

**PRA RANCANGAN PABRIK ASAM ASETILSALISILAT DARI BAHAN BAKU
ASAM SALISILAT DAN ASETAT ANHIDRIDA DENGAN KAPASITAS 20.000
TON/TAHUN**

PRA RANCANGAN PABRIK

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



Nama : Aldrin Bimo Yudho

Nama : Cipta Nanda Bayu Wijaya

NIM : 17521067

NIM : 17521069

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

2022

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL
PRA RANCANGAN PABRIK ACETYLSALICYLIC ACID
DARI BAHAN BAKU SALICYLIC ACID DAN ACETIC
ANHYDRIDE DENGAN KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN

Kami yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Aldrin Bimo Yudho

NIM : 17521067

Nama : Cipta Nanda Bayu Wijaya

NIM : 17521069

Yogyakarta, 24 Maret 2022

Menyatakan bahwa hasil Perancangan Pabrik yang dimana sebagai Tugas Akhir ini adalah hasil karya sendiri. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung resiko dan konsekuensi. Demikian surat pernyataan ini kami buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



Aldrin Bimo Yudho



Cipta Nanda Bayu Wijaya

LEMBAR PENGESAHAN

PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK ASAM ASETILSALISILAT DARI BAHAN BAKU ASAM SALISILAT DAN ASETAT ANHIDRIDA DENGAN KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN



PRA RANCANGAN PABRIK

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia

Oleh:

Nama : Aldrin Bimo Yudho

Nama : Cipta Nanda Bayu Wijaya

NIM : 17521067

NIM : 17521069

Yogyakarta, 28 Maret 2022

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Agus Taufiq, M.Sc.
NIP. 875210101

Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T.
NIP. 15521130

LEMBAR PENGESAHAN

PENGUJI

**PRA RANCANGAN PABRIK ASAM ASETILSALISILAT DARI BAHAN BAKU
ASAM SALISILAT DAN ASETAT ANHIDRIDA DENGAN KAPASITAS 20.000
TON/TAHUN**

PRA RANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Aldrin Bimo Yudho
NIM : 17521067

Nama : Cipta Nanda Bayu Wijaya
NIM : 17521069

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh

Gelar Sarjana Teknik Kimia


Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia


Yogyakarta, 28 Maret 2022

Tim Penguji

Ir. Agus Taufiq, M.Sc
Ketua Penguji

 21 April 2022

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

 21 April 2022

Tintin Mutiara, S.T., M.Eng.
Penguji II

 19 April 2022

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Indonesia
Universitas Islam Indonesia



Suharno Rusdi, Ph.D.

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillahrabbi'l'alamin, Segala puji hanya milik Allah SWT Tuhan semesta alam. Tiada daya dan upaya melainkan atas pertolongan Allah SWT. Semoga shalawat dan salam senantiasa dilimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW., keluarganya, dan para sahabatnya, serta orang-orang yang memegang teguh kitab Allah dan sunnah Rasul-Nya hingga hari kiamat.

Alhamdulillah, puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT karena dengan rahmat, karunia, serta taufik dan hidayah-Nya kami dapat menyelesaikan tugas akhir kami yang berjudul “pra rancangan pabrik asam asetilsalisilat dari bahan baku asam salisilat dan asetat anhidrida dengan kapasitas 20.000 ton/tahun”. Laporan ini disusun berdasarkan pengalaman dan ilmu yang kami peroleh selama menempuh pendidikan di Universitas Islam Indonesia.

Pra Rancangan pabrik yang telah kami susun ini dibuat dalam rangka memenuhi tugas kuliah program Studi Teknik Kimia, yang mana sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dengan ini kami menyadari bahwa Pra Rancangan Pabrik ini tidak akan tersusun dengan baik tanpa adanya bantuan dari pihak-pihak terkait. Oleh karena itu, kami mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu kami dalam melaksanakan kegiatan penelitian maupun dalam penyusunan Pra Rancangan Pabrik ini.

Ucapan terima kasih sebesar-besarnya kami sampaikan kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Orang tua tercinta yang tiada henti memberikan doa serta dukungannya.
3. Bapak Dr. Suharno Rusdi selaku Ketua Prodi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Universitas Islam Indonesia.

4. Bapak Ir. Agus Taufiq, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing 1 Perancangan Pabrik jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
5. Ibu Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing 2 Perancangan Pabrik jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
6. Seluruh civitas akademik jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
7. Seluruh teman-teman yang telah ikut serta dalam membantu penyelesaian tugas akhir ini.

Kami menyadari bahwa Pra Rancangan Pabrik ini masih jauh dalam kesempurnaan, oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat kami harapkan demi kesempurnaan Pra Rancangan Pabrik ini.

Akhir kata, kami mohon maaf apabila dalam penyusunan Pra Rancangan Pabrik ini terdapat banyak kesalahan. Semoga Pra Rancangan Pabrik ini dapat bermanfaat khususnya bagi penyusun dan umumnya bagi para pembaca.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuhu.

Yogyakarta, 25 Januari 2022

PENYUSUN

ABSTRACT

Acetylsalicylic Acid was used for raw material and co-material for pharmatics industry. Acetylsalicylic acid was made from Salicylic acid and Acetic Anhydride by esterification reaction. The reaction of process would occur at 85°C and 1 atm with 90% conversion using Continuous Stirred Tank Reactor. The Acetylsalicylic acid plant would be built to produce for about 20.000 tons/year capacity of Asetylsalicylic acid. The raw materials consist 2431,2114 kg/hour of Salicylic acid and 2515,7753 kg/hour of Acetic Anhydride. The utility process unit needed 147.965,2679 kg/hour of water for the production processes and daily necessities, used 373,013 kW electricity, and 152,7828 Lt/hour fuels. The plant would be built in the Industrial area of Gresik, Jawa Timur. It would be form in Incorporated Company (Inc.) with 135 employees lead by president director. The schedule working system would be applied in shift mode and fix working hour. The Economic evaluation results from the plant were 18,97 %, for Return on Investement after tax, 3, years for Pay Out Time after tax, 56,43%, for Break Even Point, 45,21 %, for Shut Down Point and 14,36%. for Discounted Cash Flow Rate of Return. Based on the economics calculation could be assumed that the plant was economically feasible and suitable for further detailed engineering design.

Key word: Acetylsalicylic acid, CSTR, Economic, Esterification

ABSTRAK

Asam Asetilsalisilat (Aspirin) digunakan untuk bahan baku dan bahan bahan pendukung dalam industri kimia farmasi. Asam Asetilsalisilat ini dibuat dari reaksi Asam salisilat dan Asetat anhidrida melalui reaksi esterifikasi. Reaksi beroperasi dalam suhu 85°C dan tekanan 1 atm dengan konversi 90% menggunakan Reaktor Alir Tangki Berpengaduk. Pabrik ini dibangun untuk menghasilkan Asam Asetilsalisilat dengan kapasitas 20.000 ton/tahun. Bahan baku terdiri dari 2431,2114 kg/jam Asam salisilat dan 2515,7753 kg/jam Asetat anhidrida. Utilitas yang diperlukan adalah 147.965,2679 kg/jam air baik untuk proses maupun kebutuhan domestic 373,013 kW listrik, 152,7828 lt/jam bahan bakar. Pabrik akan didirikan di kawasan industri Jl. Raya Jungkat, Jungkat, Siantan, Mempawah Regency, West Kalimantan 78351. Pabrik ini direncanakan perusahaan dalam bentuk manajemen Perseroan Terbatas (PT) dengan 200 karyawan dan dipimpin oleh seorang direktur utama. Sistem kerja berdasarkan pergantian jam kerja dan jam kerja tetap. Hasil evaluasi ekonomi dari pabrik ini adalah 21 %, *Return on Investment* (ROI) setelah pajak, *Pay Out Time* (POT) sebesar 3, tahun setelah pajak, *Break Even Point* (BEP) yang diperoleh 56,43 %, dan *Shut Down Point* (SDP) yang didapat 45,21 %, serta *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCFRR) sebesar 14,36%. Berdasarkan hasil kelayakan ekonomi tersebut, dapat disimpulkan bahwa pabrik Asam Asetilsalisilat layak untuk dibangun.

Kata Kunci: *Asam Asetilsalisilat, Esterifikasi, Ekonomi, RATB*

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar belakang pendirian pabrik	1
1.2. Tinjauan Pustaka	2
1.3. Pemilihan proses	3
1.4. Penentuan kapasitas pabrik	4
1.5. Ketersediaan Bahan Baku	6
BAB II PERANCANGAN PRODUK	8
2.1. Spesifikasi Produk	8
2.1.1. Asam Asetilsalisilat	8
2.1.2. Asam Asetat (produk samping)	9
2.2. Spesifikasi Bahan Baku	10
2.2.1. Asetat Anhidrida	10
2.2.2. Asam Salisilat	11

2.2.3. Asam Asetat	12
2.3. Pengendalian Kualitas	13
2.3.3. Pengendalian Kualitas Produk	15
BAB III PERANCANGAN PROSES.....	17
3.1. Uraian Proses	17
3.1.1. Tinjauan Proses.....	17
3.1.2. Proses Pembuatan	17
3.2. Spesifikasi Alat Proses.....	21
3.2.1. Tangki	21
3.2.2. Silo	23
2.1.1. Mixer (M-01)	25
2.1.2. Reaktor (R-01)	25
2.1.3. Filter Press (FP-01).....	26
2.1.4. Centrifuge (CF-01)	27
1.1.1. Crystallizer (CR-01)	28
1.1.2. Rotary Dryer (RD-01).....	29
1.1.3. Evaporator (EV-01)	30
1.1.4. Belt Conveyor	31
1.1.5. Bucket Elevator.....	33
1.1.6. Heat Exchanger.....	34
1.1.7. Cooler.....	37
1.1.8. Blower (BL-01).....	38
1.1.9. Pompa (P)	39
1.2. Perencanaan Produksi.....	43

1.2.1. Analisa Kebutuhan Pabrik	43
3.2.2. Analisa Kebutuhan Peralatan Proses	43
3.2.3. Neraca massa	44
3.2.4. Neraca panas	47
BAB IV PERANCANGAN PABRIK	53
4.1. Lokasi Pabrik	53
4.1.1. Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik	53
4.1.2. Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik	54
4.2. Tata Letak Pabrik (<i>Plant Layout</i>).....	55
4.3. Tata Letak Alat Proses (<i>Process plant & equipment</i>)	59
4.4. Perawatan (<i>Maintenance</i>).....	60
4.5. Pelayanan Teknik (<i>Utilitas</i>)	61
4.6. Unit Penyedia dan Pengolahan Air (<i>Water Treatment System</i>)	64
4.6.1. Unit Penyediaan Air.....	64
4.6.2. Unit Pengolahan Air	65
4.6.3. Perhitungan Kebutuhan Air	69
4.7. Unit Pembangkit Uap (<i>Steam Generation System</i>).....	71
4.8. Unit Pembangkit Listrik (<i>Power Plant System</i>)	72
4.9. Unit Penyedia Udara Tekan.....	74
4.10. Unit Penyedia Bahan Bakar.....	75
4.11. Laboratorium.....	75
4.12. Organisasi Perusahaan.....	77
4.12.1. Bentuk Perusahaan.....	77
4.12.2. Struktur Perusahaan	78
4.12.3. Tugas dan Wewenang.....	80

4.13. Evaluasi Ekonomi	89
4.13.1. Penaksiran harga alat	91
4.14. Hasil perhitungan	93
4.14.1. Analisa Keuntungan.....	97
4.14.2. Analisis kelayakan	97
BAB V PENUTUP.....	101
5.1. Kesimpulan.....	101
DAFTAR PUSTAKA	103
LAMPIRAN A	105
LAMPIRAN B	122
LAMPIRAN C	125

DAFTAR TABEL

Table 1.1. Macam - macam Pembuatan Aspirin.....	2
Table 1. 2. Data Impor Aspirin ASEAN	4
Tabel 3. 1. neraca massa mixer (M-01).....	44
Tabel 3. 2. neraca massa reaktor (R-01)	44
Tabel 3. 3.neraca massa reaktor (R-02)	45
Tabel 3. 4. neraca massa filtrr press (FP-01)	45
Tabel 3. 5. neraca massa cristalizer (CR-01)	46
Tabel 3. 6. neraca massa centrifuge (CF-01)	46
Tabel 3. 7. neraca massa rotary Dryer (RD-01).....	47
Tabel 3. 8. neraca massa evaporator (EV-01).....	47
Tabel 3. 9. neraca panas mixer (M-01)	47
Tabel 3. 10.neraca panas reaktor (R-01).....	48
Tabel 3. 11. neraca panas reaktor (R-02)	48
Tabel 3. 12. neraca panas filtrr press (FP-01).....	48
Tabel 3. 13. neraca panas cristalizer (CR-01).....	48
Tabel 3. 14. neraca panas centrifuge (CF-01).....	48
Tabel 3. 15. neraca panas rotary Dryer (RD-01).....	49
Tabel 3. 16. neraca panas evaporator (EV-01).....	49
Tabel 3. 17. neraca panas heater (HE-01).....	49
Tabel 3. 18. neraca panas heater (HE-02).....	49
Tabel 3. 19. neraca panas heater (HE-03).....	49
Tabel 3. 20. neraca panas cooler (CL-01).....	50
Tabel 3. 21. neraca panas condenser (CD-01)	50

Tabel 4. 1. Perincian luas tanah	58
Tabel 4. 2. Perincian luas tanah (lanjutan)	59
Tabel 4. 3. Kebutuhan air domestik	70
Tabel 4. 4. Kebutuhan air service.....	70
Tabel 4. 5. Kebutuhan air pembangkit uap	70
Tabel 4. 6. Kebutuhan air pendingin.....	71
Tabel 4. 7. Kebutuhan listrik proses.....	73
Tabel 4. 8. Kebutuhan listrik utilitas.....	74
Tabel 4. 9. Jadwal shift kerja karyawan	85
Tabel 4. 10. Penggolongan Gaji Karyawan	88
Tabel 4. 11. Penggolongan Gaji Karyawan (lanjutan)	89
Tabel 4. 12. Index harga CEPCI	91
Tabel 4. 13. Physical Plant Cost (PPC).....	93
Tabel 4. 14. Physical Plant Cost (PPC) (lanjutan)	94
Tabel 4. 15. Direct Plant Cost (DPC).....	94
Tabel 4. 16. Fixed Capital Investment (FCI)	94
Tabel 4. 17. Direnct Manufacturing (DMC)	94
Tabel 4. 18. Indirect Manufacturing Cost (IMC).....	95
Tabel 4. 19. Fixed Manufacturing Cost (FMC)	95
Tabel 4. 20. Manufacturing Cost (MC).....	95
Tabel 4. 21. Working Capital (WC).....	95
Tabel 4. 22. General Expense (GE)	96
Tabel 4. 23. Total Biaya Produksi.....	96
Tabel 4. 24. Fixed Cost (Fa).....	96
Tabel 4. 25. Variable Cost (Va)	96
Tabel 4. 26. Regulated Cost (Ra).....	97

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Hubungan waktu (tahun) dengan impor Aspirin pada negara ASEAN ...	5
Gambar 3. 1. Diagram Alir Kualitatif	51
Gambar 3. 2. diagram alir kuantitatif	52
Gambar 4. 1. penentuan lokasi pabrik.....	55
Gambar 4. 2. Tata Letak Pabrik	58
Gambar 4. 3. Perencanaan tata letak alat proses	60
Gambar 4. 4. Flow Digram Utilitas.....	63
Gambar 4. 5. Struktur Organisasi Perusahaan	79
Gambar 4. 6. Hubungan tahun terhadap index CEPCI	92
Gambar 4. 7. Grafik Analisa kelayakan pabrik.....	99

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang pendirian pabrik

Indonesia salah satu yang sampai saat ini adalah yang mengimpor obat-obatan. Yang mana, Indonesia memiliki ratusan industri yang bergerak di sektor farmasi. Perusahaan tersebut bergerak untuk pencampuran obat, *pengemasan*, dan hanya pemasaran. Aspirin sebagai obat yang banyak digunakan banyak kalangan karena jenisnya yang *antipiretic* memiliki nilai impor yang sangat tinggi dan stabil setiap tahun menunjukkan aspirin merupakan obat yang sangat dibutuhkan dalam dunia farmasi.

Di Indonesia sendiri yang mana, sektor pelayanan kesehatan sangat berkembang dengan cepat dan semakin meningkat. Adanya (BPJS) Badan Penyelenggara Jaminan Sosial penggunaan obat-obatan di Indonesia sangat meningkat. Proyeksi kebutuhan Aspirin semakin meningkat dengan mudahnya masyarakat mendapatkan akses Kesehatan. Oleh sebab itu pendirian pabrik produksi aspirin dirasa perlu karena nilai impor yang tinggi dan stabil serta sedikitnya pabrik aspirin di Indonesia, ditambah lagi bahwasanya pabrik obat hanya *pengemasan* saja. Berkaca dengan hal tersebut maka pemerintah Bisa mengambil kebijaksanaan yang pada hakikatnya bertujuan mengurangi ketergantungan terhadap Negara lain dalam memenuhi kebutuhan masyarakat, yakni dengan membangun industri-industri yang dapat mengganti peran impor.

Selain kebutuhan dalam negeri, Pasar farmasi Indonesia mencapai 27% dari total pasar ASEAN. Sehingga Indonesia memiliki peran penting pada Industri farmasi ASEAN, Sehingga, dengan didirikannya pabrik Aspirin di Indonesia diharapkan dapat mengurangi ketergantungan impor serta menjadi peluang bagi Indonesia untuk menjadi negara yang memasok kebutuhan aspirin di wilayah ASEAN.

1.2. Tinjauan Pustaka

Pembentukan *acetilsalisilat* (aspirin) adalah reaksi dari asam salisilat dengan asam anhidrida. Yang mana, reaksi dasar yang berlangsung adalah *asetilisasi*.

Macam macam pembuatan aspirin:

1. Sintesa Aspirin menurut Kolbe

Pembuatan asam salisilat dilakukan dengan Sintesis Kolbe, metode ini ditemukan oleh ahli kimia Jerman yang bernama Hermann Kolbe. Pada sintesis ini, sodium phenoxide dipanaskan bersama karbondioksida (CO₂) pada tekanan tinggi, lalu ditambahkan asam untuk menghasilkan asam salisilat. Asam salisilat yang dihasilkan kemudian di reaksi kan dengan asetat anhidrida dengan bantuan asam sulfat sehingga dihasilkan asam asetilsalisilat dan asam asetat. (George Austin, 1984)

2. Sintesa Aspirin menurut Schmitt

Larutan sodium phenoxide masuk ke dalam revolving heated ball mill yang memiliki tekanan vakum dan panas (130°C). Sodium phenoxide berubah menjadi serbuk halus yang kering, kemudian dikontakkan dengan CO₂ pada tekanan 700 kPa dan temperatur 100°C sehingga membentuk sodium salisilat. Sodium salisilat dilarutkan keluar dari mill lalu dihilangkan warnanya dengan menggunakan karbon aktif. Kemudian ditambahkan asam sulfat untuk mengendapkan asam salisilat, asam salisilat dimurnikan dengan sublimasi. (George Austin, 1984)

3. Esterifikasi asam anhidryde dengan asam salisilat

Aspirin yang dihasilkan dari asetilasi asam salisilat dengan acid anhydride dengan perbandingan mol asam salisilat: acid anhydride: asam asetat sebesar 1 : 1,4 : 1. Reaksi berlangsung selama 1-2 jam pada suhu 85°C dengan tekanan 1 atm dapat menghasilkan yield 91% McKetta,(1981).

Table 1.1. Macam - macam Pemuatan Aspirin

Keterangan	Sintesa aspirin dengan cara esterifikasi	Sintesa aspirin menurut Scmitt	Sintesa aspirin menurut Kolbe
Reaktor	RATB	RATB	RATB
Suhu oprasi	85 °C – 90 °C	100 - 130 °C	130 °C
Tekanan oprasi	1 atm	7 atm	6 atm
Waktu oprasi	1 – 2 jam	20 jam	11 jam
katalis	-	CO ₂ H ₂ SO ₄	CO ₂ H ₂ SO ₄
Hasil samping	CH ₃ COOH		CH ₃ COOH
Konversi	91 %	90 %	90 %
sumber	(J.J Mc. Ketta, 1981)	(George Austin, 1984)	(George Austin, 1984)

1.3. Pemilihan proses

Pada perancangan pabrik aspirin digunakan proses esterifikasi asam salisilat dengan asetat anhidrida. Aspirin yang dihasilkan dari asetilasi asam salisilat dengan asetat anhidrida memiliki kemurnian yang tinggi dengan perbandingan mol asam salisilat: acid anhydride: asam asetat sebesar 1 : 1,4 : 1. Reaksi berlangsung selama 1-2 jam pada suhu 85°C dengan tekanan 1 atm dapat menghasilkan *yield* 91% dan memiliki hasil samping yaitu asam asetat

Di lihat proses di atas Pemilihan ini melibatkan berbagai kriteria: proses yang cukup sederhana, kondisi operasi yang relatif aman dan, telah banyak digunakan dalam industri farmasi.

Kegunaan Produk

Dalam Proses esterifikasi asam salisilat dengan asetat anhidrida dihasilkan aspirin sebagai produk utama dan produk samping berupa asam asetat. Kegunaan dari produk utama adalah sebagai *antipretic* (Penurun demam), *analgesic* (Pereda nyeri),

dan *anti-inflammatory* (mengobati peradangan). Aspirin tergolong dalam obat jenis NSAID yaitu anti-inflamasi non-steroid sebagai Pereda nyeri. (Schorr, 2009).

1.4. Penentuan kapasitas pabrik

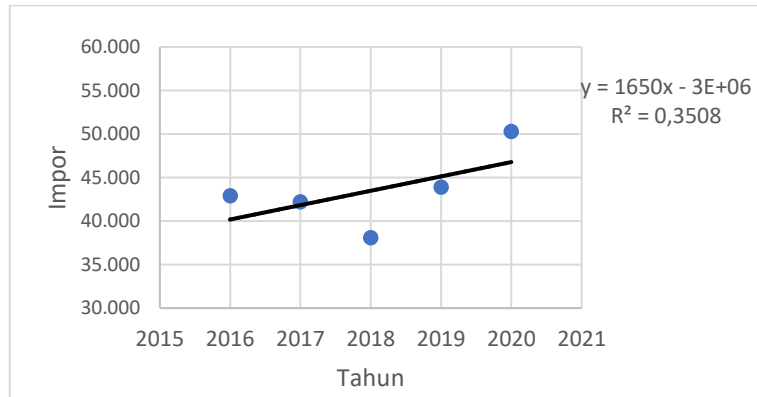
Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik, selama 5 tahun impor Aspirin di Indonesia diperkirakan akan semakin meningkat. Seperti yang dapat diamati pada Tabel 1.1 Data Impor Aspirin di Asean berikut:

Table 1.2. Data Impor Aspirin ASEAN

Tahun	Impor (Ton/Tahun)
2016	429.000,00
2017	422.000,00
2018	381.000,00
2019	439.000,00
2020	503.000,00

Sumber : *Comtrade* , 2020

Dari data di atas dapat disimpulkan bahwa kapasitas impor Aspirin mengalami peningkatan dan stabil setiap tahun. Dengan melihat kapasitas impor tersebut direncanakannya pendirian pabrik aspirin di Indonesia agar dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri serta diharapkan Indonesia menjadi pemasok Aspirin untuk wilayah ASEAN.



Gambar 1.1. Hubungan waktu (tahun) dengan impor Aspirin pada negara ASEAN

Dari Gambar 1.1 didapatkan persamaan $y = 1650x - 3E+06$ dengan regresi linearnya sebesar 0.3508 sehingga, perhitungan regresi linear bisa digunakan. Dengan proyeksi pabrik berdiri tahun 2026 maka, : $y = ax + b$

$$y = 1650 x - 3E+06$$

$$y = 1650 (2026) + (3.000.000)$$

$$y = 342.900 \text{ ton/tahun}$$

Dari perhitungan tersebut kebutuhan aspirin di ASEAN pada tahun 2026 didapati menjadi 342.600 ton/tahun. Di Indonesia terdapat Pabrik Aspirin dengan kapasitas 2000 Ton/tahun dengan cakupan 0.6% dari kebutuhan impor pada 2026, maka dari itu kami menggunakan 6% dari peluang ditahun 2026 dengan diharapkan untuk memenuhi kebutuhan aspirin di Indonesia serta dapat menjadi penambah devisa negara yaitu dengan kapasitas 20.000 Ton/tahun.

Penentuan kapasitas pabrik kimia memiliki pertimbangan supaya tetap eksis dalam industri. Pertimbangan tersebut antara lain:

1. Potensi pasar

Penggunaan aspirin sebagai bahan obat NSID di dalam negeri cukup tinggi. Sedangkan, penggunaan di negara-negara ASEAN memiliki mengalami kenaikan yang signifikan tiap tahunnya.

2. Pabrik asam asetilsalisilat di dunia

Pabrik asam asetilsalisilat telah mengalami banyak perkembangan dari saat prose penemuanya. Pabrik pertama *Bayer International Germany* telah memproduksi aspirin dalam bentuk tablet.

3. Kebutuhan asam asetil salisilat

Kebutuhan asam asetilsalisilat di Indonesia dapat dilihat pada badan pusat stastistik.

1.5. Ketersediaan Bahan Baku

Ketersediaan bahan baku merupakan hal yang penting dalam pendirian pabrik. Karena pabrik sangat bergantung pada ketersediaan bahan baku. Bahan baku yang diperlukan adalah asam salisilat, asetat anhidrida, dan asam asetat. Di dunia terdapat perusahaan yang memproduksi masing-masing bahan baku yang sudah disebutkan antara lain :

Tabel 1. 3. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan Baku	Pabrik	Lokasi	Kapasitas (Ton/ Tahun)
Asam Salisilat	Shandong Xinhua Longxin Chemical Co., Ltd.	China	120.000
	Heibei Jingye Group Co., Ltd.	China	100.000
	Zhenjing Geopeng Pharmaceutical Co., Ltd.	China	100.000
Asetat Anhidrida	Eastman Chemical	US	1.800.000
	Celaneste Chemical	US	600.000
	Shanghai Ruizheng Chemical Co., Ltd.	China	240.000
Asam Asetat	Lonza	Swiss	300.000
	BP Chemicals	UK	675.000
	Celaneste Chemical	Jerman	400.000

Ketersediaan bahan baku yang melimpah menjadi salah satu acuan pendirian

pabrik aspirin, karena dapat dilihat dari tabel diatas bahwasannya untuk setiap bahan baku masing-masing memiliki ketersediaan yang tinggi. Dari tabel diatas setiap bahan baku terproduksi kurang lebih hampir 500.000 Ton/tahun. Sebagaimana suatu pabrik dapat didirikan ketika ketersediaan bahan baku yang melimpah, dengan proyeksi pabrik berdiri tahun 2026 dapat terpenuhi dari segi bahan baku.

BAB II

PERANCANGAN

PRODUK

Untuk memenuhi kualitas produk sesuai target pada perancangan ini, maka mekanisme pembuatan Aspirin dirancang berdasarkan variabel utama yaitu :

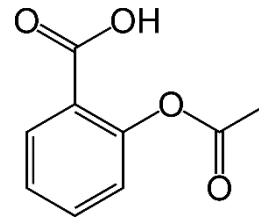
- spesifikasi produk
- spesifikasi bahan baku
- pengendalian kualitas

2.1. Spesifikasi Produk

2.1.1. Asam Asetilsalisilat

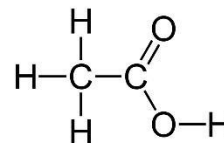
Rumus Molekul	: $C_9H_8O_4$
Kemurnian	: min 90%
Impuritas	: Asetat Anhidrida max 2%
	: Asam Asetat max 4%
Kenampakan	: Padat Kristal
Warna	: Putih
Berat molekul (g/mol)	: 180,15
Titik didih, °C (1 atm)	: 140
Titik lebur, °C	: 136
Tekanan kritis, atm	: 32,27
Suhu kritis, °C	: 492
Bau	: Tidak berbau
Densitas, 20°C g/cm ³	: 1,35

Viskositas, kg/m.det : 0.0053
 Kelarutan : larut dalam air (20 mg/ml)
 Struktur senyawa :



2.1.2. Asam Asetat (produk samping)

Rumus Molekul : $C_2H_4O_2$
 Kemurnian : min 97 %
 Impuritas : Air max 3 %
 Kenampakan : Cair
 Warna : Tidak Bewarna
 Berat Molekul (g/mol) : 60,05
 Titik Didih, °C (1 atm) : 118
 Titik Lebur, °C : 16,6
 Tekanan Kritis, atm : 39,47
 Suhu kritis °C : 333
 Bau : bau menyengat
 Densitas. 20 °C g/cm^3 : 1,0446
 Viscositas, kg/m.det : 0.00113
 Kelarutan : larut dalam air, etanol dan eter
 Struktur senyawa :

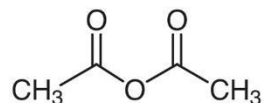


2.2. Spesifikasi Bahan Baku

Bahan baku pembuatan Aspirin adalah Asam salisilat dan Asetat Anhidrida. Asam asetat digunakan sebagai pendamping reaksi. Asetat Anhidrida sendiri diambil dari Lonza Ltd. SINGAPURA, mempunyai komposisi 99,5% Asetat Anhidrida. Untuk Asam Salisilat diambil dari Shandong Dongping Tongda Imp. & Exp. Co., Ltd. CHINA dengan impuritas 99.5% dan Asam Asetat diambil dari.

2.2.1. Asetat Anhidrida

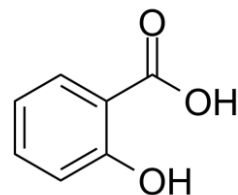
Rumus Molekul	: C ₄ H ₆ O ₃
Kemurnian	: 99,5%
Impuritas	: 0,5% Asam Asetat
Kenampakan	: Cair
Warna	: Tidak Berwarna
Berat Molekul (g/mol)	: 102,09
Titik Didih, °C (1 atm)	: 140
Titik Lebur, °C	: -73
Tekanan Kritis, atm	: 39,47
Suhu kritis °C	: 333
Bau	: bau asam menyengat
Densitas. 20 °C g/cm ³	: 1,085
Viscositas, kg/m.det	: 0.00081
Kelarutan	: sedikit larut dalam air (120 mg/ml)
Struktur senyawa	



Bahan di Impor dari Lonza Ltd. SINGAPURA

2.2.2. Asam Salisilat

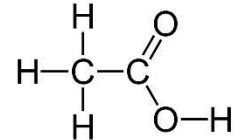
Rumus Molekul	: $C_7H_6O_3$
Kemurnian	: 99,5%
Impuritas	: 0,5% Air
Kenampakan	: Padat kristal halus
Warna	: Putih
Berat Molekul (g/mol)	: 138,12
Titik Didih, °C (1 atm)	: 211
Titik Lebur, °C	: 159
Tekanan Kritis, atm	: 51,12
Suhu kritis °C	: 456
Bau	: Tidak berbau
Densitas, 20 °C g/cm ³	: 1,443
Viscositas, kg/m.det	: 0.0053
Kelarutan	: larut dalam aseton, sedikit larut dalam air (17,41 g/L)
Struktur senyawa	:



Bahan di Impor dari Shandong Dongping Tongda Imp. & Exp. Co.,
Ltd. CHINA

2.2.3. Asam Asetat

Rumus Molekul	: C ₂ H ₄ O ₂
Kemurnian	: 99,5%
Impuritas	: 0,5% Air
Kenampakan	: Padat kristal halus
Warna	: Putih
Berat Molekul (g/mol)	: 60,05
Titik Didih, °C (1 atm)	: 118
Titik Lebur, °C	: -17
Tekanan Kritis, atm	: 33,7
Suhu kritis °C	: 311
Bau	: Tidak berbau
Densitas, 20 °C g/cm ³	: 1,049
Viscositas, kg/m.det	: 0,122
Kelarutan	: larut dalam air, etanol dan eter
Struktur senyawa	:



Bahan di Impor dari Shandong Dongping Tongda Imp. & Exp. Co.,
Ltd. CHINA

2.3. Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas dilakukan untuk menjaga kualitas produk yang akan dihasilkan, hal ini harus dilakukan mulai dari pemilihan bahan baku sampai menjadi produk. Pengendalian kualitas (*Quality Control*) pada pabrik aspirin ini meliputi:

2.3.1. Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan untuk menentukan kualitas produk yang akan dihasilkan. Karena itu, pengendalian bahan baku dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana kualitas bahan baku yang digunakan, sudah memenuhi dengan spesifikasi yang ditentukan untuk proses. Maka dari itu, sebelum dilakukan tahap proses produksi perlu dilakukan pengendalian kualitas bahan baku yang akan digunakan dalam pembuatan produk sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan dalam pabrik.

Semua pengawasan yang terkait dengan mutu bahan baku dapat dilakukan melalui analisa di Laboratorium maupun menggunakan alat kontrol. Setelah dilakukan analisa pada bahan baku maka dapat diketahui hasil dari kualitas bahan baku, apabila bahan baku yang masuk tidak memenuhi standar yang sudah ditentukan maka bahan baku tersebut akan dikembalikan kepada supplier. Parameter kualitas bahan baku mengacu pada FARMAKOPE INDONESIA EDISI IV bahwa sulfat tidak lebih dari 0,02%, logam berat tidak lebih dari 20 bpj serta hal lain yang mengacu pada FARMAKOPE INDONESIA EDISI IV.

2.3.2. Pengendalian Kualitas Produksi

Pengawasan dan pengendalian dalam operasi pabrik dilakukan dengan menggunakan sistem pengendali yang berpusat di ruang kontrol, dilakukan dengan cara control otomatis dengan menggunakan indikator. Apabila dalam prosesnya terjadi penyimpangan indikator yang telah ditetapkan, baik itu flow rate bahan baku, produk, level kontrol, maupun temperatur kontrol, dapat diketahui dari sinyal atau tanda yang diberikan seperti nyala lampu dan bunyi alarm. Beberapa alat kontrol yang dijalankan yaitu, kontrol terhadap kondisi operasi baik tekanan maupun suhu. Alat control yang harus diatur pada kondisi tertentu antara lain:

1. *Level Control*

System alat yang dipasang pada bagian atas tangki yang berfungsi sebagai pengendalian volume cairan tangki/*vessel*. Jika belum sesuai dengan kondisi yang ditetapkan, maka akan menimbulkan tanda berupa suara dan nyala lampu.

2. *Flow control*

System alat yang dipasang pada aliran bahan baku, aliran masuk dan aliran keluar proses. Proses dilakukan terhadap kerja pada suatu harga tertentu supaya dihasilkan produk yang memenuhi standar, pengendalian mutu dilakukan untuk mengetahui apakah bahan baku dan produk telah sesuai dengan spesifikasi. Setelah perencanaan produksi disusun dan proses produksi dijalankan perlu adanya pengawasan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik.

3. *Temperature control*

System alat, mini mempunyai set poin / batasan nilai suhu yang dapat diatur. Jika belum sesuai dengan kondisi yang ditetapkan, maka akan menimbulkan tanda/isyarat berupa suara dan nyala lampu.

2.3.3. Pengendalian Kualitas Produk

Setelah perencanaan produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik. Kegiatan proses produksi diharapkan dapat menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standar dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal. Untuk itu perlu dilakukan 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 16 penyebabnya dan diadakan evaluasi. Selanjutnya diadakan perencanaan kembali sesuai dengan kondisi yang ada.

3) Pengendalian Waktu

Untuk mencapai kuantitas 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 produk. Selain pengawasan mutu bahan baku, bahan pembantu, produk setengah jadi maupun produk jadi, penting juga dilakukan pengawasan mutu air yang digunakan untuk menunjang mutu proses. Semua pengawasan mutu dapat dilakukan analisa di laboratorium maupun menggunakan alat kontrol. Pengendalian dan pengawasan jalannya operasi dilakukan dengan alat pengendalian yang berpusat di *control room*, dilakukan dengan cara *automatic control* yang menggunakan indikator apabila terjadi penyimpangan pada indikator dari yang telah ditetapkan atau diset, yaitu nyala lampu, bunyi alarm dsb. Bila terjadi penyimpangan maka penyimpangan tersebut harus dikembalikan pada kondisi atau set semula baik secara manual atau otomatis.

BAB III

PERANCANGAN

PROSES

3.1. Uraian Proses

Untuk mencapai kualitas produk yang diinginkan maka pada perancangan pabrik Asam Asetilsalisilat perlu memilih proses yang tepat agar proses produksi lebih efektif dan efisien.

3.1.1. Tinjauan Proses

Dalam pembuatan asam asetilsalisilat ini digunakan proses esterifikasi dengan bahan baku Asetat anhidrida dan Asam salisilat yang direaksikan dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) pada kondisi operasi yang optimal dengan suhu 85° C, tekanan 1 atm, dengan waktu reaksi 1,5 jam, (US3061632A)

Perbandingan mol asam salisilat : asetat anhidrida : asam asetat yaitu 1 : 1,4 : 1 dengan hasil reaksi asam asetilsalisilat sebagai produk utama dan asam asetat sebagai produk samping. Kemurnian asam asetilsalisilat sebagai produk sebesar 99%, reaksi berlangsung pada reaktor alir tangki berpengaduk dengan waktu tinggal selama 1,5 jam dan yield 90% (McKetta , 1981).

Reaksi ini menghasilkan Asam asetat sebagai produk samping yang dapat dipisahkan dari mother liquor dengan proses evaporator. Kandungan distilat pada proses ini berupa 3,5% Asetat anhidrida dan 96,5% Asam asetat. (Stoesser, 1961).

Peralatan pada proses pembuatan Asam asetilsalisilat antara lain: Reaktor, filter press, kristalizer, centrifuge, rotary drier dan evaporator.

3.1.2. Proses Pembuatan

Secara garis besar proses pembuatan asam asetilsalisilat terdiri dari 5 tahap yaitu:

a. Penyiapan Bahan Baku

Bahan baku pembuatan Asam asetilsalisilat ($C_9H_8O_4$) adalah Asam salisilat ($C_7H_6O_3$) dan Asetat anhidrida ($C_4H_6O_2$). Dalam hal ini kadar $C_7H_6O_3$ 100% dan $C_4H_6O_2$ 98%. Bahan baku asam salisilat ($C_7H_6O_3$) diangkut dari Silo (S-01) secara vertical diangkut dengan Belt Conveyor (BC-01), kemudian dinaikan dengan Bucket Elevator (BE-01) ke Mixer (M-01). Bahan baku asetat anhidrida ($C_4H_6O_2$) yang disimpan dalam tangki (T-02) dialirkan dengan pompa Sentrifugal (P-03) dan, bahan baku asam asetat ($C_2H_4O_2$) yang disimpan dalam tangki (T-01) dialirkan dengan pompa Sentrifugal (P-02) menuju Mixer (M-01).

b. Tahap Esterifikasi

Senyawa campuran yang telah di larutkan di Mixer (M-01) dialirkan dengan pompa Sentrifugal (P-04) dan dipanaskan dengan Heater (HE-01) hingga $85^\circ C$ sebelum menuju Reaktor (R-01). Jenis reaktor yang digunakan pada tahap esterifikasi adalah reaktor alir tangki berpengaduk (RATB). Reaktor yang digunakan berjumlah 2 yang di pasang secara seri. Reaksi berjalan secara endotermis oleh karena itu perlu ditambah jaket pemanas untuk menjaga suhu di reaktor. Reaksi berlangsung dalam fase cair. Temperatur reaksi dijaga pada suhu $85^\circ C$, tekanan 1 atm. Dengan waktu reaksi pembuatan asam asetilsalisilat adalah 1,5 jam. Produk dari reaktor (R-01) bersuhu $85^\circ C$ dan bertekanan 1 atm kemudian dipompa dengan pompa (P-05) ke filter press.

c. Tahap filtrasi

Produk dari reaktor (R-01) bersuhu $85^\circ C$ dan bertekanan 1 atm kemudian dipompa menggunakan pompa (P-05) dan didinginkan oleh Cooler (CL-01) ke filter press (FP-01) untuk memisahkan asam salisilat dari komponen lain. Pemisahan dalam filter press (FP-01) berlangsung dengan suhu $45^\circ C$ dan tekanan 1 atm. Hasil filtrasi ini akan menghasilkan cake dan filtrat, cake

yang dihasilkan dibawa ke UPL menggunakan belt conveyer (BC-02) sedangkan filtrat dipompa menuju crytallizer (CR-01).

d. Tahap Pengkristalan

Larutan dikristalkan dalam crystallizer (CR-01) karena pada suhu lingkungan diharapkan asam asetisalisilat dalam larutan (solvent) dapat jenuh dan mengkristal. Slurry dari kristalizer kemudian masuk ke dalam centrifuge (CF-01) untuk dipisahkan dengan cairannya yang masih terkandung dalam padatan.

Jenis criztalizer yang digunakan adalah tipe Swenson-Walker Crystalizer. Di dalam salurannya dilengkapi dengan pengaduk yang horizontal sepanjang saluran. Pengaduk tersebut berupa suatu as yang dilengkapi dengan pengaduk bentuk helic, yang mana disamping fungsinya sebagai pengaduk (untuk membuat homogen) juga untuk mengalirkan bahan sesuai dengan arus aliran helicnya. Larutan masuk pada ujung yang satu dengan temperatur yang tinggi dan keluar pada ujung yang lain dengan temperatur yang relatif rendah. Airpendingin dapat dialirkan dan dalam jaket secara cocurrent ataupun conter current.

Produk keluar dari cristalizer berupa campuran kristal dan mother liquor dan dialirkan menuju centrifuge secara gravitasi. Penggunaan centrifuge tergantung dari rate produksi dan jumlah reaktor yang digunakan. Secara gravitasi pula slurry masuk kedalam centrifuge yang sedang berputar. Slurry masuk melalui pipa stasioner yang merupakan corong pengumpan. Dalam centrifuge kristal dipisahkan dari mother liquornya. Dengan adanya putaran basket yang cepat slurry akan terlempar ke dinding basket karena gaya sentrifugal.

Cairan akan mengalir keluar dinding basket yang dilapisi filter untuk menahan kristal. Dalam centrifuge terdapat screen 65 US mesh untuk memisahkan kristal dari larutannya.

Lapisan cake asam asetilsalisilat kristal ini didorong keluar dengan cake pusher yang bergerak maju mundur secara periodik. Setiap gerakan pusher itu menggeser kristal ke arah bibir basket, kemudian akan jatuh ke dalam casing dan masuk ke dalam corong pengumpul. Kristal basah yang telah terpisah diangkut dengan belt conveyor ke Rotary Dryer (RD-01).

Filtrat yang berupa mother liquor selama basket berputar dikeluarkan melalui saluran tersendiri dan mother liquor tersebut dipanaskan dengan Heater (HE-03) hingga 131°C untuk menjadi cair jenuh dan diumpukan ke evaporator (EV-01). Evaporator beroperasi pada suhu 131°C dan tekanan 1 atm. Produk atas evaporator berupa asam asetat 96,5% dan 3,5% asetat anhidrida yang kemudian di alirkan dan didinginkan dengan Condensor (CD-01) untuk disimpan di tangki (T-04). Produk bawah evaporator hingga 45°C yang kemudian dikeluarkan dan masuk ke upl.

e. Tahap Pengeringan

Kristal asam asetilsalisilat yang telah terpisah dari filtratnya, dengan menggunakan belt conveyor (BC-02), kemudian dikeringkan dengan rotary dryer (RD-01). Pengeringan dilakukan oleh udara yang telah dipanaskan dengan heater (HE-04) dengan menggunakan steam sebagai media pemanas. Pengeringan pada rotary dryer dimaksudkan untuk mendapatkan kristal asam asetilsalisilat dengan kemurnian 99,5% berat.

Kristal asam asetilsalisilat yang telah dikeringkan, kemudian dengan menggunakan bucket conveyor (BC-03) dibawa ke penampung produk sementara (S-02). Penampungan produk berupa silinder tegak terbuka dengan tutup bawah berupa conis. Selanjutnya produk akhir siap untuk di packing yang selanjutnya dibuat tablet pada industri farmasi.

f. Tahap Pengepakan

Keluar dari rotary dryer, kristal dilewatkan belt conveyor (BC-03) menuju bucket elevator (BE-02), dan akhirnya ditampung dalam sebuah

Silo(S-02). Dari Silo ini selanjutnya kristal akan masuk ke unit pengepakan dan ditampung di gudang sebelum dipasarkan.

3.2. Spesifikasi Alat Proses

Spesifikasi Alat Proses pada pabrik Asam Asetilsalisilat dari bahan baku Asetat anhidrida dan Asam salisilat kapasitas 20.000 ton/tahun meliputi :

3.2.1. Tangki

1. Tangki (T-01)

Tugas : Menyimpan Larutan Asetat Anhidrida 99% untuk 7 hari sebagai bahan baku.

Jenis : Tangki Silinder Tegak *Flat Bottomed and Dome Roof*

Kondisi Operasi :

Suhu = 30 °C

Tekanan = 1 atm

Spesifikasi :

Kapasitas = 424.774,1218 Kg

Bahan = *Stainless Steel 304*

Diameter = 7,6200 m

Course plate = 7 buah

Tinggi = 12,8016 m

Tebal Shell = 0,1875 Inch

Tebal Head = 0,1875 Inch

Jumlah : 1

Harga : Rp1.863.517.439

2. Tangki (T-02)

Tugas : Menyimpan Larutan Asetat Anhidrida 99% untuk 7 hari sebagai bahan baku.

Jenis : Tangki Silinder Tegak *Flat Bottomed and Dome Roof*

Kondisi Operasi :

Suhu = 30 °C

Tekanan = 1 atm

Spesifikasi :

Kapasitas = 177.940,0192 Kg

Bahan = *Stainless Steel 304*

Diameter = 6,0960 m

Course plate = 5 buah

Tinggi = 9,1440 m

Tebal Shell = 0,1875 Inch

Tebal Head = 0,1875 Inch

Jumlah : 1

Harga : Rp1.073.373.171

3. Tangki (T-03)

Tugas : Menyimpan Larutan asam asetat 97% sebagai produk samping

Jenis : Tangki Silinder Tegak *Flat Bottomed and Dome Roof*

Kondisi Operasi :

Suhu = 30 °C

Tekanan = 1 atm

Spesifikasi :

Kapasitas = 177.940 Kg

Bahan = *Stainless Steel 304*

Diameter = 6,0960 m

Course plate = 5 buah

Tinggi = 9,1440 m

Tebal Shell = 0,1875 Inch

Tebal Head = 0,1875 Inch

Jumlah : 1

Harga : Rp1.073.373.171,25

3.2.2. Silo

1. Silo (SI-01)

Tugas : Menyimpan Bahan Baku Padatan Asam Salisilat 99% selama 3 Hari

Jenis : Silinder Tegak Conical Bottom *and Flat Head*

Kondisi Operasi :

Suhu = 30 °C

Tekanan = 1 atm

Spesifikasi :

Kapasitas = 175.926 Kg

Bahan = *Stainless Steel 304*

Diameter = 4,8302 m

Tinggi = 12,0470 m

Tebal Shell = 0,3125 Inch

Tebal Head = 0,3125 Inch

Jumlah : 1

Harga : Rp3.395.528.322

2. Silo (SI-02)

Tugas : Menyimpan Produk Utama padatan Aspirin Untuk 3 Hari
Sebelum di Pasarkan

Jenis : Silinder Tegak Conical Bottom *and Flat Head*

Kondisi Operasi :

Suhu = 30 °C

Tekanan = 1 atm

Spesifikasi :

Kapasitas = 181.818 Kg

Bahan = *Stainless Steel 304*

Diameter = 4,8084 m

Tinggi = 11,9927 m

Tebal Shell = 0,3125 Inch

Tebal Head = 0,3125 Inch

Jumlah : 1

Harga : Rp14.801.928.679

2.1.1. Mixer (M-01)

Tugas : Melarutkan Larutan Menjadi *Mother Liquor*

Jenis : Tangki Silinder Tegak dengan tutup Torispherical Head dilengkapi dengan pengaduk *Flat Blade Turbine*

Kondisi Operasi :

Suhu = 30 °C

Tekanan = 1 atm

Spesifikasi :

Kapasitas = 6.071,2882 Kg

Bahan = *Stainless Steel 304*

Diameter = 3,480 m

Tinggi = 4,8768 m

Tebal Shell = 0,3750 Inch

Tebal Head = 0,3750 Inch

Jumlah : 1

Harga : Rp817.501.606

2.1.2. Reaktor (R-01)

Tugas : Meraksikan Asam Salisilat dan Asetat Anhidrida dengan Asam Asetat Sebagai Pendamping Reaksi

Jenis : RATB dengan Jacket Pendingin

Kondisi Operasi :

Suhu = 85 °C

Tekanan = 1 atm

Spesifikasi :

Kapasitas	= 6.071,2882 Kg
Bahan	= <i>Stainless Steel 304</i>
Diameter	= 4,8084 m
Tinggi	= 11,9927 m
Tebal Shell	= 0,1875 Inch
Tebal Head	= 0,1875 Inch
Tinggi Head	= 0,2918 m
Jenis Pengaduk	= Turbin 6 blade disk standar
Kecepatan Pengaduk	= 320 rpm
Diameter Impeller	= 0,4071 m
Lebar Impeller	= 0,0629 m
Power motor	= 7.5 Hp
Tebal Jacket	= 0.3125 Inch

Jumlah : 2

Harga : Rp1.947.198.706

2.1.3. Filter Press (FP-01)

Tugas : Memisahkan Cake dari Larutan Campuran keluaran Reaktor yang kemudian dikristalisasi

Jenis : *Plate and Frame*

Kondisi Operasi :

Suhu = 45 °C

Tekanan = 1 atm

Spesifikasi :

Permeable Cake	= 5E-07 lbm.ft ² /lbf.s ²
Bahan	= <i>Carbon Steel SA-302 Grade B</i>
Area Filtrasi	= 25.058,559 ft ²
Ukuran ayakan	= 1,059 mm
Jenis filter	= poly(vinylidene fluoride)
Jumlah Plate	= 3 buah
Jumlah Plate and Frame	= 5 buah
Pressure Drop	= 14,697 Psi

Jumlah : 1

Harga : Rp2.862.864.875

2.1.4. Centrifuge (CF-01)

Tugas : Memisahkan Padatan pada Mother Liquor dari Crystallizer sebelum diumpankan ke Evaporator

Jenis : *Disk Bowl Centrifuge Bowl*

Kondisi Operasi :

Suhu	=20 °C
Tekanan	= 1 atm
Laju Alir	= 5716,456 Kg/Jam

Spesifikasi :

Kapasitas	= 5.716,4555 Kg
Bahan	= <i>Stainless Steel 304</i>

Diameter = 7 inch
Kecepatan putar = 4000 rpm
Power = 0.3333 Hp
Throughput = 0,1-10 Gpm

Jumlah : 1

Harga : Rp317.023.260

1.1.1. Crystallizer (CR-01)

Tugas : mengkristalkan aspirin hasil pemisahan filter press

Jenis : Swenson-Walker

Kondisi Operasi :

Suhu = 20 °C

Tekanan = 1 atm

Spesifikasi :

Kapasitas = 5,5037 m³/jam

Pendingin = Downterm A

Bahan = *Stainless Steel 304*

Diameter = 0,84 m

Tinggi = 6,096 m

Luas Cooling Area = 0,905 m²

Power motor = 0,5 Hp

Jumlah : 1

Harga : Rp585.768.867

1.1.2. Rotary Dryer (RD-01)

Tugas : Mengeringkan Aspirin dengan udara yang di panaskan uap

Jenis : *Counter Current Direct Head*

Kondisi Operasi :

Suhu = 75°C

Tekanan = 1 atm

Spesifikasi :

Kapasitas = 2.819 Kg/jam

Bahan = *Stainless Steel 304*

Diameter = 0,8036 m

Fluks Massa Udara = 2806.2 Kg/jam

Panjang = 6,3616 m

Volume = 0,1875 Inch

Jumlah Flight = 3 buah

Tinggi Flight = 0,6362 m

Kecepatan Putar = 10,7 Rpm

Waktu Tinggal = 0,0818 jam

Power Motor = 1 Hp

Tebal Shell = 0,1875 Inch

Jumlah : 1

Harga : Rp2.616.648.840

1.1.3. Evaporator (EV-01)

Tugas : Memisahkan Asam Asetat dari Mother Liquor

Jenis : *Long Tube Vertical Evaporator*

Kondisi Operasi :

Suhu = 118°C keluar atas
= 131°C keluar bawah

Tekanan = 1,2 atm

Bahan : *Stainless Steel 304*

Spesifikasi :

UD : 1300 W/m².k

Jenis Tube : *Square Pitch ¾ Inch*

Tube Side : Heavy Organics

- Jumlah *Passes* (*n*) : 1

- Jumlah Tube (*Nt*) : 81 buah

- Area Per Tube (*A't*) : 0,302 Inch²

Shell Side : Steam

- IDs : 8 Inch

- Baffle Space : 8 Inch

- Jumlah Baffle : 18 Buah

Fouling Factor : 0,003542

Pressure Drop : 0,2014 Psi

Dimensi Separator Fasa

Diameter = 2,2531 m

Tinggi = 3,3797

Tebal Shell = 0,3125 Inch

Tebal Head = 1,875 Inch

Tinggi Total Evaporator = 3,8805 m

Jumlah = 1

Harga = Rp197.940.600

1.1.4. Belt Conveyor

a) Belt Conveyor (BC-01)

Tugas : Memindahkan Padatan Asam Salisilat keluaran Silo menuju mixer

Jenis : *Troughed Antrifriction Idlers*

Spesifikasi :

Kapasitas = 4,264 Ton/Jam

Panjang = 3,048 m

Lebar Belt = 14 Inch

Kecepatan = 8,2456 Ft/menit

Daya motor = 0,0833 Hp

b) Belt Conveyor (BC-02)

Tugas : Memindahkan Cake keluaran Filter Press menuju UPL

Jenis : *Troughed Antrifriction Idlers*

Spesifikasi :

Kapasitas = 0,6082 Ton/Jam

Panjang = 3,048 m

Lebar Belt = 14 Inch

Kecepatan = 1,2235 Ft/menit

Daya motor = 0,05 Hp

c) Belt Conveyor (BC-03)

Tugas : Memindahkan Produk Centrifuge menuju Rotarydryer

Jenis : *Troughed Antrifriction Idlers*

Spesifikasi :

Kapasitas = 4,5384 Ton/Jam

Panjang = 3,048 m

Lebar = 14 Inch

Kecepatan = 9,2317 Ft/menit

Daya motor = 0,0833 HP

d) Belt Conveyor (BC-04)

Tugas : Memindahkan Produk Rortarydryer menuju Silo

Jenis : *Troughed Antrifriction Idlers*

Spesifikasi :

Kapasitas = 4,2575 Kg

Panjang = 3,048 m

Lebar = 14 Inch

Kecepatan = 8,7078 Ft/menit

Daya motor = 0,0833 HP

1.1.5. Bucket Elevator

a) Bucket Elevator (BE-01)

Tugas : Memindahkan Asam Salisilat dari Belt Conveyor ke Mixer

Jenis : *Spaced-Bucket Centrifugal-Discharge Elevators*

Spesifikasi :

Kapasitas = 2,7366 Ton/Jam

Tinggi Elevator = 8 m

Ukuran Bucket = 6 x 4 x 4¼ m

Rpm Shaft = 43 Ft/min

Kecepatan = 246,298 Ft/menit

Daya motor = 0,125 Hp

b) Bucket Elevator (BE-02)

Tugas : Memindahkan Aspirin dari Belt Conveyor keluaran RD menuju Silo

Jenis : *Spaced-Bucket Centrifugal-Discharge Elevators*

Spesifikasi :

Kapasitas = 2,8282 Ton/Jam

Tinggi Elevator = 15 m

Ukuran Bucket = 6 x 4 x 4¼ m

Rpm Shaft = 43 Rpm

Kecepatan = 254,545 Ft/menit

Daya motor = 0,250 Hp

1.1.6. Heat Exchanger

a) Heat Exchanger (HE-01)

Tugas : Memanaskan Mother Liquor Keluaran mixer menuju reaktor

Jenis : *Tube and Shell Heat Exchanger*

Spesifikasi :

Kapasitas = 6.071 Kg/Jam

Bahan = *Stainless Steel 304*

Kondisi Operasi

Fluida Dingin : Mother Liquor

- $T_{in} = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$
- $T_{Out} = 85\text{ }^{\circ}\text{C}$

Fluida Panas : Saturated Steam

- $T_{in} = 200\text{ }^{\circ}\text{C}$
- $T_{Out} = 180\text{ }^{\circ}\text{C}$

Tube

- ID : 0,652 Inch
- OD : 0,75 Inch
- Pressure Drop : 0,0179 Psi

Shell

- ID : 39 Inch
- Pressure Drop : 0,1003 Psi

Luas Transfer Panas = 4700,1806 Ft²

Fouling Factor = 0,2682

Rd Min Senyawa Organik = 0,001

Jumlah = 1

b) Heat Exchanger (HE-02)

Tugas : Memanaskan Fluida Keluaran Centrifuge menuju Evaporator

Jenis : *Double Pipe Heat Exchanger*

Spesifikasi :

Kapasitas = 3049,46 Kg/Jam

Bahan = *Stainless Steel 304*

UD = 60 Btu/(Lb.Ft².F)

Kondisi Operasi

Fluida Dingin : Mother Liquor

- T in = 20 °C
- T Out = 45 °C

Fluida Panas : Saturated Steam

- T in = 200 °C
- T Out = 165 °C

Annulus : Fluida Dingin

- Luas : 1, 190 Inch
- Pressure Drop : 3,1489 Psi

Pipe : Fluida Panas

- Luas : 1,5 Inch
- Pressure Drop : 3,0898 Psi

Jumlah Hairpin : 32 Buah

Luas Transfer Panas	= 176,6007 Ft ²
Rd	= 0,019
Rd Min Senyawa Organik	= 0,001
Jumlah	= 1

c) Heat Exchanger (HE-03)

Tugas : Memanaskan Udara keluaran Blower yang akan digunakan pada Rotary dryer

Jenis : *Tube and Shell Heat Exchanger*

Spesifikasi :

Kapasitas = 2.806 Kg/Jam

Bahan = *Carbon Steel*

UD = 5 Btu/(Lb.Ft².F)

Kondisi Operasi

Fluida Dingin : Udara

- T in = 30 °C
- T Out = 177 °C

Fluida Panas : Saturated Steam

- $T_{in} = 200\text{ }^{\circ}\text{C}$
- $T_{Out} = 200\text{ }^{\circ}\text{C}$

Tube

- Jumlah : 62
- ID : 0,584 Inch
- OD : 0,75 Inch
- Pressure Drop : 0,0231 Psi

Shell

- ID : 10 Inch
- Pressure Drop : 0,0041 Psi

Luas Transfer Panas = 202,1449 Ft²

Fouling Factor = 0,07322

Rd Min Senyawa Organik = 0,001

Jumlah = 1

1.1.7. Cooler

a) Cooler (CL-01)

Tugas : Mendinginkan Larutan Keluaran Reaktor Untuk Proses pada Filter press

Jenis : *Double Pipe Heat Exchanger*

Spesifikasi :

Kapasitas = 6071,013 Kg/Jam

Bahan = *Stainless Steel 304*

UD = 10 Btu/(Lb.Ft².F)

Kondisi Operasi

Fluida Dingin : Chill Water

- T in = 30 °C
- T Out = 50 °C

Fluida Panas : Mother Liqour

- T in = 85 °C
- T Out = 45 °C

Annulus : Chill Water

- Luas : 1, 190 Inch
- Pressure Drop : 0,001 Psi

Pipe : Mother Liqour

- Luas : 1,5 Inch
- Pressure Drop : 4,01 Psi

Jumlah Hairpin : 2 Buah

Luas Transfer Panas = 1,6887 Ft²

Rd = 0,7813

Rd Min Senyawa Organik = 0,001

Jumlah = 1

1.1.8. Blower (BL-01)

Tugas : Mengalirkan Udara menuju Heater (HE-02)

Bahan : *Carbon Steel SA-283 Grade C*

Jumlah Udara Masuk : 2806,075311 Kg/jam

Laju Alir Volumetrik Udara : 76,3147 m³/menit

Power Motor : 1 Hp

1.1.9. Pompa (P)

a) Pompa (P-01)

Tugas : Mengalirkan H₂O dari Utilitas kepada Mixer Untuk
Kebutuhan Proses

Jenis : *Centrifugal pump, Radial flow impellers*

Spesifikasi :

Bahan = *Carbon Steel*

NPS = ½ Inch

Sch. No = 40

Head Pompa = 9,8851 Ft.lbf/lbm

Daya motor Pompa = 0,05 HP

Jumlah : 2 Buah

b) Pompa (P-02)

Tugas : Mengalirkan Asetat Anhidrida dari Tangki untuk kebutuhan
Proses

Jenis : *Centrifugal pump, Radial flow impellers*

Spesifikasi :

Bahan	= <i>Stainless Steel 304</i>
NPS	= 1,5 Inch
Sch. No	= 40 m
Head Pompa	= 12,1597 Ft.lbf/lbm
Daya motor Pompa	= 0,75 HP

Jumlah : 2 Buah

c) Pompa (P-03)

Tugas : Mengalirkan Asam Asetat dari Tangki untuk kebutuhan Proses

Jenis : *Centrifugal pump, Radial flow impellers*

Spesifikasi :

Bahan	= <i>Stainless Steel 304</i>
NPS	= 1 Inch
Sch. No	= 40
Head Pompa	= 11,6369 Ft.lbf/lbm
Daya motor Pompa	= 0,25 Hp

Jumlah : 2 Buah

d) Pompa (P-04)

Tugas : Mengalirkan *Mother Liquor* dari Mixer menuju Reaktor

Jenis : *Centrifugal pump, Mixed flow impellers*

Spesifikasi :

Bahan	= <i>Stainless Steel 304</i>
-------	------------------------------

NPS = 2,50 Inch
Sch. No = 40
Head Pompa = 11,1461 Ft.lbf/lbm
Daya motor Pompa = 0,5 HP

Jumlah : 2 Buah

e) Pompa (P-05/P-06)

Tugas : Mengalirkan *Mother Liquor* dari Reaktor menuju Filter Press

Jenis : *Centrifugal pump, Mixed flow impellers*

Spesifikasi :

Bahan = *Stainless Steel 304*
NPS = 2,50 Inch
Sch. No = 40 m
Head Pompa = 10,7162 Ft.lbf/lbm
Daya motor Pompa = 0,5 HP

Jumlah : 2 Buah

f) Pompa (P-07)

Tugas : Mengalirkan *Mother Liquor* dari Filter Press menuju Crystallizer

Jenis : *Centrifugal pump, Mixed flow impellers*

Spesifikasi :

Bahan = *Stainless Steel 304*

NPS = 2 Inch
Sch. No = 40
Head Pompa = 11,6740 Ft.lbf/lbm
Daya motor Pompa = 0,5 HP

Jumlah : 2 Buah

g) Pompa (P-08)

Tugas : Mengalirkan *Mother Liquor* dari Crystallizer menuju Centrifuge

Jenis : *Centrifugal pump, Mixed flow impellers*

Spesifikasi :

Bahan = *Stainless Steel 304*
NPS = 2 Inch
Sch. No = 40
Head Pompa = 11,6099 Ft.lbf/lbm
Daya motor Pompa = 0,5 HP

Jumlah : 2 Buah

h) Pompa (P-09)

Tugas : Mengalirkan *Mother Liquor* dari Centrifuge menuju Evaporator

Jenis : *Centrifugal pump, Mixed flow impellers*

Spesifikasi :

Bahan = *Stainless Steel 304*

NPS = 0,25 Inch

Sch. No = 40

Head Pompa = 10,3416 Ft.lbf/lbm

Daya motor Pompa = 0,05 HP

Jumlah : 2 Buah

1.2. Perencanaan Produksi

1.2.1. Analisa Kebutuhan Pabrik

Analisa Kebutuhan bahan baku berkaitan dengan ketersediaan bahan baku terhadap kebutuhan produksi yang dijalankan. Bahan baku berupa Asetat Anhidrida sebanyak 2.568,41 kg/jam, Asam Salisilat sebanyak 2.443,43 kg/jam dan Asam asetat yang digunakan sebagai pendamping reaksi sebanyak 1.059,16 kg/jam. Bahan baku diatas didapatkan dengan mengimpor dari pabrik-pabrik di luar negeri contohnya China dan Singapura.

3.2.2. Analisa Kebutuhan Peralatan Proses

Analisa kebutuhan alat proses meliputi kemampuan peralatan proses, umur atau jam kerja peralatan serta perawatan masing-masing alat mulai dari alat besar seperti, Rotarydryer sampai ke alat kecil seperti Blower. Anggaran yang digunakan untuk alat-alat yang dibutuhkan, baik dalam pembelian sampai ke perawatan didapatkan dari nalisa kebutuhan peralatan proses.

3.2.3. Neraca massa

1 Mixer (M-01)

Tabel 3. 1. neraca massa mixer (M-01)

KOMPONEN	ARUS (Kg/jam)				
	INPUT				OUTPUT
	1	2	3	4	5
C ₇ H ₆ O ₄		2431,2114			2431,2114
C ₄ H ₆ O ₂			2515,7753		2515,7753
C ₂ H ₄ O ₂			12,6420	1057,0484	1069,6905
H ₂ O	40	12,2171		2,1183	54,3354
C ₉ H ₈ O ₄ (s)					
C ₉ H ₈ O ₄ (l)					
udara panas					
TOTAL	40	2443,4285	2528,4174	1059,1667	6071,0127

2 Reaktor (R-01)

Tabel 3. 2. neraca massa reaktor (R-01)

KOMPONEN	ARUS (Kg/jam)	
	INPUT	OUTPUT
	5	6
C ₇ H ₆ O ₄	2431,2114	690,6342
C ₄ H ₆ O ₂	2515,7753	1229,2617
C ₂ H ₄ O ₂	1069,6905	1826,4632
H ₂ O	54,3355	54,3355
C ₉ H ₈ O ₄ (s)		
C ₉ H ₈ O ₄ (l)		2270,3181
udara panas		
TOTAL	6071,0127	6071,0127

3 Reaktor (R-02)

Tabel 3. 3.neraca massa reaktor (R-02)

KOMPONEN	ARUS (Kg/jam)	
	INPUT	OUTPUT
	6	7
C ₇ H ₆ O ₄	690,6342	243,1211
C ₄ H ₆ O ₂	1229,2617	898,4912
C ₂ H ₄ O ₂	1826,4632	2021,0341
H ₂ O	54,3355	54,3355
C ₉ H ₈ O ₄ (s)		
C ₉ H ₈ O ₄ (l)	2270,3181	2854,0308
udara panas		
TOTAL	6071,0127	6071,0127

4 Filter Press (FP-01)

Tabel 3. 4. neraca massa filtrr press (FP-01)

KOMPONEN	ARUS (Kg/jam)		
	INPUT	OUTPUT	
	7	8	9
C ₇ H ₆ O ₄	243,1211	238,2587	4,8624
C ₄ H ₆ O ₂	898,4912	17,9698	880,5214
C ₂ H ₄ O ₂	2.021,0341	40,4207	1.980,6135
H ₂ O	54,3355	1,0867	53,2488
C ₉ H ₈ O ₄ (s)			
C ₉ H ₈ O ₄ (l)	2.854,0308	57,0806	2.796,9502
udara panas			
TOTAL	6.071,0127	354,8166	5.716,1962

5 Crisralizer (CR-01)

Tabel 3. 5. neraca massa crisralizer (CR-01)

KOMPONEN	ARUS (Kg/jam)	
	INPUT	OUTPUT
	9	10
C ₇ H ₆ O ₄	4,8624	4,8624
C ₄ H ₆ O ₂	880,5214	880,5214
C ₂ H ₄ O ₂	1.980,6135	1.980,6135
H ₂ O	53,2488	53,2488
C ₉ H ₈ O ₄ (s)		2.517,2552
C ₉ H ₈ O ₄ (l)	2.796,9502	279,6950
udara panas		
TOTAL	5.716,1962	5.436,5012

6 Centrifuge (CF-01)

Tabel 3. 6. neraca massa centrifuge (CF-01)

KOMPONEN	ARUS (Kg/jam)		
	INPUT	OUTPUT	
	10	11	12
C ₇ H ₆ O ₄	4,8624	4,6193	0,2431
C ₄ H ₆ O ₂	880,5214	836,4953	44,0261
C ₂ H ₄ O ₂	1.980,6135	1.881,5828	99,0307
H ₂ O	53,2488	50,5863	2,6624
C ₉ H ₈ O ₄ (s)	2.517,2552		2.517,2552
C ₉ H ₈ O ₄ (l)	279,6950	265,7103	13,9848
udara panas			
TOTAL	5.436,5012	2.773,2837	2.663,2175

7 Rotary Dryer (RD-01)

Tabel 3. 7. neraca massa rotary Dryer (RD-01)

KOMPONEN	ARUS (Kg/jam)			
	INPUT		OUTPUT	
	12	13	14	15
C ₇ H ₆ O ₄	0,2431		0,0122	0,2310
C ₄ H ₆ O ₂	44,0261		2,2013	41,8248
C ₂ H ₄ O ₂	99,0307		4,9515	94,0791
H ₂ O	2,6624		0,1331	2,5293
C ₉ H ₈ O ₄ (s)	2.517,2552		2.517,2552	
C ₉ H ₈ O ₄ (l)	13,9848		0,6992	13,2855
udara panas		142,5767		
TOTAL	2.677,2022	142,5767	2.525,2525	151,9497

8 Evaporator (EV-01)

Tabel 3. 8. neraca massa evaporator (EV-01)

KOMPONEN	ARUS (Kg/jam)		
	INPUT	OUTPUT	
	11	16	17
C ₇ H ₆ O ₄	4,6193		4,6193
C ₄ H ₆ O ₂	836,4953		836,4953
C ₂ H ₄ O ₂	1.881,5828	1.561,7137	319,8691
H ₂ O	50,5863	41,9867	8,5997
C ₉ H ₈ O ₄ (s)			
C ₉ H ₈ O ₄ (l)	265,7103		265,7103
udara panas			
TOTAL	3.038,9940	1.603,7004	1.435,2936

3.2.4. Neraca panas

1. Mixer (M-01)

Tabel 3. 9. neraca panas mixer (M-01)

Masuk (kJ/jam)		Keluar (kJ/jam)	
ΔH1	96.811,4345	ΔH2	131.360,0819
Steam	34.548,6474		
Total	131.360,0819		131.360,0819

2. Reaktor (R-01)

Tabel 3. 10. neraca panas reaktor (R-01)

Masuk kJ/jam		Keluar kJ/jam	
$\Delta H1$	1.314.220,2835	$\Delta H2$	1.398.305,0928
Steam	116.431,5915	Panas reaksi	32.346,7821
total	1.430.651,8750	total	1.430.651,8750

3. Reaktor (R-02)

Tabel 3. 11. neraca panas reaktor (R-02)

Masuk kJ/jam		Keluar kJ/jam	
$\Delta H1$	1.314.220,2835	$\Delta H2$	1.419.923,8125
Steam	146.366,8670	Panas reaksi	40.663,3380
total	1.460.587,1505	total	1.460.587,1505

4. Filter Press (FP-01)

Tabel 3. 12. neraca panas filtrr press (FP-01)

Masuk (kJ/jam)		Keluar (kJ/jam)	
$\Delta H1$	444.506,7822	$\Delta H2$	444.506,7822
Total	444.506,7822		444.506,7822

5. Cristalizer (CR-01)

Tabel 3. 13. neraca panas cristalizer (CR-01)

Masuk (kJ/jam)		Keluar (kJ/jam)	
$\Delta H1$	429.827,0982	$\Delta H2$	211.540,6444
Air Pendingin			218.286,4538
Total	429.827,0982		429.827,0982

6. Centrifuge (CF-01)

Tabel 3. 14. neraca panas centrifuge (CF-01)

Masuk (kJ/jam)		Keluar (kJ/jam)	
$\Delta H1$	429.827,0982	$\Delta H2$	429.827,098
Total	429.827,0982		429.827,098

7. Rotary Dryer (RD-01)

Tabel 3. 15. neraca panas rotary Dryer (RD-01)

Masuk (kJ/jam)		Keluar (kJ/jam)	
$\Delta H1$	224.206,4964	$\Delta H2$	622.123,7747
Steam	397.917,2783		
Total	622.123,7747		622.123,7747

8. Evaporator (EV-01)

Tabel 3. 16. neraca panas evaporator (EV-01)

Masuk (kJ/jam)		Keluar (kJ/jam)	
$\Delta H1$	206.210,7522	$\Delta H2$	1.204.487,2277
Steam	998.276,4755		
Total	1.204.487,2277		1.204.487,228

9. Heater (HE-01)

Tabel 3. 17. neraca panas heater (HE-01)

Masuk (kJ/jam)		Keluar (kJ/jam)	
$\Delta H1$	$4,01 \times 10^8$	$\Delta H2$	$4,71 \times 10^8$
Steam	$7,01 \times 10^7$		
Total	$4,71 \times 10^8$		$4,71 \times 10^8$

10. Heater (HE-02)

Tabel 3. 18. neraca panas heater (HE-02)

Masuk (kJ/jam)		Keluar (kJ/jam)	
$\Delta H1$	$8,42 \times 10^6$	$\Delta H2$	$1,04 \times 10^7$
Steam	$1,99 \times 10^6$		
Total	$1,04 \times 10^7$		$1,04 \times 10^7$

11. Heater (HE-03)

Tabel 3. 19. neraca panas heater (HE-03)

Masuk (kJ/jam)		Keluar (kJ/jam)	
$\Delta H1$	$8,77 \times 10^5$	$\Delta H2$	$1,30 \times 10^6$
Steam	$4,25 \times 10^5$		
Total	$1,30 \times 10^6$		$1,30 \times 10^6$

12. Cooler (CL-01)

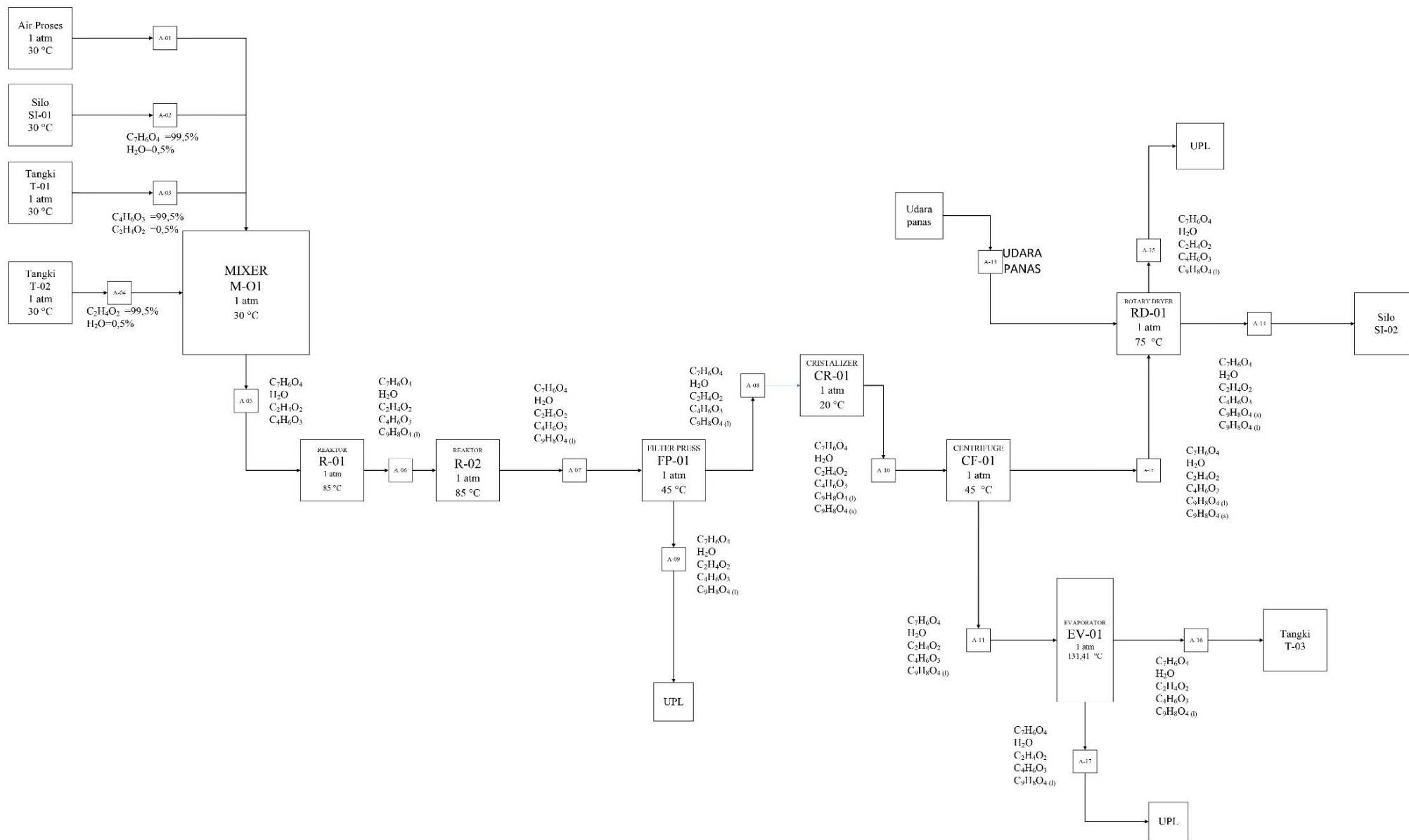
Tabel 3. 20. neraca panas cooler (CL-01)

Masuk (kJ/jam)		Keluar (kJ/jam)	
$\Delta H1$	25.907,2464	$\Delta H2$	22.946,3446
Air pendingin			2.960,9017
Total	25.907,2464		25.907,2464

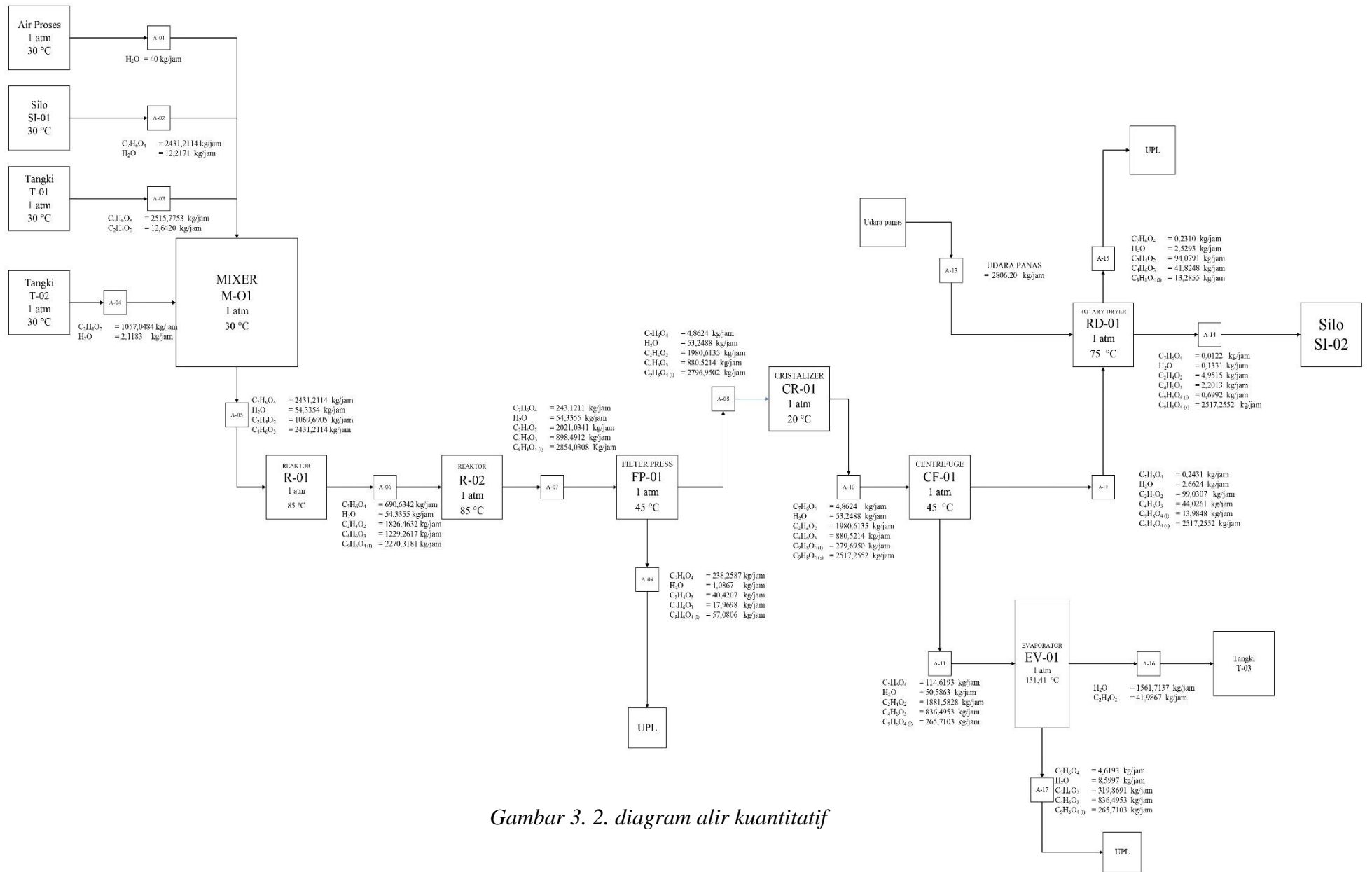
13. Condenser (CD-01)

Tabel 3. 21. neraca panas condenser (CD-01)

Masuk (kJ/jam)		Keluar (kJ/jam)	
$\Delta H1$	19,0011	$\Delta H2$	11,3096
Steam			7,6915
Total	19,0011		19,0011



Gambar 3. 1. Diagram Alir Kualitatif



Gambar 3. 2. diagram alir kuantitatif

BAB IV

PERANCANGAN

PABRIK

4.1. Lokasi Pabrik

Dalam perancangan suatu pabrik penentuan lokasi pendirian pabrik adalah suatu hal yang sangat penting. Dengan pemilihan lokasi pabrik yang cukup strategis maka akan memberikan dampak yang cukup baik terkhususnya pada nilai ekonomi pabrik itu sendiri. Pabrik asam asetilsalisilat akan didirikan di Jl. Raya Jungkat, Jungkat, Siantan, Mempawah Regency, West Kalimantan 78351

Adapun beberapa faktor yang dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik sebagai berikut:

4.1.1. Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor primer merupakan faktor yang secara langsung memberikan dampak pada tujuan utama pendirian suatu pabrik. Tujuan utama ini meliputi proses produksi dan distribusi, adapun faktor-faktor primer yang berpengaruh secara langsung dalam pemilihan lokasi pabrik adalah :

1. Ketersediaan Bahan Baku

Lokasi pendirian pabrik idealnya dekat dengan pusat perolehan bahan baku demi mengurangi biaya transportasi dari bahan baku itu sendiri. Sebagian besar bahan baku yang digunakan pabrik ini Bahan di Impor dari Shandong Dongping Tongda Imp. & Exp. Co., Ltd. CHINA

2. Pemasaran

Di Indonesia Aspirin banyak digunakan sebagai salah satu bahan penunjang industri farmasi lainnya. Dan digunakan sebagai obat analgesic dan banyak di pasaran.

3. Utilitas

Proses produksi suatu pabrik perlu didukung dengan adanya

komponen penunjang seperti air, listrik dan bahan bakar. Ketersediaan komponen penunjang yang melimpah akan mempermudah proses produksi pabrik itu sendiri.

4. Tenaga Kerja

Pada pabrik ini diperlukan tenaga kerja dengan tingkat Pendidikan kejuruan atau menengah dan Sebagian sarjana. Kebutuhan tenaga kerja tersebut dapat diperoleh dari daerah disekitar pabrik.

Batang dirancang oleh Pemda Tk.1 Pontianak sebagai Kawasan industri baru tahun 2020. Dalam upaya menarik minat investor ke Kawasan industri sehingga mewujudkan infrastruktur dasar dan penunjang konektivitas.

Kebutuhan tenaga kerja pula sangat mudah dipenuhi, karena pulau Jawa memiliki jumlah penduduk yang banyak.

5. Transportasi

Pemilihan lokasi pabrik yang sudah memiliki fasilitas transportasi yang baik menjadi faktor yang perlu dipertimbangkan. Tersedianya jalan raya yang memadai, dekat dengan pusat transportasi baik darat, laut (pelabuhan) dan udara menjadi pertimbangan penting dalam pemilihan lokasi suatu pabrik.

6. Letak Geografis

Demi tercapainya kelancaran pabrik dalam menjalankan produksinya maka pabrik perlu didirikan di daerah kawasan industri strategis. Kebijakan pemerintah dalam pembangunan kawasan industri strategis juga perlu dipertimbangkan guna mempermudah perizinan pendirian pabrik di lokasi tersebut.

4.1.2. Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor sekunder tidak secara langsung memberikan dampak pada proses industri itu sendiri. Namun memberikan dampak yang cukup signifikan

dalam keberlangsungan proses produksi suatu pabrik. Faktor sekunder yang dipertimbangkan dalam penentuan lokasi pabrik adalah sebagai berikut:

1. Perluasan Area unit.

Pemilihan lokasi pabrik yang berada di Kawasan industri strategis memungkinkan adanya perluasan area pabrik yang tidak mengganggu pemukiman penduduk sekitar.

2. Perizinan

Pendirian pabrik di lokasi Kawasan industri strategis memudahkan proses perizinan pendirian pabrik.

3. Sarana dan prasarana

Fasilitas-fasilitas sosial yang dinilai dapat meningkatkan kesejahteraan dan taraf hidup baiknya dipertimbangkan, seperti pendirian pusat Pendidikan dan pelatihan, tempat ibadah, pos keamanan, sarana hiburan dan tempat untuk beristirahat. Fasilitas-fasilitas tersebut tentunya perlu didukung dengan sistem transportasi yang baik dan efisien.



Gambar 4. 1. penentuan lokasi pabrik

4.2. Tata Letak Pabrik (*Plant Layout*)

Tata letak pabrik adalah suatu mekanisme yang melibatkan pengetahuan tentang kebutuhan dan pemanfaatan ruang untuk fasilitas dan proses produksi

yang disusun secara efisien demi tercapainya siklus produksi yang baik dan efisien pula.

Pengaturan tata letak pabrik menjadi bagian yang cukup penting dalam perencanaan pembangunan pabrik, hal-hal yang menjadi pertimbangan dalam perencanaan tata letak pabrik adalah:

1. Keamanan tata letak pabrik.

Faktor keamanan menjadi pertimbangan utama dalam proses perencanaan tata letak pabrik. Penempatan posisi alat dalam layout pabrik harus mengikuti standar-standar keamanan yang ditetapkan oleh perusahaan maupun asosiasi keamanan (ANSI, API, ASME, NFPA).

2. Efisiensi tata letak pabrik.

Efisiensi tata letak pabrik berpengaruh penting dalam berjalannya proses produksi suatu pabrik, dimana penetapan tata letak pabrik yang efisien dapat memberikan keuntungan dari segi ekonomi terkhususnya meminimalisir biaya transport dari satu unit ke unit lainnya.

3. Lalu lintas transportasi yang dinilai baik dan efisien.

Lalu lintas transportasi yang baik memungkinkan proses produksi berjalan dengan efisien dan meningkatkan faktor keamanan transportasi di dalam pabrik itu sendiri. Selain itu batas kecepatan yang diizinkan di dalam pabrik menjadi faktor yang perlu dipertimbangkan pula.

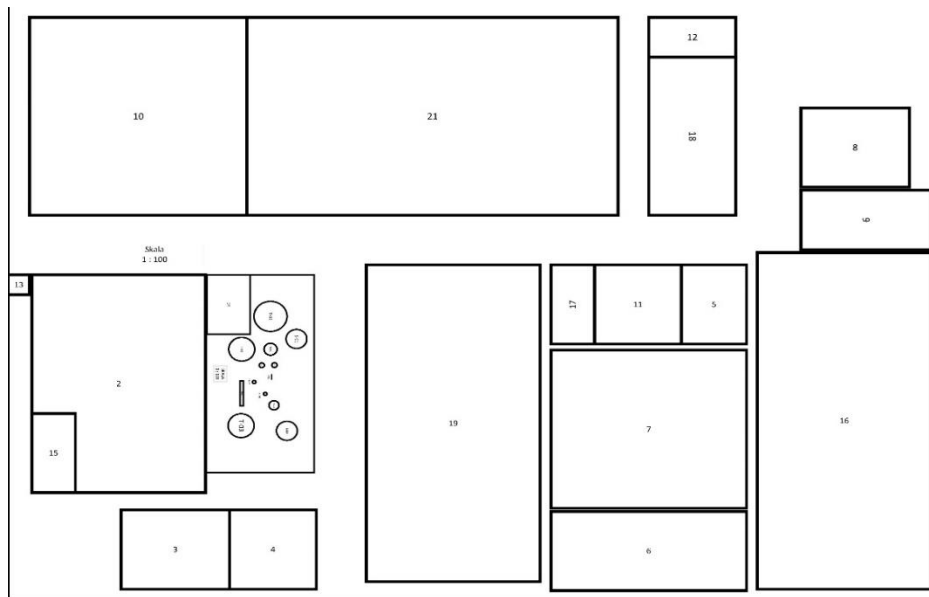
Selain alat proses produksi utama fasilitas-fasilitas umum lain seperti kantor, Gudang, laboratorium dan lain sebagainya perlu disusun dengan mempertimbangkan efisiensi transportasi dan keamanannya.

Secara umum tata letak pabrik dibagi menjadi beberapa area utama, yaitu:

1. Area administrasi/perkantoran, laboratorium dan fasilitas pendukung, yang terdiri dari:
 - a. Area administrasi sebagai pusat kegiatan administrasi dan keuangan pabrik.

- b. Laboratorium sebagai pusat pengembangan proses produksi dan control kualitas terhadap bahan baku dan produk
 - c. Fasilitas-fasilitas sosial lain bagi masyarakat seperti: tempat ibadah, tempat istirahat dan pusat Kesehatan karyawan.
2. Area proses produksi dan perluasan
- Area dimana pusat produksi suatu pabrik berjalan yang mempertimbangkan keselamatan dan keamanan dalam perencanaannya.
3. Area penyimpanan dan perbaikan
- Area yang disediakan khusus untuk penyimpanan dan perbaikan alat-alat atau bahan yang digunakan pabrik seperti pergudangan, bengkel dan garasi.
4. Daerah utilitas dan pemadam kebakaran.
- Area yang dikhususkan untuk penyediaan air, kebutuhan uap, air pendingin, dan tenaga listrik. Ketersediaan komponen tersebut menunjang berjalannya proses produksi di dalam pabrik. Pemadam kebakaran berfungsi sebagai pengamanan pertama apabila terjadi kebakaran ataupun ledakan pada lokasi pabrik.
- Berdasarkan faktor-faktor pertimbangan diatas dapat disimpulkan tujuan dari perencanaan tata letak pabrik adalah:
- a. Menjamin keselamatan dan keamanan tenaga kerja.
 - b. Memastikan proses produksi berjalan dengan baik dan efisien.
 - c. Mengadakan pengaturan alat-alat pabrik yang fleksibel.
 - d. Memaksimalkan penggunaan area pabrik.

Perencanaan tata letak (*plant layout*) Pabrik asam asetilsalisilat dan asam asetat dengan kapasitas 20.000 ton/tahun dapat dilihat dalam gambar berikut



Gambar 4. 2. Tata Letak Pabrik

Tabel 4. 1. Perincian luas tanah

No.	lokasi	panjang, m	lebar, m	luas, m ²
1	Area Proses	50	25	1250
2	Area Utilitas	55	40	2200
3	Bengkel	25	20	500
4	Gudang Peralatan	20	20	400
5	Kantin	15	20	300
6	Kantor Teknik dan Produksi	45	20	900
7	Kantor Utama	40	45	1800
8	Laboratorium	25	20	500
9	Parkir Utama	15	30	450
10	Parkir Truk	50	50	2500
11	Perpustakaan	20	20	400
12	Poliklinik	20	10	200
13	Pos Keamanan	5	5	25
14	Control Room	10	15	150

Tabel 4. 2. Perincian luas tanah (lanjutan)

15	Control Utilitas	10	20	200
16	Area Mess	140	40	5600
17	Masjid	20	10	200
18	Unit Pemadam Kebakaran	40	20	800
19	Taman	40	80	3200
20	Jalan	90	15	1350
21	Daerah perluasan	85	50	4250
	Luas Bangunan			18375
	Luas Tanah			27175

4.3. Tata Letak Alat Proses (*Process plant & equipment*)

Dalam perencanaan tata letak alat proses ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan, seperti:

1. Siklus aliran bahan baku hingga produk

Siklus aliran produksi yang efisien dapat menguntungkan secara ekonomi juga meningkatkan kelancaran dan keamanan proses produksi.

2. Aliran Udara

Aliran udara perlu diperhatikan demi menghindari adanya stagnasi udara pada area tertentu yang dapat menyebabkan akumulasi bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan tenaga kerja ataupun proses produksi itu sendiri.

3. Penerangan

Penerangan pada Kawasan pabrik perlu diperhatikan untuk menghindari adanya kecelakaan akibat minimnya pencahayaan pada area tertentu yang dapat membahayakan keselamatan tenaga kerja dan proses produksi.

4. Lalu lintas dan transportasi

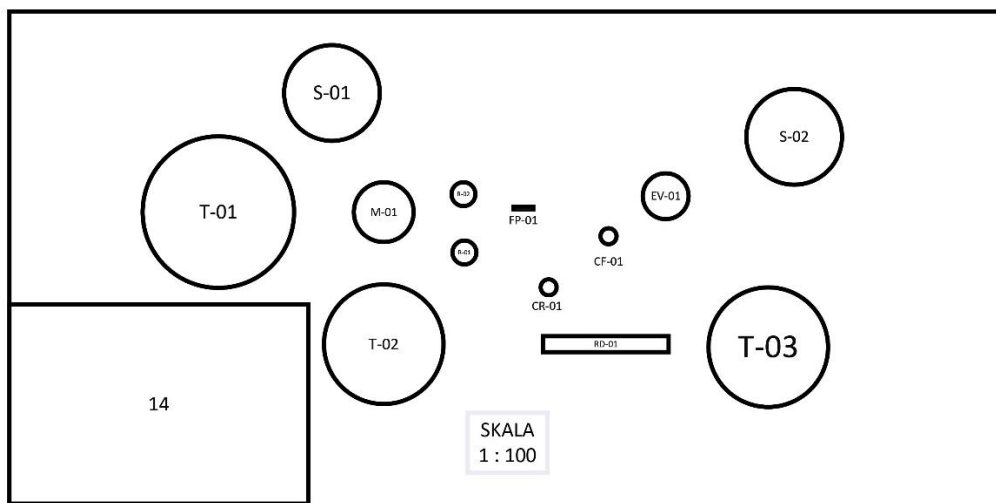
Perlu adanya transportasi dan sistem lalu lintas yang baik di dalam pabrik. Hal ini dimaksudkan untuk mempermudah akses apabila terjadi

keadaan darurat. Sistem transportasi yang baik juga dapat meningkatkan keselamatan dan keamanan tenaga kerja dan keberlangsungan proses produksi.

5. Jarak pada alat proses

Untuk alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan tinggi sebaiknya diberikan jarak dari alat proses lainnya, sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut tidak membahayakan alat proses lainnya.

Perencanaan tata letak alat proses (*process plant & equipment layout*) Pabrik aspirin dari asam anhidrida dan asam salisilat dengan kapasitas 20.000 ton/tahun dapat dilihat pada gambar sebagai berikut.



Gambar 4. 3. Perencanaan tata letak alat proses

4.4. Perawatan (*Maintenance*)

Maintenance berguna untuk menjaga saran atau fasilitas peralatan pabrik dengan cara pemeliharaan dan perbaikan alat agar produksi dapat berjalan dengan lancar dan produktifitas menjadi tinggi sehingga akan tercapai target produksi dan spesifikasi produk yang diharapkan. Perawatan preventif dilakukan setiap hari untuk menjaga dari kerusakan alat dan kebersihan lingkungan alat. Sedangkan perawatan periodik dilakukan secara

terjadwai sesuai dengan buku petunjuk yang ada. Penjadwalan tersebut dibuat sedemikian rupa sehingga alat-alat mendapat perawatan khusus secara bergantian. Alat-alat memproduksi secara kontinyu dan akan berhenti jika terjadi kerusakan.

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

1) Overhaul 1 x 1 tahun

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

2) Repairing

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

Faktor-faktor yang mempengaruhi maintenance:

a. Umur alat

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

b. Bahan baku

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

c. Tenaga manusia

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

4.5. Pelayanan Teknik (Utilitas)

Untuk mendukung proses dalam suatu pabrik diperlukan sarana penunjang yang penting demi kelancaran jalannya proses produksi. Sarana penunjang merupakan sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan

bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai yang diinginkan.

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

- 1) Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)
- 2) Unit Pembangkit Steam (*Steam Generation System*)
- 3) Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)
- 4) Unit Penyedia Udara Instrumen (*InstrumentAir System*)
- 5) Unit Penyediaan Bahan Bakar

4.6. Unit Penyedia dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)

4.6.1. Unit Penyediaan Air

Untuk memenuhi kebutuhan air suatu pabrik pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumbernya. Dalam perancangan pabrik aspirin ini, sumber air yang digunakan berasal dari muara kapuas. Adapun penggunaan air laut sebagai sumber air dengan pertimbangan sebagai berikut;

- a. Air laut merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi, sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari.
- b. Jumlah air laut lebih banyak dibanding dari air sugai.
- c. Letak laut berada tidak jauh dari lokasi pabrik.

Air yang diperlukan di lingkungan pabrik digunakan untuk :

4.6.1.1. Air pendingin

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

- a) Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar.
- b) Mudah dalam pengolahan dan pengaturannya.
- c) Dapat menyerap jumlah panas yang relatif tinggi persatuan volume.
- d) Tidak mudah menyusut secara berarti dalam batasan dengan adanya perubahan temperatur pendingin.
- e) Tidak terdekomposisi.

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

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

- a. Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi.

Korosi yang terjadi dalam boiler disebabkan air mengandung larutan-larutan asam, gas-gas terlarut seperti O₂, CO₂, H₂S dan NH₃.

- b. Zat yang dapat menyebabkan kerak (scaleforming),
Pembentukan kerak disebabkan adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silica.
- c. Zat yang menyebabkan foaming.
Air yang diambil kembali dari proses pemanasan bisa menyebabkan foaming pada boiler karena adanya zat-zat organik yang tak larut dalam jumlah besar, Efek pembusaan terutama terjadi pada alkalitas tinggi.

4.6.1.3. Air sanitasi

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

- a) Syarat fisika, meliputi:
 - Suhu : Dibawah suhu udara
 - Warna : Jernih
 - Rasa : Tidak berasa
 - Bau : Tidak berbau
- b) Syarat kimia, meliputi:
 - Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air.
 - Tidak mengandung bakteri.

4.6.2. Unit Pengolahan Air

Tahapan-tahapan pengolahan air adalah sebagai berikut:

1. Penyaringan Awal / Screen (WF)

Sebelum mengalami proses pengolahan, air dari laut harus mengalami pembersihan awal dimana air laut dilewatkan Screen (penyaringan awal) yang berfungsi untuk menahan kotoran-kotoran yang berukuran besar seperti kayu, ranting, daun, sampah dan sebagainya. Kemudian baru dialirkan ke bak pengendap.

2. Bak pengendap (B-01)

Air laut setelah melalui filter dialirkan ke bak pengendap awal. Untuk mengendapkan lumpur dan kotoran yang mudah mengendap karena ukurannya yg masih cukup besar tetapi lolos dari penyaring awal (screen). Kemudian dialirkan ke bak pengendap yang dilengkapi dengan pengaduk.

3. Bak penggumpal (B-02)

Air setelah melalui bak pengendap awal kemudian dialirkan ke bak penggumpal untuk menggumpalkan koloid-koloid tersuspensi dalam cairan (larutan) yang tidak mengendap di bak pengendap dengan cara menambahkan senyawa kimia. Umumnya flokulan yang biasa digunakan adalah tawas atau alum ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) dan Na_2CO_3 .

4. Clarifier (C-01)

Air setelah melewati bak penggumpal air dialirkan ke Clarifier untuk memisahkan/mengendapkan gumpalan gumpalan dari bak penggumpal.

Air baku yang telah dialirkan ke dalam clarifier yang alirannya telah diatur ini akan diaduk dengan agitator. Air keluar clarifier dari bagian pinggir secara overflow sedangkan sludge (flok) yang terbentuk akan mengendap secara gravitasi dan di blow down secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan.

5. Bak Penyaring/sand filter (B-03)

Setelah keluar dari clarifier air kemudian dialirkan ke bak saringan pasir, dengan tujuan untuk menyaring partikel-partikel halus yang masih lolos atau yang masih terdapat dalam air dan belum terendapkan. Penyaringan dan pengendapan secara bertahap ini bertujuan untuk memastikan bahwa air benar benar bersih dr pengotor sehingga aman digunakan untuk proses produksi maupun kegiatan pabrik lainnya. Penyaringan pada tahap ini menggunakan sand filter yang terdiri dari antrasit, pasir, dan kerikil sebagai media penyaring.

6. *Reverse Osmosis*

Air yang sudah melalui penyaringan di sand filter dialirkan ke

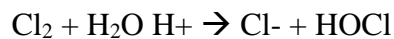
dalam alat reverse osmosis untuk di desalinasi. Proses desalinasi merupakan proses untuk menghilangkan kadar garam yang ada di dalam air.

7. Bak Penampung Sementara (B-04)

Air yang sudah melalui proses sand filter kemudian dialirkan kedalam tangki penampung sementara. proses selanjutnya bergantung pada fungsi air tersebut karena setelah dari bak penampung sementara spesifikasi untuk air proses, air umpan boiler dan air pendingin berbeda dengan air yang digunakan untuk kegiatan selain proses produksi.

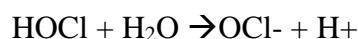
8. Tangki Karbon Aktif (TU-01)

Air setelah melalui bak penampung sementara (B-04) dialirkan ke Tangki Karbon Aktif (TU-01). Dalam Tangki Karbon Aktif ini Air ditambahkan dengan klor atau kaporit untuk membunuh kuman dan mikroorganisme seperti amuba, ganggang dan lain-lain yang terkandung dalam air sehingga aman untuk dikonsumsi. Klor adalah zat kimia yang sering dipakai karena harganya murah dan masih mempunyai daya desinfeksi sampai beberapa jam setelah pembubuhannya. Klorin dalam air membentuk asam hipoklorit, reaksinya adalah sebagai berikut :



(4.1)

Asam hipoklorid pecah sesuai reaksi berikut :



(4.2)

Kemudian air dialirkan ke Tangki Air Bersih (TU- 02) untuk keperluan air minum dan perkantoran.

9. Tangki air bersih (TU-02)

Tangki air bersih ini fungsinya untuk menampung air bersih yang telah diproses. Dimana air bersih ini digunakan untuk keperluan air minum dan perkantoran.

10. Demineralisasi

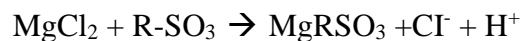
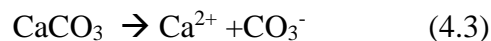
Untuk umpan ketel (boiler) dibutuhkan air murni yang memenuhi

persyaratan bebas dari garam-garam murni yang terlarut. Proses demineralisasi dimaksudkan untuk menghilangkan ion-ion yang terkandung pada filtered water sehingga konduktivitasnya dibawah 0,3 Ohm dan kandungan silica lebih kecil dari 0,02 ppm, Adapun tahap-tahap proses pengolahan air untuk umpan ketel adalah sebagai berikut:

a. Cation Exchanger

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

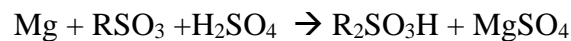
Reaksi:



(4.4)

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

Reaksi:

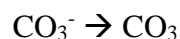


(4.5)

b. Anion Exchanger

Anion exchanger berfungsi untuk mengikat ion-ion negatif (anion) yang terlarut dalam air, dengan resin yang bersifat basa, sehingga anion- anion seperti CO_3^{2-} Cl^- dan SO_4^{2-} akan membantu garam resin tersebut,

Reaksi:

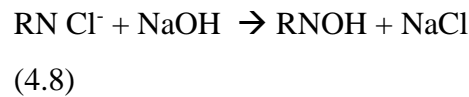


(4.6)



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

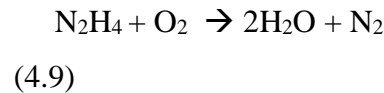
Reaksi:



c. Deaerasi

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

Reaksi:



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

d. Sistem Pendingin dan Menara Pendingin (Cooling Tower)

Air pendingin harus mempunyai sifat-sifat yang tidak korosif dan tidak menimbulkan kerak. Maka perlu adanya penambahan komponen lain seperti:

1. Fosfat, berguna untuk mencegah timbulnya kerak.
2. Klorin, untuk membunuh mikroorganisme.
3. Zat dispersan, untuk mencegah terjadinya penggumpalan (pengendapan fosfat).

Air yang telah digunakan pada *cooler*, temperaturnya akan naik akibat perpindahan panas. Oleh karena itu untuk digunakan kembali perlu didinginkan pada *cooling tower*. Air yang didinginkan pada *cooling tower* adalah air yang telah menjalankan tugasnya pada unit-unit pendingin di pabrik.

4.6.3. Perhitungan Kebutuhan Air

4.6.3.1. Kebutuhan Air Domestik

Tabel 4. 3. Kebutuhan air domestik

No	penggunaan	jumlah kg/hari
1	karyawan	24000
2	mess	27000
3	kantor	24000
Jumlah		75000

4.6.3.2. Kebutuhan Air Servis

Tabel 4. 4. Kebutuhan air service

No	penggunaan	jumlah kg/hari
1	pemadam kebakaran	2000
2	bengkel	1000
3	poliklinik	3000
4	laboratorium	200
5	pemadam kebakaran	3000
6	kantin, musholla, dan kebun	9200
Jumlah		18400

4.6.3.3. Kebutuhan Air Pembangkit Uap

Tabel 4. 5. Kebutuhan air pembangkit uap

No	Alat	Kode	Kebutuhan Steam (Kg/jam)
1	Heat Exchanger 1	HE-01	36179,76
2	Heat Exchanger 2	HE-02	1024,02
3	Heat Exchanger 3	HE-03	270,82
5	Evaporator	EV-01	357,69
6	Reaktor 1	R-01	42,65
7	Reaktor 2	R-02	57,66
Jumlah	Jumlah		37932,61

Overdesign sebesar 20%, maka kebutuhan air pembangkit uap sebesar 37932,61 kg/jam. Air pembangkit steam sebanyak 80% digunakan Kembali, maka make up yang diperlukan adalah sebanyak 15 %. Sehingga make up steam sebesar :

$$20\% \times 37932,61 \text{ kg/jam} = 45519,1264 \text{ kg/jam}$$

4.6.3.4. Kebutuhan Air Pendingin

Tabel 4. 6. Kebutuhan air pendingin

NO.	Alat	Kode alat	Kebutuhan Air (Kg/Jam)
1	Condensor	CD-01	357,69
2	Cooler-1	CL-01	42,39
3	Cristalizer	Cr - 01	6295,88
Jumlah			6695,96

Overdesign sebesar 20%, maka kebutuhan air pendingin sebesar 6695,96 kg/jam.

- Jumlah air yang menguap (W_e)
 $= 6695,96 \times 0,00085 \times (318-298)$
 $= 51,89 \text{ kg/jam}$
- Jumlah air yang terbawa aliran keluar tower (W_d)
 $= 6695,96 \times 0,0002 = 1,6070 \text{ kg/jam}$
- *Blowdown* (W_b)
 $= 15,6896 \text{ kg/jam}$
- *Make up water* (W_m)
 $= 69,1866 \text{ kg/jam}$

4.6.3.5. Kebutuhan Air Proses

No	Nama Alat	Kode alat	Kebutuhan Air kg/jam
1	Mixer	M - 01	40,00
Total			40,00

4.7. Unit Pembangkit Uap (Steam Generation System)

Unit pembangkit *steam* berfungsi untuk memenuhi kebutuhan *steam* pada proses produksi dengan cara menyediakan *steam* untuk *boiler* dengan spesifikasi sebagai berikut:

Sistem penyedia *steam* terdiri dari deaerator dan *boiler*. Proses deaerasi

terjadi dalam deaerator berfungsi untuk membebaskan air bebas mineral (*demin water*) dari komponen udara melalui *spray, sparger* yang berkontak secara *counter current* dengan steam. *Demin water* yang sudah bebas dari komponen udara ditampung dalam drum dari deaerator. Deaerator memiliki waktu tinggal 12 jam. Larutan hidrazin diinjeksikan ke dalam deaerator untuk menghilangkan oksigen terlarut dalam air bebas mineral.

Kandungan oksigen keluar dari deaerator didesain tidak lebih besar dari 0,007 ppm. Hidrazin (N_2H_4), yang berfungsi menghilangkan sisa-sisa gas yang terlarut terutama oksigen sehingga tidak terjadi korosi pada *boiler* dengan kadar 5 ppm. Air pendingin air harus mempunyai sifat-sifat yang tidak menimbulkan kerak dan tidak mengandung mikroorganisme yang dapat menimbulkan lumut. Untuk mengatasi hal diatas, maka kedalam air pendingin diinjeksikan bahan kimia sebagai berikut:

1. Fosfat berguna mencegah timbulnya kerak
2. Chlorin untuk membunuh mikroorganisme
3. Zat dispersan untuk mencegah terjadinya penggumpalan.

4.8. Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)

Demi memenuhi kebutuhan listrik pabrik, sumber listrik utama diambil dari PLN dan dipersiapkan generator cadangan untuk menghindari gangguan yang mungkin terjadi pada sumber listrik utama.

Pada perancangan pabrik Asam Asetat ini kebutuhan akan tenaga listrik dipenuhi dari pembangkit listrik PLN dan generator set sebagai cadangan dengan total kebutuhan listrik sebesar 394,8842 kW.

Keuntungan tenaga listrik dari PLN adalah biayanya murah, sedangkan kerugiannya adalah kesinambungan penyediaan listrik kurang terjamin dan tenaganya tidak terlalu tetap. Sebaliknya jika disediakan sendiri (Genset), kesinambungan akan tetap dijaga, tetapi biaya bahan bakar dan perawatannya harus diperhatikan. Generator ini berfungsi untuk menyediakan listrik bagi bahan-bahan yang tidak boleh berubah-ubah tenaganya. Generator yang digunakan arus bolak-balik (AC) sistem 3 *phase*.

Kebutuhan listrik untuk pabrik meliputi:

Tabel 4. 7. Kebutuhan listrik proses

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Mixer	M-01	0,3300	246,0810
Reaktor 01	R-01	7,5000	5592,7500
Reaktor 02	R-02	7,5000	5592,7500
Filter press	FP-01	0,0000	0,0000
cristalizer	CR-01	0,3333	248,5667
Centrifuge	CF-01	0,3333	248,5667
Rotary driyer	RD-01	1,0000	745,7000
Evaporator	EV-02	0,0000	0,0000
Belt Conveyor 01	BC-01	0,0833	62,1417
Belt Conveyor 02	BC-02	0,0590	43,9818
Belt Conveyor 03	BC-03	0,0833	62,1168
Belt Conveyor 04	BC-04	0,0050	3,7285
Bucket Elevator 01	BE-01	0,1250	93,2125
Bucket Elevator 02	BE-02	0,2500	186,4250
Pompa 01	P-01	0,7500	559,2750
Pompa 02	P-02	0,2500	186,4250
Pompa 03	P-03	0,5000	372,8500
Pompa 04	P-04	0,5000	372,8500
Pompa 05	P-05	0,5000	372,8500
Pompa 06	P-06	0,5000	372,8500
Pompa 07	P-07	0,0500	37,2850
Pompa 08	P-08	0,3333	248,5667
Pompa 09	P-09	0,5000	372,8500
Pompa air utilitas ke mixer	PU-01	0,0500	37,2850
Blower 01	BL-01	0,5289	394,4013
Total			16453,5086

Tabel 4. 8. Kebutuhan listrik utilitas

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Bak Penggumpal (Koagulasi dan Flokulasi)	B-02	2,00000	1491,4000
Blower Cooling Tower	BL-01	0,12500	93,2125
Kompresor Udara	CP-01	7,50000	5592,7500
Pompa-01	PU-01	5,00000	3728,5000
Pompa-02	PU-02	5,00000	3728,5000
Pompa-03	PU-03	5,00000	3728,5000
Pompa-04	PU-04	5,00000	3728,5000
Pompa-05	PU-05	5,00000	3728,5000
Pompa-06	PU-06	5,00000	3728,5000
Pompa-07	PU-07	5,00000	3728,5000
Pompa-08	PU-08	5,00000	3728,5000
Pompa-09	PU-09	5,00000	3728,5000
Pompa-10	PU-10	1,50000	1118,5500
Pompa-11	PU-11	2,00000	1491,4000
Pompa-12	PU-12	5,00000	3728,5000
Pompa-13	PU-13	1,50000	1118,5500
Pompa-14	PU-14	1,50000	1118,5500
Pompa-15	PU-15	1,50000	1118,5500
Pompa-16	PU-16	7,50000	5592,7500
Pompa-17	PU-17	5,00000	3728,5000
Pompa-18	PU-18	1,50000	1118,5500
Pompa-19	PU-19	1,50000	1118,5500
Pompa-20	PU-20	1,50000	1118,5500
Pompa-21	PU-21	1,50000	1118,5500
Total		52,6250	62.732,0125

4.9. Unit Penyedia Udara Tekan

Kebutuhan udara dapat terpenuhi dengan memanfaatkan udara yang ada disekitar yang kemudian dimodifikasi sesuai dengan spesifikasi udara yang dibutuhkan, maka dari itu diperlukan compressor untuk menyesuaikan spesifikasi udara sesuai dengan kebutuhan. Pada pabrik ini dibutuhkan udara

tekan sebesar 56,0736 m³/Jam dengan tekanan sebesar 6,35 bar. Udara tekan diperlukan sebagai penggerak alat-alat control yang ada. Penggunaan udara bebas dilengkapi dengan tangki silika untuk mengurangi kadar air yang ada pada udara.

4.10. Unit Penyedia Bahan Bakar

Unit ini bertanggung jawab dalam memenuhi kebutuhan bahan bakar yang digunakan baik pada alat proses, alat penunjang ataupun alat utilitas. Sebagian besar bahan bakar yang ada dimanfaatkan untuk pengoperasian generator dan boiler. Kebutuhan bahan bakar yang perlu disediakan adalah sebesar 152,7828 Liter/Jam dengan jenis bahan bakar yang digunakan adalah Solar (Industrial Diesel Oil).

4.11. Laboratorium

Laboratorium memegang peranan penting dalam menjaga kualitas produk yang dihasilkan. Selain menjaga mutu produk keberadaan laboratorium juga dapat memfasilitasi pengembangan proses produksi sehingga dapat meningkatkan efisiensi dari proses produksi itu sendiri. Laboratorium juga dapat difungsikan sebagai sistem pengendali pencemaran yang dihasilkan dari proses produksi, baik pencemaran udara maupun pencemaran air. Laboratorium merupakan fasilitas yang cukup penting guna meningkatkan kualitas pabrik dari segi teknis maupun non teknis.

Secara umum laboratorium bertanggung jawab dalam:

1. Mengontrol kualitas bahan baku dan komponen lain yang digunakan dalam proses produksi.
2. Mengontrol kualitas produk yang akan dipasarkan.
3. Mengontrol mutu dari komponen penunjang seperti; air proses, air pendingin, air umpan boiler, steam, dan lain-lain yang berkaitan langsung dengan proses produksi.
4. Pengembangan kualitas produk ataupun proses produksinya.
5. Mengontrol limbah yang dihasilkan dari proses produksi.

Berikut Analisa dan kontrol mutu yang dapat dilakukan dengan adanya fasilitas laboratorium:

1. Analisa *feed water*, *Dissolved oxygen*, PH, *hardness*, *total solid*, *suspended solid* serta *oil* dan *organic matter*.

Syarat kualitas *feed water*:

- ❖ DO (*Dissolved Oxygen*): lebih baik $0 < 0,007 \text{ ppm} (< 0,005 \text{ cc/l})$
- ❖ PH : >7
- ❖ *Hardness* : 0

Temporary hardness maksimum : ppm CaCO_3

Total solid: $< 200 \text{ ppm} (0-600 \text{ psi}), < 10 \text{ ppm} (600-750 \text{ psi})$

Suspended solid: 0

Oil dan *organic matter* : 0

- Penukar ion, yang dianalisa adalah kesadahan CaCO_3 dan silica sebagai SiO_2
- Air bebas mineral, analisisnya sama dengan penukar ion
- Analisa cooling water, yang dianalisa PH jenuh CaCO_3 dan indeks Langelier.

Syarat kualitas air pada cooling water :

- ❖ PH jenuh CaCO_3 : $11,207 - 0,916 \log \text{Ca} + \log \text{Mg} - 0,991 \log \text{total alkalinitas} + 0,032 \log \text{SC}_4$
- ❖ indeks Langlier : PH jenuh CaCO_3 (0,6- 10)

2. Analisa air umpan boiler, yang dianalisa meliputi alkalinitas total, sodium phosphate, chloride. PH, oil dan *organic matter*, total solid serta konsentrasi silica.
3. Air minum yang dihasilkan dianalisa meliputi PH, kadar khlor dan kekeruhan
4. Air bebas mineral, yang dianalisa meliputi PH, kesadahan, jumlah O_2 teriarut, dan kadar Fe.

Untuk mempermudah pelaksanaan program kerja laboratorium, maka laboratorium di pabrik ini dibagi menjadi 3 bagian :

1. Laboratorium Pengamatan

Laboratorium ini bertanggung jawab dalam menganalisa semua arus yang ada pada proses produksi yang nantinya akan dituliskan dalam "*Certificate of Quality*" untuk menjelaskan lebih lanjut spesifikasi dari hasil pengamatan yang akan disesuaikan kepada FARMAKOPE INDONESIA EDISI IV.

2. Laboratorium Analisa/Analitik

Laboratorium ini bertanggung jawab dalam melakukan analisa sifat-sifat dan kandungan kimiawi yang ada pada bahan baku, produk akhir, kadar air, dan bahan kimia yang digunakan (additive, bahan-bahan injeksi, dan lain-lain).

3. Laboratorium Penelitian

Laboratorium ini bertanggung jawab dalam melakukan penelitian dan pengembangan terhadap kualitas material juga proses yang digunakan untuk meningkatkan kualitas produk. Sifat dari laboratorium ini tidak rutin dan cenderung melakukan penelitian dengan focus pada hal-hal baru untuk keperluan pengembangan. Termasuk di dalamnya adalah kemungkinan penggantian, penambahan, dan pengurangan alat proses.

4.12. Organisasi Perusahaan

4.12.1. Bentuk Perusahaan

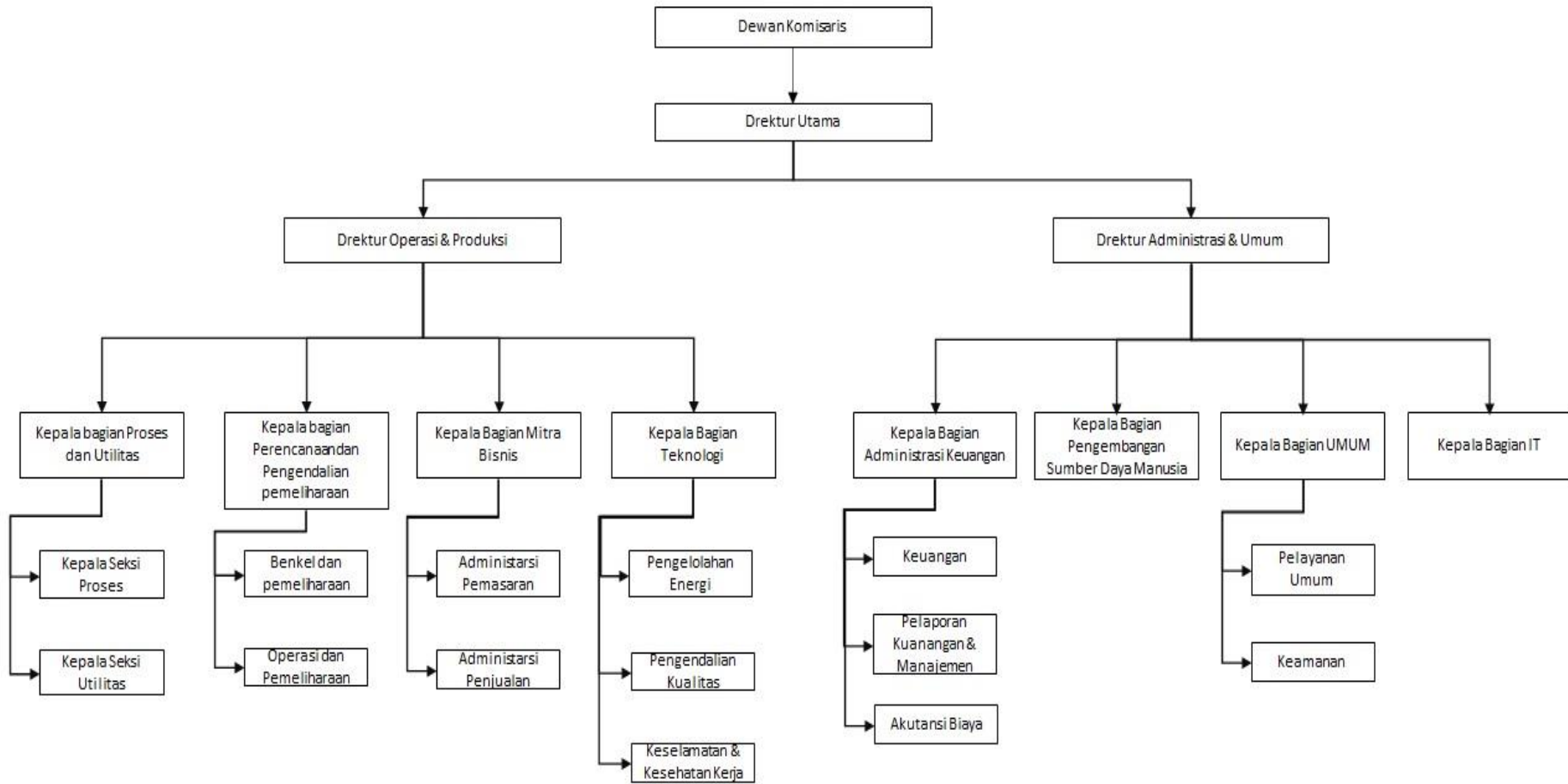
Pabrik Asam Asetat ini direncanakan berbentuk Perseroan Terbatas (PT), yang dirancang dengan kapasitas 20.000 ton/tahun dengan status perusahaan terbuka. Perseroan Terbatas merupakan perusahaan yang modalnya didapatkan dari penjualan saham dimana tiap sekutu mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih dan pemegang saham bertanggung jawab untuk menyetorkan secara penuh apa yang tersebut di dalam tiap saham.

Dewan komisaris berhak mengadakan pemeriksaan sendiri atau dibantu akuntan pabrik apabila perusahaan tidak berjalan sebagaimana mestinya. Direksi dan komisaris dipilih kembali oleh rapat umum pemilik saham

setelah masa jabatan habis. Kekuasaan tertinggi dalam perseroan terbatas adalah rapat umum para pemilik saham yang biasanya dilakukan satu tahun sekali.

4.12.2. Struktur Perusahaan

Struktur perusahaan yang baik dapat menciptakan garis koordinasi dan garis instruksi yang jelas sehingga dapat menghindari adanya tumpang tindih tanggung jawab. Pada pabrik ini dipilih model sistem organisasi perusahaan berbentuk "*line and staff organization*" dimana seorang karyawan hanya bertanggung jawab kepada atasannya saja dan garis instruksi bergerak dari dewan direksi menuju kepala bagian/kepala department, dan diteruskan ke karyawan-karyawan dibawahnya yang dilengkapi dengan staff ahli dan bertanggung jawab dalam memberikan masukan kepada direktur.



Gambar 4. 5. Struktur Organisasi Perusahaan

4.12.3. Tugas dan Wewenang

4.12.3.1. Pemegang Saham

Pemegang saham memegang kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk perseroan terbatas (PT). Widjaja (2003) menjelaskan bahwa pemegang saham dalam Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) memiliki wewenang sebagai berikut:

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

4.12.3.2. Dewan Komisaris

Dewan komisaris merupakan pelaksana dari para pemilik saham, sehingga dewan komisaris akan bertanggung jawab terhadap pemilik saham. Tugas-tugas dewan komisaris meliputi:

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

4.12.3.3. Direktur Utama

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan. Direktur utama bertanggung jawab kepada dewan komisiaris terhadap segala kebijakan perusahaan yang telah diambil. Tugas dan wewenang direktur umum antara lain:

1. Menjaga kestabilan organisasi perusahaan, sehingga komunikasi antara pemilik saham, pimpinan, karyawan, dan konsumen dapat berlangsung dengan baik.
2. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham.
3. Mengkoordinasi kerja sama antara bagian produksi dan bagian umum.

Dalam pelaksanaannya, Direktur utama membawahi Direktur Operasi & Produksi dan Direktur Administrasi & Umum.

4.12.3.4. Kepala Bagian

Kepala bagian bertanggung jawab kepada direktur utama. Tugas umum kepala bagian adalah mengkoordinasi, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan kerja sesuai bidangnya. Berdasarkan bidangnya, kepala bagian terdiri dari :

1. Kepala Bagian Proses dan Utilitas

Tugas Kepala Bagian Proses dan Utilitas adalah mengatur dan menjaga kelancaran unit proses dan unit utilitas agar rate production pabrik tercapai dengan mengatur jalannya proses produksi. Dalam pelaksanaannya, Kepala Bagian Proses dan Utilitas membawahi Seksi Proses, dan Seksi Utilitas.

2. Kepala Bagian Perencanaan dan Pengendalian Pemeliharaan

Tugas Kepala Bagian Perencanaan dan Pengendalian Pemeliharaan adalah mengatur dan menjaga jumlah pasokan Listrik agar selalu mencukupi kebutuhan pabrik serta secara rutin

melakukan uji kelayakan terhadap setiap instrumen dalam area pabrik. Kepala bagian Perencanaan dan Pengendalian Pemeliharaan membawahi seksi Pemeliharaan dan bengkel dan seksi listrik dan instrumentasi.

3. Kepala Bagian Teknologi

Kepala Bagian Teknologi bertugas untuk secara terus menerus melakukan perhitungan tentang kebutuhan dan pengolahan energi dalam pabrik. selain itu melakukan penelitian demi mengembangkan kuantitas dan kualitas produksi pabrik dan secara rutin melakukan pengujian terhadap kualitas baha baku dan produk agar tetap dalam range nilai standar pabrik sehingga produk keluaran sesuai dengan spesifikasi dari produk yang diinginkan dan mengatur kebijakan tentang Keselamatan & Kesehatan Kerja (K3). Kepala Bagian Teknologi membawahi seksi Pengolahan energi, seksi pengendalian kualitas dan seksi Kesehatan & Keselamatan Kerja (K3).

4. Kepala Bagian Administrasi Keuangan

Kepala Bagian Administrasi Keuangan bertugas mencatat dan menghitung aliran dana keluar dan masuk perusahaan. Kepala Bagian Administrasi Keuangan membawahi seksi keuangan, Pelaporan Keuangan & manajemen dan seksi akuntansi biaya.

5. Kepala Bagian Pengembangan Sumber Daya Manusia

Kepala Bagian Pengembangan Sumber Daya Manusia bertugas menjaga kualitas SDM dalam perusahaan melalui pelatihan kerja dan lain lain sehingga dapat tetap menjaga etos kerja dari setiap pegawai.

6. Kepala Bagian UMUM

Kepala Bagian UMUM bertugas mengatur kegiatan-kegiatan penunjang dalam pabrik seperti menjaga kebersihan kantor, keamanan dan lain lain. Kepala Bagian UMUM membawahi seksi Pelayanan Umum, dan seksi keamanan.

7. Kepala Bagian IT

Kepala Bagian IT bertugas mengatur dan menjaga aliran informasi, dan menjaga kualitas peralatan penunjang dalam pabrik seperti komputer, alat kontrol dan lain lain.

4.12.3.5. Kepala Seksi

Kepala seksi bertanggung jawab kepada kepala bagian masing-masing sesuai dengan bidangnya. Tugas kepala seksi yaitu mengatur dan melakukan koordinasi secara langsung kepada karyawan setiap seksi.

Berdasarkan bidangnya, kepala seksi terdiri dari :

- a. Kepala Seksi Proses
- b. Kepala Seksi Utilitas
- c. Kepala Seksi Bengkel dan Pemeliharaan
- d. Kepala Seksi Operasi dan Pemeliharaan
- e. Kepala Seksi Administrasi Pemasaran
- f. Kepala Seksi Administrasi Penjualan
- g. Kepala Sksi Pengolahan Energi
- h. Kepala Seksi Pengendalian Kualitas
- i. Kepala Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja
- j. Kepala Seksi Keuangan
- k. Kepala Seksi Pelapor Keuangan & Manajemen
- l. Kepala Seksi Akuntansi Biaya
- m. Kepala Seksi Pelayanan Umum
- n. Kepala Seksi Keamanan

4.12.3.6. Status Karyawan

Pabrik direncanakan beroperasi selama 330 hari dalam satu tahun dan proses produksi berlangsung 24 jam per hari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perbaikan dan perawatan (*shutdown* pabrik). Sedangkan pembagian jam kerja karyawan digolongkan dalam dua golongan, yaitu:

a) Karyawan Nonshift

Karyawan nonshift merupakan karyawan yang tidak langsung menangani proses produksi, yang termasuk kelompok ini adalah direktur, manager, kepala bagian dan semua karyawan bagian umum. Jam kerja yang berlaku untuk karyawan nonshift dalam seminggu adalah 5 hari dengan jumlah kerja maksimum 45 jam selama seminggu dan selebihnya dihitung sebagai lembur. Dimana lembur untuk hari-hari biasa adalah 1,5 kali jam kerja sedangkan pada hari-hari besar (hari libur) adalah 2 kali jam kerja. Adapun jam kerja untuk karyawan non produksi dapat diatur dengan perincian sebagai berikut:

Hari Senin- Jumat : jam 07.00 – 15.00 WIB

Hari Sabtu : Libur

Sedangkan untuk jam istirahat diatur sebagai berikut:

Selain hari Jumat : jam 12.00 – 13.00 WIB

Hari Jumat : jam 11.30 – 13.00 WIB

Hari minggu dan hari libur hari besar semua karyawan nonshift libur.

b) Karyawan Shift

Merupakan karyawan yang secara langsung menangani dan terlibat dalam proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan pabrik serta kelancaran produksi. Yang termasuk karyawan shift yaitu operator pada bagian produksi dan utilitas, bagian listrik dan instrumentasi, kepala shift dan satpam. Sistem kerja bagi karyawan produksi diatur menurut pembagian shift dan dilakukan secara bergiliran. Hal ini dilakukan karena tempat-tempat pada proses produksi memerlukan kerja rutin selama 24 jam secara terus menerus. Pembagian shift dilakukan dalam 4 regu, dimana 3 regu mendapat giliran shift sedangkan 1 regu libur. Seluruh karyawan shift mendapat cuti lama 12 hari tiap tahunnya. Adapun jam kerja shift dalam 1 hari diatur dalam jadwal

sebagai berikut :

Shift pagi : jam 07.00 – 15.00

Shift sore : jam 15.00 – 23.00

Shift malam : jam 23.00 – 07.00

Untuk karyawan shift ini dibagi menjadi 4 regu/kelompok (A / B / C / D) dimana dalam satu hari kerja, hanya tiga kelompok masuk dan ada satu kelompok yang libur. Jadwal pembagian kerja masing-masing kelompok ditampilkan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel 4. 9. Jadwal shift kerja karyawan

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

4.12.3.7. Ketenagakerjaan

Menurut statusnya, karyawan dibagi menjadi 3 golongan sebagai berikut:

1. Karyawan tetap Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan (SK) direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian dan masa kerja.
2. Karyawan kontrak yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan direksi dengan surat kontrak kerja sama.

3. Karyawan borongan yaitu karyawan yang digunakan oleh pabrik bila diperlukan saja. Karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu perusahaan.

4.12.3.8. Fasilitas Karyawan

Kesejahteraan atau fasilitas yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan antara lain:

1. Tunjangan
 - a. Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang karyawan.
 - b. Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja diluar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja
 - c. Tunjangan lain yang besarnya ditentukan berdasarkan undangundang yang berlaku.
2. Cuti
 - a. Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun
 - b. Cuti sakit diberikan pada karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan Dokter.
 - c. Cuti hamil bagi karyawan wanita.
 - d. Pakaian kerja, diberikan pada setiap karyawan sejumlah 1 pasang untuk setiap tahunnya
3. 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

kebijaksanaan perusahaan.

4. Kantin perusahaan menyediakan pelayanan makan siang bagi karyawan yang berada di lokasi pabrik.
5. Transportasi perusahaan menyediakan sarana transportasi untuk antar jemput karyawan.
6. Asuransi perusahaan menjamin seluruh karyawan dengan mengasuransikan ke perusahaan asuransi setempat.
7. Tempat ibadah, perusahaan memberikan fasilitas tempat ibadah berupa masjid yang dipergunakan karyawan untuk beribadah.

4.12.3.9. Golongan dan Penggajian Karyawan

Perencanaan jumlah karyawan perlu diperhitungkan dengan tepat sehingga tidak ada tenaga kerja yang disia-siakan. Berdasarkan publikasi pemerintah daerah Pontianak, Kalimantan barat didapatkan upah minimum sebesar Rp 2.515.000. Sistem penggajian yang berlaku bagi para karyawan adalah sistem yang berupa gaji bulanan yang diberikan setiap awal bulan sekali dengan besarnya gaji didasarkan atas ketentuan sebagai berikut :

- Jabatan atau golongan
- Tingkat pendidikan
- Pengalaman Kerja keahlian dan masa kerja
- Lingkungan kerja berkaitan dengan resiko kerja

Segi penggajian karyawan diberikan setiap awal bulan dan jumlah yang dibayarkan sesuai dengan jabatan/golongan.

Berikut penggolongan jabatan, dan gaji sesuai Tabel berikut:

Tabel 4. 10. Penggolongan Gaji Karyawan

No	Jabatan	Jumlah	Gaji/Bulan	Total Gaji
1	Direktur Utama	1	Rp 50.000.000	Rp50.000.000
2	Direktur Teknik dan Produksi	1	Rp 30.000.000	Rp30.000.000
3	Direktur Keuangan dan Umum	1	Rp30.000.000	Rp30.000.000
4	Staff Ahli	1	Rp25.000.000	Rp25.000.000
5	Ka. Bag. Proses dan Utilitas	1	Rp20.000.000	Rp20.000.000
6	Ka. Bag. Perencanaan dan pemeliharaan	1	Rp20.000.000	Rp20.000.000
7	Ka. Bag. Mitra Bisnis	1	Rp20.000.000	Rp20.000.000
8	Ka. Bag. Teknologi	1	Rp20.000.000	Rp 20.000.000
9	Ka. Bag. Litbang	1	Rp20.000.000	Rp20.000.000
10	Ka. Bag. Administrasi Keuangan	1	Rp20.000.000	Rp20.000.000
11	Ka. Bag. Pengembangan SDM	1	Rp20.000.000	Rp20.000.000
12	Ka. Bag. UMUM	1	Rp20.000.000	Rp20.000.000
13	Ka. Bag. IT	1	Rp20.000.000	Rp20.000.000
14	Ka. Sek. Utilitas	1	Rp20.000.000	Rp20.000.000
15	Ka. Sek. Proses	1	Rp15.000.000	Rp15.000.000
16	Ka. Sek. Bengkel dan Pemeliharaan	1	Rp15.000.000	Rp15.000.000
17	Ka. Sek. Operasi Pemeliharaan	1	Rp15.000.000	Rp15.000.000
18	Ka. Sek. Administrasi Pemasaran	1	Rp15.000.000	Rp15.000.000
19	Ka. Sek. Administrasi Penjualan	1	Rp15.000.000	Rp15.000.000
20	Ka. Sek. Pengolahan Energi	1	Rp15.000.000	Rp15.000.000
21	Ka. Sek. Pengendalian Kualitas	1	Rp15.000.000	Rp15.000.000
22	Ka. Sek. K3	1	Rp15.000.000	Rp15.000.000
23	Ka. Sek. Keuangan	1	Rp15.000.000	Rp15.000.000
24	Ka. Sek. Pelaporan Keuangan dan Manajemen	1	Rp15.000.000	Rp15.000.000
25	Ka. Sek. Akutansi Biaya	1	Rp15.000.000	Rp15.000.000
26	Ka. Sek. Pelayanan UMUM	1	Rp15.000.000	Rp15.000.000
27	Ka. Sek. Keamanan	1	Rp15.000.000	Rp15.000.000
28	Karyawan Bengkel dan Pemeliharaan	8	Rp8.000.000	Rp64.000.000
29	Karyawan Operasi Pemeliharaan	6	Rp8.000.000	Rp48.000.000
30	Karyawan Administrasi Pemasaran	10	Rp8.000.000	Rp80.000.000
31	Karyawan Administrasi Penjualan	10	Rp8.000.000	Rp80.000.000

Tabel 4. 11. Penggolongan Gaji Karyawan (lanjutan)

32	Karyawan Pengelolaan Energi	4	Rp8.000.000	Rp32.000.000
33	Karyawan Pengendalian Kualitas	4	Rp8.000.000	Rp32.000.000
34	Karyawan K3	4	Rp8.000.000	Rp32.000.000
35	Karyawan Keuangan	3	Rp8.000.000	Rp24.000.000
36	Karyawan Pelaporan Keuangan	4	Rp8.000.000	Rp32.000.000
37	Karyawan Akutansi Biaya	4	Rp8.000.000	Rp32.000.000
38	Karyawan Pelayanan Umum	6	Rp8.000.000	Rp48.000.000
39	Karyawan SDM	8	Rp8.000.000	Rp64.000.000
40	Karyawan Operasi	14	Rp8.000.000	Rp112.000.000
41	Karyawan Utilitas	9	Rp8.000.000	Rp72.000.000
42	Karyawan IT	6	Rp8.000.000	Rp48.000.000
43	Operator proses	22	Rp8.000.000	Rp174.400.000
44	Operator Utilitas	11	Rp8.000.000	Rp87.200.000
45	Sekretaris	6	Rp7.000.000	Rp42.000.000
46	Dokter	2	Rp20.000.000	Rp40.000.000
47	Perawat	4	Rp5.000.000	Rp20.000.000
48	Satpam	10	Rp3.500.000	Rp35.000.000
49	Supir	7	Rp3.500.000	Rp24.500.000
50	Cleaning Service	11	Rp3.300.000	Rp36.300.000
Total		200	Rp708.300.000	Rp1.789.400.000

4.13. Evaluasi Ekonomi

Evaluasi ekonomi merupakan bagian yang sangat penting dalam pertimbangan pendirian suatu pabrik, pabrik yang didirikan harus memberikan keuntungan secara ekonomis supaya proses produksi dapat terus berjalan. Evaluasi ekonomi ini juga menjadi penentu apakah suatu pabrik layak didirikan atau tidak.

Perhitungan evaluasi ekonomi meliputi:

1. Modal (*Capital Investment*)
 - a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
 - b. Modal kerja (*Working Capital Investment*)

2. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)

- a. Biaya produksi langsung (*Direct Manufacturing Cost*)
- b. Biaya produksi tak langsung (*Indirect Manufacturing Cost*)
- c. Biaya tetap (*Fixed Manufacturing Cost*)

3. Pengeluaran Umum (*General Cost*)

4. Analisa Kelayakan Ekonomi

- 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 rate* (DCFR)

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial didirikan atau tidak maka dilakukan analisis kelayakan. Beberapa analisis untuk menyatakan kelayakan:

1. *Percent Return on Investment* (ROI) merupakan perkiraan lajn keuntungan tiap tahun yang dapat mengembalikan modal yang diinvestasikan.
2. *Pay Out Time* (POT) adalah jumlah tahun yang telah berselang sebelum didapatkan sesuatu penerimaan melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *capital investment* dengan profit sebelum dikurangi depresiasi.
3. *Break Even Point* (BEP) adalah titik impas dimana tidak mempunyai suatu keuntungan/kerugian.
4. *Shut Down Point* (SDP) adalah suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan. Penyebabnya antara lain *Variable Cost* yang terlalu tinggi, atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan keuntungan).

5. *Discounted Cash Flow Rate* merupakan Analisa kelayakan ekonomi yang memperkirakan 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.

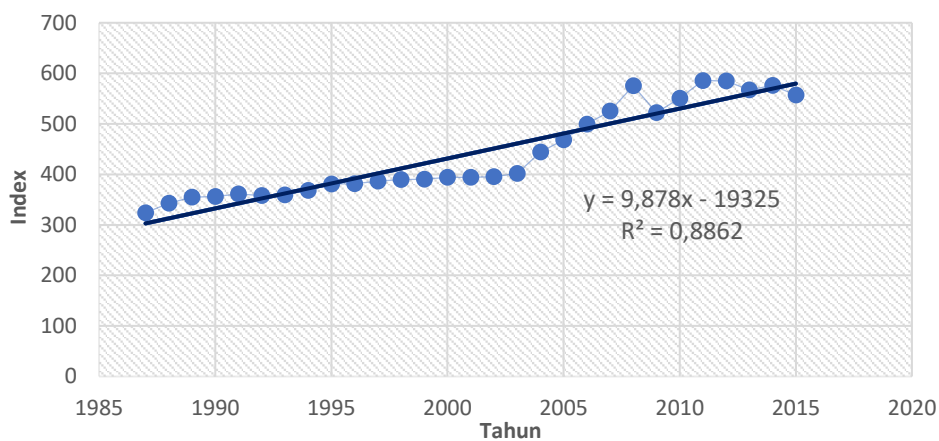
4.13.1. Penaksiran harga alat

Harga peralatan proses selalu mengalami perubahan setiap tahun tergantung pada kondisi ekonomi yang ada. Untuk mengetahui harga peralatan yang ada sekarang, dapat ditaksir dari harga tahun lalu berdasarkan indeks harga. Berikut adalah indeks harga yang di dalam teknik kimia disebut CEP indeks atau *Chemical Engineering Plant Cost Index (CEPCI)*.

Tabel 4. 12. Index harga CEPCI

No	(Xi)	Indeks (Yi)
1	1987	324,00
2	1988	343,00
3	1989	355,00
4	1990	356,00
5	1991	361,30
6	1992	358,20
7	1993	359,20
8	1994	368,10
9	1995	381,10
10	1996	381,70
11	1997	386,50
12	1998	389,50
13	1999	390,60
14	2000	394,10
15	2001	394,30
16	2002	395,60
17	2003	402,00
18	2004	444,20
19	2005	468,20
20	2006	499,60

21	2007	525,40
22	2008	575,40
23	2009	521,90
24	2010	550,80
25	2011	585,70
26	2012	584,60
27	2013	567,30
28	2014	576,10
29	2015	556,80



Gambar 4. 6. Hubungan tahun terhadap index CEPCI

Persamaan yang diperoleh adalah : $y = 9,878x - 19325$. Dengan menggunakan persamaan diatas dapat dicari harga indeks pada tahun perancangan, dalam hal ini pada tahun 2025 adalah 677,95.

Untuk memperkirakan harga alat, ada dua persamaan pendekatan yang dapat digunakan. Harga alat pada tahun pabrik didirikan dapat ditentukan berdasarkan harga pada tahun referensi dikalikan dengan rasio index harga. (Aries & Newton, 1955)

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

Dimana dalam hubungan ini : Ex : Harga alat pada tahun x (2025)

Ey : Harga alat pada tahun y (ref)

Nx : Index harga pada tahun x (2025)

Ny : Index harga pada tahun y (ref)

Apabila suatu alat dengan kapasitas tertentu ternyata tidak memotong kurva spesifikasi. Maka harga alat dapat diperkirakan dengan persamaan :

$$Eb = Ea \left(\frac{Cb}{Ca} \right)^{0,6}$$

Dimana : Ea = Harga alat a

Eb = Harga alat b

Ca = Kapasitas alat a

Cb = Kapasitas alat b

4.14. Hasil perhitungan

Perhitungan rencana terkait pendirian pabrik Asam Asetat memerlukan rencana PPC, PC, MC, serta *General Expense*. Hasil rancangan tersebut masing-masing disajikan pada table sebagai berikut:

Tabel 4. 13. Physical Plant Cost (PPC)

No	Type of Capital Investment	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Purchased Equipment cost	153.606.378.653	10.630.199
2	Delivered Equipment Cost	38.401.594.663	2.657.550
3	Instalasi cost	66.050.742.821	4.570.986
4	Pemipaan	55.298.296.315	3.826.872
5	Instrumentasi	46.081.913.596	3.189.060

Tabel 4. 14. Physical Plant Cost (PPC) (lanjutan)

6	Insulasi	12.288.510.292	850.416
7	Listrik	23.040.956.798	1.594.530
8	Bangunan	719.934.345.000	49.822.446
9	Land & Yard Improvement	416.010.000.000	28.789.619
Physical Plant Cost (PPC)		1.526.976.561.901	105.673.118

Tabel 4. 15. Direct Plant Cost (DPC)

No	Type of Capital Investment	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Teknik dan Konstruksi	305.395.312.380	21.134.623
Total (DPC + PPC)		3.359.348.436.182	234.919.471,1

Tabel 4. 16. Fixed Capital Investment (FCI)

No	Type of Capital Investment	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Total DPC + PPC	3.359.348.436.182	234.919.471,1
2	Kontraktor	183.237.187.428	12.680.774
3	Biaya tak terduga	183.237.187.428	12.680.774
Fixed Capital Investment (FCI)		3.725.822.811.038	260.547.049,72

Tabel 4. 17. Direct Manufacturing (DMC)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Raw Material	682.341.305.051	47.220.852
2	Labor	21.472.800.000	1.486.007
3	Supervision	4.294.560.000	297.201
4	Maintenance	29.297.859.445	2.027.534
5	Plant Supplies	4.394.678.917	304.130
6	Royalty and Patents	106.523.725.280	7.371.884
7	Utilities	343.619.163.234	23.779.873
Direct Manufacturing Cost (DMC)		1.191.944.091.926	82.487.480

Tabel 4. 18. Indirect Manufacturing Cost (IMC)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Payroll Overhead	4.294.560.000	297.201
2	Laboratory	4.294.560.000	297.201
3	Plant Overhead	20.399.160.000	1.411.707
4	Packaging and Shipping	106.523.725.280	7.371.884
Indirect Manufacturing Cost (IMC)		135.512.005.280	9.377.993

Tabel 4. 19. Fixed Manufacturing Cost (FMC)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Depreciation	73.244.648.612	5.068.834
2	Propertu taxes	14.648.929.722	1.013.767
3	Insurance	7.324.464.861	506.883
Fixed Manufacturing Cost (FMC)		95.218.043.195	6.589.484

Tabel 4. 20. Manufacturing Cost (MC)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Direct Manufacturing Cost (DMC)	1.191.944.091.926	82.487.480
2	Indirect Manufacturing Cost (IMC)	135.512.005.280	9.377.993
3	Fixed Manufacturing Cost (FMC)	95.218.043.195	6.589.484
Manufacturing Cost (MC)		1.422.674.140.401	98.454.958

Tabel 4. 21. Working Capital (WC)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Raw Material Inventory	186.093.083.196	12.878.414
2	In Process Inventory	194.001.019.146	13.425.676
3	Product Inventory	129.334.012.764	8.950.451
4	Extended Credit	581.038.501.525	40.210.277
5	Available Cash	388.002.038.291	26.851.352
Working Capital (WC)		1.478.468.654.921	102.316.170

Tabel 4. 22. General Expense (GE)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Administration	85.360.448.424	5.907.297
2	Sales expense	142.267.414.040	9.845.496
3	Research	113.813.931.232	7.876.397
4	Finance	88.436.605.642	6.120.180
General Expense (GE)		429.878.399.338	29.749.370

Tabel 4. 23. Total Biaya Produksi

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Manufacturing Cost (MC)	1.422.674.140.401	98.454.958
2	General Expense (GE)	429.878.399.338	29.749.370
Total Production Cost (TPC)		1.852.552.539.739	128.204.328

Tabel 4. 24. Fixed Cost (Fa)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Depreciation	73.244.648.612	5.068.834
2	Property taxes	14.648.929.722	1.013.767
3	Insurance	7.324.464.861	506.883
Fixed Cost (Fa)		95.218.043.195	6.589.484

Tabel 4. 25. Variable Cost (Va)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Raw material	682.341.305.051	47.220.852
2	Packaging & shipping	106.523.725.280	7.371.884
3	Utilities	343.619.163.234	23.779.873
4	Royalties and Patents	106.523.725.280	7.371.884
Variable Cost (Va)		1.239.007.918.844	85.744.493

Tabel 4. 26. Regulated Cost (Ra)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Labor cost	21.472.800.000	1.486.007
2	Plant overhead	20.399.160.000	1.411.707
3	Payroll overhead	4.294.560.000	297.201
4	Supervision	4.294.560.000	297.201
5	Laboratory	4.294.560.000	297.201
6	Administration	85.360.448.424	5.907.297
7	Finance	88.436.605.642	6.120.180
8	Sales expense	142.267.414.040	9.845.496
9	Research	113.813.931.232	7.876.397
10	Maintenance	29.297.859.445	2.027.534
11	Plant supplies	4.394.678.917	304.130
Regulated Cost (Ra)		518.326.577.699	35.870.351

4.14.1. Analisa Keuntungan

Annual Sales (Sa)	= Rp. 2.130.474.505.593
Harga Produk/Kg	= Rp. 5.233,23
Total Cost	= Rp. 1.852.552.541.081
Keuntungan sebelum pajak	= Rp. 932.807.333.200
Pajak	= 50 % dari keuntungan sebelum pajak
	= (Rp. 466.403.666.600)
Keuntungan setelah pajak	= Rp. 466.403.666.600

4.14.2. Analisis kelayakan

1. Return on Investment (ROI)

Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan risiko tinggi minimum adalah 44 %. (Aries & Newton, 1955).

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

$$\text{ROI sebelum pajak} = 42 \%$$

ROI setelah pajak = 21 %

2. *Pay Out Time (POT)*

POT Sebelum Pajak (*Industrial Chemical* min 2 th / *High Risk- 5 th/low Risk*).

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

POT sebelum pajak = 2 tahun

POT setelah pajak = 3 tahun

3. *Break Even Point (BEP)*

Nilai BEP pabrik kimia pada umumnya berkisar antara 40 – 60 %.

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

BEP = 56,43%

4. *Shut Down Point (SDP)*

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

SDP = 45,21 %

5. *Discounted Cash Flow Rate (DCFR)*

Umur pabrik = 10 tahun

Fixed Capital Investment = Rp 3.725.822.811.038

Working Capital = Rp 1.478.468.655.454

Salvage Value (SV) = Rp Rp73.244.648.612

Cash Flow (CF) = Annual profit+depresiasi+finance

CF = Rp Rp300.642.236.530

Discounted cash flow dihitung secara *trial & error*

Dari hasil trial& error, diperoleh :

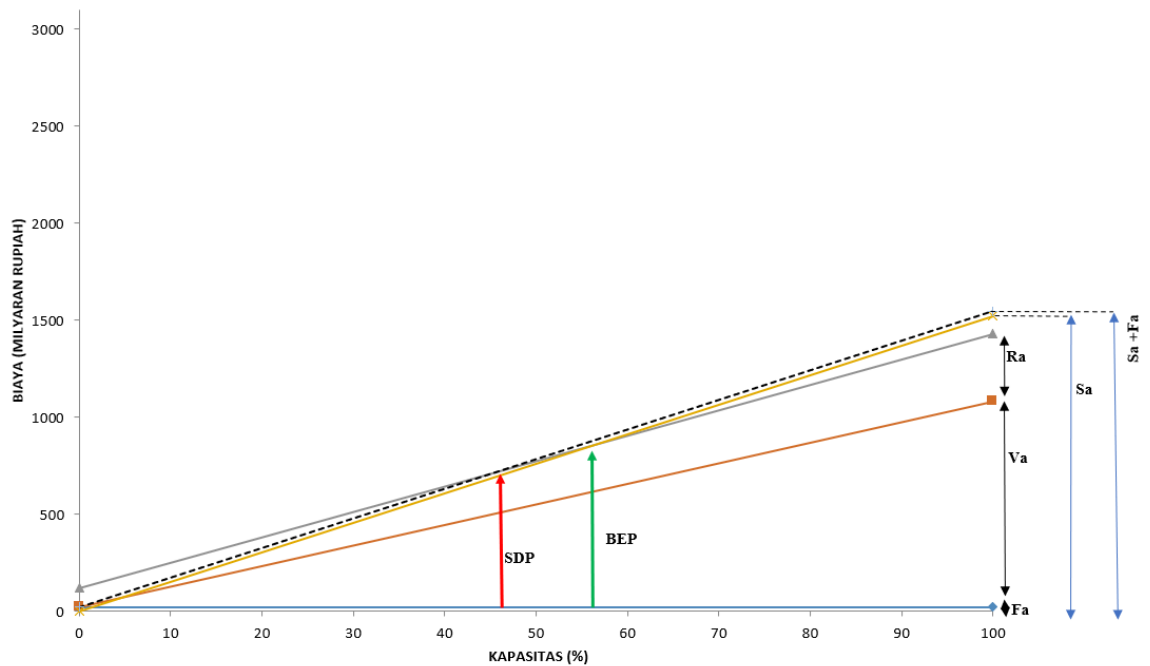
R = Rp 8.460.450.893.463

S = Rp 8.113.257.894.301

i = 14,36

Minimum nilai DCFR : 1.5 x bunga pinjaman bank (Aries Newton).

Syarat minimum DCFR adalah di atas suku bunga pinjaman bank yaitu sekitar 1.5 x suku bunga pinjaman bank (1.5 x 5,00% = 7,50%).



Gambar 4. 7. Grafik Analisa kelayakan pabrik

Dari gambar 4.5 di atas menunjukkan perolehan nilai BEP (*Break Even Point*) dan SDP (*Shut Down Point*) dimana didapat untuk nilai BEP dan SDP yang telah diketahui melalui perhitungan adalah 56,43 % dan 45,21 % Dalam pembuatan grafik BEP diperlukan nilai-nilai seperti R_a , V_a , F_a , dan S_a dimana diketahui berdasarkan perhitungan di analisa ekonomi. Grafik BEP digunakan untuk mengetahui berapa total kapasitas yang harus di produksi dari kapasitas keseluruhan pabrik untuk mengetahui posisi dimana pabrik dalam kondisi tidak untung dan tidak rugi atau dalam kata lain kembali modal. Ketika pabrik telah beroperasi menghasilkan produk dengan kapasitas diatas titik BEP maka pabrik akan di katakan untung namun sebaliknya apabila pabrik menghasilkan kapasitas dibawah titik BEP maka dikatakan rugi. Sedangkan SDP adalah titik atau batas dimana pabrik tersebut harus ditutup karena mengalami kerugian yang besar bahkan hampir bangkrut. Dapat disimpulkan bahwa jumlah kapasitas yang harus di produksi per tahunnya adalah 9.485 ton/tahun untuk mencapai titik BEP dan untuk SDP adalah 5882,9663 ton/tahun.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil Analisa dan perancangan pabrik Aspirin dengan bahan baku asam asetat, asam anhidrida dan asam salisilat dengan kapasitas 20.000 ton/tahun, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. perancangan pabrik Aspirin dengan kapasitas 20.000 ton/tahun, ini membutuhkan bahan baku asam asetat sebesar 8371,8237 ton/tahun, asam salisilat sebesar 19255,1945 ton/tahun, dan asam anhidrida sebesar 19924,9404 ton/tahun.
2. pabrik Aspirin ini berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dan direncanakan akan didirikan di Kawasan industri Pontianak, Jl. Raya Jungkat, Jungkat, Siantan, Mempawah Regency, West Kalimantan 78351. Luas tanah keseluruhan 27175 m² dan luas bangunan 18375 m². Pemilihan lokasi pabrik ini didasarkan pada pertimbangan akses transportasi bahan baku dan produk mudah karena dekat dengan jalur bebas hambatan atau jalan tol maupun dengan pelabuhan untuk memudahkan transportasi dan mendapatkan air laut sebagai kebutuhan utilitas.
3. Berdasarkan hasil perhitungan Analisa ekonomi didapat hasil sebagai berikut :

- Keuntungan sebelum pajak = Rp. 277.921.964.510
- Keuntungan setelah pajak = Rp. 138.960.982.255
- *Return on investment before tax* (ROIb) = 42 %
- *Return on investment after tax* (ROIa) = 21 %
- *Pay out time before tax* (POTb) = 2 tahun
- *Pay out time after tax* (POTa) = 3 tahun
- *Breakeven point* (BEP) = 56,43 %
- *Shut down point* (SDP) = 45,21 %

- *Discounted cash flow rate (DCFR)* = 14,36%

4. pabrik Aspirin dari dengan bahan baku asam asetat, asam anhidrida dan asam salisilat termasuk dalam pabrik berisiko rendah dari kondisi operasinya. Dari segi ketersediaan bahan baku dan peluang penjualan produk juga termasuk risiko rendah.
5. Dari peninjauan secara keseluruhan dapat disimpulkan pabrik Etanol dari Bonggol Pisang layak dikaji untuk didirikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alibaba. 2021. Harga Asam salisilat, Asam asetat, Asetat Anhidrida.
<https://www.alibaba.com/> Diakses pada tanggal 9 Agustus 2021.
- Austin, G.T., 1984, Shreve's Chemical Process Industries, 5th ed. McGraw-Hill Book Co, Singapura
- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2021. Data Impor Ekspor acetylsalicylic acid.
<https://www.bps.go.id/> Diakses pada tanggal 10 Agustus 2021.
- Brown, G.G., Katz D., Foust, A.S., and Schneidewind, R. 1978. Unit Operation. Modern Asia Edition. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Brownell, L.E., and Young, E.H. 1959. Process Equipment Design. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Coulson Comtrade UN. 2021. Data Impor Ekspor acetylsalicylic acid.
<https://comtrade.un.org/data> Diakses pada tanggal 10 Agustus 2021.
- , J.M., and Richardson, J.F. 1983. Chemical Engineering Design. New York: Pergamon International Library.
- Kern, D. (1965). Process Heat Transfer. Kogakusha: Mc. Graw Hill Book.
- Matches. 2021. Price of Engineering Tools. <http://www.matche.com/> Diakses pada tanggal 8 Agustus 2021
- Mc Cabe, W. L. (1976). Unit Operation of Chemical Engineering, 3rd ed. . Singapore: Mc Graw Hill, Kogakusha , Ltd.
- McKetta, J.J., 1981, Encyclopedia of Chemical Processing and Design, John Wiley and sons, Inc., New York
- Perry, R. a. (1997). Perry's Chemical Engineers' Handbook, 7th edition,, Mc Graw Hill International Editions, New York
- Perry, R. a. (1986). Perry's Chemical Engineer's Handbook. New York: Mc

Graw Hill Book Co., Inc.

Perry, R. a. (2000). Perry's Chemical Engineer's Handbook 7ed. New York: Mc Graw Hill Book Co., Inc.

Perry, R. a. (2007). Perry's Chemical Engineer's Handbook 8 ed. New York: Mc Graw Hill Book Co., Inc.

Peters, M. a. (1981). Plant Design and Economics for Chemical Engineers 3ed. Singapore: Mc. Graw Hill Book Company, Inc.

Schorr, K. (2009). Acetylsalicylic Acid. Darmstadt: Wiley-Blackwell

Smith, J.M., and Van Ness, H.C. 1975. Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics, 7th Edition. New York: McGraw-Hill Book Co., Inc.

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

Yaws, C.L. 1999. Chemical Properties Handbook. New York: McGraw-Hill Book Co., Inc

Wesley, Stoesser C., and William, R.S. 1957. *Process for the production of aspirin*. <https://patents.google.com/patent/US2987539A> Diakses pada tanggal 25 November 2021.

LAMPIRAN A

LAMPIRAN A

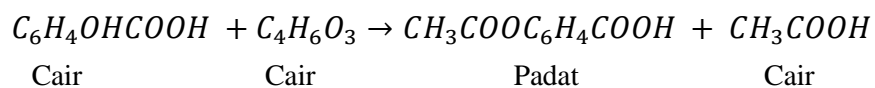
Reaktor

R-01 dan R-02

Fungsi	: Mereaksikan Asam Salisilat dengan Asetat Anhidrida menjadi Asam Asetil Salisilat
Jenis	: Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)
Fase	: Cair - Cair
Bentuk	: Tangki Silinder
Bahan	: <i>Stainless Steel 304</i>
Sifat Reaksi	: Endotermis
Kondisi Operasi	: Suhu (T) : 85°C Tekanan (P) : 1 atm

A. Kinetika Reaksi

Reaksi :



Persamaan reaksi diatas dimana asam salisilat dan asetat anhidrida adalah reaksi orde 2 dan dapat dinyatakan dengan persamaan kecepatan reaksi :

$$(-r_A) = k \cdot C_A \cdot C_B$$

Rate of input - Rate of output - Rate of reaction = Rate of accumulation

$$F_V C_{A-1} - F_V \cdot C_A - (-r_A) \cdot V = 0$$

$$F_V \cdot (C_{A-1} - C_A) = (-r_A) \cdot V$$

$$\frac{V}{F_V} = \frac{(C_{A-1} - C_{Ai})}{(-r_A)}$$

$$\theta = \frac{(C_{A-1} - C_{Ai})}{(-r_{Ai})}$$

dimana θ adalah waktu tinggal dalam reaktor

dengan persamaan

$$C_{A-1} = C_{A0}(1 - X_{A-1})$$

Maka :

$$C_A = C_{A0}(1 - X_A)$$

Untuk mencari persamaan kecepatan reaksi menggunakan waktu tinggal :

$$(-r_A) = \frac{C_{A0}(X_{A1} - X_{A0})}{\theta}$$

Dengan :

$$C_A = C_{A0}(1 - X_A)$$

$$C_B = C_{B0} - C_{A0} \cdot X_A$$

Maka :

$$(-r_A) = k \cdot C_{A0}(1 - X_A)(C_{B0} - C_{A0} \cdot X_A)$$

Substitusi persamaan (1) pada persamaan (2)

$$\frac{C_A(X_A - X_{A0})}{\theta} = k \cdot C_{A0}(1 - X_A)(C_{B0} - C_{A0} \cdot X_A)$$

Diketahui :

$$k = 2,32 \text{ mol/L} \cdot \text{min} \text{ (Joiner, 2014)}$$

$$X_A = 0,9 \text{ (US Patent US3061632A)}$$

$$C_{B0} = 43 \text{ mol/L}$$

$$C_{A0} = 30 \text{ mol/L}$$

$$(-r_A) = k \cdot C_{A0}(1 - X_A)(C_{B0} - C_{A0} \cdot X_A)$$

$$(-r_A) = 2,32 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 30 \text{ mol/L} (1 - 0,9)(43 \text{ mol/L} - 30 \text{ mol/L} \cdot 0,90)$$

$$(-r_A) = 111,36 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot \text{min}$$

B. Data

1. Neraca Massa

KOMPONEN	INPUT (kg/jam)		OUTPUT (kg/jam)	
	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
C ₆ H ₄ OHCOOH	2431,211429	17,61747412	243,1211429	1,761747412
(CH ₃ CO) ₂ O	2515,775305	24,66446377	898,4911803	8,808737062
CH ₃ COOH	1069,690534	17,82817557	2021,034137	33,68390228
H ₂ O	54,33547642	3,018637579	54,33547642	3,018637579
CH ₃ COOC ₆ H ₄ COOH	0	12,6128784	2854,030808	15,85572671
Sub Total	6071,012745		6071,012745	63,12875105

2. Neraca Panas

Masuk	kJ/jam	Keluar	kJ/jam
arus masuk	1314220,284	arus keluar	1398305,093
Pendingin	116431,5915	Panas reaksi	32346,78213
total	1430651,875	total	1430651,875

3. Densitas Campuran

komponen	kg/jam	Xi (fraksi massa)	Densitas (kg/m ³)	ρ camp
C ₆ H ₄ OHCOOH	2431,322484	0,403118271	1102,221482	444,3256179
(CH ₃ CO) ₂ O	2515,890223	0,417139776	998,2361918	416,4040213
CH ₃ COOH	1069,739397	0,177364993	978,1005831	173,4808033
H ₂ O	14,33613125	0,00237696	970,7339455	2,307395818
CH ₃ COOC ₆ H ₄ COOH	0	0	1102,413506	0
total	6031,288235	1	5151,705708	1036,517838

C. Menentukan Optimasi Reaktor

$$X = 1 - \frac{1}{\left(\frac{k \cdot C_{A0} \cdot V}{F_V}\right)^n}$$

$$V = \frac{F_V}{k \cdot C_{A0}} \left[\frac{1}{\sqrt[n]{1-X}} - 1 \right]$$

(Fogler, hal. 158-160)

a. Jumlah Reaktor 1

$$V1 = 8740,666306$$

$$X0 = 0,005872599$$

$$X1 = 0,9$$

b. Jumlah Reaktor 2

$$V2 = 1787,660415$$

$$V1 = 1787,660415$$

$$X0 = 0,009636518$$

$$X1 = 0,714728932$$

$$X2 = 0,9$$

c. Jumlah Reaktor 3

$$V3 = 897,0729052$$

$$V2 = 897,0729052$$

$$V1 = 897,0729052$$

$$X0 = 0,013628093$$

$$X1 = 0,594259755$$

$$X2 = 0,807028396$$

$$X3 = 0,9$$

d. Jumlah Reaktor 4

$$V4 = 584,9527968$$

$$\begin{aligned}
V3 &= 584,9527968 \\
V2 &= 584,9527968 \\
V1 &= 584,9527968 \\
X0 &= 0,015885356 \\
X1 &= 0,511076282 \\
X2 &= 0,730193184 \\
X3 &= 0,839376165 \\
X4 &= 0,9
\end{aligned}$$

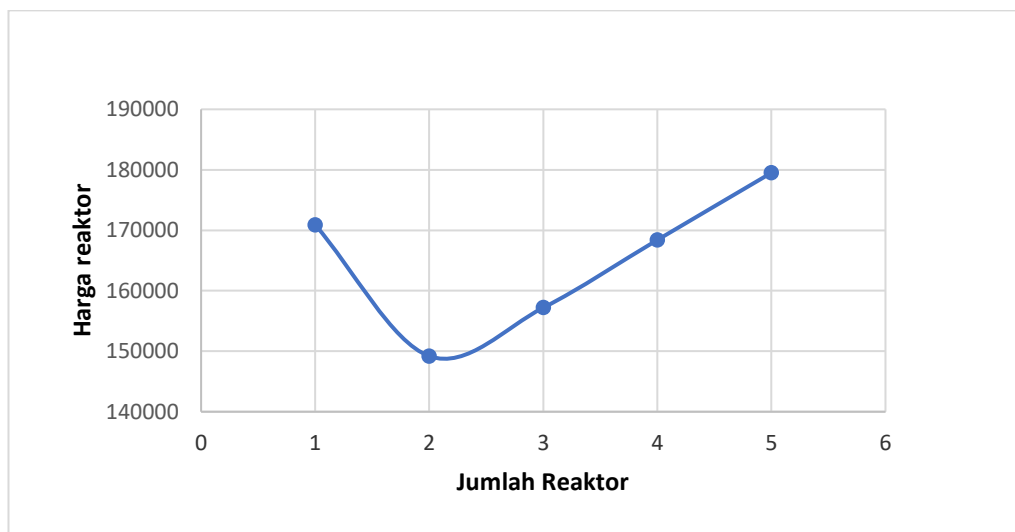
e. Jumlah Reaktor 5

$$\begin{aligned}
V5 &= 430,4494676 \\
V4 &= 430,4494676 \\
V3 &= 430,4494676 \\
V2 &= 430,4494676 \\
V1 &= 430,4494676 \\
X0 &= 0,016950959 \\
X1 &= 0,449673739 \\
X2 &= 0,667233856 \\
X3 &= 0,785119743 \\
X4 &= 0,855388712 \\
X5 &= 0,9
\end{aligned}$$

Sehingga didapatkan hasil sebagai berikut :

n	V1 (gallon)	V2	V3	V4	V5
1	2309,0393				
2	472,2498	472,250			
3	236,9815	236,982	236,982		
4	154,5282	154,528	154,528	154,528	
5	113,7127	113,713	113,713	113,713	113,713

n	V (gallon)	Harga (\$)	Harga Total (\$)
1	2309,0393	140400	140400
2	472,2498	60500	121000
3	236,9815	42000	126000
4	154,5282	33600	134400
5	113,7127	32300	161500



(Matche.com/equipcost/Reaktor)

Berdasarkan dari grafik Harga Vs Jumlah Reaktor, maka diambil jumlah 2 reaktor yang disusun secara seri dengan pertimbangan perbedaan harga yang paling signifikan yaitu antara jumlah 1 reaktor dengan jumlah 2 reaktor di antara optimasi reaktor.

D. Perancangan Reaktor

Asumsi :

- Volume cairan selama reaksi jumlahnya tetap
- Proses berjalan dalam keadaan suhu tetap (isothermal)
- Pengadukan yang sempurna
- Kondisi *Steady State*

Digunakan 2 reaktor yang disusun secara seri dengan spesifikasi :

$$V = 1,7877 \text{ m}^3$$

$$X_1 = 0,7147$$

$$X_2 = 0,9$$

E. Menghitung Dimensi Reaktor

Perancangan reaktor dibuat dengan *over design* sebesar 20%, sehingga volume reaktor menjadi :

$$\text{Vol Cairan} = 1,7877 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol Reaktor} = 1,2 \times \text{volume cairan}$$

$$\text{Vol Reaktor} = 2,1452 \text{ m}^3$$

1. Menghitung diameter dan tinggi reaktor

$$\text{Vol. Silinder} = \frac{1}{4} \pi D^2 H$$

Perancangan Reaktor RATB ini dipilih $H=1,5D$ (Brownell, hal. 88)

Sehingga :

$$\text{Vol. Silinder} = \frac{1}{4} \pi \cdot D^2 \cdot 1,5D$$

$$D = 1,2213 \text{ m}$$

$$= 48,0841 \text{ in}$$

dan untuk Tinggi Shell

$$H_s = 1,5D$$

$$= 1,8320 \text{ m}$$

Maka tinggi reaktor :

$$H \text{ reaktor} = 2 \cdot H_{\text{head}} + H_{\text{shell}}$$

$$= 2,4156 \text{ m}$$

2. Mengitung tinggi cairan

$$\text{Tinggi Cairan} = \frac{\text{Volume Cairan}}{\text{Volume Reaktor}} \times \text{Tinggi reaktor}$$

$$\text{Tinggi Cairan} = \frac{1,6529 \text{ m}^3}{2,1452 \text{ m}^3} \times 2,4156 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi Cairan} = 1,8316 \text{ m}$$

3. Menentukan tekanan Hidrostatik

$$\begin{aligned} P \text{ Hidrostatik} &= \rho \cdot g \cdot h \text{ cairan} \\ &= 2,6984 \text{ Psia} \end{aligned}$$

4. Menentukan tebal dinding reaktor

$$ts = \frac{P \cdot ri}{f \cdot E - 0,6 P} + C \text{ (Pers. 13.1, Brownell hal.254)}$$

Reaktor dirancang menggunakan bahan konstruksi *Stainless steel* 304. Dengan sambungan yang berjenis *Double Welded Butt Joints*. Berdasarkan Peters & Timmerhaus 1991, diperoleh data-data berikut :

$$\text{Allowable Stress} = 18750 \text{ psia}$$

$$\text{Joint efficiency} = 0,8$$

$$\text{Corrosion allowance} = 0,125$$

$$\text{Internal Pressure} = 17,3984 \text{ psia}$$

$$\text{Inside radius} = 2,0035 \text{ in}$$

Sehingga $Ts = 0,1273 \text{ in}$

Berdasarkan table 5.7 (Brownell & Youns, 1959) dipilih tebal shell standar :

$$\begin{aligned} Ts &= 3/16 \text{ in} \\ &= 0,1875 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\text{ID Shell} = 48,0841 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{OD Shell} &= \text{ID} + 2ts \\ &= 48,4591 \text{ in} \end{aligned}$$

Didapat ukuran OD standar pada table 5.7 Brownell hal 90 :

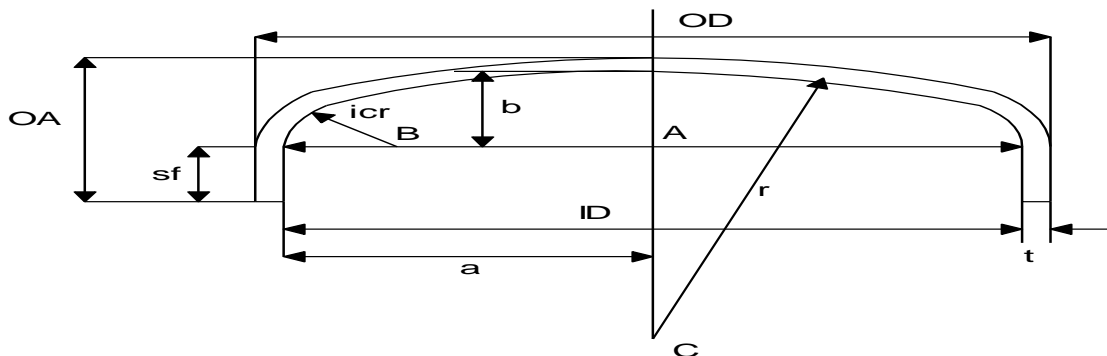
$$\text{OD} = 54 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} ts &= 3/16 \text{ in} \\ &= 0,1875 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\text{icr} = 3,25 \text{ in}$$

r = 54 in
 E = 85%
 C = 0,125
 f = 18750 psia

F. Menghitung Dimensi *Head* Reaktor



Keterangan gambar :

ID	: diameter dalam <i>head</i>
OD	: diameter luar <i>head</i>
a	: jari-jari <i>head</i>
t	: tebal <i>head</i>
r	: jari-jari dalam <i>head</i>
icr	: <i>inside corner radius</i>
b	: <i>deep of dish</i>
sf	: <i>straight of flanged</i>
OA	: tinggi <i>head</i>

1. Menghitung tebal *head*

$$t_h = \frac{P \cdot r_c \cdot W}{(2 \cdot f \cdot E) - (0,2 \cdot P)} \quad (\text{Brownell \& Young, pers 7.77, hal. 138})$$

r_c = 0,1875 in
 W = *stress-intensification factor for torispherical*
 P = 17,3984 psia
 E = 80%

$$C = 0,125$$

$$F = 18750 \text{ psia}$$

$$w = \frac{1}{4}x \left(3 + \sqrt{\frac{rc}{icr}} \right)$$

Sehingga

$$W = 1,7690$$

$$th = 0,1270 \text{ in}$$

2. Menghitung tinggi *head*

Berdasarkan table 5.8 (Brownell & Young, 1959) maka digunakannya sf :

$$sf = 2,25 \text{ in}$$

$$ID = OD - 2th$$

$$= 53,625 \text{ in}$$

$$A = ID/2$$

$$= 26,8125 \text{ in}$$

$$AB = A - icr$$

$$= 23,5625 \text{ in}$$

$$BC = rc - icr$$

$$= 50,75 \text{ in}$$

$$AC = \sqrt{BC^2 - AB^2}$$

$$= 44,9485 \text{ in}$$

$$B = rc - AC$$

$$= 9,0515 \text{ in}$$

Maka tinggi head total adalah :

$$H \text{ head} = sf + b + th$$

$$= 11,4890 \text{ in}$$

G. Menghitung Dimensi Pengaduk

$$\text{Volume cairan yang diaduk} = 2,1447 \text{ m}^3$$

$$= 567 \text{ gallons}$$

$$\text{Kekentalan cairan yang diaduk} = 0,4630 \text{ Cp}$$

$$= 0,000311 \text{ lb/ft.s}$$

1. Menghitung dimensi pengaduk

Jenis Pengaduk yang akan digunakan untuk reaktor RATB *flat six blade turbine with disk* karena cocok dengan viskositas cairan pada proses di dalam RATB. Turbin ini dapat digunakan pada cairan yang tidak terlalu kental dan berproses pada kecepatan tinggi.

Da	= diameter pengaduk	= 1,3356 ft
L	= lebar daun pengaduk	= 0,3339 ft
W	= tinggi daun pengaduk	= 5,2090 ft
E	= jarak pengaduk dari dasar tangki	= 1,7363 ft
J	= lebar baffle	= 0,2270 ft

2. Menghitung jumlah pengaduk

WELH (*Water Equivalent Liquid High*)

$$WELH = h_{\text{cairan}} \cdot sg$$

$$sg = \rho_{\text{cairan}} / \rho_{\text{air}}$$

$$sg = 1,068 \text{ kg/m}^3$$

$$WELH = 6,416 \text{ ft}$$

Jumlah Impeller = 2 buah

3. Menghitung kecepatan pengaduk

$$N = \frac{600}{\pi \cdot DI} \sqrt{\frac{WELH}{2DI}}$$

$$N = 221,721 \text{ rpm}$$

$$N \text{ standar} = 320 \text{ rpm}$$

Jenis motor yang dipilih adalah tipe *fixed speed belt*, karena mudah dalam pemasangan dan perbaikan serta harga ekonomis.

4. Menghitung bilangan Reynold

$$Re = \frac{\rho \cdot N \cdot Di^2}{\mu}$$

Dengan satuan yang diketahui :

$$\begin{aligned}\rho &= 1036,5178 \\ \mu &= 0,4630 \\ D_i &= 0,4071 \text{ m} \\ N &= 5,333 \text{ rps}\end{aligned}$$

Maka :

$$Re = 1978,7237$$

5. Menghitung tenaga pengaduk

Dengan menggunakan fig 477 G.G brown, 1978 diperoleh nilai

$$NP = 4$$

$$\text{Dimana } Pa = Np \cdot \rho \cdot Ni^3 \cdot Di^5$$

$$\begin{aligned}\rho &= 1036,5178 \\ Np &= 4 \\ D_i &= 0,4071 \text{ m} \\ Ni &= 5,333 \text{ rps}\end{aligned}$$

Sehingga

$$\begin{aligned}Pa &= 4,7164 \text{ hp} \\ P &= 4,7164/85\% \text{ (Efisiensi 85\%, Peters hal.521)} \\ &= 5,5487 \text{ hp} \\ P \text{ Standar} &= 7,5 \text{ hp}\end{aligned}$$

H. Menghitung Jacket Pemanas

Sifat – sifat steam pemanas,

$$\begin{aligned}\text{Suhu} &= 200 \text{ }^\circ\text{C} \\ \text{Massa jenis} &= 62,090 \text{ lbm/ft}^3 \\ \text{Viskositas} &= 1,870 \text{ lb/ft.jam} \\ \text{Konduktivitas} &= 0,609 \\ \text{Cp steam} &= 0,143 \text{ Btu/lb.F} \\ \text{Kebutuhan uap panas} &= 4695,5420 \text{ kg/jam} \\ \text{Densitas} &= 1036,518 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Volume uap panas} &= 4,6955 \text{ m}^3/\text{jam}\end{aligned}$$

1. Menghitung dimensi jaket

$$\begin{aligned} \text{Diameter dalam jaket (ID)} &= \text{diameter silinder} + \text{tebal silinder} \\ &= 53,625 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\text{Luas transfer panas} = 112,3207 \text{ ft}^2$$

Sehingga :

$$\text{Lebar jaket} = 2,5766 \text{ ft}$$

$$\text{Tinggi jaket} = 6,8875 \text{ ft}$$

2. Menghitung Tebal dinding jaket

$$t_s = \frac{P \cdot r_i}{F \cdot E - 0,6 P} + C$$

Perencanaan bahan konstruksi jaket pemanas dipilih SA 285 grade B dengan data pendukung sebagai berikut

$$R_i = 4,5801 \text{ ft}$$

$$P = 14,7 \text{ psia}$$

$$E = 0,8$$

$$F = 12500 \text{ psia}$$

$$C = 0,125$$

Sehingga,

$$\text{Tebal dinding} = 0,2058 \text{ in}$$

$$\text{Tebal standart} = 0,3125 \text{ in}$$

TERMODINAMIKA REAKSI

Asumsi : Panas berlangsung isothermal pada suhu 85°C

1. Panas untuk penurunan suhu umpan sampai 25°C (Qc)

NAMA LAIN	Komponen	Cp	Fm1	(Fm.Cp)1
		J/kmol.K	kmol/jam	J/jam.K
Asam Salisilat	C ₇ H ₆ O ₃	202972,981	17,6174	3575871,241
Asetat Anhidrida	C ₄ H ₆ O ₃	36600	24,6644	902719,3741
Asam Asetat	C ₂ H ₄ O ₂	139640	17,8281	2489526,437
Air	H ₂ O	75,55	3,0186	228,0580691
Aspirin	C ₉ H ₈ O ₄	53279	12,6128	672001,5482
TOTAL			75,7416	7640346,658

Umpan masuk Tf1 = 85°C

$$Q_{c1} = (F_{mi}C_{pi}) - (T_b T_{f1})$$

$$Q_{c1} = - 458.420.799,5 \text{ J/jam}$$

2. Panas untuk kenaikan suhu produk sampai 85°C (Qh)

NAMA LAIN	Komponen	Cp	Fm1	(Fm.Cp)1
		J/kmol.K	kmol/jam	J/jam.K
Asam Salisilat	C ₇ H ₆ O ₃	202972,981	17,6174	3575871,241
Asetat Anhidrida	C ₄ H ₆ O ₃	36600	24,6644	902719,3741
Asam Asetat	C ₂ H ₄ O ₂	139640	17,8281	2489526,437
Air	H ₂ O	75,55	3,0186	228,0580691
Aspirin	C ₉ H ₈ O ₄	53279	12,6128	672001,5482
TOTAL			75,7416	7640346,658

$$Qh = (F_{mi}C_{pi}) - (T_b T_{f1})$$

$$Qh = 458.420.799,5 \text{ J/jam}$$

3. Panas Reaksi Total

Panas Reaksi

$$T_{in} = 85^\circ\text{C} = 358 \text{ K}$$

$$T_{ref} = 25^\circ\text{C} = 298 \text{ K}$$

formula	Nama Komponen	\dot{n} reaksi (kmol/jam)	\dot{n} reaksi (mol/jam)	ΔH_f° (kJ/kmol)
H ₂ O	Air	3,0186	3018,6376	-14527,8962
C ₂ H ₄ O ₂	Asam Asetat	12,6129	12612,8784	-26004,1955
C ₄ H ₆ O ₃	Aseta Anhidrida	12,6129	12612,8784	-34637,8042
C ₇ H ₆ O ₃	Asam Salisilat	12,6129	12612,8784	-28072,7545
C ₉ H ₈ O ₄	Asam Asetilsalisilat	12,6129	12612,8784	-36287,8405

* ΔH_f° (Yaws Chemical Properties, 1999)

- ΔH_f° (Qref) = ΔH_f° Produk – ΔH_f° Reaktan
 = -4,91E+04 Kj/kmol
- Q_{reaksi} = (Qstd + Qout) – Qin
 = (-4,91E+04 + 1,40E+06) – 1,31E+06
 = 3,50E+04 Kj/Kmol
- $(\Delta Hr)A$ = Qc + Q_{reaksi} + Qh
 = 3,50E+04 Kj/Kmol

Setelah pengkajian nilai Panas reaksi total positif maka reaksi berjalan secara Endotermis. Hal ini menunjukkan bahwa pada saat proses reaksi berlangsung akan terjadi penyerapan kalor dari lingkungan ke sistem. Dengan asumsi bahwasannya proses berjalan pada kondisi isothermal.

Perbandingan Nilai K dengan Esterifikasi lain

Data Pembanding

1. Nilai K Esterifikasi asam salisilat dengan amil alcohol pada suhu 65°C

Model	T (K)	$k_1 (x10^3)$ (L/mol.min)	K_B (L/mol.min)	K_{π} (L/mol.min)	MRD (%)
Q-H	338	0.2826±0.004	-	-	3.388
	348	0.3102±0.002	-	-	2.951
	358	0.3594±0.076	-	-	4.481
E-R	338	0.537±0.085	100.66±11.443	18.583±8.833	0.997
	348	0.568±0.084	75.145±15.33	18.786±13.616	2.299
	358	0.732±5.142	38.210±4.049	30.019±11.061	2.267
L-H	338	5.948±0.486	6.448±0.383	3.424±0.499	0.824
	348	7.739±0.997	5.816±0.672	3.386±0.865	1.263
	358	9.874±0.584	3.383±0.191	3.346±0.561	1.265

Elif AKBAY.(2016) KINETICS OF ESTERIFICATION OF SALICYLIC ACID WITH N-AMYL ALCOHOL IN THE PRESENCE OF LEWATIT MONOPLUS S-100

2. Nilai K Esterifikasi Asam Asetat pada suhu 60°C

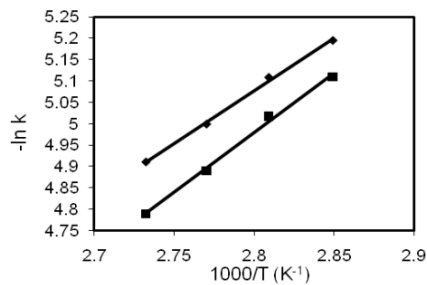


Figure 10. Arrhenius plot of the rate constant, ■NB, ◆ IB

increase with increasing catalyst loading, temperature and molar ratio. The LHHW model was used to simulate the experimental data. Reactivity of n-butanol and isobutanol towards the synthesis of butyl acetate via the esterification of acetic acid with these alcohols was checked. Comparison of these alcohols shows that activation energy reduces from 28.45 kJ/mol in case of n-butanol to 23.29 kJ/mol in case of isobutanol.

Amrit Pal .(2011) Kinetic Study of Esterification of Acetic Acid with nbutanol and isobutanol Catalyzed by Ion Exchange Resin

3. Nilai K Esterifikasi Asam Asetat 65°C

kinetic model	T (K)	k_f^+ (L ² /(mol·g·min))	k_f^- (L ² /(mol·g·min))	RMSE (%)
PH	333.15	5.60×10^{-6}	2.40×10^{-7}	1.61
	338.15	7.50×10^{-6}	3.26×10^{-7}	1.90
	343.15	1.04×10^{-5}	4.57×10^{-7}	2.21
	348.15	1.46×10^{-5}	6.50×10^{-7}	2.34
	353.15	2.21×10^{-5}	9.94×10^{-7}	2.45
ER	333.15	4.01×10^{-5}	1.72×10^{-6}	0.33
	338.15	5.26×10^{-5}	2.28×10^{-6}	0.50
	343.15	7.12×10^{-5}	3.13×10^{-6}	0.60
	348.15	1.01×10^{-4}	4.50×10^{-6}	0.73
	353.15	1.47×10^{-4}	6.61×10^{-6}	0.80
LHHW	333.15	1.24×10^{-3}	5.32×10^{-5}	0.30
	338.15	1.64×10^{-3}	7.12×10^{-5}	0.45
	343.15	2.47×10^{-3}	1.09×10^{-4}	0.54
	348.15	3.18×10^{-3}	1.42×10^{-4}	0.66
	353.15	4.64×10^{-3}	2.09×10^{-4}	0.70

Ying Liu .(2019) Kinetic Study on Esterification of Acetic Acid with Isopropyl Alcohol Catalyzed by Ion Exchange Resin

4. Nilai K Esterifikasi Asam Asetat suhu 65°C

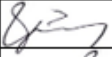

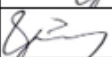

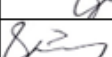
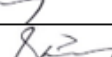
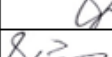
Table 4 Estimated parameter data from the different kinetic models

S.No	Model number	k_{0f} (mol g ⁻¹ min ⁻¹)	E_f (kJ mol ⁻¹)	K_{acid}	$K_{methanol}$	K_{meac}	K_{water}	Mean relative error (F _{rel})	Mean squared difference (F _{abs})
1	PH	5619	36±0.3	-	-	-	-	2.14%	2.1×10^{-4}
2	ER_Acid_Surf	19400	34.9±0.4	0.232	-	-	0.212	2.74%	3.2×10^{-4}
3	ER_Acid_Ads_Acid	11400	41.1±0.6	0.182	-	-	0.211	4.41%	8.31×10^{-4}
4	ER_Acid_Des_Ester	1140	41.1±0.4	0.183	-	-	0.199	3.31%	5.1×10^{-4}
5	ER_Acid_Des_Water	9190	48.3±0.6	0.12	-	-	0.10	4.36%	6.9×10^{-4}
6	ER_Alc_Surf	10191	33.8±0.4	-	0.30	-	0.28	2.46%	2.4×10^{-4}
7	ER_Alc_Ads_Acid	12990	41.1±0.6	-	0.190	-	0.215	4.83%	1.1×10^{-4}
8	ER_Alc_Des_Ester	4987	48.8±0.4	-	0.150	0.135	-	3.69%	6.0×10^{-4}
9	ER_Alc_Des_Water	10988	47.2±0.3	-	0.189	-	0.20	3.58%	6.2×10^{-4}
10	LH_Surf	70990	32.1±0.2	0.150	0.221	0.130	0.278	1.82%	1.9×10^{-4}
11	LH_Ads_Acid	998	33.5±0.6	0.149	0.229	0.125	0.287	3.65%	6.2×10^{-4}
12	LH_Ads_Alc	989	33.9±0.6	0.150	0.221	0.113	0.298	4.493%	9.7×10^{-4}
13	LH_Des_Ester	590	39.2±0.4	0.147	0.239	0.12	0.29	3.29%	5.0×10^{-4}
14	LH_Des_Water	602	39.1±0.4	0.15	0.23	0.115	0.17	2.36%	2.2×10^{-4}

Mallaiah Mekala (2015) Kinetics of esterification of acetic acid and methanol using Amberlyst 36 cation-exchange resin solid catalyst

LAMPIRAN B
KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Aldrin Bimo Yudho
No. MHS : 17521067
2. Nama Mahasiswa : Cipta Nanda Bayu Wijaya
No. MHS : 17521069
- Judul Prarancangan *) : PRA RANCANGAN PABRIK ACETYLSALICYLIC ACID DARI BAHAN BAKU SALISILAT ACID DAN ACID ANHIDRIDA DENGAN KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN
- Mulai Masa Bimbingan : **12 Oktober 2021**
- Batas Akhir Bimbingan : **10 April 2022**

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	26/11/2021	Penetapan neraca massa dan neraca panas	
2	27/12/2021	Perancangan dan Perhitungan Alat Besar	
3	26/01/2022	Perancangan dan Perhitungan Alat Kecil	
4	01/02/2022	Revisi Perancangan Alat Besar dan Alat Kecil	
5	17/02/2022	Utilitas dan evaluasi ekonomi	
6	26/11/2021	PEFD	
7	27/12/2021	Naskah	

Disetujui Draft Penulisan:
Yogyakarta, 21 – 3 – 2022

Pembimbing,



Agus Taufiq, Ir., M.Sc.

- *) **Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok**
- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
 - Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Aldrin Bimo Yudho
No. MHS : 17521067
2. Nama Mahasiswa : Cipta Nanda Bayu Wijaya
No. MHS : 17521069
- Judul Prarancangan *) : PRA RANCANGAN PABRIK ACETYLSALICYLIC ACID
DARI BAHAN BAKU SALISILAT ACID DAN ACID
ANHIDRIDA DENGAN KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN
- Mulai Masa Bimbingan : 14 April 2021
- Batas Akhir Bimbingan : 11 Oktober 2021

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	13/08/2021	Pemilihan Judul Tugas Akhir	
2	10/09/2021	Penentuan Judul Tugas Akhir	
3	11/09/2021	Penentuan Kapasitas Pabrik	
4	15/09/2021	Pemilihan Proses Pabrik	
5	20/09/2021	Pembuatan Neraca Massa	
6	22/09/2021	Pembuatan Neraca Panas	

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, 28 Maret 2022

Pembimbing,





Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T.

- *) **Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok**
- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
 - Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Aldrin Bimo Yudho
No. MHS : 17521067
2. Nama Mahasiswa : Cipta Nanda Bayu Wijaya
No. MHS : 17521069
- Judul Prarancangan *) : PRA RANCANGAN PABRIK ACETYLSALICYLIC ACID DARI BAHAN BAKU SALISILAT ACID DAN ACID ANHIDRIDA DENGAN KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN
- Mulai Masa Bimbingan : **12 Oktober 2021**
- Batas Akhir Bimbingan : **10 April 2022**

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	26/11/2021	Penetapan neraca massa dan neraca panas	
2	27/12/2021	Perancangan dan Perhitungan Alat Besar	
3	26/01/2022	Perancangan dan Perhitungan Alat Kecil	
4	01/02/2022	Revisi Perancangan Alat Besar dan Alat Kecil	
5	17/02/2022	Utilitas dan evaluasi ekonomi	
6	26/11/2021	PEFD	
7	27/12/2021	Naskah	

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, 28 Maret 2022 _____

Pembimbing,

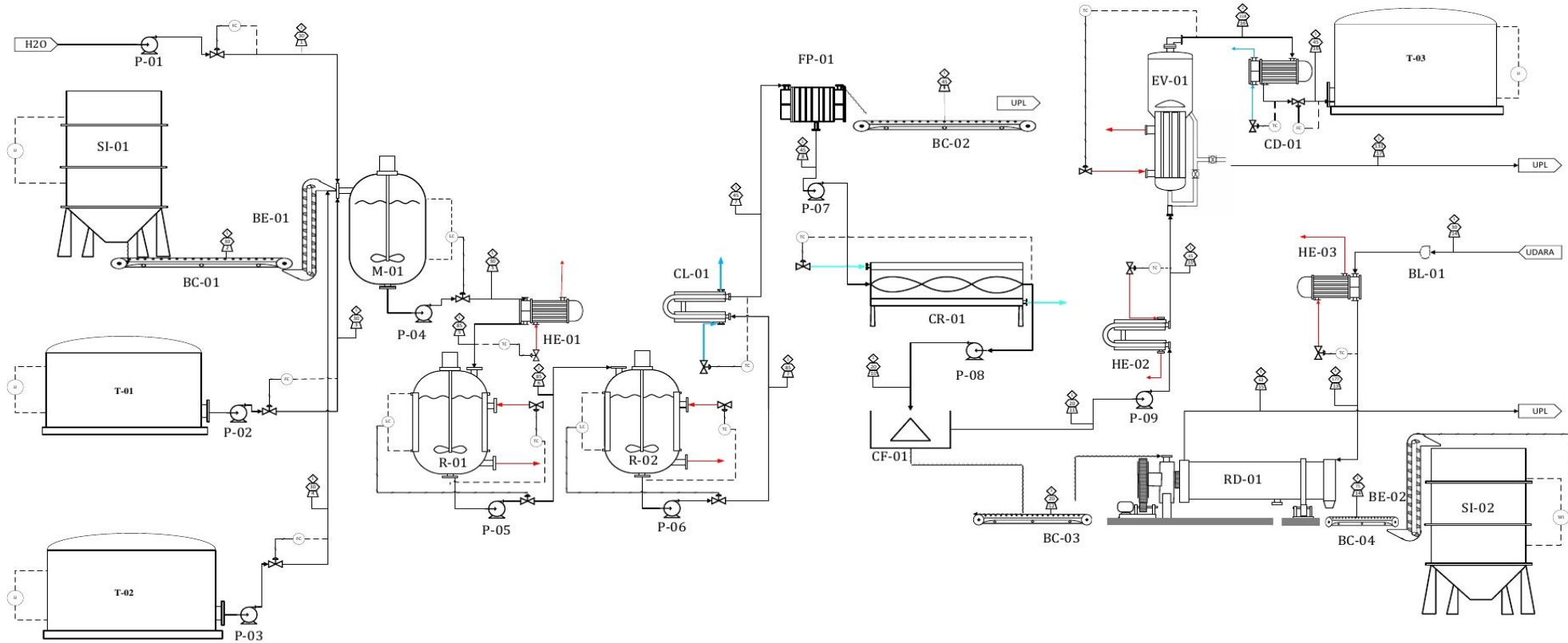


Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T.

- *) **Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok**
- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
 - Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy

LAMPIRAN C

PROCESS ENGINEER FLOW DIAGRAM PRA RANCANGAN PABRIK ASAM ASETILSALISILAT DARI BAHAN BAKU ASAM SALISILAT DAN ASETAT ANHIDRIDA DENGAN KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN



KOMPONEN	ARUS (Kg/Jam)																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
C7H6O4		2.431,21			2.431,21	690,63	243,12	4,86	238,26	4,86	4,62	0,24		0,01	0,23		4,62
C4H6O2			2.515,78		2.515,78	1.229,26	898,49	880,52	17,97	880,52	836,50	44,03		2,20	41,82		836,50
C2H4O2			12,64	1.057,05	1.069,69	1.826,46	2.021,03	1.980,61	40,42	1.980,61	1.881,58	99,03		4,95	94,08	1.561,71	319,87
H2O	40,00	12,22		2,12	54,34	54,34	54,34	53,25	1,09	53,25	50,59	2,66		0,13	2,53	41,99	8,60
C9H8O4 (s)										2.517,26		2.517,26		2.517,26			
C9H8O4 (l)					2.270,32	2.854,03	2.796,95	57,08		279,70	265,71	13,98		0,70	13,29		265,71
udara panas													2806,20				
TOTAL	40,00	2.443,43	2.528,42	1.059,17	6.071,01	6.071,01	6.071,01	5.716,20	354,82	5.716,20	3.038,99	2.677,20	2806,20	2.525,25	151,95	1.603,70	1.435,29

Keterangan			
SI	Silo	LC	Level Controller
T	Reaktor	FC	Flow Controller
M	Mixer	LI	Level Indicator
E	Evaporator	WC	Weight Controller
FP	Filter Press	-----	Solid Stream
C	Crystallizer	◇	Tekanan
RD	Rotary Dryer	◇	Silo
HE	Heat Exchanger	◇	Nomor Arus
CO	Cooler	◇	Sicam
CF	Centrifuge	→	Air Pendingin
BI	Blower	→	Pipe
BC	Bucket Conveyor	→	Sinyal Elektrik
BE	Bucket Elevator	→	Sinyal Pneumatic
P	Pompa	→	Control Valve
		→	Downstream A

	JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA YOGYAKARTA
	PROCESS ENGINEER FLOW DIAGRAM PRA RANCANGAN PABRIK ASAM ASETILSALISILAT DARI BAHAN BAKU ASAM SALISILAT DAN ASETAT ANHIDRIDA DENGAN KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN
DISUSUN OLEH : 1. Adrin Bimo Yudho (17521067) 2. Cipta Nanda Bayu Wijaya (17521069)	
DOSEN PEMBIMBING : 1. Ir. Agus Taufiq, M.Sc. 2. Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T.	