

BAB IV

UNIT PENDUKUNG PROSES

4.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

4.1.1 Penyediaan Air

Jumlah persediaan dan kualitas air adalah hal yang perlu diperhatikan dalam operasional kantor dan pabrik. Air yang digunakan dalam proses produksi pabrik ini diambil dari laut yang dekat dengan lokasi pabrik sedangkan air yang digunakan untuk kebutuhan minum dan sanitasi diambil dari air tanah dengan sumur artesis. Kebutuhan persediaan air bagi pabrik LNG meliputi air pendingin, air umpan *boiler*, dan air sanitasi.

a. Air Pendingin

Air digunakan menjadi media pendingin bagi alat karena dapat diperoleh dalam jumlah banyak, dapat menyerap panas dengan sangat baik, dan tidak terdekomposisi.

Dalam penggunaan air sebagai media pendingin perlu diperhatikan beberapa hal seperti kesadahan yang dapat menyebabkan adanya kerak dan kandungan besi dalam air yang dapat menyebabkan korosi pada peralatan pabrik. Selain itu kandungan minyak juga perlu diperhatikan karena dapat menurunkan koefisien perpindahan panas dan menyebabkan adanya mikroba sehingga menimbulkan endapan.

b. Air Umpan *Boiler*

Air yang digunakan sebagai umpan *boiler* harus diolah terlebih dahulu secara kimia agar tidak merusak alat serta mengurangi kemampuan dalam perpindahan panas.

Beberapa hal yang diperhatikan dalam pengolahan air untuk umpan *boiler* yaitu kandungan zat terlarut penyebab korosi seperti O_2 , CO_2 , H_2S , dan NH_3 . Kemudian kandungan zat penyebab kerak seperti garam-garam karbohidrat dan silikat serta kandungan zat terlarut penyebab *foaming* saat suhu tinggi seperti zat organik dan anorganik.

c. Air Sanitasi

Air sanitasi adalah air yang digunakan untuk kebutuhan air minum serta operasional laboratorium dan kantor. Syarat air yang digunakan untuk sanitasi yaitu tidak berwarna, tidak berbau, tidak beracun, dan bersih dari kandungan zat terlarut dan bakteri.

4.1.2 Kebutuhan Air

Jumlah kebutuhan air untuk operasional pabrik sebagai berikut:

Tabel 116. Kebutuhan Air Pendingin

No	Alat	Kebutuhan Air (kg/h)
1	<i>Cooler E-100</i>	1,544.18
2	<i>Cooler E-101</i>	17.85
3	<i>Cooler E-102</i>	246.88
4	<i>Cooler E-103</i>	232.43
5	<i>Cooler E-104</i>	249.99
6	<i>Condenser C-100</i>	860.38
Kebutuhan Air		3,151.71
<i>Excess Water</i> (1.2 x Kebutuhan Air)		3,782.05
<i>Make Up Water</i> (1.2 x <i>Excess Water</i>)		4,538.46
Total Kebutuhan Air (<i>Excess Water</i> + <i>Make Up Water</i>)		8,320.51

Tabel 117. Kebutuhan Air Umpan *Boiler*

No	Alat	Kebutuhan Air (kg/h)
1	<i>Reboiler R-100</i>	1,061.93
Kebutuhan Air		1,061.93
<i>Excess Water</i> (1.2 x Kebutuhan Air)		1,274.32
<i>Make Up Water</i> (1.2 x <i>Excess Water</i>)		1,529.18

Total Kebutuhan Air (<i>Excess Water + Make Up Water</i>)	2,803.5
--	---------

Tabel 118. Kebutuhan Air Sanitasi

No	Penggunaan	Kebutuhan Air (kg/h)
1	Operasional Karyawan	232.29
2	Operasional Taman	2.48
3	Pemadam Kebakaran	11.55
4	Cadangan	23.10
Total		269.42

Tabel 119. Total Kebutuhan Air Pabrik

No	Penggunaan	Kebutuhan Air (kg/h)
1	Air Pendingin	8,320.51
2	Air Umpan <i>Reboiler</i>	2,803.5
3	Air Sanitasi	269.42
Total		11,393.43

Total kebutuhan air pabrik = 11,393.43 kg/h

4.1.3 Pengolahan Air

Air yang digunakan dalam industri harus memenuhi syarat yang sesuai dengan kebutuhan melalui pengolahan sebelum digunakan. Pengolahan yang digunakan antara lain *clarifier*, penyaringan, desalinasi, demineralisasi, dan deaerasi (Industries, 1999). Pendinginan ditambahkan untuk mengembalikan suhu air setelah diolah. Pengolahan air pada pabrik dijelaskan sebagai berikut:

a. *Clarifier*

Clarifier digunakan untuk mengendapkan lumpur dan partikel padat lainnya. *Raw water* dimasukkan ke dalam tangki berpengaduk dan dicampur dengan flokulan tawas ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$) dan NaOH sebagai

pengatur pH. Endapan atau flok yang terbentuk akan mengendap di bawah tangki dan *blowdown* secara berkala.

b. Penyaringan

Proses penyaringan menggunakan penyaring *sand filter* yang dapat menahan partikel padat yang terbawa dari *clarifier*. Air baku yang telah melalui penyaringan akan ditampung dalam *filter water reservoir*. *Sand filter* harus diregenerasi secara berkala karena dapat terjadi penurunan kemampuan penyaringan.

c. Desalinasi

Desalinasi digunakan untuk air laut yang menjadi sumber air bagi pabrik. Desalinasi pada pabrik ini menggunakan proses *reverse osmosis* (RO). Air laut yang sudah melalui *clarifier* dan penyaringan akan melewati membran semi permeabel dengan dua tingkat RO serta tekanan 435 psia sehingga menghasilkan air baku yang dapat digunakan dalam proses produksi.

d. Demineralisasi

Demineralisasi digunakan untuk menghilangkan ion-ion yang terkandung dalam air baku yang dapat mengakibatkan kerusakan alat sehingga terjadi penurunan kualitas produksi. Proses Demineralisasi menggunakan dua tahap yaitu *cation exchanger* dan *anion exchanger*.

Cation exchanger digunakan untuk mengganti kation yang terkandung dengan ion H^+ sehingga air yang keluar mengandung anion dan ion H^+ . Reaksi yang terjadi yaitu:



Resin kation akan jenuh dalam waktu tertentu sehingga perlu diregenerasi menggunakan H_2SO_4 dengan reaksi berikut:



Anion exchanger digunakan untuk mengganti anion yang terkandung dengan ion CO_3^{2-} , Cl^- , dan SO_4^{2-} sehingga air yang keluar mengandung ion tersebut dan ion H^+ . Reaksi yang terjadi yaitu:



Resin anion akan jenuh dalam waktu tertentu sehingga perlu diregenerasi menggunakan NaOH dengan reaksi berikut:



e. Deaerasi

Deaerasi adalah proses menghilangkan kandungan O_2 dari air baku yang dapat membentuk kerak pada *tube* alat produksi. Proses deaerasi menggunakan N_2H_4 dengan reaksi sebagai berikut:



f. Pendinginan

Pendinginan air adalah proses meregenerasi air yang sudah digunakan untuk *cooler* sehingga suhunya kembali naik dari yang dibutuhkan. Proses pendinginan menggunakan *cooling tower*.

4.2 Unit Penyediaan Listrik

Penyediaan listrik untuk operasional produksi dan kantor dalam pabrik LNG ini didapat dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) dan pembangkit listrik sendiri menggunakan *generator*.

Generator AC tiga fase dipilih karena menghasilkan tegangan listrik stabil, daya kerja lebih besar, dan kerja *generator* lebih efisien. Penyedia listrik utama adalah PLN sedangkan *generator* digunakan jika ada gangguan pada listrik PLN. Kebutuhan listrik pada proses produksi adalah sebagai berikut:

Tabel 120. Kebutuhan Listrik Proses Produksi

No	Alat	Kebutuhan Listrik [kW]
1	<i>Compressor K-100</i>	15,236.80
2	<i>Compressor K-101</i>	8,506.83

No	Alat	Kebutuhan Listrik [kW]
3	<i>Compressor K-102</i>	1,516.32
4	<i>Compressor K-103</i>	32,608.32
5	<i>Compressor K-104</i>	197,833.56
6	<i>Pump P-100</i>	202.79
7	<i>Pump P-101</i>	1.19
8	<i>Pump P-102</i>	17.65
9	<i>Pump P-103</i>	16.16
10	<i>Pump P-104</i>	17.87
11	<i>Pump PC-100</i>	92.85
Total		256,050.34

Total kebutuhan listrik proses produksi = 256,050.34 kW

4.3 Unit Penyediaan *Steam*

Steam digunakan untuk pemanasan *reboiler* pada *fractionation unit*. *Steam* dihasilkan dengan *boiler* jenis *water tube boiler* yang memanaskan *steam* hingga mencapai suhu yang dibutuhkan.

Water tube boiler dipilih karena menghasilkan *steam* dengan tekanan tinggi sesuai kebutuhan yaitu 137.79 psia dan biasa digunakan dalam skala industri menengah ke atas.

4.4 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Bahan bakar dalam pabrik ini digunakan untuk peralatan produksi khususnya *boiler* sebagai penyedia *steam*. Bahan bakar yang digunakan yaitu *Solar Fuel Oil* (SFO) yang biasa digunakan dalam skala industri. Kebutuhan bahan bakar untuk *boiler* sebesar 2,837.48 kg/h dihitung dari kapasitas *boiler* sebesar 5,817.36 kg/h.

4.5 Unit Penyediaan Udara Tekan

Unit penyediaan udara tekan digunakan untuk menjalankan dan mengatur instrumen pada proses produksi serta membantu dalam pembersihan alat pabrik. Udara tekan dihasilkan dari *compressor* yang mendapat *feed* dari udara sekitar. Udara yang sudah dinaikkan tekanannya akan disalurkan ke alat yang menggunakan udara tekan lewat *pipeline* yang ada.

4.6 Laboratorium

Laboratorium digunakan untuk analisa kualitas bahan baku dan produk agar sesuai spesifikasi yang dibutuhkan serta analisa hasil pengolahan limbah agar sesuai dengan peraturan yang telah ditetapkan.

Laboratorium dalam proses produksi digunakan untuk pengamatan *specific gravity* serta pengamatan kadar air dan komposisi pada bahan baku dan produk LNG.

4.7 Unit Pengolahan Limbah

Unit pengolahan limbah merupakan unit yang wajib ada pada pabrik sehingga limbah yang dibuang tidak mencemari lingkungan karena sudah diproses terlebih dahulu. Pabrik LNG menghasilkan tiga macam limbah yaitu bahan buangan cair, bahan buangan gas, dan bahan buangan padat.

Bahan buangan cair seperti buangan sanitasi, laboratorium, dan air hujan diolah menggunakan lumpur aktif, aerasi, dan campuran klorin yang dapat membunuh organisme khususnya yang dapat menimbulkan penyakit. Limbah air yang mengandung minyak dari buangan proses dan pelumas alat diolah dalam *depuration unit* sehingga air yang dibuang tidak mengandung minyak lebih dari 25 ppm sesuai standar.

Pengolahan limbah bahan gas menggunakan *gas stake*. *Gas stake* adalah sistem pembuangan gas dengan cara membakar menggunakan *flare* sehingga tidak menyebar dan mencemari udara sekitar pabrik.

Bahan buangan padat berupa silika gel dari *dehydration unit* dan sampah rumah tangga kantor. Limbah padat dikirim ke tempat pembuangan akhir terdekat dari lokasi pabrik.

4.8 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dan Lingkungan Hidup

Pelaksanaan usaha K3 bertujuan untuk menghindari terjadinya kecelakaan kerja dengan cara mengambil langkah pencegahan untuk semua unsur dalam pabrik. Pabrik LNG ini menerapkan K3 dalam tiga aspek yaitu tenaga kerja, lingkungan kerja, serta sistem manajemen K3.

Penerapan K3 bagi tenaga kerja dengan cara penyuluhan budaya *safety first* dalam pelatihan serta himbauan di setiap sudut pabrik. Tenaga kerja juga diwajibkan

untuk menggunakan alat pelindung diri seperti helm, alat pelindung mata, sarung tangan, sepatu, serta baju pelindung selama berada dalam kawasan pabrik.

Penerapan K3 dalam lingkungan kerja berupa pembuatan *Standar Operating Procedure* (SOP) pada setiap alat produksi serta menciptakan suasana kerja nyaman dengan memperhatikan ergonomi dan pendukung kerja seperti lampu dan suhu udara di ruang kerja.

Penerapan K3 dengan sistem manajemen dilakukan dengan membuat kebijakan dalam bidang K3 serta menjalankan pekerjaan sesuai dengan standar K3 yang berlaku. Selain itu budaya untuk saling mengingatkan penggunaan prinsip K3 kepada seluruh tenaga kerja juga bisa mengurangi kecelakaan kerja.

4.9 Instrumentasi

Instrumentasi digunakan untuk mengatur, mengukur dan mencatat variabel proses selama proses produksi berlangsung. Variabel proses yang diukur adalah suhu, tekanan, laju alir, serta ketinggian pada alat penampung. Pengendalian proses dilakukan di ruang kendali.

Pada pabrik LNG ini menggunakan sistem pengendalian *Distributed Control System* (DCS) yang berbasis elektronik serta menggunakan pengendali *Programmable Logic Controller* (PLC) yang terintegrasi dengan DCS sehingga proses dapat dikendalikan secara otomatis.