

BAB IV

UNIT PENDUKUNG PROSES

Agar proses produksi di pabrik dapat berjalan secara efisien dan berkelanjutan, diperlukan fasilitas pendukung berupa unit utilitas. Unit ini berfungsi untuk menyediakan kebutuhan dasar seperti air dan energi listrik yang sangat vital dalam menjalankan seluruh tahapan proses produksi, mulai dari awal hingga menghasilkan produk akhir. Di pabrik propilen glikol, unit utilitas berperan penting dalam memastikan kelancaran operasional dan kestabilan proses. Beberapa unit utilitas utama yang terdapat dalam pabrik antara lain:

1. Unit Pengolahan dan Penyediaan Air (Water Treatment System)
2. Unit Pembangkit Listrik (Power Plant System)
3. Unit Pembangkit Uap (Steam Generation System)
4. Unit Penyediaan Udara Instrumen (Power Air System)
5. Unit Laboratorium
6. Unit Pengolahan Limbah

4.1 Unit Pengolahan dan Penyediaan Air (Water Treatment System)

Dalam perancangan pabrik propilen glikol, sumber air yang digunakan berasal dari air Sungai Bengawan Solo yang diolah JIPE.

4.1.1 Unit Penyediaan Air

Air merupakan komponen penting dalam proses industri, khususnya dalam mendukung kegiatan operasional pabrik. Di pabrik propilen glikol, air diperoleh dari sungai yang berada di sekitar area pabrik. Air ini kemudian diolah melalui berbagai tahapan untuk memenuhi beragam kebutuhan, seperti air umpan boiler, air pendingin, air sanitasi, air minum, hingga air untuk sistem pemadam kebakaran (*hydrant*).

Agar dapat digunakan sebagai air umpan boiler, air hasil filtrasi harus melewati proses demineralisasi, yang bertujuan menghilangkan kandungan mineral dan ion pengganggu seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , dan Cl^- . Kandungan tersebut jika tidak dihilangkan, dapat menyebabkan pembentukan kerak atau korosi pada peralatan seperti boiler dan penukar panas.

Pemilihan air sungai sebagai sumber utama didasarkan pada pertimbangan teknis dan geografis, antara lain:

- Ketersediaan sumber air permukaan yang dekat dengan lokasi pabrik, sehingga memudahkan akses dan distribusi.

- Debit air sungai yang cukup besar dan relatif stabil sepanjang tahun.
- Pengambilan air sungai tidak memerlukan sistem penyaluran air laut dan teknologi khusus seperti desalinasi, sehingga lebih ekonomis.

Namun demikian, penggunaan air sungai tetap memiliki beberapa tantangan yang perlu diperhatikan, seperti:

- Kualitas air sungai sangat dipengaruhi oleh musim dan aktivitas di daerah hulu, sehingga fluktuasi kadar kontaminan bisa terjadi.
- Diperlukan sistem pengolahan yang tepat untuk memastikan air sungai yang digunakan telah memenuhi standar kualitas air proses.

Oleh karena itu, unit penyediaan air di pabrik memiliki peran penting dalam memastikan bahwa air yang digunakan telah memenuhi spesifikasi yang diperlukan. Sistem ini menghasilkan beberapa jenis air sesuai dengan kebutuhan, antara lain:

a. Air Pendingin

Air pendingin yang digunakan dalam proses industri diambil dari air sungai yang terletak di sekitar area pabrik. Sistem pendinginan yang diterapkan menggunakan metode sekali pakai (*once through system*), di mana air sungai dialirkan langsung ke peralatan untuk menyerap panas dari proses produksi. Setelah digunakan sebagai media pendingin, air tersebut kemudian dialirkan kembali ke lingkungan melalui saluran pembuangan (*outfall*), dengan tetap memperhatikan parameter kualitas air buangan agar sesuai dengan baku mutu lingkungan. Pada umumnya menurut JRA (1994) yang mencakup dua tipe sistem: *circulation water* (siklus ulang) dan *make-up water* (air tambahan) dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Syarat Air Pendingin

Parameter	Circulation Water	Make-up Water	Catatan
pH (25 °C)	6.5 – 8.2	6.0 – 8.0	Menjaga kestabilan kimia & korosi
Konduktivitas	≤ 800	≤ 300	Kandungan ionik
Klorida	≤ 200	≤ 50	Korosi oleh garam

Sulfat	≤ 200	≤ 50	Mencegah kerak
Acid consumption	≤ 100	≤ 50	Indikator korosi/ketidakstabilan pH
Kekerasan total	≤ 200	≤ 70	Mencegah kerak
Kekerasan kalsium	≤ 150	≤ 50	Spesifik pada ion Ca^{2+}
Silika (SiO_2)	≤ 50	≤ 30	Pengendap kerak
Besi (Fe)	≤ 1.0	≤ 0.3	Korosi/pengendapan
TSS (Padatan Tersuspensi)	-	≤ 30 NTU	Menahan/menghambat perpipaan
Free CO_2	≤ 4.0	≤ 4.0	Menunjukkan larutan gas terlarut
Ryznar Stability Index	6.0 - 7.0	-	Stabilitas terhadap kerak atau korosi

Air buangan dari sistem pendingin yang dibuang melalui *outfall* wajib memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Permen LHK) No. P.68 Tahun 2016, suhu maksimum air buangan adalah 40°C , nilai pH harus berada dalam kisaran 6 hingga 9, dan kadar total padatan tersuspensi (TSS) tidak boleh melebihi 50 mg/L. Selain itu, kandungan minyak dan lemak dibatasi maksimal 10 mg/L, sedangkan logam berat seperti besi (Fe) dan mangan (Mn) masing-masing dibatasi hingga 1 mg/L dan 0,5 mg/L. Penggunaan bahan kimia tambahan dalam sistem pendingin diperbolehkan selama tidak menimbulkan pencemaran dan penggunaannya wajib dilaporkan secara berkala kepada instansi terkait. Untuk menjamin kepatuhan terhadap standar lingkungan, pemantauan kualitas air buangan harus dilakukan secara rutin guna memastikan bahwa air buangan tidak mencemari lingkungan perairan di sekitar pabrik. Kebutuhan air pendingin di pabrik propilen glikol, yang bersumber dari air sungai, dapat dirincikan lebih

lanjut pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Kebutuhan Air Pendingin Pada Proses

Nama Alat	Kode Alat	Kebutuhan Air Pendingin (kg/jam)
Reaktor Hidrogenasi -02	R-02	48.069,22
Cooler -01	CP-01	12.223,02
Kondensor -02	CD-02	90.353,51
Kondensor -03	CD-03	44.606,95
Total		195.262,70

- Berdasarkan Tabel 4.2 Air pendingin yang dibutuhkan adalah 195.262,70 kg/jam
- Dengan mempertimbangkan adanya kehilangan massa air selama sirkulasi sebesar 10% dari total kebutuhan air pendingin, maka didapat kehilangan air sebesar 19.526,27 kg/jam.
- Air pendingin atau kondensat yang dapat bersirkulasi kembali ke dalam cooling tower, sebesar 175.736,43 kg/jam
- Pabrik Propilen glikol ini menggunakan cooling tower dengan sistem open recirculating sehingga dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air pendingin dimana air pendingin yang keluar dari proses akan digunakan kembali di cooling tower dan dapat digunakan untuk mendinginkan proses.
- Dibutuhkan air make up untuk cooling tower sebesar 19.526,27 kg/jam untuk mengganti kehilangan akibat evaporasi dan drift (windage).
- Maka massa air pendingin yang dibutuhkan untuk umpan proses, yaitu 214.788,97 kg/jam.

b. Air Hydrant

Air hydrant merupakan bagian vital dari sistem utilitas pabrik yang berfungsi sebagai sumber utama dalam penanggulangan kebakaran apabila terjadi kondisi darurat di area pabrik. Sistem ini dirancang agar dapat menjangkau seluruh kawasan pabrik melalui jaringan pipa hydrant yang tersebar secara merata dan strategis.

Air untuk sistem hydrant pada pabrik propilen glikol bersumber dari air sungai yang

telah melalui proses pengolahan awal seperti penyaringan, serta disimpan dalam *filtered water storage tank*. Dengan demikian, kualitas air yang digunakan telah memenuhi standar dasar yang diperlukan untuk pemadaman api.

Berbagai perangkat pendukung seperti *roll hydrant*, *konektor*, dan katup (*valve*) telah disiapkan dan ditempatkan di titik-titik strategis yang mudah diakses, guna memastikan respons cepat dan efektif terhadap potensi kebakaran di seluruh area operasional.

Kebutuhan air untuk sistem pemadam kebakaran pada pabrik propilen glikol diperkirakan mencapai 120% dari total kebutuhan air sanitasi bagi karyawan, Sehingga kebutuhan air untuk hydrant diperkirakan sebesar 396 kg/jam. Perencanaan ini disusun untuk menjamin ketersediaan air yang mencukupi dalam situasi darurat, serta mendukung sistem keselamatan dan perlindungan aset pabrik secara menyeluruh.

c. Air Umpan Boiler

Air umpan boiler merupakan air yang digunakan sebagai bahan baku pada unit *boiler* untuk menghasilkan uap (*steam*) yang dibutuhkan dalam menunjang proses operasional pabrik. Kualitas air umpan sangat penting karena secara langsung memengaruhi efisiensi kerja *boiler* dan umur peralatan pendukungnya. Oleh karena itu, air yang digunakan harus melalui proses pengolahan menyeluruh, terutama karena air yang digunakan bersumber dari sungai, yang secara alami mengandung berbagai mineral dan kontaminan. Untuk memastikan kinerja optimal, air umpan harus memenuhi sejumlah persyaratan teknis berikut:

- Total hardness harus kurang dari 0,1 mg/L guna mencegah terbentuknya kerak yang dapat menghambat perpindahan panas.
- pH berada dalam rentang 7,5 hingga 10; nilai pH yang terlalu rendah dapat menyebabkan korosi, sementara nilai yang terlalu tinggi dapat memicu pengendapan.
- Oksigen terlarut tidak boleh melebihi 0,04 mg/L, karena keberadaannya dapat mempercepat laju korosi pada sistem.
- Silika (SiO_2) diperbolehkan antara 35–150 $\mu\text{g/L}$, tergantung pada tekanan operasi. Kadar silika yang berlebih dapat menyebabkan pembentukan kerak atau terbawa bersama uap dan mengendap pada turbin.

Persyaratan kualitas air yang sesuai untuk digunakan sebagai air umpan boiler menurut ASME (2011) dapat ditemukan pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Syarat Air Umpan Boiler (ASME, 2011)

Parameter	Batas Maksimum	Tujuan/Keterangan
Total Hardness	≤ 0.3 mg/L (CaCO ₃)	Mencegah pembentukan kerak
pH	7.5 – 10.0	Menekan korosi dan menjaga kestabilan kimia
Oksigen Terlarut	≤ 0.04 mg/L	Mencegah korosi oksidatif
Silika (SiO ₂)	≤ 150 mg/L (tekanan rendah)	Menghindari kerak dan fouling
Total Besi (Fe)	≤ 0.1 mg/L	Menghindari endapan karat
Minyak & Lemak	≤ 1 mg/L	Mencegah fouling pada permukaan pemanas
Konduktivitas	$\leq 3,500$ μ S/cm	Indikator total padatan terlarut

Air sungai dengan spesifikasi seperti yang ditampilkan pada Tabel 4.1 perlu melalui proses *treatment* eksternal dan internal agar memenuhi persyaratan kualitas air umpan boiler sebagaimana tercantum dalam Tabel 4.3. *Treatment* eksternal dilakukan sebelum air dialirkan ke unit *boiler*, dan mencakup tahapan seperti klorinasi untuk membunuh mikroorganisme, filtrasi dan klarifikasi untuk menghilangkan partikel tersuspensi, serta demineralisasi untuk mengurangi kandungan ion-ion seperti kalsium (Ca²⁺), magnesium (Mg²⁺), dan silika (SiO₂) yang dapat menyebabkan pembentukan kerak. Sementara itu, *treatment* internal dilakukan di dalam sistem *boiler* dengan tujuan mencegah terbentuknya kerak, korosi, dan *foaming*. Tahapan ini umumnya melibatkan penambahan bahan kimia seperti phosphate untuk mengendapkan kesadahan dan oxygen scavenger untuk mengikat oksigen terlarut.

Kebutuhan air sebagai steuntuk operasional pabrik propilen glikol dapat dijabarkan secara lebih rinci melalui tabel berikut :

Tabel 4. 4 Kebutuhan Air sebagai *Steam* pada Proses

Nama Alat	Kode Alat	Kebutuhan Steam (Kg/jam)
Heater Gliserol -01	H-01	3.259,04
Heater -01	H-02	726,75
Reboiler -01	RB-01	3.087,95
Reboiler -02	RB-02	1.152,13
Total		8.225,86

- Berdasarkan Tabel 4.4 air yang dibutuhkan untuk kebutuhan steam adalah 8.225,86 kg/jam.
- Sebagai faktor keamanan, ditambahkan kehilangan sebesar 10% sehingga kebutuhan kebutuhan steam menjadi 9.048,44 kg/jam
- Blowdown air umpan boiler sebesar 10%, maka diperoleh sebesar 904,84 kg/jam
- Umpan masuk boiler sebesar 9.953,29 kg/jam

d. Air Kebutuhan Sanitasi

Air untuk kebutuhan sanitasi dan konsumsi di lingkungan pabrik digunakan untuk berbagai keperluan, seperti laboratorium, minum, memasak, mencuci, dan mandi bagi karyawan. Agar aman digunakan, kualitas air harus memenuhi standar air bersih sesuai Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Higiene dan Sanitasi Air Bersih.

1. Persyaratan Fisik :

- Tidak berbau dan tidak berasa,
- Memiliki tingkat kekeruhan maksimal 5 NTU,
- Warna tidak lebih dari 15 TCU,
- Total zat padat terlarut (TDS) tidak lebih dari 500 mg/L,
- Suhu tidak lebih dari ± 3 °C di atas suhu lingkungan.

2. Persyaratan Kimia :

- pH: 6,5 – 8,5
- Besi (Fe): $\leq 0,3$ mg/L
- Mangan (Mn): $\leq 0,1$ mg/L

- d. Sisa klor: 0,2 – 0,5 mg/L
 - e. TDS (total zat padat terlarut): ≤ 500 mg/L
3. Persyaratan Bakteriologis :
- a. Tidak mengandung *Escherichia coli* (E. coli) dalam 100 mL sampel
 - b. Tidak mengandung total coliform dalam 100 mL sampel
 - c. Jumlah mikroba heterotrofik tidak lebih dari 100 CFU/mL

Ketersediaan air sebesar 20 liter per orang per hari hanya mencukupi untuk memenuhi kebutuhan dasar higiene dan sanitasi. Namun, untuk mendukung kondisi kesehatan dan kenyamanan pekerja secara optimal, dibutuhkan pasokan air yang lebih besar, umumnya berada pada kisaran 50 hingga 150 liter per orang per hari. Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 14/PRT/M/2010 bahwa Kebutuhan air per orang sebesar 60 liter per hari dengan jumlah tenaga kerja sebanyak 130 orang maka kebutuhan total air untuk keperluan sanitasi dan higiene karyawan dapat dihitung berdasarkan nilai tersebut yaitu :

- Air untuk karyawan kantor :
 - Jumlah Kebutuhan air = 60 kg/hari x 130 orang
 - Jumlah kebutuhan air = 7.800 kg/hari
 - Jumlah kebutuhan air = 325 kg/jam
- Air untuk laboratorium:
 - Direncanakan kebutuhan air untuk laboratorium sebesar kebutuhan air untuk karyawan, sehingga kebutuhan air dibutuhkan:
 - Air untuk laboratorium = 25% x Kebutuhan air karyawan
 - Air untuk laboratorium = 25% x 325 kg/jam
 - Air untuk laboratorium = 82,25 kg/jam
- Air untuk hydrant dan cadangan air:
 - Kebutuhan air untuk pemadam kebakaran dan cadangan air direncanakan sebesar 120% dari kebutuhan karyawan, sebesar:
 - Air untuk hydrant = 120% x Kebutuhan air karyawan
 - Air untuk hydrant = 120% x 325 kg/jam
 - Air untuk hydrant = 390 kg/jam
- Total air untuk sanitasi = 796,25 kg/jam

Tabel 4. 5 Kebutuhan Air Proses

Keterangan	Kebutuhan air (kg/jam)
Air pendingin	214.788,97
Air untuk steam	9.953,29
Total	224.742,25

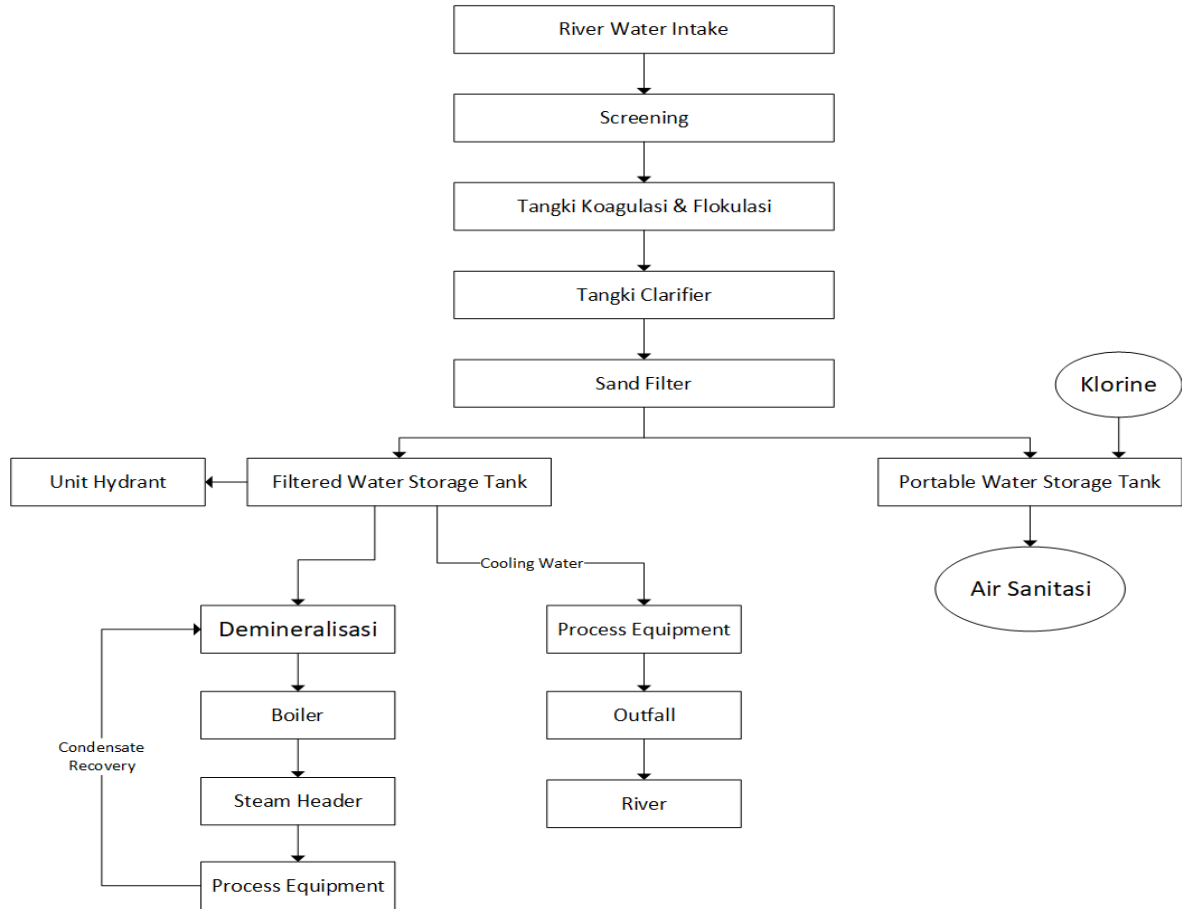
e. Kebutuhan Air total

Total kebutuhan air untuk operasional di pabrik propilen glikol dapat ditemukan pada tabel berikut ini :

Tabel 4. 6 Kebutuhan Air Total

Keterangan	Kebutuhan air total (kg/jam)
Air sanitasi	769,25
Air umpan proses	224.742,25
Total	225.538,50

4.1.2 Unit Pengolahan Air



Gambar 4. 1 Blok Diagram Proses Pengolahan Air

Kebutuhan air di sebuah pabrik umumnya dipenuhi melalui pemanfaatan sumber air permukaan seperti sungai yang berada di sekitar lokasi pabrik. Sebelum digunakan dalam proses industri, air tersebut harus melalui serangkaian tahap pengolahan agar sesuai dengan standar kualitas yang telah ditentukan. Pengolahan ini dapat melibatkan metode fisik maupun kimia, seperti penambahan zat *disinfektan* atau penggunaan sistem *ion exchanger*. Secara keseluruhan, alur pengolahan air ini ditampilkan pada Gambar 4.1. Pada tahap awal, air baku dari sungai dialirkan melalui unit penyaringan (*screen*) untuk menghilangkan kotoran kasar dan sampah yang terbawa. Setelah itu, air diarahkan ke tangki *koagulasi-flokulasi*, tempat di mana proses pencampuran cepat dilakukan dengan penambahan bahan kimia tertentu.

- Tawas dan FeSO_4 digunakan sebagai zat koagulan. Ketika dilarutkan dalam air, kedua senyawa ini bereaksi membentuk endapan $\text{Fe}(\text{OH})_3$ yang tidak larut. Endapan ini berfungsi

menarik partikel tersuspensi dalam air, membentuk flok yang berukuran lebih besar dan mudah mengendap.

- Kalsium hipoklorit atau Cl_2 dalam bentuk cair digunakan sebagai agen disinfektan untuk membunuh mikroorganisme yang terdapat dalam air.

Setelah proses *koagulasi-flokulasi*, air dialirkan ke dalam tangki *clarifier* di mana *flok* yang terbentuk akan diendapkan secara gravitasi sambil dilakukan pengadukan perlahan. Lumpur hasil pengendapan kemudian dibuang melalui proses *blow down*, sementara air bersih di bagian atas dialirkan dengan bantuan pompa menuju unit *sand filter*. Di dalam *sand filter*, air dari *clarifier* yang masih mengandung *flok* halus akan disaring lebih lanjut.

Air hasil penyaringan tersebut kemudian ditampung dalam dua jenis tangki penyimpanan, yaitu:

- *Filtered water storage tank*, digunakan untuk menampung air hasil penyaringan yang akan dimanfaatkan sebagai air pendingin, air untuk sistem *hydrant*, serta berbagai kebutuhan air industri lainnya.
- *Portable water storage tank*, berfungsi untuk menyimpan air yang telah diolah hingga memenuhi standar air minum, dan digunakan untuk kebutuhan konsumsi.

A. Unit Demineralisasi Air

Air yang disalurkan dari *filtered water storage* sebagian dialirkan menuju unit demineralisasi, sementara sisanya digunakan sebagai *make-up water*. Unit demineralisasi berfungsi untuk menghilangkan kandungan mineral dalam air, seperti ion Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , dan lainnya, dengan memanfaatkan resin penukar ion. Air yang dihasilkan dari proses ini merupakan air bebas mineral yang kemudian digunakan sebagai air umpan ketel (*boiler feed water*).

Proses demineralisasi ini sangat krusial karena *boiler feed water* harus memenuhi persyaratan tertentu, yaitu:

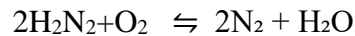
- Tidak menyebabkan terbentuknya kerak pada sistem uap maupun pada pipa penukar panas (*heat exchanger*) saat uap digunakan sebagai media pemanas. Pembentukan kerak dapat menurunkan efisiensi operasi dan bahkan mengakibatkan penghentian sistem secara mendadak.
- Bebas dari gas-gas terlarut seperti oksigen (O_2) dan karbon dioksida (CO_2), yang dapat mempercepat proses korosi pada sistem.

B. Unit Dearasi

Air yang digunakan sebagai umpan boiler perlu menjalani proses treatment eksternal untuk menghilangkan gas-gas terlarut seperti oksigen (O₂) dan karbon dioksida (CO₂). Meskipun sebelumnya air telah melalui tahap demineralisasi, kandungan gas-gas terlarut tersebut masih dapat tertinggal dan berpotensi menimbulkan korosi pada sistem boiler. Untuk itu, digunakan alat bernama deaerator yang berfungsi mengeluarkan gas-gas terlarut dari air umpan.

Dalam proses ini, beberapa bahan kimia tambahan dapat diberikan ke dalam deaerator untuk mendukung efektivitas penghilangan gas, antara lain:

- Hidrazin (N₂H₄), berfungsi untuk mengikat oksigen terlarut melalui reaksi berikut:



Hasil reaksi berupa nitrogen kemudian dibuang bersama gas-gas lain melalui proses *stripping* pada tekanan rendah.

- Larutan amonia (NH₃), ditambahkan untuk menyesuaikan pH air umpan boiler. Air yang keluar dari deaerator umumnya memiliki rentang pH antara 8,5 hingga 9,5.
- Uap langsung (live steam/direct steam) digunakan untuk memanaskan air dalam deaerator, yang membantu mempercepat pengeluaran gas-gas terlarut melalui proses pemanasan langsung.

Setelah melalui proses di deaerator, air dialirkan ke boiler. Di dalam sistem boiler, dilakukan treatment internal untuk mencegah terbentuknya kerak akibat sisa mineral atau zat lain yang mungkin masih tersisa. Salah satu bahan kimia yang umum digunakan pada tahap ini adalah trisodium fosfat (Na₃PO₄·H₂O), yang disuntikkan ke dalam air umpan untuk mengontrol kesadahan dan mencegah pembentukan kerak di dalam boiler.

4.2 Unit Penyediaan Listrik

Kebutuhan tenaga listrik untuk operasional pabrik propilen glikol yang berlokasi di kawasan JIPE dapat dipenuhi melalui dua sumber utama:

- a.) Suplai Listrik dari PLN

Pasokan utama listrik pabrik diperoleh dari PT. Pembangkitan Jawa-Bali Pembangkit Gresik. PLN telah menyediakan jaringan tegangan menengah dan tinggi yang andal dengan kapasitas besar dan kontinuitas suplai yang stabil. Untuk pabrik propilen glikol, pasokan listrik disalurkan melalui jaringan tegangan menengah 20 kV, dengan kapasitas yang disesuaikan kebutuhan beban pabrik. Suplai listrik dari PLN ini mencakup sekitar 2/3 dari total kebutuhan listrik pabrik.

b.) Generator Set (Cadangan)

Sebagai sumber daya cadangan dan untuk keperluan darurat, pabrik dilengkapi dengan genset (generator set) berbasis arus bolak-balik (AC) tipe 3 phase. Genset ini digunakan apabila terjadi gangguan pada suplai utama dari PLN. Kelebihan dari penggunaan generator ini adalah:

- Mampu menghasilkan tegangan cukup besar untuk mendukung operasi utama.
- Tegangan yang dihasilkan dapat diatur naik atau turun dengan bantuan transformator.
- Stabilitas tegangan dan daya listrik terjaga selama operasional.

Generator akan menyuplai sekitar 1/3 dari kebutuhan listrik saat dibutuhkan, terutama pada kondisi darurat atau pemeliharaan jaringan PLN. Energi listrik digunakan untuk berbagai kebutuhan di pabrik, antara lain:

- Listrik untuk proses produksi dan sistem utilitas seperti pompa, motor listrik, dan alat instrumentasi.
- Listrik untuk sistem pencahayaan di seluruh area pabrik.
- Listrik untuk pendingin ruangan (AC) pada ruang kontrol, ruang kantor, dan fasilitas pendukung lainnya.

4.2.1 Kebutuhan Listrik Proses dan Utilitas

Tabel 4. 7Kebutuhan Listrik proses

Nama alat	jumlah	Horse power (HP)	Total HP	Daya (Kw)
Pompa-01	1	6	6	4,489523278
Pompa-02	1	6	6	4,489523278
Pompa-03	1	1	1	0,745700000
Pompa-04	1	1	1	0,653523598
Pompa-05	1	1	1	0,653523598
Pompa-06	1	1	1	0,653523598
Compressor -01	1	25	25	18,7752809
Total			41	30,46059825

Tabel 4. 8 Kebutuhan Listrik Utilitas

Nama alat	Jumlah	Horse power		Daya (Kw)
		(Hp)	Total Hp	
Pompa air sanitasi	1	3	3	2,2371
Pompa air laboratorium	1	2	2	1,4914
Pompa air hydrant	3	4	12	8,9484
Pompa air pendingin	2	2	4	2,9828
Pompa air demineralisasi	3	6	18	13,4226
Pompa raw water	2	15	30	22,371
Compressor udara tekan	1	12	12	8,9484
Fan cooling tower	1	3	3	2,2371
Pompa boiler feed water	1	3	3	2,2371
Total			87	64,8759

Kebutuhan total = kebutuhan listrik proses + Kebutuhan listrik utilitas
= 128 HP
= 95,34 Kw

4.2.2 Kebutuhan Listrik Penerangan

Perkiraan kebutuhan daya listrik untuk sistem pencahayaan dalam pabrik dapat dihitung dengan pendekatan efikasi cahaya (luminous efficacy), yaitu rasio antara jumlah cahaya yang dipancarkan lampu (dalam satuan lumen) terhadap energi listrik yang dikonsumsi. Besarnya kebutuhan pencahayaan per luas area dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Lumen} = \text{Luas area} \times \text{Nilai lux}$$

Keterangan:

- Lux = Kebutuhan energi cahaya per satuan luas (lumen/m²)
- Area = Luas daerah yang membutuhkan pencahayaan (lumen/m²)

Besarnya *lux* nilainya berbeda tergantung pada area yang akan diberi penerangan. Dalam perancangan ini digunakan nilai *lux* standar menurut (Perry, 1758). Berikut total kebutuhan

penerangan yang ditunjukkan pada Tabel 4.6.

Tabel 4. 9 Kebutuhan Untuk Penerangan

Bangunan <i>Indoor</i>	Luas (m²)	Lux (lumen/m²)	Lumen
Pos keamanan	40	100	4000
Masjid	400	150	60.000
Laboratorium	400	500	200.000
Kantor utama	1000	500	500.000
Bengkel	600	100	60.000
Koperasi & kantin	200	150	30.000
Gudang	200	100	20.000
Ruang kontrol	300	500	150.000
Aula	300	350	105.000
Perpustakaan & RnD	250	300	75.000
Poliklinik	300	300	90.000
Total	3990		1.294.000

Bangunan <i>Outdoor</i>	Luas (m²)	Lux (lumen/m²)	Lumen
Area proses	10000	100	1.000.000
Area utilitas	3500	100	350.000
Area parkir	1000	30	30.000
Area pengolahan limbah	1000	100	100.000
<i>Fire station</i>	200	80	16.000
Taman dan jalan	1200	50	60.000

Area perluasan	5000	20	100.000
Total	21900		1.656.000

Lampu yang direncanakan untuk semua area didalam bangunan menggunakan lampu *Light-emitting Diode* (LED) Philips 14 watt. Lumen output tiap lampu adalah 1.400 lumen (Philips.co.id).

Jumlah lumen didalam ruangan = 1.294.000 lumen

Jumlah lampu yang dibutuhkan = 1.294.000/1.400
= 924 lampu

Area *outdoor* digunakan lampu *Light-emitting Diode* (LED) Philips 18 watt. *Output* tiap lampu adalah 2.000 lumen (Philips.co.id).

Jumlah lumen diluar ruangan = 1.656.000 lumen

Jumlah lampu yang dibutuhkan = 1.656.000/2.000
= 828 lampu

Total daya penerangan:

Outdoor = (18 watt x 828) = 14.904 watt = 14,90 kW

Indoor = (14 watt x 924) = 12.940 watt = 12,94 kW

Total daya = (14,90 + 12,94) kW = 27,84 kW

4.2.3 Kebutuhan Listrik Air Conditioner

AC (*air conditioner*) direncanakan akan menggunakan AC 1 PK low watt dengan merk LG tipe dual core yang memiliki beban kalor standar 8,530 BTU dengan daya 780 watt dan diperkirakan cukup untuk memenuhi ruangan seluas 7x7 meter (49 m²), berikut adalah kebutuhan AC dan listrik dalam pabrik. Luas area yang memerlukan AC adalah sebagai berikut pada Tabel 4.10.

Tabel 4. 10 Kebutuhan Ruang untuk AC

Ruang yang membutuhkan AC	Luas (m²)
Pos keamanan	40
Masjid	400
Laboratorium	400
Kantor utama	1000
Poliklinik	300
Koperasi & kantin	200
Gudang	200
Ruang kontrol	300
Aula	300
Perpustakaan & RnD	250
Total	3.990

Maka jumlah kebutuhan pendingin ruangan (AC) dan listrik yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah AC yang dibutuhkan} &= \frac{3990 \text{ m}^2}{49 \text{ m}^2/\text{buah}} \\ &= 81 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$\text{Daya AC} = 970 \text{ W/buah}$$

$$\begin{aligned} \text{Total daya pendingin ruangan} &= 81 \text{ buah} \times 780 \text{ W/buah} \\ &= 63.514 \text{ W} \\ &= 63,51 \text{ kW} \end{aligned}$$

4.2.4 Kebutuhan Listrik untuk Laboratorium dan Instrumentasi

Diperkirakan listrik untuk instrumentasi adalah 10% dari kebutuhan listrik proses, penerangan dan AC

$$\begin{aligned}\text{Listrik Instrumentasi} &= 10\% \times 186,69 \text{ kW} \\ &= 19 \text{ kW}\end{aligned}$$

4.2.5 Total Kebutuhan Listrik Pabrik

Tabel 4. 11 Kebutuhan Listrik Total

No	Keterangan	Daya (kW)
1	Kebutuhan listrik proses	95,34
2	Kebutuhan listrik penerangan	27,84
3	Kebutuhan listrik AC	63,51
4	Kebutuhan listrik Laboratorium	19
Total		205,36

Untuk alasan keamanan, maka jumlah tenaga listrik yang dibutuhkan dilebihkan sebanyak 10%, maka total akhir kebutuhan listrik adalah sebesar:

$$\text{Total} = 1,1 \times 205,36 \text{ kW} = 225,90 \text{ kW}$$

4.3 Generator

Generator berfungsi untuk menyediakan listrik dari peralatan-peralatan yang tidak boleh terputus atau berubah tegangannya. Generator yang digunakan adalah generator arus bolak-balik (AC). Dengan menggunakan efisiensi sebesar 80%, maka:

$$\begin{aligned}\text{Input generator} &= 80\% : 225,90 \text{ kW} \\ &= 282,37 \text{ kW}\end{aligned}$$

Ditetapkan input generator 3500 kW, sehingga untuk keperluan lain masih tersedia:

$$\begin{aligned}&= 3.500 - 282,37 \\ &= 3.217,62 \text{ kW}\end{aligned}$$

Pada perancangan ini digunakan bahan bakar jenis *Natural Gas* pada generator pada spesifikasi berikut:

Jenis bahan bakar : Natural gas
Heating valve : 1.301,72 BTU/scf
Efisiensi generator : 80 %
Kapasitas output generator : 3.500 kW

Kebutuhan Bahan bakar generator:

$$\begin{aligned} &= 11.942.490 / 80\% \times 1.301,72 \\ &= 11.467,99 \text{ scf/jam} \\ &= 483,2 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Asumsi setiap bulan PT. PLN mengalami listrik padam sekitar 12 jam dalam 30 hari. Maka, dalam 30 hari sekitar 132 jam. Jadi, bahan bakar yang dibutuhkan generator dalam setahun :

$$\begin{aligned} \text{Bahan bakar yang dibutuhkan} &= 132 \text{ jam/tahun} \times 483,2 \text{ kg/jam} \\ &= 63.782,40 \text{ kg/tahun} \end{aligned}$$

Setiap 2 minggu dilakukan pemanasan generator untuk perawatan selama 5 menit. Maka, dalam 330 hari sekitar 2 jam. Jadi, bahan bakar yang dibutuhkan generator perawatan dalam setahun:

$$\begin{aligned} \text{Bahan bakar yang dibutuhkan} &= 2 \text{ jam/tahun} \times 483,2 \text{ kg/jam} \\ &= 966,4 \text{ kg/tahun} \end{aligned}$$

Total bahan bakar yang dibutuhkan untuk generator:

$$\begin{aligned} &= 63.782,40 + 966,4 \\ &= 64.748,80 \text{ kg/tahun} \end{aligned}$$

Spesifikasi generator:

Tipe : AC generator
Kapasitas : 3.500 kW
Efisiensi : 80 %
Phase : 3
Jumlah : 1 buah
Bahan bakar : Natural gas
Rate bahan bakar : 64.748,80 kg/tahun

4.4 Unit Pengadaan Steam

Steam yang digunakan dalam pabrik Propilen Glikol dipakai untuk mensuplai kebutuhan panas pada beberapa *instrument*. Untuk pabrik ini dibutuhkan *steam* dengan keadaan *high pressure steam* (HPS). Jenis *boiler* yang digunakan adalah *water tube boiler* dengan air umpan *boiler* melalui *tube* dan terjadi pembuatan *steam* pada bagian *tube*.

Jumlah kebutuhan *steam* = 8.225,86 kg/jam

Jumlah *steam* dilebihkan 10% untuk mengatasi terbentuknya uap air saat distribusi *steam*.

Jumlah *steam* = 8.225,86 kg/jam x 110%

$$= 9.048,44 \text{ kg/jam}$$

Kebutuhan air untuk pembuatan *steam* dipenuhi dari unit pengolahan air demineralisasi (*demine water tank*) dan dari kondensat yang dikembalikan ke deaerator.

Blowdown = 9.048,44 kg/jam x 10%

$$= 904,84 \text{ kg/jam}$$

Air umpan *boiler* = jumlah *steam* + blowdown

$$= (9.048,44 + 904,84) \text{ kg/jam}$$

$$= 9.953,29 \text{ kg/jam}$$

Kondensat yang hilang = 10% dari *steam* yang dihasilkan

$$= 10\% \times 9.953,29 \text{ kg/jam}$$

$$= 995,33 \text{ kg/jam}$$

Make-up water boiler = kondensat yang hilang + blowdown

$$= (995,33 + 904,84) \text{ kg/jam}$$

$$= 1.900,17 \text{ kg/jam}$$

% *make up water* = $\frac{\text{makeup water}}{\text{air umpan masuk}} \times 100\%$

$$= \frac{1.900,17 \times 100\%}{9.953,29}$$

$$= 5,2381\%$$

% *make up kondensat* = $\frac{\text{kondensat kembali}}{\text{air umpan masuk}} \times 100\%$

air umpan masuk

$$= \frac{8.957,96}{9.953,29} \times 100\%$$

$$= 1,1\%$$

4.4.1 Menentukan Kapasitas Boiler

$$Q = ms(h_L - h_v)$$

Dengan: Q = kapasitas boiler, BTU/jam
ms = massa steam, lb/jam
h_L = entalpi air umpan boiler (BTU/lb)
h_v = entalpi steam yang dihasilkan (BTU/lb)

(Severn, 1964)

Pada pra-rancangan pabrik *Phthalic Anhydride*, steam yang dihasilkan adalah saturated steam dengan temperatur 310°C dan tekanan 97,72 atm. Kondensat kembali pada temperatur 310°C dan air make up masuk pada temperatur 30°C, sehingga didapat:

$$h_{L\ 30^\circ\text{C}} = 54,07 \text{ BTU/lb}$$

$$h_{L\ 310^\circ\text{C}} = 1402,40 \text{ BTU/lb}$$

$$h_{v\ 310^\circ\text{C}} = 2730,00 \text{ BTU/lb}$$

(J.M. Smith, H.C. Van Ness, 2005)

$$hf = (5,281 \times h_{L\ 30^\circ\text{C}}) + (1,1 \times h_{L\ 310^\circ\text{C}})$$

$$= (5,281 \times 54,07 \text{ BTU/lb}) + (1,1 \times 1402,40 \text{ BTU/lb})$$

$$= 18,28 \text{ BTU/lb}$$

$$Q = ms (h_L - hf)$$

$$= 21.943,22 \text{ lb/jam} (2730,00 \text{ BTU/lb} - 18,28 \text{ BTU/lb})$$

$$= 59.503.857,60 \text{ BTU/jam}$$

Efisiensi boiler yaitu 90%, sehingga:

$$Q_{\text{aktual}} = \frac{Q}{\text{Efisiensi}} = \frac{59.503.857,60}{0,9} = 66.115.397,33 \text{ BTU/jam}$$

4.4.2 Menentukan Luas Perpindahan Panas

Boiler yang digunakan adalah *boiler* dengan waste heat *boiler* jenis *water tube boiler*, sehingga konversi panas menjadi daya sebagai berikut:

$$HP = \frac{Q}{970,3 \times 34,5}$$
$$HP = \frac{66.115.397,33}{970,3 \times 34,5} = 1.957,05 \text{ HP}$$

(Severn, 1964)

Ditentukan luas bidang pemanasan adalah 10 ft²/HP, sehingga total *heating surface* adalah 19.750,47 ft²/HP.

Spesifikasi *Boiler*

Tipe	: <i>Water Tube Boiler</i>
Jumlah	: 1 buah
Heat Surface	: 19.750,47 ft ²
Tekanan	: 97,72 atm
Temperatur	: 583,15 K

Boiler yang digunakan adalah *boiler* jenis *water tube boiler* karena mempunyai keuntungan sebagai berikut:

- Dapat dioperasikan pada tekanan tinggi (maks 250 bar)
- *Overall Efficiency* dapat mencapai 90% dengan menggunakan *economizer*
- Beban yang fluktuatif dapat dengan mudah ditangani
- Dapat digunakan untuk daya tinggi.

(Kern, 1965)

4.5 Unit Pengadaan Bahan Bakar

Unit pengadaan bahan bakar bertujuan untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar pada *generator*

a. *Generator*

Bahan bakar yang digunakan pada *boiler* dan generator adalah *natural gas*. Dipilih *natural gas* karena:

- Nilai kalor cukup tinggi
- Mudah didapat

Kebutuhan bahan bakar untuk generator = 64.748,80 kg/tahun

4.6 Unit Pengadaan Udara Tekan

Unit pengadaan udara tekan adalah unit yang mengatur udara bertekanan yang digunakan untuk menggerakkan peralatan. Udara tekan tersebut berfungsi sebagai penggerak *instrument* yang sudah berbasis *auto control* dengan sistem gerak menomatik seperti *auto valve* ataupun instrumen lain yang membutuhkan udara tekan untuk menggerakkan instrumennya. Udara tekan yang digunakan untuk *instrument* dipenuhi dengan 2 buah kompresor (*multistage compressor*) yang dapat menghasilkan udara tekan sebesar 6 atm dengan kapasitas 0,02 m³/menit yang akan ditampung dalam *reservoir* dan kemudian didistribusikan ke seluruh *instrument* yang berbasis *pneumatic-autocontrol*. *Pre-treatment* udara yang dilakukan untuk pemenuhan kebutuhan udara instrumen dapat dilihat pada skema di Gambar 4.3:



Gambar 4. 2 Skema Pengadaan Kebutuhan Udara Instrumen

Udara yang masuk akan melalui *filter intake* untuk mencegah partikel - partikel debu masuk ke dalam sistem, udara yang telah melalui *filter intake* akan masuk ke dalam kompresor dan selanjutnya akan dinaikan tekanannya dari 1 bar menjadi 6 bar. Udara yang ditekan akan memiliki temperatur yang tinggi sehingga dibutuhkan *aftercooler* yang ditempatkan setelah kompresor. *Aftercooler* juga berfungsi untuk mengembunkan kandungan air yang berada di dalam udara dengan mengambil panas yang terkandung dalam udara hingga sebagian kandungan air yang memiliki fase gas akan berubah fasa menjadi cair. Udara tekan akan ditampung dalam

reservoir dengan tujuan menjaga kestabilan sebelum didistribusikan ke seluruh instrumen. Untuk mendistribusikan udara *instrument* dibutuhkan tekanan catu udara agar distribusi tekanan sesuai dengan kebutuhan masing - masing *instrument* (agar tidak kurang atau melebihi spesifikasi tekanan pada masing-masing udara *instrument*) didistribusikan menggunakan pipa galvanis *schedule 40* yang memiliki diameter 2 inch dengan material bahan terbuat dari *carbon steel*. Kemudian cabang catu udara akan menghubungkan udara proses dari pipa 2 inch ke pipa 1 inch *schedule 40* dengan material yang sama. *Pressure safety valve* juga dipasang untuk membuang udara *instrument* yang berlebihan.

4.7 Unit Pengolahan Limbah

Unit pengolahan limbah di pabrik Propilen Glikol dirancang untuk menurunkan kandungan polutan dalam limbah sehingga layak dibuang ke lingkungan tanpa menimbulkan dampak negatif, serta untuk memenuhi persyaratan baku mutu limbah sesuai ketentuan perundang-undangan yang berlaku, khususnya Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup mengenai standar kualitas limbah. Limbah yang dihasilkan dari kegiatan operasional pabrik terdiri atas :

4.7.1 Limbah Cair

Limbah cair yang dihasilkan dari pabrik propilen glikol terdiri dari beberapa jenis limbah yang berasal dari unit utilitas maupun proses utama produksi, antara lain:

1. Air regenerasi dan backwash dari unit demineralisasi

Air sisa regenerasi dan *backwash* dari unit demineralisasi umumnya memiliki sifat asam atau basa yang kuat, tergantung pada tahapan proses regenerasi. Sebelum air ini dibuang ke lingkungan, harus dilakukan proses netralisasi untuk mencegah pencemaran. Netralisasi dilakukan di kolam khusus dengan penambahan asam klorida (*HCl*) jika $\text{pH} > 7$, atau natrium hidroksida (*NaOH*) jika $\text{pH} < 7$. Setelah mencapai pH netral (sekitar 6,5–8,5), air dialirkan ke kolam penampungan akhir bersama-sama dengan aliran air limbah dari unit pengolahan lain untuk kemudian masuk ke tahap pengolahan lebih lanjut.

2. Air berminyak dari system pelumasan pompa proses

Air berminyak ini berasal dari sistem pelumasan pompa yang digunakan dalam berbagai unit proses, termasuk sirkulasi gliserol dan hidrogen. Selama operasi, sebagian kecil minyak pelumas dapat terbawa dalam aliran air pencuci atau kondensat, membentuk limbah cair berminyak. Pemisahan dilakukan berdasarkan perbedaan densitas antara air dan minyak menggunakan oil separator atau kolam pemisah gravitasi. Minyak yang mengambang di

permukaan dikumpulkan dan ditampung dalam tangki penampungan minyak limbah, sedangkan air yang telah dipisahkan selanjutnya masuk ke proses pengolahan limbah cair lebih lanjut.

3. Air pencuci peralatan dan sistem reactor

Selama proses pembersihan berkala pada peralatan produksi seperti reaktor, kolom pemisah, dan sistem perpipaan, digunakan air bertekanan atau pelarut untuk membilas sisa-sisa gliserol, propilen glikol, dan senyawa lainnya. Air ini mengandung zat organik terlarut, jejak logam dari katalis Cu/Al_2O_3 , dan residu kimia. Oleh karena itu, air pencuci ini dikategorikan sebagai limbah organik dan perlu diolah melalui sistem biologis atau kimiawi, tergantung konsentrasi polutannya. Biasanya, pengolahan dilakukan dengan proses aerasi untuk menurunkan COD (Chemical Oxygen Demand) dan BOD (Biological Oxygen Demand) sebelum dilepaskan ke lingkungan.

4. Kondensat dari unit pendingin atau recovery system

Kondensat yang berasal dari sistem pendingin atau pemulihan uap dalam proses produksi dapat mengandung bahan kimia dalam konsentrasi rendah atau sisa pelarut. Walaupun terlihat jernih, air ini tetap diuji kualitasnya sebelum dikembalikan ke siklus air atau dibuang. Jika diperlukan, air ini dialirkan melalui unit filtrasi tambahan untuk memastikan tidak mengandung logam berat atau kontaminan organik.

4.7.2 Limbah Padat

Limbah padat yang dihasilkan dari proses produksi propilen glikol umumnya berasal dari aktivitas pemeliharaan, regenerasi sistem, dan sisa bahan padat dari proses reaksi maupun unit penunjang lainnya. Beberapa jenis limbah padat utama yang dihasilkan antara lain:

1. Kondensat dari unit pendingin atau recovery system

Selama proses hidrogenasi gliserol menjadi propilen glikol, digunakan katalis tembaga berbasis alumina ($Cu/Zno/Al_2O_3$). Katalis ini memiliki umur pakai terbatas, karena sifatnya yang akan mengalami deaktivasi akibat sintering, fouling, atau kontaminasi logam berat. Katalis bekas yang sudah tidak aktif dikategorikan sebagai limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) karena mengandung logam berat. Limbah ini tidak boleh dibuang sembarangan dan harus ditangani melalui penyimpanan dalam *drum* tertutup serta dikirim ke pihak ketiga yang memiliki izin pengelolaan limbah B3 untuk dilakukan *recovery* atau *final disposal* yang sesuai dengan peraturan perundang-undangan.

2. Residu padatan dari filtrasi atau sedimentasi

Proses filtrasi atau sedimentasi air proses dan limbah cair dapat menghasilkan padatan tersuspensi yang mengendap di dasar tangki atau kolam. Padatan ini dapat berupa lumpur kimia (chemical sludge), sisa partikel katalis, atau kotoran anorganik lainnya. Meskipun sebagian besar bersifat non-B3, namun pengujian toksisitas (*TCLP test*) tetap diperlukan untuk memastikan klasifikasinya. Limbah ini umumnya dikeringkan terlebih dahulu sebelum dibuang ke tempat pembuangan akhir atau dimanfaatkan untuk *landfill* dengan pengawasan.

5. Sampah domestic dan material tidak terpakai dari area produksi

Material seperti kain lap bekas, kemasan bahan kimia, sarung tangan, dan sisa-sisa bahan penunjang operasional lainnya juga tergolong limbah padat. Penanganannya dibedakan berdasarkan jenis dan potensi bahayanya. Untuk limbah non-B3 seperti kardus atau plastik bersih, dapat dilakukan pemilahan dan daur ulang. Sementara limbah yang terkontaminasi bahan kimia harus dikelola secara khusus, misalnya dibakar di insinerator B3 atau dibawa ke *treatment facility* yang sesuai.

4.8 Laboratorium

Laboratorium memiliki fungsi utama sebagai tempat untuk mengumpulkan berbagai data yang dibutuhkan dalam operasional pabrik. Data ini berguna untuk mengevaluasi kinerja setiap unit, menilai efisiensi, serta mengendalikan mutu. Pengawasan mutu dalam produksi propilen glikol mencakup pemeriksaan terhadap bahan baku, proses produksi, hingga produk akhir. Pengendalian mutu dilakukan secara berkala untuk memastikan kualitas bahan baku dan produk akhir tetap sesuai dengan standar yang telah ditentukan. Pemeriksaan rutin ini juga berfungsi untuk memantau apakah proses berlangsung sesuai atau mengalami penyimpangan.

Dalam pelaksanaan tugasnya, laboratorium dibagi menjadi dua bagian:

1. Laboratorium analitik

Laboratorium ini bertugas melakukan pemeriksaan dan pengamatan terhadap sifat fisik maupun kimia dari bahan baku, produk, air, utilitas, serta limbah, termasuk bahan penunjang proses lainnya.

2. Laboratorium penelitian pengembangan

Bagian ini berfokus pada kegiatan penelitian dan inovasi, terutama dalam mengatasi permasalahan yang berkaitan dengan kualitas material dalam proses produksi guna

meningkatkan hasil akhir. Laboratorium ini tidak bekerja secara rutin, melainkan melakukan penelitian terhadap hal-hal baru yang mendukung pengembangan proses. Selain itu, laboratorium ini juga melakukan analisis terhadap limbah yang telah diolah di unit pengolahan sebelum dibuang ke lingkungan.

Berikut merupakan tabel program kerja laboratorium di Pabrik Propilen Glikol disusun untuk menganalisis bahan baku, produk, air proses, dan unit utilitas.

Tabel 4. 12. Paramater Uji Laboratorium

Paramater Uji	Tujuan Pengujian	Alat Uji
Analisa Bahan Baku Gliserol	Analisa kemurnian gliserol	GC-MS
	Analisa viskositas gliserol	Viscometer batch
Analisa Bahan Intermediate Asetol	Analisa kemurnian asetol	GC-MS
	Analisa viskositas cairan	Viscometer batch
Analisa Produk Propilen Glikol	Analisa kemurnian propilen plikol	GC-MS
	Analisa kandungan air	Rangkaian alat distilasi
	Analisa viskositas cairan	Viscometer batch
Analisa Gas H ₂	Analisa humidity dan temperature	Hygrometer
	Analisa specific gravity	Densimeter gas
Analisa Air Sanitasi	Analisa kekeruhan air	Turbidity meter
	Analisa pH	pH meter
	Analisa kadar TDS (total dissolved solid)	TDS meter
	Analisa kandungan logam pada air	AAS
	analisa dissolved oxygen (oksigen terlarut dalam air)	DO meter

Analisa BFW (Boiler feed water) dan CW (Cooling water)	Analisa kadar BOD (Biological Oxygen Demand)	BOD meter
	Analisa kadar TDS (Total dissolved solid)	TDS meter
	Analisa kesadahan air	Water hardness tester
