

BAB IV

UNIT PENDUKUNG PROSES

Agar pabrik dapat berfungsi dengan optimal, diperlukan fasilitas pendukung proses yang dikenal sebagai unit utilitas. Secara umum, utilitas yang ada di pabrik mencakup air dan listrik. Unit utilitas memiliki peranan yang sangat penting dalam operasional pabrik, karena dengan menyediakan semua kebutuhan tersebut, pabrik dapat menjalankan proses produksi dari tahap awal hingga menghasilkan produk akhir. Di pabrik propilen glikol, utilitas yang diperlukan antara lain:

1. Unit Pengolahan dan Penyediaan Air (*Water Treatment System*)
2. Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)
3. Unit Pembangkit Uap (*System 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*)

4.1.1 Unit Penyedia Air

Dalam suatu industri kimia, kebutuhan akan air sangat vital untuk menunjang berbagai proses operasional. Air digunakan dalam berbagai bentuk dan tujuan, seperti sebagai air umpan boiler, air pendingin, air minum, air sanitasi, serta sebagai media pemadam kebakaran. Khusus pada proses produksi propilen glikol, air yang digunakan harus memiliki kemurnian tinggi, yaitu air yang telah mengalami proses demineralisasi agar bebas dari kandungan mineral, garam, dan kontaminan lain yang dapat menimbulkan kerak serta korosi pada peralatan proses. Untuk memenuhi kebutuhan air di pabrik, sumber air laut dipilih sebagai sumber utama. Pemilihan air laut ini didasarkan pada beberapa pertimbangan strategis, di antaranya:

- Kedekatan lokasi pabrik dengan pantai, sehingga memudahkan akses dan distribusi air laut ke unit pengolahan air.
- Ketersediaan air laut yang melimpah dan berkelanjutan, membuat risiko kekurangan pasokan air sangat kecil bahkan dalam kondisi kemarau panjang.
- Kemampuan penyediaan air dalam volume besar secara kontinyu, sangat mendukung kebutuhan pabrik yang berskala besar dan beroperasi terus-menerus.

Namun demikian, penggunaan air laut sebagai sumber utama juga memiliki tantangan yang perlu diatasi, yaitu:

- Air laut mengandung berbagai senyawa terlarut, mikroorganisme, dan partikel padat yang harus dihilangkan terlebih dahulu melalui proses pemurnian agar memenuhi standar kualitas air proses.
- Sifat korosif dari air laut menuntut pemilihan material konstruksi pipa dan peralatan yang tahan terhadap korosi, seperti baja tahan karat atau bahan dengan lapisan pelindung khusus.

Berdasarkan hal-hal tersebut, air laut tidak dapat digunakan secara langsung dan harus melalui serangkaian tahapan pengolahan terlebih dahulu. Tahapan ini mencakup proses filtrasi, demineralisasi, dan kadang-kadang desalinasi, tergantung pada kebutuhan spesifik masing-masing jenis air proses. Setelah melalui proses ini, air akan diklasifikasikan berdasarkan kegunaannya, seperti:

a Air Pendingin

Air pendingin yang digunakan berasal dari air laut yang dekat dengan lokasi pabrik dan diterapkan dengan sistem sekali pakai (*once-through*), di mana air digunakan untuk menyerap panas lalu dibuang kembali ke laut melalui *outfall*. Sistem ini dipilih karena sederhana dan air laut tersedia melimpah. Kualitas air pendingin harus memenuhi standar tertentu untuk mencegah korosi dan pencemaran, sesuai dengan ketentuan ASME, (1994) yang tercantum pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Syarat Air Pendingin (ASME, 1994)

Paramter	Air Pendingin	
	<i>Circulating Water</i>	<i>Make up Water</i>
pH	6.5-8.5	6.0-8.4
Konduktivitas elektrik (mS/l)	<80	<30
Klorida (mg/l)	<200	<50
Sulfat (mg/l)	<200	<50
Alkali (mg/l)	<100	<50
Total <i>Hardness</i> (mg/l)	<250	<70
Kalsium (mg/l)	<150	<50
Silika (mg/l)	<40	<30

Air pendingin yang dibuang melalui *outfall* harus memenuhi persyaratan lingkungan yang ditetapkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup, antara lain tidak mengandung limbah B3, bebas dari minyak dan turunannya, tidak mengandung

bahan kimia berbahaya, serta memiliki suhu maksimum 40 °C. Ketentuan lebih lanjut mengenai baku mutu air limbah industri diatur dalam Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia,)2014) Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 5 Tahun 2014. Adapun kebutuhan air pendingin untuk pabrik propilen glikol dirinci pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Kebutuhan Air Pendingin pada Proses		
Nama Alat	Kode Alat	Kebutuhan Air Pendingin (kg/jam)
Cooler 1	CO-01	15.762,403
Cooler 2	C0-02	533.994,044
Total		549756,4472

b *Air hydrant*

Air untuk sistem hydrant merupakan salah satu utilitas penting di area pabrik, terutama sebagai langkah tanggap darurat jika terjadi kebakaran di wilayah tertentu. Penyaluran air tersebut dilakukan melalui jaringan pipa hydrant yang mencakup seluruh area pabrik, dengan pasokan air yang bersumber dari unit desalinasi.

Peralatan pendukung seperti gulungan selang hydrant, konektor, dan katup diposisikan di berbagai titik strategis, dengan tujuan mempermudah akses dan penggunaan di seluruh bagian pabrik. Pada pabrik propilen glikol, kebutuhan air untuk keperluan pemadaman kebakaran diasumsikan sebesar 140% dari total penggunaan air untuk keperluan sanitasi dan laboratorium, yakni sekitar 1.386,17 kg per jam.

c *Air umpan boiler*

Air yang digunakan pada unit boiler berperan penting dalam menghasilkan uap (steam) yang dibutuhkan untuk mendukung jalannya proses produksi. Namun, kualitas air umpan boiler harus memenuhi sejumlah kriteria tertentu karena dapat mempengaruhi kinerja dan keawetan peralatan.

- Kadar kesadahan total dalam air umpan tidak boleh melebihi 0,1. Jika lebih dari batas ini, dapat menyebabkan terbentuknya kerak di dalam boiler.
- Rentang pH yang disarankan untuk air umpan adalah antara 7,5 hingga 10. Nilai pH di luar rentang ini berisiko menimbulkan korosi pada sistem.

- **Kandungan oksigen** dalam air umpan diperbolehkan hingga sebesar 0,04. Apabila melebihi batas tersebut, oksigen dapat memicu proses korosi di dalam boiler.
- **Kadar silika** yang diperbolehkan berkisar antara 35 hingga 150. Jumlah silika yang berlebihan juga dapat mengakibatkan pembentukan kerak pada permukaan dalam boiler.

Persyaratan air menurut sumber ASME, (1994) yang dapat digunakan sebagai umpan boiler dapat dilihat pada tabel 4.3

Tabel 4. 3 Syarat Air Umpan Boiler (ASME, 1994)

Parameter	Satuan	Pengendalian Batas
Total Hardness	mg/L	0,1
pH	Unit	7,5-10
Oksigen terlarut	mg/L	0,04
Silika	mg/L	150
Fe	mg/L	0,1

Air laut dengan karakteristik sebagaimana tercantum pada Tabel 4.1 perlu melalui proses pengolahan baik secara eksternal maupun internal agar memenuhi standar kualitas air umpan boiler sesuai Tabel 4.3. Pengolahan eksternal mencakup tahap-tahap sebelum air masuk ke unit pembangkit uap, antara lain proses klorinasi untuk desinfeksi, desalinasi untuk menghilangkan garam, serta demineralisasi guna menurunkan kadar mineral terlarut. Sementara itu, pengolahan internal dilakukan di dalam sistem pembangkit uap itu sendiri, bertujuan untuk mencegah terbentuknya kerak, terjadinya korosi, serta munculnya busa (foaming) selama proses pembentukan uap.

Kebutuhan air pendingin pada pabrik propilen glikol dapat dirincikan pada tabel berikut :

Tabel 4. 4 Kebutuhan Air Sebagai Steam pada Proses

Nama Alat	Kode Alat	Kebutuhan Air Sebagai Steam (kg/jam)
Heater 1	HE-01	24812,866
Reaktor 1	R-01	94791,896
Furnace 1	F-01	947635
Reboiler 1	Rb-01	1663829
Heater 2	HE-02	1161856

Nama Alat	Kode Alat	Kebutuhan Air Sebagai Steam (kg/jam)
Reaktor 2	R-02	20975786
Furnace 2	F-02	10945988
Heater 3	HE-03	2855620
Reboiler 2	Rb-02	41800223
Total		80470541,76

d Air Kebutuhan Sanitasi

Air kebutuhan sanitasi dan konsumsi dalam suatu pabrik digunakan untuk keperluan laboratorium, karyawan (minum), memasak, mencuci, dan mandi. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 416/MENKES/PER/IX, (1990) air sanitasi harus memenuhi syarat kualitas air bersih yang meliputi:

1. Syarat Fisik
 - a. Tidak Berbau
 - b. Tidak Berasa
 - c. TDS tidak lebih dari 1500 mg/L
 - d. Kekeruhan maksimum 25 NTU
 - e. Suhu + 3 °C dari suhu udara
 - f. Warna tidak lebih dari 50 TCU
2. Syarat Kimia
 - a. pH 6,5–9,0
 - b. Tidak mengandung zat-zat kimia beracun dan berbahaya baik organik maupun anorganik
 - c. Steril dari mikroba
3. Syarat bakteriologis
 - a. Tidak mengandung bakteri-bakteri, terutama bakteri pathogen
 - b. Bakteri Echeruchia Coli kurang dari 1/100 ml
 - c. Untuk air sanitasi ditambahkan kaporit ($\text{Ca}(\text{Cl})_2$) atau desinfektan.

Ketersediaan air sebesar 20 liter per orang per hari hanya cukup untuk memenuhi kebutuhan dasar kebersihan dan sanitasi. Namun, untuk memastikan kesehatan dan kenyamanan pekerja tetap terjaga, diperlukan pasokan air yang lebih tinggi, umumnya antara 50 hingga 150 liter per orang per hari. Dengan asumsi jumlah tenaga kerja sebanyak 298 orang dan kebutuhan air higienis serta sanitasi sebesar

120 liter per orang per hari, maka total kebutuhan air untuk karyawan dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Air sanitasi karyawan} = \frac{120 \frac{\text{liter}}{24 \text{ jam}} \cdot \text{orang} \times 298 \text{ orang} \times 8 \text{ jam/hari}}{24 \text{ jam}}$$

$$\text{Air sanitasi karyawan} = 496,6667 \text{ liter/jam} = 495,2164 \text{ kg/jam} = 0,495 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Air kebutuhan laboratorium} = 20\% \times 495,2164 \text{ kg/jam} = 99,043 \text{ kg/jam} = 0,099 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Tabel 4. 5 Kebutuhan Air Proses

Nama Alat	Kebutuhan Air Sebagai Steam (kg/jam)
Pompa bahan baku air	37,807
Air buangan regenerasi	25,205
Pompa air bottom destilasi	45,575
Total	108,687
	0,1086 m ³ /jam

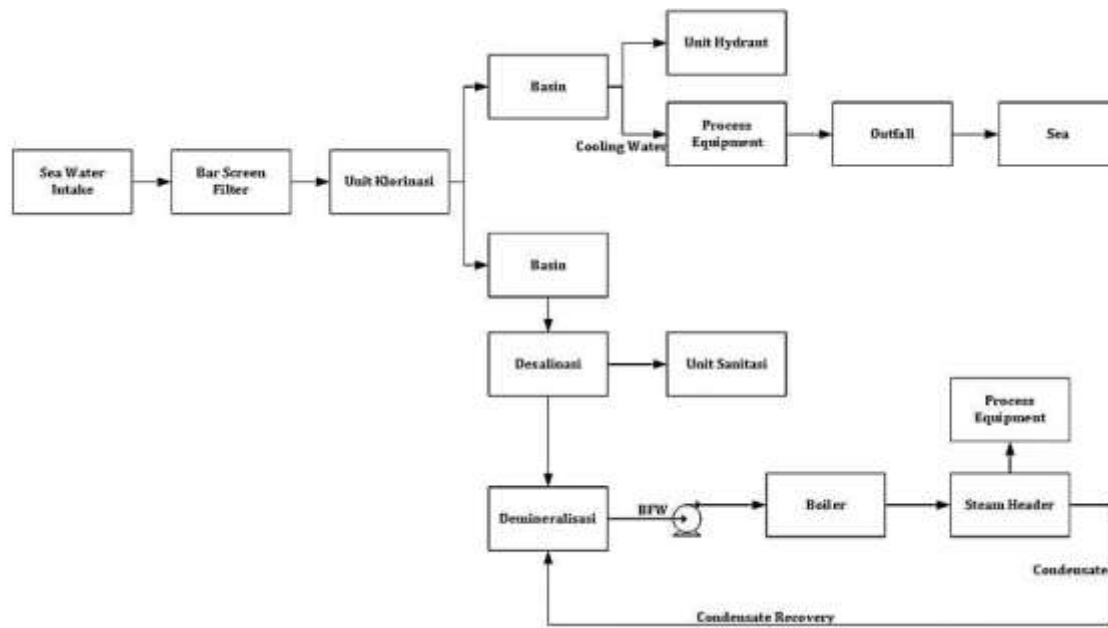
- Total Kebutuhan Air

Kebutuhan air total untuk kebutuhan di pabrik propilen glikol dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. 6 Kebutuhan Air Total

Keterangan	Kebutuhan Air Sebagai Steam (kg/jam)
Air Sanitasi	495,2164
Air laboratorium	99,04328
Air pemadam	1.386,60592
Air pendingin	615.880,0604
Air reboiler	96.015.461,86
Air Proses	108,587
Total	96.633.431
	96.633 m ³ /jam

4.1.2 Unit Pengolahan Air Laut



Gambar 4. 1 Blok Diagram Pengolahan Air Laut

Berikut adalah tahapan untuk melakukan pengolahan air laut:

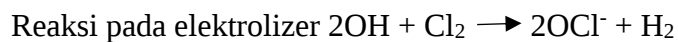
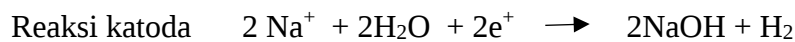
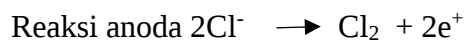
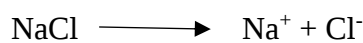
a *Proses sea water intake*

Air laut yang masuk pada bagian ujung *sea water basin* terlebih dahulu melalui proses penyaringan awal menggunakan *bar screen* yang berfungsi untuk menahan material-material berukuran besar. Alat ini dilengkapi dengan *traversing trash rake* yang berguna untuk mengangkat kotoran yang tersangkut pada bar screen. Setelah itu, air laut melewati penyaring kedua yaitu *rotary screen* yang bertugas menyaring kotoran yang tidak tertahan di bar screen. Kotoran yang tersangkut pada *rotary screen* akan dibersihkan dengan semprotan air laut dari *sea water header* dan kemudian dibuang ke trash basket. Unit ini juga dilengkapi dengan *stop log* yang berfungsi untuk menghentikan aliran air laut ke dalam sea water basin saat dilakukan pembersihan. Pada ujung basin tempat air laut masuk, dilakukan injeksi larutan natrium hipoklorit (klorin) untuk membunuh organisme-organisme yang terkandung dalam air laut, sehingga dapat mengurangi risiko penyumbatan pada saluran pipa pendingin. Injeksi klorin dilakukan dengan dua metode, yaitu *continuous dosing* dan *shock dosing*. Pada *continuous dosing*, klorin disuntikkan secara terus-menerus dengan konsentrasi 1 ppm. Namun, karena pemberian klorin secara terus-menerus dapat menyebabkan organisme menjadi kebal, maka dilakukan pula *shock dosing* setiap 12 jam selama 30 menit dengan konsentrasi sebesar 10 ppm.

b Unit Klorinasi

Air laut dialirkan ke unit sel elektrolisis setelah terlebih dahulu melewati *strainer* yang berfungsi untuk menyaring kotoran agar tidak masuk ke dalam sistem sel. Unit elektrolisis ini terdiri dari dua *cell bank*, di mana masing-masing bank memiliki 10 sel yang tersusun secara seri. Setiap sel dilengkapi dengan elektroda berupa anoda dan katoda yang disusun secara paralel. Anoda pada sel dibuat dari material titanium yang telah dilapisi dengan lapisan khusus, sedangkan katodanya menggunakan bahan *stainless steel* tipe 304. Proses elektrolisis yang terjadi dalam sistem ini menghasilkan reaksi kimia yang digunakan dalam proses klorinasi air laut.

Reaksi awal



Setelah terbentuk, larutan klorin dialirkan menuju tangki penyimpanan *hypochlorite* (*hypochlorite storage drum*). Tangki ini dilengkapi dengan blower udara yang berfungsi untuk menghilangkan penumpukan gas hidrogen (H_2) di dalam tangki agar konsentrasinya tetap berada di bawah batas ledakan, yaitu 4%. Larutan klorin kemudian diinjeksi ke aliran air laut di bagian masuk basin menggunakan pompa, baik secara kontinu melalui metode *continuous dosing* maupun secara berkala melalui metode *shock dosing*.

c Eksternal Treatment Boiler Feed Water

Eksternal treatment merupakan serangkaian proses yang dilakukan pada sistem pendukung boiler dengan tujuan untuk menghasilkan air yang memenuhi standar kualitas sebagai air umpan boiler. Proses ini mencakup penghilangan partikel tersuspensi, penurunan atau penghilangan tingkat kesadahan, kadar silika, oksigen terlarut, serta kontaminan lain yang dapat memengaruhi kinerja boiler. Beberapa fasilitas yang digunakan dalam eksternal treatment meliputi unit desalinasi, demineralisasi, dan deareator.

1. Unit Desalinasi

Air desalinasi atau air tawar hasil dari unit ini dikontrol agar memenuhi spesifikasi yang bersumber dari Knight et al., (2020) seperti tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Spesifikasi Air Desalinasi (Knight et al., 2020)

Parameter	Nilai
Konduktivitas Elektrik	<1 mS/m
Salinitas	<0,05%
pH	6,5-8,5
TDS	12 ppm
Cl	< 5 ppm

Dalam pabrik ini, proses desalinasi dilakukan dengan metode *reverse osmosis (RO)*, yang berfungsi untuk menyaring molekul-molekul besar dan ion-ion dari air laut, seperti ion Na^+ , Cl^- , K^+ , NO_3^- , Ca^+ , Mg^{2-} , dan CO_3^{2-} . Proses ini menggunakan membran selektif yang memungkinkan pelarut atau partikel-partikel kecil dalam larutan untuk melewatinya, namun menghalangi zat terlarut seperti molekul besar dan ion.

Proses desalinasi ini terdiri dari empat tahapan utama, yaitu:

1. *Pretreatment* atau pengolahan awal, di mana air umpan diolah terlebih dahulu agar sesuai dengan kondisi operasi membran. Tahapan ini melibatkan penghilangan partikel tersuspensi, penyesuaian pH, serta penambahan inhibitor untuk mengendalikan pembentukan kerak (*scaling*).
 2. Pemberian tekanan, di mana *high pressure pump* digunakan untuk memberikan tekanan tinggi pada air umpan. Tekanan ini berfungsi sebagai gaya penggerak untuk mengatasi perbedaan konsentrasi antara kedua sisi membran.
 3. Pemisahan dengan membran (*membrane separation*), yaitu proses di mana membran permeabel menahan garam-garam terlarut agar tidak lewat, sementara air hasil desalinasi dapat melewati membran tersebut.
 4. Tahap stabilisasi, di mana air hasil dari membran disesuaikan pH-nya sebelum dialirkan ke sistem distribusi.
2. Unit Demineralisasi

Unit ini berfungsi untuk mengolah kondensat hasil dari proses *stripping*, uap kondensat, serta air hasil desalinasi menjadi air demineralisasi yang digunakan sebagai air umpan boiler (*boiler feed water* atau BFW). Air demin adalah air yang memiliki kandungan ion-ion mineral seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Cl^- , Fe^{3+} , dan Cu^{2+} dalam jumlah yang sangat kecil atau hampir tidak ada. Nilai konduktivitas air demin yang disebabkan oleh keberadaan mineral logam dibatasi agar tidak melebihi 0,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$, karena pada suhu tinggi, kandungan mineral tersebut dapat menyebabkan

terbentuknya kerak pada sistem pembangkit uap. Unit demineralisasi ini terdiri dari tiga bagian utama, yaitu penukar kation, *degasifier*, dan *mixed bed polisher*.

a *Cation Exchanger*

Kondensat yang berasal dari proses terlebih dahulu dialirkan melalui tangki penukar kation untuk menghilangkan ion-ion yang masih terlarut, seperti Fe^{2+} , Ca^{2+} , Na^+ , K^+ , Mn^+ , dan Al^{3+} , sebelum diarahkan ke tangki *raw condensate*. Selain kandungan ion, kondensat ini juga mengandung gas-gas terlarut yang perlu dihilangkan. Oleh karena itu, tahapan pengolahan kondensat dari proses ini menjadi air demineralisasi lebih kompleks dibandingkan dengan pengolahan air hasil desalinasi maupun kondensat dari uap. Air umpan dimasukkan melalui bagian atas tangki penukar kation, kemudian mengalir ke bawah melewati lapisan resin penukar ion hingga akhirnya keluar dari bagian bawah tangki.

b *Degasifier*

Proses kondensat yang keluar dari penukar kation dialirkan menuju unit *degasifier* dengan tujuan untuk menghilangkan gas-gas terlarut yang masih terdapat dalam air kondensat. Di dalam *degasifier*, kondensat dikontakkan dengan aliran udara yang ditiupkan oleh kipas (*fan*) khusus. Kontak antara udara dan air ini memungkinkan gas-gas seperti CO_2 yang sebelumnya larut dalam kondensat untuk berpindah ke fase udara. Di dalam unit *degasifier* juga terdapat *plastic pall ring*, yang berfungsi untuk memperbesar luas permukaan kontak antara udara dan air, sehingga proses pemindahan gas menjadi lebih efisien. Setelah melalui proses ini, air hasil *degasifier* dipompa menggunakan *degasifier water pump* ke tangki *raw condensate*, di mana air tersebut akan bercampur dengan kondensat uap dan air hasil desalinasi untuk kemudian diproses lebih lanjut.

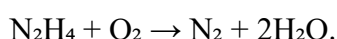
c *Mixed Bed Polisher*

Mixed bed polisher merupakan sebuah unit berbentuk bejana yang diisi dengan resin penukar kation dan anion. Resin ini berfungsi untuk menangkap seluruh ion bermuatan positif maupun negatif yang terdapat dalam *raw condensate*, sehingga air yang dihasilkan menjadi air demineralisasi atau bebas mineral. *Raw Condensate Tank* menyimpan air yang berasal dari beberapa sumber, yaitu unit *degasifier*, desalinasi, dan kondensat uap. Air dalam tangki ini belum dapat langsung digunakan sebagai *boiler feed water* (BFW) karena masih mengandung ion-ion mineral yang harus dikurangi. Karena sistem *waste heat*

boiler (WHB) beroperasi pada suhu yang sangat tinggi, kandungan mineral dalam air umpan harus seminimal mungkin agar tidak menyebabkan terbentuknya kerak. Oleh sebab itu, *raw condensate* perlu menjalani pengolahan lebih lanjut untuk menghilangkan kation dan anion yang masih tersisa. Proses penghilangan ion-ion ini dilakukan di dalam *mixed bed polisher* yang berisi resin penukar ion, guna menghasilkan air dengan tingkat kemurnian tinggi yang sesuai untuk digunakan sebagai BFW.

3. Deaerator

Proses ini bertujuan untuk menghilangkan kandungan oksigen dalam air demineralisasi, karena oksigen dapat menyebabkan korosi pada sistem pembangkit uap. Penghilangan oksigen dilakukan melalui dua tahapan, yaitu *stripping* menggunakan uap (*steam*) dan injeksi senyawa *hydrazine* (N_2H_4). Air demin yang berasal dari tangki dialirkan ke unit *deaerator* menggunakan pompa demin. Sebelum masuk ke *deaerator*, sebagian air demin dipanaskan terlebih dahulu di *blow down cooler* menggunakan panas dari *continuous blow down*, kemudian dipanaskan lagi melalui *plate exchanger* di *BFW preheater* dengan memanfaatkan panas dari *boiler feed water* (BFW) yang keluar dari *deaerator*. Setelah itu, air demin dimasukkan ke bagian atas *deaerator* untuk menjalani proses *stripping*. Kandungan gas seperti O_2 dan CO_2 dalam air dapat bereaksi dengan besi di dalam sistem, membentuk endapan seperti Fe_2O_3 dan $Fe(OH)_3$ yang memicu terjadinya korosi. Oleh sebab itu, gas-gas ini perlu dihilangkan secara menyeluruh. Tahap pertama dilakukan dengan proses *stripping* menggunakan uap untuk mengusir O_2 terlarut. Tahap kedua adalah injeksi *hydrazine*, yang berfungsi untuk mengikat sisa oksigen berdasarkan reaksi:



Setelah keluar dari *deaerator*, BFW masih akan diberi injeksi *ammonia anhydrous* guna menjaga pH dalam kisaran 8,5 hingga 9,5 sekaligus mengikat CO_2 yang masih ada. Selanjutnya, air ini dipompa ke dalam sistem boiler sebagai air umpan.

4. Internal Treatment Boiler Feed Water

Internal treatment digunakan untuk mengkondisikan air boiler dengan penambahan bahan kimia dan pengaturan tertentu guna mencegah terbentuknya kerak, korosi, serta *foaming*. Beberapa mekanisme yang dilakukan dalam internal treatment antara lain:

1. Mereaksikan kesadahan air dengan bahan kimia sehingga kerak kalsium karbonat yang keras berubah menjadi endapan lunak berlumpur yang dapat dikeluarkan melalui *blow-down*.
2. Mengatur *alkalinity* air boiler agar silika dapat ikut terbawa melalui aliran *blow-down*.
3. Menambahkan zat anti busa (*anti-foam*) untuk mencegah pembentukan busa yang dapat menyebabkan *carry over* dan menurunkan kemurnian uap.
4. Menjaga pH air umpan boiler dalam kisaran 9–10 untuk mencegah terjadinya korosi pada material.
5. Mengikat O₂ yang terlarut dalam air menggunakan *oxygen scavenger* seperti N₂H₄, DEHA, atau *hydroquinone* agar tidak menyebabkan korosi di dalam boiler.

Beberapa bahan kimia yang umum digunakan dalam internal treatment adalah:

- a Fosfat (baik *ortho* maupun *polifosfat*)
Bereaksi dengan kesadahan kalsium untuk menetralkan ion-ion penyebab kesadahan dengan membentuk hidrat *tricalcium phosphate* berbentuk lumpur yang dapat dikeluarkan melalui *blow-down* berkala atau terus-menerus.
- b *Dispersant*
Berfungsi untuk meningkatkan sifat penyebaran (*dispersive*) dari air boiler.
- c *Anti-scale*
Digunakan untuk mencegah terbentuknya kerak (*scaling*) pada permukaan pemanas.
- d *Hydrazine* (N₂H₄)
Berperan sebagai pengikat oksigen dengan reaksi:
$$2\text{N}_2\text{H}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$$
- e Larutan amonia
Digunakan untuk mengatur pH air umpan boiler agar tetap berada pada kisaran 9–10 sehingga mencegah korosi pada material.
- f *Anti-foaming*
Merupakan campuran bahan aktif permukaan yang berfungsi untuk menurunkan tegangan permukaan cairan, menghilangkan busa, dan mencegah terbawanya partikel halus air dalam uap.

4.2 Unit Penyediaan Listrik

Kebutuhan energi listrik pada pabrik propilen glikol dapat dipenuhi melalui dua sumber utama, yaitu:

a Pasokan dari PLN

Listrik untuk operasional pabrik disuplai oleh PLN UP3 Dumai dengan kapasitas sebesar 3.400 MVA.

b Generator pembangkit listrik (*Generator Set*)

Pabrik juga memiliki pembangkit listrik sendiri berupa generator arus bolak-balik (AC) dengan sistem 3 fase. Pasokan listrik dari generator ini berasal dari jaringan tegangan menengah sebesar 200 kV. Penggunaan generator ini dipilih karena beberapa keunggulan, seperti tegangan listrik yang dihasilkan cukup tinggi, dapat disesuaikan dengan kebutuhan menggunakan transformator, serta daya dan tegangan yang dihasilkan relatif stabil.

Dalam pengoperasiannya, kebutuhan listrik pabrik propilen glikol dipenuhi oleh kombinasi antara pasokan dari PLN dan generator sebagai cadangan, dengan rasio pembagian daya PLN terhadap generator sebesar 2 : 1. Energi listrik ini digunakan untuk berbagai keperluan, seperti menunjang proses produksi dan utilitas, penerangan area pabrik, serta sistem pendingin ruangan (AC).

4.2.1 Kebutuhan Listrik Proses dan Utilitas

Tabel 4. 8 Kebutuhan Listrik Proses

Nama Alat	Jumlah	Hour Power (HP)	Total HP	Daya (Kw)
Pompa 1	2	30	60	80,461
Pompa 2	2	30	60	44,743
Pompa 3	2	30	60	44,743
Pompa 4	2	30	60	44,743
Pompa 5	2	30	60	44,743
Pompa 6	2	30	60	44,743
Pompa 7	2	30	60	44,743
Pompa 8	2	30	60	44,743
Pompa 9	2	30	60	44,743
Pompa 10	2	30	60	44,743
Pompa 11	2	30	60	44,743
Pompa 12	2	30	60	44,743

Nama Alat	Jumlah	Hour Power (HP)	Total HP	Daya (Kw)
Pompa 13	2	30	60	44,743
Pompa 14	2	30	60	44,743
Pompa 15	2	30	60	44,743
Pompa 16	2	30	60	44,743
Mixer	1	1,59	1,59	1,186
Kompresor	1	12	12	8,949
Total				761,736

Tabel 4. 9 Kebutuhan Listrik Utilitas

Nama Alat	Jumlah	Hour Power (HP)	Total HP	Daya (Kw)
Pompa air sanitasi	1	10	10	7,457
Pompa air laboratorium	1	10	10	7,457
pompa air pemadam	3	15	45	33,557
pompa air pendingin	2	10	20	14,914
pompa air demineralisasi	1	10	10	7,457
pompa air laut	5	37	185	137,957
Kompresor udara tekan	2	23,7	47,4	35,347
Total				244,146

4.2.2 Kebutuhan Listrik Penerangan

Estimasi kebutuhan energi listrik untuk penerangan dalam pabrik dapat dilakukan dengan pendekatan menggunakan konsep *Luminous Efficacy*, yaitu kemampuan lampu dalam menghasilkan cahaya yang diukur dalam satuan lumen. Jumlah pencahayaan yang dibutuhkan untuk suatu area dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Lumen} = \text{Luas area} \times \text{Lux}$$

Keterangan:

Lux merupakan kebutuhan cahaya per satuan luas (lumen/m²)

Area adalah luas permukaan yang memerlukan penerangan.

Nilai *lux* yang digunakan akan berbeda-beda tergantung pada fungsi atau jenis area yang akan diberi penerangan. Dalam perencanaan ini, standar nilai *lux* yang digunakan (Knight et al., 2020).

Tabel 4. 10 Kebutuhan Listrik Penerangan *Outdoor*

Nama Bangunan	Luas Area (m²)	Lux	Lumen
Pos Satpam	50	100	5000
Area Bahan Baku	5480	350	1918000
Area Proses	7760	500	3880000
Area Perbaikan	270	100	27000
Area Peralatan	630	100	63000
Unit pembangkit listrik	380	200	76000
Unit pengolahan air	300	200	60000
Unit pengolahan limbah	400	200	80000
Unit H2	1780	500	890000
Area Perluasan	3500	100	350000
Total	20550		734900

Bagian luar ruangan, akan digunakan lampu LED Philips 50 W yang memiliki 4500 lumen. Maka, dapat dihitung kebutuhan lampu luar ruangan adalah:

Lumen Philips TL 50 W = 4.500

Jumlah lumen diluar ruangan = 7.349.000

Kebutuhan listrik outdoor = 1.633 buah

Kebutuhan daya lampu = 81.656 watt = 81,66 kW

Tabel 4. 11 Kebutuhan Listrik Penerangan *Indoor*

Nama Bangunan	Luas Area (m²)	Lux	Lumen
Perkantoran	850	350	297500
Laboratorium	300	500	150000
Control Room	350	350	122500
Masjid	120	200	24000
Poli Klinik	100	250	25000
Kantin	350	200	70000
HSSE	180	200	36000

Nama Bangunan	Luas Area (m²)	Lux	Lumen
Gudang Produk	3550	100	355000
Total	5800		1080000

Bagian dalam ruangan, akan digunakan lampu LED Philips 16 W yang memiliki 1600 lumen (www.philips.co.id). Maka, dapat dihitung kebutuhan lampu dalam ruangan adalah:

Lumen Philips TL 16 W = 1.600

Jumlah lumen diluar ruangan = 1.080.000

Kebutuhan listrik outdoor = 675 buah

Kebutuhan daya lampu = 10.800 watt = 10,8 kW

Total kebutuhan penerangan listrik indoor dan outdoor = 92.456 watt = 92,46 kW

4.2.3 Kebutuhan Listrik Air Conditioner

Pendingin ruangan menggunakan AC (Air Conditioner) 1 pK low watt merk LG tipe Dual Core (www.lg.com) yang memiliki beban kalor standar ruangan 9200 BTU/jam.m² dan diperkirakan cukup untuk memenuhi ruangan seluas 7x7 meter (49 m²). Diketahui berikut rincian luas area yang memerlukan AC:

Tabel 4. 12 Kebutuhan Listrik AC

Nama Bangunan	Luas Area (m²)
Perkantoran	850
Laboratorium	300
Control Room	350
Masjid	120
Poli Klinik	100
Kantin	350
HSSE	180
Total	2.250

Total luas area dalam ruangan adalah 2.250 m².

Jumlah AC yang digunakan = $2.250 \text{ m}^2 \div 49 \text{ m}^2/\text{buah} = 46$ buah

Total Daya AC = 2696 watt/jam.m² x 46 buah = 123.796 watt = 124 kW/jam

Total kebutuhan listrik merupakan jumlah dari kebutuhan daya pada penerangan unit proses/utilitas, kebutuhan penerangan, dan kebutuhan daya pendingin ruangan (AC).

Dapat dihitung total kebutuhan listrik pabrik propilen adalah sebagai berikut

Tabel 4. 13 Kebutuhan Listrik Total

Keterangan	Kebutuhan (Kw)
Listrik Proses	761,74
Listrik Utilitas	244,15
Listrik penerangan	92,46
Listrik AC	123,80
Total	1.222

Untuk keamanan, kebutuhan listrik harus dilebihkan 10% dari total keseluruhan, maka $1,1 \times 1.222 \text{ kW} = 1344,3 \text{ kW}$.

Selain itu, terdapat tambahan untuk peralatan kantor seperti printer, komputer, DCS, server computer, yang mana diasumsikan membutuhkan 20 Kw. Total kebutuhan listrik pabrik propilen glikol = $1344,3 \text{ kW} + 20 \text{ kW} = 1364,3 \text{ kW}$

4.3 Unit Pengadaan Steam (Reboiler)

Steam yang digunakan dalam pabrik Propilen Glikol dipakai untuk mensuplai kebutuhan panas pada beberapa *instrument*. Jenis boiler yang digunakan adalah *water tube* boiler dengan air umpan boiler melalui *tube* dan terjadi pembuatan *steam* pada bagian *tube*.

Jumlah kebutuhan steam = $9.3979 \text{ kg/jam} = 2.063,48 \text{ lb/jam}$

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

Blowdown = $4\% \times \text{air umpan boiler}$

$$= 4\% \times 96.015.461,86 \text{ kg/jam}$$

$$= 3.840.618,47 \text{ kg/jam}$$

Steam loss = $2\% \times 96.015.461,86 \text{ kg/jam}$

$$= 1.920.309,23 \text{ kg/jam}$$

Kebutuhan BFW (*Boiler Feed Water*) saat *startup*

Saat *startup* = *steam loss* x air umpan boiler

$$= 1.920.309,23 \text{ kg/jam} \times 96.015.461,86 \text{ kg/jam}$$

$$= 979.357.711,1 \text{ kg/jam} = 41,473 \text{ m}^2/\text{hari}$$

Kebutuhan BFW (*Boiler Feed Water*) saat *makeup*

Saat *makeup* = *Blow down* + *steam loss*

$$= 3.840.618,47 \text{ kg/jam} + 1.920.309,23 \text{ kg/jam}$$

$$= 5.760.927,71 \text{ kg/jam}$$

$$= 2,44 \text{ m}^2/\text{hari}$$

Kondisi saat *start up*

Berdasarkan *Steam Table*. Yaws, (1999)

Tekanan = 133,9 kPa

Suhu BFW = 30°C

Suhu *steam* = 108°C

HLL pada 108°C = 452,9 kJ/kg

Hv pada 108°C = 2.688,3 kJ/kg

$\lambda_{steam} = H_v - H_L = 2.235,4 \text{ kJ/kg}$

$Q_{steam} = \text{massa steam} \times \lambda_{steam}$
 $= 20.922,87 \text{ kJ/jam} = 1.983.105 \text{ BTU/jam}$

Kondisi saat normal

Persentasi kondisi steam = 94%

Massa kondensat = $0.94 \times 96.015.461,86 \text{ kg/jam}$
 $= 90.254.534,15 \text{ kg/jam}$

Massa BFW = 5.760.927,71 kg/jam

Berdasarkan *Steam Table*. Yaws, (1999)

Tekanan = 133,9 kPa

Suhu BFW = 30°C

Suhu *steam* = 108°C

HLL pada 108°C = 452,9 kJ/kg

Hv pada 108°C = 2.688,3 kJ/kg

$\lambda_{steam} = H_v - H_L = 2.235,4 \text{ kJ/kg}$

$Q_{steam} = \text{massa steam} \times \lambda_{steam}$
 $= 201.754.985 \text{ kJ/jam} = 8.097.136 \text{ BTU/jam}$

Menentukan luas penampang perpindahan panas

Berdasarkan Severn et al., (1954) konversi panas menjadi daya adalah

$$HP = \frac{Q}{970,3 \times 34,5}$$

$$HP = 2925,6$$

Ditentukan luas bidang pemanasan adalah 10 ft² /HP, sehingga total heating surface adalah 12.3 ft².

4.4. Unit Pengadaan Udara Bertekanan

Pada unit pengadaan udara bertekanan berfungsi untuk mendukung operasi instrumentasi dan suplai udara pada peralatan proses di pabrik, seperti penggerak katup kontrol serta

pembersih peralatan. Udara instrumen dan udara pabrik berasal dari sumber yang sama, yaitu udara lingkungan sekitar, namun tekanannya ditingkatkan menggunakan kompresor sebelum disalurkan melalui jaringan pipa.

Dalam proses produksi udara instrumen, udara dari kompresor dialirkan ke *Instrument Air Receiver*, yang berperan untuk memisahkan kandungan air serta berfungsi sebagai penampung udara sementara dengan tekanan 8,0 kg/cm². Selanjutnya, udara mengalir menuju filter inlet guna menyaring kotoran dan sisa minyak. Setelah itu, udara diteruskan melalui katup 4-arah ke salah satu unit pengering (Dryer A atau B) yang berisi Silica Gel atau Activated Alumina. Zat penyerap ini akan mengikat kandungan uap air (kelembapan) dari udara karena sifatnya yang higroskopis. Setelah melewati proses pengeringan, udara yang telah bebas dari kelembapan kembali disaring melalui filter outlet. Udara instrumen yang keluar dari unit pengering memiliki tekanan sekitar 7,0 kg/cm² dan titik embun (dew point) mendekati -40°C. Menurut (Branan, 1994) terdapat cara perhitungan daya yaitu :

$$Daya = \frac{\left(\frac{144}{33.000}\right) \left(\frac{K}{K-1}\right) (P \cdot Q)(K \cdot 1)}{Eo}$$

Dengan :

Adiabatik Eksponen (K)	= 1,19
Suction Pressure (P)	= 1 atm
Kapasitas Aktual (Q)	= 7 ft ³ /menit
Kompresion Rasio	= 4
Effesiensi Kompresor (Eo)	= 80%
Daya (P)	= 23,7 watt

4.5. Unit Pengadaan Bahan Bakar

Pada unit pengadaan bahan bakar berfungsi sebagai kebutuhan bahan bakar yang ada pada *furnace*, generator, dan boiler. Bahan bakar yang digunakan untuk *furnace* adalah batu bara, sedangkan generator dan boiler menggunakan solar (*fuel oil* No.2).

Pemilihan bahan bakar didasarkan dengan :

- Mudah diperoleh
- Lebih hemat biaya
- Penyimpanan yang mudah

4.5.1. Bahan Bakar Batu Bara

Nilai bahan bakar = 22,453 BTU/lbm (Perry, 2008)

Efesiensi = 85% (Perry, 2008)

Asumsi :

- Kebutuhan panas total = 115.068 kJ/jam
- Nilai kalor batu bara (NCV) = 25.000 kJ/kg

$$\begin{aligned}\text{Jumlah bahan bakar} &= \frac{(115.068 \frac{\text{kJ}}{\text{jam}})}{(25.000 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \times 0,85)} \\ &= 5,415 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

Sehingga, bahan bakar batu bara untuk *furnace* sebesar 5,415 kg/jam

4.5.2. Bahan Bakar Solar (Generator dan Boiler)

Nilai bahan bakar = 19.860 Btu/lbm (Perry, 2008)

Low heating value = 42.789,53 kJ/kg (Nababan, 2017)

Densitas = 848,3 kg/m³ (Naddaf dan Heris, 2018)

Daya output generator = 35,1 kW

Daya generator = 35,1 kW x (0,9478 Btu/det)/kW x 3600 deet/jam
= 119,763 BTU/jam

$$\begin{aligned}\text{Jumlah bahan bakar} &= \frac{(119,763 \frac{\text{BTU}}{\text{jam}})}{(19.860 \frac{\text{Btu}}{\text{lbm}} \times 0,45359 \text{ kg/lbm})} \\ &= 13,29 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan solar} &= \frac{(13,29 \text{ kg/jam})}{(848 \text{ kg/m}^3)} \\ &= 0,01567 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 15,67 \text{ L/jam}\end{aligned}$$

Sehingga, bahan bakar solar untuk generator sebesar 15,67 L/jam

Daya output boiler = 99,7 kW

Daya boiler = 99,7 kW x (0,9478 Btu/det)/kW x 3600 deet/jam
= 340,333 BTU/jam

$$\begin{aligned}\text{Jumlah bahan bakar} &= \frac{(340,333 \frac{\text{BTU}}{\text{jam}})}{(19.860 \frac{\text{Btu}}{\text{lbm}} \times 0,45359 \text{ kg/lbm})} \\ &= 7,77 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan boiler} &= \frac{(7,77 \text{ kg/jam})}{(848,3 \text{ kg/m}^3)} \\ &= 0,00916 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 9,16 \text{ L/jam}\end{aligned}$$

Sehingga, bahan bakar boiler untuk generator sebesar 9,16 L/jam

4.6. Unit Pengolahan Limbah

Unit pengolahan limbah berfungsi untuk menurunkan tingkat pencemaran dalam limbah agar aman dibuang ke lingkungan, serta sebagai langkah untuk memenuhi standar kualitas limbah yang telah ditetapkan oleh pemerintah melalui Keputusan Menteri Negara. Limbah yang dihasilkan dari proses produksi propilen glikol meliputi buangan proses, air berminyak dari sistem pompa, serta air limbah dari kegiatan sanitasi. Adapun jenis-jenis limbah yang dihasilkan oleh pabrik propilen glikol antara lain sebagai berikut:

4.6.1. Limbah Cair

Pabrik propilen glikol menghasilkan limbah cair, yaitu :

- Air generasi dan *backwash* unit proses dan demineralisasi

Air hasil regenerasi dan backwash dari unit demineralisasi umumnya memiliki pH yang bersifat asam atau basa. Sebelum dibuang ke lingkungan, air ini harus melalui proses netralisasi untuk mencegah pencemaran. Proses netralisasi dilakukan di kolam khusus, dengan penambahan HCl apabila pH lebih dari 7, atau NaOH jika pH kurang dari 7. Setelah mencapai pH netral, air tersebut dialirkan ke kolam penampungan akhir bersama dengan aliran limbah dari unit pengolahan lainnya.

- Air berminyak dari minyak pelumas mesin proses

Air yang mengandung minyak berasal dari oli pelumas yang digunakan dalam pompa proses. Pemisahan antara minyak dan air dilakukan berdasarkan perbedaan densitas. Minyak yang mengapung di permukaan dikumpulkan dan disalurkan ke tangki penampung, sementara air yang berada di lapisan bawah dialirkan menuju kolam penampungan akhir sebelum akhirnya dibuang ke Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL).

- Air buangan sanitasi

Limbah ini mengandung senyawa organik yang berasal dari fasilitas kamar mandi di area pabrik serta limbah dari kantin, yang terdiri atas limbah padat dan cair. Limbah cair merupakan hasil buangan dari aktivitas domestik dan perkantoran, yang seluruhnya dikumpulkan dan diolah dalam unit pengolahan sanitasi. Proses pengolahan dilakukan menggunakan metode lumpur aktif serta penambahan desinfektan natrium hipoklorit, sebelum limbah tersebut dialirkan ke Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL).

- Air buangan *blow down cooling water*

Limbah proses merupakan limbah yang timbul selama berlangsungnya proses produksi, umumnya disebabkan oleh kebocoran peralatan. Limbah ini mengandung berbagai jenis senyawa organik. Metode pengolahan limbah organik ini serupa dengan

pengolahan limbah dari air buangan sanitasi, yaitu dengan mengumpulkannya di satu lokasi untuk kemudian diproses dalam unit stabilisasi menggunakan sistem lumpur aktif. Tahap selanjutnya adalah proses aerasi, yang berfungsi sebagai media pertumbuhan dan reproduksi bakteri pengurai senyawa organik dalam limbah. Setelah tahap aerasi, limbah diberi perlakuan desinfeksi dengan kalsium hipoklorit untuk membunuh bakteri yang tersisa.

4.6.2. Limbah Padat

Limbah padat yang dihasilkan oleh pabrik propilen glikol ini tidak berasal dari aktivitas proses produksi, melainkan berasal dari fasilitas kantin dan area perkantoran. Limbah berupa sisa makanan dan kertas tidak melalui proses pengolahan, melainkan langsung dibuang ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Berdasarkan standar dari Badan Standardisasi Nasional (2002), pengelolaan limbah padat mengacu pada SNI 19-2454-2002 yang menjelaskan tata cara teknis operasional dalam pengelolaan sampah, yang dijelaskan sebagai berikut:

a. Pola Pengumpulan Sampah

Pengumpulan sampah dilakukan setiap 1 hingga 2 hari, atau paling lama setiap tiga hari sekali, tergantung pada jenis dan komposisi sampah. Jika kandungan sampah organik cukup tinggi, maka pengambilan sampah perlu dilakukan setidaknya sekali dalam sehari. Sementara itu, pengumpulan sampah kering mengikuti jadwal yang telah ditetapkan dan dapat dilakukan dengan interval lebih dari tiga hari.

b. Peralatan Penangkut Sampah

Peralatan penampungan sampah sebaiknya dilengkapi dengan penutup, minimal berupa jaring, untuk mencegah sampah tercecer. Tinggi wadah tidak melebihi 1,6 meter dan idealnya dilengkapi dengan sarana angkut. Kapasitas wadah disesuaikan dengan klasifikasi jalan yang akan dilintasi. Selain itu, bagian dasar truk atau kontainer sebaiknya dilengkapi dengan sistem pengaman untuk mencegah tumpahan air lindi

c. Teknik pengolahan Sampah

Proses pengomposan dapat dilakukan secara alami, melalui metode biologis menggunakan cacing, atau dengan bantuan organisme tambahan. Kegiatan daur ulang disesuaikan dengan karakteristik sampah, baik organik maupun anorganik. Upaya pengurangan volume sampah dilakukan melalui pencacahan, biogasifikasi, atau pemanfaatan energi yang dihasilkan dari proses pengolahan sampah tersebut

d. Pemilihan Lokasi TPA

Metode pembuangan akhir sampah dilakukan melalui sistem penimbunan yang terkontrol, mencakup pengelolaan lindi dan gas yang dihasilkan. Penggunaan lahan urug saniter juga melibatkan pengolahan lindi dan gas. Untuk wilayah dengan kondisi pasang surut, metode penimbunan dilakukan menggunakan sistem kolam yang terdiri dari kolam anaerob, kolam fakultatif, dan kolam maturasi.

4.7. Laboratorium

Laboratorium berfungsi sebagai sarana untuk memperoleh berbagai data yang dibutuhkan dalam operasional pabrik. Data ini dimanfaatkan untuk mengevaluasi performa unit-unit proses, menilai efisiensi, serta melakukan pengendalian mutu. Pengendalian mutu terhadap propilen glikol mencakup pemeriksaan bahan baku, pemantauan proses produksi, dan evaluasi produk akhir. Kegiatan pengendalian dilakukan secara berkala guna memastikan bahwa kualitas bahan baku dan produk akhir tetap sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Pemeriksaan rutin juga berperan dalam mendeteksi apakah proses produksi berjalan sesuai standar atau mengalami penyimpangan.

Dalam pelaksanaan fungsinya, laboratorium dibagi ke dalam beberapa kelompok sesuai dengan tugas masing-masing:

a. Laboratorium Analitik

Laboratorium analitik bertujuan untuk melakukan analisis dan pemantauan pada karakteristik fisik dan kimia dari bahan baku, produk, kualitas, utilitas, limbah, serta bahan pendukung pada proses produksi berlangsung yang ada pada pabrik pembuatan propilen glikol.

b. Laboratorium Penelitian dan Pengembangan

Laboratorium penelitian dan pengembangan bertujuan untuk melakukan riset dan pengembangan yang berkaitan dengan permasalahan kualitas material dalam proses produksi guna meningkatkan mutu produk akhir. Kegiatan laboratorium bersifat non-rutin dan lebih difokuskan pada eksplorasi hal-hal baru untuk mendukung inovasi proses. Selain itu, laboratorium juga melakukan analisis terhadap limbah yang telah melalui proses pengolahan sebelum dibuang ke lingkungan

Pada tabel 4.14. merupakan perincian program kerja pada laboratorium Pabrik Propilen Glikol untuk menganalisa bahan baku, produk, utilitas dan air yang akan digunakan dalam proses, sebagai berikut :

Tabel 4. 14 Parameter Uji Program Laboratorium

Parameter Uji	Tujuan Pengujian	Alat Uji
Analisa Bahan Baku Gliserol	Analisa kemurnian gliserol	GC-MS
	<i>Analisa spesifik gravity</i>	<i>Hydrometer</i>
Analisa Bahan <i>Intermediate Aceton</i>	Analisa kemurnian aceton	GC-MS
	<i>Analisa spesifik gravity</i>	<i>Hydrometer</i>
	Analisa viskositas cairan	Viscometer Rotasi
Analisa Produk Propilen Glikol	Analisa kemurnian propilen glikol	GC-MS
	<i>Analisa spesifik gravity</i>	<i>Hydrometer</i>
	Analisa viskositas cairan	Viscometer Rotasi
Analisa Gas H ₂	<i>Analisa humidity dan temperature</i>	<i>Gas Detector</i>
	<i>Analisa spesifik gravity</i>	<i>Effusiometer</i>
Analisa Air Sanitasi	Analisa kekeruhan air	<i>Turbidity meter</i>
	Analisa pH	pH meter
	Analisa kadar TDS (<i>Total Dissolved Solid</i>)	TDS meter
	Analisa kandungan logam pada air	AAS
Analisa BFW (<i>Boiler feed water</i>) dan CW (<i>Cooling water</i>)	<i>Analisa dissolved oxygen</i> (oksigen terlarut dalam air)	DO meter

Parameter Uji	Tujuan Pengujian	Alat Uji
	Analisa kadar BOD (<i>Biological Oxygen Demand</i>)	BOD meter
	Analisa kadar TDS (<i>Total Dissolved Solid</i>)	TDS meter
	Analisa kesedahan air	<i>Water Hardness Tester</i>