

PRA RANCANGAN PABRIK
ASAM ASETILSALISILAT (ASPIRIN) DARI ASAM
SALISILAT DAN ASETAT ANHIDRAT
KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN
PRA RANCANGAN PABRIK
Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia



Disusun Oleh :

Nama : Rahmilia Ardyia Putri

Nama : Rofi Aistiya Hani

NIM : 20521128

NIM : 20521208

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

2024

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL
PRA RANCANGAN PABRIK ASAM ASETILSALISILAT DARI ASAM
SALISILAT DAN ASETAT ANHIDRAT
KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rofi Aistiya Hani

Nama : Rahmilia Ardy P

NIM : 20521208

NIM : 20521128

Yogyakarta, 30 Oktober 2024

Menyatakan bahwa seluruh hasil Pra rancangan Pabrik 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 apapun.

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

Td. Tangan



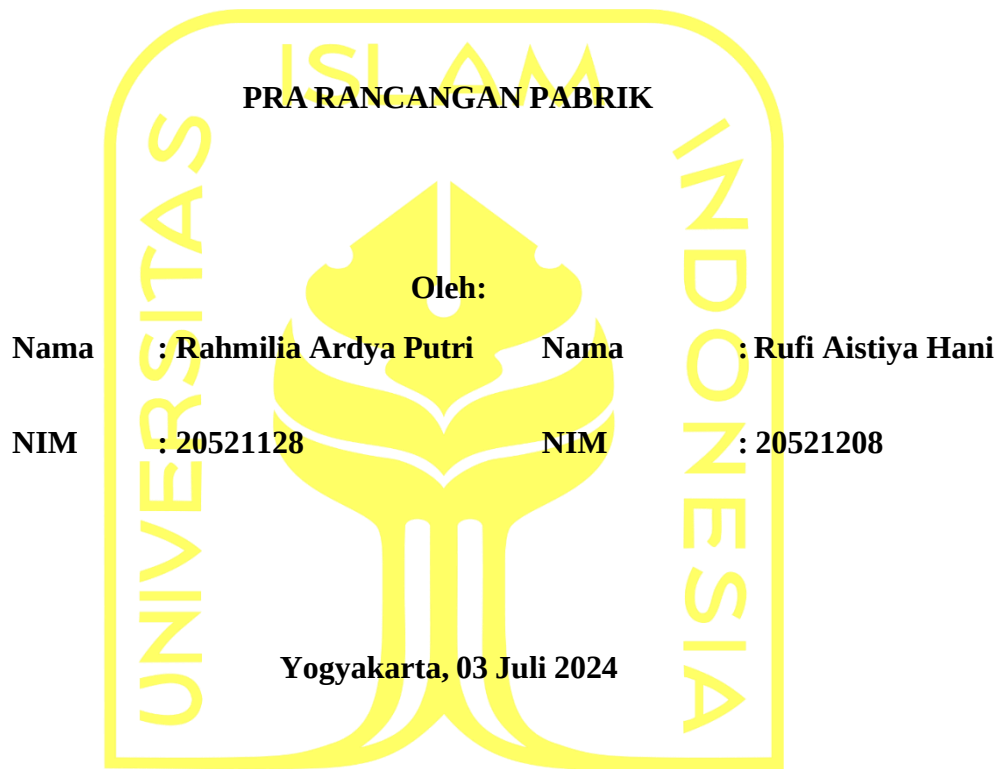
Rofi Aistiya Hani

Td. Tangan



Rahmilia Ardy Putri

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING
PRA RANCANGAN PABRIK ASAM ASETILSALISILAT (ASPIRIN)
DARI ASAM SALISILAT DAN ASETAT ANHIDRAT
DENGAN PROSES SINTESIS KALSIMUM OKSIDA
KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN



Oleh:

Nama : Rahmilia Ardyia Putri	Nama : Rufi Aistiya Hani
NIM : 20521128	NIM : 20521208

Yogyakarta, 03 Juli 2024

Dosen Pembimbing,



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

NIK. 995200445

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
PRA RANCANGAN PABRIK ASAM ASETILSALISILAT
(ASPIRIN) DARI ASAM SALISILAT DAN ASETAT ANHIDRAT
KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN

Oleh :

Nama : Rahmilia Ardy Putri	Nama : Rofi Aistiya Hani
NIM : 20521128	NIM : 20521208

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, 12 Desember 2024

Tim Penguji,
Sholeh Ma'mun, S.T., M.T., Ph.D.
Ketua Penguji



17-12-2024

Dr. Ariany Zulkania, S.T., M.Eng.
Penguji 1



13-12-2024

Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T.
Penguji 2



13-12-2024

Mengetahui :

Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia




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

NIP. 995200445

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji Syukur kami panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat, taufik dan hidayah-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan baik. Shalawat serta salam semogaselalu tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, sahabat serta pengikutnya.

Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik yang berjudul **“PRA RANCANGAN PABRIK ASAM ASETIL SALISILAT (ASPIRIN) DARI ASAM SALISILAT DAN ASETAT ANHIDRAT DENGAN PROSES SINTESIS KALSIUM OKSIDA 15.000 TON/TAHUN”**. Tugas Akhir Pra Rancangan pabrik ini merupakan serangkaian tugas yang harus dilakukan oleh setiap mahasiswa sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia di Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

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

1. Allah SWT atas Rahmat serta karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Kedua Orang Tua kami,
3. Ibu Ifa Puspasari, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

4. Bapak Sholeh Ma'mun, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia sekaligus selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan, masukan dan bimbingan dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini.
5. Seluruh civitas akademika di lingkungan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
6. Teman-teman Teknik Kimia angkatan 2020 yang selalu memberikan dukungan, semangat serta do'a.
7. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu, dalam membantu penyusunan Tugas Akhir ini.

Kami menyadari bahwa dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan, untuk itu kami mengharapkan kritik dan saran untuk kesempurnaan laporan ini. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, Aamiin.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, 12 Desember 2024

Penyusun

Daftar Isi

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL	iv
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iv
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
Daftar Isi.....	vii
Daftar Tabel.....	x
Daftar Gambar	xii
ABSTRAK	xiii
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik.....	4
1.2.1 Data Impor Asam asetil salisilat.....	4
1.2.2. Data Ekspor Asam asetil salisilat	6
1.3 Tinjauan Pustaka.....	10
1.3.1 Asam asetilsalisilat	10
1.3.2 Proses pembuatan aspirin	10
1.3.3 Pemilihan Proses.....	12
1.4 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika	13
1.4.1 Tinjauan Termodinamika	13
1.4.2 Tinjauan Kinetika	16
BAB II.....	18
PERANCANGAN PRODUK	18
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk.....	18
2.2 Sifat Kimia Bahan Baku dan Produk.....	20
2.3 Pengendalian Kualitas	21
2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku.....	21
2.3.2 Pengendalian Kualitas Proses Produksi.....	22
2.3.3 Pengendalian Kualitas Produk.....	25
BAB III.....	28
PERANCANGAN PROSES	28
3.1 Diagram Alir Proses Material.....	28
3.1.1. Diagram Alir Kualitatif	28
3.1.3 Uraian Proses.....	30
3.3 Spesifikasi Alat.....	32
3.3.1. Spesifikasi Reaktor.....	32
3.3.3 Spesifikasi Penyimpanan Bahan dan Produk	38
3.3.4 Spesifikasi Alat Transportasi dan Bahan.....	41
3.3.5 Spesifikasi Alat Penukar Panas	48
3.4 Neraca Massa.....	50
3.4.1 Neraca Massa Reaktor.....	50
3.4.2 Neraca Massa <i>Rotary Vacuum Filter</i>	50
3.4.3 Neraca Massa <i>Rotary Dryer</i>	51

3.5 Neraca Panas.....	51
3.5.1 Neraca Panas Reaktor.....	51
3.5.2 Neraca Panas <i>Rotary Vacuum Filter</i>	51
3.5.3 Neraca Panas <i>Rotary Dryer</i>	52
3.5.4 Neraca Panas <i>Cooling Conveyor</i>	52
3.5.5 Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i>	52
BAB IV	53
PERANCANGAN PABRIK	53
4.1 Penentuan Lokasi Pabrik	53
4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik.....	54
4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik.....	56
4.2 Tata Letak Pabrik (<i>Plant Layout</i>)	57
4.2.1 Tata Letak Peralatan	64
4.3 Organisasi Perusahaan	65
4.3.1 Bentuk Organisasi Perusahaan	65
4.3.2 Struktur Organisasi Perusahaan.....	67
4.3.3 Tugas dan Wewenang	70
4.3.4 Status Karyawan dan Sistem Upah.....	78
4.3.5 Pembagian Jadwal dan Jam Kerja	79
4.3.6 Penggolongan Jabatan dan Sistem Gaji.....	82
4.3.7 Kesejahteraan Karyawan.....	90
BAB V	93
UTILITAS	93
5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Alir.....	95
5.1.1 Unit Penyediaan Air	95
5.1.2 Unit Pengolahan Air	98
5.1.3 Unit Pembangkit <i>Steam</i>	103
5.2 Unit Pembangkit Listrik.....	104
5.3 Unit Penyedia Udara Tekan	106
5.4 Unit Penyedia Bahan Bakar	107
5.5 Spesifikasi Alat Utilitas	108
5.5.1 Bak Utilitas.....	108
5.5.2 Tangki Utilitas	109
5.4.3 Pompa Utilitas	110
5.4.4 <i>Boiler</i>	116
5.4.5 <i>Cooling Tower</i>	116
5.4.6 <i>Clarifier</i>	116
BAB VI	117
EVALUASI EKONOMI	117
6.1 Penaksiran Harga Alat	118
6.2 Dasar Perhitungan.....	123
6.3 Perhitungan Biaya.....	123
6.3.1 Modal (<i>Capital Investment</i>).....	123
6.3.2 Biaya Produksi (<i>Manufacturing Cost</i>).....	125
6.3.4 Pengeluaran Umum (<i>General Expense</i>)	127
6.4 Analisis Keuntungan.....	128

6.5 Analisis Risiko Pabrik	129
Tabel 6.14 Analisis Risiko Pabrik (Lanjutan)	130
6.6 Analisis Kelayakan	131
6.6.1 <i>Return on Investment</i> (ROI)	131
6.6.2 <i>Pay Out Time</i> (POT)	131
6.6.3 <i>Break Even Point</i> (BEP).....	132
6.6.4 <i>Shut Down Point</i> (SDP).....	135
6.6.5 <i>Discounted Cash Flow Rate of Return</i> (DCFRR)	135
BAB VII	137
KESIMPULAN DAN SARAN	137
7.1 Kesimpulan.....	137
7.2 Saran	139
Daftar Pustaka	140
LAMPIRAN A	142
Perancangan Reaktor.....	143
LAMPIRAN B	154
(PEFD)	154

Daftar Tabel

Tabel 1.1 Impor Asam Asetilsalisilat.....	4
Tabel 1.2 Ekspor Asam Asetil Salisilat.....	6
Tabel 1.3 Kebutuhan Konsumsi di dalam Negeri	8
Tabel 1.4 Data Kapasitas Produsen Aspirin di Beberapa Negara	9
Tabel 1.5 Perbandingan Proses Pembuatan Aspirin	12
Tabel 2.1 Parameter Bahan Baku dan Produk	18
Tabel 2.2 Sifat Kimia Bahan Baku dan Produk	20
Tabel 3.1 Spesifikasi Reaktor	32
Tabel 3.2 Spesifikasi <i>Furnace</i>	33
Tabel 3.3 Spesifikasi <i>Rotary Vacuum Filter</i>	34
Tabel 3.4 Spesifikasi <i>Rotary Dryer</i>	35
Tabel 3.5 Spesifikasi <i>Ball Mill</i>	36
Tabel 3.6 Spesifikasi <i>Screen</i>	37
Tabel 3.7 Spesifikasi Tangki.....	338
Tabel 3.8 Spesifikasi Silo.....	349
Tabel 3.9 Spesifikasi <i>Belt Conveyor</i>	41
Tabel 3.10 Spesifikasi <i>Cooling Conveyor</i>	43
Tabel 3.11 Spesifikasi <i>Bucket Elevator</i>	44
Tabel 3.12 Spesifikasi Pompa	46
Tabel 3.13 Spesifikasi <i>Hopper</i>	47
Tabel 3.14 Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i>	48
Tabel 3.15 Spesifikasi <i>Blower</i>	49
Tabel 3.16 Neraca Massa Reaktor	50
Tabel 3.17 Neraca Massa <i>Rotary Vacuum Filter</i>	50
Tabel 3.18 Neraca Massa <i>Rotary Dryer</i>	51
Tabel 3.19 Neraca Panas Reaktor	51
Tabel 3.20 Neraca Panas <i>Rotary Vacuum Filter</i>	51
Tabel 3.21 Neraca Panas <i>Rotary Dryer</i>	52
Tabel 3.18 Neraca Massa <i>Rotary Dryer</i>	51
Tabel 3.19 Neraca Panas Reaktor	51
Tabel 3.20 Neraca Panas <i>Rotary Vacuum Filter</i>	51
Tabel 3.21 Neraca Panas <i>Rotary Dryer</i>	52
Tabel 3.22 Neraca Panas <i>Cooling Conveyor</i>	52
Tabel 3.23 Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i>	52
Tabel 4.1 Perincian Luas Tanah dan Bangunan Pabrik	61
Tabel 4.2 Pembagian <i>shift</i> Karyawan	80
Tabel 4.3 Penggolongan Jabatan.....	81
Tabel 4.4 Jumlah Karyawan	83
Tabel 4.5 Rincian Gaji Karyawan.....	86
Tabel 5.1 Kebutuhan Air Pendingin	97
Tabel 5.2 Kebutuhan Air Umpan Boiler	97

Tabel 5.3 Kebutuhan Air Proses	98
Tabel 5.4 Total Kebutuhan Air	99
Tabel 5.5 Kebutuhan Listrik Alat Proses	106
Tabel 5.6 Kebutuhan Listrik Alat Utilitas	107
Tabel 5.7 Spesifikasi Bak Utilitas	109
Tabel 5.8 Spesifikasi Tangki Utilitas	110
Tabel 5.9 Spesifikasi Pompa Utilitas	111
Tabel 5.10 Spesifikasi Boiler	117
Tabel 5.11 Spesifikasi Pompa Utilitas	117
Tabel 5.12 Spesifikasi Boiler	117
Tabel 6.1 Indeks Harga Alat	120
Tabel 6.2 Indeks Harga Alat Proses	122
Tabel 6.3 Indeks Harga Alat Utilitas	123
Tabel 6.4 <i>Physical Plant Cost</i> (PPC)	125
Tabel 6.5 <i>Direct Plant Cost</i>	125
Tabel 6.6 <i>Fixed Capital Investment</i> (FCI)	125
Tabel 6.7 <i>Working Capital Investment</i> (WCI)	126
Tabel 6.8 <i>Direct Manufacturing Cost</i> (DMC)	127
Tabel 6.9 <i>Indirect Manufacturing Cost</i> (IMC)	127
Tabel 6.10 <i>Fixed Manufacturing Cost</i> (FMC)	126
Tabel 6.11 <i>Total Manufacturing Cost</i>	128
Tabel 6.12 <i>General Expense</i>	129
Tabel 6.13 <i>Total Production Cost</i>	129
Tabel 6.14 Risiko Analisis Pabrik.....	130
Tabel 6.11 <i>Total Manufacturing Cost</i>	128
Tabel 6.12 <i>General Expense</i>	129

Daftar Gambar

Gambar 1.1 Impor Asam Asetilsalisilat	5
Gambar 1.2 Ekspor Asam Asetil Salisilat.....	6
Gambar 1.3 Konsumsi Asam Asetil Salisilat.....	8
Gambar 1.4 Skema <i>Shrinking Core Model</i>	17
Gambar 3.1 Diagram Alir Kualitatif	28
Gambar 3.2 Diagram Alir Kuantitatif	29
Gambar 4.1 Peta Rencana Lokasi Pabrik Aspirin.....	54
Gambar 4.2 Tata Letak Pabrik Aspirin	63
Gambar 4.3 Tata Letak Proses Pabrik Aspirin.....	65
Gambar 4.4 Struktur Organisasi Perusahaan	70
Gambar 5.1 Diagram Alir Utilitas Pengolahan Air.....	96
Gambar 6.1 Grafik Indeks Harga vs Tahun	122
Gambar 6.2 Grafik Evaluasi Ekonomi	138

ABSTRAK

Ketergantungan produk farmasi di Indonesia yang terus meningkat mengharuskan Indonesia dapat memenuhi kebutuhan tersebut. Dalam rangka mengurangi ketergantungan impor dan memenuhi kebutuhan domestik serta ekspor Perancangan Pabrik Asam Asetil Salisilat atau asetosal diperlukan untuk memenuhi pasar farmasi Indonesia yang memiliki potensi pasar hingga 27% di Asean. Aspirin sebagai obat yang memiliki sejarah yang sangat panjang dan memiliki peran krusial dalam dunia farmasi. Proses yang digunakan dalam proses pembuatan melibatkan reaksi esterifikasi antara asam salisilat dan asetat anhidrat menggunakan kalsium oksida sebagai katalis. Pabrik dirancang untuk beroperasi secara kontinu dengan kapasitas 15.000 ton/tahun, menggunakan reaktor alir tangka berpengaduk (RATB) memanfaatkan kondisi operasi suhu 70–90°C dan tekanan atmosferik. Untuk memproduksi memproduksi aspirin sebesar 15.000 ton/tahun diperlukan asam salisilat sebanyak 1.614,23 kg/jam, asetat anhidrat sebanyak 2.386,28 kg/jam dan kalsium oksida sebanyak 1.146,74 kg/jam. Utilitas pendukung proses meliputi air pendingin sebesar 5.822,74 kg/jam, air proses sebesar 166,37 kg/jam, penyediaan *saturated steam* sebesar 496,66 kg/jam dan air domestik sebesar 7.315,2 kg/jam, penyediaan udara tekan sebesar 16,24 m³/jam dan penyediaan kebutuhan listrik 871,25 kW. Perancangan pabrik ini merupakan pabrik *low risk* berdasarkan analisis resiko pabrik. Adapula analisis ekonomi menunjukkan potensi kelayakan investasi dengan perhitungan *ROI* didapat 41% sebelum pajak dan 31% sesudah pajak, *POT* dari perhitungan didapat 2,04 sebelum pajak dan 2,57 sesudah pajak, dan *BEP* yang didapat 41,9% dan SDP 27% serta DCFR 8,04%. Dengan memanfaatkan sumber daya manusia lokal, pabrik ini diharapkan dapat meningkatkan lapangan kerja dan mendorong pengembangan industri farmasi nasional.

Kata Kunci: Asam Asetilsalisilat, RATB, Aspirin, Esterifikasi, Kalsium Oksida, Industri Farmasi.

ABSTRACT

The increasing dependency on pharmaceutical products in Indonesia requires the country to meet this demand. To reduce reliance on imports and to fulfill domestic and export needs, the design of an Acetylsalicylic Acid (aspirin) production plant is essential to serve the Indonesian pharmaceutical market, which has a market potential of up to 27% in ASEAN. Aspirin, as a drug, has a long history and plays a crucial role in the pharmaceutical industry. The manufacturing process involves an esterification reaction between salicylic acid and acetic anhydride, using calcium oxide as a catalyst. The plant is designed to operate continuously with a production capacity of 15,000 tons/year, employing a Continuous Stirred Tank Reactor (CSTR) under operating conditions of 70–90°C and atmospheric pressure. To produce 15,000 tons/year of aspirin, 1,614.23 kg/hour of salicylic acid, 2,386.28 kg/hour of acetic anhydride, and 1,146.74 kg/hour of calcium oxide are required. The supporting utilities for the process include cooling water at 5,822.74 kg/hour, process water at 166.37 kg/hour, saturated steam at 496.66 kg/hour, domestic water at 7,315.2 kg/hour, compressed air at 16.24 m³/hour, and electricity at 871.25 kW. This plant design is classified as low risk based on a risk analysis. Additionally, an economic analysis indicates investment feasibility, with an ROI of 41% before tax and 31% after tax, a POT of 2.04 years before tax and 2.57 years after tax, a BEP of 41.9%, an SDP of 27%, and a DCFR of 8.04%. By utilizing local human resources, this plant is expected to create jobs and support the development of the national pharmaceutical industry.

Keywords: Acetylsalicylic Acid, CSTR, Aspirin, Esterification, Calcium Oxide, Pharmaceutical Industry.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tolak ukur sebuah negara maju salah satunya adalah pertumbuhan ekonomi. Sektor Industri yang sangat berpengaruh pada pertumbuhan ekonomi sebuah negara, sektor industri banyak berpengaruh meningkatkan pendapatan negara, menyerap tenaga kerja dan mengurangi ketergantungan pada produk dari negara lain. Maka dari itu hilirisasi mendapat kesempatan yang sangat besar, begitu pula dengan perkembangan industri kimia yang sangat strategis dan memiliki banyak keterikatan dengan industri lain. Industri farmasi salah satunya yang banyak berkaitan juga merasakan dampak dari percepatan hilirisasi di Indonesia.

Dalam industri farmasi Indonesia masih banyak tergantung pada produk impor dari negara lain. Indonesia banyak hanya melakukan proses pencampuran, *packaging* dan pemasaran. Indonesia memiliki potensi pasar farmasi terbesar di ASEAN. Pasar farmasi Indonesia mencapai 27% dari total pasar ASEAN. Salah satu upaya untuk kemajuan industri farmasi di Indonesia serta mengurangi devisa negara yaitu dengan mendirikan pabrik farmasi yang berintegritas mulai dari pembuatan bahan baku sampai dengan pemasarannya.

Dalam sejarah penemuannya, asam asetilsalisilat atau yang lebih dikenal sebagai aspirin. Aspirin mempunyai bahan aktif yang disebut sebagai Asam salisilat asetil yang merupakan turunan sintesis dari senyawa

salisin. Salisin sebetulnya dapat ditemukan secara alami yang banyak terkandung di dalam beberapa tanaman terutama pada tanaman Willow yang digunakan oleh dokter di Mesir sebagai Pereda nyeri, salah satunya gejala malaria dan nyeri sendi, seiring berjalannya waktu aspirin banyak digunakan sebagai *anti-inflammatory*. Penemuan terbaru juga menjelaskan bahwa aspirin dapat mengurangi kemungkinan penyakit stroke, serangan jantung dan komplikasi yang terjadi setelah insiden kardiovaskular (Fuster V, 2011).

Asam salisilat telah digunakan sejak lama sebagai terapi demam dan nyeri. Pada tahun 1852, Charles Gerhard menemukan struktur asam salisilat yang terdiri dari enam karbon cincin benzena dengan dua gugus hidroksil dan gugus karboksilat. Asetilasi pada gugus hidroksil menghasilkan asam asetil salisilat. Felix Hoffman, salah seorang ilmuwan perusahaan Bayer, menyempurnakan struktur asam asetil salisilat menjadi bentuk yang lebih stabil dan murni yaitu dengan asetilasi pada gugus fenol di tahun 1897. Asetilasi pada gugus tersebut memberikan efek analgesik yang lebih poten. Perusahaan Bayer kemudian mematenkan dengan nama paten aspirin (White dan Stevenson, 2018).

Saat ini Aspirin banyak digunakan sebagai analgesik dan banyak dijual dipasaran. Aspirin sendiri tergolong dalam jenis obat-obatan anti inflamasi non-steroid (NSAID) yang berfungsi sebagai pereda rasa nyeri ringan sampai sedang seperti nyeri otot, sakit gigi, sakit kepala serta rasa nyeri yang disebabkan oleh menstruasi. Obat ini juga sering digunakan

untuk mengobati pilek, demam dan peradangan.

Aspirin dengan rumus molekul $C_9H_8O_4$, adalah senyawa yang tidak larut dalam air, tidak berbau, serta berwujud kristal padat pada suhu kamar. Senyawa ini kemudian dikembangkan oleh perusahaan Bayer menjadi senyawa asam asetilsalisilat yang dikenal saat ini atau aspirin. Aspirin adalah obat pertama yang dipasarkan dalam bentuk tablet. Sebelumnya, obat ini diperdagangkan dalam bentuk bubuk (puyer). Obat asam asetil salisilat (aspirin) ini mulai digunakan pertama kalinya untuk pengobatan simptomatis penyakit-penyakit reumatik pada tahun 1899 sebagai obat anti radang bukan steroid sintetik dengan kerja antiradang yang kuat (Dannhardt and Laufer, 2000).

Dibandingkan dengan obat antiradang bukan steroid yang lain, penggunaan asam asetil salisilat jauh lebih banyak, bahkan termasuk produk farmasi yang paling banyak digunakan dalam pengobatan dengan kebutuhan dunia mencapai 36.000 ton per tahun. Seiring bertambahnya jumlah penduduk, konsumsi aspirin terus meningkat setiap tahunnya karena permintaan yang banyak dan harga yang relatif murah. Berdasarkan data (BPS, 2023) jumlah impor aspirin memiliki peningkatan setiap tahunnya.

Jika kebutuhan aspirin dalam negeri dapat terpenuhi, tentunya akan banyak menghemat biaya untuk pengurangan biaya impor. Sehubungan dengan hal tersebut maka sangat tepat jika Pabrik Aspirin didirikan di Indonesia. Bahan baku yang mudah diperoleh, ketersediaan teknologi yang

memadai dan sumber daya manusia yang mendukung dapat menjadi pertimbangan yang bagus untuk mendirikan pabrik ini. Oleh karena itu, pendirian pabrik aspirin ini diharapkan mampu memberikan dampak positif dalam segi sosial dan ekonomi, yakni menambah lapangan pekerjaan baru, menambah devisa negara, serta meningkatkan kesejahteraan bagi masyarakat sekitar sehingga mampu memenuhi kebutuhan aspirin di dalam negeri untuk mengurangi ketergantungan terhadap negara lain.

1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik

Dalam perancangan pabrik Asam Asetilsalisilat (Aspirin) ada beberapa pertimbangan diantaranya adalah *supply* dan *demand*. Supply dipengaruhi oleh nilai kapasitas impor dan produksi, sedangkan demand dipengaruhi oleh nilai ekspor dan konsumsi. Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan kapasitas pabrik aspirin adalah:

1.2.1 Data Impor Asam asetil salisilat

Supply suatu produk dari impor asam asetilsalisilat. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) RI, data impor asam asetilsalisilat sebagai bahan kimia dan farmasi dari tahun 2019 Sampai 2023 ditunjukkan pada Tabel 1.1.

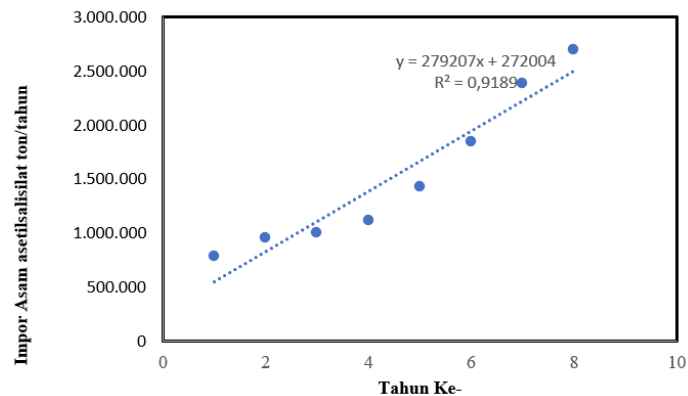
Tabel 1.1 Impor Asam Asetilsalisilat

Tahun ke-	Tahun	Impor, ton/tahun
1	2015	787.416
2	2016	951081
3	2017	1.844.379
4	2018	2.391.120
5	2019	2.702.824
6	2020	1.434.504

Sumber : Badan Pusat Statistik, 2023

Berdasarkan data diatas, dapat diketahui bahwa industri di Indonesia masih

membutuhkan aspirin dari luar negeri untuk memenuhi kebutuhan bahan baku dalam usahanya. Dari data impor di atas dapat dibuat grafik antara data tahun pada sumbu x dan data import dari sumbu y. Grafik dapat dilihat pada Gambar 1.1



Gambar 1.1 Impor Asam Asetilsalisilat

Perkiraan impor Aspirin di Indonesia pada tahun yang akan datang saat pembangunan pabrik dapat dihitung dengan menggunakan persamaan $Y = 279.207x + 272.004$ dengan menggunakan persamaan tersebut, dapat diperkirakan impor aspirin pada tahun 2030 (tahun ke- 6) sebesar $Y = 1.403.237$ ton/tahun.

Pada perancangan ini dipilih kapasitas 15.000 ton/tahun. Dengan kapasitas sebesar ini diharapkan dapat mencakupi kebutuhan dalam negeri dan ekspor. Sementara saat ini, sudah terdapat perusahaan di Indonesia yang memproduksi asam asetilsalisilat yaitu pada PT Bayer Indonesia dan PT. Darya Varia.

1.2.2. Data Ekspor Asam asetil salisilat

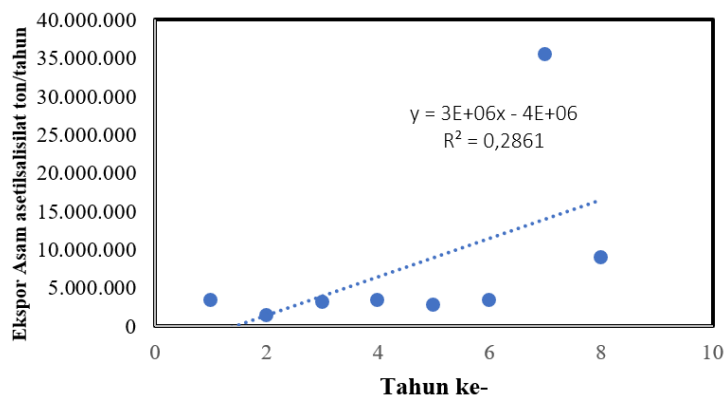
Nilai demand didapatkan dari nilai ekspor dan konsumsi asam asetilsalisilat. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) RI, data ekspor aspirin dari tahun 2019 sampai 2023 dapat dilihat pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2 Ekspor Asam Asetil Salisilat

Tahun ke-	Tahun	Ekspor, ton/tahun
1	2015	3.311.940
2	2016	1.313.229
3	2017	3.163.111
4	2018	3.357.123
5	2019	2.784.946
6	2020	3.309.601

Sumber : Badan Pusat Statistik, 2023

Dari data diatas, terlihat bahwa ekspor asam asetilsalisilat atau aspirin di Indonesia rata rata memiliki ekspor yang cukup rendah. Dari data ekspor di atas dapat dibuat grafik antara data tahun pada sumbu x dan data ekspor dari sumbu y ditunjukkan pada gambar 1.2.



Gambar 1.2 Ekspor Asam Asetilsalisilat

Perkiraan ekspor aspirin di Indonesia pada tahun yang akan datang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan $Y = 3E+06x - 4E+06$ dimana nilai x sebagai tahun dan y sebagai jumlah ekspor. Dengan persamaan diatas diperkirakan untuk tahun 2030 (tahun ke-6) ekspor aspirin

di Indonesia sebesar $Y = 14.000.000$ ton/tahun.

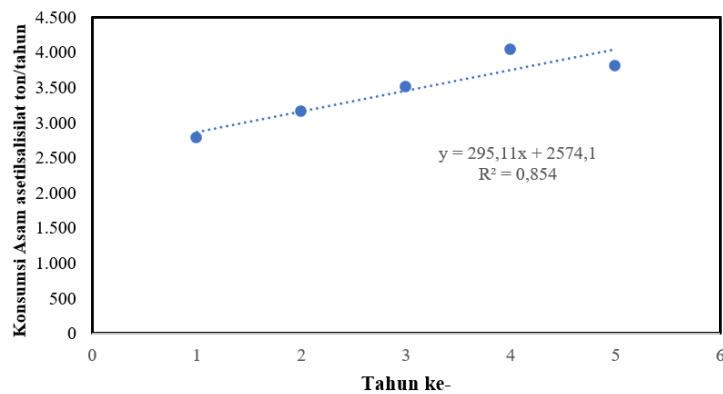
Jumlah konsumsi aspirin dalam negeri pada tahun 2030 didapatkan berdasarkan data statistik industri manufaktur bahan baku industri seperti yang tercantum pada tabel 1.3. Peningkatan kebutuhan aspirin seperti yang ditunjukkan dalam gambar 1.3 terus meningkat setiap tahunnya. Beberapa industri yang menggunakan Aspirin sebagai bahan baku produksinya adalah sebagai berikut :

1. Farmasi, produk obat kimia dan tradisional
2. Kosmetik, sebagai bahan anti-inflamasi dan eksfoliasi
3. Industri kimia, bahan baku dalam produksi senyawa kimia
4. Industri makanan, untuk pengawet atau lainnya
5. Industri tekstil, untuk peningkatan daya serap warna pada kain

Tabel 1.3 Kebutuhan di dalam Negeri

Tahun ke-	Tahun	Konsumsi (ton/tahun)
1	2018	2.777,36
2	2019	3.156,01
3	2020	3.513,42
4	2021	4.038,76
5	2022	3.811,54

Sumber : Kemenperin, 2023



Gambar 1.3 Kebutuhan Asam Asetilsalisilat

Dari grafik diatas didapatkan persamaan $Y = 295,11x + 2.574,1$ sehingga dari persamaan tersebut dapat dihitung perkiraan konsumsi aspirin pada tahun 2030 (tahun ke-6) sebesar 3.459,43 ton/tahun. Dari beberapa produksi aspirin di Indonesia yaitu perusahaan PT. Darya Varia dan PT. Bayer rata rata produksinya sekitar 7.000 ton/tahun. Pertimbangan kapasitas pabrik pada tahun 2030 didasarkan pada jumlah impor, ekspor, kebutuhan dan produksi. Dimana, potensi kapasitas pabrik Aspirin pada tahun 2030:

$$\text{Peluang Kapasitas} = (\text{Ekspor} + \text{Kebutuhan}) - (\text{Impor} + \text{Produksi})$$

$$= ((14.000.000 + 3.459,43) - (1.403.238 + 7.000)) \text{ ton/tahun}$$

$$= 12.593.221,43 \text{ ton/tahun}$$

Selain itu, kapasitas produksi dapat ditentukan dengan meninjau dari kapasitas pabrik yang telah berdiri. Adapun beberapa produsen aspirin dari mancanegara yang telah berdiri dijabarkan pada Tabel 1.4.

Tabel 1.4 Data Kapasitas Produsen Aspirin di Beberapa Negara

Nama Perusahaan	Negara	Kapasitas (ton/th)
China Production	China	3.500
JQC (Huayin) Pharmaceutical Co., Ltd	China	8.500
Arab Factory	Arab Saudi	1.200
Bayer Factory at Lada	USA	1.200
PT. Bayer Indonesia	Indonesia	2.000
Bayer	Germany	12.000

Berdasarkan pada hasil analisa *supply-demand*, peluang kapasitas produksi aspirin pada tahun 2030, yaitu sebesar 12.593.221,43 ton/tahun, sementara kapasitas terkecil pabrik aspirin yang telah berdiri adalah sebesar 2000 ton/tahun dan kapasitas pabrik terbesar, yaitu 12000 ton/tahun. Terlihat bahwa peluang kapasitas pendirian pabrik ini **cukup besar** dibandingkan dengan Produksi aspirin yang tersedia. Dari hal tersebut, dapat ditentukan kapasitas pabrik yang telah berdiri di mancanegara serta kebutuhan konsumsi di dalam negeri yang besar, sehingga dipilih kapasitas perancangan pabrik aspirin yang akan dibangun dengan kapasitas sebesar 15.000 ton/tahun. Dengan didirikannya pabrik aspirin tersebut diharapkan dapat memenuhi kebutuhan aspirin di Indonesia.

1.3 Tinjauan Pustaka

1.3.1 Asam asetilsalisilat

Asetosal (Asam asetil salisilat) atau yang lebih dikenal dengan nama Aspirin suatu obat yang biasa digunakan sebagai analgesik, antipiretik dan antiinflamasi (Wilmana, 1995). Asetosal sendiri merupakan ester salisilat hasil sintesis asam organik dengan substitusi pada gugus hidroksil berupa asam asetat dan asam salisilat, seiring berkembang metode pembuatan aspirin sebagai berikut:

1.3.2 Proses pembuatan aspirin

Proses pembuatan aspirin dapat dilakukan melalui 3 proses yaitu sebagai berikut :

1. Esterifikasi Asetil Klorida dengan Asam Salisilat (Mc.Ketta,1987)

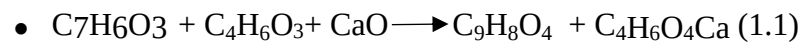
Proses ini diperkenalkan oleh Pavlov dan A Terentyev, yang menghasilkan produk samping HCl dari kristal aspirin dan proses ini sudah lama tidak digunakan.

Proses ini telah lama ditinggalkan oleh industri aspirin karena tidak sesuai dengan metodesintesa industri dan telah ditemukannya proses yang lebih menguntungkan, yaitu produk samping yang dapat dimanfaatkan kembali ke dalam proses dan dapat meningkatkan efisiensi proses.

2. Esterifikasi Asam Salisilat dengan Asam Anhidrida dengan Katalis Asam

Proses ini sudah jarang digunakan karena biaya produksi yang cukup mahal dan biasanya digunakan untuk penelitian di Laboratorium. Reaksi antara Asam Salisilat dan Asam Anhidrida dengan katalis H_2SO_4 pekat. *Acetilasi* adalah penggantian atom H^- dari gugus hidroksi pada asam salisilat dengan gugus asetil asam asetat anhidrida.

3. Metode Esterifikasi asam salisilat dengan asam anhidrida dengan penambahan kalsium oksida sebagai *reaction accelerator* dan *acid neutralizing agent*. (Handal Vega., 2001)



1.3.3 Pemilihan Proses

Berdasarkan macam-macam proses yang telah dijelaskan, maka proses yang dipilih adalah proses yang ketiga yaitu aspirin yang diproduksi dengan cara mengesterifikasikan asam salisilat dengan asam asetat anhidrida. Alasan pemilihan proses dapat ditunjukkan pada Tabel 1.5 perbandingan masing-masing proses sebagai berikut:

Tabel 1.5 Perbandingan Proses Pembuatan Aspirin

Proses	Keterangan
1. Esterifikasi Asetil Klorida dengan Asam Salisilat	- Hasil samping : asam klorida (HCl) - Sudah jarang digunakan karena hasil samping (HCl) tidak bisa dimanfaatkan kembali dalam proses.
2. Esterifikasi Asam Salisilat dengan Asetat Anhidrida dengan Katalis Asam	- Kondisi operasi : 85 – 60° C - Biasa dilakukan dalam skala laboratorium - Biaya produksi lebih mahal
3. Esterifikasi Asam Salisilat, Asetat Anhidrida dengan Kalsium Oksida <i>Reaction Accelator & Acid Neutralizing Agent</i>	- Kondisi Operasi : 70 – 90°C - Biasa dilakukan dalam skala besar - Biaya produksi lebih ekonomis - Produk samping berupa $C_4H_6O_4Ca$ yang tidak berbahaya di cerna tubuh

Dengan meninjau proses – proses pembuatan Aspirin diatas, maka dipilih proses Esterifikasi dari Asam Salisilat Asetat Anhidrida *Reaction Accelator & Acid Neutralizing Agent* dengan Kalsium Oksida karena proses ini memiliki kemurnian yang lebih tinggi dan produksi yang lebih ekonomis.

Pemilihan proses ini berdasarkan pertimbangan sebagai berikut :

1. Hasil samping atau produk samping berupa $C_4H_6O_4Ca$ dapat dicerna tubuh secara alami.
2. Biaya produksi Asam Asetil Salisilat lebih ekonomis dibandingkan menggunakan proses yang lain
3. Esterifikasi dari Asam Salisilat dengan Asetat Anhidrida biasa dilakukan dalam skala besar
4. Suhu dan tekanan operasi yang digunakan lebih rendah sehingga energi yang dibutuhkan lebih rendah
5. Tingkat kemurnian produk aspirin yang didapatkan lebih tinggi
6. Proses esterifikasi antara Asam Salisilat dan Asetat Anhidrat menggunakan proses yang tidak terlalu rumit

1.4 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika

1.4.1 Tinjauan Termodinamika

Tinjauan termodinamika dilakukan untuk mengetahui reaksi berjalan secara eksotermis atau endotermis. Hal ini dapat diketahui dengan menghitung enthalpy reaksi dengan rumus :

$$\Delta H^\circ = \sum(n\Delta H^\circ_f)\text{produk} - \sum(n\Delta H^\circ_f)\text{reaktan} \quad (1.2)$$

Data ΔH°_f untuk masing-masing senyawa pada suhu 363,15 K adalah :

$$\Delta H^\circ_f \text{ C}_7\text{H}_6\text{O}_3 = 19,44 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^\circ_f \text{ C}_4\text{H}_6\text{O}_3 = 9,14 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^\circ_f \text{ CaO} = 21,11 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^\circ_f \text{ C}_9\text{H}_8\text{O}_4 = 27,18 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^\circ_f \text{ C}_4\text{H}_6\text{O}_4\text{Ca} = 19,16 \text{ kJ/mol} \quad (\text{Yaws,1990})$$

Maka didapat nilai ΔH sebagai berikut :

$$\Delta H^\circ = (\Delta H^\circ_f \text{ C}_9\text{H}_8\text{O}_4 + \Delta H^\circ_f \text{ C}_4\text{H}_6\text{O}_4\text{Ca}) - (\Delta H^\circ_f \text{ C}_7\text{H}_6\text{O}_3 + \Delta H^\circ_f \text{ C}_4\text{H}_6\text{O}_3 + \Delta H^\circ_f \text{ CaO})$$

$$\Delta H^\circ = -3,33 \text{ kJ/mol}$$

Karena nilai ΔH adalah negatif, maka reaksi berjalan eksotermis. Kemudian untuk mengetahui apakah reaksi berjalan searah (*irreversible*) atau bolak-balik (*reversible*) ditentukan dengan mengetahui nilai K dari reaksi dengan perhitungan sebagai berikut :

$$S^\circ \text{ C}_7\text{H}_6\text{O}_3 = 172,4 \text{ J/mol.K}$$

$$S^\circ \text{ C}_4\text{H}_6\text{O}_3 = 389,95 \text{ J/mol.K}$$

$$S^\circ \text{ CaO} = 38,2 \text{ J/mol}$$

$$S^\circ \text{ C}_9\text{H}_8\text{O}_4 = 252,82 \text{ J/mol.K}$$

$$S^\circ \text{ C}_4\text{H}_6\text{O}_4\text{Ca} = 83,4 \text{ J/mol.K}$$

$$\begin{aligned} \Delta S_{298} &= \sum(n\Delta S)_{\text{produk}} - \sum(n\Delta S)_{\text{reaktan}} \\ &= -197,42 \text{ J/mol.K} \end{aligned}$$

Hasil diatas digunakan untuk menghitung perubahan energi Gibbs dengan persamaan :

$$\begin{aligned}\Delta G_{298} &= \Delta H_{298} - T \Delta S_{298} \\ &= -178,18 \text{ kJ/mol} - 298 \text{ K} \cdot (-197,42 \text{ J/mol.K}) \\ &= -119,35 \text{ J/mol}\end{aligned}$$

Kemudian digunakan untuk mencari nilai K (konstanta kesetimbangan) dengan persamaan berikut :

$$\Delta G_{298} = - \ln K R T \quad (\text{J.M. Smith and Van Ness, 1975})$$

Dengan :

ΔG_{298} = Energi Gibbs standar suatu reaksi pada 298 K (kJ/mol)

R = Konstanta gas ($8,314 \times 10^{-3}$ kJ/mol.K)

T = Temperatur (K)

K = Konstanta kesetimbangan

Maka,

$$-\ln K = \Delta G_{298}/(R.T)$$

$$K_{298} = 868,8177$$

Dengan suhu reaksi 90°C atau 363 K, diperoleh nilai K₃₆₃ sebagai berikut

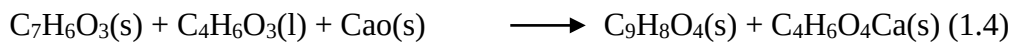
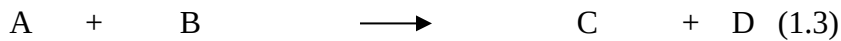
$$\ln \frac{K_{363}}{K_{298}} = \frac{\Delta H_{298}}{R} * \left(\frac{1}{363} - \frac{1}{298} \right)$$

K₃₆₃ = 867,251 Karena nilai K besar, maka reaksi berjalan searah atau

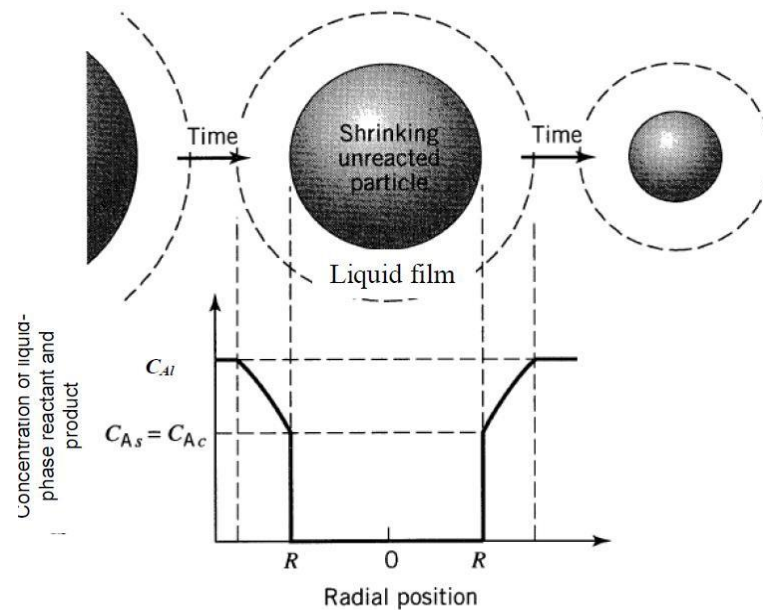
irreversible.

1.4.2 Tinjauan Kinetika

Reaksi pembentukan aspirin dari asam salisilat dan asetat anhidrida, merupakan reaksi padat-cair. Reaksi yang terjadi sebagai berikut :



Reaksi pembentukan aspirin ini mengikuti model mekanisme reaksi *Shrinking Core Model*. Secara skematik, model mekanisme reaksi pembentukan aspirin ini dengan menggunakan *Shrinking Core Model* dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 1.4 Skema *Shrinking Core Model*

Tahapan mekanisme *shrinking core model*:

- Difusi reaktan B dari badan utama liquid melalui lapisan film ke permukaan padatan

- b. Reaksi pada permukaan padatan antara reaktan B dan padatan
- c. Difusi produk hasil reaksi dari permukaan padatan melalui lapisan film ke badan utama liquid. Dengan asumsi tidak ada lapisan abu yang memberikan tahanan

Dengan, Reaksi dianggap berorde 1 masing-masing terhadap a dan b

$$(-r_A) = k.C_A.C_B \quad (1.5)$$

Dengan : $(-r_A)$ = laju reaksi $C_9H_8O_4$, kmol/m³.jam

k = konstanta laju reaksi, m³/kmol.jam

C_A = konsentrasi $C_7H_6O_3$, kmol/m³

C_B = konsentrasi $C_4H_6O_3$, kmol/m³

Dan didapat nilai k adalah 0,60818 m³/kmol.jam

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

Untuk memenuhi kualitas produk sesuai spesifikasi dan target pada perancangan ini, maka proses pembuatan asam asetil salisilat dengan menggunakan asam salisilat, asetat anhidrat, dan kalsium oksida sebagai bahan baku utamanya dapat dirancang berdasarkan variabel-variabel utama, yaitu spesifikasi produk dan spesifikasi bahan baku (Atkins, P. W. 1996).

Tabel 2.1 Parameter Bahan Baku dan Produk

Parameter	Bahan Baku			Produk	
	Asam Salisilat	Asetat Anhidrida	Kalsium Oksida	Asam Asetil salisilat	Kalsium Asetat
Rumus Kimia	$C_7H_6O_3$	$C_4H_6O_3$	CaO	$C_9H_8O_4$	$C_4H_6O_4Ca$
Berat Molekul (g/mol)	138	102	56,077	180,16	180
Fase	Padat	Cair	Padat Kristal Halus	Padat	Padat Kristal
<i>Specific Gravity</i>	1,8	1,08	2,32	1,35	1,5

Tabel 2.1 Parameter Bahan Baku dan Produk (Lanjutan)

Parameter	Bahan Baku			Produk	
	Asam Salisilat	Asetat Anhidrida	Kalsium Oksida	Asam Asetilsalisilat	Kalsium Asetat
Density (g/L) (pada 25°C), (g/cm ³)	1,39	1,077	1,438-1,443	1,35	1,509
Titik Didih (°C)	211	139,6	2.850	140	117
Titik Leleh (°C)	158	-73	2.572	136	160
Viskositas (cP)	0,541	0,843	0,65	0,808	1,056
ΔH_f° (298K) (kJ/mol)	-589,9	-624,4	-635	-554,88	-968
ΔG_f° (298K) (kJ/mol)	-365,21	-476,68	-604	-488,53	-57,2
Kelarutan	- Dalam air = 1,8 g/L Dalam asetat anhidrat 10 g/L (90°C)	Larut dalam air (Hidrolisis)	Dalam air =1,73 g/L Dalam asetat anhidrat 12 g/L (90°C)	Tidak larut	Larut dalam air
NFPA Health Rating	2	3	3	1	1
NFPA Reactivity Rating	1	2	0	1	1
NFPA Fire Rating	0	2	2	0	0
NFPA Special Instruction	Tidak ada	Oksidator	Reaksi eksotermis dengan air	Tidak ada	Tidak ada

2.2 Sifat Kimia Bahan Baku dan Produk

Selain sifat fisika, adapun sifat kimia dari bahan baku dan produk dari pembuatan asam asetilsalisilat. Tabel 2.2 menunjukkan sifat kimiadari bahan baku dan produk yang bersumber dari ([^]) Kirk and Othmer, 1998; ^{*)} Perry, 2008).

Tabel 2.2 Sifat Kimia Bahan Baku dan Produk

Bahan Baku			Produk	
Asam Salisilat	Asetat Anhidrida	Kalsium Oksida	Asam Asetilsalisilat	Kalsium Asetat
1. Sebagai katalis dengan <i>Tetrachloride</i>, NaOH menjadi <i>2-hydroxyl-1,3-benzenedicarboxylic acid</i> 2. Sebagai formalin dan Asam Klorida dengan katalis ZnCl₂ menjadi Asam5 klorometilsalisilat	1. Direaksikan dengan Phenol akan menghasilkan Asam Asetat. 2. Dapat terdekomposisi menjadi Keton dan Asam Asetat pada suhu 280-600°C dan tekanan 1 atm. 3. Dapat bereaksi dengan asam oksalat, karbonmonoksida dan karbondioksida. 4. Asetat Anhidrida dengan air membentuk Asam Asetat glacial	1. Bereaksi dengan asam untuk membentuk garam kalsium. 2. kalsium oksida dapat digunakan dalam sintesis organik lainnya yang mungkin berhubungan dengan pembuatan prekursor aspirin atau bahan kimia farmasi lainnya.	1. Mudah terhidrolisa dalam air panas 2. Larut dalam alkohol dan methanol membentuk metalsalisilat 3. Aspirin dengan NaOH 10% akan terhidrolisa membentukAsam Salisilat	1.Digunakansebagai katalisator untuk mengubah asam salisilat menjadi aspirin 2.Bertindak sebagai sumber ion asetat (CH₃COO⁻) yang membantudalam reaksi esterifikasi antara asam salisilat (asam salisilat adalah prekursor aspirin) dan asam asetat glasial 3.Secara kimiawi, kalsium asetat sebagai katalisator asam dalam reaksi ini untuk membantu mempercepat reaksi kimia

2.3 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas merupakan kegiatan yang terencana dalam suatu perusahaan untuk menjaga dan mempertahankan kualitas produk yang akan dihasilkan supaya nantinya dapat berjalan dengan baik dan sesuai standar yang telah ditetapkan. Pengendalian kualitas pada pabrik glukosa meliputi pengendalian kualitas bahan baku, pengendalian kualitas proses, dan pengendalian kualitas produk (Perry and Robert, 2008).

2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas dari bahan baku disini dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana kualitas yang dihasilkan oleh bahan baku yang digunakan untuk membuat produk yang diinginkan. Dimana ditinjau dari beberapa pertimbangan apakah bahan baku yang ada sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan untuk proses. Oleh karena itu, sebelum dilakukan atau dimulai tahap proses produksi harus dilakukan pengecekan terkait pengujian kualitas bahan baku yang berupa Asam Salisilat ($C_7H_6O_3$), Asetat Anhidrat ($C_4H_6O_3$) dan Udara dengan tujuan agar bahan yang digunakan dalam pembuatan produk sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan dalam pabrik.

Semua pengawasan terkait mutu bahan baku dapat dilakukan analisa di Laboratorium maupun menggunakan alat kontrol. Dan setelah dilakukannya analisa apabila kualitas bahan baku yang ada tidak sesuai, maka kemungkinan besar bahan baku tersebut akan dilakukan pengembalian kepada supplier (Yaws and Carl L, 1999).

2.3.2 Pengendalian Kualitas Proses Produksi

Tujuan dari pengendalian kualitas proses produksi ini adalah untuk menjagakualitas aspirin yang dihasilkan. Pengendalian proses ini dilakukan mulai bahan baku masuk sampai menjadi produk. Proses pengendalian kualitas produk dilakukan di laboratorium dan menggunakan alat kontrol.

Pengendalian proses untuk jalannya operasi dilakukan dengan cara *automatic control* dengan menggunakan indikator yang berbeda pada *control room*. Apabila terjadi penyimpangan pada indikator dari yang telah ditentukan baik bahan baku maupun produk maka dapat diketahui dari sinyal atau tanda yang diberikan berupa adanya bunyi alarm, nyala lampu dan lain-lain. Apabila ada tanda-tanda tersebut maka penyimpangan harus dikembalikan pada kondisi semula. Beberapa alat kontrol yang harus di *set* pada kondisi tertentu yaitu sebagai berikut :

a. *Flow rate*

Merupakan salah satu alat yang dipasang pada aliran bahan baku, aliran masuk dan aliran keluar proses.

b. *Temperature control*

Merupakan salah satu alat yang pada umumnya temperature control memiliki *set point* batasan nilai suhu yang dimasukkan parameter didalamnya. Dimana ketika nilai suhu benda (nilai aktual) yang diukur melebihi set point hanya selisih beberapa derajat saja, maka outputnya akan bekerja.

Merupakan alat yang dipasang pada bagian dinding tangki. Jika belum sesuai dengan kondisi yang telah ditetapkan atau di set, maka akan menimbulkan isyarat atau tanda berupa nyala lampu dan bunyi alarm.

Pengendalian proses dilakukan terhadap kerja pada suatu harga tertentu supaya dihasilkan produk yang memenuhi standar, maka pengendalian mutu dilakukan untuk mengetahui apakah bahan baku dan produk telah sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Setelah perencanaan produksi disusun dan proses produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik.

Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mana mutunya sesuai dengan standard dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat. Untuk menjaga kelancaran proses, maka perlu diadakan pengawasan selama proses berlangsung dan pengawasan produk aspirin pada saat berada di tangki penyimpanan (Silo produk) sebelum dilakukannya pendistribusian pada konsumen yang membutuhkan.

c. pH Control

Proses pembuatan aspirin biasanya melibatkan reaksi esterifikasi antara asam salisilat dan asam asetat anhidrat. Pengendalian pH sangat penting untuk memastikan reaksi berjalan dengan baik, dan agar produk akhir tidak mengandung asam bebas yang dapat menurunkan kemurnian aspirin. Ph control ini menggunakan metode bahan kalsium oksida untuk menetralkan asam.

d. Agitation Speed

Kecepatan pengadukan berpengaruh pada homogenitas campuran bahan baku (asam salisilat, asam asetat anhidrat, dan pelarut). Pengadukan yang tidak cukup dapat menyebabkan campuran tidak merata, yang berpotensi menurunkan hasil dan kualitas produk.

e. Reaction Time

Waktu reaksi yang tidak tepat dapat menghasilkan produk yang kurang murni, atau bahkan menyebabkan pembentukan produk sampingan yang tidak diinginkan. Dengan menggunakan metode Pemantauan dan pengontrolan waktu reaksi dengan ketat menggunakan sistem *timer otomatis* atau pengukuran waktu yang akurat. Biasanya, waktu reaksi untuk sintesis aspirin berkisar antara beberapa jam, tergantung pada skala produksi.

f. Raw material quality

Bahan baku yang digunakan dalam proses seperti asam salisilat, asetat anhidrat, dan kalsium oksida harus memiliki kemurnian yang tinggi untuk menghasilkan aspirin dengan kualitas yang baik dengan pengujian bahan baku sebelum digunakan untuk memastikan bahwa mereka memenuhi spesifikasi yang diperlukan (kemurnian, tidak ada kontaminasi, dll.)

g. Purification

Setelah sintesis aspirin, penting untuk memurnikan produk untuk menghilangkan sisa asam salisilat, asam asetat, atau bahan kimia lain yang tidak bereaksi dengan menggunakan proses filtrasi pada *Rotary Vacuum Filter* yang digunakan untuk memisahkan produknya dari *Impurities* atau pengotor.

Secara umum pengendalian kualitas atau mutu proses dilakukan dengan menggunakan tiga metode antara lain :

1. Pengawasan proses secara langsung

Pada pengendalian mutu ini team quality control secara langsung mengawasi dari masing-masing proses, dengan cara memperhatikan perlakuan terhadap aliran bahan baku dan mesin produksi.

2. Pengawasan melalui panel kendali dan pengawasan secara otomatis

Pengendalian proses secara otomatis yang terdapat dalam mesin produksi misalnya keadaan tekanan saat terjadinya reaksi, suhu operasi reaktor, banyaknya material dalam suatu alat dan lain - lain. Apabila terjadi penyimpangan terhadap bahanbaku selama proses, maka secara otomatis mesin produksi akan berhenti.

3. Pengawasan kondisi parameter mesin

Pada pengawasan proses dengan cara ini lebih ditekankan pada parameter-parameter mesin produksi yang sedang berjalan. Apabila tidak sesuai dengan standarmaka harus diatur lagi settingan mesinnya agar memenuhi standar yang telah ditentukan.

2.3.3 Pengendalian Kualitas Produk

Kualitas produk juga harus dikendalikan kualitasnya supaya dapat diperoleh mutu atau kualitas dari aspirin yang sesuai dengan standar kualitas yang berlaku dan layak untuk dipasarkan. Pengendalian kualitas dengan pendekatan produk akhir dilakukan dengan cara system control yang dimana seluruh produk akhir akan diperiksa sebelum dipasarkan keluar, tujuannya

supaya dapat mengetahui produk yang kualitasnya sesuai standar dan produk yang dibawah standar (rusak/cacat). Untuk produk yang sudah sesuai standar dapat dipasarkan, sedangkan produk yang dibawah standar harus dilakukan tindakan yang tepat untuk dapat meningkatkan kualitas produk tersebut. Kemudian produk yang dibawah standar harus dianalisis terkait kelemahan dan kekurangan, kemudian dibuat diagram pareto untuk mengidentifikasi atau mengetahui penyebab terjadinya kegagalan pada produk, setelah diketahui penyebabnya kemudian dilakukan analisa faktor penyebab kegagalan produk dengan menggunakan fishbone diagram supaya dapat menganalisis faktor-faktor apa saja yang menjadi penyebab kegagalan produk. Langkah terakhir yaitu menentukan dan melakukan tindakan dalam memperbaiki kualitas produk yang sesuai standar.

Selain itu dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu dipertimbangkan yaitu factor eksternal dan factor internal. Factor eksternal adalah factor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan. Sedangkan factor internal adalah terkait kemampuan pabrik, yaitu :

a. Kemampuan Pasar

Terdapat dua kemungkinan dimana yang pertama adalah kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal. Yang kedua kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik. Dari kedua kemampuan tersebut ada 3 alternatif yang dapat diambil, yaitu rencana

produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar dengan mempertimbangkan untung dan rugi. Kemudian rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan untuk tahun berikutnya. Serta bias dilakukannya tindakan serta upaya untuk mencari daerah pemasaran lain agar produk bisa terjual.

b. Kemampuan Pabrik

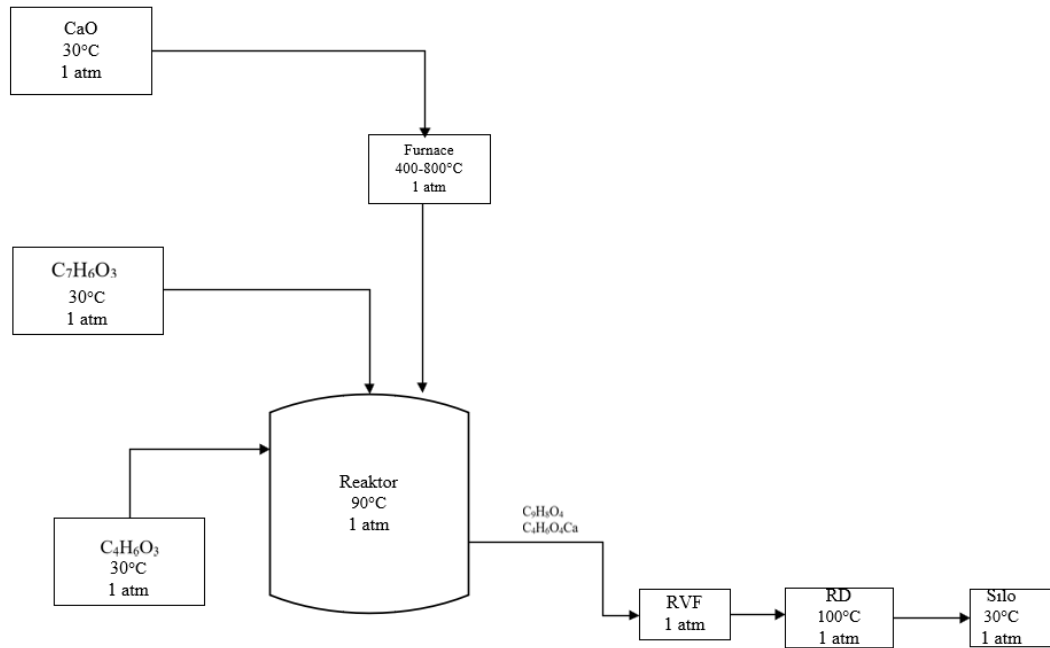
Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor yaitu berupa material (Bahan baku) dimana dengan pemakaian bahan baku yang memenuhi kualitas dan kuantitas, maka akan mencapai target produksi yang diinginkan. Kemudian terkait manusia sebagai tenaga kerja dimana kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian yang menimpa pabrik. Oleh karena itu perlu dilakukannya semacam training atau pelatihan pada setiap karyawan di pabrik tersebut yang nantinya akan meningkatkan keterampilan dan cara berpikir dalam menjalankan suatu pekerjaan. Selain terkait pada dua hal diatas dalam suatu pabrik juga berkaitan dengan kemampuan mesin (peralatan) yang digunakan di dalam suatu pabrik. Dimana ada dua hal yang mempengaruhi kemampuan dan kehandalan peralatan yaitu keefektifan jam kerja pada mesin dan kemampuan mesin itu sendiri. Jam kerja mesin efektif disini berkaitan dengan kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu untuk menghasilkan produk yang diinginkan.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

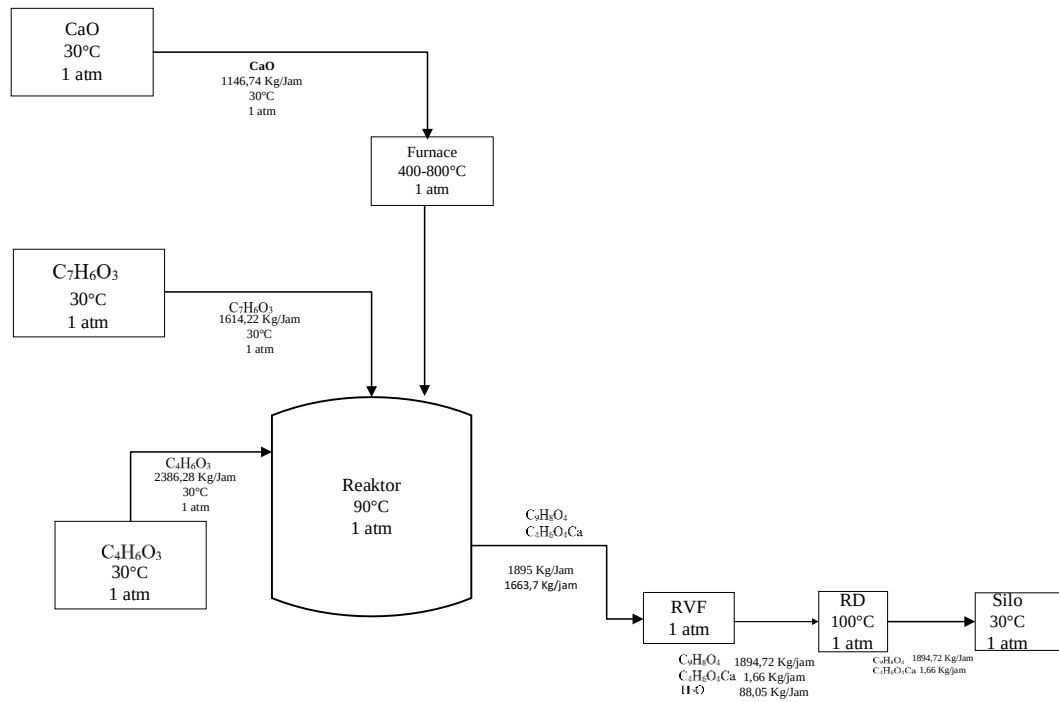
3.1 Diagram Alir Proses Material

3.1.1. Diagram Alir Kualitatif



Gambar 3.1 Diagram Alir Kualitatif Produksi Aspirin

3.1.2 Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 3.1 Diagram Alir Kuantitatif Produksi Aspirin

3.1.3 Uraian Proses

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

- a. Tahap Persiapan Bahan Baku
- b. Tahap Sintesis
- c. Tahap Kalsinasi
- d. Tahap Pengepakan

a. Penyiapan Bahan Baku

Bahan baku pembuatan Asam asetilsalisilat ($C_9H_8O_4$) adalah pencampuran Asam salisilat ($C_7H_6O_3$), Asetat anhidrida ($C_4H_6O_2$) dan kalsium oksida, (CaO) dalam perbandingan yang sesuai. Bahan baku asam salisilat ($C_7H_6O_3$) diangkut dari Silo (S-01) secara vertical diangkut dengan *Belt Conveyor* (BC-01) ke *Reactor* (R-01). Bahan baku asetat anhidrida ($C_4H_6O_2$) yang disimpan dalam *tangki* (T-01) dialirkan dengan *pompa Sentrifugal* (P-02) menuju *Reactor* (R-01). Bahan baku tambahan kalsium oksida (CaO) yang disimpan dalam Silo (S-02) diangkut dengan *Belt Conveyor* (BC-01) ke *Furnace* (F-01) kemudian kalsium oksida diangkut secara vertical dengan *Belt Conveyor* (BC-02) ke Silo (S-03) dan secara vertikal diangkut dengan *Belt Conveyor* (BC-03) ke *Reactor* (R-01).

b. Tahap Sintesis

Jenis reaktor yang digunakan pada tahap esterifikasi adalah reaktor alir tangki berpengaduk (RATB). Reaksi berjalan secara *eksotermis* oleh karena itu perlu ditambah isolator untuk menjaga suhu di reaktor. Temperatur reaksi dijaga pada

suhu 90°C, tekanan 1 atm. Dengan waktu reaksi pembuatan asam asetilsalisilat adalah 30 menit. (US 6,278,014 B1)

Produk dari reactor (R-01) bersuhu 90°C dan bertekanan 1 atm kemudian dipompa dengan pompa (P-02) ke *Rotary Vacuum Filter* (RVF-01) untuk melewati proses pencucian.

c. Tahap Pengeringan

Pasta Asam asetilsalsilat yang telah terbentuk, kemudian dikeringkan di dalam Rotary dryer dimaksudkan untuk mendapatkan kristal asam asetilsalisilat dengan kemurnian 98% .

Pasta asam asetilsalisilat yang telah dikeringkan, kemudian dengan menggunakan *Cooling Conveyor* (CC-01) dibawa dan didinginkan ke penampung produk sementara (S-04). 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.

d. Tahap Pengepakan

Keluar dari Rotary Dryer, kristal dilewatkan *Cooling Conveyor* (CC-01) menuju *bucket elevator*, dan akhirnya ditampung dalam sebuah Silo. Dari Silo ini selanjutnya kristal akan masuk ke unit pengepakan dan ditampung di gudang sebelum dipasarkan.

3.3 Spesifikasi Alat

3.3.1. Spesifikasi Reaktor

Tabel 3.1 Spesifikasi Reaktor

Nama	Reaktor 01
Kode	R-01
Fungsi	Mereaksikan Asam Salisilat ($C_7H_6O_3$), Asetat Anhidrat ($C_4H_6O_3$), dan CaO untuk menghasilkan $C_9H_8O_4$ dan $C_4H_6O_4Ca$
Jenis reaktor	Reaktor alir tangki berpengaduk (RATB)
Fase	Padat-Cair
Kondisi operasi	Eksotermis
Tekanan (atm)	1
Suhu ($^{\circ}C$)	90
Bahan	<i>Stainless Steel</i> SA-167 tipe 316
Mode operasi	Kontinu
Dimensi Reaktor	
Diameter (ID) (m)	5,5
Diameter (OD) (m)	5,79
Tinggi (m)	5,5
Tebal shell (m)	0,009
Tebal head (m)	0,003
Volume (m³)	112,39
Tinggi total reaktor (m)	7,25
Harga reaktor (US \$)	781.100
Dimensi Pengaduk	
Jenis pengaduk	<i>Marine propeller</i> dengan 3 blade 4 baffle
Jumlah pengaduk	1
Jumlah baffle (buah)	4
Diameter pengaduk (m)	2,03
Lebar Pengaduk (m)	0,50
Lebar baffle (m)	0,34
Kec. pengaduk (rps)	0,78
Power (hP)	25
Dimensi Jaket Pendingin	
Diameter Jaket(m)	6,06
Tebal jaket (m)	0,01
Tinggi jaket (m)	7,25
P desain jaket (atm)	1,8

3.3.2 Spesifikasi Alat Pemisah dan Operasi Pendukung

1. Furnace (F-01)

Tabel 3.2 Spesifikasi *Furnace*

Furnace (F-01)	
Kode	F-01
Fungsi	Mengkalsinasikan bahan kalsium oksida
Jenis	<i>Furnace</i>
Jumlah	1 unit
Kondisi Operasi	
Suhu (°C)	400
Tekanan (atm)	1
Konstruksi dan Material	
Bahan konstruksi	<i>Stainless steel 316</i>
Kapasitas (kg/jam)	1614,22
Lebar (m)	4,0386
Tinggi (m)	6,057
Volume (m³)	559,27
Harga (\$)	1.414.800

2. Rotary Vacuum Filter (RVF-01)

Tabel 3.3 Spesifikasi *Rotary Vacuum Filter*

Rotary Vacuum Filter (RVF-01)	
Kode	RVF-01
Fungsi	Memisahkan dengan mencuci komponen padatan $C_9H_8O_4$ (aspirin) dari komponen lainnya
Jumlah	1 unit
Tipe	<i>Standart Rotary Vacuum Filter</i>
Bahan konstruksi	<i>Carbon Steel SA-283 grade C</i>
Kondisi Operasi	
Suhu (°C)	90
Tekanan (atm)	1
Spesifikasi	
Diameter (m)	3,07
Panjang (m)	1,5
Luas Filter (ft²)	159,28
Power (Hp)	6
Kecepatan Putaran (rpm)	1
Harga (\$)	209.900

3. Rotary Dryer (RD – 01)

Tabel 3.4 Spesifikasi *Rotary Dryer*

Rotary Dryer (RD-01)	
Kode	RD-01
Fungsi	Mengeringkan $C_9H_8O_4$ dan $C_4H_6O_4Ca$ dengan udara yang dipanaskan steam
Jenis	<i>Counter current direct head</i>
Jumlah	1 unit
Arah aliran	<i>Counter current</i> (berlawanan arah)
Bahan konstruksi	<i>Carbon Steel SA-283 grade C</i>
Kondisi Operasi	
Suhu ($^{\circ}C$)	101
Tekanan (atm)	1
Suhu udara masuk ($^{\circ}C$)	130
Suhu udara keluar ($^{\circ}C$)	101
Spesifikasi	
Diameter (m)	1,04
Panjang (m)	5,94
Tebal <i>shell</i> (in)	0,004
Kemiringan	12^0
Jumlah <i>flight</i>	2 buah
Power (Hp)	1
Kecepatan Putaran (rpm)	5
Waktu tinggal (menit)	11
Harga (\$)	97.400

4. Ball Mill

Tabel 3.5 Spesifikasi *Ball Mill*

Ball Mill (BM-01)	
Kode	BM-01
Fungsi	Menghaluskan aspirin hingga menjadi 100 mesh
Jumlah	1 unit
Jenis	<i>Marcy Ball Mill</i>
Bahan konstruksi	<i>Stainless Steel SA-240 Type 316</i>
Kondisi Operasi	
Suhu (°C)	30
Tekanan (atm)	1
Spesifikasi	
Ukuran Ball Mill (ft)	5 x 4
Kecepatan Mill (rpm)	27
Ball Charge (ton)	5,3
Jumlah Bola 5 in	340 buah
Jumlah Bola 3,5 in	992 buah
Jumlah Bola 2,5 in	2721 buah
Power (Hp)	44
Harga (\$)	270.500

5. Screen

Tabel 3.6 Spesifikasi *Screen*

Screen (SCR-01)	
Kode	SCR-01
Fungsi	Memisahkan serbuk aspirin ukuran 100 mesh
Jumlah	1 unit
Jenis	<i>Vibrating Screen</i>
Kondisi Operasi	
Suhu (°C)	30
Tekanan (atm)	1
Spesifikasi	
Spesifikasi screen (mm)	1200 x 3700
Type Equivalent design	100 mesh
Ukuran Saringan (mm)	3 x 50
Ukuran Max Feed (mm)	200
Layers	2 Layers
Frekuensi Vibrasi	12000 – 1800/ menit
Power (Hp)	5,5
Harga (\$)	28.100

3.3.3 Spesifikasi Penyimpanan Bahan dan Produk

1. Tangki

Tabel 3.7 Spesifikasi Tangki

Tangki Penyimpanan-01		
Nama dan kode		T-01
Fungsi		Menyimpan bahan baku Asetat Anhidrida
Lama penyimpanan		30 hari
Fasa		Cair
Jumlah tangki		2
Jenis tangki		Tangki vertikal dengan <i>Conical Roof</i>
Kondisi Operasi	Suhu (°C)	30
	Tekanan (atm)	1
Spesifikasi	Bahan konstruksi	<i>Stainless steel SA 283 Grae C</i>
	Volume tangki (m ³)	445,43
	Diameter (m)	15,24
	Tebal <i>shell</i> (m)	0,22
	Jenis	<i>Conical Roof</i>
<i>Head & Bottom</i>	Tebal head (m)	0,025
	Tinggi head (m)	0,25
	Tebal bottom (m)	0,019
Tinggi tangki total (m)		5,89
Harga (\$)		165.100

2. Silo

Tabel 3.8 Spesifikasi Silo

SILO					
Nama dan kode		S-01	S-02	S-03	S-04
Fungsi		Menyimpan bahan baku Asam salisilat	Menyimpan bahan baku kalsium oksida	Menyimpan bahan baku kalsium oksida setelah proses furnace	Menyimpan produk aspirin
Lama penyimpanan, hari		30	7	7	7
Fasa		Padat	Padat	Padat	Padat
Jumlah		1	1	1	1
Jenis Alat		Tangki <i>Cylindrical vessel</i> dengan dasar <i>conical</i>	Tangki <i>Cylindrical vessel</i> dengan dasar <i>conical</i>	Tangki <i>Cylindrical vessel</i> dengan dasar <i>conical</i>	Tangki <i>Cylindrical vessel</i> dengan dasar <i>conical</i>
Kondisi Operasi	Suhu (°C)	30	30	30	30
	Tekanan (atm)	1	1	1	1

Tabel 3.8 Spesifikasi Silo (Lanjutan)

SILO					
Nama dan kode		S-01	S-02	S-03	S-04
Spesifikasi	Bahan konstruksi	<i>Carbon steel SA 333 Grade C</i>	<i>Stainless steel type 304</i>	<i>Carbon steel SA 333 Grade C</i>	<i>Carbon steel SA 333 Grade C</i>
	Volume tangki (m ³)	56	39	39	65
	Diameter (m)	5,19	2,85	2,85	3,37
	Tebal shell (in)	0,25	0,18	0,18	0,25
Tebal head (in)		0,5	0,25	0,25	0,5
Tinggi (m)		12,72	6,95	6,95	8,13
Harga (\$)		1.700	1.400	1.400	2.000

3.3.4 Spesifikasi Alat Transportasi dan Bahan

1. Belt Conveyor

Tabel 3.9 Spesifikasi *Belt Conveyor*

Spesifikasi	Belt Conveyor					
Kode Alat	BC-01	BC-02	BC-03	BC-04	BC-05	BC-06
Fungsi	Mengangkut Asam salisilat dari Sillo-01 ke <i>hopper-02</i>	Mengangkut kalsium oksida ke <i>furnace</i>	Mengangkut kalsium oksida dari <i>furnace</i>	Mengangkut kalsium oksida ke <i>Hopper-01</i>	Mengangkut Produk dari <i>Rotary Vacuum Filter-01</i>	Mengangkut Produk dari ball mill ke <i>packaging unit</i>
Bahan yang diangkut	Asam Salisilat	Kalsium Oksida	Kalsium Oksida	Kalsium Oksida	Produk berbentuk Slurry	Produk berbentuk <i>solid</i>
Suhu (°C)	30	30	30	30	86	30
Dimensi	Panjang : 5 m <i>Cross Sectional Area of Load :</i> 0,11 ft ²	Panjang : 5 m <i>Cross Sectional Area of Load :</i> 0,11 ft ²	Panjang : 5 m <i>Cross Sectional Area of Load :</i> 0,11 ft ²	Panjang : 5 m <i>Cross Sectional Area of Load :</i> 0,11 ft ²	Panjang : 5 m <i>Cross Sectional Area of Load :</i> 0,11 ft ²	Panjang : 5 m <i>Cross Sectional Area of Load :</i> 0,11 ft ²

Tabel 3.9 Spesifikasi *Belt Conveyor* (Lanjutan)

Spesifikasi	Belt Conveyor					
Kode Alat	BC-01	BC-02	BC-03	BC-04	BC-05	BC-06
Speed (ft/min)	200-300	200-300	200-300	200-300	200-300	200-300
Daya motor (Hp)	3	3	3	3	3	3
Material	Rubber	Rubber	Rubber	Rubber	Rubber	Rubber
Harga (\$)	6.200	6.200	6.200	6.200	6.200	6.200

2. Cooling Conveyor

Tabel 3.10 Spesifikasi *Cooling Conveyor*

Cooling Conveyor		
Nama dan kode		CC-01
Fungsi		Mendinginkan dan mengangkut produk dari Rotary Dyer (RD-01)
Fasa		Padat
Jumlah		1
Jenis Alat		<i>Cooling Conveyor Plain Spouts</i>
Kondisi Operasi	Suhu (°C)	30
	Tekanan (atm)	1
Spesifikasi	Kapasitas (ft ³ /jam)	57,40
	Diameter (m)	0,50
	Kecepatan Putaran (rpm)	13
Power (Hp)		7,5
Harga (\$)		18.000

2 Bucket Elevator

Tabel 3.11 Spesifikasi *Bucket Elevator*

Spesifikasi	Bucket Elevator					
Kode Alat	BE-01	BE-02	BE-03	BE-04	BE-05	BE-06
Fungsi	Memindahkan bahan asam salisilat ke silo-01	Mengangkut kalsium oksida ke <i>furnace</i>	Mengangkut kalsium oksida dari <i>furnace</i>	Mengangkut kalsium oksida ke <i>Hopper-01</i>	Mengangkut Produk dari <i>Rotary Vacuum Filter-01</i>	Mengangkut Produk dari ball mill ke <i>packaging unit</i>
Bahan yang diangkut	Asam Salisilat	Kalsium Oksida	Kalsium Oksida	Kalsium Oksida	Produk berbentuk Slurry	Produk berbentuk <i>solid</i>
Suhu (°C)	30	30	30	30	86	30
Dimensi Bucket (m)	Lebar : 0,15 Panjang : 0,10	Lebar : 0,15 Panjang: 0,10	Lebar : 0,15 Panjang : 0,10	Lebar : 0,15 Panjang : 0,10	Lebar : 0,15 Panjang : 0,10	Lebar : 0,15 Panjang : 0,10
Tinggi (m)	10,62	7,95	7,91	9,47	3,44	3,31

Tabel 3.11 Spesifikasi *Bucket Elevator* (Lanjutan)

Spesifikasi	Bucket Elevator					
Kode Alat	BE-01	BE-02	BE-03	BE-04	BE-05	BE-06
Speed (ft/min)	0,15	0,11	0,11	0,11	0,18	0,18
Daya motor (Hp)	3	2	2	3	2	2
Material	<i>Stainless Steel SA-240 Type 316</i>	<i>Stainless Steel SA-240 Type 316</i>	<i>Stainless Steel SA-240 Type 316</i>	<i>Stainless Steel SA-240 Type 316</i>	<i>Stainless Steel SA-240 Type 316</i>	<i>Stainless Steel SA-240 Type 316</i>
Harga (\$)	1.950	1.950	1.950	1.950	1.950	1.950

3. Pompa

Tabel 3.12 Spesifikasi Pompa

Spesifikasi	Pompa	
Kode Alat	P-01	P-02
Fungsi	Mengalirkan asetat anhidrat ke reactor	Memompa larutan dari rekator ke <i>Rotary Vacuum Filter</i> (RVF)
Bahan yang dipompa	Asetat Anhidrat	Larutan Produk
Suhu (°C)	30	30
Viskositas (cP)	0,84	0,87
Densitas (Kg/m ³)	1080	1381
Tekanan (atm)	1	1
Kapasitas (m ³ /jam)	2,43	4,09
Daya Motor (HP)	2,5	2
Material	Stainless Steel SA-240 Grade 316	Stainless Steel SA-240 Grade 316
Harga (\$)	2.500	2.500

4. Hopper

Tabel 3.13 Spesifikasi *Hopper*

Spesifikasi	Hopper		
Kode Alat	HP-01	HP-02	HP-03
Fungsi	Menampung sementara kalsium oksida sebelum masuk ke reaktor	Mengangkut kalsium oksida ke <i>furnace</i>	Mengangkut kalsium oksida dari <i>furnace</i>
Bahan yang diangkut	Asam Salisilat	Kalsium Oksida	Kalsium Oksida
Bahan Konstruksi	Stainless Steel SA-240 Type 316	Stainless Steel SA-240 Type 316	Stainless Steel SA-240 Type 316
Suhu (°C)	30	30	30
Dimensi (m)	Diameter : 0,75 Tinggi : 1,5	Diameter : 1,1 Tinggi : 1,8	Diameter : 1,1 Tinggi : 1,9
Harga (\$)	1.000	1.000	1.000

3.3.5 Spesifikasi Alat Penukar Panas

1. Heat Exchanger

Tabel 3.14 Spesifikasi Heat Exchanger

Heat Exchanger-02				
Nama dan kode	HE-02			
Fungsi	Memanaskan udara dari blower untuk disuplai ke RD			
Tipe	Doble Pipe			
Luas Transfer Panas (m²)	6,82			
Aliran Fluida	Counter Current			
Fluid Type	Cold		Hot	
	In	Out	In	Out
Suhu, (°C)	30	130	150	150
Tekanan, (atm)	1	1	1	1
Liquid Flowrate, (kg/m³.s)			16774,4	16774,4
Vapor Flowrate, (kg/m³.s)	1736,4	1736,4		
Panjang, (m)	24,38		24,38	
Hairpin	2		2	
ID (in)	4,02		3,06	
OD (in)			3,5	
A (ft²)			73,36	
BWG			1	
Harga (\$)	3.500			

2. Blower

Tabel 3.15 Spesifikasi *Heat Exchanger*

BLOWER-01		
Nama dan kode		BL-01
Fungsi		Memindahkan udara dari udara bebas ke Rotary Dryer
Jumlah		1
Jenis Alat		<i>Centrifugal Blower</i>
Kondisi Operasi	Suhu (°C)	30
	Tekanan (atm)	1
Spesifikasi	Bahan konstruksi	<i>Commercial Steel</i>
	Rate Volumetrik (ft³/jam)	1017,96
Efisiensi motor (%)		80
Power Motor (Hp)		0,5
Harga (\$)		200

3.4 Neraca Massa

Berdasarkan Hasil Pehitungan neraca massa pada proses produksi aspirin dengan kapasitas sebesar 15.000 ton/tahun

3.4.1 Neraca Massa Reaktor

Tabel 3.16 Neraca Massa Reaktor

Komponen	Masuk (kg/jam)			Output
	Arus 1	Arus 2	Arus 5	Arus 6
$C_7H_6O_3$	1.614,23			161,42
$C_4H_6O_3$		2.386,28		1.312,45
CaO			1.146,74	114,67
$C_9H_8O_4$				1.895
$C_4H_6O_4Ca$				1.663,70
Sub Total	1.614,23	2.386,28	1.146,74	5.147,25
Total	5.147,25			5.147,25

3.4.2 Neraca Massa Rotary Vacuum Filter

Tabel 3.17 Neraca Massa Rotary Vacuum Filter

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
	Arus 6	water proses	Arus 7	Arus 12
$C_7H_6O_3$	161,42		0,16	161,26
$C_4H_6O_3$	1.312,45		0	1.312,45
CaO	114,67		0,11	114,56
$C_9H_8O_4$	1895		1.894,73	0,27
$C_4H_6O_4Ca$	1.663,7		1,66	1.662,04
H_2O		166,37	88,05	78,32
Sub Total	5.147,25	166,37	1.984,72	3.328,90
Total	5.313,62		5.313,62	

3.4.3 Neraca Massa *Rotary Dryer*

Tabel 3.18 Neraca Massa *Rotary Dryer*

Komponen	Masuk (kg/jam)	keluar (kg/jam)	
	Arus 7	Arus 10	Arus 11
$C_7H_6O_3$	0,16	0,16	
$C_4H_6O_3$	0	0	
CaO	0,11	0,11	
$C_9H_8O_4$	1.894,73	1.894,73	
$C_4H_6O_4Ca$	1,66	1,66	
H_2O	88,05	0,05	87,99
Udara	2.018,23		2.018,23
Sub Total	4.002,94	1.896,71	2.106,23
Total	4.002,94	4.002,94	

3.5 Neraca Panas

3.5.1 Neraca Panas Reaktor

Tabel 3.19 Neraca Panas Reaktor

Komponen	Q Input (kJ/jam)	Q Output (kJ/jam)
Q1	227.175,78	
Q2	213.757,79	
Q5	246.689,36	
Q6		632.037,97
Q Panas Reaksi	365.994,95	
Q Pendingin		421.579,92
Total	1.053.617,89	1.053.617,89

3.5.2 Neraca Panas *Rotary Vacuum Filter*

Tabel 3.20 Neraca Panas *Rotary Vacuum Filter*

Komponen	Q Input (kJ/jam)	Q Output (kJ/jam)
Q6	632.037,97	
Q12	3.489,17	
Q7		290.838,95
Q13		344.688,20
Total	635.527,15	635.527,15

3.5.3 Neraca Panas *Rotary Dryer*

Tabel 3.21 Neraca Panas *Rotary Dryer*

Komponen	Q Input (kJ/jam)	Q Output (kJ/jam)
Q7	290.838,95	
Q9	282.687,20	
Q10		354.957,21
Q11		218.568,93
Total	573.526,14	573.526,14

3.5.4 Neraca Panas *Cooling Conveyor*

Tabel 3.22 Neraca Panas *Cooling Conveyor*

Komponen	Q Input (kJ/jam)	Q Output (kJ/jam)
Q10	336.870,15	
Q Produk		20.864,46
Q Pendingin		316.005,69
Total	336.870,15	336.887,15

3.5.5 Neraca Panas *Heat Exchanger*

Tabel 3.23 Neraca Panas *Heat Exchanger*

Komponen	Q Input (kJ/jam)	Q Output (kJ/jam)
Q In	2.386,30	
Q Out		28.633,19
Q Supply	294.996,72	
Q Loss		14.749,84
Total	297.383,02	297.383,02

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Penentuan Lokasi Pabrik



Gambar 4.1 Peta Rencana Lokasi Pabrik Aspirin

Pemilihan lokasi suatu perusahaan sangat penting dalam perancangan pabrik karena hal ini berhubungan langsung dari nilai ekonomis pabrik yang akan dibangun. Pabrik Aspirin ini direncanakan akan dibangun di Lamongan, Jawa Timur. Lokasi yang dipilih untuk pendirian pabrik aspirin adalah Jln. Raya Pucuk - Brondong, Lamongan, Jawa Timur dimana terdapat pelabuhan untuk keperluan bongkar muat bahan baku. Sehingga transportasi pengiriman dapat menggunakan jalur laut yang terjangkau secara ekonomis dan jalur pelayaran Jawa Timur dilalui oleh pelayaran antara Asia dan Australia.

4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor utama yang mempengaruhi pendirian lokasi pabrik di Alas Laren, Kec. Solokuro, Kab. Lamongan, Jawa Timur adalah :

a. Ketersediaan Lahan

Tersedianya lahan yang kurang produktif yang memungkinkan untuk membangun Pabrik Aspirin di lokasi tersebut.

b. Lokasi Strategis

Lokasi yang dipilih dekat dengan Pelabuhan sehingga memudahkan untuk mengangkut bahan baku, peralatan pabrik selama masa konstruksi, dan pendistribusian hasil produksi melalui angkutan laut.

c. Utilitas

Utilitas yang dibutuhkan sebagai sarana dalam pendirian pabrik berupa listrik, air dan udara. Air adalah komponen yang sangat penting dalam suatu industri. Air dalam suatu industri biasanya digunakan sebagai kebutuhan proses, media pendingin maupun pemanas, sanitasi, dan kebutuhan lainnya. Air dapat diperoleh dari sungai dekat dengan lokasi pabrik yaitu sungai Bengawan Solo.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penyediaan air adalah sebagai berikut :

- Kualitas sumber air
- Jarak sumber air dengan lokasi pabrik
- Bebas dari polusi air

- Pengaruh musim terhadap kemampuan sumber air dalam menyediakan air untuk kebutuhan rutin pabrik

Kebutuhan listrik dan bahan bakar juga menjadi faktor penunjang yang sangat penting. Dalam memenuhi kebutuhan listrik, lokasi pabrik Aspirin didirikan dekat dengan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) di Jawa Timur. Bahan bakar untuk generator dan *boiler* dapat diperoleh dari Pertamina sebagai pemasok bahan bakar solar.

d. Daerah Pemasaran

Suatu pabrik didirikan hendaknya dekat dengan daerah pemasaran. Hal-hal yang perlu diperhatikan diantaranya :

- Dekat dengan daerah pemasaran
- Kemampuan daya serap pasar
- Prospek pemasaran di masa mendatang
- Jarak pemasaran dengan lokasi pabrik dengan daerah yang akan dituju
- Sistem pemasaran yang dipakai

e. Keadaan Geografis dan Iklim

Suatu pabrik industri didirikan di lokasi yang tidak rawan terhadap bahaya seperti banjir, tanah longsor maupun gempa. Jadi pemilihan lokasi pendirian pabrik di Kawasan Alas Laren tepat, karena selain lahan yang masih luas, daerah penghijauan hutan masih cukup banyak sehingga mengurangi kadar polusi yang ditimbulkan oleh pabrik.

4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor sekunder tidak secara langsung berperan dalam proses industri, akan tetapi sangat berpengaruh dalam kelancaran proses produksi dari pabrik. Adapun factor - faktor sekunder adalah sebagai berikut:

a. Perizinan

Lokasi pabrik dipilih pada daerah kawasan industri hijau, hal ini juga memudahkan dalam perizinan pendirian pabrik. Pentingnya pengaturan tata letak pabrik merupakan bagian dalam proses pendirian suatu pabrik, hal - hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

- Transportasi yang baik dan efisien
- Segi keamanan kerja terpenuhi
- Pengoperasian, pengontrolan, pengangkutan, pemindahan, maupun perbaikan semua peralatan proses dapat dilakukan dengan mudah dan tentunya aman.
- Pemanfaatan area tanah dengan efisien. Prasarana dan Fasilitas Sosial

b. Prasarana

Prasarana seperti jalan raya dan kendaraan harus tersedia. Selain itu, fasilitas sosial, seperti fasilitas pendidikan, tempat ibadah, perbankan, dan perumahan agar dapat meningkatkan kesejahteraan dan taraf hidup.

c. Sosial Masyarakat

Sikap dari masyarakat diperkirakan akan mendukung pendirian pabrik Aspirin, hal ini dikarenakan akan menjamin tersedianya lapangan pekerjaan bagi masyarakat. Selain itu, pendirian pabrik diperkirakan tidak akan mengganggu keselamatan maupun keamanan masyarakat sekitar

d. Kondisi Iklim dan Cuaca

Seperti daerah di Indonesia, maka iklim di sekitar lokasi pabrik khususnya daerah Alas Laren, , Kec. Solokuro, Kab. Lamongan, Jawa Timur Selatan relatif stabil.

4.2 Tata Letak Pabrik (*Plant Layout*)

Tata letak pabrik merupakan tempat dari bagian pabrik yang meliputi tempat penyimpanan bahan baku dan produk, tempat bekerjanya karyawan, maupun tempat peralatan. Ditinjau dari hubungan satu dengan yang lainnya, tata letak pabrik harus dirancang sedemikian rupa sehingga penggunaan area pabrik dapat efisien dan proses produksi maupun distribusi dapat dijamin proses kelancarannya, sehingga keamanan, keselamatan, dan kenyamanan bagi karyawan dapat dipenuhi. Selain peralatan proses, beberapa bangunan fisik seperti laboratorium, klinik, kantin, pemadam kebakaran, kantor, pos keamanan, bengkel, tempat parkir, dan sebagainya ditempatkan pada bagian yang tidak mengganggu lalu lintas barang maupun proses.

Desain yang tepat dalam pendirian suatu pabrik harus mempertimbangkan unsur terkait lahan proses, *storage*, dan lahan alternatif dalam posisi yang efisien dan harus mempertimbangkan faktor-faktor, sebagai berikut:

- a. Letak peralatan produksi harus ditata dengan baik, sehingga memberikan kelancaran dan keamanan bagi para pekerja. Selain itu, posisi penempatan alat produksi diatur secara berurutan sesuai dengan urutan proses kerja dan berdasarkan pertimbangan sehingga dapat diperoleh efisiensi teknis dan ekonomis.
- b. Peralatan yang berisiko tinggi harus diberi ruang yang cukup sehingga aman dan mudah melakukan penyelamatan jika terjadi kecelakaan, kebakaran, maupun proses yang tidak diinginkan
- c. Letak peralatan harus mempertimbangkan faktor perawatan dan pemeliharaan (*maintenance*) yang memberikan area yang cukup dalam pembongkaran dan penambahan alat bantu.
- d. Jalan di dalam pabrik harus cukup lebar dan memperhatikan faktor keamanan dan keselamatan manusia, sehingga lalu lintas dalam pabrik dapat berjalan dengan baik. Selain itu harus mempertimbangkan adanya jalan pintas jika terjadi keadaan darurat.
- e. Letak posisi dari alat ukur maupun alat kontrol harus mudah untuk dijangkau operator.
- f. Letak kantor dan gudang sebaiknya tidak jauh dari jalan utama.
- g. Instalasi dan Utilitas

Pemasangan dan distribusi seperti, gas, udara, *steam*, dan listrik akan membantu atau mempermudah proses kerja dan perawatan. Penempatan peralatan proses ditata sesuai dengan standar sehingga petugas dapat dengan

mudah memantau dan melakukan perawatan agar proses produksi berjalan dengan lancar.

- h. Pengembangan lokasi baru atau perluasan lokasi yang belum dikembangkan pada masa yang akan datang.
- i. *Fleksibilitas* dalam perencanaan tata letak pabrik dengan mempertimbangkan kemungkinan perubahan dari proses ataupun mesin, sehingga perubahan yang dilakukan tidak memerlukan biaya tinggi.
- j. *Servis area*, seperti kantin, tempat parkir, ruang ibadah, dan sebagainya diatur sedemikian rupa sehingga tidak terlalu jauh dari tempat kerja.

Tata letak pabrik dapat dibagi menjadi beberapa area utama seperti :

- a. Area administrasi atau kantor, laboratorium dan sarana atau fasilitas penunjang. Kantor merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik, laboratorium sendiri berfungsi dalam melakukan pengawasan mutu bahan baku dan produk serta sebagai pusat pengembangan. Fasilitas penunjang dapat berupa kantin, masjid, klinik, taman dan lain sebagainya.
- b. Area proses dan ruang control

Area proses merupakan tempat berlangsungnya kegiatan produksi dimana peralatan, mesin produksi, bahan baku dan produk ditempatkan. Ruang kontrol merupakan area pusat pengendalian dan pemantauan terhadap jalannya proses produksi.

c. Area penyimpanan, bengkel dan garasi

Area penyimpanan digunakan untuk menyimpan bahan baku, pendukung maupun hasil produksi serta alat pendukung proses lainnya. Bengkel sendiri diperlukan sebagai sarana dalam memperbaiki bila ada peralatan yang rusak. Sedangkan garasi digunakan untuk menyimpan sarana transportasi.

d. Area utilitas dan *Power Station*

Area utilitas adalah lokasi yang menyediakan semua kebutuhan pendukung serta penyedia energi seperti listrik, air, *steam*, bahan bakar dan peralatan darurat lain seperti pemadam kebakaran.

e. Area pengolahan limbah

Limbah produksi akan diproses dan dilakukan pengujian untuk memastikan bahan berbahaya yang terkandung masih berada dalam batas aman untuk dilepaskan ke lingkungan.

Susunan tata letak pabrik ini harus memungkinkan adanya distribusi bahan-bahan dengan baik, cepat dan efisien. Pra rancangan pabrik Aspirin ini akan didirikan di Lamongan, Jawa timur 4,9 Ha dan luas bangunan seluas 4,4 Ha pada Tabel 4.1 berikut yang meliputi:

Tabel 4.1 Perincian Luas Tanah dan Bangunan Pabrik

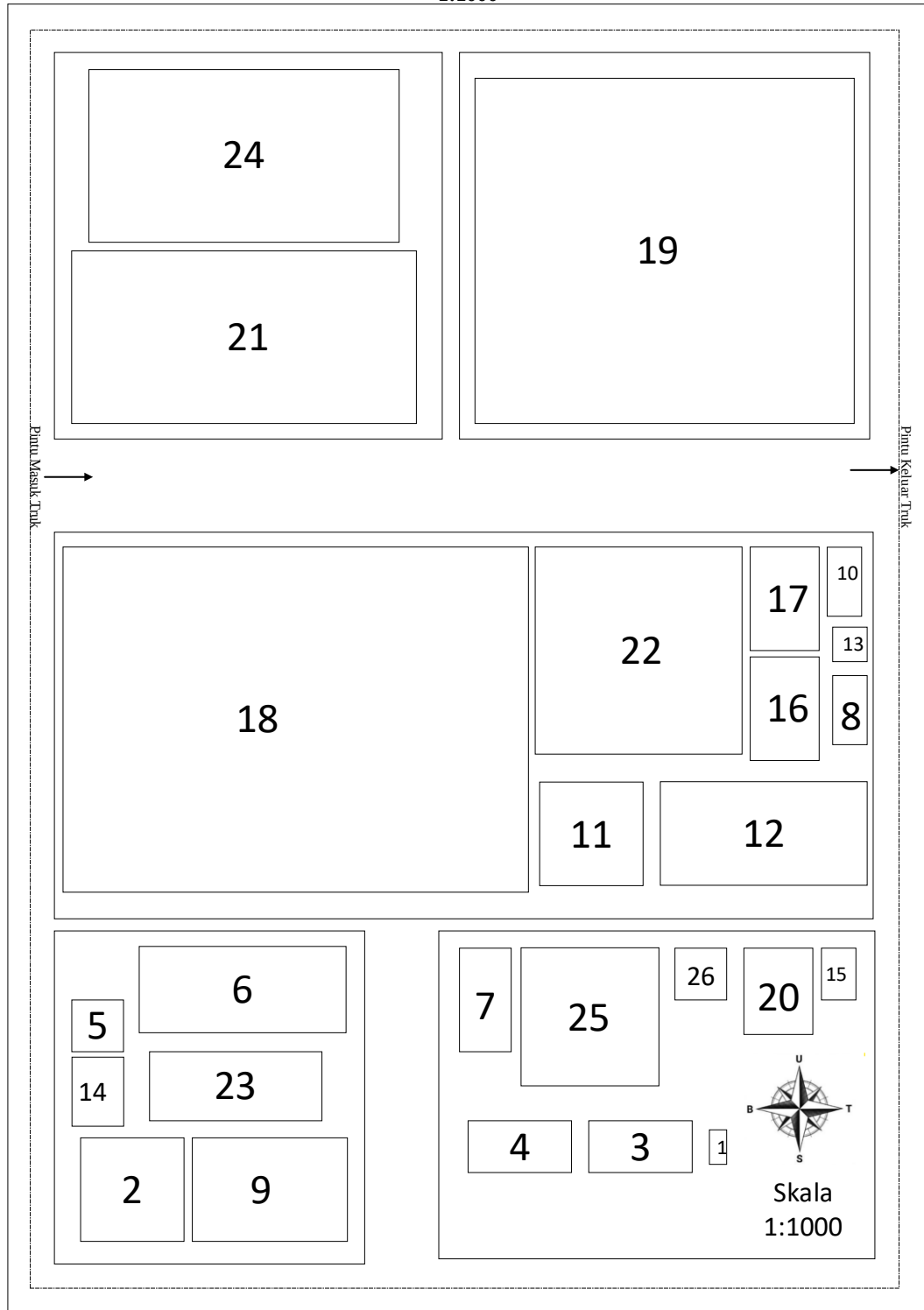
NO	Nama Bangunan	Ukuran (m ²)	Luas(m ²)
1	Pos Keamanan	10 x 5	50
2	Kantor Utama	30 x 30	900
3	Parkir Karyawan	15 x 30	450
4	Parkir Tamu	15 x 30	450
5	Masjid	15 x 10	150
6	Area Mess	25 x 50	1.250
7	Kantin	30 x 15	450
8	Kantor Teknik dan Produksi	20 x 10	200
9	Gedung Serba Guna	30 x 45	1.350
10	Laboratorium	20 x 10	200
11	Area Timbang Truk	30 x 30	900
12	Area Parkir Truk	30 x 60	1.800
13	Poliklinik	12,5 x 10	125
14	Perpustakaan	20 x 15	300
15	Unit Pemadam Kebakaran	15 x 10	150
16	Ruang Kendali Proses	30 x 20	600
17	Ruang Kendali Utilitas	30 x 20	600
18	Area Proses	135 x 100	13.500
19	Area Utilitas	100 x 110	11.000
20	Bengkel	25 x 20	500
21	Unit Pengolahan Limbah	50 x 50	2.500
22	Gudang	60 x 60	3.600

Tabel 4.1 Perincian Luas Tanah dan Bangunan Pabrik (Lanjutan)

23	Taman	20 x 50	1.000
24	Daerah Perluasan	50 x 90	4.500
25	Lapangan	40 x 40	1.600
26	Plant Tower	15 x 15	225
27	Jalan	50 x 20	1.000
Luas bangunan			44.850
Luas Tanah			49.350

Secara umum, pengaturan tata letak yaitu untuk dapat mengatur area kerja serta segala fasilitas produksi yang ekonomis dan aman dalam proses produksi. Berikut tata letak pabrik glukosa pada Gambar 4.2 disertai dengan deskripsi penomoran sesuai urutan diatas.

**TATA LETAK PABRIK ASPIRIN DARI ASAM SALISILAT DAN ASETAT ANHIDRAT
DENGAN PROSES SINTESIS KALSIUM OKSIDA KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN SKALA
1:1000**



Gambar 4.2 Tata Letak Pabrik Aspirin

4.2.1 Tata Letak Peralatan

Tata letak peralatan proses pada Gambar 4.3 dirancang dengan pertimbangan agar didapatkan proses seefisien mungkin demi menghasilkan produk yang optimum. Terdapat beberapa pertimbangan yang diperhatikan, diantaranya:

1. Ekonomi

Tata letak alat proses didesain sebaik mungkin demi memberikan biaya konstruksi dan biaya operasional seminimal mungkin. Biaya operasional dapat diminimalisir dengan mengatur jarak antar alat, sehingga menggunakan jalur pemipaan terpendek beserta bahan konstruksi yang ekonomis.

2. Kebutuhan Proses

Tata letak alat proses diharapkan dapat memberikan ruangan yang memadai bagi setiap alat agar mampu beroperasi tanpa hambatan, didukung dengan jalur distribusi utilitas yang memadai.

3. Pemantauan Khusus

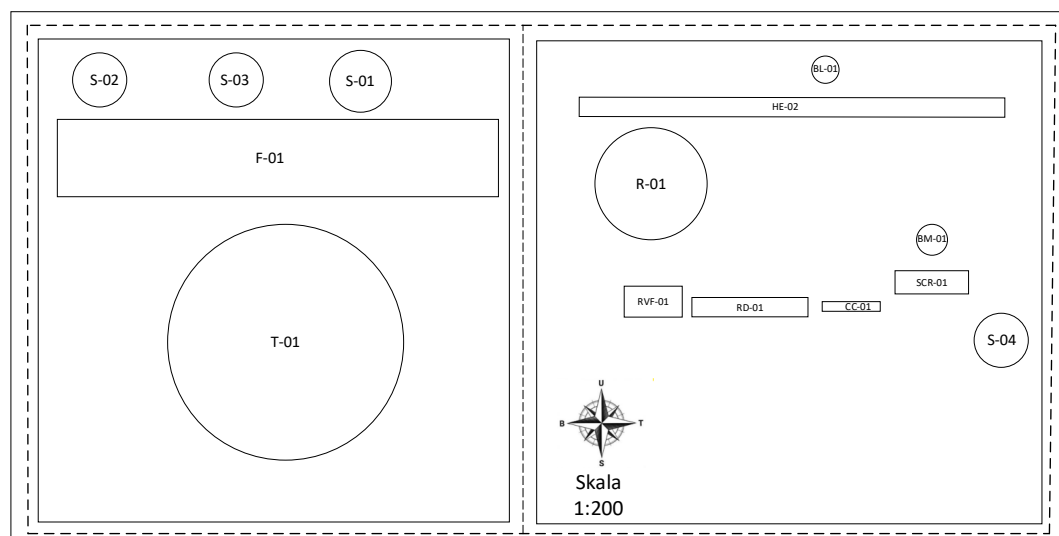
Peralatan yang membutuhkan pemantauan lebih lanjut, diletakkan sedekat mungkin dengan *control room*.

4. Aksesibilitas Pekerja

Beberapa alat yang memungkinkan pekerja dapat mengaksesnya secara langsung harus diletakkan pada ketinggian serta kemiringan yang mudah dijangkau oleh operator.

5. Keamanan

Jauhkan peralatan yang memiliki resiko bahaya tinggi dari area para pekerja, serta berikan tanda peringatan khusus untuk meminimalisir terjadinya insiden. Perluasan Area Pabrik yang didirikan diharapkan memiliki tata letak yang mampu dikembangkan dengan menambah unit alat apabila diperlukan perluasan area.



Gambar 4.3 Tata Letak Proses Pabrik Aspirin

4.3 Organisasi Perusahaan

4.3.1 Bentuk Organisasi Perusahaan

Pabrik Aspirin yang didirikan memiliki bentuk perusahaan sebagai Perseroan Terbatas (PT). Menurut (Santoso, 2000) pendirian PT memiliki beberapa pertimbangan, sebagai berikut:

1. Kedudukan Mandiri Perseroan Terbatas

PT oleh hukum dipandang berdiri sendiri secara otonom terlepas dari perseorangan yang berada dalam PT tersebut.

2. Adanya Mobilitas Atas Hak Penyertaan

Dampak positif dari konstruksi tersebut adalah terjaganya keutuhan modal yang telah terkumpul, tanpa adanya kemungkinan dimintainya kembali bagian yang telah disetor ke perseroan.

3. Persyaratan Hukum

Banyak hukum positif Indonesia mensyaratkan bahwa kegiatan usaha atau bisnis tertentu harus dilakukan oleh badan hukum Indonesia berbentuk PT.

4. Kemudahan Mendapatkan Modal

Dimungkinkan pengerahan dana masyarakat untuk investasi bagi kepentingan perkembangan perusahaan.

5. Efisiensi Manajemen

PT terdiri dari banyak pemegang saham, banyaknya pemegang saham akan meningkatkan tanggung jawab sosial atas PT serta menunjukkan PT berada dalam pengamatan dan kontrol perusahaan melalui Dewan Komisaris dan Direktur yang cakap serta berpengalaman.

Beberapa ciri dari perusahaan berbentuk PT, di antaranya:

- a. Perusahaan yang didirikan didasarkan atas akta notaris berdasarkan UU Hukum Perdagangan.
- b. Pemilik perusahaan umumnya merupakan pemegang saham utama.
- c. Besarnya modal ditentukan dalam akta pendirian beberapa saham.
- d. Direksi, pemimpin perusahaan yang ditunjuk oleh parapemegang saham.
- e. Direksi mengakomodir pembinaan personalia dengan memperhatikan UU Buruh Kerja.

4.3.2 Struktur Organisasi Perusahaan

Organisasi merupakan suatu wadah atau alat dimana masing-masing orang berpacu pada satu visi dengan melakukan kegiatan untuk mencapai tujuan yang ingin diharapkan. Struktur organisasi merupakan gambaran secara sistematis mengenai tugas dan tanggung jawab, serta hubungan antara bagian dalam perusahaan. Struktur organisasi dari suatu perusahaan dapat bermacam-macam sesuai dengan bentuk dan kebutuhan dari masing-masing perusahaan. Berdasarkan bentuknya, struktur organisasi terbagi menjadi 3 macam, yaitu:

1. Organisasi Lini

Bentuk organisasi yang diciptakan oleh Henry Fayol memiliki ciri yaitu pada garis wewenang sepenuhnya langsung dari kekuasaan tertinggi ke bawahan sehingga organisasi lini relatif lebih kecil dan sederhana.

2. Organisasi Lini dan Staff

Kombinasi antara organisasi lini dan fungsional adalah penggambaran untuk bentuk organisasi ini. Keputusan tertinggi berada pada pimpinan yang dibantu oleh staf untuk membantu dalam proses kelancaran perusahaan dengan kata lain karyawan bertanggung jawab atas seorang atasan saja. Batasan tugas dari staf hanya seputar memberikan pemikiran terkait saran dan informasi dalam pengambilan keputusan.

3. Organisasi fungsional

Organisasi fungsional didasarkan pada pembagian tugas yang disesuaikan dengan kemampuan masing-masing staff.

Dalam mengkonsepkan suatu organisasi, ada beberapa hal yang mesti dijadikan perhatian, antara lain :

- a. Tujuan perusahaan
- b. Pemberian wewenang yang sewajarnya
- c. Pembagian tugas kerja yang sewajarnya
- d. Arah perintah yang jelas

Pada pabrik aspirin ini, bentuk organisasinya adalah lini dan staff. Terdapat pengelompokan wewenang yaitu lini dan staff. Kelompok lini merupakan orang-orang yang mengerjakan tugas pokok diantaranya memberi keputusan dan kebijaksanaan dalam mencapai tujuan perusahaan, sedangkan kelompok staf merupakan orang-orang yang membantu untuk merealisasikan tujuan tersebut. Dalam hal ini kelompok lini akan melakukan tugas pokok organisasi, sedangkan kelompok staf mengerjakan kegiatan penunjang. Metode ini memberikan penugasan yang jelas antara pimpinan hingga staff sehingga meningkatkan koordinasi. Pada pabrik aspirin terdapat 3 posisi pegawai dalam setiap departemen, antara lain:

1. *Supervisi* / Kepala Bagian

Supervisi bertugas untuk mengawasi serta mengendalikan proses di pabrik, mengawasi kerja dan mengevaluasi kinerja karyawan sudah sesuai standar yang telah ditetapkan dan memberikan arahan pada bawahannya.

2. Junior Supervisi / Kepala Seksi

Junior Supervisi bertugas sebagai asisten dari *Supervisi* serta bertanggung jawab untuk mengawasi kinerja karyawan.

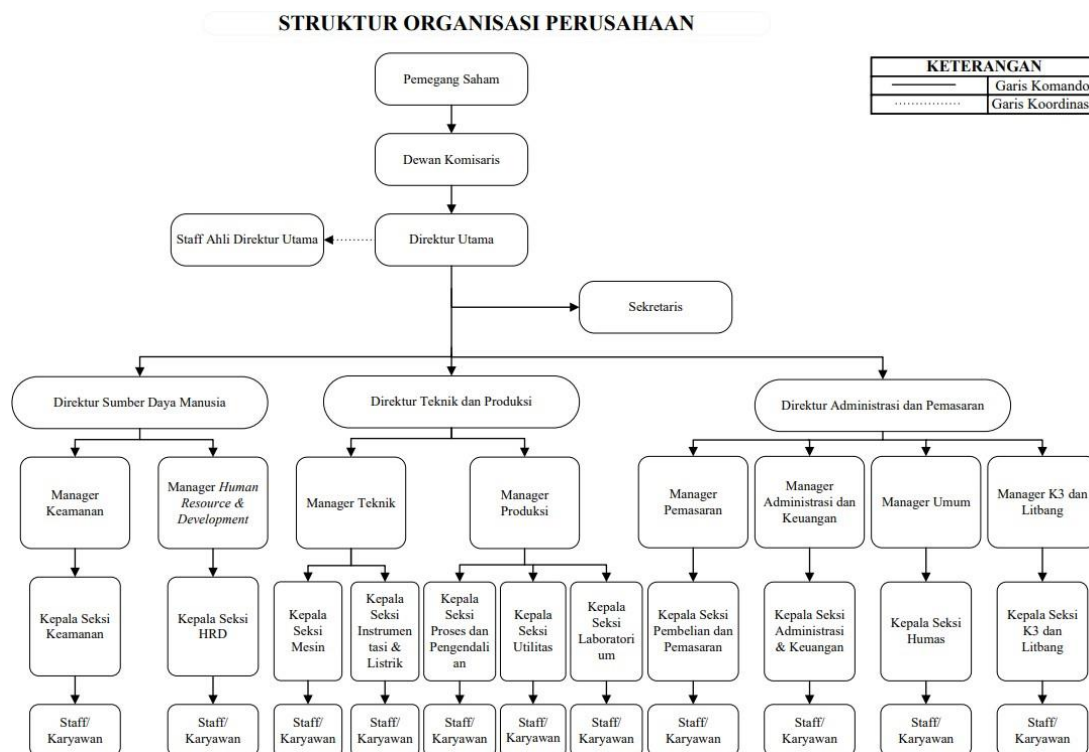
3. Karyawan

Karyawan bertugas sebagai pelaksana yang berada di bawah arahan *Supervisi* dan *Junior Supervisi*. Karyawan akan melakukan tugas - tugas yang diberikan sesuai dengan departemen.

Berdasarkan hal -hal tersebut maka dibentuklah suatu struktur organisasi dengan jenjang kepemimpinan sebagai berikut :

- a. Pemegang saham
- b. Dewan komisaris
- c. Direktur Utama
- d. Direktur
- e. Kepala Bagian / *Supervisi*
- f. Kepala Seksi / *Junior Supervisi*

Dari organisasi diatas memiliki tanggung jawab dan wewenang dari masing-masing jenjang kepemimpinan yang berbeda-beda. Tanggung jawab dan wewenang tertinggi terletak pada puncak pimpinan yaitu dewan komisaris, sedangkan kekuasaan tertinggi berada pada pemegang saham.



Gambar 4.4 Struktur Organisasi Perusahaan

4.3.3 Tugas dan Wewenang

a. Pemegang Saham

Pemegang saham merupakan orang yang mengumpulkan dana untuk membangun dan menjalankan operasi perusahaan. Oleh sebab itu badan tertinggi dalam perseroan terbatas adalah rapat umum pemegang saham dimana dalam hal tersebut terjadi :

- Pengangkatan dan pemberhentian kepada komite
- Pemilihan dan pemberhentian kepada direksi
- Peninjauan hasil hitung laba rugi tahunan perusahaan

b. Dewan Komisaris

Seorang dewan komisaris bertugas mewakili pemilik perusahaan dalam mengawasi jalannya operasi perusahaan yang dipilih dalam Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Berikut merupakan tugas dari Dewan Komisaris :

- Memberikan penilaian dan persetujuan terkait rancangan yang dibuat oleh direksi terkait kebijaksanaan, target laba, alokasi sumber dana dan pengarahan pemasaran
- Mengadakan rapat tahunan para pemegang saham
- Melakukan pengawasan kepada tugas tugas direksi
- Memberikan bantuan kepada direksi terkait hal hal yang penting

c. Direktur Utama

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam suatu perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya atas maju atau mundurnya suatu perusahaan. Direktur utama bertanggung jawab terhadap dewan komisaris atas segala tindakan dan kebijakan yang diambil sebagai pimpinan perusahaan. Tugas dari direktur utama antara lain:

- Melaksanakan kebijakan perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaannya kepada pemegang saham pada akhir jabatannya.
- Menjaga stabilitas organisasi perusahaan dan membuat kontinuitas hubungan baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen, dan karyawan.
- Mengawasi kinerja manajer dan membuat rencana jangka panjang yang kemudian akan dilaksanakan oleh manajer dan jajarannya.

- Mengkoordinir kerja sama dengan direktur produksi serta direktur keuangan dan umum.
- Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham.

Direktur utama membawahi direktur operasi dan produksi serta direktur administrasi dan umum. Tugas dari direktur operasi dan produksi yaitu memimpin pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan segala hal yang menyangkut kegiatan produksi meliputi proses produksi dan operasi pabrik, pengembangan, pemeliharaan, peralatan, pengadaan, dan laboratorium. Sementara itu tugas dari direktur administrasi dan umum yaitu bertanggung jawab terhadap masalah yang berhubungan dengan administrasi, personalia, keuangan, pemasaran, humas, dan keselamatan kerja.

d. Direktur

Tugas direktur secara umum adalah melakukan koordinasi dan pengawasan terhadap pekerjaan di lingkungan atau bagiannya yang sesuai dengan pemberian pimpinan perusahaan. Pada perusahaan yang dibangun ini, terdiri atas direktur teknik dan produksi, serta direktur umum dan keuangan. Direktur teknik dan produksi memiliki tugas dan wewenang kepada direktur utama dalam bidang teknik, *Research and development* (R&D) dan bidang produksi agar dapat dikoordinasikan, diatur dan diawasi pelaksanaan pekerjaan kepala bagian yang menjadi bawahannya. Beda halnya dengan direktur utama dan keuangan yang bertanggung jawab terhadap direktur utama dalam bidang keuangan, bidang umum, bidang *health safety environment* (HSE) dan

pemasaran serta mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala bagian yang menjadi bawahannya

e. Kepala Bagian

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian ini bertanggung jawab kepada direktur masing-masing. Kepala bagian terdiri atas:

1. Kepala Bagian Proses dan Utilitas

Tugas dari kepala bagian proses dan utilitas yaitu mengkoordinasi kegiatan pabrik dalam bidang proses dan penyediaan bahan baku.

2. Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi

Tugas dari kepala bagian pemeliharaan listrik dan instrumentasi yaitu bertanggung jawab terhadap kegiatan pemeliharaan fasilitas dan sarana penunjang kegiatan produksi.

3. Kepala Bagian Penelitian, Pengembangan, dan Pengadaan Mutu

Tugas dari kepala bagian penelitian, pengembangan, dan pengadaan mutu yaitu mengkoordinasi kegiatan yang berhubungan dengan proses penelitian, pengembangan, dan pengendalian mutu.

4. Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran

Tugas dari kepala bagian keuangan dan pemasaran yaitu mengkoordinasi kegiatan pemasaran, pengadaan barang, dan pembukuan keuangan.

5. Kepala Bagian Administrasi

Tugas dari kepala bagian administrasi yaitu bertanggung jawab

terhadap kegiatan tata usaha, personalia, dan rumah tangga perusahaan.

6. Kepala Bagian Humas dan Keuangan

Tugas dari kepala bagian humas dan keuangan yaitu bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan antara perusahaan dan masyarakat serta menjaga keamanan perusahaan.

7. Kepala Bagian Kesehatan Kerja dan Lingkungan

Tugas dari kepala bagian kesehatan kerja dan lingkungan yaitu bertanggung jawab terhadap keamanan pabrik dan keselamatan kerja karyawan.

f. Kepala Seksi

Kepala seksi merupakan pelaksana pekerja dalam lingkup bagian sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh kepala bagian masing-masing. Setiap kepala seksi tentunya bertanggung jawab terhadap kepala bagian masing-masing sesuai dengan seksinya. Kepala seksi terdiri atas :

1. Kepala Seksi Proses

Kepala seksi proses bertugas menangani hal-hal yang dapat mengancam jalannya produksi dan keselamatan pekerja serta mengurangi potensi bahaya yang ada.

2. Kepala Seksi Pengendalian

Bertugas mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan pengendalian dan pengawasan mutu.

3. Kepala Seksi Laboratorium

Kepala seksi laboratorium bertugas mengawasi dan menganalisa

mutu terhadap bahan baku dan bahan pembantu, mengawasi serta menganalisa mutu produksi, dan mengawasi hal-hal terkait pembuangan pabrik.

4. Kepala Seksi Pemeliharaan dan Bengkel

Kepala seksi pemeliharaan dan bengkel bertugas dan bertanggung jawab atas kegiatan perawatan dan penggantian alat-alat serta fasilitas pendukungnya.

5. Kepala Seksi Instrumentasi dan Elektronik

Kepala seksi instrumentasi dan elektronik memiliki tugas yaitu bertanggung jawab atas penyediaan listrik serta kelancaran alat-alat instrumentasi.

6. Kepala Seksi Utilitas

Tugasnya yaitu bertanggung jawab terhadap penyediaan air, *steam*, bahan bakar, dan udara tekan baik untuk proses maupun instrumentasi.

7. Kepala Seksi Penelitian dan Pengembangan

Tugasnya yaitu mempertinggi mutu dan pemilihan pemasaran produk ke suatu tempat, memperbaiki proses dari pabrik atau perencanaan alat untuk pengembangan produksi dan mengoptimalkan efisiensi kerja.

8. Kepala Seksi Penjualan/Pemasaran

Kepala seksi pemasaran bertugas untuk merencanakan strategi penjualan hasil produksi dan mengatur distribusi barang dari gudang.

9. Kepala Seksi Pembelian

Bertugas dalam melakukan pembelian bahan baku dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan, serta mengetahui harga pasaran dari suatu bahan baku dan mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.

10. Kepala Seksi Personalia

Bertanggung jawab dalam hal sumber daya manusia, tugasnya adalah mengelola sumber daya manusia, membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang baik agar tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya serta mendisiplinkan kerja agar tercipta kondisi yang tenang.

11. Kepala Seksi Keamanan

Bertanggung jawab terhadap masalah keamanan di lingkungan pabrik serta menjaga semua bangunan dan fasilitas perusahaan, mengawasi keluar masuknya orang baik karyawan atau bukan di lingkungan pabrik serta menjaga rahasia yang berhubungan dengan internal perusahaan.

12. Kepala Seksi Administrasi

Bertugas dalam melakukan penyelenggaraan pencatatan keuangan dalam hal administrasi seperti pencatatan hutang piutang, administrasi, persediaan kantor, pembukuan serta masalah perpajakan.

13. Kepala Seksi Medis

Bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Kesehatan Kerja dan Lingkungan dalam hal kesehatan dimana tugasnya adalah melakukan check up terhadap kondisi pekerja yang bekerja di pabrik serta melakukan pertolongan pertama terhadap terjadinya kecelakaan kerja.

14. Kepala Seksi Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Kesehatan Kerja dan Lingkungan dalam hal keselamatan dan kesehatan kerja di lingkungan kerja dan produksi. Tugas dari kepala seksi ini adalah melakukan manajemen dan tata tertib terhadap para pekerja serta melakukan pelatihan mengenai K3 untuk meningkatkan kualitas pekerja dalam memahami konsep *behavior based safety*.

15. Karyawan dan Operator

Operator bertugas dalam menjalankan mesin produksi, memastikan kelancaran proses produksi, memastikan kelancaran proses produksi, dan mengontrol kualitas dari produk.

4.3.4 Status Karyawan dan Sistem Upah

Status perusahaan dapat berkembang dengan baik jika didukung oleh beberapa faktor. Salah satu faktor yang dapat mendukung perkembangan perusahaan adalah pemakaian sumber daya manusia untuk ditempatkan pada bidang-bidang pekerjaan yang sesuai dengan keahlian yang dimiliki. Faktor tenaga kerja merupakan faktor yang sangat menunjang dalam masalah kelangsungan berjalannya proses produksi serta menjamin beroperasinya alam dalam pabrik. Maka dari itu harus dijaga hubungan antara karyawan dengan perusahaan, karena hubungan yang baik akan menimbulkan semangat kerja dan dapat meningkatkan produktivitas kerjanya, tentunya hal ini juga akan meningkatkan produktivitas perusahaan. Hubungan yang baik jika terdapat komunikasi dan fasilitas yang diberikan perusahaan kepada karyawan. Salah satu contoh adalah sistem penggajian atau pengupahan yang sesuai dengan Upah Minimum Regional (UMR) sehingga kesejahteraan dapat ditingkatkan.

Sistem upah karyawan pada perusahaan tentunya berbeda-beda tergantung status karyawan, kedudukan, tanggung jawab, dan keahlian yang dimiliki. Penggolongan karyawan dapat dibagi menjadi tiga bagian atau golongan, yaitu:

a. Karyawan Tetap

Karyawan tetap merupakan karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan (SK) dari direksi dan akan mendapatkan gaji harian yang dibayar setiap bulan.

b. Karyawan Harian

Karyawan harian merupakan karyawan yang diangkat dan diberhentikan tanpa surat keputusan direksi dan mendapat upah yang dibayar tiap akhir pekan.

c. Karyawan Borongan

Karyawan borongan merupakan karyawan yang bekerja ketika diperlukan. Karyawan borongan menerima gaji untuk suatu pekerjaan yang dilakukan.

4.3.5 Pembagian Jadwal dan Jam Kerja

Pabrik aspirin direncanakan beroperasi selama 24 jam sehari secara kontinyu. Jumlah hari kerja selama setahun yaitu 365 hari. Hari lainnya digunakan untuk proses perawatan dan perbaikan dengan catatan hari kerja:

1. Cuti Tahunan

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

2. Hari Libur Nasional

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

3. Kerja Lembur (*Overtime*)

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

Dalam kerjanya, karyawan dibedakan menjadi dua, yaitu karyawan *non shift* dan karyawan *shift*.

a. Karyawan *Non shift*

Karyawan *non shift* adalah karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung seperti Direktur, Staf Ahli, Kepala Bagian, Kepala Seksi dan seluruhnya yang bertugas di kantor. Jam kerja karyawan *non shift* adalah 5 hari dalam seminggu dengan maksimal jumlah jam kerja 40 jam selama seminggu dan selebihnya terhitung sebagai lembur. Hari biasa untuk lembur terhitung 1,5 kali jam kerja sedangkan pada hari libur adalah 2 kali jam kerja. Jam kerja karyawan *non shift* diatur sebagai berikut :

- Senin - Kamis : 08.00 - 17.00 WIB (Istirahat 12.00 - 13.00)
- Jumat : 08.00 - 17.00 WIB (Istirahat 11.00 - 13.00)
- Sabtu - Minggu : Hari libur, termasuk hari libur nasional

b. Karyawan *Shift*

Karyawan *shift* adalah karyawan yang secara langsung menangani proses produksi dan mengatur bagian-bagian tertentu di pabrik yang berhubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi sehingga tidak dapat ditinggalkan.

Karyawan *shift* terdiri atas operator produksi, bagian teknik, bagian gudang dan utilitas, bagian pengendalian, laboratorium termasuk petugas keamanan. Karyawan akan bergantian yang terbagi dalam 3 *shift* dengan pengaturan sebagai berikut :

- *Shift* Pagi : 08.00 - 16.00 WIB
- *Shift* Sore : 16.00 - 00.00 WIB
- *Shift* Malam : 00.00 - 08.00 WIB

Karyawan shift dibagi dalam 4 bagian, Dimana 3 bagian bekerja dan 1 bagian libur, dan diberlakukan secara bergantian. Dalam tiap bagian tersebut, mendapatkan giliran 3 hari kerja dan 1 hari libur dalam tiap shift dan masuk pada shift berikutnya. Jadwal tiap regu dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4. 2 Pembagian *Shift* Karyawan

HARI REGU	2030														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A			II	II	II	II	II		I	I	I	I	I		
B	II	II		I	I	I	I	I			III	III	III	III	III
C	I	I	I			III	III	III	III	III			II	II	II
D	III	III	III	III	III			II	II	II	II	II		I	I

4.3.6 Penggolongan Jabatan dan Sistem Gaji

1. Penggolongan Jabatan

Masing-masing jabatan dan struktur organisasi diisi oleh orang-orang dengan spesifikasi pendidikan yang sesuai dengan jabatan maupun tanggung jawabnya. Jenjang pendidikan karyawan yang diperlukan berkisar dari lulusan SMA hingga S-2. Penggolongan terkait jabatan berdasarkan jenjang pendidikan dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Penggolongan Jabatan

No	Jabatan	Pendidikan
1	Direktur Utama	S-2
2	Sekretaris Direktur Utama	S-1
3	Staff Ahli Direktur Utama	S-1
4	Direktur Sumber Daya Manusia	S-1
5	Direktur Teknik dan Produksi	S-1
6	Direktur Admisnistrasi dan Pemasaran	S-1
7	Kepala Bagian Umum	S-1
8	Kepala Bagian Pemasaran	S-1
9	Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan	S-1
10	Kepala Bagian Teknik	S-1
11	Kepala Bagian <i>Human Resource and Development</i>	S-1
12	Kepala Seksi penelitian dan Pengembangan	S-1
13	Kepala Seksi Keamanan	S-1

Tabel 4.3 Penggolongan Jabatan (Lanjutan)

14	Kepala Seksi Mesin	S-1
15	Kepala Seksi Proses dan Pengendalian	S-1
16	Kepala Seksi Utilitas	S-1
17	Kepala Seksi Laboratorium	S-1
18	Kepala Seksi Utilitas	S-1
19	Kepala Seksi Laboratorium	S-1
20	Kepala Seksi Pembelian dan Pemasaran	S-1
21	Kepala Seksi Kepala Seksi Administrasidan Keuangan	S-1
22	Kepala Seksi Humas	S-1
23	Kepala Seksi K3 dan Litbang	S-1
24	Kepala Seksi HRD	S-1
25	Operator	D-3/D-4/S-1
26	<i>Cleaning Service</i>	SLTA/Sederajat
27	<i>Security</i>	SLTA/Sederajat
28	Supir	SLTA/Sederajat
29	Bengkel	SLTA/D-3
30	Dokter	S-1
31	Perawat	D3/D-4/S-1
32	Karyawan	D-3/S-1

2. Jumlah Karyawan

Jumlah karyawan tentunya harus disesuaikan secara tepat sehingga semua pekerjaan yang ada dapat diselesaikan dengan baik dan efisien. Jumlah karyawan pada setiap posisi tergantung pada kebutuhan yang ada.

Berikut jumlah karyawan dapat dilihat pada table 4.4

Tabel 4. 4 Jumlah Karyawan

No	Jabatan	Jumlah
1	Direktur Utama	1
2	Sekretaris Direktur Utama	1
3	Staf Ahli Direktur Utama	1
4	Direktur Sumber Daya Manusia	1
5	Direktur Teknik dan Produksi	1
6	Direktur Umum dan Keuangan	1
7	Kepala Bagian Umum	1
8	Kepala Bagian Pemasaran	1
9	Kepala Bagian Administrasi & Keuangan	1
10	Kepala Bagian Teknik	1
11	Kepala Bagian Produksi	1
12	Kepala Bagian <i>Human Resource and Development</i>	1
13	Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan	1
14	Kepala Seksi Keamanan	1
15	Kepala Seksi Mesin	1
16	Kepala Seksi Proses dan Pengendalian	1
17	Kepala Seksi Utilitas	1

Tabel 4.4 Jumlah Karyawan (Lanjutan)

18	Kepala Seksi Laboratorium	1
19	Kepala Seksi Pembelian dan Pemasaran	1
20	Kepala Seksi Administrasi dan Keuangan	1
21	Kepala Seksi Humas	1
22	Kepala Seksi K3 dan Litbang	1
23	Kepala Seksi Keamanan	1
24	Kepala Seksi HRD	1
25	Karyawan Produksi	13
26	Karyawan <i>Control Room</i>	10
27	Karyawan Utilitas dan Pengolahan Limbah	15
28	Karyawan Perawatan Pabrik	3
29	Karyawan Quality Control	4
30	Karyawan Instrumentasi Listrik	6
31	Karyawan Penelitian Proses dan Teknologi	3
32	Karyawan Laboratorium	4
33	Karyawan Keselamatan Kerja dan Proteksi Kebakaran	6
34	Karyawan Administrasi dan Keuangan	3
35	Karyawan Penjualan	4
36	Karyawan Pembelian	3
37	Karyawan Analisa Pasar	3
38	Karyawan Pelayanan Umum	3
39	Karyawan Humas	4
40	Karyawan Gudang	3
41	Karyawan Bahan Baku dan Produk	5

Tabel 4.4 Jumlah Karyawan (Lanjutan)

42	Karyawan Keamanan / Security	3
43	Dokter	2
44	Perawat	6
45	<i>Driver</i>	2
Jumlah Total		127

3. Sistem Gaji

Sistem pembagian besarnya gaji karyawan pada perusahaan pabrik Aspirin didasarkan atas ketentuan jabatan atau golongan, tingkat pendidikan, pengalaman kerja, dan lingkungan yang berkaitan dengan risiko kerja dari masing-masing karyawan. Pembagian gaji terbagi menjadi tiga jenis, yaitu :

- Gaji Harian adalah gaji yang diberikan kepada pegawai atau karyawan yang tidak tetap.
- Gaji Bulanan, diberikan kepada karyawan tetap dengan jumlah yang sesuai dengan peraturan perusahaan
- Gaji Lembur, diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja pokok yang telah ditentukan. Rincian gaji setiap karyawan pada setiap jabatan dapat dilihat pada Tabel 4.5

Tabel 4. 5 Rincian Gaji Karyawan

Jabatan	Jumlah	Gaji/Orang/Bulan	Gaji/Bulan	Gaji/Per Tahun
Direktur Utama	1	Rp40.000.000	Rp40.000.000	Rp480.000.000
Sekretaris Direktur	1	Rp15.000.000	Rp15.000.000	Rp180.000.000
Staf ahli Direktur Utama	1	Rp15.000.000	Rp15.000.000	Rp180.000.000
Direktur Sumber Daya Manusia	1	Rp35.000.000	Rp35.000.000	Rp420.000.000
Direktur Teknik dan Produksi	1	Rp35.000.000	Rp35.000.000	Rp420.000.000
Direktur Umum dan Keuangan	1	Rp35.000.000	Rp35.000.000	Rp420.000.000
Kepala Bagian Umum	1	Rp25.000.000	Rp25.000.000	Rp300.000.000
Kepala Bagian Pemasaran	1	Rp25.000.000	Rp25.000.000	Rp300.000.000
Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan	1	Rp25.000.000	Rp25.000.000	Rp300.000.000
Kepala Bagian Teknik	1	Rp25.000.000	Rp25.000.000	Rp300.000.000
Kepala Bagian <i>Human Resource and Development</i>	1	Rp25.000.000	Rp25.000.000	Rp300.000.000
Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan	1	Rp25.000.000	Rp25.000.000	Rp300.000.000
Kepala Bagian K3	1	Rp25.000.000	Rp25.000.000	Rp300.000.000
Kepala Bagian Keamanan	1	Rp25.000.000	Rp25.000.000	Rp300.000.000

Tabel 4.5 Rincian Gaji Karyawan (Lanjutan)

Kepala Bagian Produksi	1	Rp25.000.000	Rp25.000.000	Rp300.000.000
Kepala Seksi Penelitian dan Pengembangan	1	Rp20.000.000	Rp20.000.000	Rp240.000.000
Kepala SeksiKeamanan	1	Rp20.000.000	Rp20.000.000	Rp240.000.000
Kepala SeksiMesin	1	Rp20.000.000	Rp20.000.000	Rp240.000.000
Kepala SeksiProses dan Pengendalian	1	Rp20.000.000	Rp20.000.000	Rp240.000.000
Kepala SeksiUtilitas	1	Rp20.000.000	Rp20.000.000	Rp240.000.000
Kepala Seksi Laboratorium	1	Rp20.000.000	Rp20.000.000	Rp240.000.000
Kepala Seksi Pembelian danPemasaran	1	Rp20.000.000	Rp20.000.000	Rp240.000.000
Kepala Seksi Administrasi dan Keuangan	1	Rp20.000.000	Rp20.000.000	Rp240.000.000
Kepala SeksiHumas	1	Rp20.000.000	Rp20.000.000	Rp240.000.000
Kepala Seksi K3dan Litbang	1	Rp20.000.000	Rp20.000.000	Rp240.000.000
Kepala Seksi Bahan Baku dan Produk	1	Rp20.000.000	Rp20.000.000	Rp240.000.000
KaryawanProduksi	13	Rp7.000.000	Rp91.000.000	Rp1.092.000.000
Karyawan <i>Control Room</i>	10	Rp7.000.000	Rp70.000.000	Rp840.000.000
Karyawan Utilitasdan Pengolahan Limbah	15	Rp7.000.000	Rp105.000.000	Rp1.260.000.000
Karyawan Perawatan Pabrik	3	Rp7.000.000	Rp21.000.000	Rp252.000.000

Tabel 4.5 Rincian Gaji Karyawan (Lanjutan)

Karyawan <i>Quality Control</i>	4	Rp7.000.000	Rp52.000.000	Rp336.000.000
Karyawan Instrumentasi Listrik	6	Rp7.000.000	Rp42.000.000	Rp504.000.000
Karyawan Penelitian Proses dan Teknologi	3	Rp7.000.000	Rp21.000.000	Rp252.000.000
Karyawan Laboratorium	4	Rp7.000.000	Rp52.000.000	Rp336.000.000
Karyawan Pembelian	3	Rp7.000.000	Rp21.000.000	Rp252.000.000
Karyawan Keuangan	3	Rp7.000.000	Rp21.000.000	Rp252.000.000
Karyawan Penjualan	4	Rp7.000.000	Rp52.000.000	Rp336.000.000
Karyawan Pelayanan Umum	3	Rp7.000.000	Rp21.000.000	Rp252.000.000
Karyawan Humas	3	Rp7.000.000	Rp21.000.000	Rp252.000.000
Karyawan Gudang	3	Rp7.000.000	Rp21.000.000	Rp252.000.000
Karyawan Bahan Baku dan Produk	5	Rp7.000.000	Rp35.000.000	Rp420.000.000
Satpam	6	Rp2.800.000	Rp16.800.000	Rp201.600.000
<i>Cleaning Service</i>	6	Rp2.800.000	Rp16.800.000	Rp201.600.000
<i>Driver</i>	2	Rp2.800.000	Rp5.600.000	Rp67.200.000
Dokter	1	Rp10.000.000	Rp10.000.000	Rp120.000.000
Perawat	4	Rp6.000.000	Rp24.000.000	Rp288.000.000
Jumlah Total	127	Rp801.400.000	Rp1.267.200.00	Rp15.206.400.000

4.3.7 Kesejahteraan Karyawan

Kesejahteraan yang diberikan oleh perusahaan kepada karyawan adalah sebagaiberikut :

a. Tunjangan

Tunjangan yang diberikan oleh perusahaan kepada karyawan adalah sebagai berikut :

- Tunjangan berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan
- Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang olehkaryawan
- Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja di luar jamkerja berdasarkan jumlah jam kerja

b. Cuti

Hak cuti yang diberikan kepada karyawan adalah sebagai berikut :

- Cuti tahunan

Diberikan kepada setiap karyawan sebanyak 12 hari dalam satu tahun. Apabila dalam waktu satu tahun tersebut hak cuti tidak digunakan, maka hakcuti akan hilang dan tidak dapat diakumulasikan untuk tahun selanjutnya.

- Cuti Hamil

Wanita hamil berhak mendapatkan cuti selama 3 bulan dan selama cuti berlangsung gaji tetap dibayar dengan ketentuan jarak kelahiran anak pertamadan kedua minimal 2 tahun.

- Cuti Sakit

Cuti sakit diberikan kepada karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter.

- c. Pakaian Kerja

Perusahaan memberikan 2 pasang pakaian kerja setiap tahun dan disediakan masker untuk pengaman dalam bekerja.

- d. Pengobatan dan Kesehatan

- BPJS Kesehatan

Berdasarkan UU No. 40 Tahun 2004 dan UU No.24 Tahun 2011 BPJS Kesehatan Pasal 5 Ayat 2 Huruf A menyelenggarakan program jaminan kesehatan seperti biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit akibat kecelakaan kerja akan ditanggung oleh perusahaan sesuai ketentuan undang-undang dan biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan oleh kecelakaan kerja yang diatur berdasarkan kebijaksanaan perusahaan.

- BPJS Ketenagakerjaan

Berdasarkan UU No.40 Tahun 2004 dan UU No. 24 Tahun 2011, BPJS Ketenagakerjaan menyelenggarakan 4 program yaitu Jaminan Kecelakaan Kerja (JKK), Jaminan Hari Tua (JHT), Jaminan Pensiun (JP), dan Jaminan Kematian (JK).

- e. Intensif atau Bonus

Intensif diberikan dengan tujuan meningkatkan produktivitas kerja

karyawan. Besarnya insentif ini terbagi menurut golongan dan jabatan. Pemberian insentif untuk golongan operatif (golongan kepala seksi ke bawah) diberikan setiap bulan sedangkan untuk golongan di atasnya diberikan pada akhir tahun produksi dengan melihat besarnya keuntungan dan target yang tercapai.

f. Asuransi

Perusahaan menjamin seluruh karyawan dengan mengasuransikan seperti Jamsostek yang merupakan asuransi pertanggungan jiwa dan asuransi kecelakaan yang bertujuan untuk memberikan rasa aman kepada para karyawan ketika sedang menjalankan tugasnya. Jamsostek adalah perlindungan bagi tenaga kerja dalam bentuk santunan berupa uang sebagai pengganti sebagian dari penghasilan yang hilang atau berkurang sebagai akibat dari peristiwa-peristiwa tertentu sewaktu menjalankan pekerjaannya. Peraturan pelaksanaan Jaminan Sosial Tenaga Kerja diatur dalam UU No. 3 Tahun 1992 dimana perusahaan wajib mengikutsertakan setiap karyawannya dalam program JAMSOSTEK yang meliputi:

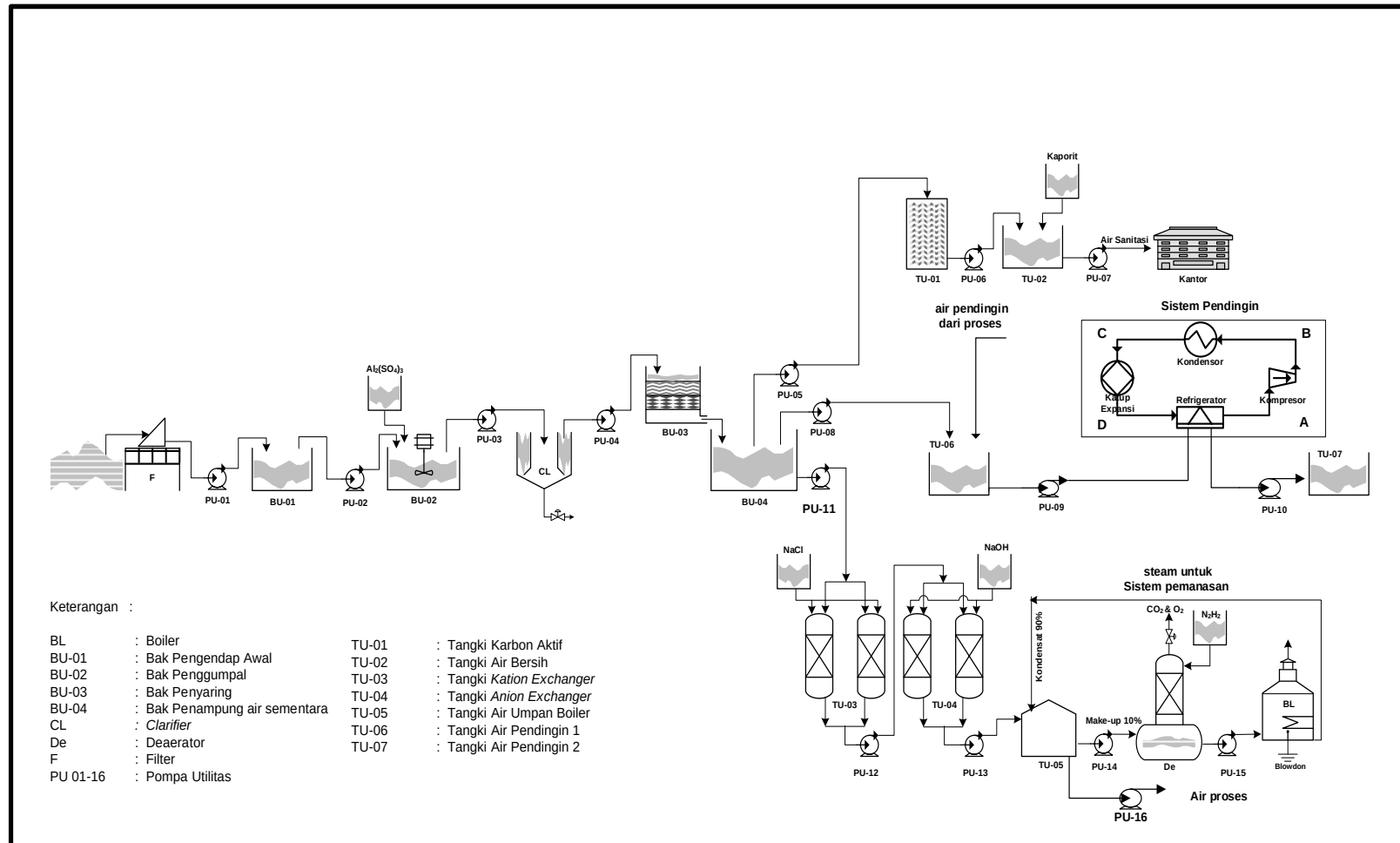
- Jaminan Kesehatan Kerja
- Jaminan Kematian
- Jaminan Hari Tua

BAB V

UTILITAS

Unit pendukung proses atau sering disebut unit utilitas merupakan bagian penting yang menunjang berlangsungnya suatu proses dalam suatu pabrik. Unit pendukung proses terdiri dari:

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 Tekan (*Push Air System*)
5. Unit Pengolahan Limbah (*Waste Water Treatment*)
6. Unit Penyedia Bahan Bakar (*Fuel Storage System*)



Gambar 5.1 Diagram Alir Utilitas Pengolahan Air

5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

5.1.1 Unit Penyediaan Air

Unit penyediaan bertugas dalam menyediakan air bersih supaya dapat digunakan dalam memenuhi kebutuhan pabrik. Untuk memenuhi kebutuhan air suatu pabrik, pada umumnya menggunakan air yang bersumber dari air sungai, air danau, air sumur maupun air laut sebagai sumbernya. Dalam pra rancangan pabrik aspirin, air yang digunakan berasal dari Sungai Bengawan Solo yang terletak di Kecamatan Solokuro, Kabupaten Lamongan, Jawa Timur.

Penggunaan air sungai dengan pertimbangan sebagai berikut:

- a. Letak sungai tidak jauh dari lokasi pabrik.
- b. Air sungai dapat diperoleh dengan jumlah yang besar dan biaya lebih murah.
- c. Pengolahan air sungai relatif lebih mudah.

Secara keseluruhan, kebutuhan air pada pabrik digunakan untuk keperluan :

1. Air Pendingin

Air pendingin pada Tabel 5.1 ini digunakan untuk pendinginan pada proses produksi, seperti pendinginan peralatan. Penggunaan air sebagai fluida pendingin berdasarkan faktor berikut:

- Air dapat diperoleh dalam jumlah yang banyak.
- Pengaturan dan pengolahan yang mudah.
- Tidak mudah menyusut dalam batasan dengan adanya perubahan temperature pendingin.
- Tidak terdekomposisi.

Kebutuhan air pendingin pada pra rancangan pabrik Aspirin sebesar 5047,81 kg/jam.

Tabel 5. 1 Kebutuhan Air Pendingin

No	Alat	Kode	Kebutuhan Air (kg/jam)
1	Reaktor 01	R-01	837,3
2	<i>Cooling Conveyor</i>	CC-01	4985,44
Total			5822,74

2. Air Umpan Boiler

Air umpan *boiler* adalah air yang menghasilkan *steam* untuk menunjang kelangsungan proses produksi. Kebutuhan *steam* pada pabrik Karet Alam Siklis inidapat dilihat pada Tabel 5.2 dibawah ini :

Tabel 5. 2 Kebutuhan Air Umpan *Boiler*

No	Nama Alat	Kebutuhan (kg/jam)
1	<i>Heater</i> (HE-02)	496,66
Total		496,66

3. Air Proses

Air proses pada Tabel 5.3 merupakan air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan air pada area produksi. Air proses yang digunakan harus memenuhi persyaratan yaitu:

- Tidak berbau dan berasa.
- Air jernih.
- Tidak mengandung zat organik dan anorganik.

Tabel 5. 3 Kebutuhan Air Proses

No	Alat	Kode	Kebutuhan Air (kg/jam)
1	<i>Rotary Vacuum Filter</i>	RVF-01	166,37
Total			166,37

4. Air Domestik

Air domestik merupakan air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan karyawan seperti air minum, perumahan, laboratorium, dan sebagainya.

Air domestik yang digunakan harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- Tidak berbau dan berasa.
- Air jernih tidak beracun.
- Tidak mengandung zat organik dan anorganik.

Kebutuhan air untuk air domestik adalah 7315,2 kg/jam.

5. Total Kebutuhan Air

Tabel 5. 4 Total Kebutuhan Air

No	Keperluan	Jumlah (kg/jam)
1	Air Pendingin	5047,81
2	Air Proses	166,37
3	Air Kebutuhan <i>Steam</i>	655,59
4	Air Domestik	7315,2
Total		13.377,63

5.1.2 Unit Pengolahan Air

Unit pengolahan air bertujuan untuk memnuhi syarat-syarat air untuk digunakan didalam industri kimia. Pengolahan air meliputi pengolahan secara fisik, pengolahan secara kimia. Pada pra rancangan pabrik aspirin ini sumber air didapatkan dari Sungai terdekat di sekitar daerah pabrik yaitu Sungai Bengawan Solo yang terletak di Kecamatan Solokuro, Kabupaten Lamongan, Jawa Timur.

1. Penyaringan

Proses penyaringan dilakukan untuk menghilangkan partikel kotor yang berukuran cukup besar, seperti daun, ranting, dan sampah. Pada tahap ini partikel kotoran akan tersaring secara langsung tanpa penggunaan bahan kimia. Sementara itu partikel partikel kecil yang masih terbawa dalam air akan diolah di tahap selanjutnya.

2. Pengendapan

Partikel dan kotoran yang terbawa di dalam air sungai diendapkan dengan memanfaatkan gaya gravitasi. Kotoran yang tidak tersaring pada proses penyaringan seperti pasir dan lumpur yang masih terbawa di dalam air akan mengalami pengendapan di bagian bawah bak karena gaya gravitasi.

3. Penggumpalan

Pada bak penggumpalan akan terjadi proses koagulasi yang menggunakan penambahan zat kimia yang disebut koagulan ke dalam air. Jenis koagulan yang digunakan adalah tawas dan Soda Ash, $(Al_2(SO_4)_3)$ dan Na_2CO_3 . Koagulan akan menyebabkan partikel-partikel menjadi lebih stabil dan membentuk sebuah endapan.

4. Clarifier

Pada proses sedimentasi ini menggunakan metode flokulasi dan koagulasi. Flokulasi merupakan penyatuan flok dari partikel yang sulit membentuk flok sehingga dapat membentuk flok yang lebih berat untuk di blowdown maka air bersih dapat keluar.

5. Sand filter

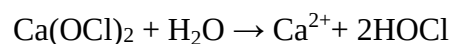
Di dalam sand filter air akan dialirkan dari atas ke bawah menggunakan media filter (*spheres*) yang akan menyaring pengotor yang masih terbawa di dalam air.

6. Tangki Penampungan Air Bersih

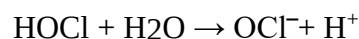
Air yang sudah di filtrasi sudah dapat disebut air bersih. Kemudian air keluaran dari proses filtrasi akan dialirkan dan ditampung di dalam bak penampung air bersih. Air bersih ini sudah dapat digunakan sebagai air layanan umum, air pendingin, air proses dan air domestik.

7. Tangki Klorinasi

Di dalam bak air bersih sebagai oksidator dan disinfektan. Sebagai oksidator, klorin digunakan untuk menghilangkan bau dan rasa pada pengolahan air bersih. Agar dapat digunakan sebagai air minum pada perkantoran ataupun perumahan, air bersih harus melalui proses klorinasi. Sedangkan, klorin sebagai desinfektan bertujuan untuk membunuh kuman, bakteri, jamur, serta mikroorganisme lainnya sehingga air layak untuk dikonsumsi dan digunakan. Dalam reaksinya, klorin di dalam air akan membentuk asam hipoklorit dengan reaksi sebagai berikut:



Selanjutnya, asam hipoklorit (HOCl) terbentuk dalam larutan akan terionisasi sesuai dengan reaksi berikut ini :



8. Tangki Deklorinasi

Tangki deklorinasi bertujuan untuk menghilangkan klorin (Cl_2) yang dilengkapi dengan adanya *filter*. Klorin juga memiliki sifat yang sangat beracun yang dapat merusak kesehatan. Setelah klorin hilang, air dapat didistribusikan sebagai air pabrik dan lingkungannya.

9. *Cooling Tower*

Cooling tower adalah alat yang digunakan untuk menghasilkan air dingin yang dapat digunakan sebagai pendingin pada alat proses. Proses yang terjadi pada *cooling tower* adalah pengolahan air panas menjadi air dingin menggunakan udara sebagai media pendinginnya. *Initial water* ke *cooling tower* berasal dari tangki penampung air bersih dengan suhu sekitar 45°C yang dialirkan ke atas *cooling tower* melalui distributor. Air akan mengalami proses evaporasi, sehingga air akan dialirkan ke bawah melalui lubang saluran. Bersamaan dengan proses ini, terjadi pelepasan panas laten, sehingga sebagian air akan menguap ke atmosfer. Untuk itu, dibutuhkan *make-up water* sebagai kompensasi terjadinya *evaporation loss*. *Make-up water* juga berasal dari tangki penampung air bersih. Air yang mengalami evaporasi di *cooling tower* akan sama jumlahnya dengan *flow make-up water* yang masuk, sehingga kesetimbangan perpindahan panas antara udara dan air akan tetap stabil. Suhu air yang telah melalui proses pendinginan akan turun menjadi 30°C .

10. Demineralisasi

Air yang digunakan sebagai air proses dan air umpan *boiler* untuk

produksi *steam water* tidak cukup hanya air bersih saja, tetapi juga harus air murni yang terbebas dari kandungan mineral terlarut. Sehingga perlu dilakukan adanya proses demineralisasi. Demineralisasi merupakan salah satu teknologi proses pengolahan air untuk menghilangkan mineral dari air. Demineralisasi biasanya digunakan secara khusus untuk proses pertukaran ion dan penghilangan total kontaminan mineral ion sampai mendekati angka nol. Demineralisasi dilakukan dengan menggunakan resin penukar kation dan penukar anion.

a. Kation Exchanger

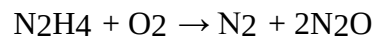
Kation Exchanger merupakan unit yang berisi pengganti kation dimana pengganti kation yang terkandung di dalam air diganti dengan ion H^+ sehingga air yang akan keluar dari *Kation Exchanger* adalah air yang mengandung anion dan ion. Dalam jangka waktu tertentu, kation resin ini akan jenuh sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan asam klorida.

b. Anion Exchanger

Air yang keluar dari tangki kation kemudian diumpankan menuju tangki *Anion Exchanger*. Tangki ini berfungsi untuk mengikat ion negatif (anion) yang terlarut dalam air dengan resin yang bersifat basa. Dalam jangka waktu tertentu, kation resin ini akan jenuh sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan larutan NaOH.

11. *Deaerator*

Air proses dan air umpan *boiler* yang telah mengalami demineralisasi (demin water) pada *Kation Exchanger* dan *Anion Exchanger* akan mengalami proses deaerasi pada *Deaerator*. Deaerasi adalah proses pembersihan air proses dan air umpan *boiler* dari gas yang dapat menimbulkan korosi pada *boiler* seperti oksigen (O₂) dan karbondioksida (CO₂). Demin water dipompakan menuju *Deaerator* kemudian diinjeksikan bahan kimia berupa hidrazin (N₂H₄) yang berfungsi untuk mengikat oksigen sehingga dapat mencegah terjadinya korosi pada *Tube boiler*. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



5.1.3 Unit Pembangkit *Steam*

Unit pembangkit *steam* digunakan untuk mencukupi kebutuhan *steam* yang dibutuhkan dalam proses produksi dengan menggunakan *boiler*.

5.2 Unit Pembangkit Listrik

Sumber listrik utama yang digunakan pada pabrik aspirin ini berasal dari Perusahaan Listrik Negara (PLN). Namun, pabrik aspirin juga dilengkapi dengan pembangkit listrik tenaga mandiri yaitu generator. Generator ini berfungsi sebagai sumber listrik cadangan apabila sumber listrik utama dari PLN mengalami gangguan atau pemadaman secara tiba-tiba. Hal ini pasokan tenaga listrik dapat berlangsung secara kontinyu. Adapun generator yang digunakan adalah jenis generator diesel dengan arus bolak-balik dengan kapasitas 1450 kW. Generator jenis ini dipilih berdasarkan beberapa pertimbangan sebagai berikut:

1. Tenaga listrik yang dihasilkan cukup besar
2. Tegangan dapat dinaikkan dan diturunkan sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan.

Rincian kebutuhan listrik pada pabrik aspirin adalah sebagai berikut:

a. Kebutuhan Listrik Alat Proses

Tabel 5.5 Kebutuhan Listrik Alat Proses

Nama Alat	Jumlah	Daya	
		HP	Watt
<i>Reaktor (R-01)</i>	1	25	96.941
<i>Rotary Vacuum Filter (RVF)</i>	1	6	4.320
<i>Rotary Dryer (RD-01)</i>	1	1	746
<i>Cooling Conveyor (CC-01)</i>	1	8	5.593
Ball Mill (BM-01)	1	44	32.811
Screen (SCR-01)	1	6	4.101
Pompa (P-01 A/B)	1	3	1.864
Pompa (P-02 A/B)	1	2	1.119
Bucket Elevator (BE-01)	1	3	2.237
Bucket Elevator (BE-02)	1	2	1.491
Bucket Elevator (BE-03)	1	2	1.491
Bucket Elevator (BE-04)	1	3	2.237
Bucket Elevator (BE-05)	1	2	1.491
Bucket Elevator (BE-06)	1	2	1.491
Belt Conveyor (BC-01)	1	3	2.237
Belt Conveyor (BC-02)	1	3	2.237
Belt Conveyor (BC-03)	1	3	2.237
Belt Conveyor (BC-04)	1	3	2.237
Belt Conveyor (BC-05)	1	3	2.237
Belt Conveyor (BC-06)	1	3	2.237
Blower	1	1	373
Total		125	93.431

b. Kebutuhan Listrik Alat Utilitas

Tabel 5. 6 Kebutuhan Listrik Alat Utilitas

Nama Alat	Jumlah	Daya	
		HP	Watt
Bak Penggumpal/Koagulasi (BU-02)	1	2	1491
Clarifier	1	1,5	1.119
Pompa (P-01 A/B)	1	1	746
Pompa (P-02 A/B)	1	1	746
Pompa (P-03 A/B)	1	1	746
Pompa (P-04 A/B)	1	2	1.491
Pompa (P-05 A/B)	1	1	373
Pompa (P-06 A/B)	1	1	746
Pompa (P-07 A/B)	1	1	373
Pompa (P-08 A/B)	1	1	746
Pompa (P-09 A/B)	1	1	373
Pompa (P-10 A/B)	1	1	746
Pompa (P-11 A/B)	1	1	746
Pompa (P-12 A/B)	1	1	373
Pompa (P-13 A/B)	1	1	746
Pompa (P-14 A/B)	1	1	746
Pompa (P-15 A/B)	1	1	373
Pompa (P-16 A/B)	1	3	2.237
Total		13,5	14914

Maka, kebutuhan listrik secara keseluruhan pada perancangan pabrik karet alam siklis ini digunakan faktor keamanan sebesar 20% sehingga total kebutuhan tenaga listrik sebesar 871,25 kW atau 1184,57 HP.

5.3 Unit Penyedia Udara Tekan

Unit penyedia udara tekan digunakan untuk memenuhi kebutuhan instrumentasi alat proses seperti *control valve*. Fungsi dari udara tekan adalah untuk menggerakkan instrumen-instrumen kontrol tersebut. Proses yang terjadi pada unit ini adalah berat jenis udara dikurangi sebelum masuk unit instrumen udara. Diperlukan sebesar 16,24 m³/jam.

Mekanisme atau proses untuk membuat udara tekan dapat diuraikan berikut ini: Udara lingkungan diambil dan dilewatkan pada penyaring udara (*Air Filter*) untuk menyaring debu-debu yang terikut. Udara bersih yang didapat dilewatkan ke kompresor untuk mengubah tekanannya menjadi 3 atm. Udara dengan tekanan 3 atm akan dilewatkan pada tangki silika untuk diserap air yang terbawa, sehingga menjadi udara kering. Lalu udara yang telah kering disimpan dalam tangki udara tekan.

5.4 Unit Penyedia Bahan Bakar

Unit penyediaan bahan bakar bertugas untuk menyediakan kebutuhan bahan bakar pada pabrik Aspirin. Bahan bakar yang disediakan pada unit ini adalah kebutuhan bahan bakar *boiler* dan generator. Bahan bakar yang digunakan adalah diesel solar. Kebutuhan bahan bakar untuk *boiler* adalah sebesar 54,55 kg/jam dan bahan bakar untuk generator adalah sebesar 300,15 kg/jam. Bahan bakar ini diperoleh dari PT.Pertamina. Pemilihan jenis bahan bakar didasarkan pada hal berikut ini :

1. Mudah diperoleh
2. Berkelanjutan
3. Penyimpanan yang mudah

5.5 Spesifikasi Alat Utilitas

5.5.1 Bak Utilitas

Tabel 5. 7 Spesifikasi Bak Utilitas

Nama	Bak Pengendap Awal	Bak Penggumpal	Bak Penyaring	Bak Air Bersih
Kode	BU-01	BU-02	BU-03	BU-04
Fungsi	Mengendapkan kotoran kasar yang masih terbawa oleh sungai	Mencampurkan bahan kimia penggumpal dan mengurangi kesadahan	Menyaring partikel-partikel halus	Menampung air bersih dari filter sebelum diproses lebih lanjut
Jenis	Bak terbuka berbentuk persegi panjang dengan beton bertulang	Bak silinder tegak	Bak silinder tegak dengan tumpukan pasir dan kerikil	Bak persegi panjang
Panjang (m)	13,5	-	-	2,77
Lebar (m)	6,75	-	-	1,84
Tinggi (m)	3,37	3,19	2,8	0,9
Diameter (m)	-	3,19	1,4	-
Volume (m ³)	307,76	25,62	4,31 m ³	4,73
Power (HP)	-	-	-	-
Harga US \$	1.477,11	4.306,76	746,35	327,12
Harga	Rp 23.141.950	Rp 67.474.000	Rp 11.693.000	Rp 5.125.000

5.5.2 Tangki Utilitas

Tabel 5. 8 Spesifikasi Tangki Utilitas

Nama	Tangki Karbon Aktif	Tangki Air Bersih	Tangki Kation Exchanger	Tangki Anion Exchanger	Tangki Air Umpan Boiler
Kode	TU-01	TU-02	TU-03	TU-04	TU-05
Fungsi	Membersihkan air dari bau dan rasa yang kurang sedap	Menampung air bersih	Menurunkan kesadahan air umpan Boiler	Menghilangkan Anion dari keluaran kation exchanger	Menampung sementara air <i>make-up boiler</i> sebelum ke Boiler
Bentuk	Tangki silinder tegak baja karbon	Tangki silinder tegak baja karbon	Tangki silinder tegak baja karbon	Tangki silinder tegak baja karbon	Tangki silinder tegak baja karbon
Tinggi(m)	0,81	7,31	1,49	2,24	1,52
Diameter(m)	1,33	7,62	0,46	0,36	3,04
Volume(m ³)	0,10	2177,41	0,25	0,12	11,11
Harga (US\$)	900	30.700	1.508,9	1.706	1800
Harga	Rp 14.100.300	Rp 480.976.900	Rp 23.639.936,3	Rp 26.279.020	Rp 28.200.600

5.4.3 Pompa Utilitas

Tabel 5. 9 Spesifikasi Pompa Utilitas

Nama	Pompa Utilitas 01	Pompa Utilitas 02	Pompa Utilitas 03	Pompa Utilitas 04	Pompa Utilitas 05
Kode	PU-01	PU-02	PU-03	PU-04	PU-05
Fungsi	Mengalirkan air dari Sungai menuju Bak Penampung Awal (BU-01)	Mengalirkan air dari Bak Penampung Awal (BU-01) menuju Bak Koagulasi (BU-02)	Mengalirkan air dari bak koagulasi (BU-2) menuju <i>Clarifier</i>	Mengalirkan air dari <i>Ckarifier</i> menuju <i>Sand Filter</i> (BU-03)	Mengalirkan air dari Bak Air Bersih(BU-04) menuju Bak Klorinasi
Jenis Pompa	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>
Bahan konstruksi	<i>Cast Iron & API-610</i>	<i>Cast Iron & API-610</i>	<i>Cast Iron & API-610</i>	<i>Cast Iron & API-610</i>	<i>Cast Iron & API-610</i>
Spesifikasi Pompa					
Viskositas (cP)	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
Kapasitas (m ³ /jam)	20,87	20,87	20,87	18,78	7,15
Pump head (m)	3	5	6	4	1
Suhu fluida (°C)	30	30	30	30	30
Spesifikasi Pipa					
NPS, (in)	2,5	2,5	2,5	2	1,25
Sch. number	40	40	40	40	40
OD (in)	2,87	2,87	2,87	2,37	1,66
ID (in)	2,46	2,46	2,46	2,06	1,38

Tabel 5. 9 Spesifikasi Pompa Utilitas (Lanjutan)

Nama	Pompa Utilitas 01	Pompa Utilitas 02	Pompa Utilitas 03	Pompa Utilitas 04	Pompa Utilitas 05
Spesifikasi Daya					
Power (HP)	1	1	1	2	1
Harga (US \$)	3.900	3.900	3.900	3.900	2.400
Harga	Rp 61.101.300	Rp 61.101.300	Rp 61.101.300	Rp 61.101.300	Rp 37.600.800

Tabel 5. 9 Spesifikasi Pompa Utilitas

Nama	Pompa Utilitas 06	Pompa Utilitas 07	Pompa Utilitas 08	Pompa Utilitas 09	Pompa Utilitas 10
Kode	PU-06	PU-07	PU-08	PU-09	PU-10
Fungsi	Mengalirkan air dari tangka karbou aktif ke tangka kaporit	Mengalirkan air dari tangka kaporit ke alat sebagai air sanitasi	Mengalirkan air dari bak dari bak penampung sementara ke <i>Cooling Tower</i>	Mengalirkan air dari <i>Cooling Tower</i> ke Sistem Pendingin	Mengalirkan air dari <i>Anion Exchanger</i> ke Tangki Umpan Boiler
Jenis Pompa	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>
Bahan konstruksi	<i>Cast Iron & API-610</i>	<i>Cast Iron & API-610</i>	<i>Cast Iron & API-610</i>	<i>Cast Iron & API-610</i>	<i>Cast Iron & API-610</i>
Spesifikasi Pompa					
Viskositas (cP)	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
Kapasitas (m ³ /jam)	7,15	7,15	4,93	4,93	4,93
Pump head (m)	2	9	1	3	3
Suhu fluida (°C)	30	30	30	30	30
Spesifikasi Pipa					
NPS, (in)	1,5	1,25	1	1	1
Sch. number	40	40	40	40	40
OD (in)	1,90	1,66	1,31	1,31	1,31
ID (in)	1,61	1,38	1,04	1,04	1,04

Tabel 5.9 Spesifikasi Pompa Utilitas (Lanjutan)

Nama	Pompa Utilitas 06	Pompa Utilitas 07	Pompa Utilitas 08	Pompa Utilitas 09	Pompa Utilitas 10
Spesifikasi Daya					
Power (HP)	0,5	3	0,5	1	0,5
Harga (US \$)	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400
Harga	Rp 37.600.800	Rp 37.600.800	Rp 37.600.800	Rp 37.600.800	Rp 37.600.800

Tabel 5.9 Spesifikasi Pompa Utilitas (Lanjutan)

Nama	Pompa Utilitas 11	Pompa Utilitas 12	Pompa Utilitas 13	Pompa Utilitas 14	Pompa Utilitas 15	Pompa Utilitas 16
Kode	PU-11	PU-12	PU-13	PU-14	PU-15	PU-16
Fungsi	Mengalirkan air dari Bak Penampung Sementara ke Tangki <i>Cation Exchanger</i>	Mengalirkan air dari <i>Cation Exchanger</i> ke <i>Anion Exchanger</i>	Mengalirkan air dari <i>Anion Exchanger</i> ke Tangki Umpan Boiler	Mengalirkan air dari Tangki Umpan <i>Boiler</i> ke <i>Deaerator</i>	Mengalirkan air dari <i>Deaerator</i> ke <i>Boiler</i>	Mengalirkan air dari Tangki Umpan <i>Boiler</i> ke alat
Jenis Pompa	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>
Bahan konstruksi	<i>Cast Iron & API-610</i>	<i>Cast Iron & API-610</i>	<i>Cast Iron & API-610</i>	<i>Cast Iron & API-610</i>	<i>Cast Iron & API-610</i>	<i>Cast Iron & API-610</i>
Spesifikasi Pompa						
Viskositas (cP)	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
Kapasitas (m ³ /jam)	1,18	1,18	1,18	1,22	1,01	1,18
Pump head (m)	1	2	2	2	5	1
Suhu fluida (°C)	30	30	30	30	30	30
Spesifikasi Pipa						
NPS, (in)	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
Sch. number	40	40	40	40	40	40
OD (in)	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
ID (in)	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49

Tabel 5. 9 Spesifikasi Pompa Utilitas (Lanjutan)

Nama	Pompa Utilitas 11	Pompa Utilitas 12	Pompa Utilitas 13	Pompa Utilitas 14	Pompa Utilitas 15	Pompa Utilitas 16
Spesifikasi Daya						
Power (HP)	1	0,5	1	0,5	0,5	1
Harga (US \$)	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400
Harga	Rp 37.600.800	Rp 37.600.800	Rp 37.600.800	Rp 37.600.800	Rp 37.600.800	Rp 37.600.800

5.4.4 Boiler

Tabel 5. 10 Spesifikasi *Boiler*

Nama	Boiler 01
Kode	B-01
Fungsi	Menguapkan air <i>steam</i> menjadi umpan <i>heater</i>
Bentuk	Tangki silinder tegak baja karbon
Luas perpindahan panas (m ³)	12,32
Kapasitas (kJ/jam)	1679754,43
Volume bahan bakar (L/jam)	93,71
Harga (US \$)	228.300
Harga	Rp 3.576.776.100

5.4.5 Cooling Tower

Tabel 5. 11 Spesifikasi *Cooling Tower*

Nama	Cooling Tower 01
Kode	CT-01
Fungsi	Menghisap udara sekitar untuk dikontakkan dengan air yang akan didinginkan
Bahan konstruksi	<i>Carbon Steel</i>
Volume (m ³)	3,64
Diameter (m)	1,32
Tinggi (m)	2,64
Power (HP)	0,75
Harga (US \$)	12.462
Harga	Rp 199.267.380

5.4.6 Clarifier

Tabel 5. 12 Spesifikasi *Clarifier*

Nama	Clarifier 01
Kode	CL-01
Fungsi	Mengendapkan partikel berukuran besar yang terlarut dalam air
Tipe	Tangki dengan <i>bottom</i> berbenruk <i>conical</i>
Volume (m ³)	103,49
Diameter (m)	6,24
Tinggi (m)	3,90
Power (HP)	1,50
Harga (US \$)	14.115,40
Harga	Rp 221.146.000

BAB VI

EVALUASI EKONOMI

Evaluasi ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui kelayakan dari pabrik yang didirikan. Suatu rancangan pabrik dianggap layak didirikan apabila dapat beroperasi dalam kondisi yang memberikan keuntungan. Salah satu bagian penting dari perancangan pabrik ini adalah estimasi harga dari alat-alat proses yang akan digunakan dalam kebutuhan pabrik. Harga tersebut digunakan sebagai dasar untuk estimasi evaluasi ekonomi tentang kelayakan investasi modal dalam kegiatan produksi suatu pabrik dengan melakukan peninjauan terhadap kebutuhan modal investasi yang dapat dikembalikan dan terjadinya titik impas. Terdapat beberapa faktor yang ditinjau dalam evaluasi ekonomi pada perancangan pabrik aspirin ini. Faktor-faktor tersebut meliputi:

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

Sebelum dilakukan analisis terhadap kelima poin evaluasi tersebut, perlu dilakukan perkiraan terhadap beberapa hal sebagai berikut:

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

2. Penentuan 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. Penentuan pengeluaran umum (*General Cost*)
4. Penentuan biaya produksi total (*Total Production Cost*)
 - a. Biaya pembuatan (*Manufacturing Cost*)
 - b. Biaya pengeluaran umum (*General Expense*)
5. Penentuan pendapatan modal

Untuk mengetahui titik impas, maka dilakukan perkiraan terhadap komponen biaya:

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

6.1 Penaksiran Harga Alat

Harga Alat setiap tahun akan mengalami pergantian harga tergantung pada kondisi ekonomi di tahun tersebut. Oleh sebab itu, perlu memperkirakan harga alat di tahun tertentu dengan mencari tahu harga indeks peralatan pada tahun tersebut. Pabrik Aspirin direncanakan akan didirikan pada tahun 2030, sehingga perlu dicari indeks harga pada tahun tersebut. Nilai indeks harga pada tahun 2030 dapat diperkirakan melalui data indeks dari tahun-tahun sebelumnya. Indeks harga pada tahun perencanaan ditentukan dengan regresi linear terhadap indeks harga tahun

sebelumnya, data indeks harga tersebut didapat dari *Chemical Engineering Plant Cost* (CEPCI).

Tabel 6. 1 Indeks Harga Alat

Tahun (x)	Indeks (y)
1996	381,70
1997	386,50
1998	389,50
1999	390,60
2000	394,10
2001	394,30
2002	395,30
2003	402,00
2004	444,20
2005	468,20
2006	499,60
2007	525,40
2008	575,40
2009	521,90
2010	550,80

Berdasarkan Tabel 6.1 diatas, maka diperoleh persamaan regresi linear sebagai berikut:

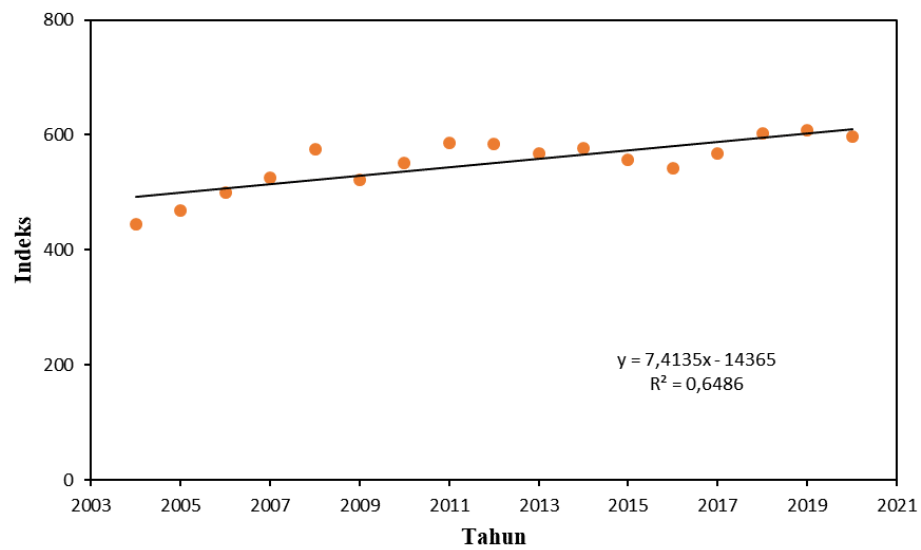
$$y = 7,4315 x - 14365 \quad (6.1)$$

Dimana :

y = Indeks Harga

x = Tahun Pembelian

Berikut ini merupakan grafik hubungan antara tahun dan indeks harga yang ditunjukkan pada Gambar 6.1.



Gambar 6.1 Grafik Indeks Harga vs Tahun

Harga alat pada tahun pabrik didirikan dapat ditentukan berdasarkan harga pada tahun referensi dikalikan dengan rasio indeks harga.

$$E_x = E_y \frac{N_x}{N_y} \quad (6.2)$$

Dimana:

E_x = Harga alat pada tahun x

E_y = Harga alat pada tahun y

N_x = Indeks harga pada tahun x

N_y = Indeks harga pada tahun y (Aries dan Newton, 1955)

Berikut daftar harga alat proses dan alat utilitas dapat dilihat pada Tabel 6.2

Tabel 6.2 Daftar Harga Alat Proses

Nama Alat	Kode alat	Jumlah	NY	NX	CY	CX
			2014	2030	2014	2030
<i>Silo -01</i>	S-01	1	576,10	684,41	\$1.700	\$2.019
<i>silo-02</i>	S-02	1	576,10	684,41	\$ 1.400	\$1.663
<i>Silo -03</i>	S-03	1	576,10	684,41	\$ 1.400	\$1.663
<i>Silo 04</i>	S-04	1	576,10	684,41	\$ 2.000	\$ 2.376
<i>Tangki -01</i>	T-01	1	576,10	684,41	\$ 165.100	\$196.140
<i>Reaktor</i>	R-01	1	576,10	684,41	\$781.100	\$927.951
<i>Rotary Vacuum Filter</i>	RVF-01	1	576,10	684,41	\$ 209.900	\$ 249.362
<i>Rotary Dryer</i>	RD-01	1	576,10	684,41	\$ 97.400	\$ 115.712
<i>Cooling Conveyor</i>	CC-01	1	576,10	684,41	\$ 18.000	\$ 21.384
<i>Furnace</i>	F-01	1	576,10	684,41	\$1.414.800	\$1.680.790
<i>Ball Mill</i>	BM-01	1	576,10	684,41	\$ 270.500	\$ 321.356
<i>Screen</i>	SC-01	1	576,10	684,41	\$ 28.100	\$33.383
<i>Pompa-01</i>	P-01	1	576,10	684,41	\$2.500	\$ 2.970
<i>Pompa-02</i>	P-02	1	576,10	684,41	\$2.500	\$ 2.970
<i>Belt Elevator-01</i>	BE-01	1	576,10	684,41	\$1.950	\$2.317
<i>Belt Elevator-02</i>	BE-02	1	576,10	684,41	\$1.950	\$ 2.317
<i>Belt Elevator-03</i>	BE-03	1	576,10	684,41	\$1.950	\$2.317
<i>Belt Elevator-04</i>	BE-04	1	576,10	684,41	\$1.950	\$ 2.317
<i>Belt Elevator-05</i>	BE-05	1	576,10	684,41	\$ 1.950	\$2.317
<i>Belt Elevator-06</i>	BE-06	1	576,10	684,41	\$1.950	\$ 2.317
<i>Belt Conveyor-01</i>	BC-01	1	576,10	684,41	\$ 6.200	\$ 7.366
<i>Belt Conveyor-02</i>	BC-02	1	576,10	684,41	\$ 6.200	\$ 7.366
<i>Belt Conveyor-03</i>	BC-03	1	576,10	684,41	\$ 6.200	\$ 7.366
<i>Belt Conveyor-04</i>	BC-04	1	576,10	684,41	\$ 6.200	\$ 7.366
<i>Belt Conveyor-05</i>	BC-05	1	576,10	684,41	\$ 6.200	\$ 7.366
<i>Belt Conveyor-06</i>	BC-06	1	576,10	684,41	\$ 6.200	\$ 7.366
<i>Hopper-01</i>	HP-01	1	576,10	684,41	\$1.000	\$ 1.188
<i>Hopper-02</i>	HP-02	1	576,10	684,41	\$1.000	\$ 1.188
<i>Hopper-03</i>	HP-03	1	576,10	684,41	\$1.000	\$ 1.188
<i>Heat Exchanger-02</i>	HE-02	1	576,10	684,41	\$ 3.500	\$ 4.158
<i>Blower</i>	BL-01	1	576,10	684,41	\$ 200	\$ 238
Total		31			\$3.052.000	\$3.625.793

Tabel 6.3 Daftar Harga Alat Utilitas

Nama Alat	Jumlah	NY	NX	CY	CX
		2014	2030	2014	2030
Saringan (S)	1	541,70	767,9	\$ 2.405	\$ 3.039
Bak pengendap awal (BU-01)	1	541,70	767,9	\$1.478	\$ 1.869
Bak koagulasi / penggumpal (BU-02)	1	541,70	767,9	\$ 4.311	\$ 5.448
Clarifier (CL)	1	541,70	767,9	\$14.115	\$ 17.834
Bak Sand Filter (BU-03)	1	541,70	767,9	\$ 746	\$ 943
Bak Penampung Sementara (BU-04)	1	541,70	767,9	\$ 327	\$ 414
Kation Exchanger (TU-01)	1	541,70	767,9	\$ 1.508	\$ 1.906
Anion Exchanger (TU-02)	1	541,70	767,9	\$1.706	\$ 2.155
Boiler Feed Water (TU-03)	1	541,70	767,9	\$1.800	\$ 2.274
Deaerator (DE)	1	541,70	767,9	\$ 165	\$ 43.048
Cooling Tower (CT)	1	541,70	767,9	\$97.600	\$ 123.313
Boiler (BLR)	1	541,70	767,9	\$228.300	\$ 288.445
Bak Karbon Aktif	1	541,70	767,9	\$ 900	\$ 1.137
Tangki Penampung Air Sanitasi (TU-04)	1	541,70	767,9	\$30.700	\$ 38.788
Pompa Utilitas (PU-01)	1	541,70	767,9	\$ 3.900	\$ 4.927
Pompa Utilitas (PU-02)	1	541,70	767,9	\$ 3.900	\$ 4.927
Pompa Utilitas (PU-03)	1	541,70	767,9	\$ 3.900	\$ 4.927
Pompa Utilitas (PU-04)	1	541,70	767,9	\$ 3.900	\$ 4.927
Pompa Utilitas (PU-05)	1	541,70	767,9	\$2.400	\$ 3.032
Pompa Utilitas (PU-06)	1	541,70	767,9	\$2.400	\$ 3.032
Pompa Utilitas (PU-07)	1	541,70	767,9	\$2.400	\$ 3.032
Pompa Utilitas (PU-08)	1	541,70	767,9	\$2.400	\$ 3.032
Pompa Utilitas (PU-09)	1	541,70	767,9	\$2.400	\$ 3.032
Pompa Utilitas (PU-10)	1	541,70	767,9	\$2.400	\$ 3.032
Pompa Utilitas (PU-11)	1	541,70	767,9	\$2.400	\$ 3.032
Pompa Utilitas (PU-12)	1	541,70	767,9	\$2.400	\$ 3.032
Pompa Utilitas (PU-13)	1	541,70	767,9	\$2.400	\$ 3.032
Pompa Utilitas (PU-14)	1	541,70	767,9	\$2.400	\$ 3.032
Pompa Utilitas (PU-15)	1	541,70	767,9	\$2.400	\$ 3.032
Pompa Utilitas (PU-16)	1	541,70	767,9	\$2.400	\$ 3.032
Total				\$464.400	\$586.745

6.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas produk aspirin	= 15.000
ton/tahun	Satu tahun operasi = 330 hari
Umur alat	= 10 tahun
Tahun pabrik didirikan	= 2030
Kurs rupiah tahun 2024	= 1 US\$ = Rp. 15.648,05
UMR Lamongan, Jawa Timur	= Rp 2.800.000,00 (2024)

6.3 Perhitungan Biaya

Untuk memperhitungkan biaya yang diperlukan dalam mendirikan suatu pabrik, diperlukan beberapa tahapan perhitungan agar pabrik tersebut dapat dikatakan layak secara ekonomis. Beberapa tahapannya antara lain:

6.3.1 Modal (*Capital Investment*)

Capital Investment merupakan banyaknya pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya. *Capital Investment* terdiri dari:

a. *Fixed Capital Investment*

Fixed Capital Investment merupakan modal yang dibutuhkan untuk mendirikan fasilitas pabrik. Setelah melakukan perhitungan rencana maka pabrik karet alam siklus ini memerlukan physical plant cost, direct plant cost, fixed capital instrument. Hasil perhitungan masing-masing dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 6.4 *Physical Plant Cost (PPC)*

No	Type of Capital Investment	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Purchased Equipment cost</i>	Rp65.918.071.904	\$ 4.212.539
2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	Rp16.479.504.476	\$ 1.053.135
3	<i>Instalation Cost</i>	Rp10.922.920.618	\$ 698.037
4	<i>Piping Cost</i>	Rp15.564.005.001	\$ 994.629
5	<i>Instrumentation Cost</i>	Rp8.254.406.397	\$ 527.504
6	<i>Insulation Cost</i>	Rp 2.551.280.951	\$ 163.041
7	<i>Electrical Cost</i>	Rp7.250.981.969	\$463.379
8	<i>Building Cost</i>	Rp112.125.000.000	\$ 7.165.430
9	<i>Land & Yard Improvement</i>	Rp 49.350.000.000	\$ 3.153.748
Physical Plant Cost (PPC)		Rp288.416.117.315	\$18.431.441

Tabel 6.5 *Direct Plant Cost*

No	Jenis Biaya	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Physical Plant Cost</i>	Rp288.416.117.315	\$18.431.441
2	<i>Engineering and Construction</i>	Rp57.683.223.463	\$3.686.288
TOTAL		Rp346.099.340.778	\$22.117.730

Tabel 6. 6 *Fixed Capital Investment (FCI)*

No	Jenis Biaya	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Direct Plant Cost</i>	Rp346.099.340.778	\$22.117.730
2	<i>Cotractor's fee</i>	Rp13.843.973.631	\$884.709
3	<i>Contingency</i>	Rp34.609.934.078	\$2.211.773
TOTAL		Rp394.553.248.487	\$25.214.212

b. *Working Capital Investment*

Working Capital Investment merupakan biaya yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau modal untuk menjalankan operasi suatu pabrik selama kurun waktu tertentu (Peters dan Timmerhaus, 2004). Ada beberapa sumber modal yang bisa didapatkan dalam pendirian suatu pabrik yaitu bisa dari pinjaman bank, uang pribadi, atau dari pihak investor. Tujuan akhir dari penanaman modal adalah mendapatkan keuntungan dari modal yang sudah ditanam, beberapa ciri-ciri investasi

yang baik yaitu:

- Investasi yang cepat kembali.
- Bisa menghasilkan laba yang maksimum.
- Menganut hukum yang baik, teknologi yang memadai, aman, dan lain-lain.

Hasil perhitungan *Working Capital Investment* ditunjukkan pada Tabel 6.7 sebagai berikut:

Tabel 6. 7 *Working Capital Investment* (WCI)

No	Jenis Biaya	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	Rp426.530.719.913	\$27.257.755
2	<i>Inprocess Inventory</i>	Rp296.182.601.848	\$18.927.764
3	<i>Product Inventory</i>	Rp197.455.067.899	\$12.618.510
4	<i>Extended Credit</i>	Rp704.162.250.000	\$45.000.000
5	<i>Available Cash</i>	Rp592.365.203.696	\$37.856.669
TOTAL		Rp2.216.695.843.356	\$141.659.558

6.3.2 *Biaya Produksi (Manufacturing Cost)*

Manufacturing Cost adalah biaya yang dibutuhkan untuk melakukan produksi suatu produk. *Manufacturing cost* merupakan jumlah dari *Direct Cost*, *Indirect Cost*, *Fixed Cost* yang selalu berkaitan dengan pembuatan suatu produk dalam pabrik, *Manufacturing Cost*, antara lain:

1. *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

Direct Manufacturing Cost merupakan biaya pengeluaran yang berkaitan langsung dalam pembuatan produk yang berhubungan dengan memproduksi suatu produk dalam pabrik. Berikut ini termasuk dalam *Direc Production Cost*:

Tabel 6. 8 *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Raw Material	Rp1.563.945.973.013	\$ 99.945.103
2	Labor	Rp 831.400.000	\$ 53.131
3	Supervision	Rp 83.140.000	\$ 5.313
4	Maintenance	Rp 7.891.064.970	\$504.284
5	Plant Supplies	Rp1.183.659.745	\$75.642
6	Royalty and Patents	Rp 25.819.282.500	\$ 1.650.000
7	Utilities	Rp15.786.701.810	\$1.008.860
TOTAL		Rp1.615.541.222.038	\$103.242.335

2. *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

Indirect Manufacturing Cost atau biaya tidak langsung adalah biaya-biaya yang tidak ikut terkait langsung oleh unit produksi dalam pabrik. *Indirect Manufacturing Cost* ditunjukkan pada Tabel 6.9 sebagai berikut:

Tabel 6. 9 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

No	Jenis Biaya	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Payroll Overhead	Rp124.710.000	\$7.970
2	Laboratory	Rp83.140.000	\$5.313
3	Plant Overhead	Rp415.700.000	\$26.566
4	Packaging and Shipping	Rp516.385.650.000	\$33.000.000
TOTAL		Rp517.009.200.000	\$33.039.848

3. *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

Fixed Manufacturing Cost atau biaya tetap adalah biaya yang dikeluarkan oleh pabrik pada saat kondisi operasi maupun tidak. Pengeluaran yang bersifat konstan atau tetap yang tidak tergantung waktu dan tingkat produksi. *Fixed Manufacturing Cost* ditunjukkan pada Tabel 6.10 sebagai berikut:

Tabel 6.10 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

No	Jenis Biaya	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depreciation</i>	Rp31.564.259.879	\$2.017.137
2	<i>Property Taxes</i>	Rp3.945.532.485	\$252.142
3	<i>Insurance</i>	Rp3.945.532.485	\$252.142
TOTAL		Rp39.455.324.849	\$2.521.421

Hasil perhitungan Total *Manufacturing Cost* ditunjukkan pada Tabel 6.11 sebagai berikut:

Tabel 6. 11 *Total Manufacturing Cost*

No	Jenis Biaya	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Direct Manufacturing Cost(DMC)</i>	Rp1.615.541.222.038	\$103.246.519
2	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	Rp517.009.200.000	\$33.039.848
3	<i>Fixed Manufacturing Cost(FMC)</i>	Rp39.455.324.84	\$2.521.421
TOTAL		Rp2.172.005.746.887	\$138.803.605

6.3.4 *Pengeluaran Umum (General Expense)*

General Expense atau pengeluaran umum terdiri dari pengeluaran- pengeluaran yang berhubungan dengan fungsi dari Perusahaan yang tidak termasuk biaya *Manufacturing cost*. *General Expense* adalah biaya yang harus dikeluarkan guna untuk kepentingan dalam kelancaran jalannya perusahaan secara keseluruhan. General Expense ditunjukkan pada Tabel 6.12 sebagai berikut:

Tabel 6. 12 *General Expense*

No	Jenis Biaya	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Administration</i>	Rp 43.440.224.938	\$2.784.473
2	<i>Sales Expense</i>	Rp108.600.287.344	\$6.961.184
3	<i>Research</i>	Rp43.440.114.938	\$2.784.473
4	<i>Finance</i>	Rp52.224.981.837	\$3.368.755
TOTAL		Rp247.705.499.057	\$15.839.800

Hasil perhitungan Total *Production Cost* ditunjukkan pada Tabel

6.13 sebagai berikut:

Tabel 6. 13 *Total Production Cost*

No	Jenis Biaya	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Manufacturing Cost</i>	Rp2.172.005.746.887	\$138.803.605
2	<i>General Expense</i>	Rp247.705.499.057	\$15.829.800
TOTAL		Rp2.419.711.245.944	\$154.633.405

6.4 Analisis Keuntungan

1. Keuntungan Sebelum Pajak

$$\begin{aligned}\text{Keuntungan} &= \text{Total penjualan} - \text{Total biaya produksi (6.3)} \\ &= \text{Rp } 162.144.995.119\end{aligned}$$

2. Keuntungan Sesudah Pajak

Sesuai Peraturan Menteri Keuangan Nomor 40 Tahun 2023 Pasal 2, pajakyang digunakan yaitu sebesar 25%.

$$\text{Pajak 25\% dari keuntungan} = \text{Rp } 40.536.248.780$$

$$\begin{aligned}\text{Keuntungan} &= \text{Keuntungan sebelum pajak} - \text{Pajak (6.4)} \\ &= \text{Rp } 121.608.746.340\end{aligned}$$

6.5 Analisis Risiko Pabrik

Tabel 6.14 Analisis Risiko Pabrik

No	Parameter Resiko	Deskripsi	Low Risk
1	Kondisi Operasi	Suhu: 30 - 200 °C	✓
		Tekanan: 1 atm	✓
2	Bahan Baku dan Bahan Pendukung yang Digunakan		
-	Asam salisilat	Toksisitas : Sedang	✓
		<i>Explosion limits</i> Tidak mudah meledak	✓
		<i>Flammability</i> : Tidak Mudah terbakar	✓
		Stabilitas : Stabil pada suhu dan tekanan normal	✓
-	Asetat Anhidrat	Toksisitas: Akut	-
		<i>Explosion limits</i> : 2,7% -10,3 % yang mana ada pada batas	✓
		<i>Flammability</i> : Mudah terbakar, tapi batas nyala cukup tinggi	-
		Stabilitas: Stabil	✓
-	Kalsium Oksida	Toksisitas: Sedang-Tinggi	-
		<i>Explosion limits</i> : Tidak Mudah meledak	✓
		<i>Flammability</i> : Tidak Mudah terbakar	✓
		Stabilitas: stabil	✓
3	Sifat Produk yang Dihasilkan		
-	Aspirin	Toksisitas : Aman dalam jumlah wajar	✓
		<i>Explosion limits</i> : Tidak Mudah Meledak	✓
		<i>Flammability</i> : Tidak Mudah Terbakar	✓
		Stabilitas : Stabil	✓

Tabel 6.14 Analisis Risiko Pabrik (Lanjutan)

4	Keberadaan Pabrik	Di Indonesia Pabrik belum ada didirikan, kebutuhan aspirin di Indonesia didapat kan dari impor	✓
5	Regulasi Pemerintah	Kebijakan pemerintah dalam bidang investasi, pemerintah masih membuka kesempatan investasi bagi industri Farmasi termasuk aspirin di Indonesia. Hal ini dapat dilihat pada Daftar Negatif Investasi (DNI) yang tertuang dalam Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 44 Tahun 2016, bahwa sector farmasi terbuka untuk penanam modal termasuk investasi asing dengan presentase kepemilikan tertentu . Sehingga masih terbuka peluang investasi untuk Penanaman Modal Dalam Negeri (PMDN) maupun Penanaman Modal Asing (PMA)	✓

Dari parameter resiko diatas, dapat disimpulkan bahwa Pabrik Aspirin yang akan didirikan memiliki **risiko yang rendah**.

6.6 Analisis Kelayakan

Analisis kelayakan berfungsi untuk mengetahui laba yang didapatkan agar mendapatkan keuntungan maksimum dan bisa melihat hasil keuntungan itu kecil atau besar, agar bisa dikategorikan pabrik tersebut potensial atau tidak dari sisi ekonomi. Berikut beberapa cara analisis kelayakan antara lain:

6.6.1 Return on Investment (ROI)

Return on investment adalah laju perkiraan keuntungan di setiap tahun yang dapat mengembalikan modal yang diinvestasikan. Secara matematis ROI dapat dihitung dengan membandingkan keuntungan tahunan dengan modal investasi dalam satuan persen. Nilai ROI didapatkan menggunakan rumus:

$$\begin{aligned}\text{ROI sebelum pajak} &= \frac{\text{Profit before taxes}}{\text{Fixed Capital Investment}} \times 100\% \quad (6.3) \\ &= 41\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{ROI setelah pajak} &= \frac{\text{Profit after taxes}}{\text{Fixed Capital Investment}} \times 100\% \quad (6.4) \\ &= 31\%\end{aligned}$$

6.6.2 Pay Out Time (POT)

Pay Out Time 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. Jika suatu pabrik memiliki nilai prediksi POT terlalu tinggi, maka

pabrik tersebut tidak menarik bagi investor. Nilai POT didapatkan menggunakan rumus:

$$\text{POT sebelum pajak} = \frac{\text{Fix Capital Investment}}{\text{Profit before taxes} + \text{Depreciation}} \times 100\% \quad (6.5)$$

$$= 2,04 \text{ Tahun}$$

$$\text{POT setelah pajak} = \frac{\text{Fix Capital Investment} \times 100\%}{\text{Profit after taxes} + \text{Depreciation}} \quad (6.6)$$

$$= 2,57 \text{ Tahun}$$

6.6.3 Break Even Point (BEP)

Break Even Point adalah terjadi titik impas dimana tingkat penjualan atau pendapatan yang diperoleh dan modal yang digunakan untuk menghasilkan laba berada dalam posisi yang sama. Titik ini melambangkan kondisi pabrik dimana tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian. Pabrik akan mengalami keuntungan jika pabrik beroperasi di atas titik impas (BEP), begitu juga sebaliknya pabrik akan mengalami kerugian apabila pabrik beroperasi di bawah BEP.

BEP digunakan untuk menganalisis performa pabrik, sehingga tidak memiliki batasan pasti. Semakin kecil nilai BEP, maka kemungkinan pabrik untung dengan produksi yang sedikit akan semakin besar. Nilai BEP dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{BEP} = \frac{Fa + (0,3 \times Ra)}{Sa - Va - (0,7 \times Ra)} \times 100\% \quad (6.7)$$

Dimana:

BEP = *Break Even Point*

Fa = *Annual Fixed Cost* (biaya tetap)

Va = *Annual Variable Value* (biaya variabel)

Ra = *Annual Regulated Expense* (biaya rutin)

Sa = *Annual Sales Value* (biaya penjualan)

Hasil perhitungan masing-masing Fa, Va, Ra, dan Sa ditunjukkan pada tabel 6.15 – 6.19 sebagai berikut:

Tabel 6. 15 *Annual Fixed Cost (Fa)*

No	Type of Expense	Harga (Rp)
1	<i>Depreciation</i>	Rp 31.564.259.879
2	<i>Property taxes</i>	Rp 3.945.532.485
3	<i>Insurance</i>	Rp 3.945.532.485
Fixed Cost (Fa)		Rp 39.455.324.849

Tabel 6. 16 *Annual Variable Cost (Va)*

No	Type of Expense	Harga (Rp)
1	<i>Raw material</i>	Rp 1.563.945.973.013
2	<i>Packaging & shipping</i>	Rp 516.385.650.000
3	<i>Utilities</i>	Rp 15.786.701.810
4	<i>Royalties and Patents</i>	Rp 25.819.282.500
Variable Cost (Va)		Rp 2.121.937.607.323

Tabel 6. 17 *Annual Regulated Expense (Ra)*

No	Type of Expense	Harga (Rp)
1	<i>Labor cost</i>	Rp 831.400.000
2	<i>Plant overhead</i>	Rp 415.700.000
3	<i>Payroll overhead</i>	Rp 124.710.000
4	<i>Supervision</i>	Rp 83.140.000
5	<i>Laboratory</i>	Rp 83.140.000
6	<i>Administration</i>	Rp 43.441.242.191
7	<i>Finance</i>	Rp 52.225.636.646
8	<i>Sales expense</i>	Rp 108.603.560.478
9	<i>Research</i>	Rp 43.441.242.191
10	<i>Maintenance</i>	Rp 7.891.064.970
11	<i>Plant supplies</i>	Rp 1.183.659.745
Regulated Cost (Ra)		Rp 258.318.813.772

Tabel 6. 18 *Annual Sales Value (Sa)*

No	Jenis Biaya	Harga (Rp)
1	<i>Annual Sales Value</i>	Rp 2.581.928.250.000
TOTAL		Rp 2.581.928.250.000

Dari data-data tersebut digunakan untuk menghitung nilai BEP
dan didapatkan nilainya yaitu: 41,9%

6.6.4 *Shut Down Point (SDP)*

Shut Down Point (SDP) adalah titik atau kondisi saat penentuan suatu aktivitas produksi harus berhenti. Penyebabnya antara lain *variable cost* yang terlalu tinggi atau karena adanya keputusan manajemen akibat aktivitas produksi yang tidak menghasilkan *profit*. Hal tersebut diakibatkan karena biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal dari pada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *fixed cost*. Persamaan untuk menghitung SDP adalah sebagai berikut:

$$SDP = \frac{0,3Ra}{Sa - Va - 0,7Ra} \times 100\% \quad (6.8)$$

Berdasarkan perhitungan didapatkan nilainya, yaitu : 27,76%

6.6.5 *Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFRR)*

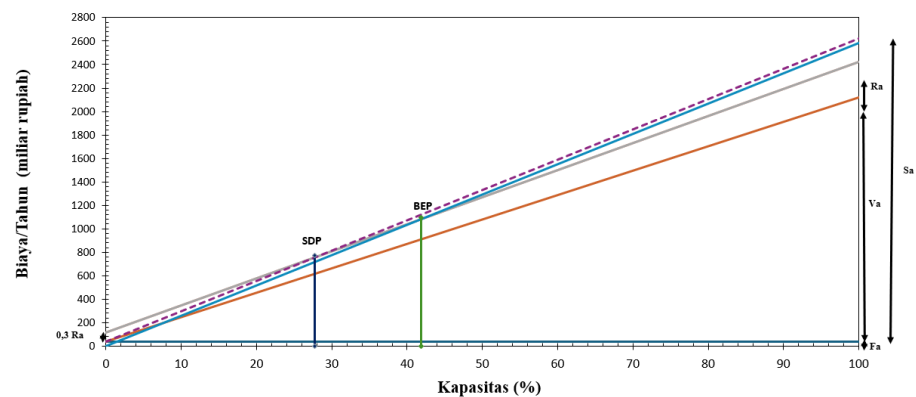
Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFRR) adalah *interest rate* yang diperoleh saat seluruh modal yang ada digunakan semuanya untuk produksi. DCF dari suatu pabrik dinilai menguntungkan jika melebihi satu setengah kali bunga pinjaman bank. DCF (i) dapat dihitung dengan metode *Present Value Analysis* dan *Future Value Analysis*. Sehingga diperoleh *trial & error* dapat dihitung nilai DCFR. Diperoleh nilai DCFR adalah 8,04%

Dengan beberapa analisis ekonomi, didapatkan pada Tabel 6.19 menunjukkan bahwa pabrik layak didirikan dan grafik evaluasi ekonomi yang disajikan pada Gambar 6.2 sebagai berikut:

Tabel 6. 19 Kesimpulan Evaluasi Ekonomi

Kriteria	Terhitung	Persyaratan	Layak/ Tidak
ROI sebelum pajak	41%	Pabrik resiko rendah minimal 11%. Pabrik resiko tinggi minimal 44%.	Layak
ROI setelah pajak	31%		
POT sebelum pajak	2,04	Pabrik resiko rendah maksimal 5 tahun. Pabrik resiko tinggi maksimal 2 tahun.	Layak
POT setelah pajak	2,57		
BEP	41,9%	40 – 60 %	Layak
SDP	27,76%	20 – 30 %	Layak
DCFR	8,04%	>1,5 bunga bank = minimum = 5,25%	Layak

Dengan beberapa analisa ekonomi didapatkan grafik evaluasi ekonomi sebagai berikut:



Gambar 6.2 Grafik Evaluasi Ekonomi

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari pra rancangan pabrik aspirin ini adalah sebagai berikut:

1. Pendirian pabrik aspirin dengan kapasitas 15.000 ton/tahun dilakukan untuk memenuhi kebutuhan aspirin yang dapat digunakan pada industri farmasi, mengurangi ketergantungan terhadap impor, menyediakan lapangan pekerjaan, dan membantu dalam meningkatkan perekonomian negara.
2. Pabrik aspirin dengan kapasitas 15.000 ton/tahun akan dibangun dalam bentuk Perseroan Terbatas (PT) yang beroperasi selama 330 hari dalam setahun dan akan didirikan pada tahun 2030 di Lamongan, Jawa Timur.
3. Pabrik Aspirin dapat ditinjau dari sifat bahan baku, proses produksi, kondisi operasi, dan evaluasi ekonomi pabrik tergolong pabrik dengan risiko rendah (*low risk*)
4. Berdasarkan pada perhitungan evaluasi ekonomi diperoleh hasil sebagai berikut:
 - a. Keuntungan pabrik sebelum pajak sebesar Rp 154.562.682.859,08 per tahun dan setelah pajak sebesar Rp 115.922.012.144 per tahun.
 - b. *Return of Investment* (ROI) sebelum pajak adalah sebesar 41% dan setelah pajak sebesar 30%. Nilai ROI pada *Industry chemicals* dengan risiko rendah (*low risk*) minimal sebesar 11%, Berdasarkan perhitungan pabrik. Hal ini menunjukkan bahwa pabrik memenuhi persyaratan dan layak untuk didirikan.

- c. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak selama 2,04 tahun dan setelah pajak selama 2,57 tahun. Nilai POT pada Industri *chemicals* dengan risiko rendah (*low risk*) maximum sebesar 5 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa pabrik memenuhi persyaratan dan layak untuk didirikan.
- d. *Break Even Point* (BEP) pada pabrik aspirin ini sebesar 41,9 %. Nilai tersebut menunjukkan bahwa pabrik aspirin dengan kapasitas 15.000 ton/tahun layak untuk didirikan. Nilai tersebut sudah termasuk kedalam syarat BEP dari pabrik kimia antara 40% sampai 60%.
- e. *Shut Down Point* (SDP) untuk nilai SDP didapatkan sebesar 27,76%.
- f. *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCFRR) dari pabrik aspirin sebesar 8,04%. Syarat minimum DCFRR adalah diatas suku bungapinjaman bank yaitu 1,5 x suku bunga pinjaman bank.

7.2 Saran

Perancangan suatu pabrik kimia membutuhkan pemahaman konsep dasar agar dapat menjamin kelayakan pabrik untuk didirikan. Berikut ini beberapa saran yang diberikan mengenai Pabrik aspirin Kapasitas 15.000 Ton/Tahun :

1. Optimasi pada pemilihan alat proses dan alat pendukung perlu diperhatikan agar pabrik mendapatkan keuntungan optimal yang diperoleh.
2. Pemilihan bahan baku dan bahan pendukung perlu diperhatikan dengan sangat baik agar mendapatkan kualitas produk yang dihasilkan optimal.
3. Perlu dilakukan kontrak dengan supplier bahan baku untuk menjamin pemenuhan kebutuhan bahan baku selama pabrik beroperasi.

Daftar Pustaka

- Aries, R.S and Newton R.D., 1955, “Chemical Engineering Cost Estimation”, Mc. Graw Hill Book Company, New York.
- BPS. 2023. Diakses pada 13 April 2024 dari <https://www.bps.go.id/exim/>
- Brown, GG, 1984, “Unit Operation Modern Asia.Edition”.John Wiley and Son.Inc : New York.
- Brownell, L.E., and Young, E.H, 1979, “Process Engineering Design”, 3rd Edition, Willey Eastern Ltd, New Delhi.
- Coulson, JM, J.F. Richardson. 2005. “Chemical Engineering Design”, Vol 6. Elsevier Butterworth-Heinemman.
- Dannhart, G. and Laufer, S (2000). Structural approach to explain the selectivity of COX-2 inhibitors. Common Pharmacophore. *Curr. Med. Chem.*, 7,1101-1112.
- Frank L. Evans, Jr., 1974, “Equipment Design Hand Book for Refineries and Chemical Plants“, Vol. 1 & 2, Texas.
- Fuster, V., & Sweeny, J. M. (2011). Aspirin: a historical and contemporary therapeutic overview. *Circulation*, 123(7), 768–778.
- Himmeblau, David., 1996, Basic Principles and Calculation in Chemical Engineering, Prentice Hall Inc, New Jersey
- K. T. Ulrich and S. D. Eppinger, Product Design and Development, 6th ed., New York: McGraw-Hill Education, 2016.
- Nalco, 1988, “The Nalco Water Handbook”, 2nd Edition. McGraw-Hill Book Company, New York

Perry, R.H., and Green, D., 1999, “Perry's Chemical Engineer's Handbook”, 7th Edition, McGraw-Hill Book Company Inc., New York.

Peter, & Timmerhaus, 1991, “Plant Design and Economics for Chemical Engineer Fourth Edition”, New York: McGraw-Hill Book Co.

Powell, S. T., 1954, “Water Conditioning For Industry” (1 ed.). New: McGraw-Hill.

Rase, H. F. (1977). Chemical reactor design for process plants / Vol. 1, Principles and techniques. Wiley.

Santoso, S. 2000 . “Buku Latihan SPSS Statistik Parametrik”. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.

Walas, Couper, dkk, 2010, “Chemical Process Equipment Selection and Design”, 2nd edition, Elsevier, United State of America.

White, A. A., & Stevenson, D. D. (2018). Aspirin-Exacerbated Respiratory Disease. *The New England journal of medicine*, 379(23), 2281–2282.

Yaws, C.L. 1998. “Yaws' Handbook of Thermodynamic and Physical Properties of Chemical Compounds”. New York: John Wiley and Sons.

LAMPIRAN A
PERANCANGAN REAKTOR

LAMPIRAN

Perancangan Reaktor

Fungsi : Tempat berlangsungnya reaksi antara bahan baku asam salisilat, asetat anhidrat dan kalsium oksida menjadi produk aspirin dan kalsium asetat.

Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)

Bahan Kontruksi : Stainless Steel SA 167 tipe 316

Kondisi Operasi :

- Suhu = $90^{\circ}\text{C} \rightarrow 363,15\text{ K}$
- Tekanan = 1 atm

Tujuan :

- a. Menentukan Jenis Reaktor
- b. Menghitung Neraca Massa Reaktor
- c. Menyusun Persamaan Laju Reaksi Keseluruhan
- d. Perancangan Reaktor

A. Pemilihan Jenis Reaktor

Pemilihan jenis reaktor didasarkan dari beberapa pertimbangan, antara lain :

1. Terdapat pengaduk sehingga komponen didalam reaktor dapat tercampur dengan sempurna (homogen).
2. Fase reaksi cair sehingga memungkinkan menggunakan RATB

3. Pengontrolan suhu mudah karena komposisi campuran dalam reaktor selalu seragam. Hal tersebut memungkinkan.
4. Laju Alir Volumetrik Tetap
5. Reaksi yang digunakan merupakan steady state

B. Neraca Massa Reaktor

Tabel 7.1 Neraca Massa Reaktor

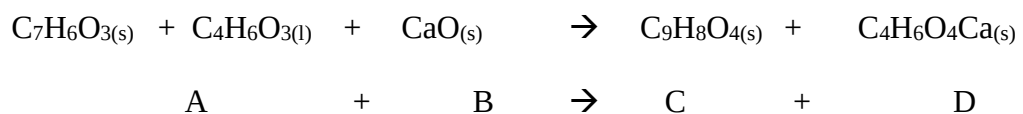
Komponen	Reaktan (kg/jam)	Produk (kg/jam)
$C_7H_6O_3$	1614,23	161,42
$C_4H_6O_3$	2386,28	1312,45
CaO	1146,74	114,67
$C_9H_8O_4$	0	1895
$C_4H_6O_4Ca$	0	1663,60
Total	5147,25	5147,25

C. Kinetika Reaksi

Suhu Operasi = 90°C

363,15 K

Reaksi yang terjadi dalam reaktor sebagai berikut :



Persamaan Laju Reaksi :

Reaksi dianggap ber-orde 1 masing masing terhadap a dan b

$$(-r_A) = k.C_A.C_B$$

Dengan : $(-r_A)$ = laju reaksi $C_9H_8O_4$ (kmol/m³.jam)

K = konstanta laju reaksi (m³/kmol.jam)

C_A = konsentrasi $C_7H_6O_3$ (kmol/m³)

C_B = konsentrasi $C_4H_6O_3$ (kmol/m³)

Berdasarkan referensi disebutkan :

1. Konversi = 90-98%
2. Reaksi berlangsung dalam reactor alir tangka berpengaduk
3. Waktu yang dibutuhkan = 20-30 menit

Penurunan matematis kinetika reaksi :

$$-\frac{dC}{dt} = kC_A C_B$$

$$\text{Dengan : } C_A = C_{A0} (1 - X_A)$$

$$dC_A = -C_{A0} dX_A$$

$$C_B = C_{A0} (M - X_A)$$

$$M = C_{B0}/C_{A0}$$

Sehingga :

$$C_{A0} \frac{dX_A}{dt} = k C_{A0}^2 (1 - X_A)(M - X_A)$$

$$k = \frac{1}{t C_{A0} (M - 1)} \left(\int_0^{X_A} \frac{dX_A}{(1 - X_A)} - \int_0^{X_A} \frac{dX_A}{(M - X_A)} \right)$$

$$k = \frac{1}{t C_{A0} (M - 1)} \left(-\ln(1 - X_A) \Big|_0^{X_A} + \ln(M - X_A) \Big|_0^{X_A} \right)$$

$$k = \frac{1}{t C_A (M - 1)} \ln \left(\frac{M - X_A}{M(1 - X_A)} \right)$$

Dengan memasukkan data-data ke persamaan maka diperoleh konstanta laju reaksi , $k = 0,60818 \text{ m}^3/\text{kmol.jam}$

C. Perancangan Reaktor

Reaktor dirancang dengan asumsi sebagai berikut:

1. Isothermal
2. Terdapat pengaduk sehingga komponen di dalam reactor dapat tercampur dengan sempurna (Homogen)
3. Laju alir volumetric tetap
4. Steady State

Neraca Massa A

Laju A masuk - Laju A keluar – Laju reaksi A = Laju Akumulasi

$$F_{A0} - F_A - (-r_A) V = 0$$

$$(-r_A) V = F_V (C_{A0} - C_A)$$

$$K C_{A0}^2 (1 - X_A) (M - X_A) V = F_V C_{A0} X_A$$

$$V/F_V = t = X_A / (k C_{A0} (1 - X_A) (M - X_A))$$

Dengan : $M = C_{b0}/C_{a0} = 2$

$$F_V \cdot C_{A0} - F_V \cdot C_A - (-r_A) V = 0 \dots\dots\dots \text{pers 1}$$

$$C_{A0} - C_A = \left[\frac{V}{F_V} (-r_A) \right]$$

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

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

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

Jika diasumsikan $C_b = C_{b0} - C_{a0} \cdot X_a$

$$-r_A = K C_{A0}^2 (1 - X_A) (M - X_A) \dots\dots\dots \text{Per2}$$

Dimana,

$$\frac{V}{F_V} = \theta$$

$$\theta = \frac{C_{A0} - C_A}{-r_A}$$

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

$$\theta = \frac{C_{A0} \cdot X_A - C_A \cdot X_{A0}}{-r_A}$$

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

$$\theta = \frac{C_{A0} \cdot (X_A - X_{A0})}{k C_{A0}^2 (1 - X_A)(M - X_A)}$$

Maka, $V = \theta \cdot F_V$

$$V = F_V \frac{(X_A - X_{A0})}{k C_{A0} (1 - X_A)(M - X_A)} \dots\dots\dots \text{Pers 3}$$

$$V = \frac{F_V \cdot (X_A - X_{A0})}{k C_{A0} (1 - X_A)(M - X_A)}$$

Kemudian didapatkan volume reaktor = 112,39 m³ atau 112.396,76 Liter

Menentukan Dimensi Reaktor

Dirancang : D = H

$$V = \frac{\pi}{4} D^2 H = \frac{\pi}{4} D^3$$

$$= \sqrt[3]{\frac{4V}{\pi}} = 5,55 \text{ m}$$

Menghitung Tebal Shell

Dipilih :

Bahan konstruksi : Stainless Steel SA 167 tipe 316

Spesifikasi : Max Allowable Stress, $f = 17900$ psia

Efisiensi sambungan, $E = 0,85$

Corrosion Allowance, $C = 0,125$ in

$$P_h = \rho \cdot g \cdot h$$

$$P_h = 1.398,11 \times 9,8 \times 5,5$$

$$P_h = 76,12 \text{ kPa}$$

Tekanan total reaktor = P reaktor + P hidrostatik

$$\text{Tekanan total reaktor} = 152,26 \text{ kPa}$$

$$\text{Overdesign 20\% tekanan total reaktor} = 182,72 \text{ kPa}$$

Untuk menghitung tebal dinding/shell, dapat menggunakan persamaan berikut :

$$ts = \frac{p \times r}{(f \times E - 0,6P)} + C$$

Didapat $ts = 0,32$

Dari perhitungan tersebut, berdasarkan tabel 5.6 Brownell, didapatkan hasil 0,375 in atau 0,0095 m

Menghitung Tebal Head

Jenis : Torispherical Dished Head

Spesifikasi :

OD = 228 in

r = 180 in

icr = 13,75 in

Dengan menggunakan rumus,

$$th = \frac{P \cdot r_c \cdot w}{2fE - 0,2P}$$

Didapatkan tebal head 0,14 in

Menentukan jarak puncak dengan straight flange (tinggi head)

dipilih sf : 1,5 in

icr = 13,75 in

a = ID/2 = 109,43 in

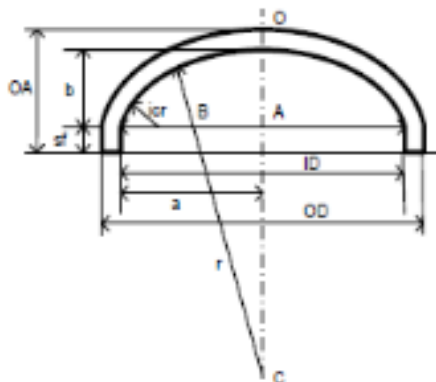
AB = a - icr = 95,68 in

BC = r - icr = 166,25 in

AC = 135,95 in

b = r - AC = 44,04 in

OA = b + sf + th = 45,69 in



sehingga diperoleh tinggi head :45,69 in

Menghitung Volume Head

$$V_{\text{head}} = 0,000049 ID^3 + \frac{\pi}{4} \left(\frac{ID}{12} \right)^2 \left(\frac{sf}{12} \right)$$

$$V_{\text{head}} = 32,94 \text{ in}^3$$

Menghitung Tinggi larutan dalam shell

$$\text{Volume larutan dalam tangki} = 134,86 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{bottom}} = 0,5V_{\text{head}} = 0,017 \text{ m}^3$$

$$\text{Tinggi larutan} = \frac{4 \times v}{\pi \times D^2} = 5,55 \text{ m}$$

D. Perancangan Pengaduk

1. Diameter Impeller = 6,6 ft
2. Jarak pengaduk dari dasar reaktor = 8,6 ft
3. Lebar Pengaduk = 1,6 ft
4. Lebar baffle = 1,3 ft

Jumlah impeller yang digunakan :

$$WELH = ZI.Sg$$

WELH : *Water Equivalent Liquid Height* (in)

ZI : Tinggi cairan dalam reaktor (in)

Sg : *Specific Head*

$$\Sigma \text{ Impeller} = \frac{WELH}{2Di} = 2,7 \text{ sehingga impeller yang dibutuhkan 3 buah}$$

Kecepatan Pengadukan

$$N = \frac{N \times Di^2 \times \rho}{\mu} \sqrt{\frac{WELH}{2 \cdot DI}}$$
$$= 47,36 \text{ rpm atau } 0,78 \text{ rps}$$

Power Number

$$Re = \frac{N \times Di \times \rho}{\mu} = 950464,02$$

Dengan menggunakan fig.477 G.G Brown hal 507 didapatkan $N_p = 5$

Kebutuhan Daya

$$NP = \frac{P}{N^3 \cdot Di^7 \cdot \rho}$$

Dimana:

N_p = Power Number

ρ = Densitas Campuran, kg/m^3

Di = Diameter Pengaduk, m

N = Kecepatan Putar Pengaduk, rps

$$P = NP \cdot \rho \cdot N^3 \cdot Di^7$$

$$P = 5 \cdot 1.398,11 \cdot (0,78)^3 \cdot (2,03)^7$$

$$= 15.292,43 \text{ watt}$$

$$= 15,29 \text{ kW}$$

$$= 20,50 \text{ HP}$$

Efisiensi Motor

$$\frac{P}{\eta} = \frac{20,57}{90\%} = 22,78 \text{ HP}$$

Dan didapatkan efisiensi motor standar 25 HP

Neraca Panas Reaktor

Tabel 7.2 Neraca Panas Reaktor

Komponen	Q Input (kJ/jam)	Q Output (kJ/jam)
Q1	227.175,78	
Q2	213.757,79	
Q5	41.333,19	
Q7		632.037,97
Q Panas Reaksi	181.174,40	
Q Pendingin		31403,19
Total	663.441,16	663.441,16

Menghitung Luas Perpindahan Panas yang Tersedia

$$A = (\pi \times D_t \times H) + \frac{1}{4} \times \pi \times D_t$$

Dimana,

A = Luas perpindahan panas yang tersedia,

$$\text{ft}^2 \pi = 3,14$$

D_t = Diameter Luar Tangki, ft

H = Tinggi cairan di *Shell*, ft

Didapatkan dari perhitungan $A = 144 \text{ m}^2$ atau $1546,62 \text{ ft}^2$

Luas Perpindahan panas yang dibutuhkan

$$A = \frac{Q}{UD \cdot \Delta T_{LMTD}}$$

Dan didapat $A = 1,5640 \text{ ft}^2$

Karena luas perpindahan panas yang dibutuhkan < luas perpindahan panasyang tersedia, maka dipilih jaket pendingin

Diameter Jaket

$$D_j = D_t + 2 t_s + 2L$$

$$= 6,06 \text{ m}$$

Menghitung Tinggi Jaket Pendingin

$$H_j = H_s + H_h$$

$$= 7,25 \text{ m}$$

Tebal Jaket Pendingin

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

$$= 0,4495 \text{ in}$$

Dengan standarisasi didapat tebal jaket 0,5 in

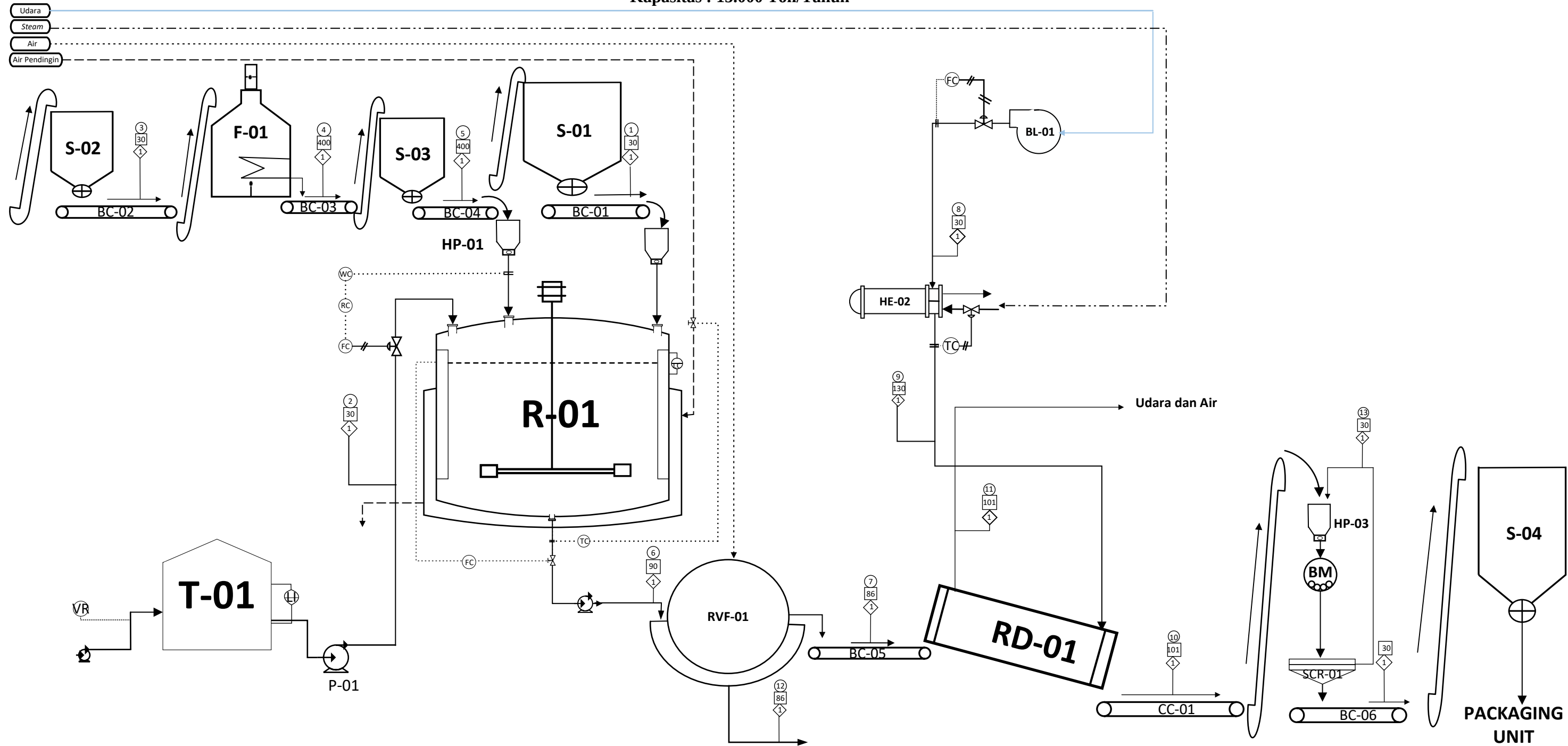
LAMPIRAN B

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
(PEFD)

Process Engineering Flow Diagram

Pra-Rancangan Pabrik Asam Asetilsalisilat (Aspirin) dari Asam Salisilat dan Asetat Anhidrat dengan Proses Sintesis Kalsium Oksida

Kapasitas : 15.000 Ton/Tahun



NO	Komponen	Nomor Arus (Kg/Jam)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	C7H6O3	1614,23					161,42	0,16			0,16		161,26
2	C4H6O3		2386,28				1312,45				1312,45		0,00
3	CaO			1146,74	1146,74	1146,74	114,67	0,11			0,11		114,56
4	C9H8O4						1895,00	1894,73			1894,73		0,27
5	C4H6O4Ca						1663,70	1,66			1,66		1662,04
6	Udara								2018,44	2018,44		2018,44	0,00
7	Air							166,37			0,15	87,90	78,32
Total		1614,23	2386,28	1146,74	1146,74	1146,74	5147,25	2063,04	2018,44	2018,44	1896,81	2106,35	3328,90

Keterangan	
S	Silo Storage
BC	Belt Conveyor
BE	Bucket elevator
HP	Hopper
F	Furnace
R	Reaktor
P	Pompa
RVF	Rotary Vacuum Filter
SCR	Screen
RD	Rotary Dryer
CC	Cooling Conveyor
CY	Cylone
BM	Ball Mil
T	Tangki
BL	Blower
HE	Heat Exchanger
○	Nomor arus
◇	Tekanan (atm)
□	Suhu (°C)

Controller	
FC	Flow Control
LC	Level Control
LI	Level indicator
PC	Pressure Control
RC	Ratio Control
TC	Temperature Controller
VR	Volume Recorder
WC	Weight Control



JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRA RANCANGAN PABRIK ASPIRIN DARI ASAM SALISILAT
DAN ASETAT ANHIDRAT KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN

Nama

Rahmilia Ardy Putri (20521128)
Rufi Aistiya Hani (20521208)

Dosen Pembimbing : Sholeh Ma'mun.S.T.,Ph.D.

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRA RANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Rahmilia Ardy Putri
NIM : 20521128

2. Nama Mahasiswa : Rofi Aistya Hani
NIM : 20521208

Judul Prarancangan *) : PRARANCANGAN PABRIK ASAM
ASETILSALISILAT (ASPIRIN) DARI
ASAM SALISILAT DAN ASETAT
ANHIDRAT KAPASITAS
15.000 TON/TAHUN

Mulai Masa Bimbingan : 18 Maret 2024

Batas Akhir Bimbingan : 13 September 2024

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1.	20 Maret 2024	Bimbingan Mengenai Judul Prarancangan, Menentukan Kapasitas Pabrik, Menentukan Nilai Kinetika dan Menentukan Proses-Proses yang terjadi.	
2.	23 April 2024	Bimbingan Mengenai Luaran 1 Kapasitas Pabrik.	
3.	2 Mei 2024	Bimbingan Mengenai Luaran 1 Kapasitas Pabrik.	
4.	15 Mei 2024	Revisi Luaran 1 dan Luaran 2	
5.	28 Mei 2024	Bimbingan Mengenai Spesifikasi Produk Luaran 3 dan Luaran 4	
6.	4 Juli 2024	Neraca Massa dan pembahasan kinetika reaksi	
7.	6 Agustus 2024	Revisi kinetika dan Reaktor	
8.	10 September 2024	Bimbingan PFD dan alat lainnya	
9.	2 Oktober 2024	Revisi PFD dan alat lainnya	