

BAB V

MANAJEMENT PERUSAHAAN

5.1 Bentuk Perusahaan

Perusahaan adalah suatu unit kegiatan ekonomi yang diorganisasi dan dioperasikan untuk menyediakan barang dan jasa bagi masyarakat agar memperoleh keuntungan. Ditinjau dari badan hukum, bentuk perusahaan digolongkan menjadi:

1. Perusahaan Perseorangan

Modal dimiliki oleh satu orang yang bertanggung jawab penuh terhadap maju dan mundurnya perusahaan.

2. Persekutuan Firma

Modal dikumpulkan dari dua orang atau lebih yang mempunyai tanggung jawab yang sama menurut perjanjian dan didirikan dengan akta notaris.

3. Persekutuan Komanditer (CV/Commanditaire Vennootschaps)

Terdiri dari dua orang atau lebih yang terdiri dari sekutu aktif (orang yang menjalankan perusahaan) dan sekutu pasif (orang yang hanya menyertakan modal dan bertanggung jawab sebatas modal yang dimasukkan saja).

4. Perseroan Terbatas

Persekutuan untuk mendirikan perusahaan dengan modal yang diperoleh dari penjualan saham, pemegang saham bertanggung jawab sebesar modal yang dimiliki. Kepemilikan perusahaan dihitung berdasarkan kepemilikan saham atau saham. Saham (stock dan shares) merupakan surat berharga tanda kepemilikan modal yang dikeluarkan oleh suatu PT.

Hal yang dijadikan pertimbangan utama dalam pemilihan bentuk perusahaan adalah kebutuhan investasi Perseroan Terbatas (PT) dengan status perusahaan terbuka (Tbk.) merupakan bentuk perusahaan yang modalnya didapat dari penjualan saham. Setiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan oleh perusahaan atau PT dan orang yang memiliki saham berarti telah menyetorkan modal ke perusahaan, yang berarti ikut pula memiliki perusahaan. Dalam PT, pemegang saham hanya

bertanggung jawab menyetor sepenuhnya jumlah yang disebutkan dalam tiap-tiap saham yang cukup besar. Oleh karena itu, bentuk perusahaan yang dipilih adalah Perseroan Terbatas dengan status perusahaan terbuka (Tbk.) yang mendapatkan modal dari penjualan saham ke publik melalui bursa efek. Dalam PT, tanggung jawab dari para pemegang saham Perseroan Terbatas berdasarkan pada jumlah saham yang dimiliki tanpa melibatkan harta pribadi atau perseorangan yang ada di dalamnya. Kekuasaan tertinggi dalam PT dipegang oleh Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) dan setiap pemegang saham memiliki hak saham yang dimiliki dan apabila seorang pemegang saham tidak dapat hadir dalam rapat umum, maka hak suaranya akan diserahkan kepada orang lain.

Bentuk perusahaan yang direncanakan pada Perancangan Pabrik *ferrous sulfate heptahydrate*:

Bentuk : Perseroan Terbatas (PT) dengan status perusahaan terbuka (Tbk.)

Lapangan Usaha : Industri *Ferrous Sulphate Heptahydrate*

Lokasi Perusahaan : Kawasan Industri Krakatau Cilegon, Banten

Hal-hal yang mendasari dari pemilihan tersebut, antara lain:

1. Mudah untuk mendapatkan modal dengan menjual saham perusahaan. Karena menurut pasal 31 ayat (1) UU No. 40 Tahun 2007 tentang Perseroan Terbatas (UUPT) telah disebutkan bahwa modal PT terdiri dari seluruh nilai nominal saham.
2. Perusahaan Terbatas (PT) merupakan salah satu perusahaan yang berbentuk badan hukum sehingga perlindungannya dijamin negara lebih optimal dibanding bentuk yang lain.
3. Pertanggung jawaban bersifat terbatas, maksudnya pemilik perusahaan atau pemegang saham hanya bertanggung jawab sebatas modal atau saham di perusahaan tersebut.
4. Adanya pemisahan peran dari masing-masing organ perusahaan. Pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta stafnya yang diawasi dewan komisaris.

5. Kelangsungan dari perusahaan lebih terjamin karena tidak dipengaruhi oleh adanya pemberhentian dari direksi, staff atau karyawan perusahaan juga tidak dipengaruhi oleh berhentinya pemegang saham.
6. Manajemen dari perusahaan dalam hal pemilihan dewan komisaris maupun direktur utama dapat diatur oleh para pemegang saham sehingga dapat dipilih kandidat yang dirasa cukup cakap dan berpengalaman dalam bidangnya.
7. Mudah mendapat kredit bank dengan jaminan perusahaan yang sudah ada.

Menurut (Siagian, 2011), ciri dari Perusahaan Terbatas (PT), antara lain:

1. Perseroan Terbatas didirikan dengan akta dari notaris dengan berdasarkan Kitab Undang- Undang Hukum Dagang.
2. Besarnya modal PT ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham-sahamnya.
3. Pemilik perusahaan adalah para pemegang saham.
4. Perseroan Terbatas (PT) dipimpin oleh suatu direksi yang terdiri dari para pemegang saham.
5. Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada direksi dengan memperhatikan hukum-hukum perburuhan.

5.2 Struktur Organisasi

Struktur organisasi adalah suatu mekanisme formal yang dapat mendikte struktur dan bentuk suatu organisasi serta pola hubungan antar fungsi atau antara satu departemen dengan departemen yang lainnya (Siagian, 2011).

Penggambaran struktur organisasi biasanya ditunjukkan dalam bentuk bagan bersifat statis yang terdiri dari kotak-kotak aktivitas atau kotak-kotak jabatan dan garis tata hubungan. Sifat statis dari struktur organisasi memiliki pembahasan merupakan suatu wadah yang berarti:

1. Bahwa struktur organisasi, disisi lain, dipandang sebagai jaringan formal hubungan bisnis yang ditemukan dalam pekerjaan setiap orang dan dalam “kelompok” kerja.

2. Struktur organisasi dipandang merupakan rangkaian hierarki kedudukan dan jabatan yang dapat menjelaskan garis wewenang, tanggung jawab, dan pertanggungjawaban.
3. Struktur organisasi sebagai sarana untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan dengan menarik garis komunikasi dan koordinasi untuk meningkatkan efisiensi, efektivitas dan produktivitas.

Dalam membuat suatu struktur organisasi perlu meliputi pembangunan struktur, bahan atau manusia dari suatu perusahaan. Melalui penggambaran tersebut, dapat menunjukkan pencapaian sasaran dari suatu perusahaan adalah dengan menentukan pekerjaan yang berbeda-beda mulai dari level yang rendah sampai level yang paling tinggi.

Beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pembagian kerja, antara lain:

1. Sifat pekerjaan
2. Personalia yang tersedia
3. Efisiensi

Macam-macam struktur organisasi, yaitu:

a. Struktur organisasi lini

Dalam struktur ini, setidaknya terdapat 3 fungsi dasar, antara lain: produksi, pemasaran dan keuangan. Susunan dari fungsi ini di dalam suatu organisasi dimana rantai perintah jelas dan mengalir ke bawah melalui tingkatan-tingkatan manajerial. Individu-individu dalam departemen melaksanakan kegiatan utama perusahaan. Setiap orang mempunyai hubungan pelaporan hanya kepada satu atasan, sehingga ada kesatuan perintah.

b. Struktur organisasi fungsional

Staf fungsional memiliki hubungan terkuat dengan saluran ini. Jika dilimpahkan wewenang fungsional oleh manajemen puncak, maka seorang staf fungsional mempunyai hak memerintah satuan lini sesuai kegiatan fungsional.

c. Struktur line and staff

Staff adalah individual atau kelompok dalam struktur organisasi yang fungsi utamanya memberikan sarana pelayanan kepada fungsi lini. Sehingga, secara tidak langsung *staff* terlibat dalam kegiatan utama organisasi, dan juga posisi *staff*

ditambahkan untuk memberikan saran serta pelayanan dari departemen lini dalam membantu mencapai tujuan organisasi yang lebih efektif.

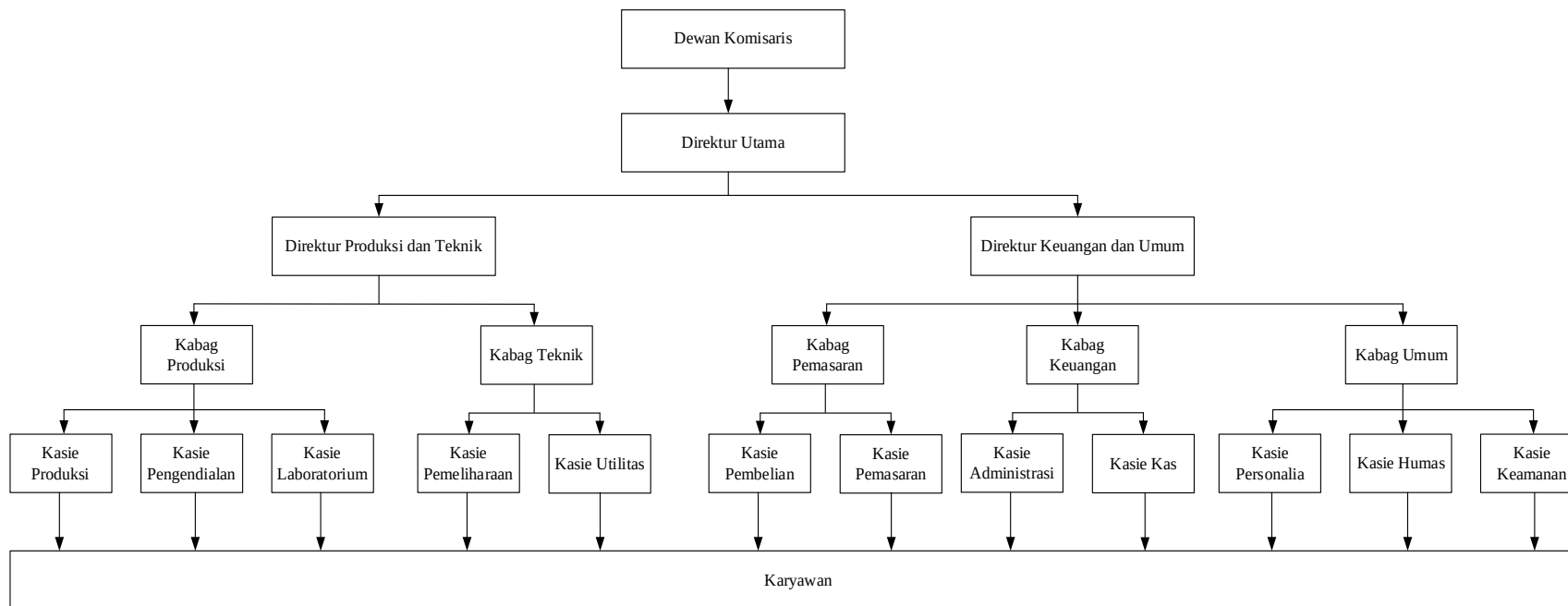
Jika dilihat dari macam struktur organisasi, maka struktur organisasi yang paling tepat untuk digunakan adalah sistem *line and staff*. Sistem ini, membagi garis kekuasaan menjadi lebih sederhana dan praktis yaitu seorang karyawan hanya akan bertanggung jawab kepada seorang atasan saja.

Kelebihan dari struktur organisasi *line and staff* adalah:

- Pembagian tugas jelas antara kelompok lini (yang melaksanakan tugas pokok) dan kelompok staff (yang melaksanakan tugas penunjang)
- Bakat yang berbeda-beda dari anggota organisasi dapat berkembang menjadi spesialisasi
- Koordinasi mudah dilakukan dalam setiap kelompok kerja golongan karyawan
- Penerapan prinsip *the right man on the right place doing the right job on the right time* mudah dijalankan.
- Disiplin dengan moral tinggi karena tugas yang dijalankan sesuai dengan bakat, pendidikan dan pengalaman.

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan dalam pelaksanaan tugas sehari-hari diwakili oleh Dewan Komisaris. Sedangkan tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama dan dibantu oleh Direktur Produksi, Direktur Teknik, serta Direktur Keuangan dan Umum. Direktur Produksi dan Teknik membawahi bidang Teknik dan Produksi sedangkan Direktur Keuangan dan Umum membidangi kelancaran pelayanan.

Direktur membawahi beberapa kepala bagian yang akan bertanggung jawab membawahi bagian dalam perusahaan, sebagai bagian dari pendelegasian wewenang dan tanggung jawab. Masing-masing kepala bagian akan membawahi beberapa seksi dan masing-masing seksi akan membawahi dan mengawasi para karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan akan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang dipimpin oleh masing-masing kepala regu, dimana setiap kepala regu bertanggung jawab kepada kepala pengawas masing-masing seksi. Struktur organisasi pabrik *Ferrous Sulfate Heptahydrate* dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Struktur Organisasi Pabrik

5.3 Tugas dan Wewenang

5.3.1 Pemegang Saham

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan jalannya operasi perusahaan. Para pemegang saham adalah pemilik perusahaan. Kekuasaan tertinggi pada Perseroan Terbatas berada pada Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Rapat Umum Pemegang Saham biasanya dilakukan setahun sekali. Pada Rapat Umum tersebut, para pemegang saham:

1. Mengangkat dan memberhentikan dewan komisaris
2. Mengangkat dan memberhentikan dewan direksi
3. Mengesahkan hasil – hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan.

5.3.2 Dewan Komisaris

Dewan komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari pemilik saham, sehingga Dewan Komisaris akan bertanggung jawab kepada pemilik saham. Dewan komisaris mempunyai tugas dan wewenang sebagai berikut:

1. Menilai rencana direksi tentang kebijaksanaan perusahaan secara umum dan memutuskan pertimbangan terhadap rencana tersebut.
2. Menetapkan kebijaksanaan sesuai dengan kebijaksanaan pemerintah
3. Mengangkat serta memberhentikan serta melakukan pengawasan terhadap direksi
4. Mempertanggungjawabkan perusahaan kepada pemegang saham.

5.3.3 Dewan Direksi

1. Direktur Utama

Direktur Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur Utama bertanggung jawab kepada dewan komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Direktur Keuangan dan Umum serta Direktur Produksi dan Teknik.

Tugas direktur utama antara lain:

1. Melaksanakan kebijakan perusahaan dan mempertanggungjawabkan kepada pemegang saham dalam Rapat Umum Pemegang Saham
 2. Menjaga kestabilan organisasi dan membuat kontinuitas hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen, dan karyawan.
 3. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan Rapat Umum Pemegang Saham
 4. Mengkoordinir kerjasama dengan Direktur Keuangan dan Umum serta Direktur Produksi dan Teknik.
2. Direktur

Secara umum tugas direktur adalah mengkoordinasikan, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan pada bagiannya masing-masing sesuai dengan garis-garis yang telah diberikan oleh pimpinan perusahaan. Direktur bertanggung jawab kepada Direktur Utama. Direktur terdiri dari Direktur Produksi dan Teknik, Direktur Keuangan dan Umum.

Tugas Direktur Produksi dan Teknik antara lain:

1. Bertanggung jawab kepada direktur utama dalam bidang produksi dan teknik dan pemasaran.
2. Mengkoordinir, mengatur serta mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala bagian yang menjadi bawahannya.
3. Berusaha agar jumlah produksi sesuai dengan rencana yang telah ditentukan

Tugas dan wewenang direktur keuangan dan umum antara lain:

1. Bertanggung jawab kepada direktur utama dalam bidang keuangan dan pelayanan umum
2. Mengkoordinir, mengatur serta mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

5.3.4 Kepala Bagian

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian ini bertanggung jawab kepada manager. Kepala bagian terdiri dari:

1. Kepala Bagian Produksi

Bertanggung jawab kepada Manager dalam bidang mutu dan kelancaran produksi. Kepala bagian produksi membawahi:

- Seksi Proses
- Seksi Pengendalian
- Seksi Laboratorium

Tugas Seksi Proses antara lain:

- Mengawasi jalannya proses dan produksi
- Menjalankan tindakan seperlunya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan, sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang.

Tugas Seksi Pengendalian antara lain:

- Menangani hal – hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada

Tugas seksi laboratorium antara lain :

- Mengawasi dan menganalisis mutu bahan baku dan bahan pembantu
- Mengawasi dan menganalisis mutu produksi
- Mengawasi hal-hal yang berhubungan dengan buangan pabrik
- Membuat laporan berkala kepada Kepala Bagian Produksi.

2. Kepala Bagian Teknik

Kepala Bagian Teknik antara lain bertanggung jawab kepada Manager dalam bidang peralatan, proses dan utilitas, serta bertugas mengkoordinir kepala – kepala seksi yang menjadi bawahannya

Kepala bagian teknik membawahi:

- Seksi pemeliharaan
- Seksi utilitas.

Tugas Seksi Pemeliharaan antara lain:

- Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik
- Memperbaiki kerusakan peralatan pabrik

Tugas Seksi Utilitas antara lain:

Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, kebutuhan air, uap air, listrik, dan lain-lain.

3. Kepala Bagian Pemasaran

Kepala Bagian Pemasaran bertanggung jawab kepada Manager dalam bidang penyediaan bahan baku dan pemasaran hasil produksi.

Kepala Bagian Pemasaran membawahi:

- Seksi pembelian
- Seksi pemasaran

Tugas seksi pembelian antara lain:

- Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan
- Mengetahui harga pasaran dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dari alat dan gudang.

Tugas seksi pemasaran antara lain:

- Merencanakan strategi penjualan hasil produksi
- Mengatur distribusi hasil produksi dari gudang

4. Kepala Bagian Keuangan

Kepala bagian keuangan bertanggung jawab kepada Manager dalam bidang administrasi dan keuangan.

Kepala Bagian Keuangan membawahi:

- Seksi Administrasi

Tugas Seksi Administrasi:

- Menyelenggarakan pencatatan hutang piutang, administrasi persediaan kantor, pembukuan serta masalah perpajakan.

- Seksi Kas

Tugas Seksi Kas:

- Menghitung penggunaan uang perusahaan, mengamankan uang dan membuat anggaran keuangan masa depan
- Mengadakan perhitungan tentang gaji dan insentif karyawan.

5. Kepala Bagian Umum

Kepala Bagian Umum bertanggung jawab kepada Manager dalam bidang personalia, hubungan dengan masyarakat dan keamanan.

Kepala Bagian Umum membawahi:

- Seksi Personalia

Tugas Seksi Personalia antara lain:

- Merekrut dan membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja, pekerjaannya serta lingkungannya agar tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya.
 - Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang tenang dan dinamis.
 - Membina karir para karyawan dan melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.
- Seksi Hubungan Masyarakat (Humas)

Tugas Seksi Humas antara lain:

- Mengatur hubungan perusahaan dengan masyarakat diluar lingkungan perusahaan.
- Seksi Keamanan.

Tugas Seksi Keamanan:

- Menjaga bangunan dan fasilitas perusahaan
- Mengawasi keluar masuknya orang-orang baik karyawan maupun bukan di lingkungan pabrik.
- Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan

6. Kepala Seksi (Supervisor)

Kepala Seksi adalah pelaksana pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh Kepala Bagian masing-masing agar diperoleh hasil yang maksimum dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Setiap Kepala Seksi bertanggung jawab kepada Kepala Bagian masing-masing sesuai dengan seksinya.

7. Kepala Regu (Foreman)

Bertanggung jawab kepada kepala seksi atas pelaksanaan tugas pada regu yang diembannya dan melakukan koordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan operator yang menjadi bawahannya.

5.4 Kebutuhan Karyawan dan Sistem Pengupahan

Pada pabrik ini sistem upah karyawan berbeda-beda tergantung pada status, kedudukan, tanggung jawab, dan keahlian. Berdasarkan status, karyawan dapat dibagi menjadi 3 golongan: karyawan tetap, harian dan borongan.

1. Karyawan Tetap

Merupakan karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian, dan masa kerjanya.

2. Karyawan Harian

Merupakan karyawan yang diangkat dan diberhentikan direksi tanpa SK direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap akhir pekan.

3. Karyawan Borongan

Merupakan karyawan yang digunakan oleh pabrik bila diperlukan saja. Karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan.

Pabrik Ferrous Sulfate Heptahydrate direncanakan beroperasi 330 hari dalam satu tahun dan proses produksi berlangsung 24 jam/hari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perawatan, perbaikan dan shutdown. Sedangkan pembagian jam kerja karyawan digolongkan dalam dua golongan: karyawan shift dan non shift.

5.4.1 Pembagian Jam Kerja

Pabrik *ferrous sulfate heptahydrate* direncanakan beroperasi selama 330 hari dalam satu tahun dan 24 jam per hari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perbaikan, perawatan dan shut down. Pembagian jam kerja digolongkan dalam 2 golongan:

1. Karyawan non-shift

Karyawan non shift adalah karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk karyawan non shift adalah Direktur, Kepala Bagian, Kepala Seksi serta bawahan yang berada di kantor. Karyawan non shift akan bekerja selama lima hari dalam satu minggu dengan pembagian kerja sebagai berikut:

Hari Senin – Jumat	: 08.00 – 16.00 WIB
dengan jam istirahat	: 12.00 – 13.00 WIB

Hari Senin – Kamis : 12.00 – 13.00 WIB

Hari Jumat : 11.00 – 13.00 WIB

2. Karyawan shift

Karyawan shift adalah karyawan yang langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan keamanan dan kelancaran proses produksi. Yang termasuk karyawan shift adalah operator produksi, bagian laboratorium, bagian keamanan pabrik, sebagian dari bagian pemeliharaan, dan bagian gudang dan bagian – bagian lain yang harus selalu siaga untuk menjaga keselamatan dan keamanan pabrik.

Para karyawan shift bekerja secara bergantian sehari semalam dan dibagi menjadi tiga shift, dengan pengaturan sebagai berikut:

Shift Pagi (A) : jam 07.00 – 15.00 WIB

Shift Siang (B) : jam 15.00 – 23.00 WIB

Shift Malam (C) : jam 23.00 – 07.00 WIB

Untuk karyawan shift ini, dibagi dalam 4 regu, dimana 3 regu bekerja dan 1 regu istirahat dan dilaksanakan secara bergantian. Tiap regu mendapat giliran 3 hari kerja dan 1 hari libur tiap – tiap shift dan masuk lagi untuk shift berikutnya. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan oleh pemerintah, maka regu yang masuk tetap masuk kerja.

Untuk kelancaran produksi dari suatu pabrik sangat dipengaruhi oleh faktor kedisiplinan karyawannya. Untuk itu kepada seluruh karyawan diberlakukan absensi dan masalah absensi ini sebagai pertimbangan pengembangan karier para karyawan dalam perusahaan. Untuk jadwal kerja masing-masing regu dapat terlihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Jadwal kerja masing-masing regu

Hari	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Regu 1	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P
Regu 2	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L
Regu 3	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S

Regu 4	L	P	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M
Hari	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Regu 1	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	S
Regu 2	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	M
Regu 3	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L
Regu 4	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	P

Keterangan

P : Shift pagi

S : Shift siang

M : Shift malam

L : Libur

5.4.2 Perincian Jumlah Karyawan

Penentuan jumlah karyawan harus disesuaikan secara tepat sehingga semua pekerjaan yang ada dapat diselesaikan dengan baik dan efisien. Dengan melihat jenis proses ataupun jumlah unit proses yang ada. Penentuan jumlah karyawan proses dapat digambarkan pada Tabel 5.2, Tabel 5.3 dan Tabel 5.4.

Tabel 5.2 Perincian Jumlah Karyawan Produksi

No	Nama Alat	Jumlah	Operator per unit per shift	Orang per shift
1	Tangki Penyimpanan	3	0,2	0,6
2	Pompa	6	0,2	1,2
3	<i>Belt Conveyor</i>	2	0,2	0,4
4	<i>Bucket Elevator</i>	2	0,2	0,4
5	Reaktor	1	0,5	0,5
6	Evaporator	1	0,3	0,3
7	<i>Crystalizer</i>	1	0,5	0,5
8	<i>Screw Conveyor</i>	1	0,2	0,2
9	<i>Sand Filter</i>	1	0,2	0,2

10	<i>Heat Exchanger</i>	1	0,2	0,2
11	<i>Baromatic Exchanger</i>	1	0,2	0,2
12	<i>Centrifuge</i>	1	0,1	0,1
13	<i>Rotary Drayer</i>	1	0,5	0,5
14	Silo	1	0,1	0,1
15	<i>Blower</i>	1	0,1	0,1
16	Filter Udara	1	0,1	0,1
Jumlah Karyawan proses tiap shift (Orang)				5,6

Jadi, jumlah karyawan produksi = jumlah shift × jumlah karyawan
= 4 × 6
= 24 orang

Tabel 5.3 Jumlah Karyawan Utilitas

No	Nama Unit	Jumlah	Orang/Alat/Shift	Orang/Shift
1	Pengadaan Air			
	- Air hydrant	1	0,5	0,5
	- Umpan boiler	1	0,3	0,3
	- Air Pendingin	1	0,3	0,3
	- Air sanitasi	1	0,1	0,1
2	Pengadaan Steam	1	2	2
3	Pengadaan Tenaga Listrik			
	- Terminal PLN	1	0,5	0,5
	- Generator	1	1	1
4	Pengadaan udara tekan	1	1	1
5	Pengadaan bahan bakar	1	0,5	0,5
Jumlah Karyawan Utilitas Tiap Shift				6

Jadi, jumlah karyawan utilitas = jumlah shift × jumlah karyawan
= 4 × 6
= 24 orang

Tabel 5.4 Jumlah Karyawan HSE Lingkungan, Lab Analisis, dan *Maintenance*

No.	Nama Alat	Jumlah Alat	Orang / Alat / Shift	Orang / Shift
1	Pengolahan Limbah, HSE	1	1	1,0
2	<i>Maintenance</i>	1	1	1,0
Jumlah Karyawan Proses Tiap Shift				2

Jadi, jumlah karyawan utilitas = jumlah shift × jumlah karyawan
= 4 × 2
= 8 orang

Sehingga total seluruh karyawan operator lapangan = 24 + 24 + 8
= 56 orang

5.5 Jumlah Karyawan dan Gaji Karyawan

5.5.1 Jumlah Karyawan Total

Tabel 5.5 Perincian Jumlah Karyawan Total

Jabatan	Jumlah (Orang)
Dewan Komisaris	1
Direktur Utama	1
Direktur Produksi dan Teknik	1
Direktur Keuangan dan Pemasaran	1
Staff Ahli	2
Sekretaris	3
Kepala Bagian Produksi dan Teknik	7
Kepala Bagian Pemasaran dan Keuangan	6
Kepala Umum	1
Kepala Shift Proses	6
Karyawan Shift Proses	24
Karyawan Utilitas	24
Karyawan Laboratorium dan Kalibrasi	7
Karyawan K3	4
Karyawan HSE, Pemeliharaan dan pengolahan Limbah	8

Karyawan Product development	4
Karyawan Pengendalian Proses	4
Karyawan Pemasaran	3
Karyawan Keuangan	3
Karyawan Pembelian	3
Karyawan Personalia	3
Karyawan Logistik	3
Karyawan Humas	3
Karyawan Dokter	2
Karyawan Tenaga Medis	3
Supir	5
Cleaning Service	5
Karyawan Keamanan	5
Jumlah	141

5.5.2 Penggolongan Gaji Menurut Jabatan

Tabel 5.6 Penggolongan Gaji Sesuai Jabatan

Jabatan	Jumlah	Gaji/Bulan (Rp)	Pengeluaran (Rp/tahun)
Dewan Komisaris	1	40.000.000	480.000.000
Direktur Utama	1	45.000.000	540.000.000
Direktur Produksi dan Teknik	1	30.000.000	360.000.000
Direktur Keuangan dan Pemasaran	1	30.000.000	360.000.000
Staff Ahli	2	35.000.000	840.000.000
Sekretaris	3	7.000.000	252.000.000
Kepala Bagian Produksi dan Teknik	7	20.000.000	1.680.000.000
Kepala Bagian Pemasaran dan Keuangan	6	20.000.000	1.440.000.000
Kepala Umum	1	20.000.000	240.000.000

Kepala Shift Proses	6	15.000.000	1.080.000.000
Karyawan Shift Proses	24	8.000.000	2.304.000.000
Karyawan Utilitas	24	7.500.000	2.160.000.000
Karyawan Laboratorium dan Kalibrasi	7	7.500.000	630.000.000
Karyawan K3	4	7.500.000	360.000.000
Karyawan HSE, Pemeliharaan dan Pengolahan Limbah	8	7.500.000	720.000.000
Karyawan Product development	4	7.500.000	360.000.000
Karyawan Pengendalian Proses	4	7.500.000	360.000.000
Karyawan Pemasaran	3	6.500.000	234.000.000
Karyawan Keuangan	3	6.500.000	234.000.000
Karyawan Pembelian	3	6.500.000	234.000.000
Karyawan Personalia	3	6.500.000	234.000.000
Karyawan Logistik	3	6.500.000	234.000.000
Karyawan Humas	3	6.500.000	234.000.000
Karyawan Dokter	2	8.000.000	192.000.000
Karyawan Tenaga Medis	3	5.000.000	180.000.000
Supir	5	4.400.000	264.000.000
Cleaning Service	5	4.400.000	264.000.000
Karyawan Keamanan	5	4.400.000	264.000.000
Total			16.254.000.000

5.6 Kesejahteraan Karyawan

Salah satu faktor yang berperan dalam meningkatkan efektifitas kerja adalah kesejahteraan karyawan. Untuk meningkatkan kesejahteraan karyawan memberikan insentif dan beberapa fasilitas berupa:

1. Tunjangan

- a. Tunjangan berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan.
- b. Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang oleh karyawan
- c. Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja diluar jam kerja.
- d. Tunjangan ini besarnya ditentukan berdasarkan jumlah jam kerja lembur
- e. Tunjangan isteri dan anak diberikan kepada karyawan yang sudah berkeluarga
- f. Tunjangan rumah sakit dan kematian diberikan kepada karyawan ketika sewaktu- waktu terjadi musibah atau hal yang tidak diinginkan.

2. Cuti

Cuti kerja merupakan yang penting untuk memberi waktu istirahat atau berhenti sementara dari pekerjaan karena suatu hal penting atau mendesak. Contohnya seperti hamil, cuti sakit, ataupun cuti untuk masalah penting pribadi. Oleh karena itu perusahaan mengatur cuti pada setiap karyawan untuk membantu karyawan dalam menyeimbangkan antara kehidupan dan pekerjaan. Menurut UU 13 Tahun 2003 tentang ketenagakerjaan mengatur tentang ketentuan cuti, yang meliputi: cuti tahunan, cuti sakit, cuti besar, cuti bersama, cuti hamil, dan cuti penting.

a. Cuti Tahunan

Berdasarkan pasal 79 ayat 2 menyatakan bahwa cuti tahunan diberikan kepada pekerja/buruh yang telah bekerja selama 12 (dua belas) bulan secara terus menerus. Lama cuti tahunan ini minimal 12 (dua belas) hari kerja. Namun begitu, perusahaan dapat menetapkan cuti di atas angka tersebut jika memang ada penyesuaian atas jabatan atau beban kerja. Dalam masa cuti tahunan tersebut, karyawan berhak mendapatkan upah penuh, sebagaimana pada pasal 84.

b. Cuti Besar

Jika ada karyawan yang telah bekerja selama bertahun-tahun, maka perusahaan dianjurkan memberikan cuti besar. Pada pasal 79 ayat 2 (d), disebutkan bahwa hak

pekerja/buruh, yaitu istirahat panjang sekurang-kurangnya 2 bulan dan dilaksanakan pada tahun ketujuh dan kedelapan masing-masing 1 bulan bagi pekerja/buruh yang telah bekerja selama 6 tahun secara terus menerus pada perusahaan yang sama dengan ketentuan pekerja/buruh tersebut tidak berhak lagi atas istirahat tahunannya dalam 2 tahun berjalan dan selanjutnya berlaku untuk setiap kelipatan masa kerja 6 tahun.

c. Cuti Sakit

Untuk cuti sakit, pekerja/buruh yang tidak dapat melanjutkan pekerjaan diperbolehkan mengambil waktu istirahat sesuai jumlah hari yang disarankan oleh dokter. Hal ini diatur pada pasal 93 ayat 2 dan pasal 81.

d. Cuti Bersama

Surat Edaran Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor SE.302/MEN/SJ-HK/XII/2010 tahun 2010 tentang pelaksanaan cuti bersama di sektor swasta, mengatur tentang cuti bersama yang umumnya ditetapkan menjelang hari raya besar keagamaan atau hari besar nasional. Menurut aturan, jika karyawan mengambil libur pada hari cuti bersama, maka cuti tahunannya akan berkurang.

e. Cuti Hamil

Pada pasal 82, diatur bahwa karyawan memperoleh hak istirahat selama 1,5 bulan sebelum dan 1,5 bulan setelah melahirkan menurut perhitungan dokter kandungan atau bidan. Akan tetapi, perusahaan dan karyawan dapat bernegosiasi tentang pemberian cuti melahirkan dan cuti menyusui, selama waktunya sekitar 3 bulan. Jika karyawan mengalami keguguran, ia diizinkan mendapatkan cuti selama 1,5 bulan.

f. Cuti Penting

Pasal 93 ayat 2 dan 4 menyebutkan tentang hak cuti karena alasan penting bagi pekerja/buruh, dengan ketentuan berikut:

- Pekerja/buruh menikah: 3 hari.
- Menikahkan anaknya: 2 hari.
- Mengkhitan anaknya : 2 hari.
- Membaptiskan anaknya: 2 hari.

- Isteri melahirkan atau keguguran kandungan: 2 hari.
- Suami/isteri, orang tua/mertua atau anak atau menantu meninggal dunia: 2 hari.
- Anggota keluarga dalam satu rumah meninggal dunia: 1 hari.

3. Pakaian Kerja

Untuk menghindari kesenjangan antar karyawan, perusahaan memberikan 3 (tiga) pasang pakaian kerja setiap tahun, selain itu disediakan masker sebagai alat pengaman dalam bekerja.

4. Pengobatan

- a. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit akibat kecelakaan kerja biaya pengobatan akan ditanggung oleh perusahaan sesuai dengan undang-undang yang berlaku.
- b. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang tidak disebabkan karena kecelakaan kerja diatur berdasarkan kebijaksanaan perusahaan

5. Asuransi Tenaga Kerja (ASTEK)

Karyawan yang bekerja di perusahaan didaftarkan sebagai anggota Asuransi Jaminan Sosial Tenaga Kerja (BPJS Ketenagakerjaan).

6. Fasilitas Poliklinik

Untuk meningkatkan efisiensi produksi, faktor kesehatan karyawan merupakan hal yang sangat penting. Oleh karena itu perusahaan menyediakan fasilitas Poliklinik yang ditangani oleh dokter dan perawat.

7. Fasilitas Transportasi

Perusahaan memberikan fasilitas transportasi berupa mobil beserta supir untuk kegiatan operasional bagi beberapa karyawan sesuai dengan jabatannya.

8. Fasilitas Koperasi

Koperasi karyawan diberikan dengan tujuan untuk meningkatkan kesejahteraan karyawan dan memenuhi kebutuhan sehari-hari karyawan serta memberikan fasilitas simpan-pinjam bagi karyawan.

9. Fasilitas Kantin

Kantin disediakan untuk memenuhi kebutuhan makan bagi para karyawan.

10. Fasilitas Peribadatan

Perusahaan menyediakan tempat ibadah agar karyawan dapat menjalankan kewajiban rohaninya dan melaksanakan aktivitas keagamaan lainnya.

11. Fasilitas Penunjang Lain

- Tunjangan Hari Raya (THR) untuk semua karyawan. Tunjangan ini diberikan setiap tahun yaitu menjelang hari raya Idul Fitri dan besarnya tunjangan tersebut sesuai dengan golongan jabatan pekerja.
- Tunjangan Kematian
- Tunjangan Hari Tua yang dibayarkan sekaligus
- Tunjangan Perjalanan Dinas

12. Peralatan *Safety*

Keselamatan kerja merupakan hal penting dari perlindungan tenaga kerja yang berkaitan dengan alat kerja, mesin, bahan dan proses pengolahan, tempat kerja dan lingkungannya serta cara pengerjaannya. Untuk pelaksanaan program keselamatan kerja, disediakan perlengkapan pakaian seragam kerja untuk tiap-tiap karyawan. Selain itu, perusahaan juga menyediakan alat - alat pelindung diri yang disesuaikan dengan kondisi dan jenis pekerjaan. Peralatan safety (Safety Equipment) harus dipakai oleh setiap karyawan yang berada dan bekerja di plant atau daerah proses produksi. Perlengkapan safety yang harus dipakai:

1. Sepatu safety
2. *Safety Goggle* (kacamata safety)
3. *Ear muff/Ear plug*, yaitu penutup telinga yang dipakai untuk mengurangi suara bising dari mesin.
4. *Safety Helmet*, yaitu alat pelindung kepala.
5. Masker, yaitu penutup hidung dan mulut untuk menyaring udara yang dihisap.
6. Breathing apparatus, yaitu alat bantu pernafasan dimana dipakai jika udara sekeliling kotor sekali atau beracun

5.7 ***Corporate Social Responsibility (CSR)***

5.7.1 **Dasar Pelaksanaan dan Kebijakan Program CSR**

Pelaksanaan Program CSR Perseroan berpegang teguh pada:

1. Undang-Undang No. 40 Tahun 2007 tentang Perseroan Terbatas.

2. Peraturan Pemerintah No. 47 Tahun 2012 Tentang Tanggung Jawab Sosial dan Lingkungan;
3. Social Responsibility. Discovering ISO 2600

5.7.2 Pengertian *Corporate Social Responsibility* (CSR)

Corporate Social Responsibility atau sering disebut CSR adalah suatu konsep atau tindakan yang dilakukan perusahaan sebagai rasa tanggung jawab perusahaan terhadap sosial dan lingkungan sekitar perusahaan tersebut. CSR sudah bermunculan di Indonesia seiring disahkannya UU No.40 Tahun 2007 tentang Perseroan Terbatas (PT), dan UU No.25 Tahun 2007 tentang Penanaman Modal, yang intinya suatu PT atau penanam modal wajib melaksanakan tanggung jawab sosial dan lingkungan. CSR dapat menjamin keberlanjutan bisnis yang dilakukan karena menurunnya gangguan sosial yang sering terjadi akibat pencemaran lingkungan, dapat menambah dukungan atau pembelaan masyarakat setempat, terjaminnya pasokan bahan baku secara berkelanjutan untuk jangka panjang. Adapun beberapa manfaat CSR sebagai berikut.

Bagi masyarakat :

1. Meningkatnya kesejahteraan masyarakat sekitar dan kelestarian lingkungan.
2. Adanya beasiswa untuk anak tidak mampu di daerah tersebut.
3. Meningkatnya pemeliharaan fasilitas umum.
4. Adanya pembangunan fasilitas masyarakat yang bersifat sosial dan berguna untuk masyarakat sekitar perusahaan.

Bagi perusahaan :

1. Meningkatkan citra perusahaan.
2. Membedakan perusahaan tersebut dengan perusahaan lain
3. Memberikan inovasi bagi perusahaan.

CSR sangat bermanfaat bagi masyarakat dan perusahaan, untuk itu pabrik Butil Asetat ini juga melakukan program – program sebagai bentuk tanggung jawab terhadap sosial dan lingkungan sekitar. Program – program CSR yang akan dilaksanakan antara lain:

- Community Relation

Kegiatan ini menyangkut pengembangan kesepahaman melalui komunikasi dan informasi kepada masyarakat sekitar, seperti sosialisasi manfaat dan bahaya dari Butil Asetat, sosialisasi mengenai pengolahan limbah, dan kegiatan – kegiatan yang serupa untuk menjaga komunikasi dan hubungan yang baik dengan masyarakat dan pihak terkait.

- Community Services

Kegiatan memberikan bantuan pelayanan masyarakat atau kepentingan umum, kegiatan ini seperti memberi bantuan atau sumbangan bagi korban bencana alam, bantuan membangun atau memperbaiki sarana dan fasilitas umum, bantuan sarana air bersih, poliklinik gratis, dan kegiatan – kegiatan lain.

- Community Empowering

Kegiatan memberikan bantuan akses yang lebih luas pada masyarakat untuk menunjang kemandiriannya, seperti bantuan produksi dan pengembangan pakan ikan, pelatihan budi daya tanaman organik, pengembangan pola tanam padi, pelatihan manajemen pemasaran dan keuangan bagi masyarakat yang membutuhkan.

Adanya CSR, perusahaan dapat memberikan timbal balik kepada masyarakat dan lingkungan, dan juga dapat menjaga hubungan baik dengan masyarakat maupun dengan perusahaan-perusahaan lain untuk menjalin kerjasama yang baik.

5.7.3 Kebijakan CSR pada Pabrik *Ferrous Sulfate Heptahydrate*

Perusahaan telah menetapkan aneka kebijakan sebagai petunjuk dalam melaksanakan aktivitas operasi. Kebijakan tersebut menitik beratkan kepada pengelolaan lingkungan hidup, praktik ketenagakerjaan yang layak, pelayanan pelanggan terbaik melalui produk efisiensi operasional dan konsep berkualitas, serta pengembangan sosial kemasyarakatan yang berkesinambungan. Sebagai landasan dalam mengimplementasikan program CSR, Pabrik menerapkan kebijakan sebagai berikut:

1. Sumber Daya Berkelanjutan

Mengusahakan pemakaian sumber daya yang berkelanjutan dengan memaksimalkan efisiensi operasional dan konservasi sumber daya alam.

2. Pencemaran

Meningkatkan kinerja lingkungan dengan mencegah dan meminimalkan dampak negatif dari operasional perseroan, serta secara efisien mengelola sampah dan mempromosikan 3R (reduce, reuse, recycle).

3. Pelatihan tanggap darurat dan keselamatan kerja

Memberikan pelatihan tanggap darurat dan keselamatan kerja kepada karyawan guna menghilangkan bahaya keselamatan dan kesehatan untuk mencegah cedera, penyakit akibat kerja dan kematian.

4. Penilaian Resiko

Mengelola risiko potensial terhadap kesehatan, lingkungan, keselamatan dan integrasi produk.

5. Pengembangan Sosial Kemasyarakatan

Melakukan pembinaan dalam upaya peningkatan taraf hidup dan kesejahteraan masyarakat melalui bantuan, penyuluhan dan sosialisasi berkelanjutan.

6. Kepuasan Pelanggan

Memenuhi dan melampaui kebutuhan dan harapan pelanggan dengan melakukan tindakan responsif terhadap keluhan dan ketidaksesuaian, serta mempertahankan komunikasi yang aktif terhadap pelanggan dan mitra dalam rantai pasok.

BAB VI

TROUBLESHOOTING

Troubleshooting industri adalah proses sistematis untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan memperbaiki permasalahan yang terjadi pada peralatan, sistem, atau proses produksi di lingkungan industri. Proses ini biasanya dimulai dengan pengumpulan data terkait gejala masalah, riwayat operasi, dan kondisi lingkungan kerja. Dalam pelaksanaannya, troubleshooting memerlukan pemahaman mendalam tentang prinsip kerja mesin, parameter proses, serta prosedur keselamatan kerja, agar penanganan tidak menimbulkan risiko tambahan terhadap pekerja maupun kualitas produk. Pendekatan yang tepat tidak hanya menyelesaikan masalah sementara, tetapi juga mencegah terulangnya gangguan serupa di masa depan melalui perawatan preventif dan perbaikan desain proses.

Quantitative Risk Analysis (QRA) adalah suatu metode yang bertujuan untuk mengembangkan dan memahami estimasi nilai risiko yang terkait dengan fasilitas atau operasi (Arendt & Lorenzo, 2010). QRA menurut (Hatono et al., 2019) adalah metode yang efektif bila digunakan untuk menganalisis proses desain karakteristik yang telah ditetapkan, seperti P&ID atau PFD yang tersedia, reaksi kimia, maupun unit operasi lainnya yang diketahui serta strategi pengendalian proses nya.

Salah satu tool yang digunakan untuk menganalisa risiko dan mengurangi potensi bahaya adalah menggunakan metode *Hazard and Operability* (HAZOP) Study yang biasa digunakan untuk menganalisa bahaya (*hazard*) pada suatu sistem. HAZOP digunakan untuk menjelaskan setiap bagian dari proses untuk mengetahui penyimpangan-penyimpangan dari desain yang telah dibuat dan mengidentifikasi penyebab dan akibat nya (Prakoso, 2016). Alasan pemilihan HAZOP sebagai metode pengerjaan pada Bab 6 Troubleshooting ini adalah teknik HAZOP ini merupakan sistem yang sangat terstruktur dan sistematis sehingga dapat menghasilkan kajian yang komprehensif. HAZOP juga bersifat multi-disiplin sehingga hasil kajian akan lebih mendalam dan rinci karena telah ditinjau dari berbagai latar belakang disiplin dan keahlian. Prosedur membuat HAZOP secara garis besar adalah sebagai berikut (Prakoso, 2016):

- Mengumpulkan gambaran atau deTugas Akhir proses selengkap-lengkap nya pada sebuah plant.
- Membagi sistem menjadi beberapa subsistem yang lebih kecil. Pada tahap ini tidak ada ketentuan khusus untuk pembagian nya.
- Menginvestigasi adanya kemungkinan penyimpangan pada subsistem menggunakan kata kunci (guide words) untuk mempermudah proses analisa.
- Mengidentifikasi kemungkinan penyebab dari penyimpangan yang terjadi.
- Penentuan tindakan proteksi yang sesuai untuk tiap penyimpangan yang terjadi pada tiap elemen

6.1 Unit Penyimpanan

Tabel 6.1 Tabel *Troubleshooting* Unit Penyimpanan

Alat	Trouble	Analisis Penyebab Trouble	Troubleshooting
Tangki Penyimpanan	<i>Overflow</i> pada tangki	Level <i>indicator</i> yang tidak bekerja dengan baik	Melakukan pengecekan dan kalibrasi rutin pada level indicator
	Temperatur yang terlalu tinggi	<i>Valve</i> gagal menutup atau membuka Faktor lingkungan seperti suhu yang tinggi	Melakukan pemeriksaan valve Pemasangan alarm untuk Tindakan preventif guna evakuasi operator dan personil
	<i>Pressure</i> yang terlalu tinggi	Terdapat lubang pada tangki akibat tekanan tangki yang terlalu tinggi diakibatkan oleh <i>pressure control</i> yang tidak berfungsi optimal. Adanya kenaikan suhu sehingga tekanan ikut naik. <i>Seal</i> yang tidak rapat	Melakukan <i>maintenance</i> pada tangki sesuai masalahnya. Melakukan pengelasan untuk mengantisipasi kelebihan tekanan. Melakukan pemeriksaan berkala terhadap alat instrumentasi
	Pengendapan kristal di tangki	Suhu penyimpanan yang tidak terkontrol Lama penyimpanan berlebih	Jaga suhu sesuai standar penyimpanan (hindari pendinginan berlebih)

			Lakukan pengadukan secara berkala
--	--	--	-----------------------------------

6.2 Unit Pretreatment

Tabel 6.2 Tabel Troubleshooting Unit Pretreatment

Alat	Trouble	Analisis Penyebab Trouble	Troubleshooting
Evaporator	Penurunan Efisiensi Transfer Panas	<i>Scaling/fouling</i> pada tube Kebocoran <i>steam</i>/ tekanan <i>steam</i> rendah Pompa sirkulasi menurun Parameter operasi salah Vakum tidak mencukupi	Lakukan uji <i>heat balance</i>, bandingkan <i>U-value actual</i> vs <i>desain</i> Periksa profil suhu antar <i>effect</i> Inspeksi mekanis: ukur ΔP pipa, kurva performa pompa, keausan <i>impeller</i> Evaluasi sistem vakum: <i>helium leak detection</i>, periksa aliran <i>cooling water</i> kondenser. Periksa kondisi <i>tube</i> dengan endoskopi, ukur ketebalan kerak Jika <i>scaling</i> silika: gunakan formula pembersih alkalin + <i>chelating</i> Pasang online fouling monitor, tambahkan anti-scalant untuk limbah dengan kesaduan tinggi.
	Kavitasi atau Getaran Abnormal pada Pompa Sirkulasi	Tekanan masuk pompa tidak cukup (NPSH rendah) Gas terperangkap dalam system Kesalahan instalasi mekanis	Optimasi NPSH: tinggikan ketinggian cairan isap, perbesar diameter pipa isap, hindari <i>valve</i> yang tidak perlu sebelum inlet pompa. Buang gas dari sistem: tambahkan deaerasi vakum sebelum tangki

			umpan, pasang <i>automatic vent valve</i> di titik tertinggi pipa Perkuat pemeliharaan pompa: ukur keausan impeller setiap kuartal, ganti bearing setiap tahun untuk sistem <i>heavy-duty</i>. Optimasi parameter proses: panaskan umpan untuk mengurangi viskositas, jaga turbulensi di ruang evaporasi, hindari pompa <i>oversize</i> yang menyebabkan <i>low-flow cavitation</i>.
	Korosi pada Tube, Vessel, dan Pipa	Cairan kimia agresif atau <i>brine</i> dengan salinitas tinggi. Stres termal berulang (<i>thermal fatigue</i>) Kandungan ion klorida yang tinggi menyebabkan korosi celah dan tegangan Pemilihan material yang tidak tepat untuk kondisi proses.	Upgrade material: gunakan <i>316L stainless steel</i>, <i>duplex stainless steel</i>, atau titanium untuk komponen kritis pada larutan klorida tinggi. Optimasi struktur: las dua sisi (<i>double-side welding</i>), inspeksi radiografi (RT), pasang <i>expansion joint</i> untuk menyerap stres termal. Monitoring cerdas: pasang <i>vibration sensor</i> (10–1000 Hz), <i>thermal imaging</i> untuk deteksi <i>hot-spot</i>, manajemen torsi digital untuk <i>flange</i> Pemeliharaan preventif: ganti gasket secara periodik, kencangkan kembali setelah siklus termal, inspeksi lasan tahunan

			untuk sistem suhu tinggi.
	Kebocoran pada Lasan atau Flange	<i>Thermal stress fatigue</i> (kelelahan akibat stres termal). Torsi berlebihan atau tidak merata pada <i>flange</i> Korosi akibat ion klorida Getaran menyebabkan <i>micro-movement</i> Prosedur las yang tidak tepat.	Ganti material yang lebih tahan korosi (titanium untuk larutan klorida tinggi) Gunakan <i>gasket graphite</i>/PTFE Pasang <i>expansion joints</i> untuk menyerap tegangan termal. Lakukan inspeksi <i>weld</i> secara berkala dengan <i>dye penetrant</i> atau radiografi Gunakan manajemen torsi digital saat mengencangkan <i>flange</i>
<i>Dilution Acid Tank</i>	Korosi Sangat Tinggi pada Dinding Tangki (<i>High Corrosion Rate</i>)	Reaksi eksotermis pengenceran Konsentrasi asam di bawah 93% Suhu tinggi Turbulensi saat pencampuran	Gunakan material yang tepat: Untuk rentang konsentrasi menengah (70–93%), gunakan <i>Alloy 20</i>, <i>316L stainless steel</i>, <i>duplex stainless steel</i>, atau titanium. Kontrol suhu pengenceran: Pasang <i>acid cooler/heat exchanger</i> setelah <i>static mixer</i> untuk mendinginkan larutan sebelum masuk tangki. Gunakan <i>protective lining</i>: Lapsi dinding tangki dengan <i>acid-resistant brick lining</i>, <i>rubber lining</i>, atau <i>vinyl ester coating</i> untuk melindungi area kritis
	<i>Horizontal Grooving</i> (Lapisan Asam	<i>Layering</i> /stratifikasi Infiltrasi air Suhu lokal tinggi	Pastikan pencampuran sempurna: Gunakan <i>agitator/mixer</i> atau

	Encer di Atas Asam Pekat)		<i>circulation pump</i> untuk menjaga homogenitas konsentrasi dan suhu di seluruh tangka Kontrol level dan konsentrasi: Pasang <i>acid analyzer/online density meter</i> untuk memantau konsentrasi <i>real-time</i>. Hindari kontak air dengan uap asam: Pastikan <i>vent system</i> dan <i>seal</i> dalam kondisi baik.
	Layering & Pencampuran Tidak Merata (<i>Incomplete Mixing</i>)	Perbedaan densitas besar Pengenceran konvensional Reaksi lokal yang keras	Kontrol <i>backpressure</i>: Pastikan tekanan balik cukup tinggi untuk mencegah flash evaporation (uap air yang tiba-tiba mendidih) Gunakan automated control loop: Pasang flowmeter + concentration analyzer untuk mengontrol rasio asam:air secara otomatis. Selalu tambahkan asam ke air, bukan air ke asam (untuk batch kecil), meskipun untuk sistem kontinu, <i>static mixer</i> adalah solusi terbaik.
	Overheating & Flash Evaporation (Uap yang Tiba-Tiba Mendidih)	Reaksi pengenceran H_2SO_4 pekat dapat memanaskan larutan hingga di atas 100°C Jika pencampuran terjadi pada tekanan rendah, air dapat mendidih secara tiba-tiba (<i>flash</i>) dan	Pasang <i>acid cooler/heat exchanger</i>: Dinginkan larutan hasil pengenceran sebelum masuk tangki penyimpanan Kontrol laju pengenceran: Lakukan

		menyebabkan semburan asam panas. Sistem pendingin tidak memadai atau <i>acid cooler</i> tidak berfungsi Tangki plastik (HDPE/FRP) tidak tahan suhu tinggi hasil pengenceran	secara bertahap, jangan memasukkan air besar-besaran sekaligus Pasang <i>pressure relief device & vent</i> : Vent harus cukup besar dan terbuat dari material tahan asam Monitor suhu real-time: Pasang RTD/ <i>temperature transmitter</i> dengan alarm <i>high-high</i> .
--	--	--	---

6.3 Unit Reaksi

Tabel 6.3 Tabel *Troubleshooting* Pada Unit Reaksi

Alat	Trouble	Analisis Penyebab Trouble	Troubleshooting
Reaktor 1	Pencampuran Tidak Merata (<i>Insufficient / Poor Mixing</i>)	Desain impeller tidak sesuai Kecepatan pengadukan terlalu rendah Baffle rusak atau tidak ada Sumbatan (blockage) Laju alir umpan tidak konsisten	Periksa desain <i>impeller</i> , pertimbangkan penggunaan <i>multiple impellers</i> atau <i>turbine impeller</i> untuk fluida viskos Sesuaikan kecepatan agitasi sesuai dengan kisaran <i>Reynolds number</i> yang diperlukan untuk turbulensi Pasang atau perbaiki <i>baffle</i> Bersihkan reaktor dari deposit padatan dan periksa kondisi permukaan <i>impeller</i> Gunakan CFD (<i>Computational Fluid Dynamics</i>) untuk mengoptimalkan pola aliran sebelum modifikasi Stabilkan laju alir umpan dengan <i>flow controller</i> .

	Masalah Kontrol Suhu / <i>Thermal Runaway</i> (<i>Temperature Control Problems</i>)	Reaksi eksotermik tidak terkendali Sensor suhu tidak akurat / tidak terkalibrasi <i>Jacket cooling</i> tidak memadai Isolasi reaktor rusak Kontroler PID tidak ter-tuning dengan benar <i>Coolant temperature</i> terlalu tinggi	Verifikasi dan kalibrasi sensor suhu secara berkala (minimal 6 bulan sekali) Periksa sistem <i>jacket cooling</i>: bersihkan <i>fouling</i>, pastikan aliran <i>coolant</i> sesuai desain, periksa ΔT across <i>jacket</i>. Tuning ulang kontroler: gunakan metode Ziegler-Nichols, atau optimasi PID-PSO/PID-ABC untuk sistem <i>non-linear</i>. Pertimbangkan <i>Model Predictive Control</i> (MPC): penelitian menunjukkan MPC memiliki performa pelacakan lebih baik daripada PID konvensional untuk CSTR eksotermik. Pasang <i>emergency cooling system</i> dan <i>high-temperature interlock</i> untuk mencegah <i>thermal runaway</i>. Periksa isolasi reaktor (<i>glass wool/insulation</i>) dan perbaiki jika ada kerusakan.
	Akumulasi Tekanan / <i>Pressure Build-up</i>	Pembentukan gas sebagai produk samping <i>Vent line</i> tersumbat <i>Vapor accumulation</i>	Pantau laju pembentukan gas dan pastikan sistem ventilasi/<i>vent</i> cukup untuk kapasitas gas. Inspeksi dan bersihkan <i>vent line</i> secara rutin untuk mencegah penyumbatan.

			Periksa <i>pressure control valve</i>: lakukan uji fungsi dan kalibrasi. Pasang <i>pressure relief device</i> (PRD) dan <i>rupture disk</i> yang sesuai dengan kode ASME. Kontrol suhu reaksi untuk mencegah penguapan berlebihan.
	Kavitasi atau Getaran pada Agitator / Motor	<i>Cavitation</i> pada <i>impeller</i> <i>Impeller</i> tidak seimbang <i>Misalignment</i> <i>Bearing</i> aus Operasi di luar batas kecepatan yang direkomendasikan	Periksa dan sesuaikan kecepatan agitasi agar tidak terlalu tinggi untuk viskositas fluida Lakukan <i>balancing impeller</i> dan bersihkan kerak yang menempel <i>Laser alignment</i> antara motor dan <i>shaft agitator</i> Ganti <i>bearing</i> sesuai jadwal <i>preventive maintenance</i> dan pastikan pelumasan cukup Pasang <i>vibration sensor</i> untuk monitoring kondisi secara real-time
Reaktor Semi Batch Stirred Tank (SBST), Reaktor 2&3	Akumulasi Reaktan (<i>Reactant Accumulation</i>)	Laju <i>feeding</i> terlalu tinggi laju reaksi lambat sehingga reaktan terakumulasi tanpa bereaksi <i>Stirring failure</i> Reaksi terhambat oleh <i>mass transfer</i>	Kurangi laju <i>feeding (dosing rate)</i>, pastikan laju penambahan reaktan seimbang dengan laju reaksi dan kemampuan pendinginan Pantau konversi <i>real-time</i> gunakan <i>online analytics</i> (FTIR, NIR, atau densitometer) untuk memastikan reaktan tidak terakumulasi. Tingkatkan agitasi untuk memperbaiki

			<i>mass transfer</i> pada sistem multi fase Gunakan <i>temperature ramp</i> yang terkontrol: naikan suhu secara bertahap untuk mempercepat reaksi tanpa akumulasi.
	<i>Thermal Runaway</i> (Kehilangan Kontrol Suhu)	Akumulasi reaktan yang kemudian bereaksi serentak <i>Cooling system failure</i> <i>Feeding rate</i> tidak terkontrol Reaksi eksotermik dengan <i>activation energy</i> tinggi Kontroler suhu tidak ter-tuning dengan baik	Implementasi <i>emergency procedures</i> : hentikan <i>feeding</i> segera, aktifkan <i>emergency cooling</i> , dan injeksi <i>quench</i> Pasang <i>independent high-temperature shutdown system</i> yang memutuskan <i>feeding</i> secara otomatis Gunakan <i>Model Predictive Control</i> (MPC) atau <i>advanced control</i> untuk mengantisipasi perubahan dinamis. Lakukan <i>reaction calorimetry</i> (RC1, ARC) sebelum skala produksi untuk menentukan batas aman operasi. Terapkan <i>boundary diagram / safe operating envelope</i> berdasarkan hasil kalorimetri. Pasang <i>redundant temperature sensors</i> di berbagai lokasi untuk deteksi <i>hot spot</i> .
	<i>Stirring Failure / Agitator Breakdown</i>	<i>Bearing</i> rusak, <i>coupling</i> putus, motor <i>trip</i> , atau <i>gearbox</i> gagal <i>Overload</i> <i>Power failure</i>	Pasang <i>agitator speed sensor</i> dengan alarm: deteksi dini jika RPM turun. Gunakan <i>generator</i> atau <i>emergency power</i> untuk

		Shaft seal macet: Solid accumulation di dasar reaktor	<i>agitator</i> dan <i>critical instruments</i> Jadwalkan <i>preventive maintenance bearing, seal, dan gearbox</i> sesuai rekomendasi manufaktur. Pilih motor dengan <i>torque rating</i> lebih tinggi jika terjadi peningkatan viskositas selama reaksi. Pasang multiple <i>thermocouples</i> di lokasi berbeda untuk mendeteksi <i>hot spot</i> akibat <i>stirring failure</i>. Segera hentikan <i>feeding</i> jika <i>agitator</i> gagal — ini sangat penting untuk mencegah akumulasi berbahaya.
	Malfunction pada Sistem <i>Feeding / Dosing</i>	<i>Pump failure</i> <i>Blockage</i> pada <i>feed line</i> <i>Valve malfunction</i> <i>Vapor lock</i> pada <i>feed line</i> Level reaktan di <i>feed tank</i> habis	Kalibrasi <i>metering pump</i> secara berkala dengan <i>gravimetric method</i>. Pasang <i>flowmeter</i> (<i>Coriolis</i> atau <i>mass flowmeter</i>) dengan alarm <i>low-flow</i> dan <i>high-flow</i>. Bersihkan <i>feed line</i> dan filter sebelum dan sesudah setiap <i>batch</i>. <i>Trace heating</i> atau <i>insulation</i> pada <i>feed line</i> untuk mencegah kristalisasi atau <i>vapor lock</i>. Pasang <i>check valve</i> dan <i>pulsation damper</i> jika menggunakan <i>diaphragm pump</i>. Verifikasi level <i>feed tank</i> dengan <i>level switch low-low</i> untuk

			mencegah <i>pump run dry</i> .
Leaf Press Filter	Filter Leaf Blinding / Clogging (Penyumbatan Media Filter)	Partikel halus menyumbat pori filter Penetrasi <i>cake</i> ke dalam media <i>Precoat</i> tidak merata atau tidak cukup Kondisi <i>slurry</i> berubah Pembersihan tidak sempurna	Gunakan <i>pre-coat</i> sebelum filtrasi. Pilih rating filter media yang sesuai dengan distribusi ukuran partikel <i>slurry</i> . Lakukan <i>backflush</i> atau CIP (<i>Clean-in-Place</i>) dengan tekanan dan arah aliran yang benar setelah setiap siklus. Gunakan <i>ultrasonic cleaning</i> untuk regenerasi filter <i>leaf</i> jika pembersihan konvensional tidak cukup. Periksa kondisi <i>slurry</i> umpan: pertimbangkan pre-treatment (flokulasi, sedimentasi) jika konsentrasi padatan terlalu tinggi. Jadwalkal regenerasi atau <i>re-screening filter leaf</i> secara berkala
	Cake Discharge Problems (Masalah Pembuangan Cake)	<i>Cake</i> terlalu basah (<i>high moisture content</i>) <i>Cake</i> terlalu lengket Vibrasi atau <i>spinning mechanism</i> tidak berfungsi Sudut <i>leaf</i> tidak optimal Filter <i>cloth</i> aus atau terkontaminasi	Perpanjang waktu <i>drying/pressing</i> dengan udara atau gas inert untuk mengurangi moisture. Gunakan filter <i>cloth</i> dengan <i>coating anti-adhesive</i> (misalnya PTFE-coated) untuk material lengket. Periksa dan perbaiki mekanisme vibrasi/ <i>spinning leaf</i> — pastikan motor dan <i>eccentric weight</i> berfungsi normal.

			Verifikasi sudut pemasangan <i>leaf</i> sesuai desain manufaktur. Ganti <i>filter cloth</i> jika sudah aus atau terkontaminasi permanen. Pertimbangkan <i>wet cake discharge</i> (dengan spray) jika <i>dry discharge</i> tidak memungkinkan.
	<i>Filter Leaf Damage / Tear / Corrosion</i>	Abrasi mekanis Korosi kimia Tekanan diferensial berlebihan Pembersihan dengan tekanan terlalu tinggi Fatigue atau stress cracking Kualitas weld atau screen mesh rendah	Inspeksi visual dan <i>pressure test</i> setiap <i>filter leaf</i> secara berkala. Pilih material <i>leaf</i> yang sesuai: SS316L, duplex SS, atau Hastelloy untuk fluida korosif. Jaga ΔP dalam batas desain: pasang <i>pressure transmitter</i> dengan alarm <i>high-high</i>. Gunakan tekanan <i>backflush</i> yang direkomendasikan — jangan melebihi batas. Lakukan <i>dye penetrant test</i> atau <i>bubble test</i> untuk mendeteksi kebocoran kecil. Ganti atau <i>re-screen filter leaf</i> yang rusak — pertimbangkan jasa <i>re-screening</i> profesional.
<i>Polish Filter</i>	<i>Pressure Drop Tinggi / Rapid Clogging (Penyumbatan Cepat)</i>	Fluktuasi kualitas umpan Rating filter terlalu rapat Fouling kimia Biological growth Coagulant/flocculant carryover	Pantau kualitas umpan <i>real-time</i>: pasang <i>turbidity meter</i> atau <i>particle counter</i> sebelum <i>polish filter</i>. Pilih rating filter yang sesuai: pertimbangkan gradasi filter (multi-stage: 50 → 20 → 10

			→ 1 µm) daripada langsung ke rating sangat halus. Lakukan <i>backwash</i> atau CIP (<i>Clean-in-Place</i>) sesuai jadwal — gunakan bahan pembersih yang kompatibel (asam untuk <i>scale</i>, alkali untuk <i>organic fouling</i>). Disinfeksi secara berkala untuk mencegah <i>biological fouling</i> (<i>chlorination</i>, UV, atau <i>hot water sanitization</i> untuk aplikasi <i>food/pharmacy</i>). Verifikasi dosis koagulan/flokulan: pastikan tidak ada <i>carryover floc</i> yang masuk ke polish filter.
	<i>Poor Filtrate Quality / Cloudy Filtrate</i> (Kualitas Filtrat Buruk)	Filter media rusak <i>Channeling</i> <i>Improper installation</i> Rating filter tidak sesuai Media <i>saturation</i> <i>Integrity failure</i> (<i>membrane</i>)	Inspeksi <i>visual filter</i> setelah removal: periksa robek, lubang, atau deformasi. Lakukan <i>integrity test</i> (<i>bubble point test</i>, <i>diffusive flow test</i>) untuk <i>membrane cartridge</i>. Verifikasi instalasi <i>cartridge</i>: pastikan <i>O-ring</i> basah dan terpasang benar, housing tertutup dengan <i>torque</i> yang sesuai. Pilih rating filter yang lebih halus jika partikel target lebih kecil dari kemampuan filter saat ini. Ganti <i>filter cartridge</i> secara preventif

			berdasarkan ΔP atau waktu, bukan menunggu Rusak. Periksa <i>seal dan gasket housing</i> ganti jika aus atau terkontaminasi. Pasang <i>turbidity meter</i> pada outlet untuk monitoring <i>real-time</i>.
	Channeling / Bypass Flow	<i>Improper cartridge seating</i> <i>O-ring damage atau missing</i> <i>Housing distortion</i> <i>Multi-cartridge maldistribution</i> <i>Channel formation in media</i>	Pastikan instalasi <i>cartridge</i> benar: <i>O-ring</i> basah (lubrikasi dengan air atau fluida kompatibel), <i>cartridge</i> tidak dimiringkan saat masuk <i>housing</i>. Periksa <i>O-ring</i> dan <i>seal surface</i>: ganti <i>O-ring</i> setiap kali ganti <i>cartridge</i>; periksa <i>housing</i> untuk goresan atau korosi. Gunakan <i>torque wrench</i> untuk menutup <i>housing</i> sesuai spesifikasi. Pasang <i>flow distributor</i> pada <i>multi-cartridge housing</i> untuk aliran merata. Ganti filter secara berkala sebelum terjadi <i>channeling</i> pada media.

6.4 Conversion Unit

Tabel 6.4 Tabel *Troubleshooting* pada *Conversion Unit*

Alat	Trouble	Analisis Penyebab Trouble	Troubleshooting
<i>Crystallizer</i>	$\text{Oxidasi Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$ (Warna Produk Kuning/Coklat & Impuritis)	Air ingress (leak) pada sistem vacuum Feed yang terpapar udara Suhu operasi terlalu tinggi pH naik >3	<i>Inert gas blanketing</i>: gunakan N_2 atau CO_2 untuk <i>sparging feed tank</i> dan <i>crystallizer vapor space</i>. Pastikan sistem vacuum dengan <i>condenser barometrik</i> tidak menyedot udara dari luar.

		Waktu residensi lama dalam kondisi oksidatif Katalis impurities	Perbaiki kebocoran vakum: lakukan <i>pressure decay test</i> / <i>soap bubble test</i> pada semua <i>flange</i>, <i>manhole</i>, <i>seal</i>, dan <i>sight glass</i>. Jaga suhu $\leq 35\text{--}40^{\circ}\text{C}$ selama <i>crystallization</i> dan <i>storage mother liquor</i>. Gunakan vakum yang cukup untuk mencapai <i>flashing</i> pada suhu rendah. Jaga pH < 2 dengan menambahkan H_2SO_4 bekas ke <i>feed</i>. Monitor pH secara kontinu. Minimalkan <i>residence time</i>: jika <i>continuous</i>, pastikan <i>circulation rate</i> cukup tinggi untuk mencegah stagnasi; jika <i>batch</i>, jangan <i>over-hold</i>. Tambahkan <i>inhibitor oksidasi</i>: beberapa proses menggunakan <i>scrap iron</i> atau SO_2 <i>sparging</i> untuk menjaga <i>redox potential</i>. <i>Pre-treatment feed</i>: jika impurities katalitik tinggi (Cu, Mn), pertimbangkan <i>pre-purification</i> (selektif <i>precipitation</i> atau <i>solvent extraction</i>).
	<i>Encrustation / Scaling</i> pada <i>Cooling Surface</i> (<i>Fouling</i> oleh $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)	ΔT antara <i>cooling medium</i> dan <i>slurry</i> terlalu tinggi Kecepatan sirkulasi rendah <i>Surface roughness</i> tinggi <i>Seed crystal</i> tidak ada	Kurangi ΔT <i>cooling</i>: jaga $\Delta T < 10\text{--}15^{\circ}\text{C}$ antara <i>cooling water</i> dan <i>slurry</i>. Gunakan <i>higher flow rate cooling water</i> dengan suhu inlet lebih tinggi daripada desain minimum. Tingkatkan sirkulasi <i>slurry</i>: pastikan <i>velocity</i> di <i>cooling section</i> $> 1.5\text{--}2$ m/s untuk mencegah kristal menetap. Gunakan <i>seeding</i>: tambahkan <i>seed</i>

		Operasi vakum tidak stabil H₂SO₄ bebas terlalu rendah	FeSO₄·7H₂O dengan ukuran terkontrol (50–200 µm) untuk mengendalikan <i>nucleation</i> di <i>bulk liquid</i>, bukan di <i>surface</i>. <i>Scraped-surface heat exchanger</i>: jika <i>fouling</i> parah, pertimbangkan SSHE atau <i>crystallizer</i> dengan <i>internal scraper</i>. CIP periodik: cuci dengan air panas (60°C) atau larutan H₂SO₄ encer untuk <i>redissolve scale</i>. Hindari asam klorida (HCl) karena korosi. Gunakan <i>polished surface</i> (Ra <0.8 µm) atau <i>PTFE-coated coils</i> untuk mengurangi <i>nucleation adhesion</i>. Operasikan vakum secara stabil: gunakan <i>pressure control</i> yang responsif untuk mencegah <i>pressure spike</i> yang menyebabkan <i>flashing</i> lokal.
	Poor Crystal Size / Fines Berlebihan & Filterability Buruk	Supersaturasi terlalu tinggi Agitasi/pump shear terlalu tinggi Vacuum drop terlalu cepat No seeding / seeding tidak terkontrol Residence time terlalu pendek Impuritas (Ti, Mg, organics)	Kontrol laju <i>vacuum reduction</i>: untuk batch <i>vacuum cooling</i>, turunkan tekanan perlahan (<i>ramp rate</i> 5–10 mbar/min) untuk menjaga <i>supersaturasi</i> dalam <i>metastable zone</i>. Gunakan <i>controlled seeding</i>: <i>seeding</i> pada suhu 5–10°C di atas <i>saturation temperature</i> dengan dosis <i>seed</i> 1–3% berat kristal. Kurangi <i>agitator tip speed</i>: gunakan <3 m/s untuk FeSO₄·7H₂O; pertimbangkan <i>hydrofoil impeller</i> atau <i>draft tube</i>. Perpanjang <i>residence time</i>: untuk <i>continuous</i>,

			tingkatkan volume atau kurangi <i>feed rate</i>. Untuk <i>batch</i>, pertimbangkan <i>hold time</i> setelah mencapai suhu akhir. Kontrol <i>impurities upstream</i>: untuk <i>feed</i> dari TiO_2 waste, lakukan <i>pre-purification</i> (misalnya reduksi + pH <i>adjustment</i> + <i>flokulasi</i>) untuk menghilangkan Ti dan organik. Gunakan <i>elutriation leg / classifying discharge</i>: untuk memisahkan <i>finer</i> dan mengembalikannya ke <i>crystallizer</i> untuk <i>redissolve</i> atau <i>growth</i> lebih lanjut.
--	--	--	---

6.5 Finishing Unit

Tabel 6.5 Tabel Troubleshooting Pada Finishing Unit

Alat	Trouble	Analisis Penyebab Trouble	Troubleshooting
Centrifuge	High Cake Moisture Content (Kelembaban Cake Tinggi)	<i>Fines</i> berlebihan dalam <i>feed slurry</i> Centrifugal force (G-force) tidak cukup Waktu <i>spin/dwell</i> tidak cukup <i>Cake thickness</i> tidak merata Screen <i>blinding</i> Wash liquor tidak efektif Viskositas <i>mother liquor</i> tinggi	Optimalkan <i>crystallizer upstream</i>: kontrol supersaturasi dan <i>seeding</i> untuk menghasilkan kristal lebih besar dan seragam (target >500 μm). Tingkatkan G-force atau <i>spin time</i>: untuk <i>peeler/basket</i>, perpanjang <i>spin time</i> 20–30%; untuk <i>pusher</i>, verifikasi bahwa G-force sesuai desain (biasanya 800–1500 g untuk kristal sulfat). Kurangi <i>cake thickness</i>: turunkan <i>feed rate</i> atau tingkatkan <i>push frequency</i> pada <i>pusher centrifuge</i>. Bersihkan screen secara rutin: CIP dengan air panas/asam atau ganti screen jika <i>blinding</i> parah.

			Pertimbangkan <i>screen</i> dengan <i>slot opening</i> yang lebih besar (tetapi cukup untuk menahan kristal). Optimalkan <i>wash liquor</i>: gunakan air dingin asam (pH ~2, suhu 10–15°C) untuk <i>washing</i>. Hindari air netral (menyebabkan <i>hydrolysis surface</i>). Terapkan <i>wash</i> dalam <i>multiple stages</i> dengan <i>rate</i> terkontrol. Panaskan <i>feed slurry</i> sedikit: jika memungkinkan, naikan suhu <i>slurry</i> 5–10°C untuk mengurangi viskositas <i>mother liquor</i> (hati-hati jangan sampai <i>redissolve</i> kristal).
	Screen Blinding / Kualitas Filtrat Buruk (Filtrate Keruh)	<i>Fines generation</i> dari <i>crystallize</i> <i>Screen mesh/slot</i> terlalu besar <i>Screen damage</i> <i>Slimy impurities</i> <i>Feed rate</i> terlalu tinggi <i>Vibration</i> atau <i>imbalance</i>	Perbaiki upstream <i>crystallization</i>: kurangi agitasi <i>shear</i>, gunakan <i>seeding</i>, dan pertimbangkan <i>elutriation</i> untuk menghilangkan fines sebelum <i>centrifuge</i>. Pilih <i>screen</i> yang tepat: untuk $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (kristal 0.5–2 mm), gunakan <i>slot screen</i> 100–200 μm atau <i>wedge wire screen</i>. Jangan terlalu halus karena tercampur; jangan terlalu kasar karena <i>solid losses</i>. Inspeksi dan ganti <i>screen</i>: periksa <i>screen</i> secara rutin untuk kerusakan, korosi, atau deformasi. Gunakan SS316L atau duplex SS untuk ketahanan korosi. CIP <i>screen</i>: cuci <i>screen</i> dengan asam encer (H_2SO_4) atau air panas untuk menghilangkan <i>scale</i> dan <i>slimy deposit</i>.

			Kurangi <i>feed rate</i>: sesuaikan dengan kapasitas desain <i>centrifuge</i>. <i>Balancing</i> dan <i>alignment</i>: pastikan <i>basket/peeler</i> dalam kondisi <i>balance</i> untuk mencegah <i>vibrasi</i> yang merusak <i>cake integrity</i>.
Rotary Dryer	Dehydration / Loss of Water of Crystallization (Kehilangan Air Kristal)	Suhu gas pengering terlalu tinggi <i>Residence time</i> terlalu lama kontak langsung dengan permukaan panas <i>Hot spots</i> <i>Counter-current flow</i>	Gunakan <i>co-current flow</i>: kristal masuk bersama gas panas dan keluar bersama gas yang sudah dingin, ini mengurangi risiko produk keluar pada suhu tinggi. Batasi suhu gas inlet maksimum 50–60°C (preferably 40–50°C) dengan ΔT kecil. Gunakan <i>heat exchanger</i> untuk mengontrol suhu gas. Kurangi <i>residence time</i>: tingkatkan <i>slope</i> atau RPM drum untuk mengurangi waktu kontak. Target <i>residence time</i> 5–15 menit (tergantung kelembapan awal). Gunakan <i>indirect heating</i> atau <i>steam-tube rotary dryer</i>: hindari kontak langsung dengan gas panas. Suhu dapat dikontrol lebih presisi via <i>steam pressure</i>. Pasang <i>temperature monitoring</i>: monitor suhu produk keluar jangan biarkan >35°C. Hindari <i>direct flame impingement</i>: gunakan <i>combustion chamber</i> dengan <i>mixing zone</i> sebelum gas masuk <i>drum</i>. Pertimbangkan <i>fluid bed dryer</i> atau <i>vacuum tray dryer</i> sebagai alternatif untuk

			FeSO ₄ ·7H ₂ O jika <i>rotary dryer</i> terlalu agresif.
	Caking / Sticking / Buildup pada Dryer Shell dan Flights	<i>Feed moisture</i> terlalu tinggi <i>Partial dehydration</i> pada shell <i>Mother liquor</i> sebagai "glue" <i>Flights design</i> tidak cocok <i>Shell temperature</i> tidak merata RPM terlalu rendah	Kurangi <i>feed moisture</i>: optimalkan <i>centrifuge upstream</i> untuk <5% <i>moisture</i> sebelum masuk dryer. Gunakan <i>knocking system / hammer</i>: pasang <i>pneumatic hammer</i> atau <i>knocking system</i> pada <i>shell dryer</i> untuk menghancurkan <i>buildup</i> secara periodik. Desain <i>flights</i> yang tepat: gunakan <i>radial flights</i> dengan <i>angle shallow</i> untuk <i>material fragile</i> dan <i>sticky</i>. Hindari <i>flights</i> yang terlalu dalam. Pertimbangkan <i>cascading flights</i> untuk distribusi lebih merata. Pasang <i>shell scrapper / internal chain</i>: untuk material yang sangat <i>sticky</i>, <i>internal chain</i> atau <i>scrapper</i> dapat membantu membersihkan <i>shell</i>. Kontrol suhu <i>shell</i> merata: pastikan tidak ada <i>hot spots</i> dari <i>burner</i>. Gunakan <i>steam-tube indirect dryer</i> untuk menghindari <i>hot spots</i>. Tingkatkan RPM sedikit: untuk mengurangi <i>contact time</i> pada <i>shell</i>, tetapi tidak terlalu tinggi untuk <i>attrition</i> <i>Back-mixing</i> dengan produk kering: campurkan produk kering dengan <i>feed</i> basah (<i>back-mixing</i>) untuk mengurangi <i>stickiness</i> dan meningkatkan <i>flowability</i>. CIP access: desain dryer dengan <i>manhole</i> dan <i>cleaning access</i> untuk <i>removal buildup manual</i>.

BAB VII

ANALISA EKONOMI

Pada perancangan pabrik *ferrous sulfate heptahydrate* dilakukan evaluasi atau penilaian investasi bertujuan untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang dapat menguntungkan atau tidak jika didirikan. Hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan pabrik kimia adalah estimasi harga dari alat-alat, karena harga tersebut digunakan sebagai dasar untuk estimasi analisa ekonomi mengenai kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan, dan terjadinya titik impas. Analisa ekonomi dapat memberikan pertimbangan kepada investor atau bank sehingga berminat dalam menginvestasikan uangnya pada pembangunan pabrik *ferrous sulfate heptahydrate* ini. Untuk mengetahui hal tersebut, perlu dievaluasi atau penilaian investasi yang ditinjau dari:

1. Keuntungan/ Profitability
2. *Percent Return of Investment* (ROI)
3. *Pay Out Time* (POT)
4. *Break Even Point* (BEP)
5. *Shut Down Point* (SDP)

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

1. Penaksiran modal industry (*Total Capital Investment*), yang terdiri dari
 - a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
 - b. Modal kerja (*Working Capital*)
2. Penentuan biaya produksi total (*Production Cost*) yang terdiri atas:
 - a. Biaya pembuatan (*Manufacturing Cost*)
 - b. Biaya pengeluaran Umum (*General Expense*)
3. Total pendapatan penjualan produk *Ferrous Sulphate Heptahydrate*.

7.1. Penaksiran Harga Peralatan

Harga alat proses industri setiap tahun mengalami perubahan sesuai dengan kondisi perekonomian yang sedang terjadi pada tahun tersebut. Harga alat tiap tahun mengalami perubahan sesuai dengan kondisi perekonomian yang ada.

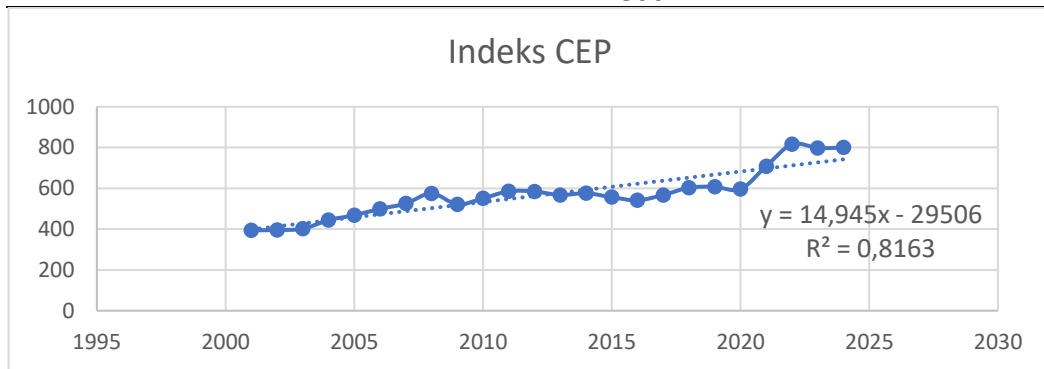
Untuk mengetahui harga-harga peralatan yang ada sekarang dapat ditaksir berdasarkan harga aktual yang ada dipasar. Untuk memperkirakan harga alat, diperlukan indeks yang dapat digunakan untuk mengkonversikan harga alat pada masa yang lalu sehingga diperoleh harga alat pada saat sekarang dan mendatang.

Harga peralatan yang ada di tahun mendatang dapat diperkirakan dari *Chemical Engineering Plant Cost Index*. Harga indeks CEP tahun 2027 dapat dicari menggunakan persamaan least square dengan indeks dari tahun 2001 sampai dengan tahun 2024. Penentuan harga peralatan dilakukan dengan menggunakan data indeks harga pada Tabel 7.1 dan diagram *Chemical Engineering Plant Cost Index* dapat dilihat pada gambar 7.1.

Tabel 7.1 *Chemical Engineering Plant Cost Index 2001-2024*

Tahun	<i>Chemical Engineering Plant Index</i>
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
2016	541,7
2017	567,5
2018	603,1
2019	607,5
2020	596,2
2021	708,8

2022	816
2023	797,9
2024	800



Gambar 7.1 Diagram Indeks CEP 2001-2024

Dari data tersebut dengan asumsi kenaikan adalah secara linier, dapat diperoleh persamaan *least square*:

$$y = mx + c$$

$$m = \frac{n \sum(xy) - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} = 14,945$$

$$c = \frac{\sum(x^2) \sum y - \sum x \sum y(xy)}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} = -29506$$

Sehingga:

$$y = 14945x - 29506$$

Dengan:

x = tahun

y = *plant cost index*

Nilai *plant cost index* pada tahun 2027 adalah:

$$\begin{aligned} y &= 14945x - 29506 \\ &= 787,515 \end{aligned}$$

Harga alat pada tahun 2027 dapat dicari dengan persamaan ini:

$$E_x = E_y \frac{N_x}{N_y}$$

Keterangan:

E_x = Harga alat pada tahun 2027

E_y = Harga alat pada tahun referensi (2023)

N_x = Harga index pada tahun 2027

N_y = Harga index pada tahun 2023

7.2. Dasar Perhitungan

7.2.1. Kapasitas Produksi

Kapasitas Produksi = 60.000 ton/tahun

Pabrik operasi = 1 tahun kerja (330 hari)

Pabrik didirikan tahun = 2025

Pabrik Beroperasi = 2027

Kurs Rupiah USD = Rp 16.292 (Kurs 28 Juli 2025)

7.2.2. Kebutuhan Bahan Baku

Kebutuhan Pickling Liquor = 16410,13 Ton/tahun

Kebutuhan Scrap Iron = 1801,55 Ton/tahun

Kebutuhan Scale Mill = 5996,61 Ton/tahun

Kebutuhan Asam Sulfat = 19303,35 Ton/tahun

7.2.3. Harga Bahan Baku dan Produk Harga

Harga Pickling Liquor = 30,00 US\$/Ton

Harga Scrap Iron = 200,00 US\$/Ton

Harga Scale Mill = 80,00 US\$/Ton

Harga Asam Sulfat = 80,00 US\$/Ton

7.3. Perhitungan Biaya

7.3.1. Capital Investment

Capital Investment adalah banyaknya pengeluaran-pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya. Capital Investment meliputi: *Capital Investment* meliputi:

a. *Fixed Capital Investment*

Berdasarkan buku Aries & Newton, 1955, *fixed capital invesment* adalah biaya yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik, termasuk di dalamnya yaitu:

- *Purchased Equipment Cost* (PEC) adalah biaya pembelian peralatan proses, termasuk pajak bea masuk, asuransi, provisi bank dan biaya pengangkutan hingga sampai di lokasi pabrik.

- *Installation Cost* adalah biaya yang dibutuhkan untuk pemasangan alat-alat proses di lokasi pabrik. Nilainya ditentukan sebesar 43% PEC, terdiri dari: (a) biaya material 11% PEC, dan (b) biaya buruh 32% PEC.
- *Piping Cost* adalah biaya yang dikeluarkan untuk sistem pemipaan dalam proses dan biaya pemasangannya. Nilainya ditentukan sebesar 36% PEC, terdiri dari: (a) biaya material 21% PEC, dan (b) biaya buruh 15% PEC.
- *Instrument Cost* adalah biaya yang digunakan untuk melengkapi sistem proses dengan suatu sistem pengendalian (kontrol). Nilainya ditentukan sebesar 30% PEC, terdiri dari: (a) biaya material 24% PEC, dan (b) biaya buruh 6% PEC.
- *Insulation Cost* adalah biaya yang dibutuhkan untuk sistem sirkulasi di dalam proses produksi. Nilainya ditentukan sebesar 8% PEC, terdiri dari: (a) biaya material 3% PEC, dan (b) biaya buruh 5% PEC.
- *Electrical Cost* adalah biaya yang dipakai untuk pengadaan sarana pendukung dalam penyediaan atau pendistribusian tenaga listrik. Nilainya ditentukan sebesar 15% PEC, terdiri dari: (a) biaya material 9% PEC, dan (b) biaya buruh 6% PEC.
- *Building Cost* adalah biaya yang diperlukan untuk mendirikan bangunanbangunan dalam lingkungan pabrik antara lain perkantoran, kantin, tempat ibadah, labotorium, saluran air bersih dan sanitasi.
- *Land and Yard Improvment* adalah biaya untuk pembelian tanah, perbaikan kondisi tanah, pembuatan jalan ke areal pabrik dan paving. Jika pabrik didirikan di kawasan industri, biaya – biaya selain pembelian tanah tidak menjadi tanggungan pabrik lagi dikarenakan sudah tersedia.
- *Utility Cost* adalah biaya yang dikeluarkan untuk pengadaan unit-unit pendukung proses antara lain unit penyediaan air, steam, cooling tower dan udara tekan. Nilainya ditetapkan sebesar 40% PEC.
- *Enviroment Cost* adalah biaya yang dikeluarkan untuk pembangunan instalasi unit pengolahan limbah cair, padat dan gas dimana akan dikirim ke unit pengolahan limbah terpadu di kawasan Industri. Nilainya ditetapkan sebesar 25% PEC.

- *Engineering and Construction Cost* adalah biaya untuk *design engineering*, *field supervisor*, *temporary construction* dan *inspection*. Nilainya ditetapkan sebesar 20% PPC (*Physical Plant Cost*).
- *Contractor's fee* adalah biaya yang dipakai untuk membayar kontraktor pembangunan pabrik. Nilainya sebesar 4 – 10% dari DPC (*Direct Plant Cost*), di mana $DPC = PPC + Engineering \& Construction Cost$. Dalam hal ini diambil 10% dari DPC.
- *Contingency* adalah kompensasi terhadap pengeluaran yang tak terduga, perubahan proses meskipun kecil, perubahan harga dan kesalahan estimasi. Nilainya ditetapkan sebesar 10% – 25% dari DPC. Dalam hal ini diambil 15%.

b. *Working Capital Investment*

Capital Investment adalah usaha atau modal yang diperlukan untuk menjalankan operasional dari suatu pabrik dalam jangka waktu tertentu, termasuk di dalamnya, yaitu :

- *Raw material investment* adalah biaya yang dibutuhkan untuk persediaan bahan baku tergantung dari kecepatan konsumsi bahan baku, nilainya, ketersediaannya dan sumber.
- *In-process inventory* adalah biaya yang harus ditanggung selama bahan sedang dalam proses, besarnya tergantung pada lama siklus proses. Besarnya diperkirakan 50% dari *Total Manufacturing Cost* (TMC)
- *Product inventory* adalah biaya yang diperlukan untuk penyimpanan produk sebelum produk tersebut dilempar ke pasaran. Besarnya diperkirakan sama dengan nilai dari TMC 30 hari.
- *Extended credit* adalah persediaan uang untuk menutup penjualan barang yang belum dibayar. Besarnya diperkirakan sama dengan hasil penjualan selama 1 bulan produksi atau dua kali nilai *manufacturing cost* dalam satu bulan produksi.
- *Available cash* adalah persediaan uang tunai untuk membayar buruh, servis, dan material. Besarnya diperkirakan sama dengan 30 hari produksi *manufacturing cost*.

c. *Plant Start Up*

Berdasarkan buku Aries & Newton, 1955, *plant start up* adalah sejumlah biaya yang harus dikeluarkan ketika pabrik mulai beroperasi atau telah *start up*. Besarnya biaya diperkirakan sebesar 5-10% dari FCI. Diasumsikan nilainya sebesar 9%.

d. IDC (*Interest During Construction*)

Berdasarkan buku Aries & Newton, 1955 IDC (*Interest During Construction*) adalah sejumlah biaya yang harus dikeluarkan selama masa pembangunan/konstruksi pabrik.

7.3.2. Production Cost

7.3.2.1. Manufacturing cost

a. *Direct Manufacturing Cost*

Berdasarkan buku Aries & Newton, 1955, *direct manufacturing cost* merupakan pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk termasuk di dalamnya yaitu:

- Biaya bahan baku (*raw material*)
- *Labor cost* adalah biaya untuk buruh yang terlibat langsung dalam proses produksi.
- *Supervisory expanse* adalah biaya mengenai semua personal yang bertanggung jawab langsung terhadap operasi suatu produksi.
- *Maintenance cost* adalah biaya untuk pemeliharaan alat proses.
- *Plant supplies cost* adalah biaya yang dikeluarkan untuk pengadaan *plant supplies* antara lain *lubricants*, *charts* dan *gaskets*.
- *Royalties and patent*
- *Cost of utilitties* adalah biaya yang dibutuhkan untuk pengoperasian alat dan unit pendukung proses sehingga dihasilkan steam, air bersih, listrik dan bahan bakar.

b. *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

Berdasarkan buku Aries & Newton, 1955, *indirect manufacturing cost* merupakan pengeluaran yang dikeluarkan sebagai akibat tidak langsung karena adanya operasi pabrik, yang termasuk *indirect cost* adalah sebagai berikut:

- *Payroll overhead* adalah pengeluaran perusahaan untuk biaya pensiun, liburan yang dibayar perusahaan, asuransi cacat jasmani akibat kerja dan keamanan.
- *Laboratory* perusahaan harus mengeluarkan biaya untuk pengoperasian laboratorium karena laboratorium dibutuhkan untuk menjamin produk *quality control*.
- *Plant overhead* adalah biaya untuk service yang tidak langsung berhubungan dengan unit produksi, termasuk didalamnya adalah biaya kesehatan, fasilitas rekreasi, pembelian (*purchasing*), pergudangan (*warehouse*) dan engineering (termasuk *safety* dan *protection*).
- *Transportation* adalah biaya yang diperlukan untuk membayar ongkos distribusi barang produksi sampai ditangan konsumen.

c. *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

Berdasarkan buku Aries & Newton, 1955, *fixed cost* merupakan harga yang berkaitan dengan *fixed capital* dan pengeluaran, dimana harganya tetap tidak bergantung dengan waktu dan tingkat produksi, yang termasuk di dalam *fixed cost* yaitu:

- *Depresiasi* adalah biaya penyusutan nilai peralatan dan gedung, besarnya diperhitungkan dari perkiraan lamanya umur pabrik.
- *Property taxes* adalah biaya pajak properti yang harus dibayarkan oleh suatu perusahaan, besarnya tergantung lokasi dan situasi dimana plant tersebut berdiri.
- *Asuransi*, pihak perusahaan harus mengeluarkan uang untuk biaya asuransi pabrik, semakin bahaya suatu pabrik, maka biaya asuransinya semakin tinggi.

7.3.2.2. *General Expense*

Berdasarkan buku Aries & Newton, 1955, *General expanse* atau pengeluaran umum adalah pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*. Untuk *sales expanse* dimasukkan langsung ke dalam harga penjualan produk dimana termasuk dari harga pasar internasional.

a. *Administration Cost*

Administration cost merupakan biaya yang diperlukan untuk menjalankan administrasi perusahaan, termasuk didalamnya antara lain:

- *Management salaries* adalah gaji yang harus dibayarkan kepada semua karyawan perusahaan diluar buruh produksi antara lain Direktur, Sekertaris dan Kepala Bagian.
- *Legal fee and auditing* adalah biaya yang dikeluarkan untuk *fee* yang legal, sedangkan *auditing* adalah untuk membayar akuntan public.
- Biaya untuk peralatan kantor dan komunikasi, biaya ini diperlukan untuk membeli peralatan kantor seperti kertas, tinta dan lain-lain serta untuk membayar biaya komunikasi ndi lingkungan perusahaan seperti biaya telepon dan internet.

b. *Sales Expanse*

Sales expense adalah biaya administrasi yang diperlukan dalam penjualan produk, termasuk di dalamnya biaya biaya promosi apabila produk tergolong baru.

c. *Research*

Biaya *research* diperlukan untuk mendukung pengembangan pabrik, baik perbaikan proses maupun peningkatan kualitas produk. Selain itu juga dialokasikan untuk pembiayaan pengembangan *Human Resource* dari karyawan atau pekerja dengan peningkatan kemampuannya.

d. *Finance*

Finance merupakan pengeluaran untuk membayar tagihan bunga pinjaman modal.

7.4. Analisis Kelayakan

Analisa kelayakan diperlukan untuk mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, serta dapat mengetahui pabrik tersebut potensial atau tidak untuk didirikan, maka dilakukan suatu analisa kelayakan. Beberapa cara yang digunakan untuk menentukan analisa kelayakan adalah sebagai berikut:

7.4.1. Percent Profit on Sales (POS)

Berdasarkan Aries & Newton, 1955, *Profit on Sales* (POS) adalah persentase laba kotor yang diperoleh dari setiap satuan produk yang berhasil dijual. Standar minimal yang digunakan sebagai acuan kelayakan adalah 10%. Berdasarkan hasil perhitungan, nilai POS yang dicapai adalah sebesar 31,09%, sehingga dapat disimpulkan bahwa kinerja penjualan telah berada di atas batas kelayakan dan menunjukkan profitabilitas yang baik.

$$POS = \frac{Keuntungan}{Harga\ Jual\ Produk} \times 100\%$$

7.4.2. *Percent Return Investment (ROI)*

Berdasarkan Aries & Newton, 1955, *Return on Investment* adalah merupakan rasio profitabilitas yang mengukur efisiensi investasi dengan membandingkan keuntungan bersih yang diperoleh terhadap modal yang diinvestasikan, dinyatakan dalam persentase. Berdasarkan standar kelayakan investasi yang ditetapkan dengan rentang 11%-44%, hasil perhitungan menunjukkan ROI sebesar 31,70%. Nilai tersebut berada dalam rentang yang dapat diterima, sehingga investasi ini dapat dinyatakan layak secara finansial.

$$\text{Percent Return on Investment (ROI)} = \frac{\text{Profit}}{\text{Fixed Capital Investment}} \times 100\%$$

7.4.3. *Pay Out Time (POT)*

Berdasarkan Peters & Timmerhaus, 1991, *pay out time* adalah jumlah tahun yang telah berselang sebelum diperoleh penerima melebihi investasi awal, atau jumlah tahun yang diperlukan untuk mengembalikan *capital investment* sebelum dikurangi depresiasi. POT dapat dicari dengan menganalisis *cumulative cash flow*. Batasan yang sesuai yaitu maksimal 5 tahun dimana nilai dari POT yaitu 2,762 tahun sehingga POT sudah layak.

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{\text{Profit} + \text{Depresiasi}} \times 100\%$$

7.4.4. *Break Event Point (BEP)*

Break Event Point adalah titik yang menunjukkan tingkat produksi berapa biaya dan penghasilan jumlahnya sama, dimana pabrik dikatakan tidak untung dan tidak rugi. Apabila kapasitas kurang dari BEP akan menyebabkan kerugian, sebaliknya kapasitas lebih dari BEP akan mendapat keuntungan/profit (Aries & Newton, 1955). Dengan BEP dapat ditentukan tingkat harga jual dan jumlah unit yang dijual secara minimum, serta harga jual dan jumlah unit yang harus dicapai agar mendapat keuntungan. Batasan yang sesuai yaitu maksimal 60% dimana nilai dari BEP yaitu 30,55% sehingga BEP sudah layak.

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

Keterangan:

Fa = *Fixed Manufacturing Cost*

Ra = *Regulated Cost*

Va = *Variable Cost*

Sa = Sales/penjualan produk

7.4.5. *Shut Down Point (SDP)*

Shut Down Point titik perpotongan antara kurva penghasilan (*sales*) dengan kurva *fixed cost* (biaya tetap), yang menunjukkan pada tingkat kapasitas produksi tertentu jumlah *sales* sama dengan *fixed cost* yang mengakibatkan suatu aktivitas produksi dihentikan. Hal tersebut disebabkan oleh *variable cost* yang terlalu tinggi, atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan *profit*) (Aries & Newton, 1955). Dapat dikatakan perusahaan tidak dapat memenuhi *fixed cost*. Maka, perusahaan harus berhenti beroperasi. Batasan yang sesuai untuk *Shut Down Point* yaitu kurang dari *Break Event Point* (BEP) dimana nilai dari SDP yaitu 16,56% kurang dari BEP dengan nilai 30,55% sehingga SDP sudah layak.

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

Keterangan:

Ra = *Regulated Cost*

Va = *Variable Cost*

Sa = Sales/penjualan produk

7.4.6. *Internal Rate of Return (IRR)*

Rate of return dalam hal ini dapat dihitung dengan trail harga IRR hingga diperoleh *net present value* (NPV) = 0, Present value dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$p = \frac{F}{(1 + IRR)^n}$$

Keterangan:

P = *Present Value*

F = Nilai Uang pada Tahun ke-n

n = Tahun T

Batasan yang sesuai untuk *Internal Rate of Return* (IRR) adalah minimal 12% dimana nilai dari IRR nya 39,40% sehingga IRR nya sudah layak.

7.4.7. Harga Pokok Produksi (HPP)

Harga pokok produksi (HPP) adalah aktiva atau jasa yang dikorbankan atau diserahkan dalam proses produksi yang meliputi biaya bahan baku, biaya tenaga kerja, biaya overhead pabrik dan termasuk biaya produksi. Harga Pokok produksi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$HPP = \frac{\text{Total Production Cost}}{\text{Capacity Production}}$$

7.5. Hasil Perhitungan

7.5.1. *Capital Investment*

7.5.1.1. *Fixed Capital Investment*

Pada perhitungan *physical capital investment* yang terdiri dari PEC, instalasi, *piping*, instrumentasi, insulasi, listrik, bangunan, tanah dan perluasan, utilitas, dan *environmental* terdapat pada tabel 7.2. Selain itu perhitungan *engineering and construction* terdiri dari *engineering and construction*, dan *direct plant cost* (DPC) yang terdapat pada tabel 7.3.

Tabel 7.2 *Physical Capital Investment*

<i>Physical Capital Investment</i>	Biaya (US\$)
PEC	6.370.114,06
Instalasi	2.739.149,04
Piping	2.293.241,06
Instrumentasi	1.911.034,22
Insulasi	509.609,12
Listrik	955.517,11
Bangunan	1.561.458,59
Tanah dan perluasan	7.145.688,18

Utilitas	2.548.045,62
Environmental	1.592.528,51
Total	27.626.385,52

Tabel 7.3 *Biaya Engineering and Construction*

Biaya Engineering and Construction	Biaya (US\$)
<i>Engineering and Construction</i>	5.525.277,10
<i>Direct Plant Cost (DPC)</i>	33.151.662,62
Total	38.676.939,72

Pada perhitungan *fixed capital investment* yang terdiri dari *direct plant cost* (DPC), *contractor's fee* dan *contingency* terdapat pada tabel 7.4

Tabel 7.4 *Biaya Fixed Capital Investment*

Fixed Capital Investment	Biaya (US\$)
<i>Direct Plant Cost</i>	33.151.662,62
<i>Contractor's Fee</i>	3.315.166,26
<i>Contingency</i>	4.972.749,39
Total	41.439.578,27

7.5.1.2. *Working Capital Investment*

Pada perhitungan *Working Capital Investment* yang terdiri *Raw Material Inventory*, *In Process Inventory*, *Product Inventory*, *Extended Credit* dan *Available Cash* dapat dilihat pada tabel 7.5.

Tabel 7.5 *Working Capital Investment*

Working Capital Investment	Biaya (US\$)
<i>Raw Material Inventory</i>	13.753,15
<i>In Process Inventory</i>	7.565,28
<i>Product Inventory</i>	1.815.666,12
<i>Extended Credit</i>	3.631.332,23
<i>Available Cash</i>	1.815.666,12
Total	7.283.982,89

7.5.1.3. *Plant Start up*

$$\text{Plant Start Up} = \$3.315.166,26$$

7.5.1.4. *Total Capital Investment*

Pada perhitungan *total capital investment* yang terdiri Total FCI, *Plant Start Up*, *Interest During Construction*, Total WCI dapat dilihat pada tabel 7.6.

Tabel 7.6 Total Capital Investment

<i>Capital Investment</i>	Biaya (US\$)
Total FCI	41.439.578,27
<i>Plant Start Up</i>	3.315.166,26
<i>Interest During Construction</i>	4.351.155,72
Total WCI	7.283.982,89
Total	56.389.883,14

7.5.2. *Production Cost*

7.5.2.1. *Manufacturing Cost*

1. *Direct Manufacturing Cost*

Pada perhitungan *direct manufacturing cost* yang terdiri *supervisor cost*, *maintenance cost*, *plant supplies*, *royalties & paten*, *utility*, *labor cost*, *raw material* yang terdapat pada tabel 7.7

Tabel 7.7 *Direct Manufacturing Cost*

<i>Direct Manufacturing Cost</i>	Biaya (US\$)
<i>Supervisor Cost</i>	354.468,45
<i>Maintenance Cost</i>	4.143.957,83
<i>Plant Supplies</i>	621.593,67
<i>Royalties & Paten</i>	422.500,00
<i>Utility</i>	1.633.552,00
<i>Labor Cost</i>	513.749,08
<i>Raw Material</i>	4.538.538,61
Total	12.228.359,64

2. *Indirect Manufacturing Cost*

Pada perhitungan *indirect manufacturing cost* yang terdiri *playroll overhead*, *laboratory cost*, *plant overhad*, *packaging*, *transportation* yang terdapat pada tabel 7.8.

Tabel 7.8 *Indirect Manufacturing Cost*

<i>Indirect Manufacturing Cost</i>	Biaya (US\$)
<i>Playroll Overhead</i>	77.062,36
<i>Laboratory Cost</i>	51.374,91
<i>Plant Overhad</i>	256.874,54
<i>Packaging</i>	4.225.000,00
<i>Transportation</i>	25.687,45
Total	4.635.999,26

3. *Fixed Manufacturing Cost*

Pada perhitungan *fixed manufacturing cost* terdapat depresiasi, *property taxes* dan asuransi yang terdapat pada tabel 7.9

Tabel 7.9 *Fixed Manufacturing Cost*

<i>Fixed Manufacturing Cost</i>	Biaya (US\$)
Depresiasi	1.864.781,02
<i>Property Taxes</i>	828.791,57
Asuransi	414.395,78
Total	3.107.968,37

4. *Total Manufacturing Cost*

Pada perhitungan *total manufacturing cost* terdapat *direct manufacturing cost*, *indirect manufacturing cost* dan *fixed manufacturing cost* yang terdapat pada tabel 7.10

Tabel 7.10 *Total Manufacturing Cost*

Total Manufacturing Cost	Biaya (US\$)
<i>Direct Manufacturing Cost</i>	10.566.431,10
<i>Indirect Manufacturing Cost</i>	4.635.999,26
<i>Fixed Manufacturing Cost</i>	3.107.968,37
Total	18.310.398,73

7.5.2.2. General Expense

Pada perhitungan *general expense* terdapat *administration*, *sales expense*, *research & development* dan *finance* yang terdapat pada tabel 7.11. Selain itu total biaya produksi yang terdiri dari *total manufacturing cost* dan *general expense* terdapat pada tabel 7.12.

Tabel 7.11 *General Expense*

General Expense	Biaya (US\$)
<i>Administration</i>	929.970,861
<i>Sales Expense</i>	2.746.559,81
<i>Research & Development</i>	915.519,94
<i>Finance</i>	1.831.039,87
Total	6.423.090,481

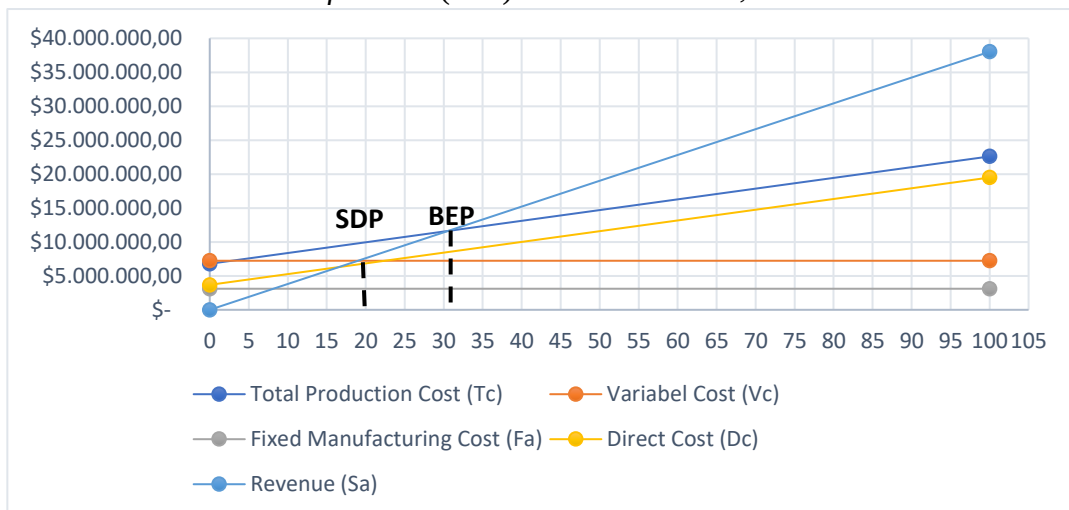
Tabel 7.12 Total Biaya Produksi

Total Biaya Produksi	Biaya (US\$)
<i>Total Manufacturing Cost</i>	18.310.398,73
<i>General Expense</i>	6.423.090,481
Total	24.733.489,215

7.5.3. Analisa Kelayakan

- Biaya Produksi = \$24.733.489,21
- Keuntungan Sebelum Pajak = \$17.516.510,785
- Keuntungan Setelah Pajak = \$13.137.383,089

- *Percent Profit On Sales (POS)*
 POS sebelum pajak = 41,46%
 POS setelah pajak = 31,09%
- *Percent Return On Investment (ROI)*
 ROI Sebelum Pajak = 42,27%
 ROI Sesudah Pajak = 31,70%
- *Pay Out Time (POT)*
 POT Sebelum Pajak = 2,138 Tahun
 POT Sesudah Pajak = 2,762 Tahun
- *Break Even Point (BEP)* = 30,55%
- *Shut Down Point (SDP)* = 16,56%
- *Internal Rate of Return (IRR)* = 39,40%



Gambar 7.2 Grafik Analisa Kelayakan Ekonomi

Apabila nilai kapasitas produksi lebih besar dari SDP tetapi lebih kecil dari BEP, artinya pabrik dalam keadaan rugi maka untuk mengatasi kerugian ini pabrik harus menutup kerugian itu dengan menggunakan dana *fixed manufacturing cost*.

Kesimpulan:

- Profit On Sales* sebelum pajak = 41,46% dan sesudah pajak = 31,09%
- Return On Investment* sebelum pajak = 42,27% dan sesudah pajak = 31,70%
- Pay Out Time* sebelum pajak = 2,138 tahun dan sesudah pajak = 2,762 tahun
- Internal Rate of Return* = 39,40%
- Break Even Point* = 30,55%

Analisis kelayakan ekonomi yang meliputi Profit on Sales (POS), Return on Investment (ROI), dan indikator lainnya ditunjukkan pada tabel 7.13.

Tabel 7.13 Tabel Analisa Kelayakan Ekonomi

No	Analisa Kelayakan	Presentase (%)	Batasan	Keterangan
1	ROI sebelum pajak	42,27%	11-44%	Layak
2	ROI setelah pajak	31,70%		Layak
3	POT sebelum pajak	2,138 tahun	Max. 5 tahun	Layak
4	POT setelah pajak	2,762 tahun		Layak
5	IRR	39,40%	Min. 12%	Layak
6	BEP	30,55%	Max. 60%	Layak