

## VI. UNIT UTILITAS DAN LABORATORIUM

### A. Unit Utilitas

Pabrik membutuhkan unit-unit yang dapat mendukung terlaksananya proses produksi, seperti air, listrik, *steam*, udara bertekanan, dan bahan bakar. Di pabrik, penyediaan dan pengelolaan unit-unit pendukung tersebut menjadi tanggung jawab unit utilitas. Pada pabrik pembuatan *Pulp Unbleached*, utilitas mencakup unit-unit sebagai berikut :

#### 1. Unit Penyedia dan Pengolahan Air

Kebutuhan air yang disediakan untuk kebutuhan proses produksi di pabrik meliputi :

##### a. Air pendingin

Air pendingin yang digunakan adalah air sungai yang diperoleh dari Sungai Way Sekampung yang letaknya dekat dengan pabrik. Air ini digunakan sebagai pendingin peralatan proses di pabrik. Hal-hal yang harus diperhatikan dalam penyediaan air untuk keperluan pendingin adalah :

1. Kesadahan air yang dapat menyebabkan terjadinya *scale* (kerak) pada sistem perpipaan.
2. Bahan-bahan penyebab korosi dan bahan-bahan penyebab penurunan efisiensi perpindahan panas seperti minyak.

Kualitas standar air pendingin yaitu :

- *Ca hardness* sebagai  $\text{CaCO}_3$  : < 150 ppm
- *Mg hardness* sebagai  $\text{MgCO}_3$  : < 100 ppm
- Silika sebagai  $\text{SiO}_2$  : < 200 ppm
- Turbiditas : < 10 FAU
- $\text{Cl}^-$  dan  $\text{SO}_4^{2-}$  : < 1.000 ppm
- pH : 6 – 8
- $\text{Ca}^{2+}$  : *Max.* 300 ppm
- Silika : *Max.* 150 ppm
- TDS : *Max.* 2.500 ppm

Total air pendingin yang diperlukan sebesar 550.120,3804 kg/jam. Air pendingin diolah pada menara pendingin (*cooling tower*). Unit air pendingin ini mengolah air dengan proses pendinginan dari suhu 50 °C menjadi 30 °C, untuk dapat digunakan kembali sebagai air untuk proses pendinginan pada alat pertukaran panas. Kualitas standar *cooling water* antara lain yaitu : pH pada 25 °C sebesar 6,8 – 7,3 dan turbiditas kurang dari 10 FAU.

Air pendingin yang telah keluar dari media-media perpindahan panas di area proses akan disirkulasikan dan didinginkan kembali seluruhnya di dalam *cooling tower*. Selama proses di *cooling tower* terjadi *losses* (kehilangan) massa air karena penguapan atau pembuangan. Untuk menjaga total air yang didinginkan sama maka ditambahkan *fresh make-up water* sebesar 16.689,2151 kg/jam.

Sistem air pendingin terutama terdiri dari *cooling tower* dan basin, pompa air pendingin untuk peralatan proses, sistem injeksi bahan kimia, dan *induce draft fan*. Sistem injeksi bahan kimia disediakan untuk mengolah air pendingin

untuk mencegah korosi, mencegah terbentuknya kerak dan pembentukan lumpur diperalatan proses, karena akan menghambat atau menurunkan kapasitas perpindahan panas.

Pengolahan air pada *cooling tower* dilakukan dengan menginjeksikan zat kimia pada basin, yaitu :

- a. *Corrosion inhibitor*, yaitu asam sulfat agar air yang akan masuk ke unit tidak menimbulkan korosi.
- b. *Scale inhibitor*, berupa *dispersant* yang berfungsi untuk mencegah pembentukan kerak pada peralatan yang disebabkan oleh senyawa-senyawa terlarut.
- c.  $\text{Cl}_2$  yang berfungsi untuk mencegah pertumbuhan organisme seperti lumut, ganggang, dll.

Sistem resirkulasi yang dipergunakan bagi air pendingin ini adalah sistem terbuka. Sistem ini akan memungkinkan berbagai penghematan dalam hal biaya penyediaan utilitas khususnya untuk air pendingin. Udara bebas akan digunakan sebagai pendingin dari air panas yang terbentuk sebagai produk dari proses perpindahan panas. Udara masuk dari sisi bawah menara berlawanan arah dengan aliran air. Air mengalir ke bawah menuju basin dan udara mengalir ke atas dihisap oleh *induce draft fan*. Aliran udara ke atas mendinginkan air yang turun ke bawah. Desain temperatur air pendingin  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  dan air panas balik  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Peralatan proses yang membutuhkan air pendingin dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 6.1 Kebutuhan air pendingin alat proses

Alat	Kebutuhan (kg/jam)
<i>Condenser</i> (CD-201)	20.678,2493
<i>Condenser</i> (CD-501)	577.501,5047
<b>Total</b>	<b>598.179,7540</b>
<i>Make-up</i> 10 %	<b>16.689,2151</b>

### b. Air pembangkit *steam* dan air proses

Air umpan *boiler* dan air proses memiliki spesifikasi yang sama. Air umpan *boiler* akan dibuat menjadi *steam*, sedangkan air proses akan digunakan sebagai *solvent* di alat *mixing tank* dan *solution tank* di unit proses.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan *boiler* yaitu :

#### 1. Zat-zat penyebab korosi

Korosi yang terjadi di dalam ketel disebabkan air pengisi mengandung larutan asam dan gas-gas terlarut, seperti O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>.

#### 2. Zat-zat penyebab *foaming*

Air yang diambil kembali dari proses pemanasan bisa menyebabkan *foam* (busa) pada *boiler*. Karena adanya zat-zat organik, anorganik, dan zat-zat yang tidak terlarut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terutama terjadi pada alkalinitas yang tinggi.

#### 3. Zat-zat yang menyebabkan *scale foaming*

Pembentukan kerak disebabkan adanya kesadahan dan suhu tinggi yang bisa berupa garam-garam karbonat dan silika.

Adapun syarat-syarat air umpan *boiler* adalah sebagai berikut :

- pH : 8,5 - 9
- *Hardness* : 1 ppm sebagai CaCO<sub>3</sub>

- CO<sub>2</sub> terlarut : 25 ppm
- Fe<sup>2+</sup> : 0,05 ppm
- Ca<sup>2+</sup> : 0,01 ppm
- SiO<sub>2</sub> : 0,1 ppm
- Oksigen terlarut : 0,02 ppm
- Cl<sub>2</sub> : 4,2 ppm

Kebutuhan air proses di *Mixing tank* (MT-401) dan *Storage Tank* (ST-501) adalah 28.970,9964 kg/jam. Sedangkan kebutuhan *steam* dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 6.2 Kebutuhan *steam*

Alat	Kebutuhan (kg/jam)
<i>Digester</i> (D-201 A/E)	5.589,9000
<i>Dryer</i> (DR-401)	4.135,9738
<i>Air Heater</i> (AH-401)	965,2282
<i>Reboiler</i> (RB-501)	26.240,0616
<b>Total</b>	<b>36.931,1636</b>

Diasumsikan *boiler* hanya dapat memulihkan (*recovery*) 80 % dari *steam* yang masuk. Maka 20 % yang hilang ditambahkan oleh *water make-up* :

$$\begin{aligned} \text{Water make-up boiler} &= 0,2 \times 36.931,1636 \text{ kg/jam} \\ &= 7.386,2327 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

### c. Air untuk keperluan umum

Kebutuhan air ini meliputi kebutuhan laboratorium, kantor, karyawan, pemadam kebakaran, dll. Kebutuhan air untuk pemadam kebakaran sangat diperlukan jika suatu saat terjadi musibah kebakaran yang menimpa salah satu bagian dari pabrik. Penggunaan air untuk keperluan ini tidak dilakukan secara

rutin dan kontinyu tetapi hanya bersifat insidental. Kebutuhan air ini disalurkan melalui pipa *hydrant* yang tersambung melalui saluran yang melintasi seluruh lokasi pabrik. Pipa-pipa *hydrant* terutama dipersiapkan pada lokasi pabrik yang cukup strategis. Perkiraan jumlah air yang dibutuhkan untuk pemadam kebakaran sekitar 414,8667 kg/jam atau  $\pm 10\text{m}^3/\text{hari}$ .

Air sanitasi harus disediakan untuk kebutuhan karyawan dan kantor. Adapun persyaratan untuk air sanitasi adalah sebagai berikut :

1. Syarat fisis; di bawah suhu kamar, tidak berwarna, tidak berasa, dan tidak berbau, tingkat kekeruhan  $< 1 \text{ mg SiO}_2/\text{Liter}$ .
2. Syarat kimia; tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air, logam-logam berat lainnya yang beracun.
3. Syarat biologis (bakteriologis); tidak mengandung kuman/bakteri.

Kebutuhan air untuk keperluan umum dapat dilihat pada tabel berikut.

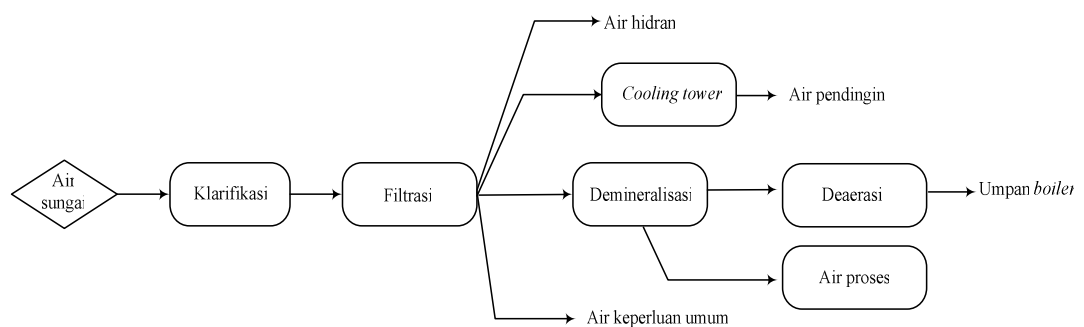
Tabel 6.3 Kebutuhan air untuk keperluan umum

<b>Keperluan</b>	<b>Kebutuhan (kg/jam)</b>
Air kebutuhan karyawan dan kantor	1.145,0320
Air perumahan karyawan dan sanitasi	1.576,4933
Air laboratorium	135,2465
Air kebersihan dan pertamanan	414,8667
Air pemadam kebakaran	414,8667
Air Pencuci	34.052,0682
<b>Total</b>	<b>37.738,5734</b>

Total kebutuhan air di Pabrik *pulp unbleached* dengan *over design* 20 % adalah  $\pm 108.942,0212 \text{ kg/jam} = 109,4147 \text{ m}^3/\text{jam}$ .

Air yang digunakan dalam pabrik ini, seperti air umpan *boiler*, air proses, air pendingin dan lainnya diperoleh dari Way Sekampung, Lampung Tengah. Untuk mendapatkan spesifikasi air sesuai dengan kebutuhan dilakukan pengolahan dengan beberapa tahap. Tahap pengolahan yang dilakukan adalah penjernihan, penyaringan, demineralisasi, dan deaerasi.

Diagram alir pengolahan air adalah sebagai berikut :



Gambar 6.1 Diagram alir pengolahan air

### **Penjernihan (Clarification)**

Bahan baku air diambil dari badan air sungai. Air sungai dialirkan dari daerah terbuka ke *water intake system* yang terdiri dari *screen* dan pompa. *Screen* dipakai untuk memisahkan kotoran dan benda-benda asing pada aliran *suction* pompa. Air yang tersaring oleh *screen* masuk ke *suction* pompa dan dialirkan melalui pipa masuk ke unit pengolahan air.

Air masuk ke dalam tangki sedimentasi untuk mengendapkan dan memisahkan lumpur yang terbawa dan dapat menyebabkan gangguan *fouling* di dalam proses penyediaan air bebas mineral. Partikel yang besar dihilangkan

dengan penyaringan, tetapi koloidal yang ada dilepas melalui proses klarifikasi dalam penetralan dan penggumpalan (*coagulation*) dan sebelum dikeluarkan dilakukan injeksi larutan alum, kaustik soda, dan klorin. Jumlah aliran bahan kimia yang masuk dikontrol secara otomatis sebanding dengan jumlah air yang masuk.

Jumlah injeksi bahan kimia tergantung dari mutu air sungai dan keadaan operasi di lapangan. Semua air alam mengandung bermacam-macam jenis dan jumlah pengotor. Kotoran ini dapat digolongkan sebagai :

a. Padatan yang terlarut

Zat-zat padat yang terlarut terdiri dari bermacam-macam komposisi mineral-mineral seperti kalsium karbonat, magnesium karbonat, kalsium sulfat, magnesium sulfat, silika, sodium klorida, sodium sulfat dan sejumlah kecil besi, mangan, florida, aluminium, dan lain-lain.

b. Gas-gas yang terlarut

Gas-gas yang terlarut biasanya adalah komponen dari udara walaupun biasanya jarang, seperti hidrogen sulfida, metana, oksigen, dan CO<sub>2</sub>.

c. Zat yang tersuspensi

Dapat berupa kekeruhan (*turbidity*) yang terjadi dari bahan organik, mikro organik, tanah liat dan endapan lumpur, warna yang disebabkan oleh pembusukan tumbuh-tumbuhan, dan lapisan endapan mineral seperti minyak.

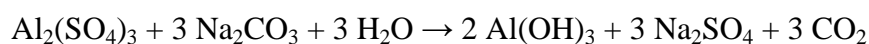
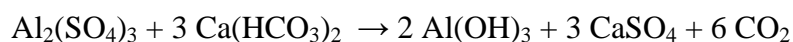
Untuk memperoleh efisiensi di tangki penggumpal dipakai bahan kimia koagulan seperti :



### 1. Larutan alum (Aluminium sulfat)

Berupa tepung berwarna putih, dapat larut dalam air, stabil dalam udara, tidak mudah terbakar, tidak dapat larut dalam alkohol dan dapat dengan cepat membentuk gumpalan. Alum berfungsi sebagai bahan penggumpal (*floculant*) untuk menjernihkan air. Pembentukan endapan terbaik pada pH 6,5 – 7,5. Jumlah alum yang diinjeksikan sebanyak 6 % dari jumlah kotoran dengan konsentrasi 26 % volum.

Reaksi yang terjadi :



### 2. Soda kaustik ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )

Diinjeksikan untuk mengatur pH atau memberikan kondisi basa pada air sungai sehingga mempermudah pembentukan endapan oleh alum karena air sungai cenderung bersifat asam. Jumlah kaustik soda yang diinjeksikan sebanyak 5 % dari air umpan dengan konsentrasi 40 % volum.

### 3. Klorin/Kaporit

Berfungsi untuk membunuh bakteri, jamur, dan mikroorganisme. Jumlah kaporit yang diinjeksikan sebanyak 1,2 % dari umpan dengan konsentrasi 30 % volum.

Air dari *clarifier* kemudian dipompakan ke *sand filter* untuk dilakukan filtrasi sehingga diperoleh air yang siap untuk proses lebih lanjut.

### Penyaringan (*Filtration*)

Air yang dipersiapkan sebagai bahan baku untuk proses pertukaran ion (*ion exchanger*) harus disaring untuk mencegah *fouling* di penukar ion yang disebabkan oleh kotoran yang terbawa. Bahan yang akan disaring termasuk bahan organik, warna, dan bakteri. Selama operasi dari filter, kotoran yang masih terbawa pada air setelah mengalami proses penjernihan akan terlepas oleh filter dan terkumpul pada permukaan *bed*. Penyaringan ini menggunakan media pasir atau *sand filter* berbentuk silinder vertikal yang terdiri dari *fine sand* dan *coarse sand*.

Bila *sand filter* ini telah jenuh maka perlu dilakukan regenerasi, dengan cara cuci aliran balik (*backwash*) dengan aliran yang lebih tinggi dari aliran filtrasi, hal ini dilakukan untuk melepaskan kotoran (*suspended matters*) dari permukaan filter dan untuk memperluas bidang penyaringan. Setelah di-*backwash* dan filter dioperasikan kembali, air hasil saringan untuk beberapa menit pertama dikirim ke pembuangan, hal ini dilakukan untuk membersihkan sistem dari benda-benda padat yang masih terbawa dan setelah itu dibuang. *Backwash* filter secara otomatis terjadi bila hilang tekan tinggi (*high pressure drop*) tercapai atau waktu operasi (*duration time*) tercapai. Larutan kaporit diinjeksikan untuk mencegah tumbuhnya mikroorganisme pada produk air filter yang masuk ke tangki penyimpanan air filter. Dari tangki air filter air didistribusikan ke menara pendingin, perumahan, unit demineralisasi, dll.

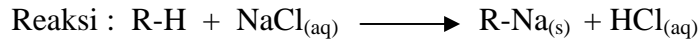
Sistem air pendingin terutama terdiri dari *cooling tower* dan basin, pompa air pendingin untuk peralatan proses, dan *induce draft fan*. Sistem resirkulasi

yang dipergunakan bagi air pendingin ini adalah sistem terbuka. Sistem ini akan memungkinkan berbagai penghematan dalam hal ongkos penyediaan utilitas khususnya untuk air pendingin. Udara bebas akan digunakan sebagai pendingin dari air panas yang terbentuk sebagai produk dari proses perpindahan panas. Udara masuk dari sisi bawah menara berlawanan arah dengan aliran air. Air mengalir ke bawah menuju basin dan udara mengalir ke atas dihisap oleh *induce draft fan* pada masing-masing sel. Aliran udara ke atas mendinginkan air yang turun kebawah. Pada *cooling tower* juga diinjeksikan asam sulfat 5 % untuk mengatur pH, inhibitor untuk mencegah timbulnya kerak dan *dispersant* untuk mencegah terjadinya penggumpalan dan pengendapan kotoran serta mencegah terjadinya *fouling*.

### **Demineralisasi**

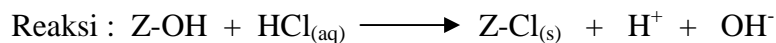
Demineralisasi berfungsi mengambil semua ion yang terkandung di dalam air. Air yang telah mengalami proses ini disebut air demin (*deionized water*). Sistem demineralisasi disiapkan untuk mengolah air filter dengan penukar ion (*ion exchanger*) untuk menghilangkan padatan yang terlarut dalam air dan menghasilkan air demin sebagai air umpan ketel (*boiler feed water*) untuk membangkitkan *steam*.

Unit penyediaan air bebas mineral terdiri dari *cation exchanger* dan *anion exchanger*. Pada penukar kation diisi dengan penukar ion asam lemah berupa metilen akrilat yang merupakan tipe (PK 6). Resin ini dirancang untuk menghilangkan/mengikat ion-ion logam dari air atau ion-ion positif seperti  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ , dan  $Al^{3+}$ .



Resin akan melepaskan ion  $\text{H}^+$  sehingga air yang dihasilkan akan bersifat asam dengan pH 3,2 – 3,3. Apabila pH air yang keluar melebihi batas yang dibolehkan, berarti resin yang ada telah jenuh dan perlu diregenerasi. Hal tersebut dilakukan dengan melarutkan asam sulfat sehingga ion  $\text{H}^+$  dari asam sulfat akan menggantikan ion logam dalam resin dan selanjutnya resin dapat digunakan kembali. Penyerapan ion positif mutlak dilakukan agar tidak membentuk kerak.

Penukar anion berisi penukar ion basa lemah berupa resin amino polistirena, yang merupakan tipe (PK 9,  $\text{NH}(\text{CH}_2)\text{OH}$ ). Resin ini dirancang untuk menghilangkan ion asam dari air atau ion-ion negatif seperti karbonat, bikarbonat, sulfat, sulfat, sulfat, nitrat, nitrit, silika, dan lain-lain.



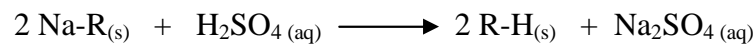
Penukar kation-anion berisi campuran resin kation dan anion untuk pengolahan akhir air. Semua penukar ion dioperasikan dengan aliran air yang kontinyu. Resin yang diisikan ke penukar ion diregenerasi bila kemampuannya menukar ion telah habis dan sebagai batasannya adalah total galon dan konduktivitas air (*high SiO<sub>2</sub>, high conductivity*). Regenerasi terdiri dari tiga langkah yaitu cuci balik (*backwash*), regenerasi awal dengan bahan kimia dan pencucian (*rinse*).

Bahan kimia yang dipakai untuk regenerasi dari penukar ion dan netralisasi air bekas regenerasi adalah :

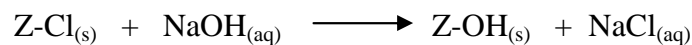
1. Asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )
2. Natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ )

Reaksi yang terjadi pada saat regenerasi adalah :

➤ Pada penukar kation



➤ Pada penukar anion



Buangan bekas bahan kimia dari *cation exchanger* dan *anion exchanger* mengalir ke bawah ke dalam kolam netralisasi melalui saluran pembuangan. Air bebas mineral yang telah diproduksi selanjutnya akan dialirkan ke tangki penampungan air demin.

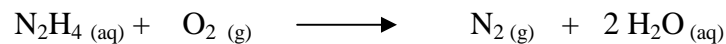
## 2. Unit Penyedia Steam

*Steam* yang digunakan dalam Pabrik *Pulp unbleached* ini adalah *saturated steam* pada tekanan 1.254,4 kPa dengan suhu 190 °C. *Steam* ini dipergunakan untuk menukar panas pada aliran yang perlu dinaikkan suhunya. Sistem penyediaan *steam* terdiri dari *deaerator* dan *boiler (steam generator)*.

### a. Deaerasi

Proses deaerasi terjadi dalam deaerator yang berfungsi untuk membebaskan air bebas mineral (*demin water*) dari komponen udara melalui *spray, sparger* yang berkontak secara *counter current* dengan *steam*. *Demin water* yang sudah bebas dari komponen udara ditampung dalam drum dari deaerator. Larutan hidrazin diinjeksikan ke dalam deaerator untuk menghilangkan oksigen terlarut dalam air bebas mineral.

Reaksi :



Kandungan oksigen keluar dari deaerator didesain tidak lebih besar dari 0,005 ppm.

b. *Steam generation*

Pembentukan *steam* terjadi di dalam *boiler (steam generator)*. Pada umumnya ada dua jenis *boiler*. Pertama, *fire tube boiler* yang mirip dengan *shell and tube heat exchanger* dengan gas pembakar mengalir melalui *tube*. *Fire tube boiler* digunakan untuk membangkitkan *steam* dengan tekanan maksimal 18 bar dan temperatur 210 °C. Kedua, *water tube boiler* dengan air umpan *boiler* melalui *tube* dan terjadi pembentukan *steam* pada *tube*. Sementara pembakaran terjadi dalam kotak *chamber* terbuka. *Water tube boiler* digunakan untuk membangkitkan *steam* dengan tekanan maksimal 45 bar dan temperatur 350 °C. Pada perancangan pabrik *pulp unbleached* ini digunakan *boiler* tipe *fire tube*.

### 3. Unit Penyedia Udara Instrumen

Sumber udara pabrik dan udara instrumen adalah dari udara proses yang dihasilkan oleh kompresor dan dikirim ke penerima udara. Udara dari sekeliling mengalir melalui filter udara dan selanjutnya dikompresi oleh kompresor udara yang digerakkan oleh penggerak motor. Udara bertekanan selanjutnya didinginkan oleh *after cooler* dan kemudian mengalir melewati pemisah air dan selanjutnya dialirkan ke penerima udara.

a. Udara Pabrik (*Plant Air*)

Udara pabrik digunakan untuk berbagai keperluan seperti aerasi dan suplai udara panas pada *rotary dryer*.

b. Udara Instrumen (*Instrument Air*)

Sumber udara instrumen berasal dari kompresor udara proses. Udara pabrik didefinisikan sebagai udara kering (*dew point* rendah) yang dipakai terbatas untuk pengoperasian instrumentasi. Udara pabrik dari penerima udara dialirkan ke instrumen oleh kompresor dimana kandungan air diturunkan oleh bahan pengering hingga memenuhi *dew point* menjadi udara instrumen dan dikirim ke pemakai melewati *instrument air header*.

Udara instrumen adalah udara kering (*dew point* rendah) yang dipergunakan terbatas untuk pengoperasian instrumentasi. Unit udara tekan diperlukan untuk menggerakkan instrumen-instrumen pengendalian proses yang ada dalam pabrik *pulp unbleached*

#### **4. Unit Pembangkit Tenaga Listrik**

Tenaga listrik dipergunakan untuk menjalankan peralatan proses pabrik seperti pompa dan kompresor, menjalankan infrastruktur dan perlengkapan kantor seperti penerangan kantor bangunan, jalan, *air conditioner*, peralatan dan perlengkapan kantor, *control room*, dll. Kebutuhan listrik terdiri dari :

- a. Kebutuhan listrik untuk menggerakkan motor-motor di dalam unit proses dan unit utilitas, yaitu :

## ➤ Unit proses

Tabel 6.4 Peralatan unit proses yang membutuhkan listrik

No	Kode Alat	Jumlah	Daya Alat	Daya Total	Daya
			(Hp)	(Hp)	(Watt)
1	CP-101	1	400,00	400,00	298.280,0000
2	RS-101	1	350,00	350,00	260.995,0000
3	BC-101	1	2,00	2,00	1.491,4000
4	BC-102	1	2,00	2,00	1.491,4000
5	BC-103	1	2,00	2,00	1.491,4000
6	BE-101	1	2,00	2,00	1.491,4000
7	SC-101	1	1,00	1,00	745,7000
8	BE-102	1	2,00	2,00	1.491,4000
9	D - 201	1	18,00	18,00	13.422,6000
10	BT-201	1	12,00	12,00	8.948,4000
11	RDVF-301	1	6,00	6,00	4.474,2000
12	RDVF-302	1	6,00	6,00	4.474,2000
13	RDVF-303	1	6,00	6,00	4.474,2000
14	SC-301	1	1,00	1,00	745,7000
15	SC-302	1	1,00	1,00	745,7000
16	SC-303	1	1,00	1,00	745,7000
17	MT-501	1	14,00	14,00	10.439,8000
18	FN-501	1	18,00	18,00	13.422,6000
19	ST-501	1	0.5	0.5	372,8500
<b>Total</b>		<b>19</b>			<b>629.743,6500</b>

Sedangkan kebutuhan listrik untuk pompa proses dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 6.5 Kebutuhan listrik untuk pompa proses

No	Kode Alat	Jumlah	Daya Alat	Daya Total	Daya
			(Hp)	(Hp)	(Watt)
1	PP-101	1	0,50	0,50	372,8500
2	PP-201	1	5,00	5,00	3728,5000
3	PP-202	1	5,00	5,00	3728,5000
4	PP-301	1	5,00	5,00	3728,5000
5	PP-302	1	5,00	5,00	3728,5000
6	PP-303	1	5,00	5,00	3728,5000
7	PP-304	1	5,00	5,00	3728,5000
8	PP-401	1	5,00	5,00	3728,5000
9	PP-501	1	5,00	5,00	3728,5000
<b>Total</b>		<b>10</b>			<b>30200,8500</b>



$$\begin{aligned} \text{Total Kebutuhan Proses} &= (629.743,6500 + 30200,8500) \text{ kW} \\ &= 659.944,5000 \text{ kW} \end{aligned}$$

➤ Unit utilitas

Tabel 6.6 Kebutuhan listrik untuk pompa utilitas

No	Kode Alat	Jumlah	Daya Alat	Daya Total	Daya
			(Hp)	(Hp)	(Watt)
1	PU-601	1	7,50	7,50	5592,7500
2	PU-602	1	5,00	5,00	3728,5000
3	PU-603	1	10,00	10,00	7457,0000
4	PU-604	1	0,50	0,50	372,8500
5	PU-605	1	1,50	1,50	1118,5500
6	PU-606	1	0,50	0,50	372,8500
7	PU-607	1	10,00	10,00	7457,0000
8	PU-608	1	10,00	10,00	7457,0000
9	PU-609	1	3,00	3,00	2237,1000
10	PU-610	1	10,00	10,00	7457,0000
11	PU-611	1	3,00	3,00	2237,1000
12	PU-612	1	0,50	0,50	372,8500
13	PU-613	1	3,00	3,00	2237,1000
14	PU-614	1	1,50	1,50	1118,5500
15	PU-615	1	0,50	0,50	372,8500
16	PU-616	1	0,50	0,50	372,8500
17	PU-617	1	0,50	0,50	372,8500
18	PU-618	1	75,00	75,00	55927,5000
19	PU-619	1	60,00	60,00	44742,0000
20	PU-620	1	75,00	75,00	55927,5000
21	PU-621	1	50,00	50,00	37285,0000
22	PU-622	1	5,00	5,00	3728,5000
23	PU-623	1	0,50	0,50	372,8500
24	PU-624	1	5,00	5,00	3728,5000
25	PU-625	1	0,50	0,50	372,8500
26	PU-626	1	10,00	10,00	7457,0000
27	PU-627	1	5,00	5,00	3728,5000
28	PU-628	1	1,50	1,50	1118,5500
29	PU-629	1	3,00	3,00	2237,1000
30	PU-630	1	0,50	0,50	372,8500
31	PU-631	1	5,00	5,00	3728,5000
32	PU-632	1	0,75	0,75	559,2750
<b>Total</b>		<b>32</b>			<b>271.621,2250</b>

Tabel 6.7 Peralatan unit utilitas yang membutuhkan listrik (*fan dan motor impeller*)

<i>Impeller</i>	Kode	Jumlah	Daya Tiap	Daya	Daya
			Alat (Hp)	(Hp)	(Watt)
1	BP-601	1	0,28	0,28	211,6005
2	CF-601	1	9,01	9,01	6717,9059
3	CT-601	1	60.64	60.64	45219,2480
4	BL-601	1	7,18	7,18	5354,7538
5	BL-602	1	8,00	8,00	5965,6000
6	BL-603	1	8,00	8,00	5965,6000
7	BL-604	1	8,00	8,00	5965,6000
<b>Total</b>		<b>7</b>			<b>75.400,3082</b>

$$\begin{aligned} \text{Total Kebutuhan Utilitas} &= 271.621,2250 \text{ Watt} + 75.400,3082 \text{ Watt} \\ &= 347.021,5332 \text{ Watt} \end{aligned}$$

b. Kebutuhan penerangan

Dari Chemical Engineer's Handbook, 3<sup>rd</sup> ed, direkomendasikan untuk perhitungan penerangan digunakan satuan lumen. Dengan menetapkan jenis lampu yang digunakan, maka dapat dihitung jumlah listrik yang harus disediakan untuk penerangan. Untuk menentukan besarnya tenaga listrik digunakan persamaan :

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

Keterangan : L : Lumen per outlet.

a : Luas area, ft<sup>2</sup>

F : *footcandle* yang diperlukan ( tabel 13, perry 3<sup>th</sup> )

U : Koefisien utilitas ( tabel 16, perry 3<sup>th</sup> )

D : Efisiensi lampu (tabel 16, perry 3<sup>th</sup>)

## ❖ Kebutuhan penerangan area dalam bangunan

Tabel D. 6.8. Kebutuhan penerangan untuk area dalam bangunan

Area Bangunan	Luas (m2)	Luas (ft)	F	U	Lumen
Pos keamanan	70	753,0880	20	0,5000	37.654,4000
Mushola	100	1.075,8400	20	0,5500	48.901,8182
Kantin	75	806,8800	10	0,5100	19.776,4706
Kantor	500	5.379,2000	20	0,5800	231.862,0690
Klinik	100	1.075,8400	20	0,5500	48.901,8182
Ruang kontrol	150	1.613,7600	35	0,6000	117.670,0000
Laboratorium	100	1.075,8400	35	0,6000	78.446,6667
Bengkel	50	537,9200	10	0,5300	12.686,7925
GSG	150	1.613,7600	10	0,5100	39.552,9412
Gudang	100	1.075,8400	5	0,5200	12.930,7692
<b>Total</b>	<b>1.395</b>	<b>15.007,9680</b>	<b>185</b>	<b>5,4500</b>	<b>648.383,7454</b>

Untuk semua area dalam bangunan direncanakan menggunakan lampu *fluorescent* 40 Watt, dimana 1 buah *instant starting daylight* 40 Watt mempunyai 1960 lumen.

Jumlah listrik area dalam bangunan = 648.383,7454 Lumen

Sehingga jumlah lampu yang dibutuhkan :

$$\frac{648.383,7454}{1960} = 331 \text{ buah}$$

$$\begin{aligned} \text{Daya} &= 40 \text{ Watt} \times 331 \\ &= 13.232,3213 \text{ Watt} \end{aligned}$$

❖ Kebutuhan penerangan area luar bangunan

Untuk semua area di luar bangunan direncanakan menggunakan lampu *mercury 250 watt*, dimana 1 buah *instant starting daylight 250 Watt* mempunyai 10000 lumen. Jumlah listrik area di luar bangunan sebesar 1.465.546,1412 Lumen

Sehingga jumlah lampu yang dibutuhkan :

$$\frac{1465546,1412}{10.000} = 147 \text{ buah}$$

$$\begin{aligned} \text{Daya} &= 250 \text{ Watt} \times 147 \\ &= 36750 \text{ Watt} \end{aligned}$$

❖ Kebutuhan listrik lainnya

Kebutuhan listrik lainnya (barang elektronik kantor : AC, komputer dll) diperkirakan sebesar 20.000 Watt

Total kebutuhan penerangan

$$\begin{aligned} &= \text{Kebutuhan area bangunan} + \text{Kebutuhan area luar bangunan} + \\ &\quad \text{Kebutuhan listrik lain} \\ &= 13.232,3213 + 36.750 + 20000 \\ &= 69.982,3213 \text{ Watt} = 69,9823 \text{ kWatt} \end{aligned}$$

Total Kebutuhan Listrik Pabrik

$$\begin{aligned} &= \text{Kebutuhan penerangan} + \text{Kebutuhan proses} + \text{Kebutuhan utilitas} \\ &= 69.982,3213 \text{ Watt} + 659.944,5000 \text{ Watt} + 347.021,5332 \text{ Watt} \\ &= 1.076.948,355 \text{ Watt} \\ &= 1,0769 \text{ MW} \end{aligned}$$

*Over design 20 %*

Jadi total kebutuhan listrik pabrik  $\pm 1,2923$  MW. Kebutuhan listrik ini dibangkitkan oleh generator. Sehingga total kebutuhan listrik pabrik dipenuhi secara swadaya.

## **5. Unit Penyedia Bahan Bakar**

Bahan bakar digunakan untuk pemanasan pada *boiler* dan *furnace* serta untuk pembangkit listrik *generator*. Bahan bakar yang digunakan adalah solar dengan nilai *heating value* (HV) sebesar  $38 \text{ GJ/m}^3$ .

## **B. Laboratorium**

Laboratorium merupakan bagian yang sangat penting dalam menunjang kelancaran proses produksi dan menjaga mutu produksi. Dengan data yang diperoleh dari laboratorium maka proses produksi akan selalu dapat dikendalikan dan kualitas produk dapat dijaga sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Disamping itu juga berperan dalam pengendali pencemaran lingkungan. Laboratorium mempunyai tugas pokok antara lain :

1. Sebagai pengendali kualitas bahan baku dan pengendali kualitas produk.
2. Sebagai pengendali terhadap proses produksi dengan melakukan analisa terhadap pencemaran lingkungan yang meliputi polusi udara, limbah cair dan limbah padat yang dihasilkan unit-unit produksi.
3. Sebagai pengendali terhadap mutu air proses, air pendingin, air umpan *boiler*, *steam*, dan lain-lain yang berkaitan langsung dengan proses produksi.

Laboratorium melaksanakan tugas selama 24 jam sehari dalam kelompok kerja *shift* dan *non-shift*.

a. Kelompok Non-Shift

Kelompok ini bertugas melakukan analisa khusus, yaitu analisa yang sifatnya tidak rutin dan menyediakan *reagen* kimia yang diperlukan oleh laboratorium.

Dalam membantu kelancaran kinerja kelompok *shift*, kelompok ini melaksanakan tugasnya di laboratorium utama dengan tugas-tugas diantaranya sebagai berikut :

- Menyediakan reagen kimia untuk analisis laboratorium.
- Melakukan analisa bahan buangan penyebab polusi.
- Melakukan penelitian/percobaan untuk membantu kelancaran produksi.

b. Kelompok Shift

Kelompok ini melaksanakan tugas pemantauan dan analisa-analisa rutin terhadap proses produksi. Dalam melaksanakan tugasnya, kelompok ini menggunakan sistem bergilir yaitu kerja *shift* selama 24 jam dengan masing-masing *shift* bekerja selama 8 jam.

Dalam pelaksanaan tugasnya, seksi laboratorium dikelompokkan menjadi :

a. Laboratorium Fisika

Bagian ini mengadakan pemeriksaan atau pengamatan terhadap sifat-sifat fisis bahan baku dan produk. Pengamatan yang dilakukan antara lain : *specific gravity*, viskositas kinematik dan kandungan air.

#### b. Laboratorium Analitik

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

- Kadar impuritis pada bahan baku
- Kandungan logam berat
- Kandungan metal

#### c. Laboratorium Penelitian dan Pengembangan

Bagian ini bertujuan untuk mengadakan penelitian, misalnya :

- Diversifikasi produk
- Pemeliharaan lingkungan (pembersihan air buangan)

Disamping mengadakan penelitian rutin, laboratorium ini juga mengadakan penelitian yang sifatnya non-rutin, misalnya saja penelitian terhadap produk di unit tertentu yang tidak biasanya dilakukan penelitian, guna mendapatkan alternatif lain tentang penggunaan bahan baku.

#### d. Laboratorium Analisa Air

Pada laboratorium analisa air ini yang di analisa antara lain :

1. Bahan baku air
2. Air demineralisasi
3. Air pendingin
4. Air umpan *boiler*

Parameter yang diuji antara lain warna, pH, kandungan klorin, tingkat kekeruhan, total kesadahan, jumlah padatan, total alkalinitas, kadar minyak,

sulfat, silika, dan konduktivitas air. Alat-alat yang digunakan dalam laboratorium analisa air adalah :

- pH meter, digunakan untuk mengetahui tingkat keasaman/kebasaan.
- Spektrofotometer, untuk menentukan konsentrasi suatu senyawa terlarut dalam air dengan syarat larutan harus berwarna.
- *Spectroscopy*, untuk menentukan kadar sulfat.
- *Gravimetric*, untuk mengetahui jumlah kandungan padatan dalam air.
- Peralatan titrasi, untuk mengetahui kandungan klorida, kesadahan dan alkalinitas.
- *Conductivity meter*, untuk mengetahui konduktivitas suatu zat yang terlarut dalam air.

Air terdemineralisasi yang dihasilkan unit demineralizer juga diuji oleh departemen ini. Parameter yang diuji antara lain pH, konduktivitas, dan kandungan silikat ( $\text{SiO}_2$ ). Sedangkan parameter air umpan *boiler* yang dianalisis antara lain kadar hidrazin, amonia dan ion fosfat.

e. Alat Analisa

Alat analisa yang digunakan :

- *Water Content Tester*, untuk menganalisa kadar air dalam produk.
- *Viscometer Bath*, untuk mengukur viskositas produk keluar reaktor.
- *Hydrometer*, untuk mengukur *specific gravity*.



### C. Instrumentasi dan Pengendalian Proses

Dalam pengoperasian dan pengendalian alat-alat proses, diperlukan sistem instrumentasi yang dapat mengukur, mengindikasikan, dan mencatat variabel-variabel proses. Variabel proses itu antara lain temperatur, tekanan, laju alir, dan ketinggian. Pengendalian alat-alat proses dipusatkan di ruang kendali, walaupun dapat pula dilakukan langsung di lapangan. Pengendalian terhadap kualitas bahan baku dan produk dilakukan di laboratorium pabrik.

Sistem pengendalian di pabrik xilena ini menggunakan *Distributed Control System* (DCS). Sistem ini mempergunakan komputer mikroprosesor yang membagi aplikasi besar menjadi sub-sub yang lebih kecil. Data yang diperoleh dari elemen-elemen sensor diolah dan disimpan. Pengendalian dilakukan dalam *Programmable Logic Controller* dengan cara mengubah data-data tersebut menjadi sinyal elektrik untuk pembukaan atau penutupan *valve-valve*. Untuk melakukan perhitungan matematis yang rumit dan kompleks dibutuhkan *Supervisor Control System* (SCS). Beberapa kemampuan yang dimiliki oleh SCS adalah :

1. Kalkulasi termodinamik.
2. Prediksi sifat/komposisi produk dan kontrol.
3. Menyimpan data dalam jangka waktu yang panjang.

Model hierarki pengendalian meliputi empat tingkat kebutuhan informasi dan sistem pengendalian. *Computer Integrated Manufacturing* (CIM) dicapai dengan pengkoordinasian dan penggunaan secara efektif aliran informasi melalui seluruh tingkatan.

Tabel 6.9 Tingkatan kebutuhan informasi dan sistem pengendalian.

<b>Tingkatan</b>	<b>Fungsi</b>
1. <i>Regulatory and Sequential Control</i>	Memantau, mengendalikan, dan mengatur berbagai aktuator dan perangkat lapangan yang berhubungan langsung dengan proses.
2. <i>Supervisory Control System</i>	- Mengkoordinasikan kegiatan satu atau lebih DCS - Menyediakan plantwide summary dan <i>plantwide process overview</i> .
3. Sistem informasi yang dibutuhkan oleh <i>Local Plant Management</i>	Pengaturan operasi hari ke hari, seperti penjadwalan produk, pemantauan operasi, laboratorium jaminan kualitas, akumulasi data produksi – biaya, dan <i>tracking shipment</i> .
4. <i>Management Information System</i>	Mengkoordinasikan informasi keuangan, penjualan, dan pengembangan produk pada tingkat perusahaan.

Pengendalian terhadap variabel proses dilakukan dengan sistem pengendali elektronik. Variabel yang dikendalikan berupa temperatur, tekanan, laju alir dan level cairan. Pengendalian variabel utama proses tercantum pada tabel 14 berikut in

Tabel 6.10 Pengendalian variabel utama proses

<b>No</b>	<b>Variabel</b>	<b>Alat Ukur</b>
1.	Temperatur	Termokopel
2.	Tekanan	<i>Pressure gauge</i>
3.	Laju Alir	<i>Orificemeter, venturimeter, vortexcoriolismeter</i>
4.	Level cairan	<i>Float level device</i>

#### **D. Unit Pengolahan Limbah**

Limbah yang dihasilkan pada pabrik *Pulp unbleached* ini merupakan limbah cair, yaitu produk bawah keluaran dari Distillation Column (DC-401) yang selanjutnya di bawa ke Bak Netralisasi Limbah(BN-601). Limbah cair ini bersifat basa sehingga untuk penanganannya dilakukan dengan cara netralisasi dengan menggunakan larutan asam sulfat dengan konsentrasi 5%.