dan sehari-hari
Bentuk	:	Silinder Vertikal

Bahan Konstruksi : *Cast Steel*
Volume : 47.185,77 gallon
Diameter : 15,90 ft
Tinggi : 31,79 ft
Waktu Tinggal : 7 hari

15) Tangki Larutan NaCl

Kode : TP-03
Fungsi : Membuat larutan NaCl yg digunakan untuk
meregenerasi *kation exchanger*
Bentuk : Silinder Vertikal
Pengaduk : *Marine propeler 3 blade*
Power Pengaduk : 0,5 Hp
Bahan Konstruksi : *Carbon steel*
Volume : 983,34 gallon
Diameter : 5,51 ft
Tinggi : 5,51 ft
Waktu Tinggal : 30 hari

16) Tangki Larutan NaOH

Kode : TP-04
Fungsi : Membuat larutan NaOH yg digunakan
untuk meregenerasi *anion exchanger*
Bentuk : Silinder Vertikal
Pengaduk : *Marine propeler 3 blade*
Power Pengaduk : 0,5 Hp
Bahan Konstruksi : *Carbon steel*
Volume : 3.218,67 gallon
Diameter : 8,18 ft

Tinggi : 8,18 ft
Waktu Tenggat : 30 hari

17) Tangki Air Pendingin 1

Kode : TU-02
Fungsi : Menampung air *make-up* dan air pendingin proses yang telah digunakan
Bentuk : Silinder Vertikal
Bahan Konstruksi : *Carbon steel*
Volume : 26.589,73 gallon
Diameter : 16,54 ft
Tinggi : 16,54 ft
Waktu Tenggat : 1 jam

18) Tangki Air Pendingin 2

Kode : TU-06
Fungsi : Menampung air pendingin sebelum disirkulasikan ke alat-alat proses
Bentuk : Silinder Vertikal
Bahan Konstruksi : *Carbon steel*
Volume : 26.589,73 gallon
Diameter : 16,54 ft
Tinggi : 16,54 ft
Waktu Tenggat : 1 jam

19) Pompa

a. Pompa 1

Kode : PU-01
Fungsi : Mengalirkan air sungai ke bak penggumpal

- Jenis : Pompa Sentrifugal
Bahan Konstruksi : *Carbon steel SA-283*
Total Head : 4,48 ft
BHP Actual : 1,05 Hp
Specific Speed : 3500 rpm
Power Motor : 1,5 Hp
Jumlah : 1
- b. Pompa 2**
- Kode : PU-02
Fungsi : Mengalirkan air sungai dari bak penggumpal ke *clarifier*
Jenis : Pompa Sentrifugal
Bahan Konstruksi : *Carbon steel SA-283*
Total Head : 5,68 ft
BHP Actual : 1,33 Hp
Specific Speed : 3500 Rpm
Power Motor : 1,5 Hp
Jumlah : 2
- c. Pompa 3**
- Kode : PU-03
Fungsi : Mengalirkan air sungai dari *clarifier* ke tangki *sand filter*
Jenis : Pompa Sentrifugal
Bahan Konstruksi : *Carbon steel SA-283*
Total Head : 40,02 ft
BHP Actual : 7,77 Hp
Specific Speed : 3500 rpm
Power Motor : 10 Hp
Jumlah : 2
-

d. Pompa 4

Kode	:	PU-04
Fungsi	:	Mengalirkan air sungai dari tangki <i>sand filter</i> ke bak penampung sementara
Jenis	:	Pompa Sentrifugal
Bahan Konstruksi	:	<i>Carbon steel SA-283</i>
<i>Total Head</i>	:	8,26 ft
BHP Actual	:	1,58 Hp
<i>Specific Speed</i>	:	3500 rpm
<i>Power Motor</i>	:	2 Hp
Jumlah	:	1

e. Pompa 5

Kode	:	PU-05
Fungsi	:	Mengalirkan air sungai dari bak penampung sementara ke tangki sanitasi
Jenis	:	Pompa Sentrifugal
Bahan Konstruksi	:	<i>Carbon steel SA-283</i>
<i>Total Head</i>	:	113,03 ft
BHP Actual	:	0,34 Hp
<i>Specific Speed</i>	:	3500 rpm
<i>Power Motor</i>	:	$\frac{3}{4}$ Hp
Jumlah	:	2

f. Pompa 6

Kode	:	PU-06
Fungsi	:	Mengalirkan air sungai dari bak penampung sementara ke tangki pendingin 1

Jenis : Pompa Sentrifugal
Bahan Konstruksi : *Carbon steel SA-283*
Total Head : 13,91 ft
BHP Actual : 2,17 Hp
Specific Speed : 3500 rpm
Power Motor : 3 Hp
Jumlah : 2

g. Pompa 7

Kode : PU-07
Fungsi : Mengalirkan air sungai dari bak penampung sementara ke *kation exchanger*
Jenis : Pompa Sentrifugal
Bahan Konstruksi : *Carbon steel SA-283*
Total Head : 4,51 ft
BHP Actual : 0,25 Hp
Specific Speed : 3500 rpm
Power Motor : 1/3 Hp
Jumlah : 2

h. Pompa 8

Kode : PU-08
Fungsi : Mengalirkan air sungai dari tangki sanitasi ke perkantoran
Jenis : Pompa Sentrifugal
Bahan Konstruksi : *Carbon steel SA-283*
Total Head : 13,44 ft
BHP Actual : 0,04 Hp
Specific Speed : 3500 rpm

Power Motor : 1/3 Hp
Jumlah : 1

i. Pompa 9

Kode : PU-09
Fungsi : Mengalirkan air sungai dari tangki pendingin
1 ke sistem pendingin
Jenis : Pompa Sentrifugal
Bahan Konstruksi : *Carbon steel SA-283*
Total Head : 27,40 ft
BHP Actual : 4,54 Hp
Specific Speed : 3500 rpm
Power Motor : 7,5 Hp
Jumlah : 2

j. Pompa 10

Kode : PU-10
Fungsi : Mengalirkan air sungai dari *kation* ke *anion*
exchanger
Jenis : Pompa Sentrifugal
Bahan Konstruksi : *Carbon steel SA-283*
Total Head : 9,09 ft
BHP Actual : 0,50 Hp
Specific Speed : 3500 rpm
Power Motor : 3/4 Hp
Jumlah : 1

k. Pompa 11

Kode	: PU-11
Fungsi	: Mengalirkan air dari sistem pendingin ke tangki pendingin 2
Jenis	: Pompa Sentrifugal
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon steel SA-283</i>
<i>Total Head</i>	: 6,40 ft
<i>BHP Actual</i>	: 1,07 Hp
<i>Specific Speed</i>	: 3500 rpm
<i>Power Motor</i>	: 1,5 Hp
Jumlah	: 1

l. Pompa 12

Kode	: PU-12
Fungsi	: Mengalirkan air sungai dari anion ke tangki umpan <i>boiler</i>
Jenis	: Pompa Sentrifugal
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon steel SA-283</i>
<i>Total Head</i>	: 30,34 ft
<i>BHP Actual</i>	: 1,67 Hp
<i>Specific Speed</i>	: 3500 rpm
<i>Power Motor</i>	: 3,0 Hp
Jumlah	: 1

m. Pompa 13

Kode	: PU-13
Fungsi	: Mengalirkan air sungai dari tangki umpan <i>boiler</i> menuju ke <i>mixer</i>
Jenis	: Pompa Sentrifugal

Bahan Konstruksi : *Carbon steel SA-283*
Total Head : 38,01 ft
BHP Actual : 0,003 Hp
Specific Speed : 3500 rpm
Power Motor : 1/3 Hp
Jumlah : 1

n. Pompa 14

Kode : PU-14
Fungsi : Mengalirkan air sungai dari tangki umpan
boiler ke deaerator
Jenis : Pompa Sentrifugal
Bahan Konstruksi : *Carbon steel SA-283*
Total Head : 21,21 ft
BHP Actual : 1,173 Hp
Specific Speed : 3500 rpm
Power Motor : 1,5 Hp
Jumlah : 1

o. Pompa 15

Kode : PU-15
Fungsi : Mengalirkan air sungai dari deaerator ke *boiler*
Jenis : Pompa Sentrifugal
Bahan Konstruksi : *Carbon steel SA-283*
Total Head : 0,75 ft
BHP Actual : 0,1235 Hp
Specific Speed : 3500 rpm
Power Motor : 1/3 Hp
Jumlah : 1

6.1.3. Unit Pengadaan Listrik

Unit ini memiliki fungsi untuk menyediakan listrik guna memenuhi kebutuhan pabrik dan kantor. Kebutuhan tersebut dipenuhi dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) dan *generator set* sebagai cadangan, karena pabrik dijalankan secara kontinyu serta untuk menghindari gangguan-gangguan yang mungkin terjadi selama proses. Kebutuhan listrik di pabrik dan kantor meliputi:

1) Listrik untuk keperluan proses

Rincian besar penggunaan listrik untuk keperluan proses sebagai berikut :

Tabel 6.1.5. Kebutuhan Listrik Proses

No	Nama Alat	Power (Hp)	Jumlah	Σ Power (Hp)
1	Mixer (M-211)	1/3	1	0,33
2	Reaktor (R-210)	5	1	5,00
3	Stabilizer Tank (D-213)	1/3	1	0,33
4	Centrifuge Separator (H-311)	6	1	6,00
5	Pompa-01 (L-216)	3	1	3,00
6	Pompa-02 (L-113)	7,5	2	15,00
7	Pompa-03 (L-116)	3	2	6,00
8	Screw Conveyor	1/3	1	0,33
9	Pompa-04 (L-212)	1/3	1	0,33
10	Pompa-05 (L-217)	1/3	1	0,33
11	Pompa-06 (L-114)	3/4	2	1,50
12	Pompa-07 (L-117)	1/3	2	0,67
13	Pompa-08 (L-118)	1/3	1	0,33
14	Pompa-09 (L-218)	1/3	1	0,33
15	Pompa-10 (L-315)	3/4	1	0,75
16	Kompressor	13,6	1	13,60
17	Pompa-11 (L-412)	3/4	2	1,50
18	Pompa 12 (L-413)	3/4	2	1,50
Total				56,85

Diketahui 1 Hp = 0,7457 kW

Power yang dibutuhkan = 42,39 kW

2) Listrik untuk utilitas

Besarnya listrik untuk unit pendukung proses (utilitas) sebagai berikut :

Tabel 6.1.6. Kebutuhan Listrik Utilitas

No	Nama Alat	Power (Hp)	Jumlah	Σ Power (Hp)
1	Pompa – 01	1,5	1	1,50
2	Tangki penggumpal	0,5	1	0,50
3	Pompa – 02	2	1	2,00
4	Pompa – 03	10	1	10,00
5	Pompa – 04	2	1	2,00
6	Pompa – 05	3/4	1	0,75
7	Pompa – 06	3	1	3,00
8	Pompa – 07	1/3	1	0,33
9	Pompa – 08	1/3	1	0,33
10	Pompa – 09	7,5	1	7,50
11	Tangki larutan NaCl	0,5	1	0,50
12	Pompa – 10	3/4	1	0,75
13	Tangki larutan NaOH	0,5	1	0,50
14	Pompa – 11	1,5	1	1,50
15	Pompa – 12	3	1	3,00
16	Pompa – 13	1/3	1	0,33
17	Pompa – 14	1,5	1	1,50
18	Pompa – 15	1/3	1	0,33
19	Tangki hidrazin	0,5	1	0,50
Total				32,83

Diketahui 1 Hp = 0,7457 kW

Power yang dibutuhkan = 24,48 kW

3) Listrik untuk penerangan dan *Air Conditioner* (AC)

Listrik untuk AC diperkirakan sebesar 840 W = 0,84 kW

Listrik untuk penerangan diperkirakan sebesar = 100 kW

4) Listrik untuk laboratorium dan bengkel

Listrik yang digunakan diperkirakan = 50 kW

5) Listrik untuk instrumentasi

Listrik yang digunakan diperkirakan sebesar = 6 kW

Jumlah kebutuhan listrik = 223,72 kW

Generator set yang digunakan memiliki efisiensi 80%, maka *input generator*

= 279,64 kW

Ditetapkan *input generator* 500 kW

Untuk keperluan dan cadangan = 220,36 kW x efisiensi (80%)

= 176,28 kW

Spesifikasi *generator*

Tipe generator	:	<i>Generator AC</i>
Kapasitas	:	500 kW
Tegangan	:	220 Volt
Effisiensi	:	80%
Frekuensi	:	50 Hz
Bahan bakar	:	Solar

6.1.4. Unit Udara Tekan

Unit ini berfungsi untuk menyediakan udara tekan yang digunakan untuk menjalankan sistem instrumentasi. Pengolahan udara ini mencakup pengolahan udara yang bebas dari air, bersifat kering, bebas dari minyak, dan tidak mengandung partikel-partikel pengotor lainnya.

Udara tekan diperlukan untuk alat kontrol *pneumatic*. Kebutuhan untuk alat setiap alat kontrol *pneumatic* sekitar 25,2 L/menit (Considine, 1970). Kebutuhan udara tekan diperkirakan 50 m³/jam. Alat untuk penyediaan udara tekan berupa kompressor.

6.1.5. Unit Pengadaan Bahan Bakar

Unit ini memiliki tugas untuk menyediakan dan menyimpan bahan bakar yang akan digunakan dalam operasi pabrik.

Kebutuhan bahan bakar untuk *boiler* dan *generator set* :

Bahan bakar	:	Solar	
Heating value	:	19.604	Btu/lb
Effisiensi bahan bakar	:	80%	
ρ solar	:	52,81	lb/ft ³
Kebutuhan solar untuk generator	:	461.662,13	L/tahun
Kebutuhan solar untuk boiler	:	11.591.007,57	L/tahun

6.1.6. Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan dalam proses pabrik ini adalah limbah padat yang terdiri dari sebagian besar garam Na_2SO_4 , serta sedikit aseton, asam sianida, aseton sianohidrin, dan air. Garam Na_2SO_4 95% dilarutkan dengan air yang berasal dari hasil bawah evaporator, kemudian larutan diolah menggunakan kation exchanger dan anion exchanger untuk menghilangkan Na^+ dan SO_4^{2-} . Kandungan lain seperti aseton sebesar 0,03%, asam sianida sebesar 0,02%, dan ACH sebesar 0,93% masih berada dalam batas aman untuk dibuang langsung ke lingkungan. Pengolahan limbah cair lain yang dihasilkan dari aktifitas disekitar pabrik meliputi :

- 1) Air yang mengandung zat organik dan anorganik
- 2) Buangan air sanitasi

Air buangan sanitasi dari toilet di sekitar pabrik dan perkantoran dikumpulkan dan diolah dalam unit *stabilisasi* dengan menggunakan lumpur aktif, aerasi dan injeksi klorin. Klorin ini berfungsi untuk disinfektan, yaitu membunuh mikroorganisme yang dapat menimbulkan penyakit.

- 3) Sisa regenerasi

Air sisa regenerasi dari unit demineralisasi yang mengandung NaOH dinetralkan dengan menambahkan H_2SO_4 . Hal ini dilakukan jika pH air buangan lebih dari tujuh (7). Jika pH air buangan kurang dari tujuh ditambahkan NaOH.

6.2. Unit Laboratorium

Unit laboratorium memiliki tugas untuk menunjang kelancaran proses produksi dan menjaga kualitas produk. Peran lain dari unit ini adalah sebagai

pengendali pencemaran lingkungan, baik limbah gas, cair, maupun padat. Laboratorium kimia adalah sarana untuk menganalisa kualitas bahan baku, proses, maupun produk. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan dan menjaga kualitas produk yang dihasilkan.

Tugas laboratorium antara lain :

1. Memeriksa bahan baku yang akan digunakan
2. Menganalisa kualitas produk yang akan dipasarkan
3. Menganalisa kadar zat-zat yang dapat menyebabkan pencemaran disekitar pabrik.
4. Melakukan penelitian yang berkaitan dengan proses produksi.

Dalam upaya mengendalikan kualitas produk, analisa yang dilakukan pada proses pembuatan aseton sianohidrin ini adalah :

- a. Analisa warna secara manual
- b. Analisa densitas menggunakan densinometer
- c. Analisa viskositas menggunakan *viscometer*
- d. Analisa titik didih secara manual menggunakan *melting point* apparatus

Analisa untuk unit utilitas meliputi:

- a. Penjernihan air proses, yang meliputi analisa pH, SiO₂, Ca sebagai CaCO₃, sulfur sebagai SO₄⁻, clor sebagai Cl₂, dan zat padat terlarut.
- b. Demineralisasi air, meliputi analisa efisiensi alat penukar ion.

Untuk mempermudah pelaksanaan dari tugas laboratorium, maka laboratorium di pabrik dibagi menjadi dua (2) bagian yaitu :

1. Laboratorium pengamatan

Tugas dari laboratorium ini adalah melakukan analisa secara fisika dan kimiawi pada semua aliran yang berasal dari proses produksi maupun tangki penampung, serta mengeluarkan '*certificate of quality*' untuk menjelaskan spesifikasi hasil pengamatan. Maka pemeriksaan dan pengamatan dilakukan pada bahan baku dan produk akhir.

2. Laboratorium penelitian dan pengembangan

Kerja dari laboratorium ini adalah melakukan penelitian dan pengembangan terkait permasalahan pada kualitas material dalam proses untuk meningkatkan hasil akhir.

6.3. Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Keselamatan kerja merupakan hal yang harus dipahami oleh para tenaga kerja, berkaitan dengan alat kerja, mesin, bahan dan proses pengolahan, tempat kerja, lingkungannya serta cara penggunaannya. Hal ini dimaksudkan untuk meminimalisir kecelakaan kerja seperti ledakan, kebakaran, pencemaran, dan penyakit akibat kerja. Tujuan dari penerapan program keselamatan kerja adalah :

1. Mengontrol semua resiko dan potensi hal-hal berbahaya yang dapat menimbulkan terjadinya kecelakaan saat bekerja.
2. Melindungi tenaga kerja dalam melakukan pekerjaannya untuk kesejahteraan hidup dan meningkatkan produksi
3. Menjamin keselamatan orang lain yang berada di lingkungan kerja
4. Memelihara sumber produksi yang dapat dipergunakan secara aman di lingkungan kerja
5. Menghindari kerugian perusahaan

Untuk pelaksanaannya, perusahaan menyediakan perlengkapan pakaian pelindung untuk masing-masing karyawan. Selain itu, juga disediakan alat pelindung diri (APD) yang disesuaikan dengan kondisi dan jenis pekerjaan. Peralatan *safety* (*Safety Equipment*) wajib dipakai oleh setiap karyawan yang berada di area *plant* atau daerah proses. Perlengkapan *safety* yang wajib dipakai :

1. *Safety helmet*, yaitu alat pelindung kepala
2. Sarung tangan, untuk menghindari kontak langsung antara kulit dan bahan-bahan kimia
3. Sepatu *safety*

4. *Safety glasses* (kacamata safety), kacamata tipe *goggle*, dan perisai wajah (*face shield*)
5. *Ear muffs*, yaitu penutup telinga yang dipakai untuk mengurangi efek suara bising dari mesin
6. Masker respirator, yaitu penutup hidung dan mulut untuk menyaring udara yang dihirup
7. *Breathing apparatus*, yaitu alat bantu pernafasan dimana dipakai jika udara sekeliling kotor sekali atau beracun.

Adapun beberapa tindakan yang dilakukan oleh perusahaan untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja antara lain:

1. Penyediaan alat pencegah kebakaran.
2. Pemberian papan peringatan (*sign board*) untuk area-area yang rawan dengan kebakaran, kebocoran dan kontaminasi.
3. Penyediaan tempat berkumpul aman (*safe briefing area*)
4. Pemberian penerangan, latihan, dan pembinaan pada setiap pekerja agar mengetahui cara melakukan pencegahan jika terjadi kecelakaan seperti, kebakaran, ledakan, dan kebocoran pada pipa yang berisi zat berbahaya.
5. Pemberian pelatihan mengenai pertolongan pertama pada kecelakaan kerja.

BAB VII

ORGANISASI DAN TATA LETAK

7.1. Bentuk Perusahaan

Perusahaan merupakan suatu unit kegiatan ekonomi yang organisasikan dan dijalankan untuk menyediakan barang atau jasa bagi konsumen agar memperoleh keuntungan. Bentuk perusahaan ditentukan dari tanggung jawab pemiliknya, maka pabrik aseton sianohidrin yang akan didirikan direncanakan mempunyai:

Bentuk : Perseroan Terbatas (PT)
Lapangan Usaha : Industri Aseton Sianohidrin
Lokasi Perusahaan : Karawang, Jawa Barat, Indonesia

Perseroan terbatas didirikan dengan akta notaris berdasarkan kitab undang-undang hukum dagang. Besarnya modal, ditentukan dalam akta pendirian yang terdiri dari saham-saham. Pemilik perusahaan merupakan para pemegang saham serta yang memiliki hak untuk memilih suatu direksi yang memimpin jalannya perusahaan. Pembinaan personalia, sepenuhnya diserahkan kepada suatu direksi tersebut yang diawasi oleh dewan komisaris dengan memperhatikan hukum-hukum perburuhan. Alasan pemilihan bentuk perusahaan, didasarkan pada beberapa faktor sebagai berikut:

1. Mudah untuk mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.
2. Tanggung jawab dari pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran proses produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.
3. Antara pemilik dan pengurus perusahaan menjadi bagian yang terpisah satu sama lain. Pemilik perusahaan merupakan para pemegang saham, sedangkan pengurus perusahaan adalah direksi beserta staffnya yang diawasi oleh dewan komisaris.
4. Efisiensi dari manajemen, para pemegang saham dapat memilih orang-orang yang memiliki keahlian sebagai dewan komisaris dan direktur utama yang cakap dan berpengalaman.

5. Lapangan usaha lebih luas, dengan berbentuk PT maka perusahaan dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat. Sehingga, PT dapat memperluas usahanya dan kelangsungan produksi perusahaan lebih terjamin karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, dewan direksi beserta staffnya atau karyawan perusahaan.
6. Merupakan badan usaha yang memiliki kekayaan tersendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi.
7. Kepemilikan perusahaan dapat berganti-ganti melalui pemindahan hak milik saat penjualan saham perusahaan
8. Mudah mendapatkan kredit dari bank dengan jaminan perusahaan yang ada.
9. Mudah bergerak dipasar modal.

7.2. Struktur Organisasi

Struktur organisasi merupakan suatu sarana untuk mencapai tujuan perusahaan, melalui analisa jabatan-jabatan untuk menentukan kualifikasi serta jumlah orang yang diperlukan didalam sebuah perusahaan. Kegiatan perusahaan dapat berjalan dengan baik jika struktur organisasi yang dibentuk berdasarkan beberapa komponen berikut, yaitu : interaksi kemanusiaan, kegiatan yang terarah ke tujuan, dan struktur.

Berdasarkan komponen-komponen diatas fungsi manajerial diperlukan untuk mengkoordinir kegiatan-kegiatan karyawan, maka struktur organisasi yang dipilih yaitu struktur organisasi lini dan staff. Sistem ini, memiliki garis kekuasaan yang lebih sederhana dan praktis. Kelimpahan wewenang berlangsung secara vertikal dan sepenuhnya berasal dari pimpinan ke kepala bagian. Maka, dalam pembagian tugas kerja seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Untuk mencapai kelancaran produksi, juga dibentuk beberapa staff ahli pada masing-masing bagian yang memiliki wewenang sebagai penasihat kepada tingkat pengawas. Tanggung jawab, tugas, dan wewenang tertinggi dilaksanakan oleh pimpinan perusahaan yang terdiri dari Direktur Utama dan Direktur yang disebut

Dewan Direksi. Jenjang kepemimpinan yang ada didalam perusahaan ini adalah sebagai berikut :

7.2.1. Pemegang Saham

Pemegang saham merupakan beberapa orang yang mengumpulkan modal yang digunakan untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk PT (Perseroan Terbatas) adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Kewenangan para pemegang saham berwenang yang terdapat pada RUPS adalah :

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

7.2.2 Dewan Komisaris

Dewan Komisaris merupakan wakil dari pemegang saham, yang memiliki fungsi untuk melakukan pengawasan serta pemberi nasihat atas pelaksanaan kebijakan dan strategi yang dilakukan oleh dewan direksi. Sehingga, Dewan Komisaris akan bertanggung jawab kepada pemilik saham. Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi:

1. Menilai dan menyetujui rencana dewan direksi tentang kebijakan umum, target perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahan pemasaran.
2. Mengawasi manajemen operasional yang dilaksanakan oleh dewan direksi
3. Membantu direksi dalam tugas-tugas penting.

7.2.3 Dewan Direksi

Dewan Direksi bertanggung jawab penuh atas pengelolaan perusahaan dengan senantiasa memperhatikan kepentingan dan tujuan perusahaan. Dewan Direksi bertanggung-jawab untuk melakukan pengawasan internal secara efektif dan efisien, memantau risiko dan mengelolanya, menjaga agar iklim kerja tetap kondusif sehingga produktivitas dan profesionalisme menjadi lebih baik, serta mengelola karyawan dan melaporkan kinerja Perseroan secara keseluruhan kepada

pemegang saham dalam Rapat Umum Pemegang Saham. Pembagian tugas Dewan Direksi ditetapkan berdasarkan keputusan direksi, yaitu :

1. Direktur Utama

Tugas : Mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi kegiatan perusahaan secara keseluruhan, menerapkan sistem kerja dan arahan yang berdasarkan kebijakan dari pemimpin perusahaan, serta bertanggung jawab penuh terhadap jalannya perusahaan.

2. Direktur Produksi dan Operasional

Tugas : Mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang produksi meliputi pengadaan, proses produksi, *quality control*, utilitas, pemeliharaan alat, serta peningkatan kualitas produk dan efisiensi produksi. Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang operasional, produksi, dan pengembangan proses.

3. Direktur Keuangan dan Pemasaran

Tugas : Mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi kegiatan yang berhubungan dengan administrasi, keuangan perusahaan, penjualan, dan distribusi produk. Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang keuangan perusahaan dan penjualan hasil produksi.

4. Direktur Sumberdaya Manusia dan Umum

Tugas : Mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi kegiatan yang berhubungan dengan personalia, keselamatan kerja, dan pelayanan umum. Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang sumberdaya manusia dan saran umum.

7.2.4 Staf Ahli

Staf ahli terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas untuk membantu direktur dalam menjalankan tugasnya, baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staf Ahli bertanggung jawab kepada Direktur Utama sesuai dengan bidang keahlian masing-masing. Tugas dan wewenang dari Staf Ahli :

1. Memberi nasihat dan saran pada perencanaan pengembangan perusahaan

2. Mengadakan evaluasi dalam bidang teknik dan ekonomi perusahaan
3. Memberikan saran-saran dalam bidang hukum

7.2.5 Kepala Bagian (Kabag)

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian bertanggung jawab kepada Direktur Utama. Berdasarkan pembagian tugas dan lingkungannya, kepala bagian terdiri dari :

1. Kepala Bagian Produksi

Bertanggung jawab kepada Direktur Produksi dan Operasional dalam bidang mutu dan kelancaran proses produksi, kepala bagian ini membawahi beberapa seksi yaitu :

a. Seksi Persediaan Produksi

Tugas : Melaksanakan pembelian serta menjaga ketersediaan bahan baku, bahan pembantu, bahan bakar, dan peralatan yang dibutuhkan oleh perusahaan selama proses produksi.

b. Seksi Laboratorium

Tugas : Mengawasi dan menganalisa mutu dari bahan baku, bahan pembantu, bahan bakar serta produk.

c. Seksi Pengendalian Proses

Tugas : Mengendalikan kualitas produksi dan mengawasi jalannya proses mulai dari bahan baku sampai produk.

d. Seksi Evaluasi Proses

Tugas : Menanganalisa masalah-masalah yang dapat ditimbulkan dari kegiatan produksi serta mengurangi potensi kerugian proses.

2. Kepala Bagian Teknik

Bertanggung jawab kepada Direktur Produksi dan Operasional dalam bidang peralatan pabrik meliputi permesinan, instrumentasi, dan alat-alat laboratorium, kepala bagian ini membawahi beberapa seksi yaitu :

a. Seksi Mesin dan Instrumentasi

Tugas : Menyusun program perawatan pada peralatan proses untuk mencegah gangguan selama proses produksi, serta melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung, peralatan pabrik, dan peralatan laboratorium.

b. Seksi Bengkel dan Konstruksi

Tugas : Menangani kerusakan peralatan pabrik dan melaksanakan penggantian peralatan pabrik

3. Kepala Bagian Utilitas

Bertanggung jawab kepada Direktur Produksi dan Operasional dalam bidang pengadaan bahan pendukung proses, kelistrikan serta pengolahan limbah, kepala bagian ini membawahi beberapa seksi yaitu.

a. Seksi Utilitas :

Tugas : Menjaga ketersediaan bahan-bahan pendukung proses produksi yang meliputi air, *steam*, udara tekan.

b. Seksi Pemeliharaan Listrik

Tugas : Memelihara, mengamankan, merawat, dan memperbaiki instalasi listrik untuk gedung kantor maupun pabrik.

c. Seksi Pengolahan Limbah

Tugas : Mengelola dan mengamankan limbah yang ditimbulkan dari kegiatan pabrik.

4. Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan

Bertanggung jawab kepada Direktur Keuangan dan Pemasaran dalam bidang administrasi dan keuangan perusahaan, kepala bagian ini membawahi beberapa seksi, yaitu :

a. Seksi Administrasi

Tugas : Menyelenggarakan pengarsipan dokumen dan surat-surat perusahaan, pencatatan hutang piutang, administrasi persediaan kantor dan pembukuan, serta masalah pajak.

b. Seksi Keuangan

Tugas : Mencatat dan menghitung penggunaan uang perusahaan, membuat laporan keuangan, mengadakan perhitungan tentang gaji dan intensif karyawan, serta membuat perencanaan keuangan perusahaan.

5. Kepala Bagian Pemasaran, Distribusi, dan Transportasi

Bertanggung jawab kepada Direktur Keuangan dan Pemasaran dalam bidang pemasaran produk, kepala bagian ini membawahi beberapa seksi yaitu.

a. Seksi Pemasaran

Tugas : Merencanakan strategi penjualan dan pemasaran produk.

b. Seksi Distribusi dan Transportasi

Tugas : Mengatur produk yang keluar dari gudang penyimpanan produk dan kegiatan distribusi ke area penyimpanan.

6. Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan (Litbang)

Bertanggung jawab kepada Direktur Produksi dan Operasional dalam bidang pengembangan kualitas produk dan peningkatan efisiensi produksi, kepala bagian ini membawahi beberapa seksi yaitu

a. Seksi Penelitian

Tugas : Menganalisa bahan maupun proses yang berpengaruh pada peningkatan kualitas dan kuantitas produk.

b. Seksi Pengembangan

Tugas : Memperbaiki proses dari pabrik/perencanaan alat untuk pengembangan produksi dan meningkatkan efisiensi kerja

7. Kepala Bagian Personalia

Bertanggung jawab kepada Direktur Sumberdaya Manusia dan Umum dalam bidang sumberdaya manusia (SDM), kepala bagian ini membawahi beberapa seksi yaitu

a. Seksi Kepegawaian

Tugas : Mengatur sistem dan klasifikasi pada rekrutmen pegawai. Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik

mungkin antara pekerja, pekerjaannya, dan lingkungannya agar tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya. Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang dinamis. Melaksanakan hal-hal yang berhubungan dalam kesejahteraan karyawan.

b. Seksi Pusat Pendidikan dan Latihan (Pusdiklat)

Tugas : Melaksanakan pendidikan dan pelatihan dalam rangka peningkatan kompetensi/profesionalisme karyawan dan calon karyawan di lingkungan perusahaan berdasarkan kebijakan pengembangan SDM. Merumuskan, mengevaluasi, dan mengidentifikasi indikator kinerja utama. Melaksanakan hubungan kerja sama dibidang pendidikan dan pelatihan

8. Kepala Bagian Umum

Bertanggung jawab kepada Direktur Sumberdaya Manusia dan Umum terhadap kegiatan yang berhubungan dengan rumah tangga perusahaan, kepala bagian ini membawahi beberapa seksi yaitu

a. Seksi Hubungan Masyarakat (Humas)

Tugas : Mengatur hubungan perusahaan dengan masyarakat luar.

b. Seksi Kebersihan

Tugas : Menjaga dan mengawasi kebersihan dilingkungan kantor dan pabrik.

c. Seksi Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Tugas : Menghimpun dan mengolah data mengenai K3 didalam lingkup perusahaan. Membantu menunjukkan dan menjelaskan kepada setiap tenaga kerja mengenai faktor yang menimbulkan gangguan K3, penggunaan APD, dan prosedur bekerja yang benar. Menyelenggarakan pelayanan kesehatan tenaga kerja.

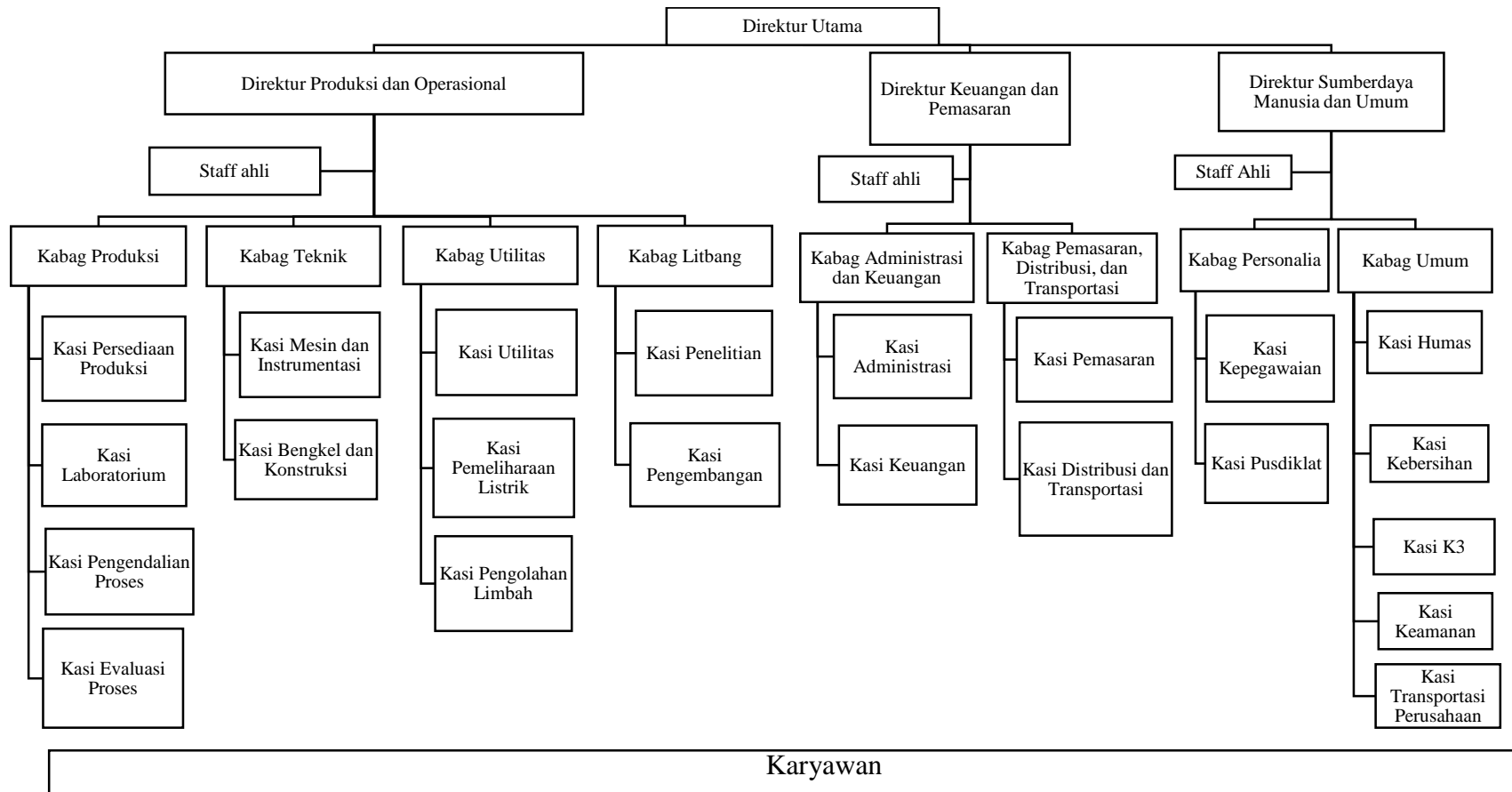
d. Seksi Keamanan

Tugas : Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas yang ada di perusahaan. Mengawasi keluar masuknya orang-orang, baik karyawan

maupun yang bukan dari lingkungan perusahaan. Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan.

e. Seksi Transportasi Perusahaan

Tugas : Menyediakan transportasi yang dibutuhkan pegawai dalam lingkup perusahaan maupun diluar perusahaan.



Gambar 7.1. Struktur Organisasi Perusahaan

7.3. Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji

7.3.1. Sistem Kepegawaian

Dalam melaksanakan kegiatan didalam pabrik aseton sianohidrin ini sistem upah karyawan berbeda-beda bergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab, dan keahlian. Pembagian karyawan menurut statusnya terdiri dari 3 golongan sebagai berikut :

1. Karyawan tetap

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan (SK) dari dewan direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian, dan masa kerja.

2. Karyawan harian

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan tanpa SK dari dewan direksi dan mendapat gaji harian yang dibayarkan setiap akhir pekan.

3. Karyawan borongan

Yaitu karyawan yang digunakan oleh pabrik bila diperlukan saja, karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu perusahaan.

7.3.2. Sistem Gaji

Sistem gaji perusahaan ini dibagi berdasarkan jabatan, tingkat pendidikan, pengalaman kerja, keahlian, dan resiko kerja. Perincian golongan dan gaji pegawai sebagai berikut :

Tabel 7.3.1. Daftar Jabatan, Tingkat Pendidikan, dan Jumlah Pegawai

No	Jabatan	Jenjang Pendidikan	Jumlah
1	Direktur Utama	S2/S3-Teknik Kimia/Ekonomi/Hukum	1
2	Direktur Produksi dan Operasional	S2- Teknik Kimia	1
3	Direktur Keuangan dan Pemasaran	S2- Ekonomi	1
4	Direktur Sumberdaya Manusia dan Umum	S2- Manajemen/Hukum	1
5	Staff Ahli	S2- Teknik Kimia	3
6	Kabag Produksi	S1- Teknik Kimia	1
7	Kabag Teknik	S1- Teknik Mesin	1
8	Kabag Utilitas	S1- Teknik Kimia	1

No	Jabatan	Jenjang Pendidikan	Jumlah
9	Kabag Administrasi dan Keuangan	S1- Ekonomi/Manajemen	1
10	Kabag Pemasaran, Distribusi, dan Transportasi	S1- Teknik Industri/Manajemen	1
11	Kabag Litbang	S1- Kimia/Teknik Kimia	1
12	Kabag Personalia	S1- Psikologi/Teknik Industri	1
13	Kabag Umum	S1- Teknik Industri/Fisipol	1
14	Kepala Seksi (Kasi) Persediaan Produksi	S1- Teknik Industri	1
15	Kasi Laboratorium	S1- Kimia	1
16	Kasi Pengendalian Proses	S1- Teknik Kimia	1
17	Kasi Evaluasi Proses	S1- Teknik Kimia	1
18	Kasi Mesin dan Instrumentasi	S1- Teknik Mesin/Teknik Elektro	1
19	Kasi Bengkel dan Konstruksi	S1- Teknik Mesin/Teknik Sipil/Teknik Fisika	1
20	Kasi Utilitas	S1- Teknik Kimia	1
21	Kasi Pemeliharaan Listrik	S1- Teknik Elektro	1
22	Kasi Pengolahan Limbah	S1- Teknik Kimia	1
23	Kasi Administrasi	S1- Akutansi/Sekretaris	1
24	Kasi Keuangan	S1- Ekonomi/Manajemen	1
25	Kasi Pemasaran	S1- Manajemen	1
26	Kasi Distribusi dan Transportasi	S1- Teknik Industri	1
27	Kasi Penelitian	S1- Kimia	1
28	Kasi Pengembangan	S1- Teknik Kimia	1
29	Kasi Kepegawaian	S1- Psikologi	1
30	Kasi Pusdiklat	S1- Psikologi/Teknik Industri	1
31	Kasi Humas	S1- Ilmu Komunikasi	1
32	Kasi Kebersihan	S1- Kesehatan Masyarakat	1
33	Kasi K3	S1- Kesehatan dan Keselamatan Kerja	1
34	Kasi Keamanan	S1- Semua Jurusan	1
35	Kasi Transportasi Perusahaan	SMA/SMK Semua Jurusan	1
36	Karyawan Persediaan Produksi	S1/D3- Teknik Industri	5

No	Jabatan	Jenjang Pendidikan	Jumlah
37	Karyawan Laboratorium	S1/D3/SMK- Kimia/Analisis Kimia/Kimia Industri	8
38	Karyawan Pengendalian Proses	S1/D3- Teknik Kimia	24
39	Karyawan Evaluasi Proses	S1/D3- Teknik Kimia/Teknik Industri	6
40	Karyawan Mesin dan Instrumentasi	D3/SMK- Teknik Mesin/Teknik Elektro	9
41	Karyawan Bengkel dan Konstruksi	D3/SMK- Teknik Mesin	15
42	Karyawan Utilitas	D3/SMK- Kimia/Analisis Kimia/Kimia Industri	9
43	Karyawan Pemeliharaan Listrik	D3/SMK- Teknik Elektro	9
44	Karyawan Pengolahan Limbah	D3/SMK- Teknik Kimia/Kimia Industri	8
45	Karyawan Administrasi	D3/SMK- Manajemen	4
46	Karyawan Keuangan	D3/SMK- Ekonomi/Akutansi	4
47	Karyawan Pemasaran	D3/SMK- Teknik Industri/Manajemen	6
48	Karyawan Distribusi dan Transportasi	D3/SMK- Teknik Industri/Manajemen	3
49	Karyawan Penelitian	D3/SMK- Kimia/Analisis Kimia/Kimia Industri	3
50	Karyawan Pengembangan	D3/SMK- Teknik Kimia/Kimia Industri	3
51	Karyawan Kepegawaian	D3/SMK- Teknik Industri	2
52	Karyawan Pusdiklat	D3/SMK- Teknik Industri	2
53	Karyawan Humas	S1- Ilmu Komunikasi	2
54	Petugas Kebersihan	SMA/SMK Semua Jurusan	25
55	Karyawan K3	D4/D3- Kesehatan dan Keselamatan Kerja	6
56	Dokter	S1- Kedokteran	2
57	Perawat	S1/D3- Keperawatan	2
58	Petugas Keamanan	SMA/SMK Semua Jurusan	16
59	Supir	SMA/SMK Semua Jurusan	8
Total			218

Tabel 7.3.2. Daftar Jabatan dan Gaji Pegawai

No	Jabatan		Gaji/bulan		Gaji/tahun
1	Direktur Utama	Rp	20.620.000	Rp	247.440.000
2	Direktur Produksi dan Operasional	Rp	15.620.000	Rp	187.440.000
3	Direktur Keuangan dan Pemasaran	Rp	15.620.000	Rp	187.440.000
4	Direktur Sumberdaya Manusia dan Umum	Rp	15.620.000	Rp	187.440.000
5	Staff Ahli	Rp	8.620.000	Rp	310.320.000
6	Kabag Produksi	Rp	8.220.000	Rp	98.640.000
7	Kabag Teknik	Rp	8.220.000	Rp	98.640.000
8	Kabag Utilitas	Rp	8.220.000	Rp	98.640.000
9	Kabag Administrasi dan Keuangan	Rp	7.520.000	Rp	90.240.000
10	Kabag Pemasaran, Distribusi, dan Transportasi	Rp	7.520.000	Rp	90.240.000
11	Kabag Litbang	Rp	7.820.000	Rp	93.840.000
12	Kabag Personalia	Rp	7.520.000	Rp	90.240.000
13	Kabag Umum	Rp	7.520.000	Rp	90.240.000
14	Kepala Seksi (Kasi) Persediaan Produksi	Rp	6.820.000	Rp	81.840.000
15	Kasi Laboratorium	Rp	6.820.000	Rp	81.840.000
16	Kasi Pengendalian Proses	Rp	6.820.000	Rp	81.840.000
17	Kasi Evaluasi Proses	Rp	6.820.000	Rp	81.840.000
18	Kasi Mesin dan Instrumentasi	Rp	6.820.000	Rp	81.840.000
19	Kasi Bengkel dan Konstruksi	Rp	6.820.000	Rp	81.840.000
20	Kasi Utilitas	Rp	6.820.000	Rp	81.840.000
21	Kasi Pemeliharaan Listrik	Rp	6.820.000	Rp	81.840.000
22	Kasi Pengolahan Limbah	Rp	6.820.000	Rp	81.840.000
23	Kasi Administrasi	Rp	6.520.000	Rp	78.240.000
24	Kasi Keuangan	Rp	6.520.000	Rp	78.240.000
25	Kasi Pemasaran	Rp	6.520.000	Rp	78.240.000
26	Kasi Distribusi dan Transportasi	Rp	6.520.000	Rp	78.240.000
27	Kasi Penelitian	Rp	6.820.000	Rp	81.840.000
28	Kasi Pengembangan	Rp	6.820.000	Rp	81.840.000
29	Kasi Kepegawaian	Rp	6.520.000	Rp	78.240.000

No	Jabatan	Gaji/bulan		Gaji/tahun	
30	Kasi Pusdiklat	Rp	6.520.000	Rp	78.240.000
31	Kasi Humas	Rp	6.520.000	Rp	78.240.000
32	Kasi Kebersihan	Rp	6.520.000	Rp	78.240.000
33	Kasi K3	Rp	6.520.000	Rp	78.240.000
34	Kasi Keamanan	Rp	6.520.000	Rp	78.240.000
35	Kasi Transportasi Perusahaan	Rp	4.520.000	Rp	54.240.000
36	Karyawan Persediaan Produksi	Rp	5.620.000	Rp	337.200.000
37	Karyawan Laboratorium	Rp	5.620.000	Rp	539.520.000
38	Karyawan Pengendalian Proses	Rp	5.620.000	Rp	1.618.560.000
39	Karyawan Evaluasi Proses	Rp	5.620.000	Rp	404.640.000
40	Karyawan Mesin dan Instrumentasi	Rp	5.120.000	Rp	552.960.000
41	Karyawan Bengkel dan Konstruksi	Rp	5.120.000	Rp	921.600.000
42	Karyawan Utilitas	Rp	5.120.000	Rp	552.960.000
43	Karyawan Pemeliharaan Listrik	Rp	5.120.000	Rp	552.960.000
44	Karyawan Pengolahan Limbah	Rp	5.120.000	Rp	491.520.000
45	Karyawan Administrasi	Rp	5.120.000	Rp	245.760.000
46	Karyawan Keuangan	Rp	5.120.000	Rp	245.760.000
47	Karyawan Pemasaran	Rp	5.120.000	Rp	368.640.000
48	Karyawan Distribusi dan Transportasi	Rp	5.120.000	Rp	184.320.000
49	Karyawan Penelitian	Rp	5.120.000	Rp	184.320.000
50	Karyawan Pengembangan	Rp	5.120.000	Rp	184.320.000
51	Karyawan Kepegawaian	Rp	5.120.000	Rp	122.880.000
52	Karyawan Pusdiklat	Rp	5.120.000	Rp	122.880.000
53	Karyawan Humas	Rp	5.620.000	Rp	134.880.000
54	Petugas Kebersihan	Rp	4.520.000	Rp	1.356.000.000
55	Karyawan K3	Rp	5.620.000	Rp	404.640.000
56	Dokter	Rp	8.520.000	Rp	204.480.000
57	Perawat	Rp	5.620.000	Rp	134.880.000
58	Petugas Keamanan	Rp	4.520.000	Rp	867.840.000
59	Supir	Rp	4.520.000	Rp	433.920.000
Total				Rp	14.775.120.000

7.4 Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik aseton sianohidrin beroperasi selama 330 hari dalam 1 tahun dan 24 jam perhari. Sisa hari diluar hari libur digunakan untuk perbaikan atau perawatan *shut down* peralatan pabrik. Sedangkan pembagian jam kerja karyawan digolongkan dalam 2 golongan, yaitu :

a. Karyawan *Non-shift*

Karyawan *non-shift* merupakan para karyawan yang tidak secara langsung menangani proses produksi. Termasuk diantaranya karyawan harian yang meliputi direktur, staff ahli, kepala bagian, kepala seksi serta bawahan yang ada di lingkup kantor. Karyawan harian ini akan bekerja selama 6 hari dalam satu minggu dengan jam kerja sebagai berikut :

Jam kerja : Hari Senin-Jum'at : Jam 08.00-16.00

Hari Sabtu : Jam 07.00 – 13.00

Jam istirahat : Hari Senin-Kamis : Jam 12.00-13.00

Hari Jumat : Jam 11.00-13.00

b. Karyawan *Shift*

Karyawan *shift* merupakan para karyawan yang secara langsung menangani proses produksi, seperti mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Karyawan tersebut antara lain seksi proses, sebagian seksi laboratorium, seksi pemeliharaan, seksi utilitas, dan seksi keamanan. Para karyawan akan bekerja bergantian sehari semalam, dengan pengaturan sebagai berikut :

Karyawan produksi dan operasional :

1. *Shift* pagi : Jam 07.00-15.00

2. *Shift* siang : Jam 15.00-23.00

3. *Shift* malam : Jam 23.00-07.00

Karyawan Keamanan :

1. *Shift* pagi : Jam 06.00-14.00

2. *Shift* siang : Jam 14.00-22.00

3. *Shift* malam : Jam 22.00-06.00

Golongan karyawan *shift* ini dibagi ke dalam 4 regu, dimana 3 regu bekerja dan 1 regu istirahat dan diberlaku secara bergantian. Tiap regu mendapat giliran 3 hari kerja dan 1 hari libur pada masing-masing *shift* dan masuk lagi untuk *shift* berikutnya. Pembagian jam kerja *shift* ditampilkan pada tabel 7.3.3.

Tabel 7.3.3. Jam kerja *shift* karyawan

Hari ke - Regu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	P	S	M		P	S	M		P	S	M	
B	S	M		P	S	M		P	S	M		P
C	M		P	S	M		P	S	M		P	S
D		P	S	M		P	S	M		P	S	M

Keterangan :

Untuk hari ke-13 dan seterusnya, jam kerja *shift* karyawan kembali seperti hari pertama

P = *Shift* pagi M = *Shift* malam

S = *Shift* siang = Libur

Salah satu faktor yang mempengaruhi kelancaran proses produksi pabrik adalah faktor kedisiplinan karyawannya. Untuk itu, pada seluruh karyawan diberlakukan absensi, hal tersebut akan digunakan dewan direksi sebagai dasar dalam mengembangkan karier para karyawan dalam perusahaan.

7.5 Kesejahteraan Karyawan

Salah satu faktor untuk meningkatkan efektifitas kerja pada perusahaan adalah kesejahteraan bagi karyawan dan keluarganya. Maka, perusahaan memberikan fasilitas-fasilitas penunjang seperti berikut:

1. Tunjangan
 - a. Tunjangan berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan

- b. Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang
 - c. Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan *shift* yang bekerja diluar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja
2. Cuti
 - a. Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun.
 - b. Cuti sakit diberikan kepada karyawan yang menderita sakit berdasarkan surat keterangan dokter.
 - c. Cuti hamil selama 3 bulan diberikan kepada tenaga kerja wanita
 - d. Cuti dinas diberikan kepada karyawan untuk memenuhi perintah dari pimpinan perusahaan
 3. Pakaian kerja
 - a. Pakaian kerja diberikan kepada setiap karyawan sejumlah 3 pasang setiap tahunnya.
 - b. Perlengkapan APD bagi karyawan yang bekerja secara langsung dalam proses
 4. Transportasi

Transportasi diberikan kepada setiap karyawan yang mencakup bus antar-jemput karyawan, serta kendaraan dinas dan tempat tinggal bagi karyawan yang ditugaskan dinas ke luar wilayah perusahaan.
 5. Pengobatan
 - a. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan oleh kerja, ditanggung oleh perusahaan sesuai dengan undang-undang yang berlaku
 - b. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit tidak disebabkan oleh kecelakaan kerja, diatur berdasarkan kebijakan perusahaan
 6. Jaminan Sosial Tenaga Kerja (Jamsostek)

Asuransi tenaga kerja diberikan oleh perusahaan bila karyawannya lebih dari 10 orang atau dengan gaji karyawan Rp. 1.000.000,00 per bulan.
-

7. Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Kegiatan yang dilakukan antara lain : mengawasi keselamatan jalannya operasi proses, bertanggung jawab terhadap alat-alat keselamatan kerja, bertindak sebagai instruktur *safety*, membuat rencana kerja pencegahan kecelakaan, membuat prosedur darurat agar penanggulangan kebakaran dan kecelakaan proses berjalan dengan baik, mengawasi kuantitas dan kualitas bahan buangan pabrik agar tidak berbahaya bagi lingkungan.

7.6 Manajemen Produksi

Manajemen produksi berfungsi untuk menyelenggarakan semua kegiatan untuk memproses bahan baku menjadi produk jadi dengan mengatur penggunaan faktor-faktor produksi proses produksi berjalan sesuai dengan yang direncanakan.

Manajemen produksi meliputi manajemen perencanaan dan pengendalian proses, yang bertujuan untuk mengusahakan kualitas produksi sesuai dengan rencana dan dalam jangka waktu yang tepat. Dengan meningkatnya kegiatan produksi, maka diharapkan kegiatan perencanaan dan pengendalian dapat menghindarkan dari terjadinya penyimpangan-penyimpangan yang tidak terkendali.

Perencanaan ini berkaitan dengan pengendalian, dimana perencanaan merupakan tolak ukur bagi kegiatan operasional, sehingga penyimpangan dapat diketahui dan selanjutnya dikendalikan kearah yang sesuai.

7.6.1 Perencanaan Produksi

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

1. Kemampuan penjualan

Dapat dibagi menjadi dua kemungkinan :

- a) Kemampuan penjualan lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal
- b) Kemampuan penjualan lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik

Ada 3 alternatif yang bisa diambil, yaitu :

- 1) Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan penjualan, dengan mempertimbangkan untung dan rugi
- 2) Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya
- 3) Mencari daerah pemasaran lain

2. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya kemampuan pabrik ditentukan oleh beberapa faktor sebagai berikut :

- a. Material/bahan baku, dengan pemakaian yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan mencapai target produksi yang diinginkan
- b. Manusia/tenaga kerja, kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu perlu dilakukan pelatihan atau *training* pada karyawan agar ketrampilan karyawan meningkat.
- c. Mesin/peralatan, ada dua hal yang mempengaruhi kehandalan dan kemampuan peralatan, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja mesin efektif adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu.

7.6.2 Pengendalian Proses

Setelah perencanaan produksi dijalankan, perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik. Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standar dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal.

Untuk itu perlu dilaksanakan pengendalian produksi sebagai berikut :

1) Pengendalian kualitas

Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku jelek, kesalahan operasi, dan kerusakan alat. Penyimpangan dapat diketahui dari hasil monitor/analisa pada bagian laboratorium pemeriksaan.

2) Pengendalian kuantitas

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

3) Pengendalian waktu

Untuk mencapai tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

4) Pengendalian bahan proses

Bila ingin dicapai kapasitas produksi yang diinginkan, maka bahan untuk proses harus mencukupi. Karenanya diperlukan pengendalian bahan proses agar tidak terjadi kekurangan.

7.7 Tata Letak (*Lay Out*) Pabrik

Perencanaan *lay out* pabrik merupakan suatu perencanaan dan pengintegrasian aliran dari komponen-komponen proses sehingga tercipta hubungan yang efektif dan efisien antara operator, peralatan, dan aliran bahan. *Lay out* ini meliputi perencanaan area penyimpanan (*storage*), area proses, dan area alternatif (*handling area*) dengan mempertimbangkan beberapa faktor berikut :

1. Urutan proses produksi
2. Pengembangan lokasi baru yang akan dikembangkan pada masa yang akan datang
3. Distribusi ekonomis pada utilitas dan bahan baku
4. Pemeliharaan dan perawatan alat

5. Keamanan (*safety*) dari kemungkinan kecelakaan kerja
6. Bangunan yang meliputi luas, kondisi, dan konstruksi memenuhi syarat
7. Masalah pembuangan limbah
8. *Service area* meliputi kantin, tempat parkir, dan tempat ibadah
9. Fleksibilitas *lay out* pabrik, sehingga tidak memerlukan biaya tinggi saat terjadi perubahan

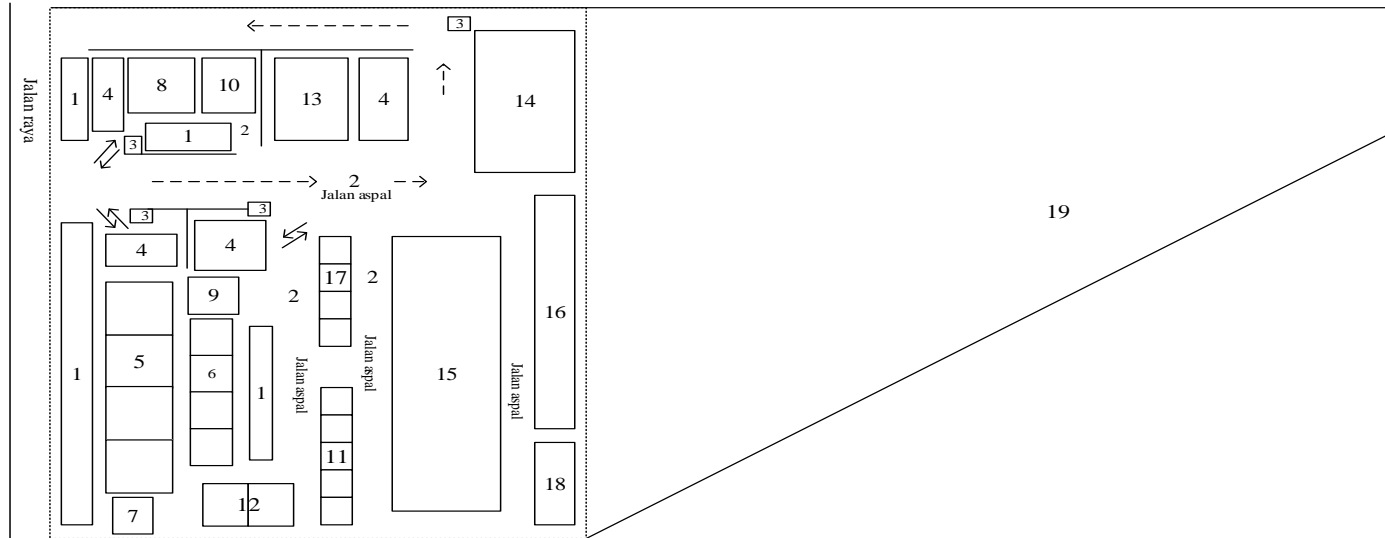
Secara garis besar *lay out* pabrik dibagi menjadi beberapa daerah utama yaitu:

1. Daerah administrasi atau perkantoran, laboratorium, dan ruang kontrol.
 - Daerah administrasi sebagai pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi diluar area proses
 - Laboratorium dan ruang kontrol sebagai pusat pengendalian proses, kualitas dan kuantitas bahan yang akan di proses serta produk yang dijual.
2. Daerah proses merupakan daerah tempat-tempat proses diletakkan dan tempat proses berlangsung.
3. Daerah pergudangan umum, bengkel, dan garasi
4. Daerah utilitas merupakan daerah kegiatan penyediaan air, *steam*, udara tekan dan listrik.

Adapun luas tanah sebagai bangunan pabrik ditampilkan pada tabel 7.3.4. dan untuk tata layout dapat dilihat pada Gambar 7.4 :

Tabel 7.3.4 Luas Bangunan Pabrik

No	Nama Bangunan	Ukuran (m)	Jumlah	Luas (m ²)
1	Taman			782
2	Jalan			1.500
3	Pos Keamanan	8 x 6	4	192
4	Tempat Parkir	18 x 15	4	1.080
5	Kantor	55 x 20	1	1.100
6	Gedung Pertemuan	34 x 9	1	306
7	Perpustakaan	9 x 8	1	72
8	Masjid	16 x 13	1	208
9	Poliklinik	15 x 13	1	195
10	Kantin	16 x 11	1	176
11	Laboratorium	33 x 9	1	297
12	K3 dan <i>Fire Hidrant</i>	20 x 14	1	280
13	Bengkel	26 x 20	1	520
14	Gudang	36 x 18	1	648
15	Daerah Proses	65 x 22	1	1.430
16	Daerah Utilitas	51 x 7	1	357
17	Ruang Kontrol	33 x 14	1	462
18	Unit Pengolahan Limbah	20 x 9	1	180
19	Area Pengembangan	1 x luas pabrik		10.596
Total				20.381



Keterangan :

- | | |
|---------------------|----------------------------|
| 1. Taman | 12. K3 dan Fire Hydrant |
| 2. Jalan | 13. Bengkel |
| 3. Pos Keamanan | 14. Gudang |
| 4. Tempat Parkir | 15. Area Proses |
| 5. Kantor | 16. Area Utilitas |
| 6. Gedung Pertemuan | 17. Area Kontrol |
| 7. Perpustakaan | 18. Unit Pengolahan Limbah |
| 8. Masjid | 19. Area Pengembangan |
| 9. Poliklinik | Jalur Pekerja |
| 10. Kantin | → Jalur Truck |
| 11. Laboratorium | - - - - -> |

Gambar 7.2. Tata Letak Pabrik

7.8 Tata Letak Peralatan

Semua peralatan proses didalam pabrik harus ditata sedemikian rupa sehingga penggunaan area pabrik untuk proses produksi dan distribusi dapat berjalan efektif dan efisien. Maka, untuk merancang tata letak peralatan pabrik diperlukan beberapa pertimbangan berikut :

1. Ekonomi

Letak dari peralatan proses harus seefisien mungkin, sehingga dapat meminimalisir biaya konstruksi dan operasi. Pengaturan tersebut dapat diupayakan dengan jalur pemipaan yang pendek, sehingga bahan konstruksi yang digunakan sedikit.

2. Aliran bahan baku dan produk

Arah aliran bahan baku dan produk yang tepat dapat memberikan keuntungan ekonomis yang besar, serta dapat menunjang kelancaran dan keamanan produksi. Elevasi pipa untuk pipa diatas tanah perlu diperhatikan, dengan memasangnya pada ketinggian 3 m atau lebih dan harus diatur agar tidak mengganggu lalu lintas pekerja.

3. Kebutuhan proses

Letak peralatan harus memberikan area yang cukup bagi masing-masing alat agar dapat beroperasi dengan baik dengan distribusi utilitas dapat berjalan dengan mudah.

4. Operasi

Peralatan yang membutuhkan lebih dari satu operator harus diletakkan dekat dengan area kontrol. *Valve*, tempat pengambilan sampel bahan dan instrumen analisa harus diletakkan pada posisi yang mudah dijangkau oleh operator.

5. Perawatan

Letak alat proses harus memperhatikan area untuk perawatan, misalnya pada *heat exchanger* yang perlu diperhatikan pada area untuk pembersihan *tube*.

6. Keamanan

Letak alat-alat proses harus memperhatikan keamanan bagi pekerja maupun lalu lintas kendaraan, agar jika terjadi kebakaran dapat dengan mudah dijangkau oleh kendaraan atau alat pemadam kebakaran.

7. Area pengembangan pabrik

Pada saat pabrik berkembang, penambahan unit untuk proses produksi diperlukan. Sehingga susunan pabrik yang didirikan harus memungkinkan adanya perluasan.

8. Lalu lintas manusia

Penempatan peralatan proses harus memungkinkan pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah, apabila terjadi gangguan alat proses juga dapat segera diatasi.

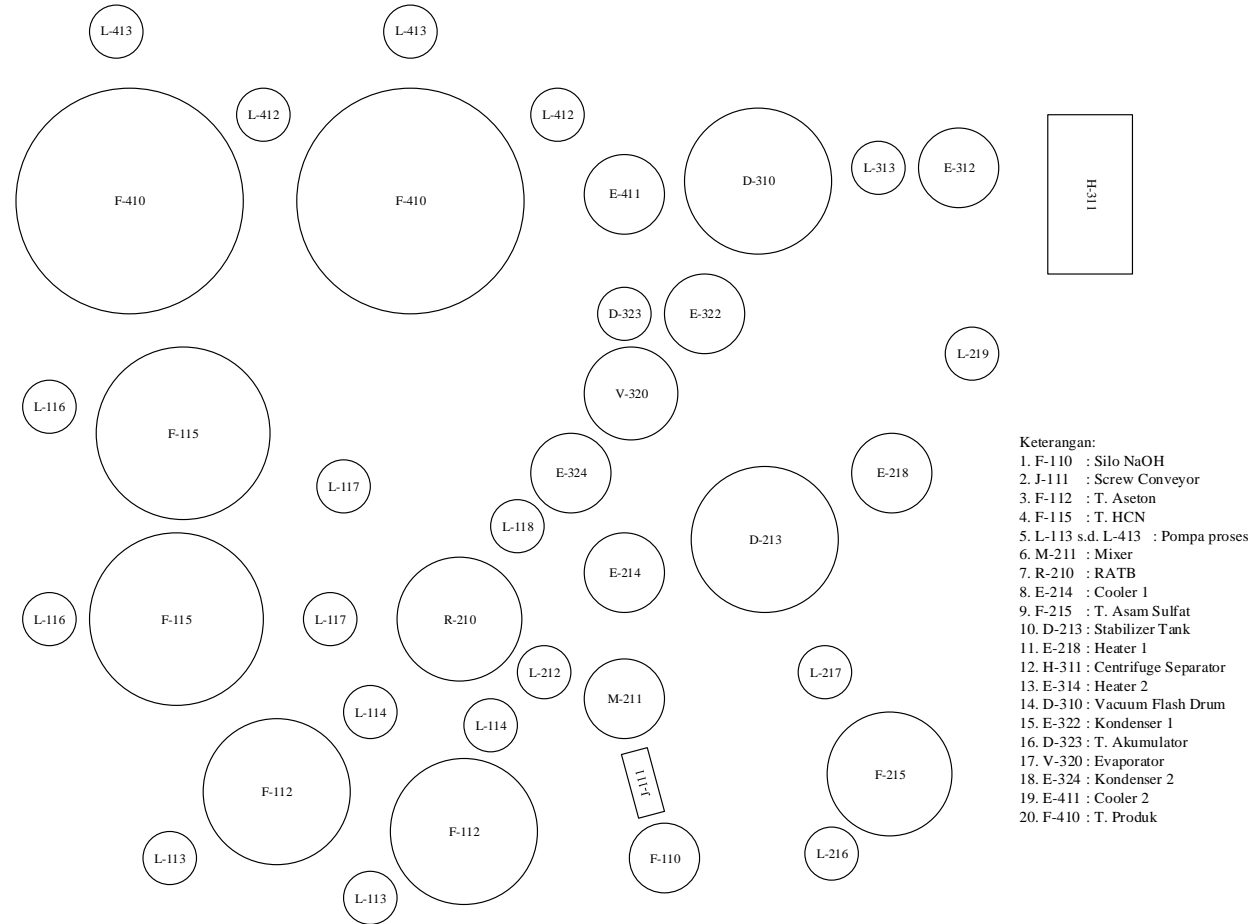
9. Aliran udara dan cahaya

Aliran udara didalam dan disekitar peralatan proses perlu diperhatikan, untuk mencegah terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat yang menyebabkan akumulasi bahan kimia berbahaya. Penerangan seluruh pabrik harus memadai, terutama pada tempat proses yang berbahaya.

Tujuan perancangan tata letak alat-alat proses antara lain:

- a. Kelancaran proses produksi
- b. Mengefektifkan penggunaan luas lantai
- c. Biaya material *handling* yang rendah, sehingga perusahaan tidak perlu untuk memakai alat angkut dengan biaya mahal.
- d. Karyawan mendapatkan kepuasan kerja sehingga produktifitas kerja meningkat.

Tata letak peralatan ditampilkan pada Gambar 7.3.



Gambar 7.3. Tata Letak Peralatan

BAB VIII

EVALUASI EKONOMI

Evaluasi ekonomi bertujuan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan atau tidak, serta layak atau tidak jika didirikan. Evaluasi ini berdasarkan pada estimasi harga peralatan produksi yang digunakan untuk mendapatkan perkiraan tentang kelayakan investasi modal dalam kegiatan produksi dengan meninjau kebutuhan modal, laba yang diperoleh, waktu pengembalian modal, dan terjadinya titik impas.

Perhitungan evaluasi ekonomi meliputi :

1. Modal Keseluruhan (*Total Capital Investment*)
 - a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
 - b. Modal kerja (*Working Capital Investment*)
2. Biaya Produksi Keseluruhan (*Total Product Cost*)
 - a. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)
 - Biaya produksi langsung (*Direct Production Cost*)
 - Biaya produksi tetap (*Fixed Charges*)
 - Biaya produksi tidak langsung (*Indirect Manufacturing Cost*)
 - b. Pengeluaran Umum (*General Expenses*)
3. Analisis kelayakan
 - a. *Percent return on investment (ROI)*
 - b. *Pay out time (POT)*
 - c. *Break event point (BEP)*
 - d. *Shut down point (SDP)*
 - e. *Discounted cash flow (DCF)*

(Peters & Timmerhaus, 1991)

8.1. Perkiraan Harga Alat

Basis yang diambil adalah :

Kapasitas produksi	: 20.000 ton/tahun
Pabrik beroperasi	: 330 hari kerja
Umur alat	: 10 tahun
Nilai kurs	: 1 US \$ = Rp 13.429,60
Tahun evaluasi	: 2014
Upah buruh	: Rp 22.655,00 /man hour

Perkiraan harga alat ditentukan dengan metode yang dikonversikan dengan keadaan sekarang melalui data indeks harga. Penentuan ini digunakan untuk alat dengan kapasitas yang sama dan jenis yang sama.

Persamaan perkiraan harga peralatan :

$$C_x = C_y \frac{I_x}{I_y} \quad (\text{Ulrich, 1984})$$

Keterangan:

C_x = harga alat pada tahun x

C_y = harga alat pada tahun y

I_x = indeks harga pada tahun x

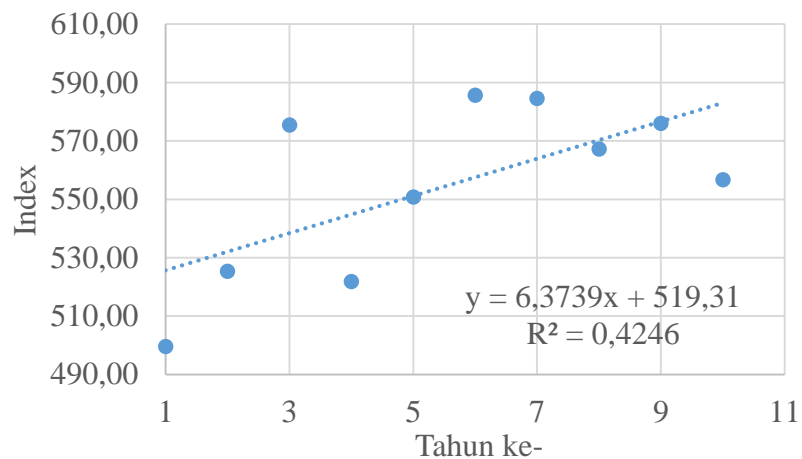
I_y = indeks harga pada tahun yaaa

Harga alat untuk tahun Y diperoleh website www.matche.com (2018) dan <http://www.mhhe.com/engcs/chemical/peters/data/> (2018). Indeks harga peralatan dari tahun 2006 – 2015 tertera pada Tabel 8.1.1 dan untuk perkiraan indeks di tahun perancangan diperoleh dengan metode regresi linier

Tabel 8.1.1. Indeks Harga Peralatan

Tahun	Tahun ke	Index
2006	1	499,60
2007	2	525,40
2008	3	575,50
2009	4	521,90
2010	5	550,80
2011	6	585,70
2012	7	584,60
2013	8	567,30
2014	9	576,10
2015	10	556,80

(www.chemengonline.com/pci, 2016)



Gambar 8.1. Hubungan Tahun dengan *Cost Index*

Persamaan yang diperoleh adalah $y = 6,3739x + 519,31$ dengan menggunakan persamaan di atas dapat dicari harga index pada tahun perancangan, yaitu pada tahun 2020 (tahun ke-15) adalah :

$$y = 6,3739(15) + 519,31 = 614,9185$$

8.2. Perhitungan Biaya

8.2.1. Modal Keseluruhan (*Total Capital Investment*)

Total Capital Investment adalah banyaknya pengeluaran-pengeluaran yang diperlukan untuk fasilitas-fasilitas produksi dan untuk menjalankannya.

A. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)

Fixed Capital Investment adalah biaya yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik secara fisik (belum beroperasi). *Fixed Capital Investment* terdiri biaya langsung (*direct cost*), biaya tidak langsung (*indirect cost*), biaya tak terduga (*contingencies*), dan biaya pabriksebelum operasi (*plant start up*).

a. Direct Cost

Direct cost atau biaya langsung adalah biaya yang diperlukan untuk pembangunan pabrik. Biaya ini meliputi :

- Biaya pengadaan peralatan (*Purchased Equipment Cost*)
- Biaya Pemasangan Alat (*Equipment Installation Cost*)
- Biaya Instrumentasi dan Kontrol
- Biaya Pemipaan (*Piping Cost*)
- Biaya Isolasi
- Biaya instalasi listrik (*electrical installation*)
- Biaya Bangunan (*Building Including Services*)
- Pengembangan Lahan (*Yard Improvment*)
- Tanah (*land*)

b. Indirect Cost

Indirect cost atau biaya tidak langsung meliputi:

- Biaya teknik dan supervisi (*engineering and supervision cost*)
- Biaya Konstruksi (*Contruccion cost*)
- Biaya Jasa Kontraktor (*Contractor's Fee*)

c. Biaya Tak Terduga (*Contingencies*)

d. *Plant start up*

Tabel 8.2.1 Rincian *Fixed Capital Investment*

FIXED CAPITAL INVESTMENT	Biaya	
PEC	Rp	117.054.534.836,55
Instalasi	Rp	35.116.360.450,96
Pemipaan	Rp	77.255.992.992,12
Isolasi	Rp	10.534.908.135,29
Instrument	Rp	58.527.267.418,27
Listrik	Rp	46.821.813.934,62
Bangunan	Rp	14.772.900.000,00
Pengembangan	Rp	18.912.000.000,00
Tanah	Rp	55.900.000.000,00
Jumlah DC	Rp	434.895.777.767,81
<i>Engineering & Supervision, 8% DC</i>	Rp	34.791.662.221,43
<i>Construction expenses, 10% DC</i>	Rp	43.489.577.776,78
<i>Contractor's fee, 2% - 8% DC</i>	Rp	21.744.788.888,39
Jumlah IC	Rp	100.026.028.886,60
Jumlah FCI	Rp	534.921.806.654,41
<i>Contingency, 8%</i>	Rp	42.793.744.532,35
<i>Start Up expenses, 8 - 10% FCI</i>	Rp	42.793.744.532,35

B. Modal kerja (*Working Capital Investment*)

Working capital untuk industri terdiri dari jumlah total uang yang diinvestasikan untuk stok bahan baku dan persediaan, stok produk akhir dalam proses yang sedang dibuat, uang diterima (*account receivable*), uang terbayar (*account payable*), dan pajak terbayar (*taxes payable*). Perbandingan *working capital* terhadap *total capital investment* bervariasi untuk perusahaan berada pada kisaran 10 – 20 % dari *total capital investment* (Peters & Timmerhaus, 1991).

$WCI = 15\% \text{ Total Capital Investment}$

$TCI = FCI + WCI$

$TCI = FCI + 0,15 \text{ TCI}$

$TCI = \text{Rp } 534.921.806.654,41 + 0,15 \text{ TCI}$

$TCI = \text{Rp } 629.319.772.534,60$

Sehingga, $WCI = 15\% \times TCI$
 $= \text{Rp } 94.397.965.880,19$

8.2.2. Biaya Produksi Keseluruhan (*Total Product Cost*)

A. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)

Merupakan biaya yang dikeluarkan untuk proses pembuatan produk. *Manufacturing cost* terdiri *direct manufacturing cost*, *fixed charges* dan *plant overhead*.

a. *Direct Manufacturing Cost*

Merupakan biaya yang berhubungan langsung dengan operasi manufaktur atau pembuatan suatu produk, yang terdiri:

- Bahan Baku (*Raw Material*)
- Utilitas (*Utilities*)
- Pekerja Operasi (*operating labor*)
- *Direct Supervisory*
- Perawatan dan Perbaikan (*Maintenance and Repair*)
- *Operating Supplies*
- *Laboratory Charges*
- Biaya Pengolahan Limbah
- *Royalti dan Patent*

b. *Fixed Charges*

Merupakan biaya pengeluaran yang berkaitan dengan *initial fixed capital investment* dan harganya tetap dari tahun ke tahun serta tidak tergantung pada jumlah produksi. Terdiri dari : Depresiasi (*Depreciation*), Pajak lokal (*Local Taxes*), dan Asuransi (*Insurance*).

c. Plant overhead Cost (POC)

Merupakan biaya untuk keperluan seperti rumah sakit dan pelayanan kesehatan, perawatan umum pabrik, pelayanan keselamatan, fasilitas rekreasi, pensiun, kontrol laboratorium, pengepakan, perlindungan pabrik, fasilitas pengiriman dan penerimaan barang dan dan sebagainya.

B. Pengeluaran Umum (*General Expenses*)

Merupakan biaya umum yang termasuk dalam operasi perusahaan. Terdiri dari biaya administrasi, biaya distribusi dan pemasaran, biaya riset dan pengembangan, serta biaya bunga.

Tabel 8.2.2 Rincian *Total Product Cost*

TOTAL PRODUCTION COST		Biaya
Direct Production Costs (DPC)		
Bahan Baku	Rp	345.003.874.844,00
Operating Labor	Rp	14.775.120.000,00
Supervisi	Rp	2.216.268.000,00
UPL	Rp	105.490.539.111,36
Maintanance & Repair	Rp	42.793.744.532,35
Operating Supplies	Rp	7.274.936.570,50
Laboratory charges	Rp	1.773.014.400,00
Royalti dan Patent	Rp	52.745.269.556 ,00
Total DPC	Rp	572.072.767.013,89
Fixed Chargers (FC)		
Depresiasi	Rp	53.492.180.665,44
Local taxes	Rp	16.047.654.199,63
Asuransi	Rp	4.279.374.453,24
Plant-overhead cost	Rp	73.843.377.377,95
Total FC	Rp	147.662.586.696,26
General Expenses		
Administrative cost	Rp	52.745.269.555,68
Distribution and Marketing Cost	Rp	179.333.916.489,31
Research and Development Cost	Rp	52.745.269.555,68
Finance	Rp	50.345.581.802,77
Total GE	Rp	335.170.037.403,44
Total Production Cost	Rp	1.054.905.391.113,58

8.2.3. Analisis kelayakan

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial didirikan atau tidak maka dilakukan analisis kelayakan. Untuk itu perlu diketahui harga penjualan dari produk yang dihasilkan, berikut ini adalah tabel harga penjualan produk ACH.

Tabel 8.2.3. Hasil Penjualan Produk

Komponen	Jumlah (kg/jam)	Total \$/tahun
Aseton sianohidrin	2.525,25	\$ 101.999.898
		Rp 1.369.817.830.180,80

Profit:

Sales = Rp 1.369.817.830.180,80

Total cost = Rp 1.054.905.391.113,58

Profit before tax (Pb) = Rp 314.912.439.067,22

Taxes = 30% Pb

= 30% x Rp 314.912.439.067,22 = Rp 94.473.731.720,17

Profit after tax (Pa) = Rp 314.912.439.067,22 - Rp 94.473.731.720,17

= Rp 220.438.707.347,05

Analisis kelayakan ekonomi dapat diketahui dengan dua metode, yaitu : metode analisis kelayakan linier dan metode analisis kelayakan *discounted cash flow*.

Analisis Ekonomi Metode Linier :

A. *Percent Return On Investment (ROI)*

Nilai ROI merupakan perbandingan antara persen *net income* terhadap investasi total atau kecepatan tahunan dari keuntungan untuk mengembalikan modal. ROI :

$$ROI = \frac{Pa}{TCI} \times 100\% = 35\%$$

B. *Pay Out Time (POT)*

Waktu minimum teoritis yang dibutuhkan untuk pengembalian modal tetap yang diinvestasikan atas dasar keuntungan setiap tahun.

$$POT_a = \frac{FCI}{Pa+0,1FCI} = 1,95 \text{ tahun}$$

C. *Break Even Point (BEP)*

BEP adalah titik di mana kapasitas produksi yang dihasilkan dapat menutupi seluruh biaya produksi tanpa adanya keuntungan maupun kerugian.

$$BEP = \frac{Fa+0,3Ra}{Sa - Va - 0,7 Ra} \times 100\% = 41\%$$

Keterangan:

Fa = biaya tetap per tahun (*annual fixed expenses*)

Ra = biaya regulasi per tahun (*annual regulated expenses*)

Va = biaya variabel per tahun (*annual variable expenses*)

Sa = penjualan per tahun (*annual sales expenses*)

Fixed Cost (Fa)

Depresiasi	Rp	53.492.180.665,44
Local taxes	Rp	16.047.654.199,63
Asuransi	Rp	4.279.374.453,24
	Rp	73.819.209.318,31

Variabel Cost (Va)

Bahan Baku	Rp	181.433.779.208,18
Utilitas	Rp	269.060.634.747,18
Royalti & patent	Rp	52.745.269.556
	Rp	503.239.683.511,03

Regulated Cost (Ra)

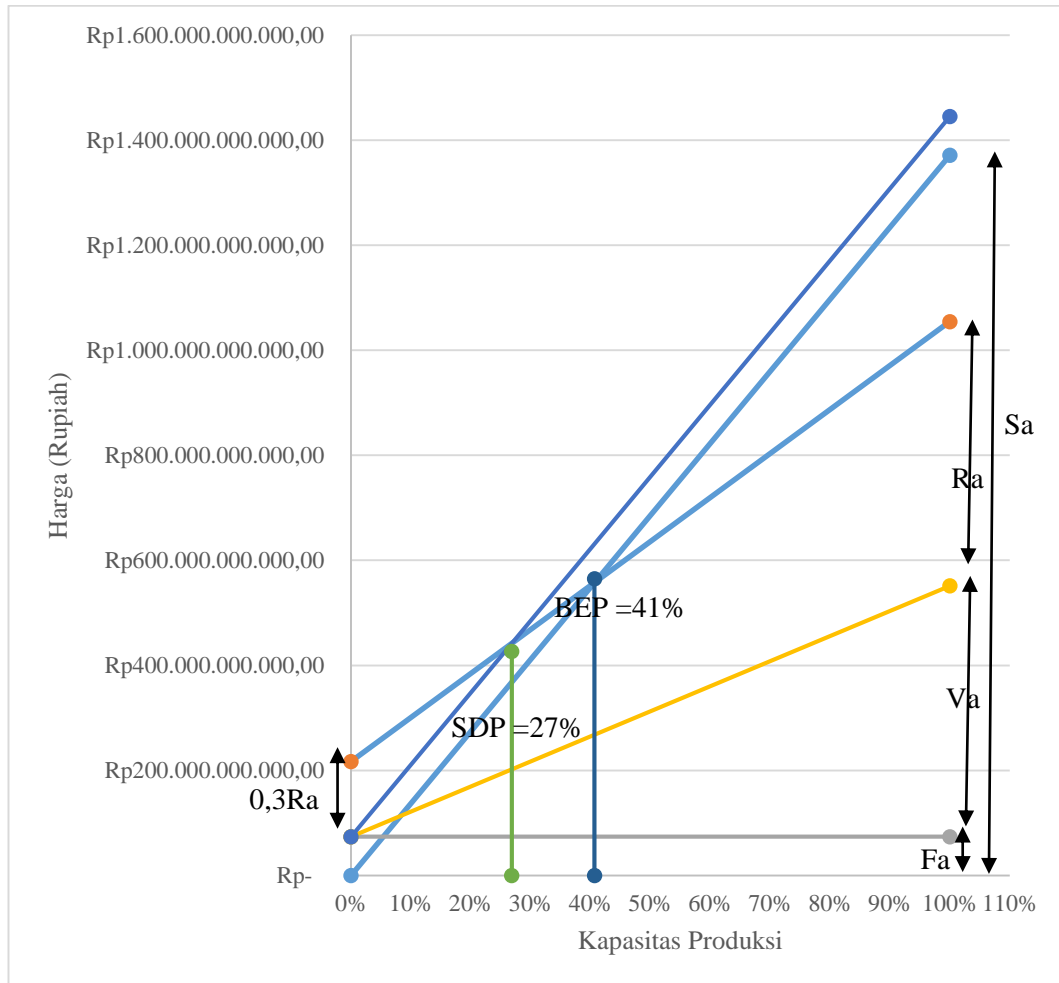
<i>Operating Labor</i>	Rp	14.775.120.000
Supervisi	Rp	2.216.268.000
<i>Maintanance & Repair</i>	Rp	42.793.744.532,35
<i>Operating Supplies</i>	Rp	7.274.936.570,50
<i>Laboratory charges</i>	Rp	1.773.014.400,00
<i>Plant-overhead cost</i>	Rp	73.843.377.377,95
<i>General Expenses</i>	Rp	335.170.037.403,44
	Rp	477.846.498.284,24

D. Shut Down Point (SDP)

Shut down point adalah suatu titik dimana pabrik mengalami kerugian sebesar *fixed cost* sehingga pabrik harus ditutup

$$SDP = \frac{0,3Ra}{Sa - Va - 0,7Ra} \times 100\% = 27\%$$

Grafik BEP dan SDP pabrik ACH ditunjukkan oleh Gambar 8.2 berikut.



Gambar 8.2 Grafik Analisis Ekonomi

E. Discounted cash flow (DCF)

Discounted Cash Flow merupakan perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun didasarkan pada jumlah investasi yang tidak kembali pada setiap tahun selama umur ekonomi. *Rated of return based on discounted cash flow* adalah

laju bunga maksimal di mana suatu pabrik atau proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik. Diketahui bunga bank 10% (BI, 2018), untuk menghitung

$$(FC + WC)(1 + i)^n - (SV + WC) = C((1 + i)^{n-1} + (1 + i)^{n-2} + \dots + (1 + i) + 1)$$

Dimana :	C = Annual cost	= Rp 326.676.157.568,17
	SV = Salvage value (harga tanah)	= Rp 53.492.180.665,44
	WC = Working capital	= Rp 94.397.965.880,19
	FC = Fixed capital	= Rp 534.921.806.654,41

Dengan *trial and error* diperoleh $i = 31,9 \%$

BAB IX

KESIMPULAN

Berdasarkan tinjauan kondisi operasi dan pengadaan bahan baku pabrik aseton sianohidrin ini termasuk beresiko sedang. Kesimpulan yang dapat diperoleh dari hasil tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Pabrik aseton sianohidrin 99,5% dengan kapasitas produksi 20.000 ton/tahun ini memerlukan bahan baku aseton 99,5% sebanyak 13.720.884,81 kg/tahun, HCN 99% sebanyak 6.389.642,65 kg/tahun. Lokasi pendirian pabrik adalah di kawasan industri Surya Cipta Karawang, Jawa Barat, dengan pertimbangan tertentu.
2. Dari hasil studi kelayakan pabrik melalui evaluasi ekonomi, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

Tabel 9.1.1. Analisis Kelayakan Ekonomi

No	Analisis kelayakan	Kriteria	Hasil Perhitungan
1	Laba sebelum pajak		Rp 314.912.439.067,22
	Laba sesudah pajak		Rp 220.438.707.347,05
2	ROI sesudah pajak	Minimum 11%	35%
3	POT sesudah pajak	Maksimum 5 tahun	1,95 tahun
4	BEP	40%-60%	41%
5	SDP		27%
6	DCF	Minimum 15% - 20%	31,9 %

DAFTAR PUSTAKA

- data.un.org/Search.aspx?q=nitrile&d=ComTrade&f=I1Code%3a30%3bcmdCode%3a292690, diakses pada Maret 2017
- Brownell E. Llyyd & Edwin H. Young. *Equipment Design*. New York: John Willey & Son's, inc.
- Coulson & Richardson's. (1999). *Chemical Enginnering Design*, vol 6, 3st, New York: R.K. Sinnott.
- Evonik Industries, 2014, "GPS Safety Summary Acetone Cyanohydrin", Version-3, Evonik Industries AG.,
- Kern, D.Q.,(1950). *Process Heat Transfer*. New York: Mc Graw Hill International Book Company Inc.
- Kirk *et al.*, 1993, "Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology", 4th-ed., vol. 7 pp 753-754, John Wiley & Sons, New York.
- Kirk *et al.*, 1993, "Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology", 4th-ed., vol. 7, pp. 828-831, John Wiley & Sons, New York.
- Kirk *et al.*, 2004, "Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology", 5th-ed., vol. 1, pp 160-162, John Wiley & Sons, New Jersey.
- Kirk *et al.*, 2004, "Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology", 5th-ed., pp. 363, John Wiley & Sons New York.
- <http://www.google.co.id/maps/search/kawasan+industri>, diakses pada Maret 2017
- Levenspiel, O., 1999, "Chemical Reaction Engineering", 3rd-ed., pp. 94-96; 208-213, John Wiley & Sons, New York.
- Perry, R.H. and Green, D.W., 2008, "Perry's Chemical Engineers' Handbook", 8th-ed., pp. 2.24; 2-491 – 2-495, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Peters, M., & Timmerhaus, K. (2003). *Plant Design and Economic for Chemical Engineering 5th ed*. New York: Mc Graw Hill International Book Company Inc.
- Ulrich, G.D. 1984. *A Guide to chemical Engineering Process Design and Economics*. John Wiley and Sons. New York.
- Weissermel, K. and Arpe, H.-J., 1997, "Industrial Organic Chemistry Translated", 3rd-ed., pp. 282, VCH Pubiisher, Inc., New York.
- www.anqore.com/en, diakses Maret 2017
- www.asc.co.id, diakses 11 Juli 2017
- www.grahajayapratamkinerja.co.id, diakses Maret 2017
- www.indoacid.com, diakses Maret 2017
- www.kemenperin.go.id, diakses Maret 2017
-

Yaws, C.L., 1999, "Chemical Properties Handbook", pp. 291-294; 317-320, McGraw-Hill Book Company, New York.