

BAB IV

UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM

4.1. Unit Pendukung Proses

Utilitas merupakan unit pendukung keberlangsungan proses produksi pada pabrik. Maka selain bahan baku dan bahan pembantu diperlukan kebutuhan infrastruktur terutama utilitas. Unit ini memegang peranann penting dalam produksi karena tanpa adanya unit ini maka proses produksi tidak dapat bekerja. Unit pendukung proses yang terdapat dalam pabrik *Benzyl Alcohol* yaitu meliputi, unit penyediaan air, unit penyediaan steam, unit penyedia listrik, unit penyediaan bahan bakar dan unit penyediaan udara dan proses instrumentasi. Selain utilitas, suatu industry yang menghasilkan bahan kimia harus memounyai Laboratorium. Labratorium dibuat sesuai dengan kebutuhan dari industry tersebut. Laboratorium yang dibangun oleh industry harus mengacu pada standart yang ada, salah satu standart penguji yang sering dipakai perusahaan Indonesia diantaranya yaitu, SNI (Standar Nasional Indonesia), ISO (*Internasional Organization for Standardization*), dan APHA (*American Public Health Assosiation*).

4.1.1. Unit Penyediaan Air

Kebutuhan air untuk pabrik *Benzyl Alcohol* ini berasal dari Water Purification air sungai dan digunakan untuk keperluan-keperluan sebagai berikut:

1. Air proses dan Air Pendingin

Pendingin Air proses yakni air yang digunakan pada Reaktor, sedangkan air pendingin yakni air yang digunakan untuk keperluan pendinginan. Dalam penggunaan air proses dan air pendingin, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu:

- a. Kesadahan (*hardness*), yang dapat menimbulkan kerak
- b. Oksigen terlarut, yang dapat menyebabkan koros
- c. Minyak, yang menjadi penyebab menurunnya heat transfer coefficient dan menjadi makanan mikroba sehingga timbul endapan.

2. Air Umpan Boiler

Air umpan boiler yakni air yang digunakan untuk menghasilkan steam. Hal yang perlu diperhatikan dalam umpan boiler adalah sebagai berikut:

- a. Zat-zat yang menimbulkan kerak, pembentukan kerak disebabkan oleh adanya kesadahan dan suhu tinggi biasanya berupa garam karbonat dan silikat .
- b. Zat-zat yang dapat menimbulkan korosi, korosi dalam boiler umumnya disebabkan oleh air karena air mengandung larutan-larutan asam dan gas-gas terlarut seperti CO₂, O₂ dan H₂S.
- c. Zat-zat yang menyebabkan foaming, hal ini terjadi karena adanya zat-zat organik, non-organik dan zat-zat yang tidak terlarut dalam jumlah besar. Efek foaming terutama terjadi pada alkalinitas tinggi.

3. Air Sanitasi

Air sanitasi yakni air yang digunakan untuk keperluan kantor dan laboratorium. Air sanitasi biasanya tidak memerlukan penanganan yang rumit tetapi harus memenuhi syarat fisik, kimia dan biologis.

- a. Syarat fisik, meliputi warna jernih, tidak berasa ataupun berbau, suhunya dibawah suhu sekitar.
- b. Syarat kimia, yakni tidak mengandung zat organik maupun non organik.
- c. Syarat biologis, yakni tidak mengandung bakteri terutama bakteri pathogen.

Kebutuhan air dipabrik *Benzyl Alcohol* dirincikan sebagai berikut:

- a. Kebutuhan air untuk steam

Tabel 4.1 Kebutuhan Air untuk Steam

Nama Alat	Kode	Kg/Jam
Heater 1	HE-01	288,4154
Heater 2	HE-02	5278,7932
Heater 3	HE-03	415,4766
Heater 4	HE-04	76,8390
Reboiler 1	RE-01	580,9618
Reboiler 2	RE-02	202,1316
Reaktor 1	R-01	14286,4441

Reaktor 2	R-02	2560,3243
Total		28968,1792

Diperkirakan air yang hilang sebesar 20% (Severn hal 40)

$$= 1,2 \times 28968,1792 = 34761,8151 \text{ kg/jam.}$$

Diasumsikan 90% kondensat data digunakan Kembali sehingga:

Sirkulasi kondensat

$$= 90\% \times 34761,8151$$

$$= 31285,6336 \text{ kg/jam}$$

Air yang harus ditambahkan (make up water)

$$= 34761,8151 - 31285,6336 = 3476,1815 \text{ kg/jam.}$$

b. Kebutuhan air pendingin

Tabel 4.2 Kebutuhan Air Pendingin

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
Cooler 1	CO-01	5127,2439
Cooler 2	CO-02	4461,1179
Cooler 3	CO-03	4461,1179
Condensor 1	CD-01	8037,1321
Condensor 2	CD-02	3915,5793
Total		26002,1910

Total kebutuhan air untuk steam = 26002,1910 kg/jam

Jumlah air pendingin yang disediakan 10 % lebih besar dibandingkan kebutuhan normal sehingga kebutuhan air untuk pendingin yang disediakan

$$= 1,1 \times \text{total kebutuhan air pendingin}$$

$$= 1,1 \times 26002,1910$$

$$= 1,1 \times 26002,1910 = 28602,4101 \text{ kg/jam.}$$

Diasumsikan 80% air pendingin dapat digunakan Kembali sehingga :

Air sirkulasi :

$$= 80\% \times \text{total kebutuhan air pendingin}$$

$$= 80\% \times 28602,4101 \text{ kg/jam}$$

Air yang harus di tambahkan (make up water)

$$= 28602,4101 - 22881,9281 = 5720,4820 \text{ kg/jam}$$

c. Kebutuhan air untuk proses

Tabel 4.3 Rincian Kebutuhan Air untuk Proses

Nama Alat	Kode	Kg/Jam
Reaktor	R	26600,4774
Total		26600,4774

Kebutuhan air proses dijaga dari kemungkinan kebocoran saat distribusi sebesar 20% (Severn hal 40)

Sehingga kebutuhan air untuk proses adalah

$$= 1,2 \times 26600,4774$$

$$= 31920,5729 \text{ kg/jam.}$$

d. Kebutuhan air untuk konsumsi dan sanitasi

Kebutuhan air untuk kantor dan perumahan dihitung berdasarkan Tabel 2.9 Sularso & Tahara, H “Pompa dan Kompresor” hal 21.

Waktu pemakaian air untuk kantor dan perumahan tiap hari rata-rata 8 jam.

Air untuk kantor (air minum dan sanitasi) = 100 - 200 liter/hari

Jam kerja untuk karyawan 8 jam, sehingga pemakaian sanitasi

Dirancang:

1. Air untuk kantor (air minum dan sanitasi) = 120 liter/hari

Air kantor dirancang untuk mampu memenuhi 169 orang

$$\begin{aligned} \text{Air untuk kantor} &= 120 \text{ liter/hari} \times 169 \text{ orang} \times 1 \text{ hari/8 jam} \\ &= 282 \text{ lt/jam} = 280,4499 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Air sanitasi total untuk 3 shift dalam sehari adalah :

$$= 3 \times 280,4499 \text{ kgjam} = 841,3496 \text{ kg/jam}$$

2. Air untuk kebutuhan kebersihan dan taman diperkirakan 50% dari kebutuhan karyawan, maka :

$$= 50 \% \times 841,35 = 420,6748 \text{ kg/jam}$$

3. Diperkirakan kebutuhan air untuk

$$\text{Laboratorium} = 1000 \text{ kg/hari} = 41,6667 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Poliklinik} = 700 \text{ kg/hari} = 29,1667 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Kantin dan tempat ibadah} = 5000 \text{ kg/hari} = 208,333 \text{ kg/jam}$$

Total	= 279,167 kg/jam
--------------	-------------------------

4. Air untuk perumahan (air minum dan sanitasi) = 120 liter/hari (Standar WHO)

Total kebutuhan air karyawan penghuni mess dan perumahan :

Direncanakan didirikan 35 buah rumah dan 2 buah mess. Tiap – tiap rumah diperkirakan dihuni sebanyak 5 orang termasuk yang sudah berkeluarga dan tiap mess dihuni sebanyak 20 orang karyawan. Dimana dialokasikan untuk 40 orang karyawan sedangkan rumah yang dapat menampung total 175 orang, terdiri dari 129 karyawan dan 46 orang anggota keluarga karyawan. Jadi total kebutuhan air rumah tangga diperuntukan untuk 215 karyawan dan 46 orang anggota keluarga dari karyawan. Kebutuhan air per orang 120 lt/hari (Standar WHO). Maka kebutuhan air rumah tangga :

$$\begin{aligned}\text{Air untuk perumahan} &= 120 \text{ liter/hari} \times (5 \times 35) + (2 \times 20) \\ &= 25800 \text{ lt/hari} = 1075 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

5. Kebutuhan air konsumsi umum dan sanitasi :

$$= 3232,6675 \text{ kg/jam}$$

4.1.2. Unit Penyedia Steam

Unit ini bertujuan untuk mencukupi kebutuhan steam pada proses produksi, yaitu dengan menyediakan ketel uap (boiler). Steam yang diproduksi digunakan sebagai media pemanas heater. Untuk memenuhi kebutuhan steam digunakan 1 buah boiler jenis water tube boiler. Berikut merupakan pertimbangan dalam pemilihan boiler jenis water tube boiler.

- a. Boiler beroperasi hingga 100 bar
- b. Steam yang dihasilkan mencapai 450 THP.
- c. Water tube boiler biasanya digunakan pada pabrik yang membutuhkan turbin untuk menghasilkan superheated steam.

Berikut merupakan kelebihan boiler berjenis water tube boiler yaitu :

- a. Biaya pemeliharaan relatif murah karena tungku mudah dijangkau untuk pemeriksaan dan pembersihan.
- b. Effisiensi mencapai 90% dengan economizer. Kebutuhan steam pada pra-rancangan pabrik *Benzyl Alcohol* dapat dilihat pada Tabel 4.4 sebagai berikut:

Tabel 4.4 Rincian Kebutuhan Steam

Jenis Kebutuhan Steam	Kg/Jam
Heater 1	288,4154
Heater 2	5278,7932
Heater 3	415,4766
Heater 4	76,8390
Reboiler 1	580,9618
Reboiler 2	202,1316
Reaktor 1	14286,4441
Total	28968,1792

Diperkirakan air yang hilang sebesar 20% (Severn hal 40)

$$= 1,2 \times 28968,1792 = 34761,8151 \text{ kg/jam.}$$

Diasumsikan 90% kondensat data digunakan Kembali sehingga :

Sirkulasi kondensat

$$= 90\% \times 34761,8151$$

$$= 31285,6336 \text{ kg/jam}$$

Air yang harus ditambahkan (make up water)

$$= 34761,8151 - 31285,6336 = 3476,1815 \text{ kg/jam}$$

4.1.3. Unit Penyediaan Listrik

Unit ini berfungsi untuk memenuhi kebutuhan listrik diseluruh area pabrik. Kebutuhan listrik pada pabrik dipenuhi oleh 2 sumber, yaitu PLN dan Generator diesel. Generator diesel digunakan sebagai cadangan apabila PLN mengalami gangguan. Kebutuhan listrik dapat dibagi antara lain :

1. Listrik Untuk Keperluan Proses

Kebutuhan listrik untuk keperluan proses dapat dilihat pada Tabel 4.5 Rincian Kebutuhan Listrik Untuk Proses.

Tabel 4.5 Rincian Kebutuhan Listrik Untuk Proses

No.	Kode	Nama Alat	Jumlah	Power (HP)
1.	P-01	Pompa 1	1	1
2.	P-02	Pompa 2	1	0,5
3.	P-03	Pompa 3	1	2,5
4.	P-04	Pompa 4	1	3

No.	Kode	Nama Alat	Jumlah	Power (HP)
5.	P-05	Pompa 5	1	3
6.	P-06	Pompa 6	1	3
7.	P-07	Pompa 7	1	1
8.	P08	Pompa 8	1	1
9.	P-09	Pompa 9	1	1,5
10.	P10	Pompa 10	1	0,5
11.	P11	Pompa 11	1	0,5
12.	P12	Pompa 12	1	0,5
13.	P13	Pompa 13	1	0,5
14.	R	Reaktor	2	8,7
Total				27,2

Diketahui 1 HP = 0,75 kW

Power yang dibutuhkan = $27,2 \times 0,75 = 20,2640$ kW

2. Listrik Untuk Keperluan Utilitas

Kebutuhan listrik untuk keperluan utilitas dapat dilihat pada Tabel 4.6 Rincian Kebutuhan Listrik Untuk Utilitas.

Tabel 4.6 Rincian Kebutuhan Listrik Untuk Utilitas

No.	Kode	Nama Alat	Jumlah	Power (HP)
1.	L-111	Pompa Raw Water	1	1,5
2.	L-112	Pompa Bak Ekualisasi	2	3
3.	L-113	Pompa Bak Sedimen	1	1,5
4.	H-120	Clarifier	1	0,5
5.	L-122	Pompa Sand Filter	1	1
6.	L-141	Pompa Hydrant Fire	1	0,5
7.		Pompa Klorinator	1	0,5
8.	L-143	Pompa Kation Exchanger	1	1
9.	L-211	Pompa Air Sanitasi	1	0,5
10.	L-221	Pompa Anion Exchanger	1	0,5
11.	L-231	Pompa Softening water tank	1	1,5
12.	L-241	Pompa Softening water	1	0,5

No.	Kode	Nama Alat	Jumlah	Power (HP)
13.	L-251	Pompa cooling water	1	2
14.	L-261	Pompa Cooling Tower	1	0,5
15.	-	Blower Cooling Tower	1	10
16.	L-273	Pompa Air Umpan Boiler	1	1,5
17.	Q-280	Boiler	1	860
18.	-	Pompa bahan bakar	1	1,5
Total				887,5

Diketahui 1 HP = 0,75 KW

Power yang dibutuhkan = $887,5 \times 0,75 = 661,1875$ KW

3. Listrik Untuk Penerangan

Tabel 4.7 Rincian Kebutuhan Listrik Untuk Penerangan

No	Lokasi	Luas		Cahaya	
		(m ²)	(ft ²)	Cd.ft	Lumen
1.	Pos Keamanan*	200	2152,78	10	21527,8
2.	Taman*	2400	25833,36	10	258333,6 2
3.	Bengkel	800	8611,12	10	86111,2
4.	Quality Control	2550	27447,95	20	548958,9
5.	Gudang	2100	22604,19	20	452083,8
6.	Laboratorium	700	7534,73	10	75347,3
7.	Pemadam Kebakaran	400	4305,56	10	43055,6
8.	Tempat Ibadah	400	4305,56	10	43055,6
9.	Klinik	400	4305,56	15	64583,4
10.	Parkir *	2500	26909,75	20	538195
11.	Kantor Administrasi	2400	25833,36	20	516667,2
12.	Koperasi, Kantin	300	3229,17	10	32291,7
13.	Pengolahan air, limbah	3600	38750,04	20	775000,8
14.	Areal Proses	60000	645834	30	19375020
15.	Area Tangki	1200	12916,68	20	258333,6

No	Lokasi	Luas		Cahaya	
		(m ²)	(ft ²)	Cd.ft	Lumen
16.	Utilitas	3600	38750,04	20	775000,8
17.	Jalan*	200	2152,78	10	21527,8
18.	Area Perluasan*	10000	107639	30	3229170
Total		93750	1009116	295	27114264,1

4. Listrik Untuk Keperluan Alat Control dan AC diperkirakan 45 KW
5. Listrik Untuk Keperluan Penerangan diperkirakan 360,7 KW
6. Listrik untuk Keperluan Laboratorium dan Bengkel diperkirakan 30 KW
7. Listrik Untuk Keperluan Instrumentasi diperkirakan 25 KW
8. Listrik untuk perumahan diperkirakan 33,3 kW

Jumlah listrik total = 1267,6 KW Emergency generator yang digunakan mempunyai efisiensi 80%

Maka input generator = 1521,1026 KW

Digunakan listrik dari PLN sebesar 1521,1026 kW/jam sebagai cadangan digunakan generator.

4.1.4. Unit Penyediaan Bahan Bakar

1. Bahan bakar untuk menjalankan generator :

Jenis bahan bakar : Residual Fuel Oil
Heating Value : 19.440 Btu/lb
Efisiensi bahan bakar : 80%
Densitas : 0,815 Kg/L
Kapasitas input generator : 1521,1026 KW
Kebutuhan bahan bakar : 197,6607 L/jam

2. Bahan yang digunakan untuk boiler :

Jenis bahan bakar : Residual Fuel Oil
Heating Value : 19.440 Btu/lb
Efisiensi bahan bakar : 80%
Densitas : 0,815 Kg/L
Kapasitas bahan bakar : 2042,6850 L/jam

4.1.5. Unit Penyedia Udara Proses dan Instrumentasi

Unit ini berfungsi untuk menghasilkan udara proses dan udara instrumentasi. Udara proses disediakan dari udara lingkungan yang disaring dan dihilangkan kadar airnya oleh unit penyedia udara tekan. Udara proses berfungsi untuk menggerakkan alat pengendalian pada alat-alat proses yang dipasang alat kendali otomatis.

4.1.6. Unit Pengolahan Limbah

Unit ini merupakan salah satu unit yang harus disediakan oleh suatu pabrik. Limbah yang dihasilkan oleh pabrik *Benzyl Alcohol* adalah toluene. Pengolahan limbah berdasarkan pada jenis buangannya :

1. Pengolahan Limbah Cair

a. *Oily Water* dari Mesin Proses

Oily water berasal dari buangan pelumas pada pompa dan alat lain. Pemisahan berdasarkan perbedaan berat jenisnya. Minyak dibagian atas dialirkan ke penampungan minyak untuk kemudian dibakar didalam tungku pembakar, sedangkan air bagian bawah dialirkan ke IPAL.

b. Air buangan sanitasi

Air buangan sanitasi yang berasal dari seluruh toilet Kawasan pabrik dan perkantoran. Pengolahannya dengan cara dikumpulkan dan diolah dalam unit sanitasi dengan menggunakan lumpur aktif dan desinfektan Na hipoklorit. Selanjutnya, limbah dialirkan menuju IPAL.

c. Air sisa proses dari Unit Demineralisasi dan Regenerasi

Air sisa regenerasi dari unit demineralisasi mengandung NaOH dan H_2SO_4 yang kemudian dinetralkan dalam kolam penetralan (Kolam netralisasi) dengan HCl dan NaOH hingga pH mencapai sekitar 6,5 – 7 serta mengandung O_2 minimal 3 ppm. Air yang netral lalu selanjutnya dialirkan ke IPAL. Sedangkan penetralan dilakukan dengan larutan H_2SO_4 bila air buangan bersifat basa.

2. Pengolahan Limbah Padat

3. Pengolahan Limbah Gas

4.2. Unit Laboratorium

Laboratorium kimia merupakan sarana untuk proses penelitian bahan baku, proses maupun produksi yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan menjaga mutu produksi perusahaan. Beberapa peran lain dari Laboratorium yaitu, pengendalian pencemaran lingkungan baik limbah padat, cair maupun udara. Analisa yang dilakukan yaitu meliputi analisa bahan baku, analisa proses, dan analisa kualitas produk.

Laboratorium berada dibawah bidang produksi yang memiliki tugas pokok antara lain :

- a. Memeriksa bahan baku yang akan digunakan dalam pabrik
- b. Menganalisa dan meneliti produk yang akan dipasarkan
- c. Memeriksa kadar zat-zat yang menyebabkan pencemaran pada buangan pabrik.

4.2.1. Program Kerja Laboratorium

1. Laboratorium Pengamatan

Bagian laboratorium pengamatan memiliki tugas melakukan analisa secara fisik terhadap semua aliran yang berasal dari proses produksi maupun tangkai serta mengeluarkan “Certificate of Quality” untuk menjelaskan spesifikasi hasil pengamatan, jadi pemeriksaan dan pengamatan dilakukan terhadap bahan baku dan produk akhir.

2. Laboratorium Analitik

Bagian laboratorium analitik memiliki tugas yaitu melakukan analisa terhadap sifat-sifat dan kandungan kimiawi bahan baku dan produk akhir.

3. Laboratorium Penelitian Pengembangan Lingkungan

Bagian laboratorium penelitian dan pengembangan memiliki tugas yaitu melakukan penelitian dan pengembangan terhadap permasalahan yang berhubungan dengan kualitas material dalam proses untuk meningkatkan hasil akhir. Sifat dari laboratorium ini tidak rutin dan cenderung melakukan penelitian hal-hal yang baru untuk keperluan pengembangan.

4.2.1. Prosedur Analisa

1. Analisa Mutu Bahan Baku

Analisa ini dilakukan terhadap bahan baku yang digunakan yaitu Benzyl Chloride dan air. Analisa ini dilakukan pada saat bahan datang, sehingga pabrik dapat menolak apabila hasil analisa tidak memenuhi syarat. Analisa meliputi :

- Kandungan Benzyl Chloride
- Kandungan impuritas masing-masing bahan baku

2. Analisa Mutu Produksi

Analisa ini dilakukan setiap 4 jam sekali disetiap titik pengambilan sampel. Adapun titik pengambilan sampelnya meliputi keluaran dari :

- Reactor
Menganalisa rasio bahan organik satu sama lain yang ditentukan oleh konversi yang dicapai oleh reaktor. Mengenai perbandingan kandungan Benzyl Alkohol, Benzyl Chloride dan Asam Klorida.
- Decanter
Menganalisa densitas keluaran dari fase berat dan fase ringan.
- Menara Distilasi
Menganalisa hasil produk konversi sebesar 99 % dan menganalisa impuritas 1 %

3. Analisa Utilitas

- Air Proses
Analisa air proses yaitu dengan cara bebas mineral pengotor dan pH netral yang dapat digunakan untuk proses. Pada umumnya air proses ini diperuntukkan sebagai air pelarut, pencampur dan pengencer. Media pembawa, pencuci, dan lain-lain, sehingga harus bebas dari kandungan mineral dan juga pH harus netral.
- Air kebutuhan boiler dan Air pengolahan limbah
Untuk air umpan boiler harus dilunakkan terlebih dahulu untuk menghilangkan kesadahanannya dengan proses demineralisasi dan daerasi. Air yang digunakan untuk boiler harus memenuhi persyaratan agar tidak merusak boiler (Perry's edisi 6, hal.976). Berikut Tabel 4.8 Syarat air umpan boiler.

Tabel 4.8 Syarat Air Umpan Boiler

Parameter Total (ppm)	Parameter Total (ppm)
Total padatan (total dissolved solid)	3.500
Alkanitas	700
Padatan terlarut	300
Silika	60-100
Besi	0,1
Tembaga	0,5
Oksigen	0,007
Kesadahan	0
Kekeruhan	175
Minyak	7
Residu phospat	140