

**PRA RANCANGAN PABRIK KARET ALAM
DENGAN METODE VULKANISASI BELERANG
KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN**

PRA RANCANGAN PABRIK

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



Oleh :

**Nama : Erlita Novita Sari
NIM : 20521119**

**Nama : Muhammad Revizaldi Hidayat
NIM : 20521164**

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

2023

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

PRA RANCANGAN PABRIK KARET ALAM DENGAN METODE VULKANISASI BELERANG KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Erlita Novita Sari Nama : Muhammad Revizaldi
Hidayat
No. Mahasiswa : 20521119 No. Mahasiswa : 20521164

Yogyakarta, September 2024

Menyatakan bahwa seluruh hasil Pra rancangan Pabrik ini adalah hasil karya sendiri. Apabila di kemudian 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

A 10,000 Indonesian stamp with a Garuda emblem and the text 'METERAI TEMPEL' and '10000'. The number '032EEALX384521137' is visible at the bottom.

Erlita Novita Sari

Td. Tangan

A 10,000 Indonesian stamp with a Garuda emblem and the text 'METERAI TEMPEL' and '10000'. The number '034ALX384673557' is visible at the bottom.

Muhammad Revizaldi Hidayat

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING
PRA RANCANGAN PABRIK KARET ALAM DENGAN
METODE VULKANISASI BELERANG DENGAN
KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN

Oleh :

Nama	: Erlita Novita Sari	Nama	: Muhammad Revizaldi Hidayat
NIM	: 20521119	NIM	: 20521164

Yogyakarta, September 2024

Pembimbing



Dr. Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng.

NIP. 105210101

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK KARET ALAM DENGAN METODE VULKANISASI

BELERANG KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN

PRARANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama : Erlita Novita Sari Nama : Muhammad Revizaldi Hidayat

NIM : 20521119 NIM : 20521164

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, 3 November 2024

Tim Penguji,

Dr. Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Sc

Ketua Penguji



Dr. Diana, S.T., M.Sc.

Anggota I



Dr. Tintin Mutiara, S.T., M.Eng.

Anggota II



11 November 2024

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Sholeh M. Mun, S.T., M.T., Ph.D.

PRAKATA

Assalamualaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur kehadiran Allah Subhanahu Wata'ala yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul "***PRA RANCANGAN PABRIK KARET ALAM DENGAN METODE VULKANISASI BELERANG***" tepat waktu.

Penulisan laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana (S1) Teknik Kimia di Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan rasa terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu menyelesaikan laporan ini secara langsung maupun tidak langsung, yang terhormat :

1. Allah SWT karena atas segala kehendak-Nya, penulis diberi kesabaran dan kemampuan untuk dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua yang selalu mendo'akan kami serta memberikan dukungan serta motivasi kepada kami untuk menyelesaikan penyusunan laporan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Sholeh Ma'mun, S.T.,M.T.,Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Ibu Ifa Puspasari, S.T.,M.Eng.,Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
5. Ibu Dr. Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir, terima kasih banyak telah memberikan pengarahan, bimbingan, serta

dukungan dalam penyusunan dan penulisan tugas akhir ini.

6. Seluruh civitas akademika di lingkungan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
7. Teman-teman Teknik Kimia 2020 yang selalu memberikan dukungan, semangat dan doa.
8. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu yang telah membantu penyusunan tugas akhir ini.

Kami menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih banyak kekurangan, oleh sebab itu kami mengharapkan kritik dan saran atau masukan untuk menyempurnakan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penyusun dan pembaca. Akhir kata semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, September 2024

Penyusun

LEMBAR PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah rabbil'alamiin, puji syukur kehadirat Allah SWT atas berkah dan karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik ini dengan baik. Di lembar persembahan ini, apresiasi setinggi-tingginya dan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya, saya berikan kepada :

Orang tua, kakak dan adek saya, yang senantiasa memberikan dukungan dan doa terbaiknya. Dukungan berupa moril dan materi yang selalu diberikan tanpa kurang sedikit pun hingga saya dapat berada di posisi ini.

Terima kasih banyak saya ucapkan kepada Ibu Dr. Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng selaku dosen pembimbing saya. Terima kasih atas semua ilmu, waktu, dan kebaikan yang ibu berikan selama ini. Terima kasih telah sabar menerima pertanyaan receh dari saya dan partner saya selama bimbingan. Semoga ilmu dan kebaikan yang Ibu berikan kepada kami selalu menjadi berkah.

Repi, *partner* Tugas Akhir sekaligus teman dekat saya. Akhirnya kelar juga ngerjain rancangan pabrik *ghaib* ini ya rep. Makasih ya udah mau bertahan sampe akhir walaupun tiap hari ngerjainnya sambil ngeluh. Makasih udah sabar ngadepin *partnermu* yang kadang suka lemot ini.

Herman dan Ripa, teman yang udah aku anggap seperti saudara selama kuliah di Jogja ini. Aku ucapin terima kasih yang sangat banyak karena bantuan

kalian di pengerjaan Tugas Akhir ini sangat besar. Ibaratnya kalau gak ada kalian mungkin sekarang Tugas Akhirku masih belum selesai. Beneran tau gimana *ups and downs* nya selama ngerjain Tugas Akhir ini, temen yang tiap hari selalu ketemu dari siang ke malam, kadang sampai ketemu siang lagi karna akhirnya nginep bareng di rumah Ripa. Temen yang diajak kemana aja dan kapan aja selalu bisa, walaupun bikin duit jadi boros tapi gapapa *it's so fun!*

Dena, teman saya sedari SMP. Makasih banyak ya selalu nyediain telinga buat tempat aku ngeluh dan ngomel tentang semua hal. Makasih banyak udah jadi teman yang sangat baik buat aku. *Thank you for being there for me at my lowest and highest point, wishing you all the good things in this world.*

Dan yang terakhir untuk Nafasa, Rika dan teman-teman saya “*Pethok*” yakni Nopal, Nadia, Rapi, Akip, Ayu, Coki. Aku ucapin makasih banyak karna udah ngasih memori perkuliahan yang sangat menyenangkan. Masa-masa tiap hari main kemana aja, keliling Jogja, nginep di rumah Ripa, dan semua masa yang bakalan susah untuk di ulang karna akhirnya sekarang kita semua udah lulus, *time flies so fast*. Kemudian teman perkuliahan lainnya yang tidak bisa saya sebutkan satu-satu, makasih banyak buat semua kenangan dan bantuan kalian selama masa perkuliahan ini.

(Erlita Novita Sari)

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
PRAKATA.....	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
ABSTRAK	xviii
ABSTRACT	xix
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Penentuan Kapasitas Perancangan Pabrik	2
1.2.1 Proyeksi Kebutuhan Karet Alam.....	2
1.2.2 Produksi Karet Alam	4
1.3 Tinjauan Pustaka.....	6
1.3.1 Karet Alam	6
1.3.2 Proses Vulkanisasi.....	7
1.3.3 Kegunaan Produk	8
1.3.4 Pemilihan Proses Pembuatan Karet Alam.....	8
1.4 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika	10
1.4.1 Tinjauan Termodinamika	10
1.4.2 Tinjauan Kinetika	11
BAB II.....	13
PERANCANGAN PRODUK	13
2.1 Spesifikasi Bahan Baku	13
2.2 Spesifikasi Bahan Pembantu	14
2.3 Spesifikasi Produk	15

2.4	Pengendalian Kualitas	15
2.4.1	Pengendalian Kualitas Bahan Baku	15
2.4.2	Pengendalian Kualitas Proses	16
2.4.3	Pengendalian Kualitas Produk	18
BAB III	.....	19
PERANCANGAN PROSES	.....	19
3.1	Diagram Alir Proses dan Material	19
3.1.1	Diagram Alir Kualitatif	19
3.1.2	Diagram Alir Kuantitatif	20
3.2	Uraian Proses	21
3.2.1	Tahap 1	21
3.2.2	Tahap 2	21
3.2.3	Tahap 3	22
3.2.4	Tahap 4	23
3.3	Spesifikasi Alat	24
3.3.1	Tangki Penyimpanan	24
3.3.2	Mixer-1	27
3.3.3	<i>Rotary Drum Vacuum Filter-1</i>	28
3.3.4	Mixer-2	28
3.3.5	Mixer-3	29
3.3.6	Reaktor-1	30
3.3.7	<i>Neutralizer-1</i>	31
3.3.8	<i>Centrifuge-1</i>	32
3.3.9	<i>Rotary Dryer-1</i>	33
3.3.10	<i>Heater-1</i>	34
3.3.11	<i>Cooler-1</i>	35
3.3.12	Spesifikasi Alat Transportasi Bahan	37
3.3.13	Spesifikasi Blower	44
3.4	Neraca Massa	45
3.4.1	Neraca Massa Total	45
3.4.2	Neraca Massa Alat	46
3.5	Neraca Panas	54

3.5.1	Neraca Panas Total.....	54
3.5.2	Neraca Panas Alat	54
BAB IV	.....	57
PERANCANGAN PABRIK	.....	57
4.1	Lokasi Pabrik.....	57
4.1.1	Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik	58
4.1.2	Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik	60
4.2	Tata Letak Pabrik.....	61
4.3	Tata Letak Mesin/Alat Proses.....	65
4.4	Organisasi Perusahaan.....	67
4.4.1	Bentuk Perusahaan	67
4.4.2	Struktur Organisasi.....	68
4.4.3	Tugas dan Wewenang.....	69
4.4.4	Status, Penggolongan Jabatan, Jumlah dan Gaji Karyawan	76
4.4.5	Pembagian Jam Kerja Karyawan	80
4.4.6	Ketenagakerjaan.....	83
BAB V	.....	86
UTILITAS	.....	86
5.1	Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (<i>Water Treatment System</i>).....	86
5.1.1	Unit Penyediaan Air	86
5.1.2	Unit Pengolahan Air.....	91
5.2	Unit Pembangkit Steam.....	94
5.3	Unit Pembangkit Listrik (<i>Power Plant System</i>)	95
5.4	Unit Penyediaan Udara Tekan	97
5.5	Unit Penyediaan Bahan Bakar.....	98
5.6	Unit Pengolahan Limbah.....	99
5.7	Spesifikasi Alat Utilitas	101
BAB VI	.....	121
EVALUASI EKONOMI	.....	121
6.1	Penaksiran Harga Alat	125
6.2	Dasar Perhitungan	132
6.3	Perhitungan Biaya	132

6.4	Analisis Risiko Pabrik	137
6.5	Analisis Kelayakan	140
BAB VII		148
PENUTUP		148
7.1	Kesimpulan	148
7.2	Saran	149
DAFTAR PUSTAKA		150
LAMPIRAN-1		153
LAMPIRAN-2		162
LAMPIRAN-3		163

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Ekspor Karet Alam	3
Tabel 1. 2 Estimasi Kebutuhan Ekspor Karet Alam.....	3
Tabel 1. 4 Produksi Lateks di Indonesia	4
Tabel 1. 5 Kebutuhan Karet Alam pada Produksi Ban di Indonesia	5
Tabel 1. 6 Komposisi Kandungan Karet Alam.....	6
Tabel 1. 7 Sifat Fisis Getah Karet Alam.....	7
Tabel 1. 8 Perbandingan Jenis Proses Produksi Karet Alam Tervulkanisasi	10
Tabel 1. 9 Harga ΔH_f° Masing-Masing Komponen	11
Tabel 2. 1 Spesifikasi Bahan Baku.....	13
Tabel 2. 2 Spesifikasi Bahan Pembantu	14
Tabel 2. 3 Spesifikasi Produk.....	15
Tabel 3. 1 Spesifikasi Tangki Penyimpanan.....	24
Tabel 3. 2 Spesifikasi Mixer-1	27
Tabel 3. 3 Spesifikasi Rotary Drum Vacuum Filter-1	28
Tabel 3. 4 Spesifikasi Mixer-2	28
Tabel 3. 5 Spesifikasi Mixer-3	29
Tabel 3. 6 Spesifikasi Reaktor-1	30
Tabel 3. 7 Spesifikasi Neutralizer-1	31
Tabel 3. 8 Spesifikasi Centrifuge-1	32
Tabel 3. 9 Spesifikasi Rotary Dryer-1	33
Tabel 3. 10 Spesifikasi Heater-1	34
Tabel 3. 11 Spesifikasi Cooler-1	35
Tabel 3. 12 Spesifikasi Pompa	37
Tabel 3. 13 Spesifikasi Conveyor.....	42
Tabel 3. 14 Spesifikasi Blower.....	44
Tabel 3. 15 Neraca Massa di Mixer-1	46
Tabel 3. 16 Neraca Massa di Rotary Drum Vacuum Filter-1	47
Tabel 3. 17 Neraca Massa di Mixer-2	48
Tabel 3. 18 Neraca Massa Mixer-3	49

Tabel 3. 19 Neraca Massa di Reaktor-1	50
Tabel 3. 20 Neraca Massa di Neutralizer-1	51
Tabel 3. 21 Neraca Massa di Centrifuge-1	52
Tabel 3. 22 Neraca Massa di Rotary Dryer Dryer-1	53
Tabel 3. 23 Neraca Panas Total	54
Tabel 3. 24 Neraca Panas di Mixer-1	54
Tabel 3. 25 Neraca Panas di Rotary Drum Vaccum Filter-1	55
Tabel 3. 26 Neraca Panas di Mixer-2	55
Tabel 3. 27 Neraca Panas di Mixer-3	55
Tabel 3. 28 Neraca Panas di Reaktor-1	55
Tabel 3. 29 Neraca Panas di Neutralizer-1	56
Tabel 3. 30 Neraca Panas di Centrifuge-1	56
Tabel 3. 31 Neraca Panas di Rotary Dryer-1	56
Tabel 4. 1 Perincian Luas Tanah Pabrik Karet Alam	63
Tabel 4. 2 Jumlah dan Gaji Karyawan	78
Tabel 4. 3 Pembagian Shift Karyawan	82
Tabel 5. 1 Neraca Massa Total	45
Tabel 5. 2 Kebutuhan Air Kantor	87
Tabel 5. 3 Kebutuhan Air Perumahan Karyawan	88
Tabel 5. 4 Total Kebutuhan Air Domestik	88
Tabel 5. 5 Kebutuhan Air Layanan Umum (Service Water)	88
Tabel 5. 6 Air Umpan Boiler	89
Tabel 5. 7 Kebutuhan Air Pendingin (Cooling Water)	90
Tabel 5. 8 Total Kebutuhan Air	90
Tabel 5. 9 Kebutuhan Listrik Alat Proses	95
Tabel 5. 10 Total Kebutuhan Listrik	97
Tabel 5. 11 Spesifikasi Alat Penyaring	101
Tabel 5. 12 Spesifikasi Bak Utilitas	103
Tabel 5. 13 Spesifikasi Tangki Utilitas	108
Tabel 5. 14 Spesifikasi Cooling Tower	111
Tabel 5. 15 Spesifikasi Blower Cooling	111

Tabel 5. 16 Spesifikasi Mixed Bed	113
Tabel 5. 17 Spesifikasi Deaerator.....	113
Tabel 5. 18 Spesifikasi Pompa Utilitas	114
Tabel 6. 1 Indeks Harga Alat	125
Tabel 6. 2 Daftar Harga Alat Proses	128
Tabel 6. 3 Daftar Harga Alat Utilitas.....	130
Tabel 6. 4 Direct Plant Cost (DPC).....	133
Tabel 6. 5 Indirect Cost (DC).....	133
Tabel 6. 6 Direct Manufacturing Cost (DMC).....	135
Tabel 6. 7 Indirect Manufacturing Cost (IMC)	135
Tabel 6. 8 Fixed Manufacturing Cost (FMC).....	136
Tabel 6. 9 General Expense (GE).....	137
Tabel 6. 10 Analisis Risiko Pabrik	137
Tabel 6. 11 Fixed Cost (Fa).....	144
Tabel 6. 12 Regulated Cost (Ra)	144
Tabel 6. 13 Variable Cost (Va)	144

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Struktur Cis Poliisoprena (Honggokusumo, 1978)	6
Gambar 1. 2 Struktur Cis Poliisoprena (Honggokusumo,1978)	8
Gambar 1. 3 Reaksi Vulkanisasi dengan Belerang	9
Gambar 1. 4 Nilai Kinetika	12
Gambar 2. 1 Diagram Alir Kualitatif	19
Gambar 2. 2 Diagram Alir Kuantitatif	20
Gambar 4. 1 Lokasi Pabrik Karet Alam di Kabupaten Muaro Jambi	57
Gambar 4. 2 Tata Letak Pabrik Vulcanized Rubber	65
Gambar 4. 3 Tata Letak Alat Proses Pabrik Vulcanized Rubber	67
Gambar 4. 4 Struktur Organisasi Perusahaan	69
Gambar 5. 1 Diagram Alir Utilitas	121
Gambar 6. 1 Grafik Indeks Harga vs Tahun.....	127
Gambar 6. 2 Grafik Kelayakan Ekonomi.....	147

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN-1	129
LAMPIRAN-2	143
LAMPIRAN-3	144

ABSTRAK

Proses vulkanisasi menggunakan belerang adalah metode penting dalam pembuatan *vulcanized rubber*. Belerang bertindak sebagai agen pengikat yang membentuk ikatan silang (*cross-linking*) antara rantai polimer karet, sehingga mengubah sifat-sifat fisik karet. Hasilnya, *Vulcanized Rubber* menjadi lebih kuat. Pabrik *Vulcanized Rubber* dirancang untuk didirikan di Sekernan, Muaro Jambi, Jambi, dengan kapasitas produksi 40.000 ton/tahun dan luas tanah sebesar 16.818 m². Pabrik ini menggunakan bentuk perusahaan Perseroan Terbatas (PT) dengan jumlah karyawan sebanyak 156 orang. Bahan baku utama yang digunakan dalam proses produksi adalah karet alam sebesar 2.003 kg/jam dan belerang sebesar 168,74 kg/jam, dengan tambahan bahan kimia lainnya seperti *ZnO*, *MBTS*, *Carbon Black*, *Minarex*, dan lainnya. Proses produksi *Vulcanized Rubber* dimulai dengan mencampurkan karet alam dengan Amonia untuk mencegah penggumpalan, kemudian campuran tersebut diproses dengan berbagai bahan tambahan sebelum dimasukkan ke dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) pada suhu 180°C dan tekanan 1 atm. Setelah reaksi selesai, hasil keluaran reaktor dinetralkan menggunakan asam asetat di *Neutralizer*, lalu dikeringkan hingga menjadi produk akhir. Pabrik ini memerlukan beberapa komponen utilitas untuk mendukung operasinya, seperti air pendingin sebesar 2.007 kg/jam, *steam* sebesar 2.6747 kg/jam, air proses sebesar 437,93 kg/jam, serta listrik dan batu bara masing-masing sebesar 745,33 kW dan 0,2755 kg/jam. Hasil analisis risiko menunjukkan bahwa pabrik memiliki tingkat risiko rendah. Evaluasi ekonomi menunjukkan *Return on Investment* (ROI) sebesar 61,69% sebelum pajak dan 46,27% setelah pajak, dengan *Pay Out Time* (POT) masing-masing sebesar 1,3 tahun dan 1,7 tahun. *Break Even Point* (BEP) pabrik ini tercatat sebesar 44,92%, dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 30,73%, sementara *Discounted Cash Flow Rate* sebesar 22,90%. Berdasarkan hasil evaluasi ekonomi, pabrik *Vulcanized Rubber* ini layak untuk didirikan serta dapat dikaji lebih lanjut untuk implementasi lebih lanjut.

Kata kunci: *Vulcanized Rubber*, Karet Alam, sulfur, RATB, evaluasi ekonomi, ROI, POT.

ABSTRACT

The process of vulcanization using sulfur is a crucial method in the production of vulcanized rubber. Sulfur acts as a binding agent, forming cross-links between the polymer chains of rubber, which enhances its physical properties. The result is a stronger and more durable vulcanized rubber. A vulcanized rubber manufacturing plant is planned to be established in Sekernan, Muaro Jambi, Jambi, with a production capacity of 40,000 tons per year and a total land area of 16,818 m². The plant will operate as a Limited Liability Company (PT) with a workforce of 156 employees. The primary raw materials used in the production process are natural rubber at a rate of 2,003 kg/hour and sulfur at 168.74 kg/hour, along with other chemicals such as ZnO, MBTS, Carbon Black, Minarex, and others. The production process of vulcanized rubber begins by mixing natural rubber with ammonia to prevent coagulation. The mixture is then processed with various additives before being introduced into a Continuous Stirred Tank Reactor (CSTR) at a temperature of 180°C and a pressure of 1 atm. After the reaction is complete, the reactor output is neutralized using acetic acid in a neutralizer, then dried to form the final product. The plant requires several utility components to support its operations, including cooling water at a rate of 2,007 kg/hour, steam at 2,674.7 kg/hour, process water at 437.93 kg/hour, as well as electricity and coal consumption of 745.33 kW and 0.2755 kg/hour, respectively. The risk analysis indicates that the plant has a low level of risk. Economic evaluation reveals a Return on Investment (ROI) of 61.69% before taxes and 46.27% after taxes, with a Pay Out Time (POT) of 1.3 years and 1.7 years, respectively. The plant's Break-Even Point (BEP) is recorded at 44.92%, and its Shut Down Point (SDP) at 30.73%, while the Discounted Cash Flow Rate stands at 22.29%. Based on this economic evaluation, the vulcanized rubber plant is deemed feasible and can be further explored for implementation.

Keywords: *vulcanized rubber, natural rubber, sulfur, CSTR, economic evaluation, ROI, POT.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri yang ada di Indonesia sekarang cukup pesat termasuk pada sektor perkebunan. Industri perkebunan menjadi salah satu kekuatan dan penopang ekonomi nasional dimana pada tahun 2016, industri ini mampu memberikan kontribusi terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) nasional sebesar Rp 429 triliun yang mana lebih besar jika dibandingkan dengan sektor minyak dan gas (migas) yang nilainya hanya sebesar Rp 365 triliun (Bambang, 2017). Dengan demikian, penggunaan komoditas karet dapat menjadi proyeksi yang baik dan memiliki peran yang signifikan dalam perekonomian negara.

Berdasarkan data Kementrian Perindustrian, luas perkebunan karet di Indonesia mencapai 3,6 juta hektar dengan rata-rata produksinya mencapai 3,03 juta ton per tahun. Dengan jumlah produksi yang besar indonesia menjadi pemasok negara-negara besar yaitu Amerika Serikat, China, Jepang, Korea Selatan, dsb. Sehingga pada tahun 2020 karet menjadi salah satu komoditas perkebunan yang memiliki nilai ekspor yang tinggi yaitu mencapai 2.455.516 ton.

Karet merupakan polimer hidrokarbon yang terbentuk dari emulsi lateks yang diperoleh dari getah beberapa jenis tumbuhan pohon karet tetapi juga bisa diproduksi secara sintesis. Salah satu pohon yang dapat menghasilkan getah karet yaitu *Havea Brasiliensi* dengan bentuk struktur molekulnya yaitu $-CH-C(CH)=CH-CH_2-$. Karet ini biasa disebut karet alam atau polimer isoprene dengan bentuk

alamiahnya yaitu *1,4 polyisoprene*. Karet alam memiliki sifat yang lebih elastis dan memiliki ketahanan yang baik terhadap suhu panas dan ozon sehingga biasa dimanfaatkan dalam industri ban, sepatu karet, sarung tangan dan sebagainya

Inovasi di bidang industri, khususnya industri kimia semakin ditingkatkan, berbagai produk kimia, salah satunya produk antara semakin dikembangkan agar dapat memenuhi kebutuhan konsumen. Produk antara yang dihasilkan oleh industri dalam negeri dinilai sangat menguntungkan karena dapat mengurangi ketergantungan terhadap ekspor luar negeri yang dapat mengurangi pengeluaran devisa negara untuk mengimpor suatu produk.

Mengamati tingginya peluang ekspor karet alam dan peningkatan permintaan karet alam di Indonesia ini memiliki keuntungan diantaranya membuka lapangan pekerjaan baru, meningkatkan nilai jual karet alam serta dapat mengembangkan industri hilir karet alam di Indonesia. Pengembangan industri hilir karet alam dapat meningkatkan efisiensi dalam proses pengolahan serta peningkatan kualitas karet alam juga dapat meningkatkan nilai jualnya. Dengan upaya ini, Indonesia dapat memaksimalkan peran dan potensi industri karet alam dan memberikan dampak positif yang lebih besar bagi perekonomian di Indonesia.

1.2 Penentuan Kapasitas Perancangan Pabrik

Penentuan dari kapasitas perancangan pabrik perlu mempertimbangkan beberapa hal, diantaranya :

1.2.1 Proyeksi Kebutuhan Karet Alam

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), kebutuhan ekspor karet alam ke luar negeri terbilang cukup tinggi. Hal ini dapat ditinjau dari Tabel 1.1

Tabel 1. 1 Data Ekspor Karet Alam

Tahun	Jumlah Ekspor (Ton/tahun)	Persen Pertumbuhan (%)
2016	2.657.094	-
2017	3.276.336	23,31
2018	2.954.367	-9,83
2019	2.582.593	-12,58
2020	2.455.516	-4,92
	Rata-rata	1,01

(Sumber : Badan Pusat Statistik)

Dengan menggunakan data ekspor yang tersedia di atas, kita dapat menghasilkan perkiraan kebutuhan ekspor karet alam untuk tahun 2029 sebesar 2.241.817 ton/tahun, seperti yang terlibat dalam Tabel 1.2

Tabel 1. 2 Estimasi Kebutuhan Ekspor Karet Alam

Tahun	Jumlah Ton/Tahun
2021	2.430.799
2022	2.406.331
2023	2.382.110
2024	2.358.133
2025	2.334.396
2026	2.310.899
2027	2.287.638
2028	2.264.612

1.2.2 Produksi Karet Alam

Untuk keberlangsungan dari suatu produksi, ketersediaan bahan baku menjadi faktor yang sangat penting bagi suatu pabrik. Pabrik karet alam ini menggunakan bahan baku dari lateks. Lateks karet alam yang digunakan merupakan penyadapan dari pohon karet yang berupa cairan putih kekuning-kuningan yang terdiri dari partikel karet dan bahan bukan karet yang terdispersi di dalam air. Banyaknya produksi lateks di Indonesia dapat dilihat pada tabel 1.4 berikut :

Tabel 1. 3 Produksi Lateks di Indonesia

Provinsi	Tahun (ton)		
	2019	2020	2021
Sumatera Selatan	944.192	804.768	870.966
Sumatera Utara	387.684	327.670	346.003
Riau	308.021	291.909	305.967
Jambi	301.418	262.831	280.433
Kalimantan Barat	261.472	236.031	247.127
Kalimantan Selatan	174.608	145.089	166.125
Lampung	148.497	136.940	145.648
Kalimantan Tengah	152.195	125.921	143.276
Sumatera Barat	141.960	132.080	237.189
Bengkulu	113.568	94.122	108.003

Lanjutan tabel 1.3

Lainnya	436.170	327.284	370.737
Total	3.301.405	2.884.645	3.121.474

Sumber : Direktorat Jendral Perkebunan

Penentuan kapasitas pabrik *Vulcanized Rubber* juga dapat dipertimbangkan berdasarkan kebutuhan karet alam pada pabrik ban yang sedang berjalan. Kebutuhan karet alam pada pabrik ban yang telah berdiri dapat terlihat pada tabel 1.5 :

Tabel 1. 4 Kebutuhan Karet Alam pada Produksi Ban di Indonesia

No	Nama Perusahaan	Kebutuhan (Ton/tahun)
1	PT Good Year	13.369
2	PT Bridgestone	48.431
3	PT Gajah Tunggal	80.298
4	PT Industri Karet Deli	27.418
5	PT Sumi Rubber IND	22.117
6	PT Elang Perdana	7.193
7	PT Suryaraya Rubberindo	11.000

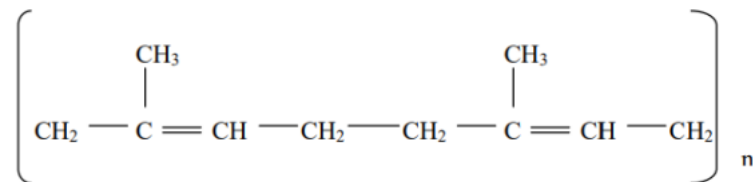
(sumber : APBI, 2013)

Jika ditinjau dari kebutuhan karet alam pada pabrik ban yang sudah berdiri dapat kita lihat bahwa kebutuhannya sekitar 7.000 – 80.000 ton/ tahun. Pada rentang tersebut dapat diambil nilai tengah yaitu sebesar 40.000 ton/tahun. Maka dari itu, kapasitas pabrik karet alam dengan metode vulkanisasi belerang yang akan dibuat pada tahun 2029 ini sebesar 40.000 ton/tahun.

1.3 Tinjauan Pustaka

1.3.1 Karet Alam

Karet alam sebagai senyawa hidrokarbon, tersusun dari makromolekul poliisoprena (C_5H_8). Rantai poliisoprena tersebut membentuk konfigurasi dengan susunan ruang yang teratur dengan rumus kimia Cis 1,4 Poliisoprena. Gambar struktur Cis 1,4 Poliisoprena dapat dilihat pada Gambar 1.2



Gambar 1. 1 Struktur Cis Poliisoprena (Honggokusumo, 1978)

Komposisi karet alam secara umum yaitu senyawa protein, lipida, karbohidrat, hidrokarbon, mineral dan air. Besarnya presentasi dari masing-masing kandungan tersebut berbeda-beda, tergantung pada cara pengerjaan dan peralatan yang digunakan. Komposisi karet alam dapat dilihat pada tabel 1.6

Tabel 1. 5 Komposisi Kandungan Karet Alam

No	Komponen	Lateks Segar (%)	Lateks Kering (%)
1	Karet Hidrokarbon	36	92-94
2	Protein	1,4	2,5-3,5
3	Karbohidrat	1,6	-
4	Lipida	1,6	2,5-3,2
5	Mineral	0,5	0,1-0,5

(Sumber : Rubber Technologist Handbook, 2001)

Karet alam memiliki berbagai macam keunggulan seperti memiliki kepegasan pantul yang baik, tegangan putus yang tinggi, daya lengket yang bagus,

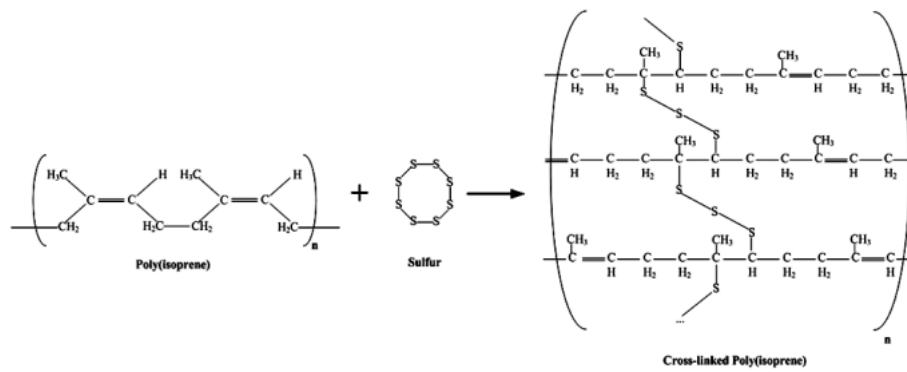
fleksibilitas pada suhu yang rendah yang baik, ketahanan sobek yang baik hingga ketahanan kikis yang cukup baik. Namun demikian, karet alam juga memiliki beberapa kekurangan seperti tidak tahan dengan minyak dan pelarut hidrokarbon, tidak tahan panas, oksidasi dan juga sinar matahari (Arizal, 1990). Sifat fisis karet alam dapat dilihat pada tabel 1.7

Tabel 1. 6 Sifat Fisis Getah Karet Alam

Spesifikasi	Getah Karet Alam
Berat Molekul	68,12 g/mol
Titik Leleh	34,067 °C
Titik Didih	145,95 °C
Viskositas	0,486 N.s/m
Rapat Jenis	913 kg/m ³
Konduktivitas Thermal	0,314 W/mK
Difusivitas Thermal	$7 \times 10^{-8} \text{m/s}^{-2}$
Kapasitas Panas	1.905 gK

1.3.2 Proses Vulkanisasi

Vulkanisasi adalah tahap terakhir dari pengolahan karet alam yang merupakan suatu proses dimana molekul karet yang linier mengalami reaksi cross-linked sulfur sehingga menjadi molekul polimer yang membentuk rangkaian tiga dimensi. Pada proses vulkanisasi ini akan merubah karet yang bersifat elastis, keras dan kuat. Reaksi vulkanisasi menggunakan belerang dapat dilihat pada gambar 1.3



Gambar 1. 2 Struktur Cis Poliisoprena (Honggokusumo,1978)

1.3.3 Kegunaan Produk

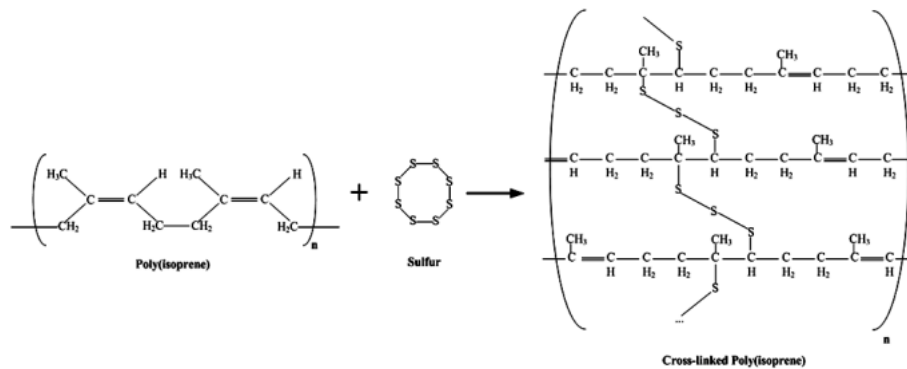
Kegunaan produk *Vulcanized Rubber* antara lain :

1. Bahan baku pembuatan berbagai macam ban kendaraan.
2. Bahan baku pembuatan sol sepatu.
3. Bahan baku pembuatan selarang karet.
4. Bahan baku pembuatan seal dan gasket.

1.3.4 Pemilihan Proses Pembuatan Karet Alam

1. Metode Vulkanisasi Belerang

Proses vulkanisasi dengan belerang diawali dengan pencampuran lateks karet dengan larutan ammonia 25% sebanyak 0.07% dari banyaknya karet untuk mencegah terjadinya penggumpalan lateks selama proses berlangsung (Joseph, 2013). Kemudian tahap kedua pada proses ini yaitu pembuatan kompon karet dengan cara mencampurkan lateks sebelumnya dengan minarex, *Zinc Oxide*, *Carbon Black*, MBTS, TMQ, Asam Stearat secara bertahap. Setelah kompon karet terbentuk dilanjutkan dengan mereaksikan kompon tersebut dengan sulfur dan terakhir dinetralkan dengan Asam Asetat. Persamaan reaksi vulkanisasi dapat dilihat pada gambar 1.4



Gambar 1. 3 Reaksi Vulkanisasi dengan Belerang

2. Metode Vulkanisasi Non-Sulfur

Pada proses vulkanisasi iradiasi dibutuhkan beberapa tambahan zat pembantu seperti Kalium Hidroksida (KOH), normal Butyl Akrilat (nBA). Sebelum dilakukan proses iradiasi lateks karet alam diberikan bahan anti koagulan amonia sebanyak 1-5% sehingga tidak terjadi penggumpalan awal. Lalu ditambahkan KOH dan juga nBA untuk menurunkan dosis radiasi vulkanisasi karena memiliki radikal bebas lebih banyak daripada karet alam. Setelah itu proses iradiasi dilakukan menggunakan berkas elektron, teknik radiasi dapat dilakukan dengan sistem batch atau kontinyu. Pada sistem batch, bahan yang diiradiasi dalam kondisi diam atau dalam suatu wadah yang diam. Dosis serap yang diterima bahan bisa diatur dengan mengatur lamanya iradiasi. Sedangkan pada sistem kontinyu, bahan dibawa menggunakan konveyor atau langsung dialirkan ke bagian iradiasi. Perbandingan dari kedua proses vulkanisasi dapat dilihat pada tabel 1.8

Tabel 1. 7 Perbandingan Jenis Proses Produksi Karet Alam Tervulkanisasi

Parameter	Vulkanisasi Belerang	Vulkanisasi Non Belerang
Bahan Baku	Lateks Karet Alam	Lateks Karet Alam
Bahan vulkanisasi	Sulfur	Normal butil akrilat, kalium
Kondisi Operasi	T = 140-180°C	T = 25-30°C
Biaya Produksi	Relatif lebih murah	Mahal
Produk yang dihasilkan	Karet berwana kehitaman	Karet berwana transparan hingga kekuningan

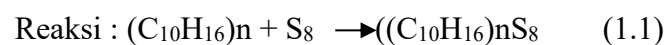
(sumber : Wiwien Andriyanti, 2010)

Berdasarkan tabel 1.8, dipilih proses pembuatan *Vulcanized Rubber* dengan bahan vulkanisasi belerang. Hal ini dikarenakan hasil produk *vulcanized rubber* menggunakan belerang memiliki biaya yang lebih murah, memiliki sifat kekuatan tarik, kekuatan sobek lebih tinggi dan sudah umum digunakan pada berbagai proses industri.

1.4 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika

1.4.1 Tinjauan Termodinamika

Pada tinjauan termodinamika ditujukan untuk mengetahui sifat reaksi, seperti bersifat eksotermis atau endotermis serta berlangsung secara berlawanan ataupun searah. Panas reaksi berjalan secara eksotermis, hal tersebut dapat diketahui dengan perhitungan panas pembentukan standar (ΔH_f°) pada suhu 343,16 K.



Harga ΔH_f° masing-masing komponen pada suhu 343,16 K dapat dilihat pada tabel 1.9 sebagai berikut :

Tabel 1. 8 Harga ΔH_f° Masing-Masing Komponen

Komponen	Harga ΔH_f° (kJ/mol)
$(C_{10}H_{16})_n$	-204,46
$((C_{10}H_{16})_n)S_8$	-68,61

(Bekkedahl, 1968)

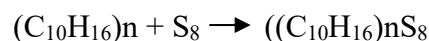
$$\Delta H^\circ_{R(343,16)} = \Delta H_f^\circ \text{ produk} - \Delta H_f^\circ \text{ reaktan}$$

$$\Delta H^\circ_{R(343,16)} = -135,847 \text{ kJ/jam}$$

Reaksi keseluruhan dari proses pembuatan Karet Alam dengan metode vulkanisasi belerang merupakan reaksi eksotermis dengan didapatkan nilai $\Delta H = -135,847$ kJ/jam yang berarti reaksi tersebut menghasilkan panas selama proses berlangsungnya reaksi.

1.4.2 Tinjauan Kinetika

Tinjauan secara kinetika bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi kimia, yang meliputi ilmu yang mempelajari tentang pengukuran laju reaksi dan variabel-variabel dalam laju reaksi yaitu konsentrasi, suhu, dan tekanan. Adapun persamaan reaksi yang terbentuk yaitu :



Ditinjau dari segi kinetika reaksi, kecepatan reaksi karet alam dan belerang menjadi *vulcanized rubber* adalah reaksi orde satu. Berdasarkan *Cifriadi, 2013* diperoleh nilai k paling optimal sebesar :

$$k = 0,95 \text{ s}^{-1}$$

Gambar 1. 4 Nilai Kinetika

Tabel 3. Nilai k pada suhu vulkanisasi 145°C, 150°C, 160°C dan 180°C
Table 3. k value at vulcanization temperature 145°C, 150°C, 160°C and 180°C

Kompon <i>Compound</i>	Konstanta laju reaksi (k), detik ⁻¹ <i>Reaction rate constant, second⁻¹</i>			
	145°C	150°C	160°C	180°C
CV1	0,005	0,006	0,011	0,032
CV2	0,004	0,005	0,010	0,028
SE1	0,010	0,017	0,031	0,083
SE2	0,008	0,014	0,026	0,071
EV1	0,018	0,031	0,051	0,095
EV2	0,008	0,016	0,025	0,059

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

Pada perancangan pabrik kimia Karet Alam dengan metode vulkanisasi Belerang ini akan menghasilkan produk utama berupa *Vulcanized Rubber*. Produk hasil nantinya digunakan kembali sebagai bahan baku dan diproses menjadi produk yang siap digunakan sesuai dengan keinginan konsumen. Kualitas dari produk yang dihasilkan dipengaruhi oleh 4 variabel, yaitu spesifikasi bahan baku, spesifikasi bahan pembantu, spesifikasi produk, dan pengendalian kualitas.

2.1 Spesifikasi Bahan Baku

Tabel 2. 1 Spesifikasi Bahan Baku

Spesifikasi	Bahan Baku	
	Karet Alam	Belerang
Rumus Kimia	$(C_{10}H_{16})_n$	S
Berat Molekul, g/mol	132	32,07
Wujud	Cair	Padatan
Densitas, kg/m ³ (25°C)	937	2.070
Titik Beku, °C	<0	117-120
Titik Didih, °C	>250	444

2.2 Spesifikasi Bahan Pembantu

Tabel 2. 2 Spesifikasi Bahan Pembantu

Spesifikasi	Bahan Pembantu			
	Ammonia	Minarex	Zinc Oxide	Carbon Black
Rumus Kimia	NH ₄ OH	-	ZnO	C
Berat Molekul, g/mol	17	292,4	81	12
Wujud	Cair	Cair	Padatan	Padatan
Densitas, kg/m ³ (25°C)	6.820	1.010	5.610	3.009
Titik Beku, °C	-77,7	-6 – 50	>1000	-
Titik Didih, °C	36-38	350	-	-

(Lanjutan tabel 2.2)

Spesifikasi	Bahan Pembantu			
	MBTS	TMQ	Asam Stearat	Asam Asetat
Rumus Kimia	C ₁₄ H ₁₂ N ₂ S ₄	C ₁₄ H ₁₈ N ₂	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	CH ₃ COOH
Berat Molekul, g/mol	332	173	284	60
Wujud	padatan	padatan	padatan	Cairan
Densitas, kg/m ³ (25°C)	1050	1.080	776	856
Titik Beku, °C	167	57	69	16.6
Titik Didih, °C	-	>315	360	118

2.3 Spesifikasi Produk

Tabel 2. 3 Spesifikasi Produk

Spesifikasi	Produk
	<i>Vulcanized Rubber</i>
Rumus Kimia	$(C_{10}H_{16n})S_8$
Kekuatan Tarik	15 mPa
Kekuatan Sobek	25 kN/m
Elongasi	500 %

(Sumber : Jr. White, 2001)

2.4 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas atau pengendalian mutu merupakan suatu usaha yang akan dilakukan untuk menghasilkan produk *Vulcanized Rubber* yang memiliki spesifikasi dan kualitas yang sesuai dengan standar yang diinginkan. Pengendalian kualitas (*quality control*) terdiri dari pengendalian kualitas bahan baku, pengendalian kualitas proses, dan terakhir pengendalian kualitas produk.

2.4.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas bahan baku dilaksanakan untuk memastikan bahan baku yang digunakan sesuai dengan spesifikasi agar proses yang dilakukan akan menghasilkan produk yang sesuai dengan standar. Proses pengendalian kualitas bahan baku dapat ditinjau dari spesifikasi bahan baku yang digunakan dan dilakukan sebelum bahan baku memasuki proses produksi. Pengendalian kualitas ini dilaksanakan pada semua bahan baku dan bahan pembantu yaitu lateks Karet Alam, Larutan Ammonia, MBTS, TMQ, Asam Stearat, *Carbon Black*, *Zinc Oxide*,

Asam Asetat. Proses ini dilakukan dengan cara menganalisa bahan baku dan bahan pembantu secara 2 metode, yaitu kualitatif dan kuantitatif.

2.4.2 Pengendalian Kualitas Proses

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

Pengawasan yang dikontrol oleh alat ini berupa pengontrolan atau pengawasan terhadap kondisi operasi baik dari segi temperatur, aliran, dan sistem kontrol. Alat kontrol yang harus di atur pada kondisi tertentu yaitu antara lain:

1. Alat Sistem Kontrol, terbagi dalam :
 - a. *Sensor*, digunakan untuk mengidentifikasi variabel-variabel proses. Alat yang digunakan meliputi manometer untuk sensor aliran fluida, tekanan, dan level serta *thermocouple* sebagai sensor suhu.

b. *Controller* dan Indikator merupakan alat untuk pengawasan dan pengendalian jalannya proses produksi yang biasanya dikendalikan pada *control room* atau ruang pengawasan, dapat dilakukan secara *automatic control* maupun secara manual dengan bantuan indikator.

Adapun macam-macam alat kontrol, antara lain :

1) *Temperature Control (TC)*

Temperature control merupakan alat kontrol yang dipasang untuk mengontrol suhu di dalam alat proses. Apabila suhu yang ditentukan tidak sesuai maka akan menimbulkan masalah dan timbul tanda berupa suara atau nyala lampu.

2) *Pressure Control (PC)*

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

3) *Flow Control (FC)*

Flow control merupakan alat kontrol yang digunakan untuk mengontrol kecepatan aliran fluida. Alat ini dipasang

pada aliran bahan baku, aliran masuk, dan aliran keluar proses.

4) *Level Control* (LC)

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

- c. *Actuator*, digunakan untuk memanipulasi agar variabelnya sama dengan *variable controller*. Alat yang digunakan adalah *automatic control valve* dan *manual control valve*.

2. Aliran Sistem Kontrol, terbagi dalam :

- a. Aliran pneumatis atau aliran udara tekan digunakan untuk *valve* dari *controller* ke *actuator*.
- b. Aliran listrik atau elektrik digunakan untuk suhu dari sensor ke *controller*.
- c. Aliran mekanik atau aliran gerakan/perpindahan *level* digunakan untuk *flow* dari sensor ke *controller*.

2.4.3 Pengendalian Kualitas Produk

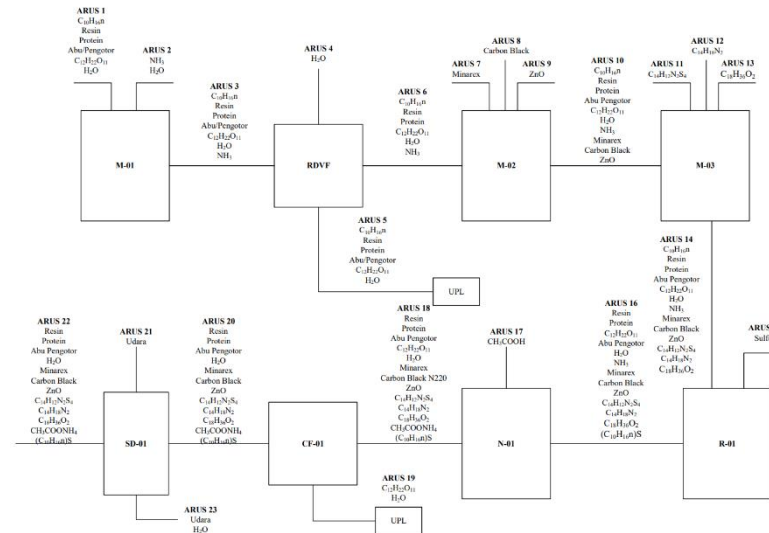
Pengendalian kualitas dari produk dilakukan untuk mengetahui dan memastikan apakah produk yang dihasilkan dari proses produksi sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Proses pengendalian kualitas produk ini dilakukan dengan cara yang sama dengan pengendalian kualitas bahan baku, yaitu dengan pengujian bahan di dalam laboratorium pengujian

BAB III

PERANCANGAN PROSES

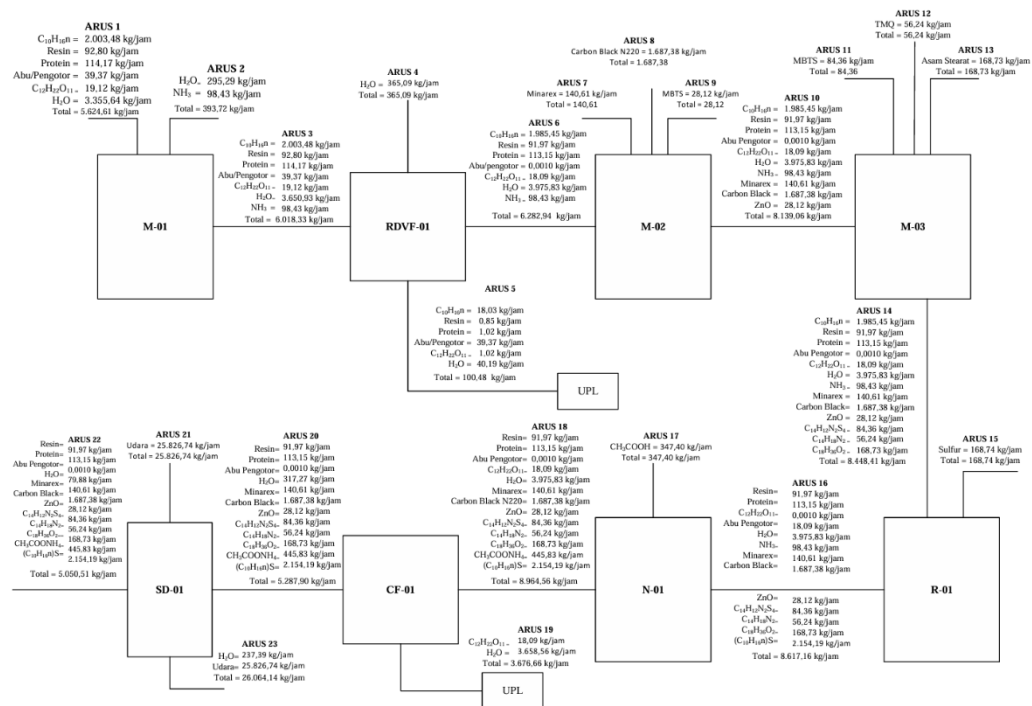
3.1 Diagram Alir Proses dan Material

3.1.1 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 2. 1 Diagram Alir Kualitatif

3.1.2 Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 2. 2 Diagram Alir Kuantitatif

3.2 Uraian Proses

Pra rancangan pabrik karet alam dengan metode vulkanisasi menggunakan belerang akan menghasilkan produk *Vulcanized Rubber* berkualitas tinggi. Pabrik ini dirancang dengan kapasitas produksi sebesar 40.000 ton/tahun. Proses produksi melibatkan pengolahan karet dengan penambahan bahan-bahan seperti belerang dan beberapa zat aditif lainnya untuk meningkatkan sifat karet yang dihasilkan. Tahapan dalam persiapan produksi karet ini terdiri dari beberapa langkah utama yang memastikan kualitas dan efisiensi dalam pengolahan karet mentah menjadi produk siap pakai, sebagai berikut:

3.2.1 Tahap 1

Pada tahap ini, karet alam yang diperoleh dari PT Alam Lestari Nusantara dicampur dengan larutan amonia di Mixer 1 (M-01) untuk mencegah penggumpalan. Larutan Amonia disuplai oleh PT Graha Jaya Pratama Kinerja. Setelah pencampuran, karet disaring menggunakan *Rotary Drum Vacuum Filter* (RDVF-01) untuk menghilangkan kotoran seperti abu dan partikel lain, memastikan bahan bersih dan siap untuk proses selanjutnya.

3.2.2 Tahap 2

Tahap berikutnya adalah pencampuran bahan-bahan tambahan yang penting untuk meningkatkan sifat mekanik dan kimia karet. Proses ini dilakukan di Mixer 2 (M-02) pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm, dengan beberapa bahan penting yang dicampurkan, antara lain:

1. Bahan Pengisi (Filler) : Carbon Black N220 digunakan untuk meningkatkan kekuatan tarik, ketahanan sobek, keausan, dan tegangan putus pada karet.
2. Bahan Pelunak (Plasticizer) : Minarex digunakan untuk meningkatkan kelenturan karet dan menjaga kelenturan campuran agar lebih mudah diproses. Minarex disuplai oleh Pertamina Refinery Unit III Plaju.
3. Aktivator : *Zinc Oxide* (ZnO) dan Asam Stearat dari PT Ecogreen Oleochemicals digunakan untuk mempercepat proses vulkanisasi serta meningkatkan jumlah ikatan silang selama vulkanisasi, memperkuat kekakuan produk akhir.

Setelah pencampuran bahan-bahan tersebut, proses berlanjut ke Mixer 3 (M-03) juga pada suhu 30°C, di mana bahan tambahan lain seperti MBTS (Dibenzothiazole Disulfide), TMQ (Trimethyl-Quinone), dan Asam Stearat dimasukkan:

1. Anti-degradasi : TMQ berfungsi sebagai agen anti-degradasi yang melindungi karet dari oksidasi, meningkatkan ketahanan terhadap oksigen dan ozon. Ini sangat penting untuk menjaga kualitas karet, terutama dalam lingkungan yang rentan terhadap kerusakan.
2. Akselerator : MBTS digunakan untuk mempercepat proses vulkanisasi dengan belerang, meningkatkan efisiensi dan menghemat waktu produksi.

3.2.3 Tahap 3

Setelah pencampuran di Mixer 3 (M-03) selesai, campuran karet diproses melalui tahap vulkanisasi dengan belerang di Reaktor 1 (R-01), yang membentuk ikatan silang pada molekul karet, meningkatkan elastisitas, kekuatan, dan daya tahan produk karet.

3.2.4 Tahap 4

Setelah pencampuran bahan tambahan, campuran karet dialirkan ke tahap netralisasi untuk menghilangkan sisa amonia. Pada tahap ini, amonia dinetralkan menggunakan asam asetat yang disuplai oleh PT Rosma Bana Utama di unit Neutralizer (N-01) pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Reaksi antara amonia dan asam asetat menghasilkan ammonium asetat sebagai produk samping yang perlu dipisahkan.

Setelah proses netralisasi, campuran dialirkan ke Centrifuge (C-01) yang beroperasi pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Di dalam centrifuge, terjadi pemisahan antara fase padat (campuran karet) dan fase cair (larutan ammonium asetat). Fase cair dibuang sebagai limbah, sementara fase padat dipindahkan ke proses selanjutnya.

Tahap akhir adalah pengeringan, di mana campuran padat karet yang telah dinetralkan dialirkan ke unit Rotary Dryer (RD-01) pada suhu 30° hingga menjadi produk akhir berupa padatan.

3.3 Spesifikasi Alat

3.3.1 Tangki Penyimpanan

Tabel 3. 1 Spesifikasi Tangki Penyimpanan

Tangki	T-01	T-02	T-03	T-04
Fungsi	Tempat penyimpanan Lateks Karet	Tempat penyimpanan Ammonia	Tempat Penyimpanan Minarex	Tempat Penyimpanan Asam Asetat
Lama Penyimpanan	7 hari	7 hari	7 hari	14 hari
Fasa	Cair	Cair	Cair	Cair
Jumlah Tangki	1	1	1	1
Kondisi Operasi	Suhu : 30°C Tekanan : 1 atm	Suhu : 30°C Tekanan : 1 atm	Suhu : 30°C Tekanan : 1 atm	Suhu : 30°C Tekanan : 1 atm
Bahan	<i>Stainless Steel</i>	<i>Stainless Steel</i>	<i>Carbon Steel SA-</i>	<i>Stainless Steel</i>
Konstruksi	<i>SA-167 Grade 3</i> <i>Type 304</i>	<i>SA-167 Grade 3</i> <i>Type 304</i>	<i>283 Grade C</i>	<i>SA-167 Grade 3</i> <i>Type 304</i>
Volume Tangki (m ³)	1.293	85,5941	29,4985	218
Diameter (m)	18,2880	7,6200	6,0960	7,6200
Tinggi (m)	7,3152	3,6576	3,6576	3,6576
Jumlah <i>Course</i>	4	2	2	2
Tebal <i>Shell</i> (in)	0,1875	0,1875	0,1875	0,1875
Harga (Rp)	7.816.180.977	2.262.526.749	1.276.109.733	4.195.348.466

Lanjutan tabel 3.1

Silo	S-01	S-02	S-03	S-04
Fungsi	Tempat Penyimpanan Carbon Black	Tempat Penyimpanan Zinc Oxide	Tempat Penyimpanan MBTS	Tempat Penyimpanan TMQ
Lama Penyimpanan	28 hari	28 hari	28 hari	28 hari
Fasa	Padat	Padat	Padat	Padat
Jumlah Tangki	1	1	1	1
Kondisi Operasi	Suhu : 30°C Tekanan : 1 atm	Suhu : 30°C Tekanan : 1 atm	Suhu : 30°C Tekanan : 1 atm	Suhu : 30°C Tekanan : 1 atm
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA- 283 Grade C</i>	<i>Carbon Steel SA- 283 Grade C</i>	<i>Stainless Steel SA-167 Grade 3 Type 304</i>	<i>Stainless Steel SA-167 Grade 3 Type 304</i>
Volume Tangki (m ³)	452,8090	4,3949	46,9203	41,9966
Diameter (m)	8,0841	1,7333	3,7142	3,5794
Tinggi (m)	9,0314	1,8902	5,4359	5,2396
Tebal <i>Shell</i> (in)	0,2500	0,1875	0,1875	0,1875
Harga (Rp)	2.382.957.928	128.328.306	381.036.354	363.267.820

Lanjutan tabel 3.1

Silo	S-05	S-06	S-07
Fungsi	Tempat Penyimpanan Asam Stearat	Tempat Penyimpanan Sulfur	Tempat Penyimpanan Hasil Produk <i>Vulcanized Rubber</i>
Lama Penyimpanan	14 hari	14 hari	14 hari
Fasa	Padat	Padat	Padat
Jumlah Tangki	1	1	1
Kondisi Operasi	Suhu : 30°C Tekanan : 1 atm	Suhu : 30°C Tekanan : 1 atm	Suhu : 30°C Tekanan : 1 atm
Bahan	<i>Stainless Steel SA-167</i>	<i>Stainless Steel SA-167</i>	<i>Stainless Steel SA-167</i>
Konstruksi	<i>Grade 3 Type 304</i>	<i>Grade 3 Type 304</i>	<i>Grade 3 Type 304</i>
Volume Tangki (m ³)	77,9586	34,0172	925
Diameter (m)	4,3992	3,3367	10,2934
Tinggi (m)	6,3800	4,8480	11,3208
Tebal <i>Shell</i> (in)	0,1875	0,1875	0,2500
Harga (Rp)	481.724.717	329.705.032	4.959.395.457

3.3.2 Mixer-1

Tabel 3. 2 Spesifikasi Mixer-1

Kode	M-01	
Fungsi	Mencampurkan lateks karet alam dengan ammonia untuk mencegah penggumpalan	
Jenis	Tangki Silinder tegak dengan Torispherical Dishead Head Berpengaduk	
Kondisi Operasi	T = 30°C	P = 1 atm
Bahan	Stainless Steel SA 167 grade 3 type 304	
Waktu Tinggal	10	menit
	Dimensi Mixer	
Diameter	1,0804	m
Tinggi shell	1,6207	m
Tinggi Cairan	1,0163	m
Volume Mixer	1,1084	m ³
Volume Head	0,1180	m ³
Tebal Shell	0,1875	in
Tebal Head	0,1875	in
Jumlah Pengaduk	1	buah
Kecepatan Pengadukan	222	rpm
Power Motor	5	hp
Harga	Rp 1.130.948.463	

3.3.3 Rotary Drum Vacuum Filter-1

Tabel 3. 3 Spesifikasi *Rotary Drum Vacuum Filter-1*

Kode	RDVF-01	
Fungsi	Memisahkan kompon karet dari kotoran	
Jumlah	1	buah
Bahan	Stainless Steel SA 167 grade 3 type 304	
Kondisi Operasi		
Tekanan Operasi	1	atm
Suhu Operasi	30	°C
Dimensi Filter		
Diameter Filter	5,5307	m
Panjang Filter	11,0613	m
Luas Permukaan Filter	265,6027	m ²
Kecepatan Putar	1,3778	rpm
Power Blower	40	hp
Harga	Rp 1.628.668.578	

3.3.4 Mixer-2

Tabel 3. 4 Spesifikasi Mixer-2

Kode	M-02	
Fungsi	Mencampurkan kompon karet dengan bahan pembantu yaitu Minarex, Carbon Black dan ZnO	
Jenis	Tangki Silinder tegak dengan Torispherical Dishead Head Berpengaduk	
Kondisi Operasi	T = 30°C	P = 1 atm
Bahan	Stainless Steel SA 167 grade 3 type 304	
Waktu Tinggal	10	menit

Lanjutan tabel 3.4

Dimensi Mixer		
Diameter	1,0693	m
Tinggi shell	1,6039	m
Tinggi Cairan	1,0036	m
Volume Mixer	1,0776	m ³
Volume Head	0,1179	m ³
Tebal Shell	0,1875	in
Tebal Head	0,1875	in
Jumlah Pengaduk	1	buah
Kecepatan Pengadukan	267	rpm
Power Motor	10	hp
Harga	Rp 1.507.955.495	

3.3.5 Mixer-3

Tabel 3. 5 Spesifikasi Mixer-3

Kode	M-03	
Fungsi	Mencampurkan kompon karet dengan bahan pembantu yaitu MBTS, TMQ dan Asam Stearat	
Jenis	Tangki Silinder tegak dengan Torispherical Dishead Head Berpengaduk	
Kondisi Operasi	T = 30 °C	P = 1 atm
Bahan	Stainless Steel SA 167 grade 3 type 304	
Waktu Tinggal	10	menit
Dimensi Mixer		
Diameter	1,1070	m
Tinggi shell	1,6604	m
Tinggi Cairan	1,0456	m
Volume Mixer	1,1828	m ³
Volume Head	0,1180	m ³

Lanjutan Tabel 3.5

Tebal Shell	0,1875	in
Tebal Head	0,1875	in
Jumlah Pengaduk	2	buah
Kecepatan Pengadukan	264	rpm
Power Motor	7.5	hp
Harga	Rp 1.580.766.561	

3.3.6 Reaktor-1

Tabel 3. 6 Spesifikasi Reaktor-1

Kode	R-01	
Fungsi	Mereaksikan kompon karet dengan sulfur	
Jenis/Tipe	RATB (Reaktor Alir Tangki Berpengaduk)	
Jumlah	1	
Kondisi Operasi		
Suhu	180	°C
Tekanan	1	atm
Konstruksi dan Material		
Bahan Konstruksi	Stainless Steel SA 167 grade 3 type 304	
Diameter (ID) shell	1,4110	m
Tinggi shell	1,4110	in
Volume shell	2,2053	m
Tinggi Reaktor	1,9824	m
Volume reaktor	4,5484	m ³
Tinggi head	11,2475	in
Tebal head	0,1875	in
Spesifikasi Khusus		
Tipe Pengaduk	Six-blade turbine, vertical blades	
Diameter Pengaduk	0,4703	M

Lanjutan Tabel 3.6

Kecepatan Pengaduk	183	rpm
Power Pengadukan	10	hp
Jumlah pengaduk	1	buah
Lebar Baffle	0,1176	m

Jaket Pendingin

Tinggi	0,2958	m
Diameter	1,5152	m
Luas Selimut	6,0467	m ²
Harga	Rp 2.776.400.905	

3.3.7 Neutralizer-1

Tabel 3. 7 Spesifikasi *Neutralizer-1*

Kode	N-01	
Fungsi	Menetralkan NH ₃ menggunakan CH ₃ COOH	
Jenis/Tipe	Silinder tegak dengan <i>Torispherical Dishead Head</i> berpengduk	
Jenis Bahan	<i>Stainless Steel SA 240 Grade S Type 304</i>	
Kondisi Operasi		
Suhu	30	°C
Tekanan	1	atm
Dimensi Neutralizer		
Diameter shell	1,6106	m
Tinggi shell	1,6106	m
Tebal shell	0,500	in
Volume shell	3,2794	m ³
Tinggi Neutralizer	1,9237	m
Volume Neutralizer	3,9867	m ³
Tinggi head	0,1592	m
Tebal head	0,1875	in

Lanjutan Tabel 3.7

Pengaduk		
Jenis Pengaduk	Turbine with 6 Vertical Blades	
Jumlah Baffle	4	buah
Diameter Pengaduk	0,5369	m
Tinggi Pengaduk	0,1074	m
Lebar Pengaduk	0,1342	m
Jarak Pengaduk	0,5369	m
Lebar Baffle	0,1342	m
Kecepatan Pengadukan	4	rpm
Power Pengadukan	60	hp
Jaket Pendingin		
Tinggi	1,7688	m
Diameter	1,8288	m
Luas Selimut	16,7423	m ²
Harga	Rp 2.431.506.383	

3.3.8 Centrifuge-1

Tabel 3. 8 Spesifikasi *Centrifuge-1*

Kode	CF-01	
Fungsi	Memisahkan air dan hasil samping ammonium asetat	
Jenis	Sentrifugal sedimentasi dengan tipe solid bowl	
Bahan Konstruksi	Stainless Steel SA 167 grade 3 type 304	
Jumlah	1	buah
Tekanan Operasi	1	atm
Suhu Operasi	30	°C
Panjang Alat	54	in
Diameter Bowl (Db)	24	In

Lanjutan Tabel 3.8

Daya Penggerak Bowl (pb)	125	hp
Panjang Conveyor	6	ft
Daya Penggerak Conveyor	0,125	hp
Harga	Rp 339.146.280	

3.3.9 Rotary Dryer-1

Tabel 3. 9 Spesifikasi *Rotary Dryer-1*

Kode	RD-01	
Fungsi	Mengurangi sisa air pada vulcanized rubber	
Material	Stainless Steel SA 167 grade 3 type 304	
Kondisi Operasi		
Tekanan	1	atm
Suhu	30	°C
Spesifikasi		
Panjang	11	m
Diameter	3,0766	m
Luas penampang	7,4324	m ²
Harga	Rp 421.537.749	

\

3.3.10 Heater-1

Tabel 3. 10 Spesifikasi *Heater-1*

	Kode Alat	H-01
Fungsi		Memanaskan keluaran dari Mixer (M-03) menuju Reaktor (R-01)
Jenis		Shell and Tube
Luas Transfer Panas, ft ²		520
Kondisi Operasi		
	Jenis fluida	Hasil keluaran dari Mixer-03
Fluida Dingin	Laju Alir, kg/jam	8.448
	T in, °C	30
	T out, °C	180
	Jenis Fluida	Steam
Fluida Panas	Laju Alir, kg/jam	2,739
	T in, °C	200
	T out, °C	200
	Konstruksi dan Material	
Shell	ID, in	15,25
	Pitch, in triangular pitch	1
	Baffle, in	3
	Pressure Drop, psi	8
Tube	ID, in	0,62
	OD, in	0,75
	BWG	16
	L, ft	12
	Nt	165
	Pressure Drop, psi	0.0913
Rd, Btu/jam.ft ² . °F		0,005
Harga, Rp		19.160.806

3.3.11 Cooler-1

Tabel 3. 11 Spesifikasi Cooler-1

Kode Alat	CL-01	
Fungsi	Mendinginkan keluaran Reaktor (R-01) menuju Neutralizer (N-01)	
Jenis	Shell and Tube	
Luas Transfer Panas, ft ²	2.089	
Kondisi Operasi		
Jenis fluida	Hasil keluaran dari Mixer-03	
Fluida Dingin	Laju Alir, kg/jam	8.448
	T in, °C	180
	T out, °C	30
	Jenis Fluida	Air Pendingin
Fluida Panas	Laju Alir, kg/jam	2,739
	T in, °C	25
	T out, °C	40
	Konstruksi dan Material	
Shell	ID, in	29
	Pitch, in triangular pitch	1
	Baffle, in	5,8
	Pressure Drop, psi	0,0019
Tube	ID, in	0,62
	OD, in	0,75
	BWG	16
	L, ft	16
	Nt	347
	Pressure Drop, psi	0,5426
	Rd, Btu/jam.ft ² . °F	0,004
Harga, Rp	19.160.806	

3.3.12 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan

1. Alat Transportasi Cairan

Tabel 3. 12 Spesifikasi Pompa

Pompa	P-01	P-02	P-03	P-04	P-05
Jumlah	1	1	1	1	1
Fungsi	Mengalirkan keluaran tangki penyimpanan lateks karet untuk diumpankan ke Mixer-01	Mengalirkan keluaran tangki penyimpanan Ammonia untuk diumpankan ke Mixer-01	Mengalirkan keluaran Mixer untuk diumpankan ke Rotary Drum Vakum Filter	Mengalirkan air proses menuju ke Rotary Drum Vakum Filter	Mengalirkan keluaran dari Rotary Drum Vakum Filter menuju UPL
Jenis	Centrifugal Pump	Centrifugal Pump	Centrifugal Pump	Centrifugal Pump	Centrifugal Pump

Spesifikasi Pompa

Kapasitas, m ³ /jam	4,0707	0,3989	8,1513	0,5040	0,2228
Laju Volumetrik, ft ³ /s	0,0399	0,0039	0,0800	0,0049	0,0022

Lanjutan tabel 3.12

Kecepatan Aliran, ft/s	1,7166	1,8537	3,4374	0,8241	1,0355
ID, in	2,0670	0,6220	2,0670	1,0490	0,6220
OD, in	2,3800	0,8400	2,3800	1,3200	0,8400
NPS, in	2	0,5000	2,500	1	0,500
Flow Area, in ²	3,3500	0,3040	3,3500	0,8640	0,3040
Total head, m	2,4134	3,6092	15,5083	2,0379	2,9497
Efisiensi, %	45	45	50	45	45
Power Pompa, hp	0,0789	0,0035	0,8049	0,0072	0,0029
Power Motor, hp	0,1250	0,0500	1	0,0500	0,0500
Harga, Rp	170.531.180	170.743.826	170.531.180	111.132.679	146.351.851

Lanjutan Tabel 3.12

Pompa	P-06	P-07	P-08	P-09	P-10
Jumlah	1	1	1	1	1
Fungsi	Mengalirkan keluaran Rotary Drum Vakum Filter menuju Mixer-02	Mengalirkan keluaran tangki penyimpanan minarex untuk diumpankan ke Mixer-02	Mengalirkan keluaran Mixer-02 untuk diumpankan ke Mixer-03	Mengalirkan Mixer-03 untuk diumpankan ke Reaktor-01	Mengalirkan keluaran HE-01 menuju Reaktor-01
Jenis	Centrifugal Pump	Centrifugal Pump	Centrifugal Pump	Centrifugal Pump	Centrifugal pump
Spesifikasi Pompa					
Kapasitas, m ³ /jam	8,4625	0,1671	7,4372	7,9163	6,7163
Laju Volumetrik, ft ³ /s	0,0830	0,0016	0,0730	0,0777	0,0659
(Lanjutan Tabel 3.12)					
Kecepatan Aliran, ft/s	2,4958	1,2292	2,1934	2,3347	2,8322

Lanjutan tabel 3.12

ID, in	2,4690	0,4930	2,4690	2,4690	2,4690
OD, in	2,8800	0,6750	2,8800	2,8800	2,8800
NPS, in	2,500	0,3750	2,500	2,500	2,500
Flow Area, in ²	4,7900	0,1920	4,7900	4,7900	4,7900
Total Head, m	2,8772	5,0700	2,2329	2,2322	3,3476
Efisiensi, %	52	45	50	50	50
Power Pompa, hp	0,1500	0,0069	0,1593	0,1653	0,2634
Power Motor, hp	0,2500	0,0500	0,2500	0,2500	0,333
Harga, Rp	170.531.180	134.155.864	170.531.180	170.531.180	170.531.180

Lanjutan tabel 3.12

Pompa	P-11	P-12	P-13	P-14	P-15
Jumlah	1	1	1	1	1
Fungsi	Mengalirkan keluaran Reaktor-01 untuk diumpankan ke Neutralizer-01	Mengalirkan keluaran Cooler-01 menuju Neutralizer-01	Mengalirkan keluaran Tangki-04 untuk diumpankan ke Neutralizer-01	Mengalirkan keluaran Neutralizer-01 untuk diumpankan ke Centrifuge-01	Mengalirkan keluaran dari Centrifuge-01 menuju UPL
Jenis	Centrifugal Pump	Centrifugal Pump	Centrifugal Pump	Centrifugal Pump	Centrifugal Pump
Spesifikasi Pompa					
Kapasitas, m ³ /jam	6,7162	6,8250	0,4872	6,8254	5,1903
Laju Volumetrik, ft ³ /s	0,0653	0,0670	0,00533	0,0670	0,0515
Kecepatan Aliran, ft/s	2,8324	2,0133	1,2884	2,0130	2,1893
ID, in	2,4690	2,4690	0,8240	2,4900	2,0670
OD, in	2,3800	2,3800	1,0500	2,8800	2,3800
(Lanjutan tabel 3.12)					
NPS, in	2	2,500	0,800	2,500	2
Flow Area, in ²	3,3500	4,7900	0,5300	4,7900	3,3500

Lanjutan tabel 3.12

Total Head	3,0521	2,6476	2,6817	2,6474	2,6817
Efisiensi	48	0,200	45	52	45
Power Pompa, hp	0,2632	0,2500	0,0100	0,2000	0,0990
Power Motor, hp	0,3333	0,2000	0,0500	0,2500	0,1700
Harga, Rp	105.384.437	105.384.437	111.132.679	170.531.180	105.384.437

2. Alat Transportasi Padatan

Tabel 3. 13 Spesifikasi Conveyor

Conveyor	SC-01	SC-02	SC-03	SC-04	SC-05	SC-06	SC-07	SC-08
Fungsi	Mengangkut Carbon Black dari Silo-01 menuju Mixer-01	Mengangkut Zinc Oxide dari Silo-02 menuju Mixer-02	Mengangkut MBTS dari Silo-03 menuju Mixer-03	Mengangkut TMQ dari Silo-04 menuju Mixer-03	Mengangkut Asam Stearat dari Silo-05 menuju Mixer-03	Mengangkut Sulfur dari Silo-06 menuju Reaktor-01	Mengangkut hasil keluaran Centrifuge- 01 menuju Rotary Dryer-01	Mengangkut hasil keluaran Rotary Dryer-01 menuju ke Silo Penyimpanan

Suhu	30	30	30	30	30	30	30	30
Lanjutan tabel 3.13								
Kapasitas (kg/m.jam)	2.024	59	177	118	353	353	6.352	6.060
Diameter Screw (in)	9	9	9	9	9	9	10	10
Panjang Conveyor (m)	4,5720	4,5720	4,5720	4,5720	4,5720	4,5720	4,5720	4,5720
Speed (rpm)	40	40	40	40	40	40	55	55
Daya Motor (Hp)	0,4300	0,4300	0,4300	0,4300	0,4300	0,4300	0,8500	0,8500
Jumlah	1	1	1	1	1	1	1	1
Harga, Rp	72.811.065	72.811.065	72.811.065	72.811.065	72.811.065	72.811.065	72.811.065	72.811.065

3.3.13 Spesifikasi Blower

Tabel 3. 14 Spesifikasi Blower

Nama	Blower-01
Kode	BL-01
Fungsi	Menghisap udara untuk diumpankan ke dalam heater udara
Jenis	Backward Curve Blade Centrifugal Blower
Jumlah	1
Laju Udara (ft ³ /min)	13.686
Tekanan (psia)	3,5243
Power (HP)	2,5
Harga (\$)	25.268

3.4 Neraca Massa

3.4.1 Neraca Massa Total

Tabel 5. 1 Neraca Massa Total

Komponen	Input (kg/jam)												Output (kg/jam)		
	Arus 1	Arus 2	Arus 4	Arus 7	Arus 8	Arus 9	Arus 11	Arus 12	Arus 13	Arus 15	Arus 17	Arus 21	Arus 5	Arus 19	Arus 23
C ₁₀ H ₁₆ n	2.003,48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,03	-	-
Resin	92,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,85	-	-
Protein	114,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,02	-	-
Abu/Pengotor	39,37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39,37	-	-
C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	19,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,02	18,09	-
H ₂ O	3.355,64	295,29	365,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40,19	3.658,56	237,39
NH ₃	-	98,43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Minarex	-	-	-	140,61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carbon Black N220	-	-	-	-	1.687,38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZnO	-	-	-	-	-	28,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C ₁₄ H ₁₂ N ₂ S ₄	-	-	-	-	-	-	84,36	-	-	-	-	-	-	-	-
C ₁₄ H ₁₈ N ₂	-	-	-	-	-	-	-	56,24	-	-	-	-	-	-	-
C ₁₈ H ₃₆ O ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	168,73	-	-	-	-	-	-
SULFUR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	168,74	-	-	-	-	-
CH ₃ COOH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	347,40	-	-	-	-
CH ₃ COONH ₄	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(C ₁₀ H ₁₆ n)S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UDARA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25.826,74	-	-	25.826,74
TOTAL	5.624,61	393,72	365,09	140,61	1.687,38	28,12	84,36	56,24	168,73	168,74	347,40	25.826,74	100,48	3.676,66	26.064,14

3.4.2 Neraca Massa Alat

1. Neraca Massa di Mixer-1

Tabel 3. 15 Neraca Massa di Mixer-1

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	Arus 1	Arus 2	Arus 3
Karet	2.003	0	2.003
Resin	92,8061	0	92,8061
Protein	114,1797	0	114,1797
Abu/Pengotor Padatan	39,3723	0	39,3723
Gula	19,1237	0	19,1237
Air	3.355	295,2922	3.650
Ammonia	0	98,4307	98,4307
Minarex	0	0	0
Carbon Black N220	0	0	0
Zinc Oxide	0	0	0
MBTS	0	0	0
TMQ	0	0	0
Asam Stearat	0	0	0
Asam Asetat	0	0	0
Ammonium Asetat	0	0	0
Sulfur	0	0	0
Total	5.624	393,7229	6.018,3363
		6.018,3363	6.018,3363

2. Neraca Massa di *Rotary Drum Vacuum Filter-1*

Tabel 3. 16 Neraca Massa di *Rotary Drum Vacuum Filter-1*

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	Arus 3	Arus 4	Arus 5	Arus 6
Karet	2.003	0	18,0314	1.985
Resin	92,8061	0	0,8353	91,9709
Protein	114,1797	0	1,0276	113,1520
Abu/Pengotor Padatan	39,3723	0	39,3713	0,0010
Gula	19,1237	0	1,0276	18,0961
Air	3.650	365,0936	40,1955	3.975
Ammonia	0	0	0	98,4307
Minarex	0	0	0	0
Carbon Black N220	0	0	0	0
Zinc Oxide	0	0	0	0
MBTS	0	0	0	0
TMQ	0	0	0	0
Asam Stearat	0	0	0	0
Asam Asetat	0	0	0	0
Ammonium Asetat	0	0	0	0
Sulfur	0	0	0	0
Total	6.018	365,0936	6.383,4299	
		6.383,42	6.383,4299	

3. Neraca Massa di Mixer-2

Tabel 3. 17 Neraca Massa di Mixer-2

Komponen	Input (kg/jam)				Output (kg/jam)
	Arus 6	Arus 7	Arus 8	Arus 9	Arus 10
Karet	1.985	0	0	0	1.985
Resin	91,9709	0	0	0	91,97
Protein	113,15	0	0	0	113,15
Abu/Pengotor Padatan	0,0010	0	0	0	0,0010
Gula	18,09	0	0	0	18,09
Air	3.975	0	0	0	3.975
Ammonia	98,43	0	0	0	98,43
Minarex	0	140,61	0	0	140,61
Carbon Black N220	0	0	1.687,38	0	1.687,38
Zinc Oxide	0	0	0	28,12	28,12
MBTS	0	0	0	0	0
TMQ	0	0	0	0	0
Asam Stearat	0	0	0	0	0
Asam Asetat	0	0	0	0	0
Ammonium Asetat	0	0	0	0	0
Sulfur	0	0	0	0	0
Total	6.282,94	140,61	1.687,38	28,12	8.139,06
		8.139,06			8.139,06

4. Neraca Massa di Mixer-3

Tabel 3. 18 Neraca Massa Mixer-3

Komponen	Input (kg/jam)				Output (kg/jam)
	Arus 10	Arus 11	Arus 12	Arus 13	Arus 14
Karet	1.985	0	0	0	1.985
Resin	91,97	0	0	0	91,97
Protein	113,15	0	0	0	113,15
Abu/Pengotor Padatan	0,0010	0	0	0	0,0010
Gula	18,09	0	0	0	18,09
Air	3.975	0	0	0	3.975
Ammonia	98,43	0	0	0	98,43
Minarex	140,61	0	0	0	140,61
Carbon Black N220	1.687,38	0	0	0	1.687,38
Zinc Oxide	28,12	0	0	0	28,12
MBTS	0	84,34	0	0	84,34
TMQ	0	0	56,24	0	56,24
Asam Stearat	0	0	0	168,73	168,73
Asam Asetat	0	0	0	0	0
Ammonium Asetat	0	0	0		0
Sulfur	0	0	0	0	0
Total	8.139,06	84,34	56,24	168,73	8.448,41
		8.448,41			8.448,41

5. Neraca Massa di Reaktor-1

Tabel 3. 19 Neraca Massa di Reaktor-1

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	Arus 14	Arus 15	Arus 16
Karet	1.985	0	0
Resin	91,97	0	91,97
Protein	113,15	0	113,15
Abu/Pengotor Padatan	0,0010	0	0,0010
Gula	18,09	0	18,09
Air	3.975	0	3.975
Ammonia	98,43	0	98,43
Minarex	140,61	0	140,61
Carbon Black N220	1.687,38	0	1.687,38
Zinc Oxide	28,12	0	28,12
MBTS	84,34	0	84,34
TMQ	56,24	0	56,24
Asam Stearat	168,73	0	168,73
Asam Asetat	0	0	0
Ammonium Asetat	0	0	0
Sulfur	0	168,74	0
Vulcanized Rubber	0	0	2.154,19
Total	8.617,16		8.617,16

6. Neraca Massa di *Neutralizer-1*

Tabel 3. 20 Neraca Massa di *Neutralizer-1*

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	Arus 16	Arus 17	Arus 18
Karet	0	0	0
Resin	91,97	0	91,97
Protein	113,15	0	113,15
Abu/Pengotor Padatan	0,0010	0	0,0010
Gula	18,09	0	18,09
Air	3.975	0	3.975
Ammonia	98,43	0	0
Minarex	140,61	0	140,61
Carbon Black N220	1.687,38	0	1.687,38
Zinc Oxide	28,12	0	28,12
MBTS	84,34	0	84,34
TMQ	56,24	0	56,24
Asam Stearat	168,73	0	168,73
Asam Asetat	0	347,40	0
Ammonium Asetat	0	0	445,83
Sulfur	0	0	0
Vulcanized Rubber	2.154,19		2.154,19
Total	8.617,16	347,40	8.964,56
	8.964,56		8.964,56

7. Neraca Massa di *Centrifuge-1*

Tabel 3. 21 Neraca Massa di *Centrifuge-1*

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	Arus 18	Arus 19	Arus 20	
Karet	0	0	0	
Resin	91,97	0	91,97	
Protein	113,15	0	113,15	
Abu/Pengotor Padatan	0,0010	0	0,0010	
Gula	18,09	18,09	0	
Air	3.975	3.658	317,27	
Ammonia	0	0	0	
Minarex	140,61	0	140,62	
Carbon Black N220	1.687,38	0	1.687,38	
Zinc Oxide	28,12	0	28,12	
MBTS	84,34	0	84,34	
TMQ	56,24	0	56,24	
Asam Stearat	168,73	0	168,73	
Asam Sulfat	0	0	0	
Ammonium Sulfat	445,83	0	445,83	
Sulfur	0	0	0	
Vulcanized Rubber	2.154,19	0	2.154,19	
Total	8.964,56	3.676,66	5.287,90	
	8.964,56	8.964,56		

8. Neraca Massa di *Rotary Dryer-1*

Tabel 3. 22 Neraca Massa di *Rotary Dryer-1*

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	Arus 20	Arus 21	Arus 22	Arus 23
Karet	0	0	0	0
Resin	91,97	0	91,97	0
Protein	113,15	0	113,15	0
Abu/Pengotor Padatan	0,0010	0	0,0010	0
Gula	0	0	0	0
Air	317,27	0	79,88	237,29
Ammonia	0	0	0	0
Minarex	140,62	0	140,62	0
Carbon Black N220	1.687,38	0	1.687,38	0
Zinc Oxide	28,12	0	28,12	0
MBTS	84,34	0	84,34	0
TMQ	56,24	0	56,24	0
Asam Stearat	168,73	0	168,73	0
Asam Asetat	0	0	0	0
Ammonium Asetat	445,83	0	445,83	0
Sulfur	0	0	0	0
Udara	0	25.826,76	0	25.826,76
Vulcanized rubber	2.154,19	0	2.154,19	0
Total	5.287,90	25.826,76	5.050,50	26.064,15
	31.114,65		31.114,65	

3.5 Neraca Panas

3.5.1 Neraca Panas Total

Tabel 3. 23 Neraca Panas Total

Alat	Q masuk (kg/jam)	Q keluar (kg/jam)
Mixer-1	156.602.586,09	156.602.586,09
<i>Rotary Drum Vaccum Filter-1</i>	114.244.812,21	114.244.812,21
Mixer-2	156.615.016,68	156.615.016,68
Mixer-3	156.617.045,9	156.617.045,9
Reaktor-1	159.995.726,1	159.995.726,1
<i>Neutralizer-1</i>	1.834.521,046	1.834.521,046
<i>Centrifuge-1</i>	31.195.793,79	31.195.793,79
<i>Rotary Dryer-1</i>	5.321.885,12	5,321,885.12
Total	641.485.386,9	641.485.386,9

3.5.2 Neraca Panas Alat

1. Neraca Panas di Mixer-1

Tabel 3. 24 Neraca Panas di Mixer-1

Komponen Energi	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
Q ₁	156.602.586,09	-
Q ₂	-	156.602.586,09
Total	156.602.586,09	156.602.586,09

2. Neraca Panas di *Rotary Drum Vacuum Filter-1*

Tabel 3. 25 Neraca Panas di *Rotary Drum Vacuum Filter-1*

Komponen Energi	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
Q ₁	114.244.812,21	-
Q ₂	-	114.244.812,21
Total	114.244.812,21	114.244.812,21

3. Neraca Panas di Mixer-2

Tabel 3. 26 Neraca Panas di Mixer-2

Komponen Energi	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
Q ₁	156.615.016,68	-
Q ₂	-	156.615.016,68
Total	156.615.016,68	156.615.016,68

4. Neraca Panas di Mixer-3

Tabel 3. 27 Neraca Panas di Mixer-3

Komponen Energi	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
Q ₁	156.617.045,9	-
Q ₂	-	156.617.045,9
Total	156.617.045,9	156.617.045,9

5. Neraca Panas di Reaktor-1

Tabel 3. 28 Neraca Panas di Reaktor-1

Komponen Energi	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
Q ₁	159.995.590,3	-
Q ₂	-	159.995.584,3

Lanjutan Tabel 3.28

Q_{reaksi}	135,8	-
$Q_{\text{pendingin}}$	-	141,7
Total	159.995.726,1	159.995.726,1

6. Neraca Panas di Neutralizer-1

Tabel 3. 29 Neraca Panas di Neutralizer-1

Komponen Energi	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
Q_1	241.969,674	-
Q_2	-	90.367,043
Q_{reaksi}	1.592.551,372	-
$Q_{\text{pendingin}}$	-	1.744.154,002
Total	1.834.521,046	1.834.521,046

7. Neraca Panas di Centrifuge-1

Tabel 3. 30 Neraca Panas di Centrifuge-1

Komponen Energi	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
Q_1	31.195.793,795	-
Q_2	-	31.195.793,795
Total	31.195.793,795	31.195.793,795

8. Neraca Panas di Rotary Dryer-1

Tabel 3. 31 Neraca Panas di Rotary Dryer-1

Komponen Energi	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
Q_1	525.968,10	1.770.758,34
Q_2	2.525.969,37	1.281.179,14
Total	3.051.937,48	3.051.937,48

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Pemilihan dari lokasi pembangunan pabrik menjadi salah satu hal yang penting untuk dipertimbangkan. Hal ini penting karena akan berdampak langsung dengan keadaan pabrik secara operasional, ekonomi hingga distribusi produk. Banyak aspek yang akan menjadi bahan pertimbangan dari penentuan lokasi pabrik ini, antara lain ketersediaan bahan baku untuk produk, transportasi, lingkungan sekitar, ketersediaan lahan, kebutuhan air dan listrik, dll. Lokasi dari Pabrik Karet Alam dengan kapasitas 40.000 ton/tahun ini direncanakan akan dibangun di Kecamatan Sekernan, Kabupaten Muaro Jambi, Jambi. Lokasi ini secara lebih jelas, dapat dilihat pada gambar 4.1 dan pemilihan lokasi ini didasari dari beberapa pertimbangan, sebagai berikut



Gambar 4. 1 Lokasi Pabrik Karet Alam di Kabupaten Muaro Jambi

4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

a. Ketersediaan Bahan Baku

Ketersediaan bahan baku sangat penting dalam penentuan pendirian pabrik. Kemudahan akses untuk mendapatkan bahan baku juga harus diperhatikan untuk mengurangi biaya transportasi. Lokasi pabrik yang telah ditentukan ini tidak jauh dari sumber bahan baku yang akan digunakan. Lokasi pabrik yang telah ditentukan ini tidak jauh dari sumber bahan baku yang akan digunakan. Bahan baku karet alam akan diambil dari PT Alam Lestari Nusantara yang berlokasi di Jambi, Sumatera, dengan jarak 82,3 km yang dapat ditempuh dalam waktu 3 jam. Selain itu, bahan baku minarex akan dipasok dari Pertamina Refinery Unit III Plaju, yang berjarak sekitar 302 km dengan waktu tempuh 6 jam.

Untuk bahan baku ammonia, pabrik akan mendapatkan pasokan dari PT Graha Jaya Pratama Kinerja yang juga berjarak 301 km dengan waktu tempuh serupa, yakni 6 jam. Pabrik asam stearat akan mengambil bahan baku dari PT Ecogreen Oleochemicals melalui jalur laut dengan estimasi waktu pengiriman selama 35 jam melalui pelabuhan Tanjung Pinang menuju Pelabuhan Talang Duku.

Pabrik Karet Alam ini akan mengambil pasokan asam asetat dari PT Rosma Bana Utama, yang berjarak 100 km dengan waktu tempuh sekitar 22 jam. Sementara itu, untuk kebutuhan sulfur, pasokan akan diambil dari PT Indosulfur Mitra Kimia melalui jalur laut dengan estimasi waktu

pengiriman 35 jam. Sumber air yang akan digunakan oleh pabrik ini berasal dari Sungai Batang Hari, yang merupakan sumber air terdekat.

Dengan mempertimbangkan aksesibilitas bahan baku dan kedekatan dengan pelabuhan Talang Duku, lokasi ini sangat strategis untuk meminimalkan biaya transportasi dan memastikan kelancaran pasokan bahan baku.

b. Pemasaran Produk

Lokasi Pabrik *Vulcanized Rubber* yang akan didirikan di Pematang Pulai, Sekernan, Kabupaten Muaro Jambi sangat strategis untuk mendukung penjualan produk. Dekatnya akses ke Pelabuhan Talang Duku memudahkan distribusi ke berbagai wilayah di Sumatera dan pulau-pulau lainnya, serta mengurangi biaya logistik. Dengan meningkatnya permintaan *vulcanized rubber*, terutama di sektor otomotif dan manufaktur, lokasi ini memungkinkan jangkauan pasar yang lebih luas dan efisien, baik untuk kebutuhan domestik maupun ekspor.

c. Utilitas

Utilitas merupakan penunjang utama dalam mendirikan suatu pabrik. Di Pematang Pulai, Sekernan, Kabupaten Muaro Jambi, utilitas dan sarana pendukung lainnya mudah didapatkan. Kebutuhan air dapat diambil dari Sungai Batanghari, yang merupakan sumber air terdekat. Kebutuhan listrik dapat dipenuhi dari PT Perusahaan Listrik Negara (PT PLN), namun untuk mengantisipasi gangguan transmisi listrik, pabrik juga akan dilengkapi dengan generator cadangan. Selain itu, kebutuhan

energi untuk operasional pabrik akan didukung oleh pasokan batu bara yang dapat diperoleh dari pemasok lokal di wilayah sekitar.

d. Transportasi

Sarana transportasi yang memadai menjadi faktor penting karena berkaitan dengan proses pengadaan bahan baku serta pengiriman produk jadi. Lokasi di sekitar Pematang Pulai, Sekernan, Kabupaten Muaro Jambi, merupakan lokasi strategis dari segi transportasi darat dan laut. Jalur darat yang menghubungkan lokasi ini memudahkan akses ke berbagai wilayah di Sumatera, dan dekat dengan Pelabuhan Talang Duku yang memfasilitasi transportasi laut, memungkinkan pengiriman barang ke luar daerah atau pulau dengan efisien.

e. Tenaga Kerja

Kawasan industri merupakan salah satu tujuan para pencari kerja. Sebagian besar dari tenaga kerja yang dibutuhkan di pabrik ini adalah tenaga kerja yang berpendidikan kejuruan atau menengah. Faktor kedisiplinan dan pengalaman kerja pada tenaga kerja juga menjadi prioritas dalam perekrutan tenaga kerja, sehingga tenaga kerja yang diterima saat perekrutan merupakan tenaga kerja yang berkualitas dan berkerja sebagaimana mestinya.

4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

a. Perluasan Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik juga mempertimbangkan potensi perluasan area untuk 10 hingga 20 tahun ke depan. Langkah ini penting untuk

mengantisipasi peningkatan permintaan produk, yang mungkin memerlukan peningkatan kapasitas produksi dan, pada gilirannya, memerlukan lahan tambahan. Pematang Pulai, Sekernan, Kabupaten Muaro Jambi terletak di wilayah pinggiran dengan ketersediaan lahan yang masih luas, sehingga ideal untuk memenuhi kebutuhan ekspansi di masa depan tanpa kendala lahan terbatas.

b. Biaya dan Perizinan

Keamanan dan kenyamanan operasional di sekitar lokasi pabrik telah terpenuhi, termasuk dalam hal pengoperasian, pengangkutan, pemindahan, hingga perawatan seluruh peralatan produksi. Selain itu, ketersediaan lahan di area pabrik masih luas dengan harga yang relatif ekonomis, memungkinkan pemanfaatan lahan secara optimal. Terakhir, lokasi ini juga didukung oleh akses transportasi yang mudah dan terjangkau, sehingga mempermudah distribusi barang dan pergerakan sumber daya.

c. Lingkungan Masyarakat Sekitar

Sikap masyarakat setempat diperkirakan akan mendukung pendirian pabrik karet alam, karena hal ini dapat meningkatkan lapangan kerja bagi warga dan berkontribusi pada pertumbuhan ekonomi daerah secara keseluruhan.

4.2 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik (*plant layout*) dalam pra rancangan pabrik merupakan bagian yang penting sebagai tempat keseluruhan bagian yang ada di pabrik yang

terdiri atas tempat perkantoran, peralatan proses, penyimpanan bahan baku, unit pendukung proses, fasilitas kegiatan internal dan eksternal, dan sebagainya. Tata letak pabrik harus dirancang untuk mendukung efisiensi proses produksi pabrik dan berjalan secara optimal. Selain itu, keamanan, keselamatan dan kenyamanan karyawan dalam bekerja turut dipertimbangkan. Penataan letak pabrik dengan mempertimbangkan faktor-faktor berikut:

- a. Urutan proses produksi.
- b. Pengembangan lokasi baru atau penambahan perluasan lokasi yang belum dikembangkan pada masa yang akan datang.
- c. Distribusi ekonomis pada pengadaan air, tenaga listrik, dan bahan baku.
- d. Pemeliharaan dan perbaikan.
- e. Keamanan (*safety*) terutama dari kemungkinan kebakaran dan keselamatan kerja.
- f. Bangunan yang meliputi luas bangunan, kondisi bangunan, dan konstruksinya yang memenuhi syarat.
- g. Fleksibilitas dalam perencanaan tata letak pabrik dengan mempertimbangkan kemungkinan perubahan dari proses/mesin, sehingga perubahan-perubahan yang dilakukan tidak memerlukan biaya tinggi.
- h. Masalah pembuangan limbah cair.
- i. *Service area*, seperti kantin, tempat parkir, ruang ibadah, dan sebagainya diatur sedemikian rupa sehingga tidak terlalu jauh dari tempat kerja.

Berdasarkan pertimbangan faktor dalam penataan letak pabrik, diharapkan dapat memberikan beberapa keuntungan sebagai berikut :

- a. Mempermudah *material handling*.
- b. Memberikan ruang gerak yang lebih leluasa sehingga mempermudah perawatan.
- c. Meningkatkan keselamatan kerja
- d. Meningkatkan pengawasan operasi dan proses menjadi lebih baik.

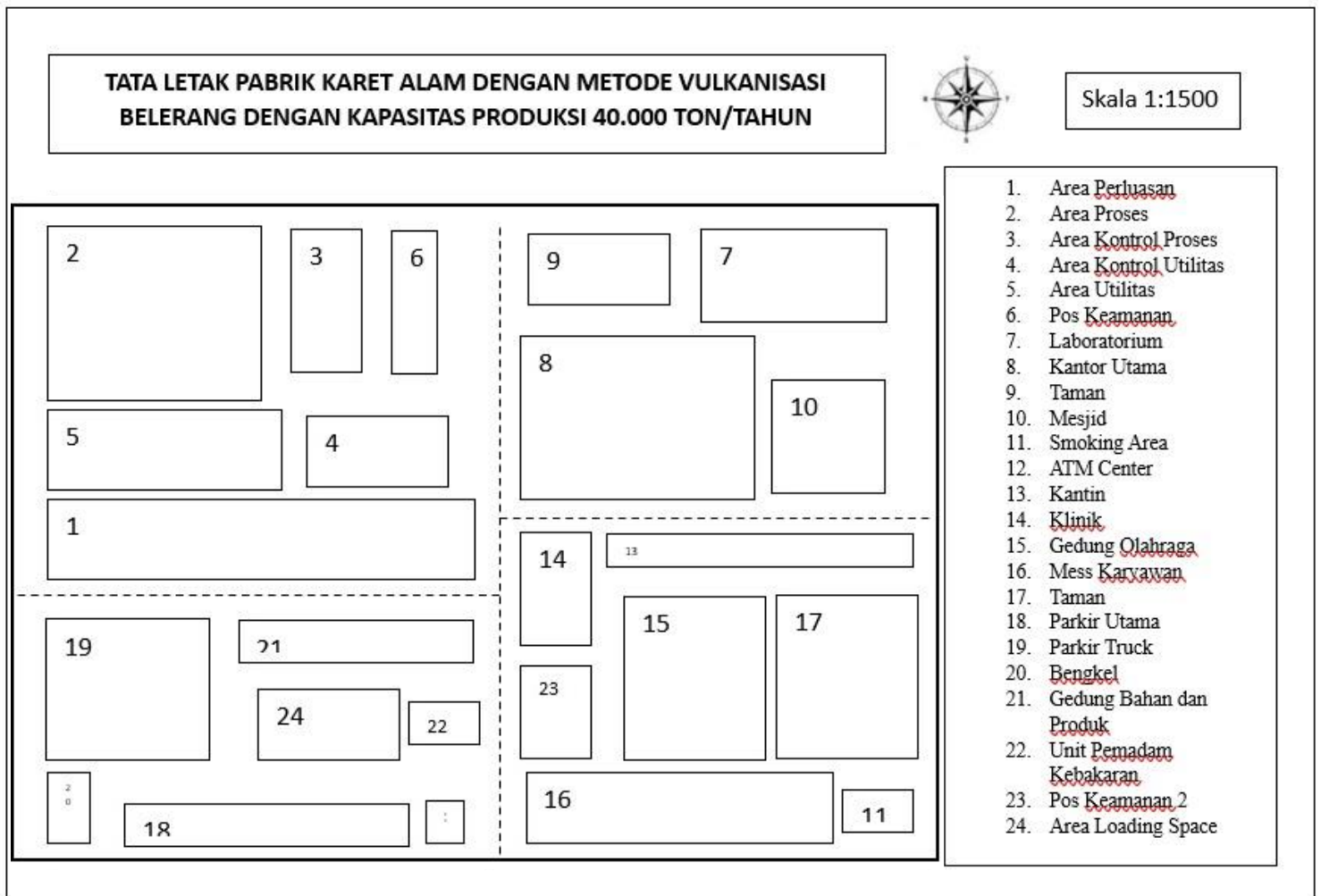
Perincian luas tanah yang digunakan sebagai tempat berdirinya pabrik dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut.

Tabel 4. 1 Perincian Luas Tanah Pabrik Karet Alam

Kode	Lokasi	Perhitungan (m)		
		Panjang	Lebar	Luas (m ²)
1	Area Perluasan	17	90	1530
2	Area Proses	37	45	1665
3	Area Kontrol Proses	30	15	450
4	Area Kontrol Utilitas	15	30	450
5	Area Utilitas	17	50	850
6	Pos keamanan	30	10	300
7	Laboratorium	20	40	500
8	Kantor Utama	35	50	1750
9	Taman	15	30	450
10	Musholla	20	20	900

Lanjutan Tabel 4.1

11	Smoking Space	10	15	150
12	Atm Center	10	8	80
13	Kantin	7	65	455
14	Klinik	25	15	375
15	Gedung Olahraga	35	30	1050
16	Mess Karyawan	15	65	975
17	Taman	35	30	1050
18	Parkir Utama	10	60	600
19	Parkir Truk	30	35	1050
20	Bengkel	15	10	150
21	Gudang Bahan dan Produk	10	50	500
22	Unit Pemadam kebakaran	10	15	150
23	Pos Keamanan	20	15	300
24	Area Loading Space	15	30	450
TOTAL				16.818



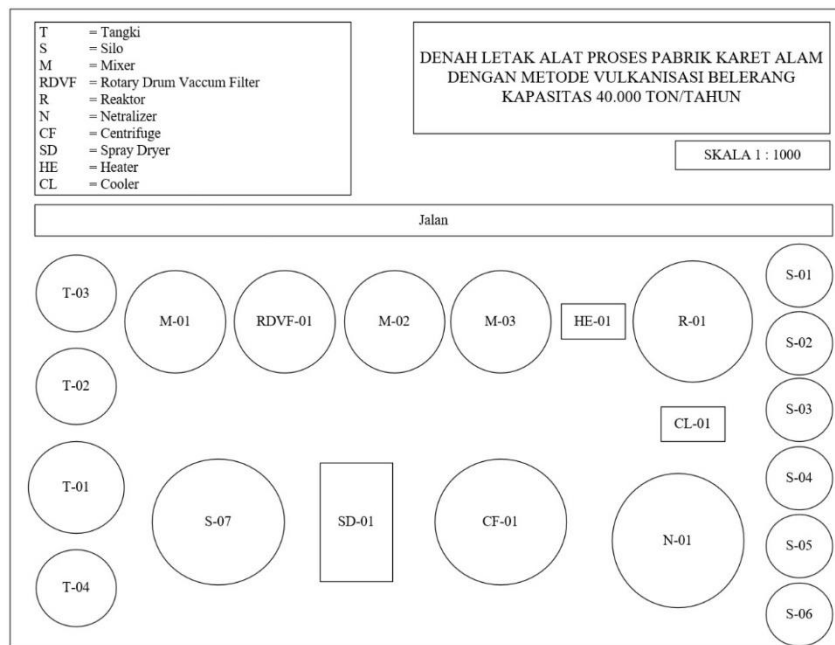
Gambar 4. 2 Tata Letak Pabrik Vulcanized Rubber

4.3 Tata Letak Mesin/Alat Proses

Tata letak mesin/alat proses merupakan suatu pengaturan dari komponen komponen fasilitas pabrik. Dalam perancangan tata letak peralatan proses pada pabrik ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

1. Aliran Bahan Baku dan Produk, jalur aliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar, serta dapat menunjang kelancaran dan keamanan produksi.

2. Aliran Udara, arah hembusan angin serta kelancaran aliran udara di dalam dan di sekitar area proses perlu diperhatikan. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara atau keadaan berhenti pada suatu tempat berupa akumulasi bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan karyawan.
3. Pencahayaan, pada seluruh area pabrik harus memadai. Serta perlunya tambahan penerangan pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi.
4. Lalu Lintas Kendaraan dan Manusia, dalam perancangan *lay out* peralatan perlu diperhatikan supaya karyawan dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat, mudah dan aman. Sehingga, apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki.
5. Pertimbangan Ekonomi, penempatan alat-alat proses pada pabrik diusahakan dapat meminimalisir biaya operasi dan tetap menjamin kelancaran serta keamanan produk pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi.
6. Jarak Antar Alat Proses, untuk alat proses yang mempunyai tekanan operasi dan suhu yang tinggi, sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya, untuk menghindari jika terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut sehingga tidak membahayakan alat-alat proses lainnya



Gambar 4. 3 Tata Letak Alat Proses Pabrik *Vulcanized Rubber*

4.4 Organisasi Perusahaan

4.4.1 Bentuk Perusahaan

Pabrik *Vulcanized Rubber* yang dalam pra rancangan ini direncanakan akan memiliki bentuk perusahaan Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas merupakan suatu bentuk perusahaan yang modal pendiriannya didapatkan dari penjualan saham, dimana tiap pemegang saham mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan oleh perusahaan atau PT tersebut yang dimiliki pemegang saham sebagai bentuk sebagian kepemilikan atas perusahaan tersebut dengan ikut menyetorkan modal. Dalam perseroan terbatas pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap-tiap saham. Adapun alasan pemilihan Perseroan Terbatas sebagai bentuk perusahaan ini adalah:

1. Mudah mendapatkan modal melalui penjualan surat berharga perusahaan (saham).
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan struktural perusahaan.
3. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain, dimana pemilik perusahaan adalah para pemegang saham, sementara pengurus perusahaan adalah direksi beserta jajarannya yang diawasi oleh Dewan Komisaris.
4. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta staff dan karyawan.
5. Efisiensi dari manajemen dimana pemegang saham duduk dalam dewan komisaris ini dapat memilih dewan direksi diantaranya direktur utama perusahaan yang berpengalaman.
6. Lapangan usaha lebih luas.

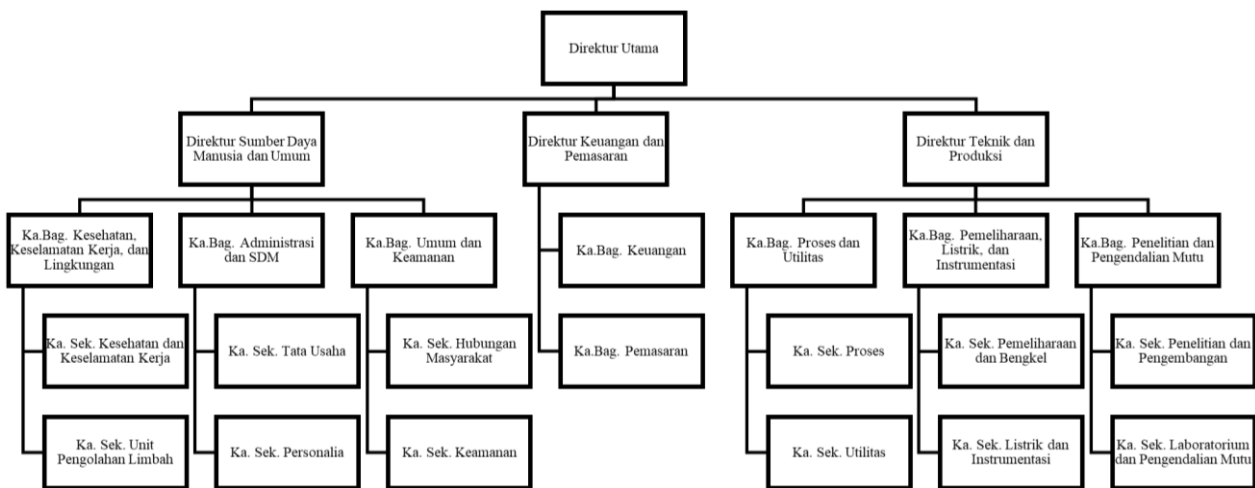
4.4.2 Struktur Organisasi

Untuk menjalankan segala aktivitas di dalam perusahaan secara efisien dan efektif, diperlukan adanya struktur organisasi. Dengan adanya struktur yang baik maka antara jabatan dapat memahami batasan masing-masing. Dengan demikian struktur organisasi suatu perusahaan dapat menggambarkan bagian, posisi, tugas, kedudukan, wewenang dan tanggung jawab dari masing-masing personil dalam perusahaan tersebut.

Terdapat dua kelompok yang berpengaruh dalam menjalankan garis organisasi staf ini, yaitu :

1. Sebagai garis atau ahli yaitu orang-orang yang menjalankan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
2. Sebagai staf yaitu orang-orang yang melakukan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya, dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional.

Dalam menjalankan tugas dan wewenangnya, para pemegang saham yang merupakan pemilik perusahaan diwakili oleh Dewan Komisaris. Dalam menjalankan tugas perusahaan dilaksanakan oleh Direktur Utama yang dibantu oleh beberapa Direktur di bawahnya. Baik Dewan Komisaris maupun Direktur Utama dipilih oleh para pemegang saham dalam Rapat Umum Pemegang Saham. Struktur organisasi perusahaan ini dapat dilihat pada Gambar 4.4 berikut



Gambar 4. 4 Struktur Organisasi Perusahaan

4.4.3 Tugas dan Wewenang

1. Pemegang saham

Pemegang saham merupakan orang yang memberikan modal untuk perusahaan dengan cara membeli saham perusahaan. Sehingga, para pemilik saham juga merupakan pemilik perusahaan. Tugas dan wewenang pemegang saham adalah sebagai berikut.

- a. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris dan Direktur.
- b. Mengesahkan hasil-hasil usaha dan neraca perhitungan untung rugi tahunan perusahaan.
- c. Mengadakan Rapat Umum Pemegang Saham minimal satu kali dalam satu tahun.

2. Dewan komisaris

Dewan komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari dari pemegang saham dan bertanggungjawab penuh kepada pemegang saham. Tugas dan wewenang Dewan Komisaris adalah sebagai berikut.

- a. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijakan umum, target perusahaan, alokasi sumber dana dan pengarahan pemasaran.
- b. Mengawasi tugas-tugas direksi
- c. Membantu direksi dalam tugas-tugas penting

3. Direktur utama

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan yang bertanggungjawab penuh terhadap jalannya perusahaan kepada Dewan Komisaris. Tugas dan wewenang Direktur Utama adalah sebagai berikut.

- a. Mengatur dan melaksanakan kebijakan perusahaan.
- b. Bertanggungjawab kepada Dewan Komisaris dan pemegang saham atas pekerjaannya pada akhir jabatannya.
- c. Menjaga kestabilan organisasi perusahaan dan kontinuitas hubungan baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen serta karyawan.
- d. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian atas persetujuan para pemegang saham.
- e. Mengkoordinir kerjasama antara direktorat, bagian dan seksi di bawahnya.

Direktur Utama membawahi beberapa direktorat, diantaranya:

- Direktorat Teknis dan Produksi

Direktorat Teknik dan Produksi memiliki tugas dan wewenang dalam merumuskan kebijakan teknik operasi serta mengawasi kesinambungan operasional pabrik. Direktorat Teknik dan Produksi membawahi beberapa bagian, antara lain Bagian Proses dan Utilitas, Bagian Pemeliharaan, Listrik dan Instrumentasi, serta Bagian Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu.

- Direktorat Keuangan dan Pemasaran

Direktorat Keuangan dan Pemasaran memiliki tugas dan wewenang dalam menyusun dan mengalokasikan anggaran dan pendapatan perusahaan serta melaksanakan kebijakan pemasaran. Direktorat Keuangan dan Pemasaran membawahi

beberapa bagian, antara lain Bagian Keuangan dan Bagian Pemasaran.

- Direktorat Sumber Daya Manusia dan Umum

Direktorat Sumber Daya Manusia dan Umum memiliki tugas dan wewenang dalam hal yang berhubungan dengan administrasi, personalia, humas, keamanan, dan keselamatan kerja. Direktorat Sumber Daya Manusia dan Umum membawahi beberapa bagian, antara lain Bagian Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkungan, Bagian Administrasi dan Sumber Daya Manusia, serta Bagian Umum dan Keamanan.

4. Bagian

Setiap bagian memiliki tugas dan wewenang dalam mengatur, mengkoordinir dan mengawal pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis wewenang yang diberikan oleh pimpinan perusahaan dan bertanggungjawab kepada direktorat yang menaunginya.

Bagian-bagian tersebut terdiri dari :

- Bagian Proses dan Utilitas

Bertanggung jawab terhadap kegiatan pabrik dalam bidang proses, penyediaan bahan baku dan utilitas.

- Bagian Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi

Bertanggung jawab terhadap kegiatan pemeliharaan, perawatan dan penyediaan fasilitas penunjang kegiatan produksi

- Bagian Penelitian, Pengembangan, dan Pengendalian Mutu
Bertanggungjawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan penelitian, pengembangan perusahaan, dan pengawasan mutu.
- Bagian Keuangan
Bertanggungjawab terhadap kegiatan pengelolaan keuangan, pengadaan barang, serta pembukuan keuangan.
- Bagian Pemasaran
Bertanggungjawab terhadap kegiatan distribusi dan pemasaran produk.
- Bagian Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkungan
Bertanggung jawab terhadap kesehatan dan keselamatan kerja karyawan serta pelestarian lingkungan.
- Bagian Administrasi dan Sumber Daya Manusia
Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan administrasi, kesekretariatan dan pengembangan sumber daya manusia.
- Bagian Umum dan Keamanan
Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan masyarakat umum serta menjaga keamanan perusahaan.

5. Seksi

Setiap seksi memiliki tugas dan wewenang dalam melaksanakan pekerjaan dalam lingkungan seksinya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh Kepala Bagian masing-masing. Setiap seksi bertanggung jawab kepada bagian yang menaunginya. Seksi-seksi tersebut terdiri dari:

- Seksi Proses
Bertanggungjawab dalam melaksanakan dan memastikan kelancaran kegiatan produksi di pabrik.
- Seksi Utilitas
Bertanggung jawab dalam penyediaan air, bahan bakar, dan udara tekan baik untuk proses maupun instrumentasi.
- Seksi Pemeliharaan dan Bengkel
Bertanggung jawab dalam melakukan perawatan, pemeliharaan dan penggantian alat- alat serta fasilitas pendukung proses produksi.
- Seksi Listrik dan Instrumentasi
Bertanggungjawab dalam memastikan ketersediaan energi listrik dan instrumentasi yang dibutuhkan agar proses produksi dapat berjalan dengan baik.
- Seksi Penelitian dan Pengembangan
Bertanggung jawab dalam melaksanakan penelitian dan pengembangan perusahaan

- Seksi Laboratorium dan Pengendalian Mutu
Bertanggungjawab dalam melaksanakan pengendalian mutu bahan baku, bahan pembantu dan produk.
- Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)
Bertanggungjawab dalam memastikan kesehatan karyawan dan keluarga, serta menangani masalah keselamatan kerja di perusahaan.
- Seksi Unit Pengolahan Limbah
Bertanggungjawab dalam melaksanakan pengolahan limbah hasil produksi.
- Seksi Tata Usaha
Bertanggung jawab dalam mengurus kebijakan teknis dibidang administrasi, kesekretariatan, perencanaan dan pelaporan, perlengkapan serta asset perusahaan.
- Seksi Personalia
Bertanggungjawab menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan relasi perusahaan dengan pemerintah, masyarakat dan industri-industri lain.
- Seksi Hubungan Masyarakat
Bertanggungjawab menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan relasi perusahaan dengan pemerintah, masyarakat dan industri-industri lain.

- Seksi Keamanan

Bertanggungjawab dalam menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan mengawasi langsung masalah keamanan perusahaan.

4.4.4 Status, Penggolongan Jabatan, Jumlah dan Gaji Karyawan

1. Status Karyawan

Berdasarkan status dan system upah, karyawan dapat digolongkan menjadi 3, yaitu:

a. Karyawan Tetap

Karyawan tetap adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan (SK) direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian dan masa kerja.

b. Karyawan Kontrak

Karyawan kontrak adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan direksi dengan surat kontrak kerja sama.

c. Karyawan Borongan

Karyawan Borongan adalah karyawan yang digunakan oleh pabrik hanya bila diperlukan. Karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu perusahaan atas hasil kerjanya yang telah disetujui.

2. Penggolongan Jabatan

Jabatan dari struktur organisasi perusahaan perlu dibebankan pada individu dengan tingkat pendidikan dan keahlian yang sesuai. Karyawan pada perusahaan ini terdiri berbagai jenjang pendidikan tertinggi dijabarkan sebagai berikut:

- a. Direktur Utama : S-2 semua jurusan
- b. Direktur : S-2 semua jurusan
- c. Kepala Bagian : S-1 semua jurusan
- d. Kepala Seksi : S-1 semua jurusan
- e. Staff Ahli : S-1 semua jurusan
- f. Sekretaris : S-1 semua jurusan
- g. Karyawan dan Operator: D-4/S-1 jurusan teknik
- h. Dokter : S-1 kedokteran
- i. Perawat : D4/S-1 keperawatan
- j. Supir : SMP-SMA dilengkapi dengan SIM A/B
- k. *Cleaning Service* : SMP-SMA
- l. Satpam : SMP-SMA dilengkapi dengan sertifikat satpam

3. Jumlah Karyawan dan Gaji

Jumlah karyawan yang diperlukan dalam aktivitas perusahaan garus ditentukan secara tepat agar pekerjaan dapat diselesaikan secara baik dan efisien. Jumlah karyawan yang diperlukan beserta gaji dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut.

Tabel 4. 2 Jumlah dan Gaji Karyawan

No	Jabatan	Jumlah	Gaji/Bulan	Jumlah Gaji/Bulan
1	Direktur Utama	1	Rp 30.000.000	Rp 30.000.000
2	Sekretaris Direktur Utama	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
3	Staff Ahli Direktur	1	Rp 18.000.000	Rp 18.000.000
4	Direktur Teknik dan Produksi	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
5	Direktur Keuangan dan Pemasaran	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
6	Direktur Sumber Daya Manusia dan Umum	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
7	Kepala Bagian Proses dan Utilitas	1	Rp 18.000.000	Rp 18.000.000
8	Kepala Bagian Pemeliharaan	1	Rp 18.000.000	Rp 18.000.000
9	Kepala Bagian LITBANG	1	Rp 18.000.000	Rp 18.000.000
10	Kepala Bagian Keuangan	1	Rp 18.000.000	Rp 18.000.000
11	Kepala Bagian Pemasaran	1	Rp 18.000.000	Rp 18.000.000
12	Kepala Bagian Umum	1	Rp 18.000.000	Rp 18.000.000
13	Kepala Bagian SDM dan ADM	1	Rp 18.000.000	Rp 18.000.000
14	Kepala Bagian K3	1	Rp 18.000.000	Rp 18.000.000
15	Manajer Seksi Proses	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
16	Manajer Seksi Utilitas	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000

Lanjutan Tabel 4.2

No	Jabatan	Jumlah	Gaji/Bulan	Jumlah Gaji/Bulan
17	Manajer Pemeliharaan dan Bengkel	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
18	Manajer Listrik dan Instrumen	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
19	Manajer Penelitian dan Pengembangan	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
20	Manajer Seksi Laboratorium dan Mutu	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
21	Manajer Tata Usaha	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
22	Manajer Seksi Personalia	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
23	Manajer Seksi Keamanan	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
24	Manajer Seksi Humas	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
25	Manajer Seksi Pengolahan Limbah	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
26	Manajer K3	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
27	Karyawan Proses	5	Rp 8.000.000	Rp 40.000.000
28	Karyawan Utilitas	5	Rp 8.000.000	Rp 40.000.000
29	Karyawan Perawatan	5	Rp 8.000.000	Rp 40.000.000
30	Karyawan Teknisi dan Servis	4	Rp 8.000.000	Rp 32.000.000
31	Karyawan LITBANG	3	Rp 8.000.000	Rp 24.000.000
32	Karyawan Laboratorium	3	Rp 8.000.000	Rp 24.000.000
33	Karyawan Keuangan	3	Rp 8.000.000	Rp 24.000.000

Lanjutan Tabel 4.2

No	Jabatan	Jumlah	Gaji/Bulan	Jumlah Gaji/Bulan
34	Karyawan Pemasaran	3	Rp 8.000.000	Rp 24.000.000
35	Karyawan Tata Usaha	3	Rp 8.000.000	Rp 24.000.000
36	Karyawan Personalia	3	Rp 8.000.000	Rp 24.000.000
37	Karyawan Humas	3	Rp 8.000.000	Rp 24.000.000
38	Karyawan Keamanan	3	Rp 8.000.000	Rp 24.000.000
39	Karyawan K3	3	Rp 8.000.000	Rp 24.000.000
40	Karyawan UPL	3	Rp 8.000.000	Rp 24.000.000
41	Karyawan Administrasi	3	Rp 8.000.000	Rp 24.000.000
42	Operator	40	Rp 11.000.000	Rp 440.000.000
43	Supir	13	Rp 6.000.000	Rp 78.000.000
44	Karyawan Pemadam Kebakaran	4	Rp 6.000.000	Rp 24.000.000
45	<i>Cleaning Service</i>	15	Rp 6.000.000	Rp 90.000.000
46	Dokter	3	Rp 9.000.000	Rp 27.000.000
47	Perawat	3	Rp 6.000.000	Rp 18.000.000
Total		156	Rp 616.000.000	Rp 1.545.000.000,00

4.4.5 Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik *Vulcanized Rubber* direncanakan akan beroperasi selama 330 hari dalam setahun dan proses produksi berlangsung selama 24 jam dalam 1 hari. Perbaikan, perawatan (*maintenance*), dan *shutdown* dapat dilakukan pada sisa hari diluar hari libur. Untuk menjaga proses produksi secara *continue*, pemberlakuan jam

kerja *shift* diperuntukkan bagi karyawan yang terlibat langsung dibidang teknikal proses.

1. Karyawan *non-shift*

Karyawan *non-shift* merupakan karyawan yang tidak terlibat langsung proses produksi maupun pengamanan pabrik. Karyawan yang tergolong bekerja secara *non-shift* adalah direktur beserta jajaran, kepala bagian, kepala seksi, serta karyawan yang bekerja di kantor. Karyawan *non-shift* akan bekerja selama 5 hari dalam seminggu dengan pembagian kerja sebagai berikut:

Jam, hari kerja : Senin-Jumat, 07.00-16.00 WIB

Jam istirahat : Senin-Kamis, 12.00-13.00 WIB

Jumat, 11.30-13.30 WIB

2. Karyawan *shift*

Karyawan *shift* adalah karyawan yang terlibat langsung dalam menangani proses produksi serta pengamanan. Sebagian dari bagian teknikal, Gudang, dan bagian lain harus berkerja atau siaga demi kelancaran dan keamanan produksi pabrik. Pembagian jam kerja *shift* sebagai berikut:

Shift I : pukul 07.00-15.00 WIB

Shift II : pukul 15.00-23.00 WIB

Shift III : pukul 23.00-07.00 WIB

Pembagian jam kerja *shift* berlangsung selama 8 jam tiap *shift* dengan 3 kelompok *shift* dalam 1 hari. Pergantian jam kerja kelompok *shift*

dilakukan setiap 3 hari kerja dengan maksimal hari bekerja yaitu 3 hari dan diikuti 1 hari libur. Pembagian *shift* dilakukan dalam 4 regu, dimana 3 regu mendapatkan giliran *shift* dan 1 regu libur. Jadwal pembagian *shift* (siklus) karyawan dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut.

Tabel 4. 3 Pembagian *Shift* Karyawan

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

Tabel 4.3 . . . (lanjutan)

Regu	Hari														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
A		II	II	II		III	III	III		I	I	I		II	II
B	II		III	III	III		I	I	I		II	II	II		III
C	III	III		I	I	I		II	II	II		III	III	III	
D	I	I	I		II	II	II		III	III	III		I	I	I

Keterangan :

1,2,3 dst... : Hari ke-

A,B,C, dan D : Regu kerja

I,II, dan III : *Shift* ke-

 : Libur

4.4.6 Ketenagakerjaan

Setiap karyawan memiliki hak ketenagakerjaan yang harus diberikan oleh perusahaan. Hak-hak tersebut yaitu:

1. Tunjangan
 - a. Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang oleh karyawan.
 - b. Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja di luar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja.
 - c. Tunjangan hari raya (THR), diberikan sebesar nilai satu bulan gaji kepada karyawan setiap tahunnya saat menjelang hari raya Idul Fitri.

2. Hari libur nasional

Hari libur nasional dihitung sebagai hari libur kerja bagi karyawan non-*shift* dan dihitung sebagai hari kerja lembur bagi karyawan *shift*.

3. Cuti

- a. Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun.
- b. Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun.

- c. Cuti melahirkan bagi karyawan selama 3 bulan (1 bulan sebelum melahirkan dan 2 bulan setelah melahirkan).

4. Fasilitas karyawan

Fasilitas karyawan disediakan guna meningkatkan produktifitas karyawan.

- a. Poliklinik

Poliklinik yang disediakan oleh perusahaan bertujuan untuk menangani dan menjaga kesehatan karyawan dan berpengaruh terhadap produktifitas pabrik.

- b. Pakaian kerja

Perusahaan memberikan pakaian kerja untuk memberikan identitas perusahaan pada karyawan dari karyawan perusahaan lain maupun masyarakat umum.

- c. Makan dan minum

Makan dan minum disediakan sebanyak satu kali dalam sehari oleh perusahaan yakni pada jam makan siang.

- d. Tempat ibadah

Tempat ibadah berupa masjid disediakan guna memfasilitasi kegiatan ibadah karyawan muslim.

- e. Transportasi

Perusahaan menyediakan bus antar jemput di titik tertentu untuk mempermudah akomodasi karyawan.

5. Jaminan ketenagakerjaan

Perusahaan mendaftarkan karyawan sebagai peserta Badan Penyelenggara Jaminan Sosial (BPJS) dengan 4 jaminan, yaitu Jaminan Kecelakaan Kerja (JKK), Jaminan Kematian (JKM), Jaminan Hari Tua (JHT) dan Jaminan Pensiun (JP).

BAB V

UTILITAS

Utilitas merupakan unit penunjang proses utama maupun sarana lain dalam pabrik. Unit utilitas pada pabrik *Vulcanized Rubber* ini terbagi atas beberapa unit yaitu:

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 Penyediaan Udara Tekan
5. Unit Penyediaan Bahan Bakar
6. Unit Pengolahan Limbah

5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)

5.1.1 Unit Penyediaan Air

Kebutuhan air industri dapat dipenuhi dengan memanfaatkan air sungai maupun air laut sebagai sumber bahan baku yang dapat diolah menjadi air bersih. Sistem pengolahan air disesuaikan dengan kondisi dan kandungan dari air baku. Pengolahan air baku diperlukan untuk menghindari *fouling* pada alat-alat pemanas dan sterilisasi untuk konsumsi. Pada pabrik ini, air baku yang digunakan bersalah dari sungai sehingga mengandung pengotor dari zat yang terlarut maupun yang tidak terlarut. Proses pengolahan air baku dilakukan secara fisis dan kimiawi. Air baku pada pabrik *Vulcanized Rubber* ini diambil dari Sungai Batanghari dengan beberapa pertimbangan:

1. Sungai Batanghari dekat dengan lokasi pendirian pabrik, sehingga

memudahkan akses dan mengurangi biaya transportasi serta infrastruktur pipa. Hal ini membuatnya menjadi sumber air yang ekonomis dan efisien untuk kebutuhan industri.

2. Sungai Batanghari dekat dengan pusat industri di Jambi, sehingga memudahkan akses dan mengurangi biaya transportasi serta infrastruktur pipa. Hal ini membuatnya menjadi sumber air yang ekonomis dan efisien untuk kebutuhan industri.
3. Air Sungai Batanghari memiliki kontinuitas tinggi, memastikan pemenuhan kebutuhan air yang terjamin. Meskipun ada risiko pencemaran, pengelolaan yang baik dan regulasi ketat dapat menjaga kualitas air. Dengan debit tinggi, sungai ini dapat mengencerkan polutan, sehingga tetap aman digunakan oleh industri dan masyarakat.

Proses pengolahan air baku pada pabrik ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan beberapa proses dan unit yaitu:

1. Air Domestik (*Domestic Water*)

Menurut Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, kebutuhan air setiap orang di Indonesia sejumlah 70-144 liter per hari.

Rincian kebutuhan air domestik dalam pabrik meliputi:

- a. Kantor

Tabel 5. 2 Kebutuhan Air Kantor

Keterangan	Jumlah	Satuan
Jumlah karyawan	156	orang
Kebutuhan air setiap karyawan	100	liter/hari
Total kebutuhan air karyawan	632,632	kg/jam

b. Perumahan Karyawan

Tabel 5. 3 Kebutuhan Air Perumahan Karyawan

Keterangan	Jumlah	Satuan
Jumlah rumah	20	orang
Jumlah orang dalam setiap rumah	3	orang
Kebutuhan air setiap orang	100	liter/hari
Total Kebutuhan Air Perumahan	5.000	kg/jam

Sehingga total kebutuhan air domestik dapat dilihat pada tabel 5.3 sebagai berikut :

Tabel 5. 4 Total Kebutuhan Air Domestik

No	Keterangan	Kebutuhan Air (kg/jam)
1	Kebutuhan Air Kantor	632,632
2	Kebutuhan Air Perumahan Karyawan	5.000
	Total	5.632,632

2. Air Layanan Umum (*Service Water*)

Air layanan umum digunakan untuk memenuhi kebutuhan air di area pabrik dan fasilitas umum seperti bengkel, poliklinik, laboratorium, pemadam kebakaran, kantin, mushola, dan taman. Rincian kebutuhan air layanan umum dapat dilihat pada tabel 5.4 sebagai berikut:

Tabel 5. 5 Kebutuhan Air Layanan Umum (*Service Water*)

No	Keterangan	Kebutuhan Air (kg/hari)
1	Bengkel	200
2	Poliklinik	300
3	Laboratorium	500

Lanjutan Tabel 5.5

4	Pemadam Kebakaran	1.000
5	Kantin, Musholla, Kebun	4.000
Total		6.000 kg/hari 250/jam

3. Air Umpan *Boiler*

Air umpan *boiler* digunakan untuk menghasilkan *steam* yang berguna sebagai penunjang keberlangsungan proses produksi. Kebutuhan *steam* untuk peralatan pada pabrik ini dijabarkan pada Tabel 5.5 Air Umpan *Boiler*.

Tabel 5. 6 Air Umpan Boiler

No	Keterangan	Kode	Kebutuhan Air (kg/jam)
1	<i>Heat Exchanger 1</i>	HE-01	2,2289
Total			2,2289
<i>Over Design 20%</i>			2,6747
<i>Makeup (Over design 20%)</i>			0,4814

4. Air Pendingin (*Cooling Water*)

Air pendingin diperlukan dalam proses pendinginan pada alat yang membutuhkan pendinginan dari suhu tinggi ke suhu rendah. Dalam hal ini, air pendingin diproduksi oleh *cooling tower*. Kebutuhan air pendingin dijabarkan pada tabel 5.7

Tabel 5. 7 Kebutuhan Air Pendingin (*Cooling Water*)

No	Keterangan	Kode	Kebutuhan Air (kg/jam)
1	Reaktor	R-01	829,592
2	Neutralizer	N-01	843,257
3	Cooler	CL-01	0,3142
Total			1.673
<i>Over design 20%</i>			2.007
<i>Makeup (Over design 20%)</i>			54,612

5. Air Proses

Air proses digunakan untuk memenuhi kebutuhan air pada saat proses berlangsung di area produksi. Pada pabrik Karet Alam, air dimanfaatkan sebagai bahan baku pada proses dalam *Rotary Drum Vacuum Filter* (RDVF-01) dengan kebutuhan sebesar 364,94 kg/jam. Perancangan dibuat *over design 20%*, sehingga sebesar 437,93 kg/jam. Sehingga total kebutuhan air pada pabrik *Vulcanized Rubber* yaitu :

Tabel 5. 8 Total Kebutuhan Air

No	Keterangan	Kebutuhan Air (kg/jam)
1	<i>Domestic Water</i>	5.633
2	<i>Service Water</i>	250
3	<i>CoolingWater</i>	2.007
4	<i>Air Umpan Boiler</i>	2.6747
5	<i>Process Water</i>	437,93
Total		8.331

5.1.2 Unit Pengolahan Air

Unit pengolahan air bertujuan untuk memproses air sungai sehingga didapatkan air yang aman digunakan untuk menunjang proses produksi maupun kebutuhan lain di area pabrik. Air baku dari Sungai Batang Hari, diolah secara fisis dan kimia. Beberapa tahapan dalam proses pengolahan air baku sebagai berikut:

1. Penghisapan

Proses ini dilakukan untuk mengambil air dari sumber menggunakan pompa kemudian air akan dialirkan menuju proses penyaringan (*screening*).

2. Penyaringan (*screening*)

Sebelum masuk ke proses pengolahan, air yang berasal dari sungai harus dilakukan penyaringan terlebih dahulu. Penyaringan awal air sungai berfungsi untuk menyaring padatan seperti sampah, plastik, daun, dan lainnya yang terbawa air sungai dapat dipisahkan. Setelah dilakukan proses penyaringan awal kemudian air dialirkan menggunakan pompa menuju bak pengendapan awal.

3. Pengendapan Awal

Pada proses ini, padatan atau kotoran akan dibiarkan mengendap di dasar tangki dengan memanfaatkan gaya gravitasi. Pengotor seperti pasir dan lumpur yang terbawa air akan terpisahkan pada tahap ini.

4. Bak Penggumpalan

Proses penggumpalan atau koagulasi dilakukan dengan menambahkan koagulan ke dalam air sehingga partikel pengotor akan

menjadi stabil atau netral kemudian membentuk endapan. Koagulan yang digunakan yaitu jenis tawas atau aluminium sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$).

5. Bak Pengendapan I dan II

Zat pengotor hasil dari proses penggumpalan akan membentuk flok-flok yang kemudian akan saling bergabung sehingga menjadi ukuran yang semakin besar (flokulasi) dan mudah mengendap.

6. *Sand Filter*

Setelah melewati proses koagulasi dan flokulasi, air baku kemudian dialirkan menuju *sand filter* melalui bagian atas. Air akan berkontak dengan media *filter (spheres)* yang akan menyaring partikel pengotor seperti *suspended solid*.

7. Tangki Penampungan Air Bersih Sementara

Setelah melalui proses *sand filter*, air kemudian akan ditampung di dalam tangki penampungan sementara sebagai air bersih. Air ini kemudian akan disalurkan dan diolah lebih lanjut untuk dimanfaatkan sebagai pemenuhan berbagai kebutuhan, mulai dari air domestik (*domestic water*), air layanan (*service water*), air pendingin (*coolingwater*), air umpan boiler (*boiler feed water*), dan air proses (*process water*).

8. Klorinasi

Proses ini berfungsi untuk membunuh bakteri, kuman, jamur, dan mikroorganisme lainnya sehingga air layak untuk dikonsumsi dan digunakan. Proses ini dilakukan dengan menambahkan klorin dalam

bentuk kaporit ke dalam air. Setelah melalui proses klorinasi, air akan ditampung di dalam tangki penyimpanan air bersih.

9. *Cooling Water*

Cooling tower merupakan alat yang digunakan untuk menghasilkan air dingin yang dapat digunakan sebagai alat pendingin pada alat-alat proses. Air panas diolah menjadi air dingin dengan menggunakan udara sebagai pendinginnya. *Initial water* ke *cooling water* berasal dari *filtered water storage tank* pada suhu 45°C yang dialirkan ke atas *cooling tower*. Air akan mengalami evaporasi, sehingga air akan mengalir melalui lubang saluran (*swirl*). Bersamaan dengan proses, akan terjadi pelepasan panas laten yang mengakibatkan sebagian air menguap. *Make up water* juga berasal dari *filtered water storage tank*. Air yang mengalami evaporasi akan sama jumlahnya dengan *make up water* yang masuk, sehingga perpindahan panas antara udara dan air akan tetap stabil. Suhu keluaran dari *cooling tower* akan turun menjadi 30°C.

10. Demineralisasi

Proses demineralisasi diperlukan untuk menghilangkan mineral-mineral terlarut dengan proses penukaran ion, sehingga air tidak menyebabkan *fouling* pada *boiler* pada saat proses pembentukan *steam water*. Demineralisasi dilakukan dengan menggunakan resin penukar kation (*kation exchanger*) dan penukar anion (*anion exchanger*). Proses demineralisasi terjadi pada alat-alat berikut:

a. *Mixed Bed*

Proses demineralisasi pada alat *mixed bed* berfungsi untuk menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh kation-kation seperti Ca dan Mg. Pada proses ini, dilakukan penambahan anion dan kation. Pada proses ini dilakukan penambahan NaCl untuk meregenerasi *kation exchanger* dan NaOH untuk meregenerasi *anion exchanger*.

b. Deaerator

Setelah melewati proses penukaran kation dan anion, air kemudian dibersihkan dari gas-gas seperti oksigen dan karbon dioksida menggunakan hidrazin (N_2H_4). Hal ini berfungsi untuk mencegah korosi pada *boiler*.

5.2 Unit Pembangkit Steam

Kebutuhan *steam* dicukupi melalui unit pembangkit *steam* dengan adanya ketel uap (*boiler*) dengan spesifikasi:

Kapasitas	:	9.184	Btu/jam
Jumlah air sebagai umpan <i>boiler</i>	:	2.6747	kg/jam
Jumlah	:	1	

Boiler dilengkapi *sistem* pengaman-pengaman yang bekerja secara otomatis, seperti *economizer safety valve*. Di dalam *boiler*, api yang keluar dari alat pembakaran (*burner*) bertugas untuk memanaskan lorong api dan pipa-pipa api. Gas sisa pembakaran ini masuk ke *economizer* sebelum dibuang melalui cerobong asap, sehingga air di dalam *boiler* menyerap panas dari dinding-dinding dan pipa-pipa api

maka air menjadi mendidih, kemudian dialirkan ke *steam header* untuk didistribusikan ke area-area proses produksi.

5.3 Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)

Unit pembangkit listrik berfungsi sebagai penyedia listrik yang digunakan sebagai tenaga penggerak pada alat-alat proses, peralatan utilitas, dan hal-hal lainnya yang membutuhkan listrik. Kebutuhan listrik diperoleh dari PT. PLN dan apabila PLN mengalami kendala, maka dapat menggunakan generator cadangan daya sebesar 120% dari beban yang terpasang yaitu 11.833 kW. Hal ini bertujuan agar pasokan tenaga listrik dapat berjalan kontinyu. Jenis generator yang dipakai adalah generator diesel, dimana solar dan udara yang terbakar secara kompresi akan menghasilkan panas. Panas yang dikeluarkan akan digunakan untuk memutar poros engkol sehingga dapat menghidupkan generator yang mampu menghasilkan listrik. Listrik yang dihasilkan kemudian akan didistribusikan menuju panel yang kemudian akan dialirkan ke unit pemakaian. Kebutuhan listrik pada pabrik Karet Alam dijabarkan sebagai berikut pada tabel 5.8 :

1. Kebutuhan Listrik untuk Alat Proses

Tabel 5. 9 Kebutuhan Listrik Alat Proses

Alat	Daya	
	Hp	kW
Reaktor (R-01)	10	7,457
<i>Neutralizer</i> (N-01)	60	44,742
<i>Centrifuge</i> (C-01)	0,125	0,093

Lanjutan Tabel 5.9

<i>Rotary Drum Vacuum Filter</i> (RDVF-01)	40	29,828
Blower (B-01)	2,5	1,864
Mixer (M-01)	5	3,728
Mixer (M-02)	10	7,457
Mixer (M-03)	8	5,965
Pompa (P-01)	0,125	0,093
Pompa (P-02)	0,05	0,037
Pompa (P-03)	1	0,745
Pompa (P-04)	0,05	0,037
Pompa (P-05)	0,05	0,037
Pompa (P-06)	0,25	0,186
Pompa (P-07)	0,05	0,037
Pompa (P-08)	0,25	0,186
Pompa (P-09)	0,25	0,186
Pompa (P-10)	0,25	0,186
Pompa (P-11)	0,33	0,248
Pompa (P-12)	0,25	0,186
Pompa (P-13)	0,25	0,186
Pompa (P-14)	0,25	0,186
Pompa (P-15)	0.167	0.124
<i>Screw Conveyor</i> (SC-01)	0,43	0,320
<i>Screw Conveyor</i> (SC-02)	0,43	0,320
<i>Screw Conveyor</i> (SC-03)	0,43	0,320

Lanjutan Tabel 5.9

<i>Screw Conveyor (SC-04)</i>	0,43	0,320
<i>Screw Conveyor (SC-05)</i>	0,85	0,320
<i>Screw Conveyor (SC-06)</i>	0,85	0,320
<i>Screw Conveyor (SC-07)</i>	0,05	0,633
<i>Screw Conveyor (SC-08)</i>	0.05	0,633
Total	141.93	106,62
	8	

2. Kebutuhan Listrik untuk Alat Penunjang

Kebutuhan listrik untuk penerangan, kantor, dan lain sebagainya dirancang sebesar 500 kw. Sehingga total kebutuhan listrik pada pabrik *Vulcanized Rubber* sebesar :

Tabel 5. 10 Total Kebutuhan Listrik

No	Keperluan	Kebutuhan (kW)
1	Alat proses	106,62
2	Alat utilitas	15,26
3	Alat penunjang	500
	Total	621,88

Dengan mempertimbangkan faktor keamanan, maka total kebutuhan listrik menjadi 20% lebih besar dari rancangan, sehingga total kebutuhan listrik sebesar 745,33 kW.

5.4 Unit Penyediaan Udara Tekan

Unit ini digunakan untuk menjalankan instrumentasi seperti *control valve* dan

membersihkan peralatan pabrik. Sumber udara diperoleh dari lingkungan pabrik, hanya saja udara tersebut sudah dinaikkan tekanannya dengan kompresor. Udara tekan akan didistribusikan melalui sistem perpipaan. Kebutuhan udara tekan diperkirakan sebesar 32 m³/jam. Dengan mempertimbangkan faktor keamanan, maka total kebutuhan listrik menjadi 20% lebih besar dari rancangan, sehingga total kebutuhan udara tekan sebesar 39 m³/jam.

5.5 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit ini digunakan untuk menyediakan bahan bakar berupa batu bara yang akan digunakan pada *boiler* dan solar yang akan digunakan pada generator. Kebutuhan bahan bakar pada boiler sebesar 0,2755 kg/jam dan pada generator sebesar 9,23 kg/jam. Bahan bakar yang diperlukan :

1. Menentukan Kebutuhan Bahan Bakar Boiler

- Jenis bahan bakar = Batu Bara
- Nilai Bakar = 15.000 btu/lb
- Efisiensi Pembakaran = 80%
- Kebutuhan batu bara = 0,2755 kg/jam

2. Menentukan Kebutuhan Bahan Bakar Generator

- Jenis bahan bakar = Solar
- Nilai Bakar = 250.000
- Efisiensi Pembakaran = 80%
- Kebutuhan Solar = 34,695 kg/jam

5.6 Unit Pengolahan Limbah

Limbah pabrik dapat berupa cairan, gas, dan padatan yang memiliki kandungan zat yang dapat membahayakan alam dan lingkungan hidup sekitar. Oleh karena itu, diperlukan adanya unit pengolahan limbah pada pabrik untuk meminimalisir pencemaran tersebut. Sumber-sumber limbah tersebut antara lain:

1. Limbah Laboratorium

Jenis limbah ini, mengandung bahan kimia yang telah digunakan untuk menganalisa mutu pada bahan baku, mutu produk, dan dipergunakan untuk penelitian serta pengembangan proses.

2. Limbah Pencucian Alat Pabrik

Kotoran atau kerak yang melekat pada peralatan pabrik mengandung zat-zat kimia yang dapat merusak lingkungan.

3. Limbah Domestik

Limbah ini merupakan keseluruhan buangan yang berasal dari kamar mandi dan kantin yang dapat berupa limbah padat dan limbah cair. Kualitas air limbah yang dihasilkan diharapkan dapat memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Permen) LHK No. 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik yang meliputi 7 parameter yaitu pH, BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), dan TSS (*Total Suspended Solids*), minyak dan lemak, ammonia, dan *Total Coliform*.

4. Limbah Proses

Limbah ini merupakan limbah dari zat-zat yang terbuang, bocor, maupun tumpah pada saat proses pabrik.

Limbah-limbah yang menghasilkan limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) perlu dilakukan penyimpanan khusus sebagaimana yang telah diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Permen LHK) No. 6 Tahun 2021 Pasal 52 tentang Standar Penyimpanan Limbah B3 antara lain limbah yang disimpan terlindung dari hujan dan tertutup, memiliki lantai kedap air, dilengkapi dengan simbol dan label limbah B3, dikemas dengan menggunakan kemasan dari bahan logam atau plastik, kemasan mampu mengungkung limbah B3 untuk tetap berada di dalam kemasan, memiliki penutup yang kuat untuk mencegah terjadinya tumpahan pada saat dilakukan pemindahan dan/atau pengangkutan, kondisi kemasan tidak bocor, tidak berkarat, serta tidak rusak. Limbah yang dihasilkan kemudian diolah oleh JIPE. Limbah ini bisa berasal baik dari limbah domestik ataupun limbah industri.

5.7 Spesifikasi Alat Utilitas

1. Spesifikasi Alat Penyaring

Tabel 5. 11 Spesifikasi Alat Penyaring

Spesifikasi Umum		
Nama alat	<i>Screening</i>	<i>Sand filter</i>
Kode	FU-01	FU-02
Fungsi	Menyaring kotoran-kotoran yang besar	Menyaring partikel-partikel halus yang ada dalam air sungai
Jenis / Bahan	Alumunium	Pasir saring 28 <i>mesh</i>
Jumlah	1	1
Dimensi		
Panjang saringan (m)	3,048	1,3609
Lebar saringan (m)	2,438	1,3609
Jumlah air yang diolah (kg/jam)	9.717	10.228
Harga	Rp 173.262.955	Rp 53.739.946

2. Spesifikasi Bak Utilitas

Tabel 5. 12 Spesifikasi Bak Utilitas

Spesifikasi Umum						
Nama alat	Bak Pengendapan Awal	Bak Penggumpalan	Bak Pengendapan I	Bak Pengendapan II	Bak penampungan Sementara	Bak Penampung Air Pendingin
Kode	BU-01	BU-02	BU-03	BU-04	BU-05	BU-06
Fungsi	Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa dari air sungai	Mengendapkan kotoran yang berupa dispersi koloid dalam air dengan menambahkan koagulan untuk menggumpalkan	Mengendapkan endapan yang berbentuk dari air sungai dengan proses flokulasi (menghilangkan	Mengendapkan endapan yang berbentuk flok yang terbawa dari air sungai dengan proses flokulasi (memberi	Menampung <i>raw water</i> yang telah disaring di <i>sand filter</i>	Menampung kebutuhan air pendingin

Lanjutan Tabel 5.12

			kotoran flokulasi)		kesempatan proses flokulasi O ₂)	
Jenis	Bak persegi	Silinder tegak	Bak persegi	Bak persegi	Bak persegi	Bak persegi
Bahan	Beton bertulang	Beton bertulang	Beton bertulang	Beton bertulang	Beton bertulang	Beton bertulang

Lanjutan Tabel 5.12

Spesifikasi Umum						
Nama alat	Bak Pengan dapan Awal	Bak Penggumpalan	Bak Pengendapan I	Bak Pengendapan II	Bak penampungan Sementara dilapisi porselin	Bak Penampung Air Pendingin
Volume (m ³)	49,1377	11,6603	70,02	66,52	9,997	57,824

Lanjutan Tabel 5.12

Waktu tinggal (jam)	4	1	6	6	1	24
<i>Over design</i>	20%	20%	20%	20%	20%	20%
Jumlah	1	1	1	1	1	1
			Dimensi			
Tinggi (m)	5,213	2,4582	2,5965	2,5525	1,3571	2,4360
Panjang (m)	10,425	-	5,1930	5,1050	2,7142	4,8721
Lebar (m)	10,425	-	5,1930	5,1050	2,7142	4,8721
Diameter (m)	-	2,4582	-	-	-	-
Jumlah air yang diolah	117.930	9.716	9.717	9.231	8.331	2.007

Lanjutan Tabel 5.12

Spesifikasi Umum						
Nama alat	Bak Pengendapan Awal	Bak Penggumpalan	Bak Pengendapan I	Bak Pengendapan II	Bak penampungan Sementara	Bak Penampung Air Pendingin
(kg/jam)						
Jenis pengaduk	-	<i>Marine propeller 3 blade</i>	-	-	-	-
Diameter <i>impeller</i> (m)	-	0,8194	-	-	-	-
Jarak <i>impeller</i> (m)	-	0,6145	-	-	-	-
Jarak cairan dalam tangki (m)	-	2,2124	-	-	-	-

Lanjutan Tabel 5.12

Jumlah <i>baffle</i> (m)	-	4	-	-	-	-
Lebar <i>baffle</i> (m)	-	0,0819	-	-	-	-
Jumlah	-	1	-	-	-	-

Lanjutan Tabel 5.12

Spesifikasi Umum						
Nama alat	Bak Pengendapan Awal	Bak Penggumpalan	Bak Pengendapan I	Bak Pengendapan II	Bak penampungan Sementara	Bak Penampung Air Pendingin
<i>impeller</i> (buah)						

Lanjutan Tabel 5.12

Power motor (hP)	-	0,05	-	-	-	-
Harga (Rp)	201.376.726	75.022.701	75.022.701	73.048.420	252.708.048	689.024.289

3. Spesifikasi Tangki Utilitas

Tabel 5. 13 Spesifikasi Tangki Utilitas

Spesifikasi Umum						
Nama alat	Tangki larutan alum atau tawas	Tangki klorinasi	Tangki kaporit	Tangki air bersih	Tangki air bertekanan	Tangki NaCl
Kode	TU-01	TU-02	TU-03	TU-04	TU-05	TU-06

Lanjutan Tabel 5.13

Fungsi	Menyiapkan dan menyimpan larutan alum 5%	Mencampur klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air untuk kebutuhan rumah tangga	Menampung kebutuhan kaporit yang akan dimasukkan ke dalam tangki klorinasi (TU-02)	Menampung air untuk keperluan kantor dan rumah tangga	Menampung air untuk keperluan layanan umum	Menampung larutan NaCl yang akan digunakan untuk regenerasi <i>kation exchanger</i>
Jenis	Silinder tegak	Silinder tegak berpengaduk	Silinder tegak	Silinder tegak	Silinder tegak	Silinder tegak
Bahan	<i>High alloy steel</i>	<i>High alloy steel</i>	<i>High alloy steel</i>	<i>High alloy steel</i>	<i>High alloy steel</i>	<i>High alloy steel</i>
Volume (m ³)	0,3508	6,7592	0,0149	162,220	7,200	0,0007
Waktu tinggal	2 minggu	1 jam	1 bulan	1 hari	1 hari	1 hari
			Dimensi			
Tinggi (m)	0,607	2,049	0,267	5,9121	2,093	0,095

Diameter (m)	1,214	2,049	0,267	5,9121	2,093	0,095
Harga (Rp)	41.459.914	183.608.191	185.582.473	2.479.697.728	2.479.697.728	17.768.534

Lanjutan Tabel 5.13

Spesifikasi Umum			
Nama alat	Tangki NaOH	Tangki Air Bebas Mineral	Tangki N ₂ H ₄
Kode	TU-07	TU-08	TU-09
Fungsi	Menampung larutan NaOH yang akan digunakan untuk meregenerasi <i>anion exchanger</i>	Menampung air untuk unit proses	Menampung larutan N ₂ H ₄
Jenis	Silinder tegak	Silinder tegak	Silinder tegak
Bahan	<i>High alloy steel</i>	<i>High alloy steel</i>	<i>High alloy steel</i>

Lanjutan Tabel 5.13

Volume (m ³)	0,0003	0,0770	0,0033
Nama alat	Tangki NaOH	Tangki Air Bebas Mineral	Tangki N ₂ H ₄
Waktu tinggal	1 hari	1 jam	4 bulan
Dimensi			
Tinggi (m)	0,076	0,4612	0,1608
Diameter (m)	0,076	0,4612	0,1608
Harga (Rp)	13.819.971	96.739.799	31.588.506
Tinggi (m)	0,076	0,4612	0,1608

4. Spesifikasi *Cooling Tower*

Tabel 5. 14 Spesifikasi *Cooling Tower*

Spesifikasi Umum	
Nama alat	<i>Cooling tower</i>
Kode	CT-01
Fungsi	Mendinginkan air pendingin setelah digunakan
Jenis	<i>Induced draft cooling tower</i>
Dimensi	
Panjang (m)	0,4864
Lebar (m)	0,4864
Tinggi (m)	2,1060
Jumlah	1
Harga (Rp)	20.887.899.657

5. Spesifikasi *Blower Cooling Tower*

Tabel 5. 15 Spesifikasi *Blower Cooling*

Spesifikasi Umum	
Nama alat	<i>Blower Cooling tower</i>
Kode	BL-01
Fungsi	Menghembuskan udara menuju <i>cooling tower</i>
Dimensi	
Kebutuhan udara (m ³ /jam)	1.722
Power (Hp)	0.250

Lanjutan Tabel 5.15

Efisiensi (%) 80

Spesifikasi Umum

Nama alat *Blower Cooling tower*

Kode BL-01

Fungsi Menghembuskan udara menuju *cooling tower*

Dimensi

Kebutuhan udara 1.722
(m³/jam)

Power (Hp) 0.250

Efisiensi (%) 80

Spesifikasi Umum

Nama alat *Blower Cooling tower*

Bahan *High alloy steel SA-285 Grade C*

Jumlah 1

Harga (Rp) 31.588.506

6. Spesifikasi *Mixed Bed*

Tabel 5. 16 Spesifikasi *Mixed Bed*

Spesifikasi Umum	
Nama alat	<i>Mixed Bed</i>
Kode	MB-01
Fungsi	Menurunkan kesadahan air umpan <i>boiler</i> yang disebabkan oleh kation-kation seperti Ca dan Mg dan anion-anion seperti Cl, SO ₄ , dan NO ₃
Jenis	Tangki silinder tegak
Resin	Zeolit
Dimensi	
Diameter (m)	1,3887
Tinggi (m)	0,9144
Volume (m ³)	1.145
Tebal (in)	0,1875
Jumlah	1
Harga (Rp)	323.782.187

7. Spesifikasi *Deaerator*

Tabel 5. 17 Spesifikasi *Deaerator*

Spesifikasi Umum	
Nama alat	<i>Deaerator</i>
Kode	DE-01

Lanjutan Tabel 5.17

Fungsi	Menghilangkan gas CO ₂ dan O ₂ yang terkandung dalam <i>feed water</i> yang dapat menyebabkan korosi pada <i>Boiler</i> (BO-01)
Jenis	Tangki silinder tegak
	Dimensi
Diameter (m)	3,039
Tinggi (m)	3,039
Volume (m ³)	22,047
Jumlah	1
Harga (Rp)	98.714.081

8. Spesifikasi Pompa Utilitas

Tabel 5. 18 Spesifikasi Pompa Utilitas

Spesifikasi	Pompa Utilitas						
Kode	PU-01	PU-02	PU-03	PU-04	PU-05	PU-06	PU-07
Fungsi	Mengalirkan air dari sungai ke <i>screening</i>	Mengalirkan air dari <i>screening</i> (FU-01) ke Bak Pengendapan Awal (BU-01)	Mengalirkan air dari BU-01 menuju Bak Penggumpalan (BU-02)	Mengalirkan larutan alum 5% dari Tangki Larutan Alum (TU-01) ke BU-02	Mengalirkan air dari BU-02 ke Bak Pengendap I (BU-03)	Mengalirkan air dari BU-03 ke Bak Pengendap II (BU-04)	Mengalirkan air dari BU-04 ke <i>Sand Filter</i> (FU-02)
Kapasitas (gpm)	50,2215	25,110	25,110	0,0018	25,110	23,8552	26,432
Kondisi operasi							
<i>Pump head</i> (m)	11,815	25,370	26,68	6,236	25,714	25,664	11,112
Suhu fluida (°C)	30	30	30	30	30	30	30

Lanjutan Tabel 5.18

Spesifikasi	Pompa Utilitas						
Kode	PU-01	PU-02	PU-03	PU-04	PU-05	PU-06	PU-07
Jenis pompa	<i>Centrifugal single stage</i>	<i>Centrifugal single stage</i>	<i>Centrifugal single stage</i>	<i>Centrifugal single stage</i>	<i>Centrifugal single stage</i>	<i>Centrifugal single stage</i>	<i>Centrifugal single stage</i>
Efisiensi pompa (%)	60	45	45	45	45	45	45
Daya motor (hP)	10	1,5	1,5	0,05	2	1,5	1
Jumlah	1	1	1	1	1	1	1
<i>Material construction</i>	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>
Harga (Rp)	157.942.530	217.170.979	75.022.701	217.170.979	217.170.979	217.170.979	217.170.979

Lanjutan Tabel 5.18

Spesifikasi		Pompa Utilitas					
Kode	PU-08	PU-09	PU-10	PU-11	PU-12	PU-13	PU-14
Fungsi	Mengalirkan air dari FU-02 ke Bak Penampung Sementara (BU-05)	Mengalirkan air dari BU-05 ke area kebutuhan air	Mengalirkan dari Tangki Kaporit (TU-03) ke Tangki Klorinasi (TU-02)	Mengalirkan air dari TU-02 ke Tangki Air Bersih (TU-04)	Mengalirkan air dari TU-04 ke area domestik	Mengalirkan air dari Tangki Air Servis (TU-05) ke area kebutuhan air <i>service</i>	Mengalirkan air dari Bak Air Dingin (BU-06) ke <i>cooling tower</i> (CT-01)
	Kondisi operasi						
Kapasitas (gpm)	21,529	21,592	0,0002	29,112	29,112	1,292	5,188
<i>Pump head</i> (m)	17,309	17,309	4,599	29,960	22,75	12,609	15,387

Lanjutan Tabel 5.18

Suhu fluida (°C)	30	30	30	30	30	30	30
Jenis pompa	<i>Centrifugal single stage</i>	<i>Centrifugal single stage</i>	<i>Centrifugal single stage</i>	<i>Centrifugal single stage</i>	<i>Centrifugal single stage</i>	<i>Centrifugal single stage</i>	<i>Centrifugal single stage</i>
Efisiensi	45	45	40	50	50	40	40

Lanjutan Tabel 5.18

Spesifikasi	Pompa Utilitas						
Kode	PU-08	PU-09	PU-10	PU-11	PU-12	PU-13	PU-14
pompa (%)							
Daya motor (hP)	1	1	0,05	2	1,5	0,05	0,25
Jumlah	1	1	1	1	1	1	1
<i>Material construction</i>	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>

Lanjutan Tabel 5.18

Harga (Rp) 217.170.979 217.170.979 75.022.701 217.170.979 217.170.979 114.508.334 150.045.403

Lanjutan Tabel 5.18

Spesifikasi		Pompa Utilitas					
Kode	PU-15	PU-16	PU-17	PU-18	PU-19	PU-20	PU-21
	Mengalirkan air dingin dari alat proses ke Bak Air Dingin (BU-06) (proses <i>recycle</i>)	Mengalirkan air dari Tangki penampung NaCl (TU-06) menuju ke <i>mixed bed</i> (MB-01)	Mengalirkan air dari Tangki penampung NaOH (TU-07) menuju ke <i>mixed bed</i> (MB-01)	Mengalirkan air dari <i>Mixed bed</i> (MB-01) menuju tangki demineralisasi air	Mengalirkan air dari Tangki Demineralisasi menuju Tangki Deaerator (DE-01)	Mengalirkan larutan Hydrazine dari Tangki N ₂ H ₄ (T-09) menuju Tangki Deaerator (DE-01)	Mengalir kan air dari Deaerator (DE-01) menuju <i>Boiler</i> (BO-01)

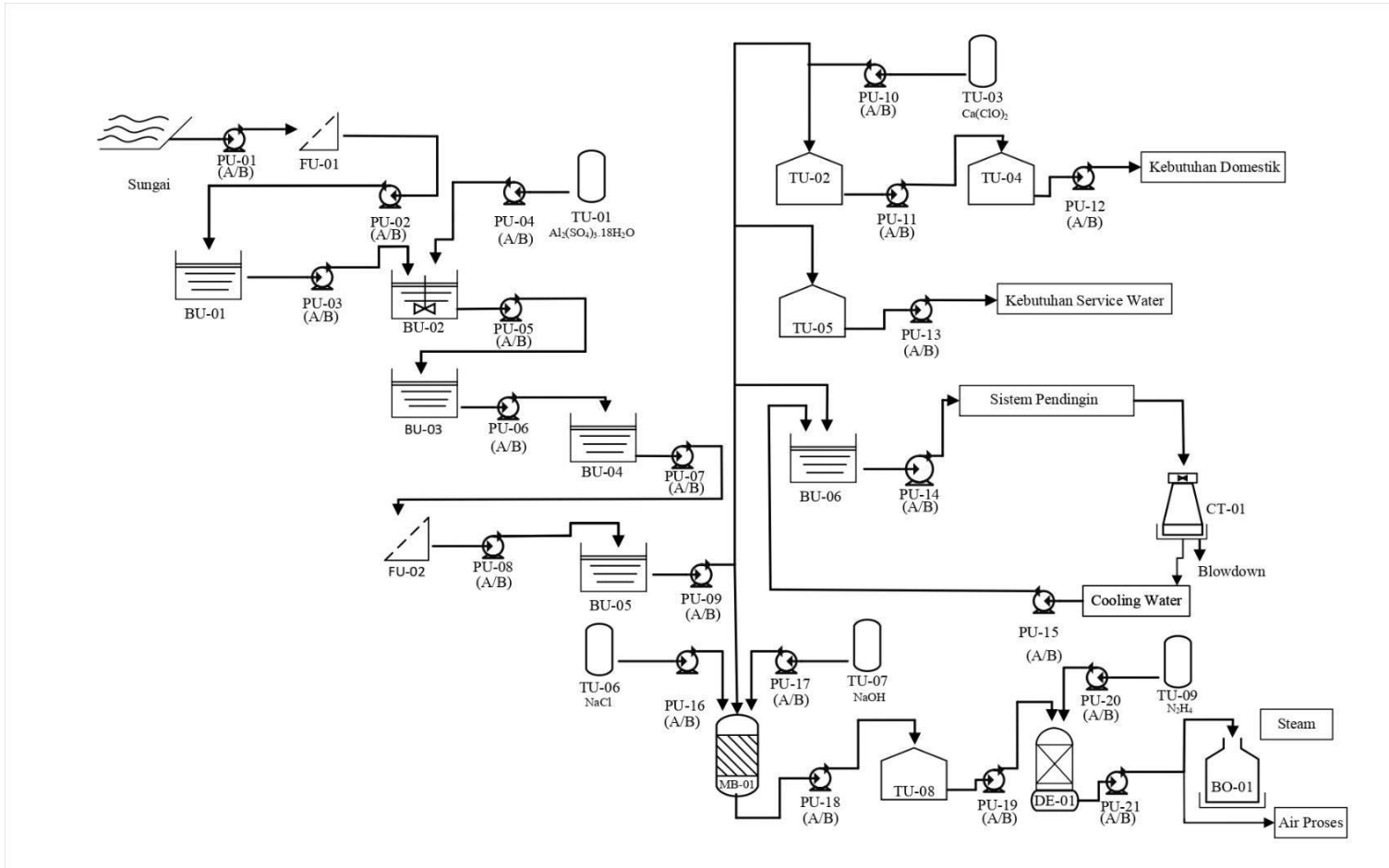
Kondisi Operasi

Lanjutan Tabel 5.18

Kapasitas (gpm)	5,188	0,00007	0,000017	0,0138	0,0138	0,0138	0,0138
<i>Pump head</i> (m)	16,88	4,102	3,371	18,098	6,639	6,672	6,639
Suhu fluida (°C)	30	30	30	30	30	30	30
Jenis pompa	<i>Centrifugal single stage</i>	<i>Centrifugal single stage</i>	<i>Centrifugal single stage</i>	<i>Centrifugal single stage</i>	<i>Centrifugal single stage</i>	<i>Centrifugal single stage</i>	<i>Centrifugal single stage</i>
Efisiensi pompa (%)	45	40	40	62	43	43	43

Lanjutan Tabel 5.18

Spesifikasi		Pompa Utilitas						
Kode		PU-15	PU-16	PU-17	PU-18	PU-19	PU-20	PU-21
Daya motor (hP)		0,25	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Jumlah		1	1	1	1	1	1	1
<i>Material construction</i>		<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>	<i>Commercial steel</i>
Harga (Rp)		150.045.403	114.508.335	114.508.335	75.022.701	75.022.701	75.022.701	75.022.701



BAB VI

EVALUASI EKONOMI

Pada perancangan suatu pabrik tentunya diperlukan analisa ekonomi untuk mendapatkan perkiraan tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi pabrik, dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan dan terjadinya titik impas dimana total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh. Selain itu juga, evaluasi ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan dan layak atau tidak untuk didirikan. Dalam evaluasi ekonomi terdapat beberapa faktor yang dapat ditinjau dalam evaluasi ekonomi, antara lain:

6. *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:

$$\text{ROI sebelum pajak} = \frac{\text{Keuntungan Sebelum Pajak}}{\text{Fixed Capital Investment}} \times 100\%$$

$$\text{ROI setelah pajak} = \frac{\text{Keuntungan Setelah Pajak}}{\text{Fixed Capital Investment}} \times 100\%$$

7. *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:

$$\text{POT Sebelum Pajak} = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{(\text{Profit Before Taxes} + 0,1\text{FCI})} \times 100\%$$

$$\text{POT Setelah Pajak} = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{(\text{Profit After Taxes} + 0,1\text{FCI})} \times 100\%$$

8. *Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFRR)*

Discounted cash flow merupakan perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun didasarkan pada jumlah investasi yang tidak kembali selama umur ekonomi. *Rated of return based on discounted cash flow* adalah laju bunga maksimal dimana suatu pabrik atau proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik

9. *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:

$$\text{Break Event Point} = \frac{Fa + (0,3xRa)}{(Sa - Va - (0,7xRa))} \times 100\%$$

Dengan :

Fa (*Fixed Cost*) : Total biaya depresiasi, pajak, dan asuransi

Ra (*Regulated Cost*) : Total biaya gaji karyawan, *payroll overhead, Supervisi, plant overhead, laboratorium, general expense, maintenance, dan plant supplies.*

Va (*Variable Cost*) : Total biaya bahan baku, *packing, shipping, royalty*

Sa (*Sales Cost*) : Biaya penjualan

10. *Shut Down Point (SDP)*

Shut Down Point adalah suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi harus dihentikan. Penyebabnya antara lain variable cost yang terlalu tinggi atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan keuntungan). Nilai SDP didapatkan dengan menggunakan rumus:

$$\text{Shut Down Point} = \frac{0,3 \times Ra}{(Sa - Va - (0,7 \times Ra))} \times 100\%$$

Sebelum dilakukan analisis terhadap faktor-faktor tersebut, perlu dilakukan perkiraan terhadap beberapa hal berikut :

1. Penentuan Modal Industri (*Total Capital Investment*), meliputi :
 - a. Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*)
 - b. Modal Kerja (*Working Capital Investment*)
2. Penentuan Biaya Produksi Total
 - a. *Total Manufacturing Cost*, yang terdiri atas :
 - *Direct Manufacturing Cost*
 - *Indirect Manufacturing Cost*
 - *Fixed Manufacturing Cost*
 - b. Pengeluaran Umum (*General Expenses*)

- c. Analisis Kelayakan, yang terdiri atas :
- Keuntungan (*Profit*)
 - *Percent Return on Investment* (ROI)
 - *Pay Out Time* (POT)
 - *Break Even Point* (BEP)
 - *Shut Down Point*
 - *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DFCRR)

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 Karet Alam direncanakan akan didirikan pada tahun 2029, sehingga perlu dicari indeks harga pada tahun tersebut. Nilai indeks harga pada tahun 2029 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)
1980	261
1981	297
1982	314
1983	317
1984	323

Lanjutan Tabel 6.1

1985	325
1986	318
1987	324
1988	343
1989	355
1990	356
1991	361.3
1992	358.2
1993	359.2
1994	368.1
1995	381.1
1996	381.7
1997	386.5
1998	389.5
1999	390.6
2000	394.1
2001	394.3
2002	395.6
2003	402
2004	444.2
2005	468.2
2006	499.6
2007	525.4
2008	575.4
2009	521.9
2010	550.8
2011	585.7
2012	584.6
2013	567.3
2014	576.1
2015	556.8

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

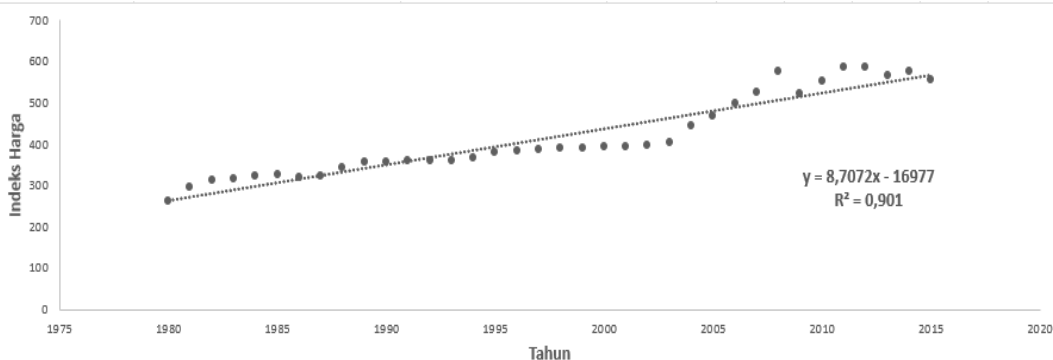
$$y = 8,7072 x - 16.977 \quad (6.1)$$

Dimana :

y = Indeks Harga

x = Tahun Pembelian

Rencana pendirian pabrik Vulcanized rubber dengan kapasitas pabrik 40.000 ton/tahun yaitu pada tahun 2029. Persamaan di atas disubstitusikan nilai x menjadi 2029, maka akan diperoleh harga indeks alat sebesar 16. 977. Berikut ini merupakan grafik hubungan antara tahun dan indeks harga yang ditunjukkan pada Gambar 6.1



Gambar 6. 1 Grafik Indeks Harga vs Tahun

Dari persamaan (6.1) didapat indeks harga pada tahun 2029 adalah 689,9 untuk memperkirakan harga alat, terdapat dua persamaan pendekatan yang dapat digunakan. Harga alat pada tahun pabrik didirikan dapat ditentukan berdasarkan harga pada tahun referensi dikalikan dengan rasio indeks harga

$$Ex = Ey \frac{Nx}{Ny} \quad (6.2)$$

Dimana :

Ex : Harga pembelian pada tahun 2027

Ey : Harga pembelian pada tahun referensi

Nx : *Index* harga pada tahun 2027

Ny : *Index* harga pada tahun referensi

Harga eksponen tergantung dari jenis alat yang akan dicari harganya. Harga eksponen untuk berbagai macam jenis alat dapat dilihat pada *Peter and Timmerhaus, "Plant Design and Economic for Chemical Engineering", 3th edition*. Berikut daftar harga alat proses dan alat utilitas dapat dilihat pada table 6.2 berikut

Tabel 6. 2 Daftar Harga Alat Proses

Nama Alat	Kode Alat	NY	NX	EY (Rp)	EX (Rp)
		2014	2029	2014	2029
Tangki Karet	T-01	576,1	689,9	6.526.807.400	7.816.180.977
Tangki Ammonia	T-02	576,1	689,9	1.889.295.600	2.262.526.749
Tangki Minarex	T-03	576,1	689,9	642.954.000	769.969.836
Tangki Asam Asetat	T-04	576,1	689,9	1.732.678.600	2.074.969.994
Silo Carbon Black N220	S-01	576,1	689,9	1.989.860.200	2.382.957.928
Silo Zinc Oxide	S-02	576,1	689,9	107.159.000	128.328.306
Silo MBTS	S-03	576,1	689,9	318.179.800	381.036.354
Silo TMQ	S-04	576,1	689,9	303.342.400	363.267.820
Silo Asam Stearat	S-05	576,1	689,9	402.258.400	481.724.717
Silo Sulfur	S-06	576,1	689,9	275.316.200	329.705.032
Silo Vulcanized Rubber	S-07	576,1	689,9	217.615.200	260.605.175
Reaktor	R-01	576,1	689,9	2.388.821.400	2.860.734.083

Lanjutan Tabel 6.2

Neutralizer	N-01	576,1	689,9	2.092.073.400	2.505.363.389
Centrifuge	C-01	576,1	689,9	291.802.200	349.447.848
Rotary Drum Vaccum Filter	RDVF-01	576,1	689,9	1.401.310.000	1.678.139.386
Rotary Dryer	RD-01	576,1	689,9	1.154.020.000	1.381.997.141
Blower	BL-01	576,1	689,9	967.728.200	1.158.903.317
Mixer 1	M-01	576,1	689,9	1.317.231.400	1.577.451.023
Mixer 2	M-02	576,1	689,9	1.297.448.200	1.553.759.643
Mixer 3	M-03	576,1	689,9	1.360.095.000	1.628.782.345
Centrifugal Pump	P-01	576,1	689,9	146.725.400	175.711.065
Centrifugal Pump	P-02	576,1	689,9	11.540.200	175.930.170
Centrifugal Pump	P-03	576,1	689,9	146.725.400	175.711.065
Centrifugal Pump	P-04	576,1	689,9	95.618.800	114.508.334
Centrifugal Pump	P-05	576,1	689,9	9.891.600	150.797.289
Centrifugal Pump	P-06	576,1	689,9	146.725.400	175.711.065
Centrifugal Pump	P-07	576,1	689,9	9.067.300	138.230.848
Centrifugal Pump	P-08	576,1	689,9	146.725.400	175.711.065
Centrifugal Pump	P-09	576,1	689,9	146.725.400	175.711.065
Centrifugal Pump	P-10	576,1	689,9	90.673.000	108.585.489
Centrifugal Pump	P-11	576,1	689,9	90.673.000	108.585.489
Centrifugal Pump	P-12	576,1	689,9	95.618.800	114.508.334
Centrifugal Pump	P-13	576,1	689,9	146.725.400	175.711.065
Centrifugal Pump	P-14	576,1	689,9	146.725.400	175.711.065
Centrifugal Pump	P-15	576,1	689,9	90.673.000	108.585.489
Screw Conveyor 1	SC-01	576,1	689,9	62.646.800	75.022.701
Screw Conveyor 2	SC-02	576,1	689,9	62.646.800	75.022.701
Screw Conveyor 3	SC-03	576,1	689,9	62.646.800	75.022.701
Screw Conveyor 4	SC-04	576,1	689,9	62.646.800	75.022.701
Screw Conveyor 5	SC-05	576,1	689,9	62.646.800	75.022.701

Lanjutan Tabel 6.2

Screw Conveyor 6	SC-06	576,1	689,9	62.646.800	75.022.701
Screw Conveyor 7	SC-07	576,1	689,9	62.646.800	75.022.701
Screw Conveyor 8	SC-08	576,1	689,9	62.646.800	75.022.701
Heater	HE-01	576,1	689,9	16.486.000	19.742.816
Cooler	CI-01	576,1	689,9	16.486.000	19.742.816
TOTAL HARGA ALAT PROSES TAHUN 2029					36.598.360.720

Tabel 6. 3 Daftar Harga Alat Utilitas

Nama Alat	Kode Alat	NY	NX	EY (Rp)	EX (Rp)
		2014	2029	2014	2029
Bak Pengendap	BU-01	576,1	689,9	168.157.200	201.376.726
Bak Penggumpal	BU-02	576,1	689,9	62.646.800	75.022.701
Bak Pengendapan I	BU-03	576,1	689,9	62.646.800	75.022.701
Bak Pengendapan II	BU-04	576,1	689,9	60.998.200	73.048.420
<i>Sand Filter</i>	BU-05	576,1	689,9	44.874.892	53.739.946
Bak Penampung Sementara	BU-06	576,1	689,9	211.020.800	252.708.048
Bak Air Pendingin	BU-07	576,1	689,9	575.361.400	689.024.289
Tangki Alum	TU-01	576,1	689,9	34.620.600	41.459.914
Tangki Klorinasi	TU-02	576,1	689,9	153.319.800	183.608.191
Tangki Kaporit	TU-03	576,1	689,9	154.968.400	185.582.473
Tangki Air Bersih	TU-04	576,1	689,9	1.035.320.800	2.479.697.728
Tangki NaCl	TU-05	576,1	689,9	14.837.400	17.768.534
Tangki NaOH	TU-06	576,1	689,9	11.540.200	13.819.971
Tangki Air Demin	TU-07	576,1	689,9	80.781.400	96.739.799
Tangki N2H4	TU-08	576,1	689,9	26.377.600	31.588.506
Tangki silica gel	TU	576,1	689,9	39.566.400	47.382.759

Lanjutan Tabel 6.3

Tangki Air <i>Service</i>	TU-09	576,1	689,9	39.566.400	47.382.759
Bak Penampung	BPG	576,1	689,9	227.506.800	272.450.865
<i>Mixed Bed</i>	MB-01	576,1	689,9	270.370.400	323.782.187
Dearator	DE-01	576,1	689,9	82.430.000	98.714.081
Tangki <i>Feed Boiler</i>	TFB	576,1	689,9	110.687.004	132.553.268
<i>Boiler</i>	BO-01	576,1	689,9	329.720.000	394.856.326
<i>Screening</i>	SC	576,1	689,9	144.681.136	173.262.955
<i>Cooling Tower</i>	CT-01	576,1	689,9	17.442.188.000	20.887.899.657
<i>blower Cooling Tower</i>	CTU-01	576,1	689,9	26.377.600	31.588.506
Kompresor	K-01	576,1	689,9	32.972.000	39.485.632
Pompa	PU-01	576,1	689,9	102.213.200	244.810.922
Pompa	PU-02	576,1	689,9	90.673.000	217.170.979
Pompa	PU-03	576,1	689,9	82.430.000	197.428.163
Pompa	PU-04	576,1	689,9	31.323.400	75.022.701
Pompa	PU-05	576,1	689,9	90.673.000	217.170.979
Pompa	PU-06	576,1	689,9	90.673.000	217.170.979
Pompa	PU-07	576,1	689,9	90.673.000	217.170.979
Pompa	PU-08	576,1	689,9	90.673.000	217.170.979
Pompa	PU-09	576,1	689,9	90.673.000	217.170.979
Pompa	PU-10	576,1	689,9	31.323.400	75.022.701
Pompa	PU-11	576,1	689,9	90.673.000	217.170.979
Pompa	PU-12	576,1	689,9	90.673.000	217.170.979
Pompa	PU-13	576,1	689,9	47.809.400	114.508.334
Pompa	PU-14	576,1	689,9	62.646.800	150.045.403
Pompa	PU-15	576,1	689,9	62.646.800	150.045.403
Pompa	PU-16	576,1	689,9	47.809.400	114.508.334
Pompa	PU-17	576,1	689,9	47.809.400	114.508.334

Lanjutan Tabel 6.3

Pompa	PU-18	576,1	689,9	31.323.400	75.022.701
Pompa	PU-19	576,1	689,9	31.323.400	75.022.701
Pompa	PU-20	576,1	689,9	31.323.400	75.022.701
Pompa	PU-21	576,1	689,9	31.323.400	75.022.701
TOTAL HARGA ALAT UTILITAS TAHUN 2029					30.192.925.898

Dari hasil penaksiran harga alat proses dan alat utilitas tersebut, maka diketahui bahwa total harga alat adalah sebesar Rp. 66.791.186

6.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas produk ($C_{10}H_{16}n$)S₈ = 40.000 ton/tahun

Satu tahun operasi = 330 hari

Umur alat = 10 tahun

Tahun pabrik didirikan = 2029

Kurs rupiah tahun 2024 = 1 USS = Rp. 16.486,00

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:

1. 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 siklis ini memerlukan physical plant cost, direct plant cost, fixed capital instrument. Hasil perhitungan masing-masing dapat dilihat pada tabel 6.4 berikut :

Tabel 6. 4 Direct Plant Cost (DPC)

No	Jenis	Biaya (Rp)
1	<i>Purchased Equipment cost</i>	66.791.186.619,04
2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	16.697.796.654,76
3	Instalasi cost	13.342.177.620,80
4	Pemipaan	23.352.530.010,81
5	Instrumentasi	13.814.415.537,50
6	Insulasi	2.753.128.985,16
7	Listrik	6.679.118.661,90
8	Bangunan	23.376.915.316,66
9	<i>Land & Yard Improvement</i>	1.578.000.000
Total		168.405.569.406,64

Tabel 6. 5 Indirect Cost (DC)

No	Fixed Capital	Biaya (Rp)
1	<i>Engineering and construction</i>	8.421.263.470,33
2	<i>Contractor's fee</i>	10.610.791.972,62
3	<i>Contingency</i>	8.842.326.643,85
Total		Rp 27.871.121.736,80

$$\begin{aligned}
 \textit{Total Fixed Capital Investment} &= \textit{Direct Cost} + \textit{Indirect Cost} \\
 &= \text{Rp } 196.299.651.493,44
 \end{aligned}$$

b. Working Capital Investment

Working capital investment adalah total biaya pengeluaran untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu atau yang di tentukan. Biaya ini didapatkan dari biaya bahan baku untuk kebutuhan produksi dan siklus pribadi, biaya penyimpanan produk sebelum dikirimkan ke konsumen dan biaya pembayaran gaji, jasa dan material. Working capital investmen bernilai 10-20% dari total capital investment. Berikut nilai Working Capital Investment dari Pabrik *Vulcanized Rubber*:

$$\begin{aligned}
 \textit{Working Capital Investment} &= 10-20 \% \text{ dari } \textit{Total Capital} \\
 &\hspace{15em} \textit{Investment} \\
 &= \text{Rp } 49.074.912.873,36
 \end{aligned}$$

Sehingga,

$$\begin{aligned}
 \textit{Total Capital Investment} &= \textit{Fixed Capital Investment} + \\
 &\hspace{15em} \textit{Working Capital Investment} \\
 &= \text{Rp } 245.374.564.366,80
 \end{aligned}$$

2. 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:

a. Direct Manufacturing Cost

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

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

No	<i>Time of Expenses (DMC)</i>	Biaya (Rp)
1	<i>Raw Material</i>	638.079.486.439,35
2	<i>Labor</i>	18.540.000.000
3	<i>Supervision</i>	1.854.000.000
4	<i>Maintenance</i>	11.777.979.089,61
5	<i>Plant Supplies</i>	1.766.696.863,44
6	<i>Royalty and Patents</i>	16.800.000.000
7	<i>Utilities</i>	537.438.865.765,30
8	<i>Laboratorium</i>	1.854.000.000
Total		1.226.255.443.893,55

b. Indirect Manufacturing Cost (IMC)

Indirect Manufacturing Cost atau biaya tidak langsung adalah biaya-biaya yang tidak ikut terkait langsung oleh unit produksi dalam pabrik. Berikut ini yang termasuk *Indirect Manufacturing Cost*:

Tabel 6. 7 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

No	<i>Time of Expenses (IMC)</i>	Biaya (Rp)
1	<i>Payroll Overhead</i>	2.781.000.000
3	<i>Plant Overhead</i>	9.270.000.000
4	<i>Packaging and Shipping</i>	115.979.010.000
Total		128.030.010.000

c. Fixed Manufacturing Cost (FMC)

Fixed Manufacturing Cost merupakan biaya pengeluaran yang berhubungan dengan initial *Fixed Capital Investment*. Biaya *Fixed Manufacturing Cost* bersifat tetap dan selalu sama, tidak bergantung waktu dan tingkat produksi. Hal ini karena biaya *Fixed Manufacturing Cost* selalu dikeluarkan baik saat pabrik beroperasi maupun tidak beroperasi. Berikut yang termasuk *Fixed Manufacturing Cost*:

Tabel 6. 8 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

No	<i>Time of Expenses (FMC)</i>	Biaya (Rp)
1	<i>Depreciation</i>	20.72.091.496,38
2	<i>Property Taxes</i>	8.188.836.598,55
3	<i>Insurance</i>	2.047.209.149,64
Total		30.704.545.442,07

$$\begin{aligned}
 \text{Total Manufacturing Cost Investment} &= \text{Direct Manufacturing Cost} + \\
 &\quad \text{Indirect Manufacturing Cost} + \text{Fixed} \\
 &\quad \text{Manufacturing Cost}
 \end{aligned}$$

= Rp 1.384.995.175.402,26

3. General Expenses

General Expense atau disebut pengeluaran umum merupakan pengeluaran yang terdiri dari pengeluaran yang berhubungan dengan fungsi dari perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*. Biaya yang harus dikeluarkan untuk kepentingan dalam kelancaran jalannya perusahaan secara keseluruhan. Berikut rincian bagian dari *General Expense*.

Tabel 6. 9 *General Expense* (GE)

No	<i>Time of Expenses</i>	Biaya (Rp)
1	<i>Administration</i>	41.741.729.322,07
2	<i>Sales Expense</i>	69.569.548.870,11
3	<i>Research</i>	48.698.684.209,08
4	<i>Finance</i>	13.899.134.475
Total		170.702.666.968,59

Total Production Cost = *Total Manufacturing Cost* + *General Expense*
 = Rp 1.558.904.272.278,97

6.4 Analisis Risiko Pabrik

Tabel 6. 10 Analisis Risiko Pabrik

No	Parameter Risiko	Deskripsi	Risk	
			Low	High
1	Kondisi Operasi	Suhu : 30-180 °C	✓	-
		Tekanan : 1 atm	✓	-

Lanjutan Tabel 6.10

2	Bahan Baku dan Bahan Pendukung yang digunakan			
	Lateks Karet Alam	Toksisitas: rendah	✓	-
		<i>Explosion limits:</i> tidak mudah meledak	✓	-
		<i>Flammability:</i> tidak mudah terbakar	✓	-
		Stabilitas: stabil	✓	-
	Ammonia	Toksisitas: akut		✓
		<i>Explosion limits:</i> tidak mudah meledak	✓	-
		<i>Flammability:</i> tidak mudah terbakar	✓	-
		Stabilitas: stabil	✓	-
	Minarex	Toksisitas: rendah	✓	-
		<i>Explosion limits:</i> tidak mudah meledak	✓	-
		<i>Flammability:</i> tidak mudah terbakar	✓	-
		Stabilitas: stabil	✓	-
	Carbon Black N220	Toksisitas: rendah	✓	-
		<i>Explosion limits:</i> tidak mudah meledak	✓	-
		<i>Flammability:</i> tidak mudah terbakar	✓	-
		Stabilitas: stabil	✓	-

Lanjutan Tabel 6.10

	<i>Zinc Oxide</i>	Toksisitas: rendah	✓	-
		<i>Explosion limits:</i> tidak mudah meledak	✓	-
		<i>Flammability:</i> tidak mudah terbakar	✓	-
		Stabilitas: stabil	✓	-
	<i>MBTS</i>	Toksisitas: rendah	✓	-
		<i>Explosion limits:</i> tidak mudah meledak	✓	-
		<i>Flammability:</i> tidak mudah terbakar	✓	-
		Stabilitas: stabil	✓	-
	TMQ	Toksisitas: rendah	✓	-
		<i>Explosion limits:</i> tidak mudah meledak	✓	-
		<i>Flammability:</i> tidak mudah terbakar	✓	-
		Stabilitas: stabil	✓	-
	Asam Stearat	Toksisitas: rendah	✓	-
		<i>Explosion limits:</i> tidak mudah meledak	✓	-
		<i>Flammability:</i> tidak mudah terbakar	✓	-
		Stabilitas: stabil	✓	-
	Asam Asetat	Toksisitas: sedang	✓	-
		<i>Explosion limits:</i> tidak mudah	✓	-

		meledak		
		<i>Flammability</i> : tidak mudah terbakar	✓	-
	Sulfur	Stabilitas: stabil	✓	-
		Toksisitas: rendah	✓	-
		<i>Explosion limits</i> : tidak mudah meledak	✓	-
		<i>Flammability</i> : tidak mudah terbakar	✓	-
		Stabilitas: stabil	✓	-
3	Sifat Produk yang Dihasilkan			
	<i>Vulcanized Rubber</i>	Toksisitas : rendah	✓	-
		<i>Explosion limits</i> : tidak mudah meledak	✓	-
		<i>Flammability</i> : tidak mudah terbakar	✓	-
		Stabilitas : Stabil	✓	-

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

6.5 Analisis Kelayakan

Analisa kelayakan bertujuan untuk layak atau tidaknya dari suatu pabrik yang akan didirikan. Evaluasi kelayakan tersebut diantaranya lain :

1. Return On Investment (ROI)

Return On Investment (ROI) adalah kecepatan pengembalian banyaknya modal investasi, dinyatakan dalam persentase (%) terhadap modal yang tetap.

$$ROI = \frac{\textit{Profit}}{\textit{Fixed Capital Investment}} \times 100\%$$

Batasan minimum ROI sebelum pajak untuk Industri Kimia adalah untuk low risk yaitu 11% dan high risk yaitu 44%. Pabrik *Vulcanized Rubber* termasuk pabrik yang low risk, sehingga batas minimum ROI sebesar 11%.

- Profit = Sales Price - Total Product Cost
- Pajak = 25 %
- Hasil Penjualan = Rp 1.680.000.000.000
- Biaya Produksi = Rp 1.558.904.272.278,97
- Keuntungan sebelum pajak = Hasil penjualan – Biaya Produksi
= Rp 121.095.727.721,03
- Pajak = 25% x Keuntungan sebelum pajak
= Rp 30.273.931.930,26
- Keuntungan setelah pajak = Keuntungan sebelum pajak - Pajak
= Rp 90.821.795.790,77
- ROI sebelum pajak =

$$ROI = \frac{\textit{Keuntungan Sebelum Pajak}}{\textit{Fixed Capital Investment}} \times 100\% \\ = 54,72 \%$$

- ROI setelah pajak =

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

$$= 41,04 \%$$

2. Pay Out Time (POT)

Pay Out Time (POT) merupakan perkiraan jumlah tahun yang diperlukan untuk mengembalikan *Fixed Capital Investment* (FCI) berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Pabrik dengan resiko rendah memiliki nilai POT maksimal 5 tahun, sedangkan pabrik dengan resiko tinggi memiliki nilai POT maksimal 2 tahun. Untuk menghitung POT dengan menggunakan persamaan berikut :

- POT Sebelum Pajak =

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{(\text{Profit Before Taxes} + 0,1\text{FCI})} \times 100\%$$

$$= 1,5 \text{ tahun}$$

- POT Setelah Pajak =

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{(\text{Profit After Taxes} + 0,1\text{FCI})} \times 100\%$$

$$= 1,9 \text{ tahun}$$

Nilai POT pada *Industri chemicals* dengan risiko rendah (*low risk*) maximum sebesar 5 tahun, Berdasarkan perhitungan pabrik karet alam siklis dengan kapasitas 40.000 ton/tahun ini memiliki nilai POT sebelum pajak 1,5 tahun dan POT setelah pajak 1,9 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa pabrik memenuhi persyaratan dan layak untuk

didirikan.

3. Break Even Point (BEP)

Break Event Point (BEP) adalah suatu titik impas (hal tersebut pabrik tidak mendapatkan keuntungan atau kerugian). Total Kapasitas pabrik pada saat *sales value = total cost*. Suatu pabrik akan mengalami jika beroperasi di bawah standar *Break Event Point* (BEP) dan mendapatkan keuntungan jika beroperasi diatas *Break Event Point* (BEP). Harga *Break Event Point* (BEP) pada umumnya berkisar antara 40-60% dari kapasitas.

$$\text{Break Event Point} = \frac{Fa + (0,3xRa)}{(Sa - Va - (0,7xRa))} \times 100\%$$

Keterangan :

Fa : *Fixed manufacturing cost*

Ra : *Regulated cost*

Va : *Variable cost*

Sa : *Sales price*

- *Fixed Cost (Fa)* adalah sejumlah biaya yang harus dikeluarkan setiap tahunnya baik pabrik produksi ataupun tidak berproduksi.
- *Variabel Cost (Va)* adalah sejumlah biaya yang harus dikeluarkan setiap tahunnya yang besarnya dipengaruhi total kapasitas produksi.
- *Regulated Cost (Ra)* adalah sejumlah biaya yang harus dikeluarkan setiap tahunnya yang besarnya proporsional dengan total kapasitas produksi. Biaya-biaya tersebut bisa menjadi biaya tetap atau menjadi biaya variabel.

Tabel 6. 11 *Fixed Cost (Fa)*

No	Komponen	Harga, Rp
1	Depresiasi	20.469.696.961,38
2	<i>Property Taxes</i>	8.187.878.784,55
3	Asuransi	2.046.969.696,14
Total Fa		41.471.547.064,60

Tabel 6. 12 *Regulated Cost (Ra)*

No	Komponen	Harga, Rp
1	Gaji Karyawan	18.540.000.000,00
2	<i>Payroll Overhead</i>	2.781.000.000,00
3	<i>Supervision</i>	1.854.000.000,00
4	<i>Plant Overhead</i>	9.270.000.000,00
5	Laboratorium	1.854.000.000,00
6	<i>General Expense</i>	173.908.006.252,74
7	<i>Maintenance</i>	11.776.601.468,61
8	<i>Plant Supplies</i>	1.766.490.220,29
Total Ra		221.750.097.941,64

Tabel 6. 13 *Variable Cost (Va)*

No	Komponen	Harga, Rp
1	<i>Raw Material</i>	638.079.486.439,35
2	<i>Packaging and Shipping</i>	115.979.010.000

Lanjutan Tabel 6.13

3	<i>Utilities</i>	537.438.865.765,30
4	<i>Royalty & Patents</i>	16.800.000.000,00
Total Va		1.308.297.362.204,65

Dengan menggunakan data yang sudah didapatkan pada tabel diatas, maka didapatkan nilai BEP sebesar :

$$\text{BEP} = 47,01 \%$$

Nilai tersebut menunjukkan bahwa pabrik karet vulcanized rubber dengan kapasitas 40.000 ton/tahun layak untuk didirikan.

4. Shut Down Point (SDP)

Shut Down Point (SDP) merupakan suatu titik dimana pabrik mengalami kerugian sebesar *Fixed Cost* yang menyebabkan pabrik harus tutup. Nilai SDP menjadi suatu titik atau saat penentuan aktivitas produksi pada suatu pabrik. Penyebabnya antara lain *Variable Cost* yang terlalu tinggi atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan keuntungan). Nilai SDP pada umumnya berkisar antara 20% hingga 30%. Untuk menghitung SDP dapat menggunakan persamaan berikut.

$$\begin{aligned} \text{Shut Down Point} &= \frac{0,3 \times Ra}{(Sa - Va - (0,7 \times Ra))} \times 100\% \\ &= 31,61 \% \end{aligned}$$

5. Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFRR)

Evaluasi ekonomi keuntungan pabrik dengan cara *Discounted Cash Flow* menggunakan nilai uang tiap tahun berdasarkan investasi yang tidak kembali setiap akhir tahun selama umur pabrik tersebut berakhir (*present value*). Dihitung dengan persamaan *Present Value Analysis* :

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

Future Value Analysis :

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

Keterangan :

FCI : *Fixed Capital Investment*

WC : *Working Capital Investment*

SV : *Salvage Value* = Depresiasi

C : *Cash Flow*

: *Profit after taxes + depresiasi + finance*

n : Umur Pabrik

i : nilai DCFR

Sebagai perhitungan digunakan data sebagai berikut :

FCI = Rp. 196.299.651.493,44

WCI = Rp. 365.290.719.953,73

SV = Rp. 20.472.091.496,38

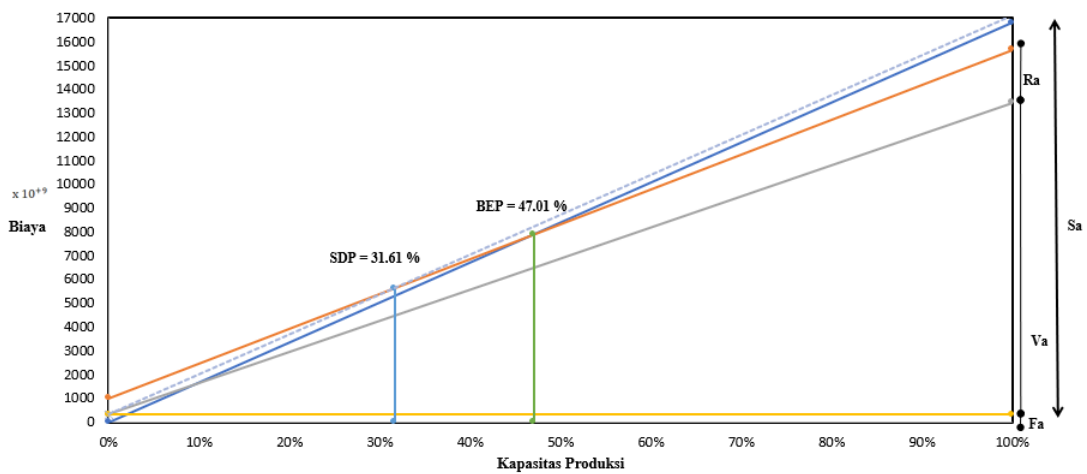
n = 10 tahun

Sehingga diperoleh *trial & error* dapat dihitung nilai DCFR.

Diperoleh nilai DCFRR sebesar :

$$\text{DCFRR (i)} = 21,69\%$$

Dengan beberapa analisa ekonomi didapatkan grafik evaluasi ekonomi sebagai berikut:



Gambar 6. 2 Grafik Kelayakan Ekonomi

Berdasarkan perhitungan analisis kelayakan pabrik yang akan didirikan, diperoleh kesimpulan seperti pada tabel 6.14 di bawah ini

tabel 6.14 Kesimpulan Analisa Kelayakan Pabrik

Kriteria	Terhitung	Persyaratan	Kesimpulan
ROI sebelum pajak	54,72%	Nilai minimum ROI sebelum pajak = 11 %	Berdasarkan hasil perhitungan yang diperoleh maka dapat disimpulkan bahwa pabrik tersebut telah memenuhi syarat dan layak untuk didirikan.
ROI setelah pajak	41,04 %		
POT sebelum pajak	1,5 tahun	Nilai minimum POT sebelum pajak = 5 tahun	
POT setelah pajak	1,9 tahun		
BEP	47,01	40-60%	
SDP	31,61	>20%	
DCFRR	21,69 %	Nilai minimum, >1,5 bunga bank	

BAB VII

PENUTUP

7.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari pra rancangan pabrik karet alam dengan metode vulkanisasi belerang sebagai berikut :

1. Pendirian pabrik Karet Alam dengan Metode Vulkanisasi Belerang ini ditujukan untuk mengurangi ketergantungan impor luar negeri, menyediakan lapangan pekerjaan, dan meningkatkan pertumbuhan ekonomi.
2. Pabrik *Vulcanized Rubber* ini akan dibangun dengan kapasitas 40.000 ton/tahun dalam bentuk Perseroan Terbatas (PT) yang beroperasi selama 330 hari dalam setahun dan akan didirikan pada tahun 2029 di Srekenan, Muaro Jambi, Jambi.
3. Pabrik *Vulcanized Rubber* ini digolongkan pabrik yang beresiko rendah yang ditinjau dari karakteristik bahan baku, proses produksi, kondisi operasi serta evaluasi ekonomi.
4. Berdasarkan pada perhitungan evaluasi ekonomi diperoleh hasil sebagai berikut:
 - a. *Return On Investment (ROI)*, nilai minimum ROI untuk pabrik dengan risiko rendah yaitu 11%.
 - ROI sebelum pajak = 61,69%
 - ROI setelah pajak = 46,27%

- b. *Pay Out Time*, nilai maksimal POT untuk pabrik dengan risiko rendah yaitu 5 tahun.
- POT sebelum pajak = 1,3 tahun
 - POT setelah pajak = 1,7 tahun
- c. *Break Event Point* diperoleh sebesar = 44,92 %, telah memenuhi nilai BEP dengan syarat berkisar antara 40 – 60%.
- d. *Shut Down Point* diperoleh sebesar = 30,73 %, nilai SDP berada diatas 20%.
- e. *Dsicounted Cash Flow Rate* sebesar = 22,91 %, syarat minimum nilai DCFRR adalah harus diatas 1,5 kali dari suku bunga pinjaman

7.2 Saran

Perancangan suatu pabrik kimia diperlukan pemahaman konsep-konsep dasar yang dapat meningkatkan kelayakan pendirian suatu pabrik. Berikut beberapa saran yang diberikan mengenai Pabrik *Vulcanized Rubber* 40.000 ton/tahun :

1. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga dengan berkembangnya teknologi diharapkan pabrik-pabrik kimia didirikan berbasis ramah lingkungan.
2. Optimasi pemilihan seperti alat proses atau alat penunjang dan bahan baku perlu diperhatikan sehingga akan lebih mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh.

DAFTAR PUSTAKA

- Bahrudin, Sumarno, G.Wibawa, dan N.Soewarno. 2007. *Morfologi dan Properti Campuran Karet Alam/Polypropylene yang Divulkanisasi Dinamik dalam Internal Mixer*. Surabaya, FTI ITS.
- Aries, R. S., and R. D. Newton. 1955. *Chemical Engineering Cost Estimation*. NewYork: McGraw Hill Book Company.
- Badan Pusat Statistik. 2023. <https://www.bps.go.id>. Diakses pada Desember 2023 pukul 15.00 WIB.
- Badan Pusat Statistik. 2022. Statistik Karet Indonesia
- Brown, G. G. 1973. *Unit Operations*. Modern Asia ed. Tokyo, Japan: Tuttle Company Inc. Brownell, L. E., and E. H. Young. 1979. *Equipment Design*.New Delhi: Wiley Eastern Limited.
- Brownell, L.E., and Young, E.H. 1979. *Process Equipment Design*. John Wiley andsons Inc, New York
- Coulson, J. M., and J. F. Richardson. 1983. *Chemical Equipment Design*, Vol.6. New York:John Wiley and Sons. Inc.
- Adi Cifriadi, dan Asron Falaah. 2013. *Studi Kinetika Vulkanisasi Belerang Pada Kompon Karet Alam Tanpa Bahan Pengisi*. Jurnal Penelitian Karet.
- Wiwien Andriyanti. 2010. *Kajian Metode Vulkanisasi Lateks Karet Alam Bebas Nitrosamin dan Protein Alergen*. Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan : Batan.

- Badan Pusat Statistik. 2021. Direktori Perusahaan Perkebunan Karet Indonesia.
- Norman Bekkedal, James Weeks. 1969. *Heats of Reaction of Natural Rubber With Sulfur*. Journal of Research physics and Chemistry
- Sadhan. 2001. *Rubber Technologist's Handbook*. Rapra Technology Limited.
- Arizal, R. (1990). *Bahan Elastomer Industri Barang jadi Karet, Karet Alam dan Karet Sintetik*. Bogor : Pusat Penelitian Perkebunan Bogor.
- Geankoplis, C. J. 1978. *Transport Processes and Unit Operations*, 3rd ed. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall International, inc
- Kern, D. Q. 1983. *Process Heat Transfer*. New York: Mc Graw Hill Book Co. Ltd.
- Kusumastuti, C.B. 2007. *Perbandingan Sifat Vulkanisat Dari Beberapa Jenis Karet Siklo*.
- Matche equipment cost. *Matches' Reactor cost - autoclave, fermenter, kettle, mixersettler*. Diakses pada 1 Januari 2024 pukul 12.00 WIB.
- McCabe, W. L. and J. C. Smith. 1976. *Unit Operation of Chemical Engineering*, 3rd ed. Singapore: Mc Graw Hill, Kogakusha, Ltd.
- Perry, R.H. and D. W. Green. 1997, *Perry's Chemical Engineering Handbooks*, 7th edition, McGraw Hill Book Co., New York.
- Peter, M.S. and Timmerhaus, K.D. 1980. *Plant Design and Economic for Chemical Engineers*. 3rd edition. Mc Graw-Hill Book Company, Tokyo.
- Rase, H.F., "Chemical Reaktor Design for Process Plant vol I and II, Principles and Techniques", Willey and Sons, Inc, New York.

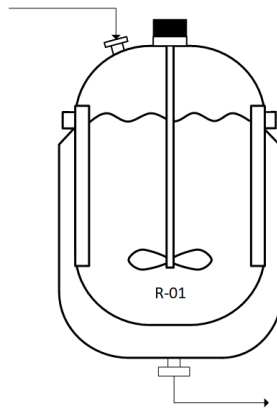
- Smith, J. M., and H. C. Van Ness. 1987. 1957. Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics, 4th ed. Singapore: McGraw Hill Book Company
- Ullrich, G.D. 1984. "A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics", John Willey and Sons., Inc, New York, 1984.
- Walas, S. M. 1988. Chemical Process Equipment. New York : Butterworth Publishers, Reed Publishing Inc,
- Yaws, Carl. L. 1999. Chemical Properties Handbook. New York : McGraw-Hill.

LAMPIRAN-1

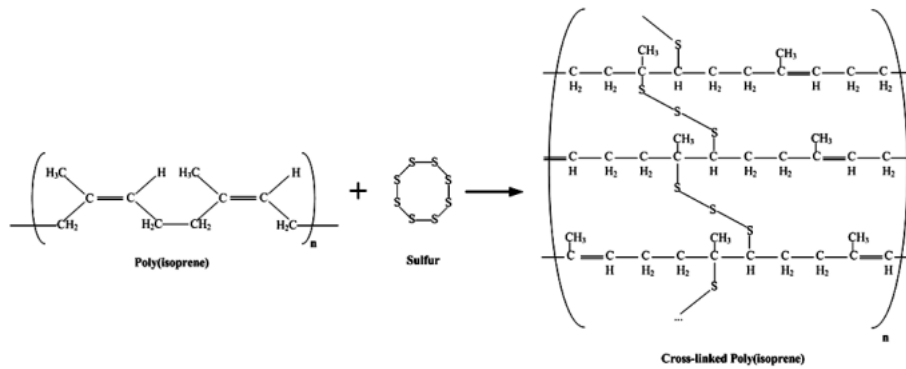
PERANCANGAN REAKTOR

- Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)
- Fungsi : Mereaksikan Kompon Karet dan Sulfur untuk mendapatkan produk berupa *Vulcanized Rubber*.
- Kondisi Operasi :
- Suhu : 180 °C
- Tekanan : 1 atm
- Konversi : 98%

Perancangan Reaktor



Reaksi yang terjadi :



Densitas

Komponen	Densitas (kg/m ³)	Fm (kmol/jam)	Fw (kg/jam)	Fraksi Massa	Densitas Campuran (kg/m ³)
Karet	937	0,0150	1.985,45	0,18433	172,733
Resin	1.180	0,0920	91,9708	0,00854	10,0754
Protein	0	0,0023	113,152	0,01050	0
Abu	0				
Pengotor		0.0010	0,00098	9,14E-08	0
Gula	1.506	0,1005	18,0960	0,00168	2,5301
Air	869	220,879	3.975,83	0,36911	320,715
Ammonia	323	5,7900	98,4307	0,00914	2,7058
Minarex	1.010	0,4809	140,615	0,01305	13,1851
Carbon Black N220	3.018	140,615	1.687,38	0,15665	471,441
Zinc Oxide	5.610	0,3472	28,1230	0,00261	14,6472
MBTS	1.010	0,0003	84,3692	0,00783	8,2244
TMQ	1.080	0,0003	56,2461	0,00522	5,6396
Asam Stearat	776	0,0006	168,738	0,01567	12,159
Sulfur	2.000	1,3183	168,738	0,01567	9,9107
Vulcanized Rubber	1.999	1,3183	2.154,19	0,19999	399,957
total		370,961	1.0771,35	1	1.443,92

Densitas Campuran

$$\rho = 1.443 \text{ kg/m}^3$$

Laju Alir Volumetri

$$V_0 = \frac{F \text{ total}}{\rho \text{ campuran}}$$

$$V_0 = 7,459 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Nilai C_A

$$C_{A0} = \frac{\text{Mol}}{V_0}$$

$$C_{A0} = 0,5301 \text{ mol/m}^3 \cdot \text{jam}$$

Menghitung Konstanta Laju Reaksi

$$\text{Konversi} = 98\% = 0.98$$

$$\text{Nilai } C_A = C_{A0} \times (1 - x)$$

$$C_A = 0,0106$$

$$\text{Nilai } k = 0.095 \text{ s}^{-1}$$

$$= 342 \text{ jam}^{-1}$$

$$\text{Nilai } -r_A = k \cdot C_A$$

$$= 3,6262$$

Tabel 3. Nilai k pada suhu vulkanisasi 145°C, 150°C, 160°C dan 180°C
 Table 3. k value at vulcanization temperature 145°C, 150°C, 160°C and 180°C

Kompon Compound	Konstanta laju reaksi (k), detik ⁻¹ Reaction rate constant, second ⁻¹			
	145°C	150°C	160°C	180°C
CV1	0,005	0,006	0,011	0,032
CV2	0,004	0,005	0,010	0,028
SE1	0,010	0,017	0,031	0,083
SE2	0,008	0,014	0,026	0,071
EV1	0,018	0,031	0,051	0,095
EV2	0,008	0,016	0,025	0,059

Menentukan Volume Reaktor

$$V = \frac{FA_0 \times X}{-r_A}$$

$$V = 1,06879 \text{ m}^3$$

Menghitung Dimensi Reaktor (D : H = 1)

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 V_{\text{shell}}}{\pi}}$$

$$D = 1,4110 \text{ m} = 55,5515 \text{ in}$$

$$H = 1,4110 \text{ m} = 55,5515 \text{ in}$$

Menghitung Tekanan Desain

$$P_{\text{hidrostatik}} = \frac{\rho \cdot g \cdot h}{g_c}$$

$$P_{\text{hidrostatik}} = 2,8978 \text{ psi}$$

$$P_{\text{desain}} = 184,272 \text{ psi} = 12,53 \text{ atm}$$

Menentukan Tebal Shell :

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

$$\text{Allowable stress (f)} = 18.750 \text{ psi}$$

$$\text{Efisiensi Sambungan (E)} = 85\%$$

$$\text{Faktor Korosi (C)} = 0,125$$

$$\text{Jari-jari (r)} = 26,5704$$

$$P \text{ desain} = 183,238 \text{ psi}$$

Diperoleh tebal *shell* hitungan adalah 0,448 in, tebal *shell* standar adalah 0,5 in.

Menghitung Tebal *Head*

$$W = \frac{1}{4} \left(3 + \sqrt{\frac{icr}{r}} \right)$$

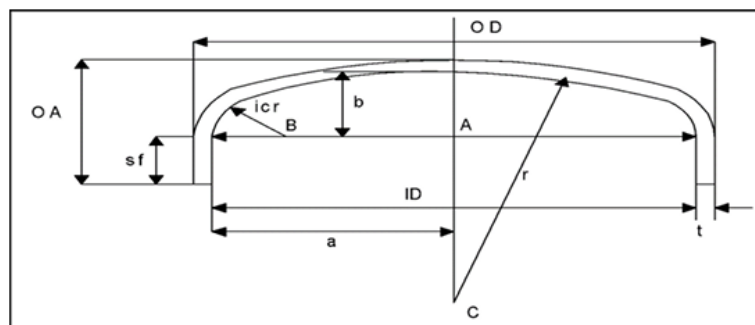
Maka diperoleh nilai $W = 0,8114$ in

$$th = \frac{P \cdot rc \cdot W}{2 \cdot f \cdot E - 0,2P} + C$$

Maka diperoleh nilai $th = 0,1281$ in

Sehingga berdasarkan tabel 5.8 (Brownell, 1959) digunakan nilai th standar 3/16 atau 0,1875 in

Menghitung Tinggi *Head*



Berdasarkan tabel 5.8 (Brownell, 1959) diperoleh $sf = 2$ in

$$ID = 55,5515 \text{ in}$$

$$a = 27,7757 \text{ in}$$

$$AB = 24,1507 \text{ in}$$

$$BC = 56,375 \text{ in}$$

$$AC = 50,939 \text{ in}$$

$$b = 9,060 \text{ in}$$

$$OA = 11,2475 \text{ in}$$

$$h \text{ reaktor} = 78,0466 \text{ in} = 1,982 \text{ m}$$

Menghitung Ukuran Pengaduk

$$Di = \text{diameter pengaduk} = 18,517 \text{ in}$$

$$ZL = \text{tinggi cairan dalam reaktor} = 55,5515 \text{ in}$$

$$wb = \text{lebar baffle} = 4,6292 \text{ in}$$

$$Zi = \text{jarak pengaduk dengan tangki} = 18,5171 \text{ in}$$

$$L = \text{lebar pengaduk} = 4,6292 \text{ in}$$

$$\text{Jumlah Pengaduk} = 1$$

$$\text{WELH} = 2,0373 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah Putaran, N} = 182,2409 \text{ rpm} = 3,0373 \text{ rps}$$

Menghitung Power Pengaduk

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

$$Re = 1.381.838$$

Dengan menggunakan fig 477 G.G Brown page 507, 1978 diperoleh $N_p =$

6

$$P = N_p \cdot \rho \cdot Ni^3 Di^5$$

$$N_p = \text{Power Number} = 6$$

$$\rho = \text{Densitas campuran} = 1.443 \text{ kg/m}^3$$

$$Di = \text{Diameter pengaduk} = 1,5430 \text{ ft}$$

$$Ni = \text{Kecepatan putar pengaduk} = 3,0373 \text{ rps}$$

$$P = 7,48 \text{ hp}$$

Daya motor, efisiensi motor adalah 81% (figure 14.38 Peters hal 521),
sehingga

$$P = 8,803 \text{ hp}$$

Dipilih power standar $P = 10 \text{ hp}$

Neraca Panas Reaktor :

Komponen Energi	Masuk (kj/jam)	Keluar (kj/jam)
Q1	159.995.590,3	-
Q2	-	159.995.584,3
Q _{Reaksi}	-135,8475953	-
Q _{Pendingin}	-	141,76
total	159.995.726,1	159.995.726,1

Panas Reaksi :

$$\Delta H_f = \Delta H \text{ Produk} - \Delta H \text{ Reaktan}$$

Diketahui :

$$\Delta H_f \text{ reaktan} = -204,46 \text{ kj/kg}$$

$$\Delta H_f \text{ produk} = -68,61 \text{ kj/kg}$$

$$\text{Maka, } \Delta H_f = -135,847 \text{ kj/jam}$$

Reaksi bersifat eksotermis sehingga menggunakan media pendingin yaitu

Cooling Water dengan suhu masuk 30 °C dan suhu keluar 45 °C.

$$\Delta H = Cp \cdot \Delta T$$

$$\Delta H = \Delta H(45^{\circ}\text{C}) - \Delta H(30^{\circ}\text{C})$$

$$\Delta H = (4,19 \times (318 - 298)) - (4,18 \times (303 - 298))$$

$$\Delta H = 62,9 \text{ kj/kg}$$

Maka, kebutuhan pendingin :

$$Q = m \cdot Cp \cdot \Delta T$$

$$m = \frac{Q}{\Delta H}$$

$$m = 2,2537 \text{ kg/jam}$$

Suhu LMTD

Komponen	C	K	F
Suhu fluida panas masuk reaktor	180	453,15	356
Suhu fluida panas keluar reaktor	180	4553,16	356
Suhu fluida dingin masuk	30	303,16	86
Suhu fluida dingin keluar	45	318,16	114

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

$$\Delta T_{LMTD} = 2.805 \text{ F}$$

Luas Perpindahan Panas :

$$A = \frac{Q}{U_D \Delta T_{LMTD}}$$

Nilai UD untuk medium organics (hot) dan water (cold) sebesar 50-125

Btu/ft².°F.jam

$$A = 0,00005932 \text{ m}^2$$

Menghitung Luas Selubung Reaktor :

$$A = \pi \cdot D \cdot H = 8,575 \text{ m}^2$$

Karena luas transfer panas < luas selubung reaktor, maka dipilih jaket pendingin.

Kecepatan Volumetrik Air

$$Q_v = \frac{m}{\text{densitas air}}$$

$$Q_v = 0,0022 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Menentukan Ukuran Jacket Pendingin

$$\begin{aligned} \text{ID} &= \text{OD tangka} + 2 \cdot j_w \\ &= 59,55 \text{ in} \end{aligned}$$

Menentukan Tebal Dinding Jacket

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

$$t_s = 0,5 \text{ in}$$

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

$$\text{ID} = 59 \text{ in}$$

Menentukan U_c dan U_d

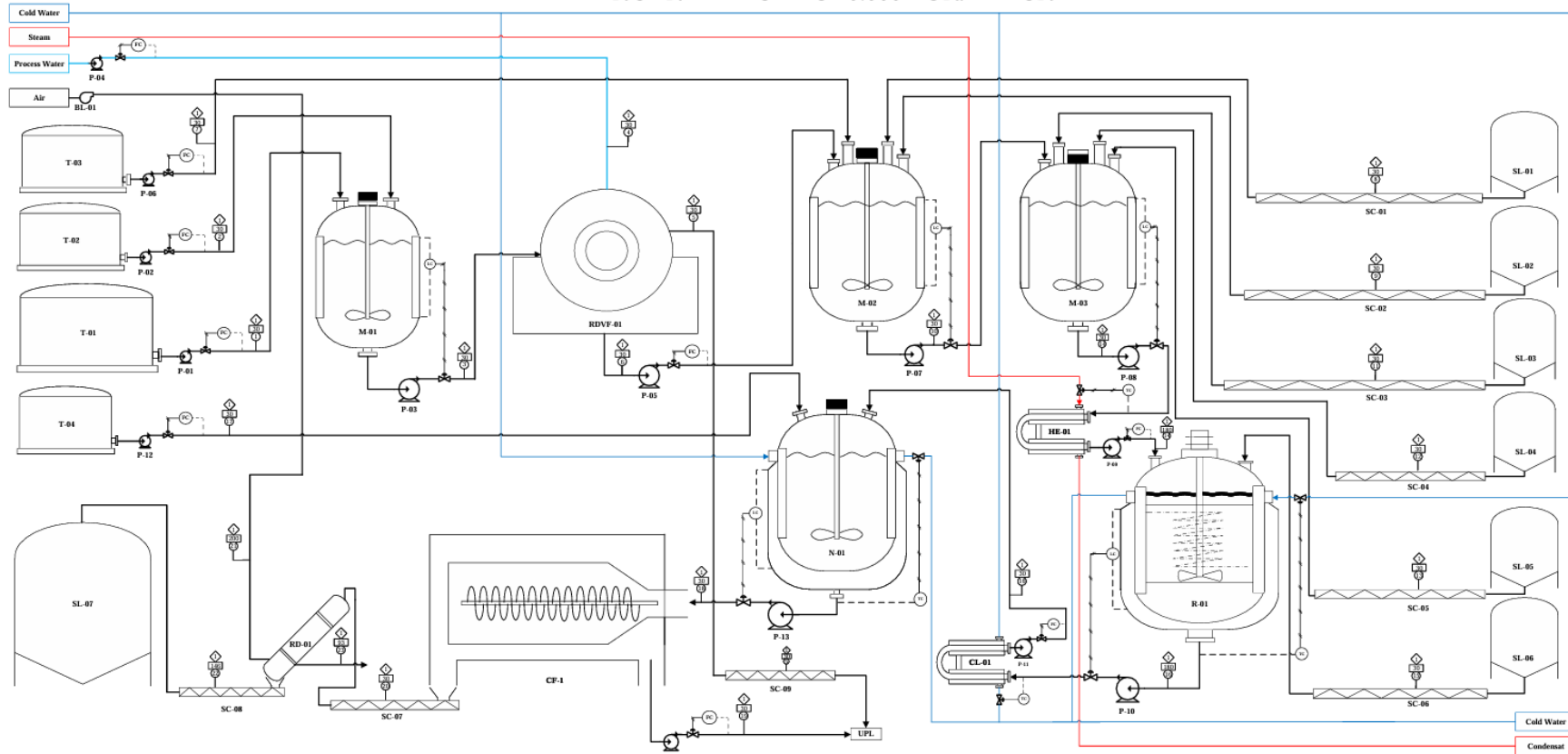
$$U_c = \frac{h_{i_0} h_0}{h_{i_0} + h_0}$$

$$U_d = \frac{U_c h_D}{U_c + h_D}$$

$$U_c = 3.807 \text{ Btu/jam.ft}^2 \text{ F}$$

$$U_d = 306,50 \text{ Btu/jam.ft}^2$$

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRA RANCANGAN PABRIK KARET ALAM DENGAN METODE VULKANISASI BELERANG
DENGAN KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN



KOMPONEN	Nomor Arus (kg/jam)																							
	ARUS 1	ARUS 2	ARUS 3	ARUS 4	ARUS 5	ARUS 6	ARUS 7	ARUS 8	ARUS 9	ARUS 10	ARUS 11	ARUS 12	ARUS 13	ARUS 14	ARUS 15	ARUS 16	ARUS 17	ARUS 18	ARUS 19	ARUS 20	ARUS 21	ARUS 22	ARUS 23	
C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	2.063,48	2.063,48								1.983,43				1.983,43										
RESIN	92,80	92,80		18,00	1.083,43					91,97				91,97										
PROTEIN	114,17	114,17		0,85	91,97					113,13				113,13										
ABU/PENGOTOR	39,37	39,37		39,37	0,0010					0,0010				0,0010										
C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	18,32	19,32		1,02	18,00					18,00				18,00										
H ₂ O	3.375,64	3.650,03	361,00	40,10	3.976,83					3.976,83				3.976,83										
NH ₃		98,43	98,43		98,43					98,43				98,43										
MINAREX										140,01				140,01										
CARBON BLACK										1.087,38				1.087,38										
ZnO										28,12				28,12										
C ₁₂ H ₂₂ N ₂ S ₂											84,36			84,36										
C ₁₂ H ₂₂ N ₂											56,24			56,24										
C ₁₂ H ₂₂ O ₂												168,73		168,73										
SULFUR													168,74											
CHLCOOH															347,40									
CHLCOONH ₄																443,83								
(C ₁₂ H ₂₂) ₂ O																	2.134,19							
UDARA																		2.134,19						
TOTAL	5.623,61	393,72	6.018,33	365,09	100,48	6.382,84	148,61	1.087,38	28,12	8.130,06	84,36	56,24	168,73	8.448,41	168,74	8.617,16	317,40	8.964,56	3.676,06	6.297,96	28.826,74	5.060,51	26.664,14	

Keterangan Instrumen Abjad	
FC	Flow Control
LC	Level Control
TC	Temperature Control
Keterangan Instrumen Simbol	
◇	Tekanan (atm)
□	Temperature (°C)
○	Nomor Arus
⊗	Valve
—	Sinyal Pneumatic
—	Sinyal Elektrik
—	Piping

Keterangan Alat	
T	Tangki
SL	Silo
M	Mixer
RDVF	Rotary Drum Vacuum Filter
R	Reaktor
N	Neutralizer
CF	Centrifuge
SD	Spray Dryer
P	Pompa
SC	Screw Conveyor
HE	Heater
CL	Cooler
BL	Blower



JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2024

PRA RANCANGAN PABRIK KARET ALAM DENGAN
METODE VULKANISASI BELERANG
DENGAN KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN

DISUSUN OLEH :

Erika Novita Sari (20521119)
 Muhammad Rivaidi Hidayat (20521164)

DOSEN PEMBIMBING :
 Dr. Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng.

LAMPIRAN-3

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN

PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa = Erlita Novita Sari
No. MHS = 20521119
2. Nama Mahasiswa = Muhammad Revizaldi Hidayat
No. MHS = 20521164

Judul Prarancangan :

**PRA RANCANGAN PABRIK KARET ALAM DENGAN METODE
VULKANISASI BELERANG DENGAN KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN**

Mulai Masa Bimbingan = 14 September 2023

Batas Akhir Bimbingan = 15 Maret 2025

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	1/10/2023	Luaran 1 : Penentuan kapasitas pabrik	CR
2	24/11/2023	Luaran 2 : Pemilihan proses dan tinjauan pustaka	CR
3	29/11/2023	Luaran 3 : Spesifikasi bahan, analisis resiko	CR
4	22/04/2024	Luaran 4 : Diagram alir kualitatif dan pemilihan alat proses	CR
5	31/05/2024	Luaran 5 : Perhitungan neraca massa	CR
6	16/09/2024	Luaran 6 : Perancangan reaktor	CR
7	6/10/2024	Luaran 7 : Perancangan alat pemisah dan unit operasi pendukung	CR

8	6/10/2024	Luaran 8 : Pembuatan PEFD	CR
9	27/11/2024	Luaran 9 : Perancangan alat penyimpanan bahan	CR
10	27/11/2024	Luaran 10 : Perancangan alat transportasi bahan	CR
11	27/11/2024	Luaran 11 : Perancangan alat penukar panas	CR
12	27/11/2024	Luaran 12 : Perhitungan neraca panas	CR
13	27/11/2024	Luaran 13 : Penentuan lokasi, tata letak pabrik, struktur organisasi perusahaan	CR
14	27/11/2024	Luaran 14 : Perancangan unit utilitas	CR
15	27/11/2024	Luaran 15 : Perhitungan evaluasi ekonomi	CR
16	30/11/2024	Luaran 16 : Penulisan naskah	CR