



BAB IV

UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM

4.1 Unit Pendukung Proses

Utilitas di pabrik paraldehid meliputi Unit pengadaan air (air pendingin, air konsumsi, sanitasi dan air umpan *boiler*), unit pengadaan *steam*, unit pengadaan udara tekan, Unit pengadaan listrik dan Unit pengadaan bahan bakar.

1. Unit pengadaan air

Unit ini bertugas menyediakan dan mengolah air untuk memenuhi kebutuhan air sebagai berikut :

- a. Air pendingin
- b. Air umpan *boiler*
- c. Air untuk konsumsi dan sanitasi

2. Unit pengadaan *steam*

Unit ini bertugas untuk menyediakan kebutuhan *steam* sebagai media pemanas pada *heat exchanger*.

3. Unit pengadaan udara tekan

Unit ini bertugas untuk menyediakan udara tekan untuk kebutuhan instrumentasi *pneumatic*, untuk penyediaan udara tekan di bengkel dan untuk kebutuhan lainnya.

4. Unit pengadaan listrik

Unit ini bertugas menyediakan listrik sebagai tenaga penggerak untuk peralatan proses, keperluan pengolahan air, peralatan-peralatan elektronik atau listrik AC, maupun penerangan. Listrik di *supply* dari PLN dan dari generator sebagai cadangan bila listrik di PLN mengalami gangguan.

5. Unit refrigerasi

Unit refrigerasi berfungsi untuk menyediakan *brine water* 25% dengan temperatur -10 °C. *Brine water* akan digunakan untuk mendinginkan reaktor (R-01). *Brine water* keluaran reaktor memiliki suhu 10 °C sebagian akan digunakan sebagai pendingin pada unit *cooler* (HE-02). Total kebutuhan *brine water* 25% adalah sebesar 65.446,88 kg/jam.



6. Unit pengadaan bahan bakar

Unit ini bertugas menyediakan bahan bakar untuk kebutuhan *boiler* dan *generator*.

4.1.1 Unit Pengadaan Air

Sumber air yang digunakan dalam pabrik diperoleh dari PT Adhya Tirta Batam dengan faktor-faktor sebagai berikut :

- Kapasitas air yang disediakan PT Adhya Tirta Batam sudah mencukupi kebutuhan dalam pabrik
- Nilai investasi peralatan pengolahan air memerlukan biaya cukup besar mengingat sumber perairan utama berasal dari laut
- Lebih mudah dalam sistem pengaturan air dan bernilai ekonomis

Dibawah ini adalah uraian mengenai penggunaan air pada pabrik ini :

1. Air pendingin

Air dari PT. Adhya Tirta Batam dipompakan ke bak penampungan air. Air dari bak penampungan digunakan sebagai air konsumsi dan sanitasi serta air pendingin (*cooling water*). Air yang telah digunakan sebagai pendingin dapat digunakan kembali dengan cara membuang panas yang ada dengan menggunakan *cooling tower* (CT-01).

Tabel 4.1 Kebutuhan Air Pendingin

No	Kode Alat	Nama Alat	Kebutuhan (kg/jam)
1.	CD – 01	Kondensor - 01	12.131,89

Total kebutuhan air pendingin = 12.131,89 kg/jam

Kebutuhan air pendingin ini dibutuhkan pada suhu masuk unit proses 30 °C dan keluar Unit Proses pada suhu 40 °C. Keluar air pendingin pada suhu 40 °C didinginkan kembali menggunakan *cooling tower* sehingga suhu air pendingin kembali 30 °C. Kebutuhan air pendingin sebesar 12.131,89 kg/jam



adalah waktu *start up* pada waktu pabrik berjalan kontinyu hanya dibutuhkan *make up* air sebesar 1.213,18 kg/jam (1,21 m³/jam).

2. Air umpan boiler

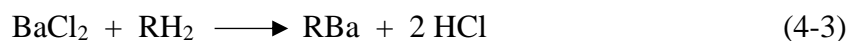
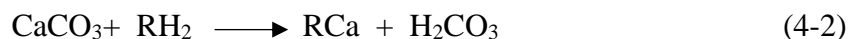
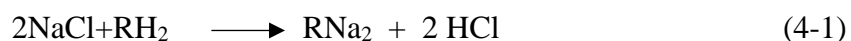
Air yang digunakan untuk umpan boiler berasal dari PT. Adhya Tirta Batam. Air umpan boiler harus memenuhi persyaratan tertentu agar tidak menimbulkan masalah-masalah seperti :

- Pembentukan kerak pada boiler
- Terjadinya korosi pada boiler
- Pembentukan busa di atas permukaan dalam drum boiler

Sebelum menjadi air umpan boiler (*demin*) perlu dilakukan tahap pengolahan sebagai berikut :

a. Kation Exchanger

Air dari bak penampungan dialirkan menuju unit penyediaan air umpan boiler. Air umpan boiler harus dihilangkan kandungan garam-garamnya yang dapat menimbulkan kesadahan dalam air. Kation exchanger berfungsi untuk mengikat ion-ion positif dari garam yang terlarut dalam air lunak. Alat ini berupa silinder tegak yang berisi tumpukan butir-butir resin penukar ion. Resin yang digunakan adalah jenis *Catex-12* dengan notasi RH₂. Adapun reaksi yang terjadi dalam kation exchanger adalah :



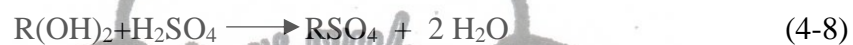
Apabila resin sudah jenuh maka pencucian dilakukan dengan menggunakan larutan H₂SO₄ 2%. Reaksi yang terjadi pada waktu regenerasi adalah:





b. Anion Exchanger

Air hasil Unit *kation exchanger* kemudian dialirkan menuju Unit *anion exchanger*. Alat ini hampir sama dengan *kation exchanger* namun memiliki fungsi yang berbeda yaitu mengikat ion-ion negatif yang ada dalam air lunak. Dan resin yang digunakan adalah jenis *Catex-12* dengan notasi $R(OH)_2$. Reaksi yang terjadi di dalam *anion exchanger* adalah:



Pencucian resin yang sudah jenuh digunakan larutan NaOH 4%. Reaksi yang terjadi saat regenerasi adalah:

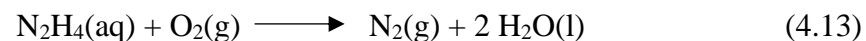


c. Deaerasi

Air yang sudah bebas dari ion-ion positif dan negatif kemudian dialirkan menuju tangki deaerasi menggunakan pompa. Proses deaerasi bertujuan untuk menghilangkan gas terlarut, terutama oksigen dengan penambahan senyawa kimia yaitu hidrazin (N_2H_4).

Adapun reaksi yang terjadi adalah:

1. Hidrazin (N_2H_4)

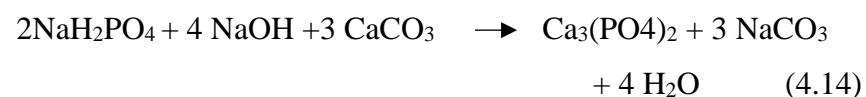


(Powel, 1954)

Gas ini kemudian dibuang ke atmosfer. Air bebas gas terlarut kemudian diumpankan menuju tangki penyimpanan umpan *boiler*.

2. NaH_2PO_4

Zat ini berfungsi untuk mencegah timbulnya kerak dengan kadar 12-17 ppm. Reaksi yang terjadi :





d. Tangki Umpan *Boiler*

Tangki ini berfungsi untuk menyimpan air umpan *boiler* (air *demin*) selama 24 jam.

Tabel 4.2 Kebutuhan Air untuk *Steam*

No	Kode Alat	Nama Alat	Kebutuhan (kg/jam)
1.	RB-01	<i>Reboiler-01</i>	418,89
2.	HE-01	<i>Heater-01</i>	377,61
Kebutuhan air umpan <i>boiler</i>			796,31
<i>Make up</i> air umpan <i>boiler</i> (20%)			159,26

Total kebutuhan air yang digunakan untuk *steam* adalah sebesar 796,31 kg/jam. Jumlah air ini hanya pada awal *start up* pabrik. Untuk kebutuhan selanjutnya hanya menggunakan air *make up* saja. *Boiler Feed Water* (BFW) terdiri dari 20% *make up water* dan 80% kondensat. Jadi jumlah air untuk keperluan *make up water* umpan *boiler* sebesar 159,26 kg/jam = 0,16 m³/jam.

3. Air konsumsi umum dan sanitasi

Sumber air untuk sanitasi bersumber dari PT Adhya Tirta Batam. Air ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan air minum, laboratorium, kantor dan pertamanan. Air konsumsi dan sanitasi harus memiliki beberapa persyaratan yang meliputi syarat fisik, kimia dan bakteriologis.

Syarat fisik meliputi :

- Suhu dibawah suhu udara luar
- Tidak berwarna (jernih)
- Tidak berbau dan tidak berasa

Syarat kimia meliputi :

- Tidak mengandung zat organik
- Tidak beracun



Syarat bakteriologis meliputi :

Tidak mengandung bakteri-bakteri terutama yang *pathogen*.

Tabel 4.3 menunjukan kebutuhan air konsumsi dan sanitasi yang dibutuhkan pabrik dengan asumsi kebutuhan air per orang adalah 60 liter/hari (14/PRT/M/2010).

Tabel 4.3 Kebutuhan Air Konsumsi dan Sanitasi

No	Keterangan	Kebutuhan (kg/hari)
1.	Perkantoran dan Administrasi	7.420
2.	Laboratorium	800
3.	Kantin	2.120
4.	Air hidran / taman	2.068
5.	Poliklinik	300
Total (kg/hari)		12.708
Total (kg/jam)		529,5

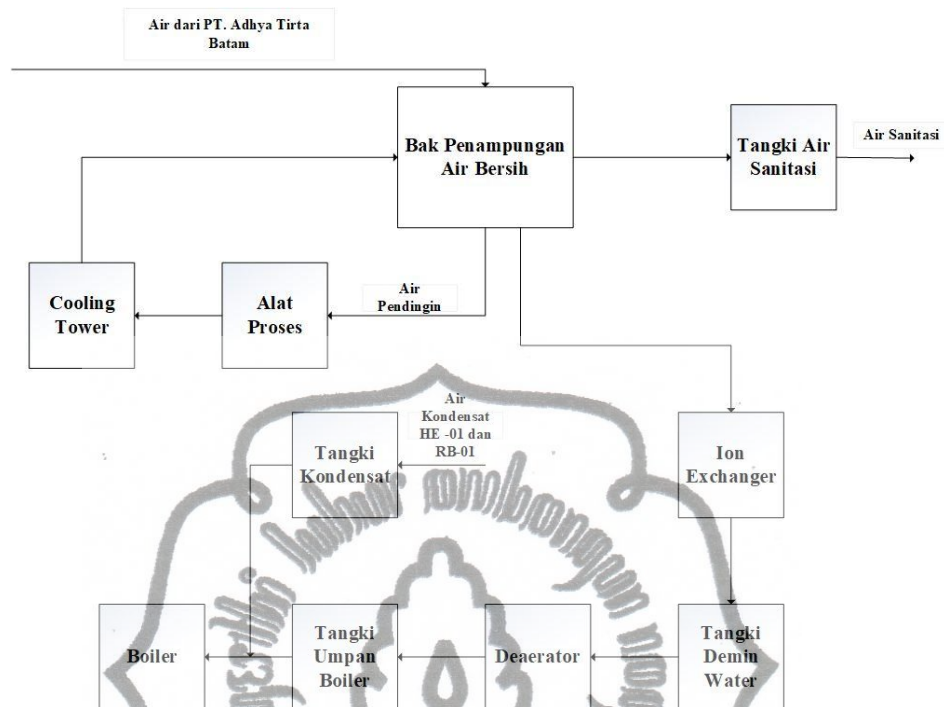
Jumlah air untuk air konsumsi dan sanitasi = 529,5 kg/jam atau 0,53 m³/jam

Tabel 4.4 Jumlah Total Kebutuhan Air

Komponen	Jumlah Kebutuhan	
	Kg/jam	m ³ /jam
Air <i>make up</i> umpan boiler	159,26	0,159
Air konsumsi dan sanitasi	529,5	0,529
Air <i>make up</i> pendingin	1.213,18	1,21
Total	1.901,94	1,90

Untuk keamanan ditambahkan 20% dari total air, maka :

$$\text{Total kebutuhan} = 2.202,43 \text{ kg/jam} = 2,20 \text{ m}^3/\text{jam}$$



Gambar 4.1 Skema Pengolahan Air

4.1.2 Unit Pengadaan Steam

Steam yang diproduksi pada pabrik Paraldehid ini digunakan sebagai media pemanas pada *Reboiler-01* dan *Heater-01*. Untuk memenuhi kebutuhan steam digunakan dua 2 boiler.

1. Boiler satu (BO-01)

Pada boiler pertama digunakan untuk menghasilkan *saturated steam* pada suhu 160 °C dan tekanan 6 atm. Jumlah steam yang dibutuhkan sebesar 418,70 kg/jam. Untuk menjaga kemungkinan kebocoran steam pada saat distribusi dan *make up blowdown* pada boiler maka jumlah steam dilebihkan 20%. Jadi jumlah steam yang dibutuhkan adalah 502,55 kg/jam.

Perancangan boiler 1 :

Dirancang untuk memenuhi kebutuhan steam

Steam yang dihasilkan :

T	= 160 °C	= 320 °F
P	= 6 atm	= 89,66 psia



Panas penguapan = 894,9 btu/lbm

Untuk tekanan < 200 psia, digunakan *boiler* jenis *fire tube boiler*.

- Menentukan luas penampang perpindahan panas

Daya yang diperlukan *boiler* untuk menghasilkan *steam* dihitung dengan persamaan :

$$\text{Daya} = \frac{ms.(h-h_f)}{970 \times 34,5} \quad (\text{Severn, p 139})$$

dengan :

ms = massa *steam* yang dihasilkan (lb/jam)

h = entalpi *steam* pada P dan T tertentu (Btu/lbm)

hf = entalpi umpan (Btu/lbm)

daya = daya *boiler* (Hp)

dimana

ms = 1.107,7 lb/jam

h = 894,9 Btu/lbm

Umpan air terdiri dari 20% *make up water* dan 80% kondensat. *Make up water* adalah air pada suhu 30°C (H= 53,1434 BTU/lbm) dan kondensat pada suhu 160°C (H= 290,28 BTU/lbm).

hf = 242,85 Btu/lbm (Tabel 7 Appendix Kern)

Jadi daya yang dibutuhkan sebesar = 21,6 Hp dengan ditentukan luas bidang pemanas sebesar 12 ft²/Hp dan *total heating surface* 258,84 ft² (Severn, halaman 139).

- Perhitungan kapasitas *boiler*

$$\begin{aligned} Q &= ms (h-h_f) \\ &= 1.107,7 \times (894,9 - 242,85) \\ &= 722.260 \text{ Btu/jam} \end{aligned}$$

Spesifikasi *boiler* yang dibutuhkan :

Kode : BO- 01

Fungsi : Menyuplai kebutuhan *steam* RB-01

Jenis : *Fire tube boiler*



Jumlah	: 1 buah
Tekanan <i>steam</i>	: 89,66 psia (6 atm)
Suhu <i>steam</i>	: 320 °F (160°C)
Efisiensi	: 80%
Bahan bakar	: IDO
Kebutuhan bahan bakar	: 56,4 L/jam

4.1.3 Unit Pengadaan Udara Tekan

Kebutuhan udara tekan untuk perancangan pabrik paraldehid digunakan sebagai instrumentasi *pneumatic*. Kebutuhan udara tekan dihitung berdasarkan jumlah alat kontrol yang dipakai yaitu 18 kontrol *valve* proses dan 11 kontrol *valve* unit utilitas dengan nilai udara tekan setiap *valve* adalah 3 m³/jam dengan *over* desain sebesar 20% diperkirakan sebesar 104,4 m³/jam. Udara tekan tersebut pada tekanan 4 atm dan suhu 30°C. Alat untuk menyediakan udara tekan berupa kompresor yang dilengkapi *dryer* yang berisi *silica gel* untuk menyerap kandungan air yang ada pada udara tekan.

- Perhitungan Daya Kompresor

Daya yang dibutuhkan kompresor dihitung dengan persamaan :

$$HP = \frac{144}{33.000} [K(K-1)](P_1 Q_1) [r^{K-1/K} - 1] / E_o \quad (4.15)$$

(Branan, 2002)

Dimana :

K	= <i>adiabatic exponent</i>	= 1,19
P ₁	= <i>suction pressure</i>	= 1 atm
Q ₁	= kapasitas actual	
r	= compression ratio (P ₂ /P ₁)	= 4
E _o	= efisiensi	= 80%

- Spesifikasi *compressor* yang dibutuhkan :

Kode	: KU-02
Fungsi	: Memenuhi kebutuhan udara tekan
Jenis	: <i>Single Stage Reciprocating Compressor</i>



Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: 104,4 m ³ /jam
Tekanan <i>suction</i>	: 1 atm (14,7 psi)
Tekanan <i>discharge</i>	: 4 atm (58,80 psi)
Suhu udara	: 30°C
Efisiensi	: 80%
Daya kompresor	: 10 Hp
Tegangan	: 220/380 volt
Frekuensi	: 50 Hz

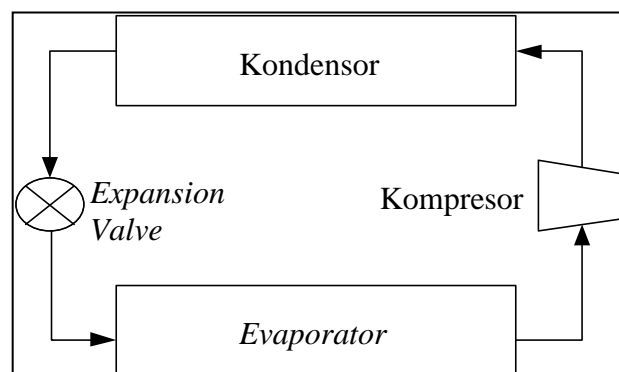
4.1.4 Unit Refrigerasi

Unit referigerasi berfungsi untuk menyediakan *brine water* 25% dengan temperatur -10 °C. *Brine water* akan digunakan untuk mendinginkan reaktor (R-01). *Brine water* keluaran reaktor memiliki suhu 10 °C sebagian akan digunakan sebagai pendingin pada unit *cooler* (HE-02). Total kebutuhan *brine water* 25% adalah sebesar 65.446,88 kg/jam.

Unit referigerasi yang digunakan adalah tipe *Mechanical Compression*. Alasan pemilihan tipe adalah :

1. Dapat digunakan antara *range* -100 °F sampai 40 °F
2. Model yang paling sering digunakan dan murah

Unit ini terdiri dari 4 alat utama yaitu : *evaporator*, kondensor, kompresor, dan *expansion valve*. Dibawah ini merupakan skema dari *mechanical compression refrigerant system* :



Gambar 4.2 Skema Sistem Refrigerasi



Media pendingin yang digunakan pada sistem refrigerasi ini adalah amonia cair (R-717). Alasan dipilihnya R-717 sebagai media pendingin karena amonia mampu mendinginkan sampai suhu rendah, rendah, dan ramah lingkungan. *Refrigerant* ini akan mendinginkan suhu *brine water* dari 14 °C menjadi -10 °C. Beban pada unit ini sebesar 2.192.104,25 kJ/jam, sedangkan amonia yang dibutuhkan sebanyak 1.911 kg/jam.

4.1.5 Unit Pengadaan Listrik

Kebutuhan listrik pada pabrik ini akan *disupply* oleh PLN. Kebutuhan listrik dibagi menjadi menjadi beberapa bagian, yaitu :

- Listrik untuk keperluan proses dan utilitas
- Listrik untuk keperluan penerangan
- Listrik untuk keperluan AC (*Air Conditioner*)
- Listrik untuk keperluan laboratorium dan instrument

Untuk menghitung energi listrik untuk penerangan menggunakan persamaan :

$$L = \frac{a \cdot F}{U \cdot D}$$

dengan, L : *Lumen per outlet*

a : Luas *area*, m²

F : *Foot candle* yang diperlukan

U : Koefisien utilitas (*neutral white LED*)

D : Efisiensi lampu

F (lux, lumen/m²) menggunakan standar SNI 03-6197-2011 tentang Konversi Energi pada Sistem Pencahayaan. U merupakan koefisien utilitas berdasarkan jenis lampu yang digunakan. Pada pabrik ini direncanakan akan menggunakan lampu LED yang memiliki nilai U 77%. Nilai D lampu LED memiliki kisaran nilai 80-90% diambil nilai D = 85%. Berikut ini adalah perhitungan kebutuhan listrik pada Pabrik :



Tabel 4.5 Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses dan Utilitas

No	Kode Alat	Jumlah	HP	kW	Total HP	Total kW
1	P-01	1	0,750	0,559	0,750	0,559
2	P-02	1	0,500	0,373	0,500	0,373
3	P-03	1	1,250	0,932	1,250	0,932
4	P-04	1	0,250	0,186	0,250	0,186
5	P-05	1	0,250	0,186	0,250	0,186
6	PU-01	1	0,05	0,037	0,05	0,037
7	PU-02	1	0,05	0,037	0,05	0,037
8	PU-03	1	0,05	0,037	0,10	0,075
9	PU-04	1	1,00	0,746	1,00	0,746
10	PU-05	1	5,00	3,729	3,00	2,237
11	PU-06	1	0,50	0,373	0,25	0,186
12	PWT-01	1	0,10	0,075	0,10	0,075
13	PWT-02	1	0,10	0,075	0,10	0,075
14	PWT-03	1	0,25	0,186	0,25	0,186
15	PWT-04	1	0,25	0,186	0,50	0,373
16	PWT-05	1	0,25	0,186	0,25	0,186
17	PWT-06	1	0,05	0,037	0,05	0,037
18	PWT-07	1	0,50	0,373	0,20	0,149
19	Fan CT	2	1,25	0,932	2,50	1,864
20	KU-01	1	153,00	114,092	153,00	114,092
21	KU-02	1	10,00	7,457	10,00	7,457
TOTAL					174,400	130,050

Tabel 4.6 *Lumen Berdasarkan Luas Bangunan*

No	Bangunan	Luas (m ²)	F (lux)	U	D	F/U.D	Lumen
1	Pos keamanan	150	100	0,77	0,85	152,79	22.918,26
2	Parkir	430	60	0,77	0,85	91,67	39.419,40
3	Kantin	100	200	0,77	0,85	305,58	30.557,68
4	Kantor Pusat	350	350	0,77	0,85	534,76	187.165,78
5	Kantor Produksi	160	350	0,77	0,85	534,76	85.561,50
6	Kantor Utilitas	200	350	0,77	0,85	534,76	106.951,87
7	Pusdiklat dan Perpustakaan	150	300	0,77	0,85	458,37	68.754,77
8	Klinik	130	250	0,77	0,85	381,97	49.656,23
9	Ruang kontrol	250	250	0,77	0,85	381,97	95.492,74
10	Laboratorium	130	500	0,77	0,85	763,94	99.312,45
11	Safety	260	100	0,77	0,85	152,79	39.724,98
12	Proses	2.025	500	0,77	0,85	763,94	1.546.982,43
13	Unit Pengolahan Limbah	560	200	0,77	0,85	305,58	171.122,99
14	Masjid	70	200	0,77	0,85	305,58	21.390,37
15	Utilitas	1.215	200	0,77	0,85	305,58	371.275,78
16	Ruang generator	150	100	0,77	0,85	152,79	22.918,26
17	Garasi	450	60	0,77	0,85	91,67	41.252,86
18	Gudang	300	100	0,77	0,85	152,79	45.836,52
19	Bengkel	200	100	0,77	0,85	152,79	30.557,68
20	Fire station	130	100	0,77	0,85	152,79	19.862,49
21	Jalan dan taman	5.350	100	0,77	0,85	152,79	817.417,88
22	Area perluasan	1.080	100	0,77	0,85	152,79	165.011,46
Total		4.895					4.079.144,39



Untuk semua *area* dalam bangunan direncanakan menggunakan lampu LED 110mA dimana satu lampu LED E27 cap 13 W mempunyai *lumen output* sebesar 1.400 *lumen*/buah (www.lighting.philips.cp.id). Sedangkan untuk penerangan di luar ruangan (jalan, taman, area perluasan) akan digunakan lampu BRP708 LED92-/740 I DM50 SI DDF3 T25 MB 55 Watt yang menghasilkan *lumen output* sebesar 6.992 *lumen*/buah.berikut ini adalah perhitungan jumlah lampu yang dibutuhkan :

Tabel 4.7 Perhitungan Jumlah Lampu

No.	Area	Lumen	Lumen Output	Jumlah Lampu	Watt LED	Total (Watt)
1	Bangunan	3.071.810,54	1400	2195	13	28.523,96
2	Luar ruangan	1.007.334,08	6992	144	55	7.923,82
Total		4.079.144,39				36.447,78

Berdasarkan tabel diatas, kebutuhan listrik untuk lampu penerangan sebesar 36.447,78 Watt atau 36,45 kW.

Kebutuhan listrik untuk keperluan AC (*Air Conditioner*) dihitung menggunakan SNI 6389-2000 tentang Konservasi Selubung Bangunan pada Bangunan Gudang, Fisika Bangunan, dan Kenyamanan Thermal.

Kebutuhan AC = Luas ruangan x koefisien

Setiap 1 m² membutuhkan 500 BTU/jam. 1 PK kompresor AC = 10.000 BTU/jam.

1 PK = 745,7 Watt

Luas bangunan yang memerlukan AC = 1.840 m²

Kebutuhan AC = 1840 m² x 500 BTU/jam

= 920.000 BTU/jam

= 92 PK = 68.604,4 Watt

= 68,60 kW

Maka, diperkirakan kebutuhan listrik untuk AC sebesar 68,60 kW.

Kebutuhan listrik untuk laboratorium dan instrumentasi diasumsikan 10 kW. Tabel dibawah ini adalah total kebutuhan listrik dan lama waktu penggunaannya :



Tabel 4.8 Total Kebutuhan Listrik

Kebutuhan total listrik		kW	Jam	kWh
1	Listrik untuk keperluan proses dan utilitas	130,05	24	3121,20
2	Listrik untuk keperluan penerangan dan kantor	36,45	12	437,37
3	Listrik untuk AC	68,60	8	548,84
4	Listrik untuk laboratorium dan instrumentasi	10,00	24	240,00
5	Cadangan listrik (5% dari total kebutuhan)	12,11		0
TOTAL		257,36		4.347,41

4.1.6 Unit Pengadaan Bahan Bakar

Unit ini memiliki fungsi memenuhi kebutuhan bahan bakar untuk *boiler* dan generator listrik. Jenis bahan bakar yang digunakan adalah batubara. Alasan pemilihan bahan bakar :

1. Kemudahan dalam penyediaan batubara melalui pengiriman antar pulau dari Kaltim Prima Coal.
2. Harga lebih murah dan ekonomis.
3. Kemudahan penyimpanan batubara sehingga tidak perlu pengadaan tangki seperti *Industrial Diesel Oil* (IDO) dan solar.

Bahan bakar batubara memiliki spesifikasi sebagai berikut :

- *Heating value* : 13.000 Btu/lb = 3.104,99 kJ/kg
- Efisiensi bahan bakar : 80%

Kebutuhan bahan bakar untuk *boiler*

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas boiler} &= \text{B0-01} \\ &= 1.373.600 \text{ Btu/jam}\end{aligned}$$

$$\text{Kebutuhan bahan bakar} = 165,10 \text{ kg/jam}$$



Kebutuhan bahan bakar untuk *generator*

Bahan bakar = Kapasitas alat / (eff.p.h)

Kapasitas *generator* = 250 kW

= 853.040 Btu/jam

Kebutuhan bahan bakar = 82,03 kg/jam

(Batubara untuk generator diasumsikan dalam 1 tahun beroperasi 7 hari)

Kebutuhan bahan bakar total = 165,10 kg/jam + 82,03 kg/jam

= 247,13 kg/jam

4.2 Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasil dari proses produksi adalah limbah padat berupa katalis. Limbah ini diolah dalam Unit Pengolahan Limbah.

4.2.1 Pengolahan Limbah Padat

Limbah padat berupa katalis dan limbah domestik berupa sampah seperti plastik dan kertas. Limbah domestik ditampung dalam bak, dipisahkan antara komponen yang dapat didaur ulang dan tidak dapat didaur ulang. Untuk komponen yang tidak dapat didaur ulang dapat dibuang ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Sedangkan pengelolaan limbah padat dari katalis akan diserahkan pada pihak ketiga.

4.2.2 Pengolahan Limbah Gas

Limbah gas berasal dari hasil pembakaran bahan bakar *boiler* berupa H₂O, CO, NO_x, SO_x, CO₂ dan N₂. Gas tersebut dapat dibuang ke udara bebas.

4.2.3 Pengolahan Limbah Cair

Limbah cair yang dihasilkan oleh pabrik ini antara lain limbah buangan sanitasi, air berminyak dari mesin proses dan air sisa proses.

a. Unit Pengolahan Air Buangan



Air buangan sanitasi dari *wastafel*, toilet di kawasan pabrik dikumpulkan dan diolah dalam unit stabilitasi dengan menggunakan lumpur aktif.

b. Minyak dari Mesin Proses

Minyak berasal dari buangan pelumas pada pompa dan alat lain. Minyak dialirkan ke penampungan minyak dan pengolahannya dengan pembakaran di dalam tungku pembakar.

c. Air Sisa Proses

Limbah air proses merupakan limbah cair yang dihasilkan dari kegiatan pengolahan air, seperti air sisa regenerasi *ion exchanger*. Air sisa regenerasi dari unit penukar ion dan unit demineralisasi dinetralkan dalam kolam penetralan. Penetralkan dengan larutan H_2SO_4 jika pH buangan lebih dari pH 7 dan dengan menggunakan larutan NaOH jika pH buangannya kurang dari pH 7. Air dinetralkan ke kolam penampungan akhir bersama-sama dengan aliran air dari pengolahan yang lain dan *blowdown* dari *cooling tower*.

4.3 Laboratorium

Laboratorium melaksanakan jam kerja 24 jam/ hari yang dibagi dalam 3 kelompok kerja *shift*. Masing-masing shift bekerja selama 8 jam. Laboratorium memiliki peranan sangat besar didalam pabrik untuk memperoleh data-data yang diperlukan. Data-data tersebut digunakan untuk evaluasi unit-unit yang ada, menentukan tingkat efisien dan untuk pengendalian mutu.

Pengendalian mutu bertujuan agar kualitas mutu pabrik sesuai dengan standar yang ditentukan. Pengendalian mutu meliputi bahan baku, proses yang berlangsung dan produk yang dihasilkan. Pemeriksaan yang rutin dapat diketahui apakah proses berjalan normal atau menyimpang, sehingga dapat dengan segera dicarikan solusi atas penyimpangan tersebut.

Laboratorium berada dibawah bidang teknik dan perekayasaan yang memiliki tugas pokok :

- Sebagai pengontrol kualitas bahan baku dan pengontrol kualitas produk.
- Sebagai pengontrol terhadap hasil proses.



- c. Sebagai pengontrol terhadap mutu air pendingin, air umpan *boiler*, dan lain-lain yang berkaitan dengan proses produksi.

4.3.1 Laboratorium Analisa

Bagian ini mengadakan pemeriksaan terhadap bahan baku, proses dan produk mengenai sifat-sifat kimianya. Analisa yang dilakukan antara lain :

1. Analisa komposisi produk utama
2. Analisa komposisi hasil proses
3. Analisa komposisi bahan baku
4. Analisa kandungan BFW (*Boiler Feed Water*)

4.3.1.1 Analisa Bahan Baku

Analisa bahan baku asetaldehid meliputi kadar impuritas, spesifik *gravity* dan viskositas pada bahan baku. Alat yang digunakan :

- Gas *Liquid Chromatography* digunakan untuk menganalisa kadar komponen-komponen senyawa organik yang tercampur atau tidak tercampur di dalam proses, diantaranya untuk menganalisa kadar campuran bahan baku dan produk.
- *Viscometer bath* digunakan untuk menentukan kekentalan campuran pada suatu larutan
- *Hydrometer* digunakan untuk menentukan massa jenis (densitas) dengan cara menuangkan sampel ke gelas ukur 1 L, lalu memasukan thermometer ke gelas ukur, lalu masukan hydrometer ke sampel tersebut, saat hydrometer terapung maka dilakukan pembacaan skala pada hydrometer tersebut dan mengkonversi menggunakan tabel konversi pada tabel yang tersedia.

4.3.1.2 Analisa Hasil Proses

Analisa yang dilakukan meliputi :

- Analisa komposisi keluaran reaktor dengan Gas *Liquid Chromatography*
- Analisa *specific gravity* dengan *Hydrometer*
- Analisa viskositas dengan *Viscometer*



4.3.1.3 Analisa Produk

Analisa produk paraldehid meliputi analisa impuritas dan spesifik *gravity* dalam produk paraldehid.

- Kemurnian Produk

Alat yang digunakan adalah Gas *Chromatography*

- Spesifik gravity

Alat yang digunakan adalah *hydrometer*

4.3.1.4 Analisa Boiler Feed Water (BFW)

Alat-alat yang digunakan dalam laboratorium analisa air ini antara lain :

1. pH meter, untuk mengetahui tingkat keasaman/kebasaan air.
2. Spektrofotometer, digunakan untuk mengetahui konsentrasi suatu senyawa.
3. *Spectroscopy*, digunakan untuk mengetahui kadar silika, sulfat, hidrazin, turbiditas, kadar fosfat, dan kadar sulfat dalam BFW.
4. *Infrared spektrofotometer*, untuk mengetahui kandungan kimia suatu senyawa.
5. *Gas Chromatography Mass Spectrometry* (GCMS), digunakan untuk menganalisa kandungan senyawa yang terbentuk dalam gas atau cairan.
6. Peralatan titrasi, untuk mengetahui jumlah kandungan klorida, kesadahan dan alkalinitas.
7. *Conductivity meter*, untuk mengetahui konduktivitas suatu zat yang terlarut dalam air

Air demineralisasi yang dihasilkan unit demineralisasi juga diuji oleh laboratorium ini. Parameter yang diuji antara lain pH, konduktivitas dan kandungan silikat (SiO_2), kandungan Mg^{2+} , Ca^{2+} . Berikut adalah tabel 4.9 yang memuat standar air umpan *boiler* :

Tabel 4.9 Standar *Boiler Feed Water*

No.	Kandungan	Nilai
1.	Fosfat	5 – 20 mg/L
2.	CaCO ₃	≤ 7 mg/L
3.	SiO ₂	≤ 5 mg/L
4.	Hidrazin	≤ 0,01 mg/L
5.	Total Dissolve Solid (TDS)	< 100 mg/L
6.	NaCl	< 4 mg/L
7.	pH	8,5 – 9
8.	Oil and Hardness	0 mg/L
9.	Fe dan Cu	< 0,005 mg/L
10.	NH ₃	< 0,5 mg/L
11.	Na	< 0,003 mg/L
12.	O ₂	< 0,003 mg/L

(Sangathan, 1983)

4.4 Unit Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) dilaksanakan dalam rangka pengendalian risiko kerja guna terciptanya tempat kerja yang aman, efisien dan produktif. Selain itu, unit ini juga mengatur dalam memelihara aspek-aspek Keselamatan dan Kesehatan Kerja dan Lingkungan Hidup (K3LH) sebagai prioritas bisnis dan memberikan dukungan penuh terhadap pelaksanaan K3LH. Salah satu upaya perlindungan K3 dalam mencegah timbulnya kecelakaan kerja, PAK (Penyakit Akibat Kerja) dan pembinaan lingkungan kerja yg sehat yaitu dengan adanya hygiene perusahaan. Hygiene perusahaan adalah spesialisasi dalam ilmu hygiene beserta prakteknya yang lingkup dedikasinya mengenali, mengukur dan melakukan penilaian (evaluasi) terhadap faktor penyebab gangguan kesehatan atau penyakit dalam lingkungan kerja dan perusahaan. Dengan menerapkan hygiene perusahaan, kesehatan tenaga kerja dapat dilindungi dan masyarakat sekitar suatu perusahaan terhindar dari bahaya faktor lingkungan yang mungkin diakibatkan oleh beroperasinya perusahaan.