

BAB IV

UNIT PENDUKUNG PROSES

Unit pendukung proses merupakan sistem pelayanan teknis yang memastikan operasi pabrik berlangsung stabil, aman, dan berkesinambungan. Pada pabrik 1,3-butadiena, unit ini tidak hanya berfungsi sebagai penyedia kebutuhan utilitas, tetapi juga sebagai pengendali mutu air, sumber energi, sistem instrumentasi, sarana pengujian laboratorium, pengelolaan limbah, serta perlindungan keselamatan kerja dan lingkungan. Kegagalan pada salah satu unit pendukung dapat mengganggu kontinuitas proses utama, menurunkan efisiensi produksi, dan meningkatkan risiko operasional.

Unit pendukung proses yang dirancang untuk pabrik 1,3-butadiena meliputi unit pengolahan dan penyediaan air, unit penyediaan steam, unit penyediaan udara tekan, unit pembangkit listrik, unit penyediaan bahan bakar, unit laboratorium, unit pengolahan limbah, serta sistem kesehatan, keselamatan kerja, dan lingkungan hidup. Setiap unit dirancang berdasarkan kebutuhan proses, karakteristik bahan, standar mutu utilitas, serta aspek keselamatan operasi pabrik kimia.

Unit pendukung proses pada pabrik 1,3-butadiena meliputi:

1. Unit Pengolahan dan Penyediaan Air
2. Unit Penyediaan Steam
3. Unit Penyediaan Udara Tekan
4. Unit Pembangkit Listrik
5. Unit Penyediaan Bahan Bakar
6. Unit Laboratorium
7. Unit Pengolahan Limbah
8. Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup

4.1. Unit Pengolahan dan Penyediaan Air

Air merupakan utilitas utama yang dibutuhkan untuk menunjang proses produksi dan aktivitas penunjang pabrik. Kebutuhan air mencakup air proses, air konsumsi dan sanitasi, air pendingin, air umpan boiler, serta cadangan air pemadam kebakaran. Karena setiap pemakaian memiliki persyaratan mutu yang berbeda, air baku harus melalui tahapan pengolahan yang sesuai sebelum didistribusikan ke masing-masing unit.

4.1.1. Unit Pengolahan Air

Sumber air baku pabrik direncanakan berasal dari Waduk Krenceng, Cilegon. Waduk ini menerima pasokan dari aliran Sungai Rawa Danau, beberapa sungai di sekitar Kota Cilegon, serta daerah aliran Sungai Cidanau. Jarak antara waduk dan area utilitas sekitar 500 m, sehingga pengambilan dan pemompaan air baku dapat dilakukan dengan jalur distribusi yang relatif pendek. Kebutuhan air pabrik sebesar 243,11 m³/jam dipenuhi melalui pengolahan air permukaan menjadi air utilitas yang layak digunakan.

Pemilihan Waduk Krenceng sebagai sumber air utama didasarkan pada pertimbangan teknis dan ekonomis berikut:

1. Letaknya sangat dekat dengan lokasi pabrik, yaitu sekitar 500 m.
2. Kapasitas air waduk memungkinkan pemakaian dalam jumlah besar setelah melalui proses pengolahan.
3. Pengolahan air permukaan relatif sederhana dibandingkan sumber air dengan tingkat salinitas tinggi.
4. Kontinuitas pasokan air waduk cukup baik sehingga risiko kekurangan air dapat ditekan.

Kebutuhan air di pabrik 1,3-butadiena dibagi menjadi beberapa kelompok, yaitu make-up air proses, air konsumsi dan sanitasi, air pendingin untuk proses yang mencakup cooling water dan chiller water, serta air umpan boiler. Setiap jenis pemakaian memiliki standar mutu yang berbeda sehingga tahapan pengolahannya perlu disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing. Tahapan pengolahan air sungai/waduk secara umum dijelaskan sebagai berikut:

a. Pengendapan Awal

Air dari Waduk Nadra Krenceng dialirkan menggunakan pompa menuju bak pengendapan awal. Pada unit ini, partikel berukuran besar dan kotoran yang terbawa air akan mengendap secara gravitasi sehingga beban pengolahan pada tahap berikutnya menjadi lebih ringan.

b. Pengendapan dengan cara koagulasi

Partikel halus yang masih tersuspensi di dalam air digumpalkan di dalam flokulator. Pembentukan flok dibantu dengan penambahan tawas Al₂(SO₄)₃ dan larutan kapur Ca(OH)₂. Larutan kapur 5% membantu mengikat garam terlarut, sedangkan larutan tawas 5% berperan sebagai koagulan untuk mempercepat pembentukan dan pengendapan flok.

c. Pemisahan dengan clarifier

Air dari flokulator dipompa menuju clarifier. Pada alat ini, flok hasil proses koagulasi akan turun dan terkumpul di bagian bawah, kemudian dikeluarkan melalui pipa blow down. Air yang relatif jernih dialirkan ke unit sand filter untuk penyaringan lanjutan.

d. Pemisahan dengan sand filter

Sand filter digunakan untuk menahan partikel halus yang belum terpisah pada tahap sebelumnya. Air hasil penyaringan kemudian menuju bak klorinasi. Pada bak ini ditambahkan klorin untuk membunuh mikroorganisme, sehingga air bersih dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan konsumsi umum dan sanitasi.

4.1.2 Unit Penyediaan Air

1. Air Domestik

Air domestik untuk konsumsi dan sanitasi juga bersumber dari Waduk Krenceng. Air ini digunakan untuk kebutuhan karyawan, tamu atau kontraktor, laboratorium, kegiatan pembersihan, serta fasilitas umum pabrik. Kualitas air domestik mengacu pada ketentuan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 32 Tahun 2017. Parameter mutu yang digunakan meliputi parameter fisik, biologi, dan kimia.

Tabel 4. 1. Parameter Fisik dalam Standar Baku Mutu Air

No.	Parameter Wajib	Unit	Kadar Maksimum
1	Kekeruhan	NTU	25
2	Warna	TCU	50
3	Zat padat terlarut	mg/L	1000
4	Suhu	°C	Suhu udara ± 3
5	Rasa	-	Tidak berasa
6	Bau	-	Tidak berbau

Tabel 4. 2. Parameter Biologi dalam Standar Baku Mutu Air

No.	Parameter Wajib	Unit	Kadar Maksimum
1	Total coliform	CFU/100 mL	50
2	E. coli	CFU/100 mL	0

Tabel 4. 3. Parameter Kimia dalam Standar Baku Mutu Air

No.	Parameter Wajib	Unit	Kadar Maksimum
1	pH	-	6,5-8,5
2	Besi	mg/L	1
3	Fluorida	mg/L	1,5
4	Kesadahan (CaCO ₃)	mg/L	500
5	Mangan	mg/L	0,5
6	Nitrat sebagai N	mg/L	10
7	Nitrit sebagai N	mg/L	1
8	Sianida	mg/L	0,1
No.	Parameter Wajib	Unit	Kadar Maksimum
9	Deterjen	mg/L	0,05
10	Pestisida	mg/L	0,1

Kebutuhan air untuk karyawan dihitung berdasarkan konsumsi 15 L/orang/hari. Dengan jumlah karyawan 125 orang, kebutuhan air karyawan adalah 1.875 L/hari atau 1,875 m³/hari. Untuk tamu, kontraktor, dan pekerja lepas diasumsikan sebanyak 50 orang sehingga kebutuhan airnya sebesar 750 L/hari atau 0,75 m³/hari. Kebutuhan air laboratorium diperkirakan 2,5 m³/hari, sedangkan air pembersihan dan kebutuhan lain sebesar 10 m³/hari. Dengan demikian, total kebutuhan air sanitasi adalah 15,125 m³/hari.

2. Air Hydrant

Air *hydrant* disiapkan sebagai cadangan utama untuk penanggulangan kebakaran. Kapasitas efektif tangki hydrant mengacu pada SNI 03-6570-2001, yaitu mampu menyediakan air pada laju nominal 18,925 L/menit selama waktu minimum 30 menit. Perhitungan volume minimum tangki hydrant dinyatakan sebagai berikut.

$$V = Q \times t$$

$$V = 18,925 \text{ L/menit} \times 30 \text{ menit} = 567.750 \text{ L} = 567,75 \text{ m}^3$$

Berdasarkan hasil tersebut, volume minimum tangki penyimpanan air *hydrant* yang digunakan adalah 567,75 m³.

3. Air Pendingin

Air pendingin digunakan sebagai media pelepas panas pada peralatan perpindahan panas. Cooling water melayani heat exchanger dan kondensor parsial, sedangkan chiller water digunakan untuk kondensor yang membutuhkan temperatur pendinginan lebih rendah. Karena air pendingin bersirkulasi melalui alat penukar panas, kandungan padatan, mikroorganisme, dan komponen pembentuk kerak harus dikendalikan agar tidak menimbulkan fouling.

Pengolahan make-up air pendingin dilakukan dengan urutan yang sama seperti air konsumsi dan sanitasi. Air yang telah digunakan dikembalikan ke cooling tower untuk menurunkan temperatur sebelum dialirkan kembali ke peralatan proses. Kebutuhan air pendingin ditunjukkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4. Kebutuhan Air Pendingin

No.	Keterangan	Kebutuhan (m ³ /jam)
1	Heat Exchanger (E-102)	650.72
2	Heat Exchanger (E-103)	210.8
3	Heat Exchanger (E-104)	416.42
4	Condensor (CD-101)	134.77
5	Condensor (CD-102)	24.7
Total		1,437.49

4. Air Umpan Boiler

Sebelum digunakan sebagai air umpan boiler, air harus melalui perlakuan tambahan untuk mencegah kerusakan pada boiler. Beberapa komponen yang perlu dikendalikan meliputi senyawa korosif, zat pembentuk kerak, serta komponen yang berpotensi menyebabkan pembusaan. Kandungan asam dan gas terlarut dapat memicu korosi, sedangkan garam karbonat dan silikat dapat membentuk kerak pada suhu tinggi. Zat organik, anorganik, dan padatan terlarut dalam jumlah besar juga dapat menimbulkan foaming.

Tahapan pengolahan air umpan boiler meliputi penghilangan kation, penghilangan anion, dan deaerasi. Pada kation exchanger, ion positif seperti Ca²⁺, Mg²⁺, Fe²⁺, Mn²⁺, dan Al³⁺ diikat oleh resin C-300 dengan notasi RH². Setelah resin jenuh, regenerasi dilakukan menggunakan larutan H₂SO₄ 2%. Pada anion exchanger, ion negatif seperti CO₃²⁻, Cl⁻, dan SiO₃²⁻ diikat menggunakan resin C-500P dengan notasi R(OH)₂. Resin yang jenuh diregenerasi menggunakan larutan NaOH 4%. Setelah proses pertukaran ion, air dialirkan ke deaerator untuk

menghilangkan gas terlarut, terutama O₂ dan CO₂. Hidrazin N₂H₄ ditambahkan untuk mengikat sisa oksigen sehingga risiko korosi pada boiler berkurang.

Tabel 4. 5. Kebutuhan Air Umpan Boiler

No.	Keterangan	Kebutuhan (m ³ /jam)
1	Reboiler (RB-101)	2.98
2	Reboiler (RB-102)	3.15
	Total	6.13

4.2. Unit Penyediaan Steam

Steam pada pabrik 1,3-butadiena digunakan sebagai sumber panas untuk reboiler E-104 dan E-106. Uap yang disediakan berupa superheated steam dengan kebutuhan sebesar 2.478,44 kg/jam. Nilai tersebut diperoleh dari kebutuhan air umpan boiler sebesar 2.065,36 kg/jam yang ditambah cadangan 20% untuk mengantisipasi kehilangan atau kebocoran pada jalur distribusi. Boiler dioperasikan untuk menjamin ketersediaan steam sesuai kebutuhan proses.

4.3. Unit Penyediaan Udara Tekan

Udara tekan digunakan sebagai sumber tenaga untuk peralatan pneumatik, terutama control valve yang bekerja pada area operasi berisiko. Penggunaan udara tekan memungkinkan pengaturan katup dilakukan secara aman pada zona dengan temperatur tinggi, bahan kimia berbahaya, atau sistem kelistrikan yang tidak dapat diakses langsung oleh operator.

Kebutuhan udara tekan dihitung berdasarkan jumlah control valve. Pada rancangan ini terdapat 52 control valve, terdiri atas 27 unit pada area proses dan 25 unit pada area utilitas. Kebutuhan udara untuk satu valve sebesar 1,70 m³/jam. Perhitungan kebutuhan udara tekan adalah sebagai berikut.

$$\text{Kebutuhan udara tekan teoritis} = 52 \text{ valve} \times 1,70 \text{ m}^3/\text{jam} = 88,35 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Untuk menjaga keandalan operasi, kebutuhan tersebut ditambah cadangan 20% sebagai antisipasi kebocoran dan fluktuasi pemakaian. Dengan demikian, kebutuhan udara tekan total menjadi 106,01 m³/jam. Kebutuhan spesifik udara tekan adalah 0,01 m³ udara tekan per kg 1,3-butadiena.

4.4. Unit Pembangkit Listrik

Sumber listrik utama pabrik berasal dari jaringan PLN, sedangkan generator disediakan sebagai sumber cadangan. Sistem ini dipilih agar operasi pabrik tetap dapat berjalan ketika

terjadi gangguan pasokan listrik dari PLN. Generator yang digunakan berupa AC generator karena mampu memasok daya besar dan tegangan keluarannya dapat disesuaikan dengan kebutuhan distribusi listrik pabrik.

Kebutuhan listrik pabrik dikelompokkan menjadi kebutuhan proses dan utilitas, penerangan, air conditioner, laboratorium dan instrumentasi, serta peralatan elektronik. Rincian kebutuhan listrik unit proses dan utilitas disajikan pada Tabel 4.6 dan Tabel 4.7.

Pertimbangan pemilihan generator arus bolak-balik adalah sebagai berikut.

- Daya listrik yang dihasilkan cukup besar untuk mendukung operasi darurat pabrik.
- Tegangan keluaran dapat dinaikkan atau diturunkan sesuai kebutuhan sistem distribusi.

Tabel 4. 6. Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses

Alat	Jumlah	Daya (hp)	Total Daya (hp)
K-01	1	1688,60	1688,60
P-01	1	1,00	1,00
P-02	1	1,00	1,00
P-03	1	3,00	3,00
P-04	1	0,50	0,50
P-05	1	5,00	5,00
P-06	1	3,00	3,00
P-07	1	0,50	0,50
P-08	1	0,75	0,75
Total			1703,35

Tabel 4. 7. Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Utilitas

Alat	Jumlah	Daya (hp)	Total Daya (hp)
PU-01	1	0,16	0,16
PU-02	1	0,06	0,06
PU-03	1	0,06	0,06
PU-21	1	0,75	0,75
PU-05	1	0,06	0,06
PU-06	1	0,06	0,06
PU-07	1	0,16	0,16

Alat	Jumlah	Daya (hp)	Total Daya (hp)
PU-08	1	0,16	0,16
PU-09	1	0,08	0,08
PU-13	1	0,08	0,08
PU-14	1	0,06	0,06
PU-17	1	0,05	0,05
PAP-01	1	3,00	3,00
PAP-02	1	0,05	0,05
PAP-03	1	1,00	1,00
PU-12	1	0,33	0,33
PU-18	1	0,13	0,13
CP-01	1	10,00	10,00
Fan CT	2	25,00	50,00
Pengaduk flokulator	1	30,00	30,00
Total			96,25

Total daya untuk kebutuhan proses dan utilitas adalah 1.808,35 HP atau sekitar 1.408,51 kW. Untuk peralatan yang tidak dirinci, ditambahkan faktor 20%, sehingga kebutuhan listrik unit proses dan utilitas diperkirakan sebesar 1.690,21 kW.

Kebutuhan penerangan dihitung berdasarkan intensitas cahaya, luas area, efisiensi armatur, dan faktor utilitas ruangan. Untuk area dalam bangunan digunakan lampu Phillips LED GreenSpace Surfacedmounted dengan keluaran cahaya 6.600 lumen per lampu. Untuk area luar ruangan digunakan lampu Philips GreenVisio Xceed Gen2 dengan keluaran cahaya 22.000 lumen per lampu.

Tabel 4. 8. Jumlah Lumen Berdasarkan Luas Bangunan

Alat	Jumlah	Daya (hp)	Total Daya (hp)
PU-01	1	0,16	0,16
PU-02	1	0,06	0,06
PU-03	1	0,06	0,06
PU-21	1	0,75	0,75
PU-05	1	0,06	0,06

Alat	Jumlah	Daya (hp)	Total Daya (hp)
PU-06	1	0,06	0,06
PU-07	1	0,16	0,16
PU-08	1	0,16	0,16
PU-09	1	0,08	0,08
PU-13	1	0,08	0,08
PU-14	1	0,06	0,06
PU-17	1	0,05	0,05
PAP-01	1	3,00	3,00
PAP-02	1	0,05	0,05
PAP-03	1	1,00	1,00
PU-12	1	0,33	0,33
PU-18	1	0,13	0,13
CP-01	1	10,00	10,00
Fan CT	2	25,00	50,00
Pengaduk flokulator	1	30,00	30,00
Total			96,25

Jumlah lampu untuk area dalam bangunan adalah 1.240 buah, sedangkan lampu luar ruangan sebanyak 221 buah. Total kebutuhan listrik penerangan diperkirakan 40,80 kW. Kebutuhan listrik AC dihitung dari luas ruang ber-AC sebesar 2.807,99 m² dengan kebutuhan 500 Btu/jam per m². Dengan beban total 1.403.993,25 Btu/jam dan konversi 1 PK = 10.000 Btu/jam, kebutuhan AC adalah 140,39 PK atau 104,69 kW. Laboratorium dan instrumentasi diperkirakan memerlukan 50 kW, sedangkan 35 unit PC dengan daya 250 W per unit membutuhkan 8,75 kW.

Tabel 4. 9. Total Kebutuhan Listrik Pabrik

No.	Keterangan	Kebutuhan (kW)
1	Listrik untuk keperluan proses dan utilitas	1690,21
2	Listrik untuk penerangan	40,80
3	Listrik untuk AC	104,70

4	Listrik untuk laboratorium dan instrumentasi	50,00
5	Listrik untuk alat elektronik	8,75
Total		1894,456

Total kebutuhan listrik pabrik adalah 1.894,456 kW. Berdasarkan kebutuhan tersebut, suplai PLN masuk ke golongan industri I-3/TM dengan daya di atas 200 kVA. Generator cadangan yang dipilih berkapasitas 2.000 kW, tipe AC generator 3 fasa, berkecepatan 1.800 rpm, dan menggunakan bahan bakar High Speed Diesel (HSD).

4.5. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit penyediaan bahan bakar bertugas memenuhi kebutuhan bahan bakar boiler dan generator. Bahan bakar yang digunakan adalah High Speed Diesel (HSD) yang diperoleh dari PT Pertamina. HSD dipilih karena memiliki nilai kalor tinggi, mudah disimpan dan didistribusikan, tersedia di pasaran, serta relatif lebih ramah lingkungan dibandingkan beberapa bahan bakar lain.

Untuk generator, HSD digunakan pada saat pasokan listrik PLN terputus. Dengan heating value 18.228,73 Btu/lb, efisiensi generator 80%, efisiensi bahan bakar 80%, dan kapasitas generator 6.824.308,19 Btu/jam, kebutuhan bahan bakar dihitung sebesar 204.040,24 L/jam. Karena generator berfungsi sebagai cadangan, HSD disimpan di tangki bahan bakar dan digunakan ketika kondisi darurat atau terjadi gangguan suplai listrik utama.

4.6. Unit Laboratorium

Laboratorium berperan penting dalam menyediakan data analisis yang dibutuhkan untuk evaluasi proses, pengendalian efisiensi, dan pengawasan mutu. Pengendalian mutu dilakukan agar bahan baku, produk, air utilitas, serta limbah tetap sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Data laboratorium juga menjadi dasar untuk menilai apakah proses berjalan normal atau terjadi penyimpangan yang perlu segera ditangani.

Laboratorium pengujian dan kalibrasi dituntut menghasilkan data yang bermutu. Berdasarkan prinsip SNI ISO 9001:2008, data uji dianggap baik apabila mampu memenuhi kebutuhan pengguna dengan tetap memperhatikan aspek teknis, ketelitian, ketepatan, keterlacakan, serta dokumentasi hasil uji. Untuk mencapai mutu tersebut, laboratorium perlu menerapkan prosedur kerja terpadu mulai dari pengambilan sampel, penanganan sampel, pengujian, hingga pelaporan hasil.

Secara umum, laboratorium memiliki tugas pokok sebagai berikut:

- Mengontrol mutu bahan baku dan produk.
- Memantau kondisi proses produksi.
- Mengawasi mutu air pendingin, air proses, air umpan boiler, dan air lain yang terkait langsung dengan operasi pabrik.

Kegiatan laboratorium berlangsung selama 24 jam melalui sistem shift dan non-shift. Kelompok shift bertugas menjalankan analisis rutin terhadap proses produksi selama tiga shift per hari, masing-masing 8 jam. Kelompok non-shift menangani analisis khusus, penyediaan reagen, penelitian, serta pemeriksaan bahan buangan yang berpotensi menimbulkan pencemaran.

4.6.1. Laboratorium Penelitian dan Pengembangan

Laboratorium penelitian dan pengembangan bertugas melakukan penelitian rutin maupun non-rutin yang berkaitan dengan peningkatan proses, diversifikasi produk, serta perlindungan lingkungan. Laboratorium ini juga dapat menguji alternatif bahan baku atau kondisi operasi tertentu apabila diperlukan. Salah satu alat penting yang digunakan adalah gas detector untuk mendeteksi potensi kebocoran gas pada aliran proses.

4.6.2. Laboratorium Fisik

Laboratorium fisik melakukan pemeriksaan sifat fisik bahan baku dan produk, seperti densitas, viskositas, dan kemurnian. Densitas dianalisis menggunakan hidrometer dengan cara menuangkan sampel ke gelas ukur, mengukur temperatur, memasukkan hidrometer, membaca skala setelah kondisi stabil, lalu mengonversi hasil berdasarkan tabel. Viskositas diuji menggunakan viskometer tube, bath, stopwatch, dan termometer dengan cara mengalirkan sampel melalui kapiler pada temperatur tertentu. Kemurnian dianalisis menggunakan gas liquid chromatography dengan menginjeksikan sampel ke alat dan membaca hasil pada recorder.

4.6.3. Laboratorium Penguji Kualitas Air

Laboratorium penguji kualitas air memeriksa mutu air pendingin dan air umpan boiler. Parameter yang dianalisis meliputi pH dan kesadahan, serta parameter tambahan seperti silika, besi, fosfat, sulfit, kekeruhan, dan konduktivitas. pH meter digunakan untuk mengetahui tingkat keasaman atau kebasaan air, sedangkan kesadahan dianalisis melalui titrasi.

Tabel 4. 10. Pengujian Sampel

No.	Sampel	Titik Pengambilan	Parameter Uji	Metode/Alat	Frekuensi
1	n-Butana	T-01	Densitas, viskositas, kemurnian	ASTM D4650-19; hidrometer, viskometer, GLC	5 jam sekali
2	1,3-Butadiena	T-03	Densitas, viskositas, kemurnian	ASTM D2593-19; hidrometer, viskometer, GLC	5 jam sekali
3	1-Butena	T-02	Densitas, viskositas, kemurnian	ASTM D2593-19; hidrometer, viskometer, GLC	5 jam sekali
4	Air	Unit utilitas	pH, silika, besi, fosfat, sulfat, kekeruhan, konduktivitas	pH meter, spektrofotometer, turbidimeter, konduktometer	8 jam sekali

4.7. Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan dari pabrik 1,3-butadiena dikelompokkan menjadi limbah cair dan limbah padat. Setiap jenis limbah perlu ditangani sesuai karakteristiknya agar tidak menimbulkan gangguan terhadap lingkungan dan masyarakat sekitar.

4.7.1. Limbah Cair

Limbah cair berasal dari pencucian peralatan pabrik, aktivitas domestik dan kantor, serta kegiatan laboratorium. Limbah pencucian peralatan diperkirakan mengandung kerak dan kotoran yang menempel pada alat. Limbah domestik mengandung bahan organik dari kamar mandi dan kantin. Sementara itu, limbah laboratorium mengandung bahan kimia yang digunakan untuk analisis bahan baku, produk, maupun kegiatan penelitian.

Pengolahan limbah cair direncanakan diserahkan kepada pihak ketiga, yaitu PT Wastec International yang berlokasi sekitar 1,8 km dari pabrik. Pemilihan pihak ketiga dilakukan karena sebagian kandungan limbah bersifat berbahaya sehingga memerlukan perlakuan khusus. Selain itu, karena jumlah limbah relatif kecil, penanganan oleh perusahaan pengolah limbah dinilai lebih ekonomis. PT Wastec International dipilih karena jaraknya dekat dan memiliki kemampuan menangani limbah fase padat, cair, maupun sludge.

4.7.2. Limbah Padat

5. Limbah padat terutama berasal dari aktivitas domestik, seperti sampah kertas, plastik, dan sisa kebutuhan harian. Sampah tersebut dikumpulkan di bak penampungan sementara, kemudian dikirim ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sesuai prosedur pengelolaan sampah yang berlaku.

4.8. Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup (K3)

4.8.1. Kesehatan Kerja (Health)

Kesehatan dan keselamatan kerja merupakan bagian penting dalam pengoperasian pabrik kimia. Penerapan K3 bertujuan menekan kemungkinan terjadinya kecelakaan, cedera, penyakit akibat kerja, maupun dampak fatal terhadap pekerja. Sistem K3 yang baik juga membantu perusahaan menghindari kerugian akibat gangguan operasi, kerusakan aset, dan berhentinya proses produksi.

Penerapan K3 bertujuan untuk mengendalikan potensi bahaya, mencegah kecelakaan kerja, melindungi aset perusahaan dan keselamatan jiwa, serta meminimalkan kerugian yang dapat terjadi selama kegiatan operasional pabrik.

4.8.2. Keselamatan Kerja (Safety)

Kegiatan produksi di pabrik melibatkan peralatan berukuran besar, kondisi operasi tertentu, serta bahan kimia yang memiliki potensi bahaya. Oleh karena itu, sistem keselamatan kerja harus diterapkan untuk melindungi pekerja dari risiko selama menjalankan tugasnya.

1. Alat Pelindung Diri

Alat pelindung diri digunakan untuk mengurangi risiko paparan bahaya terhadap pekerja. APD yang disediakan antara lain helm, safety glass, masker, sarung tangan, dan safety shoes.

2. Pengaman Mesin

Mesin produksi dilengkapi perangkat keselamatan seperti safety guard dan emergency stop button. Perlengkapan ini berfungsi mengurangi kemungkinan kecelakaan akibat kontak langsung dengan bagian mesin yang bergerak atau kondisi operasi yang tidak normal.

3. Penanggulangan Kebakaran

Sistem penanggulangan kebakaran mencakup fire alarm system, lampu darurat, APAR, hydrant, dan regu pemadam kebakaran. Alarm dipasang di area kerja agar peringatan dini dapat segera diterima apabila terjadi kebakaran, sedangkan lampu darurat berfungsi sebagai penunjuk arah evakuasi.

4. Sistem Izin Kerja (Work Permit System)

Pekerjaan berisiko tinggi harus dilaksanakan melalui sistem izin kerja. Pekerja mengajukan izin kepada atasan, kemudian permohonan diteruskan kepada petugas K3. Jenis izin kerja meliputi izin kerja panas, pengelasan, pekerjaan di ketinggian, ruang terbatas, dan kelistrikan. Selain itu, poster K3, rambu peringatan, label bahan kimia, dan Material Safety Data Sheet (MSDS) dipasang di lokasi strategis agar mudah terlihat.

5. Behavior Based Safety Management (BBSM)

BBSM merupakan program keselamatan yang menitikberatkan pada perubahan perilaku kerja agar lebih aman. Perusahaan menyusun daftar perilaku berisiko, menunjuk pengawas, dan melibatkan rekan kerja dalam proses pemantauan. Melalui program ini, pekerja dilatih mengenali bahaya dan menerapkan kebiasaan kerja yang bertanggung jawab.

4.8.3. Pertimbangan Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Lingkungan

Perancangan pabrik kimia harus memperhatikan keselamatan, kesehatan kerja, dan lingkungan secara menyeluruh. Setiap bahan, peralatan, kondisi proses, dan tata letak fasilitas memiliki potensi bahaya yang tidak selalu dapat dihilangkan, tetapi dapat dikendalikan melalui identifikasi risiko dan penerapan tindakan pengendalian.

Aspek lingkungan juga menjadi bagian utama karena limbah produksi harus dikelola sebelum dilepas ke lingkungan. Pengolahan limbah disesuaikan dengan karakteristik limbah agar tidak mencemari lingkungan maupun mengganggu masyarakat sekitar. Pertimbangan utama meliputi pengendalian bahaya bahan kimia, emisi gas, limbah cair, limbah padat, serta paparan faktor fisik yang dapat membahayakan tenaga kerja.