

## BAB IV

### UNIT PENDUKUNG PROSES

Unit pendukung proses atau biasa disebut dengan utilitas merupakan unit yang berfungsi untuk menunjang unit – unit lain di dalam suatu industri, karena tanpa unit-unit utilitas maka proses produksi tidak akan bisa dijalankan. Pada suatu industri kimia, untuk menjalankan suatu proses produksi diperlukan suatu bahan baku dan bahan penolong serta bahan penunjang seperti *steam*, listrik, air, bahan bakar, udara tekan dan lain sebagainya.

#### 4.1 Unit Pengadaan Air

Dalam memenuhi kebutuhan air, suatu industri pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumber untuk mendapatkan air. Unit ini berfungsi untuk menyediakan kebutuhan air mulai dari pengadaan dan pengolahannya hingga siap digunakan sebagai air proses, air sanitasi, air untuk umpan *boiler*, dan air *hydrant*. Namun, penggunaan air laut tentunya memerlukan biaya yang lebih mahal untuk membangun instalasi utilitas pengolahan air. Pada pra rancangan pabrik etil asetat ini, kebutuhan air berasal dari Bendungan Rolak Songo atau aliran sungai Berantas yang mengalir di Kabupaten Mojokerto. Dengan demikian dirasa pasokan air untuk keperluan pabrik etil asetat ini aman dan tidak kekurangan. Pabrik akan didirikan di air yang diperlukan di lingkungan pabrik meliputi:

##### 4.1.1 Unit Umpan Boiler

Air yang digunakan untuk menghasilkan *steam* untuk kelangsungan proses biasanya disebut air umpan *boiler*. Air yang digunakan sebagai umpan *boiler* diperoleh dari Bendungan Rolak Songo atau aliran sungai Berantas yang digunakan sebagai cadangan air. Pada proses penguapan dalam ketel uap, uap yang dihasilkan adalah air murni dalam fasa uap ( $H_2O$ ) dimana ion-ion yang terkandung dalam air boilernya tidak turut menguap sehingga konsentrasi ion-ion yang berada dalam fasa cairnya (air *boiler*) semakin lama akan semakin tinggi. Air untuk umpan *boiler* memiliki persyaratan yang sangat ketat. Meskipun terlihat jernih, tetapi pada umumnya air hasil dari unit pengolahan air masih mengandung garam atau mineral mineral terlarut dan asam yang dapat merusak logam pada sistem pembangkit *steam*. Pengendalian ion-ion dalam air *boiler* tersebut pada sistem *boiler* dilakukan dengan

membuang sebagian dari air *boiler* secara kontinyu dimana disebut dengan *blow-down* dengan tujuan untuk menjaga agar ion-ion yang ada dalam air *boiler* tidak melebihi batasan-batasan yang telah ditentukan Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan *boiler* adalah sebagai berikut:

- a. Zat-zat yang menyebabkan korosi. Korosi yang terjadi di dalam *boiler* disebabkan air mengandung larutan-larutan asam, gas terlarut seperti  $O_2$ ,  $CO_2$ , dan  $H_2S$ .
- b. Zat yang menyebabkan *foaming*. Air yang diambil dari proses pemanasan dapat menyebabkan *foaming* pada *boiler* karena adanya zat-zat organik, anorganik dan zat-zat yang tidak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terjadi pada air yang kadar alkalinitasnya tinggi.
- c. Zat yang menyebabkan kerak (*scale forming*). Pembentukan kerak disebabkan karena adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silikat.

Oleh karena itu air umpan *boiler* harus melewati pengolahan lebih lanjut untuk mengendalikan jumlah zat-zat tersebut. Umumnya air umpan *boiler* diolah dengan cara demineralisasi menggunakan *ion-exchanger* dan dilanjutkan dengan proses deaerasi dan *stripping* untuk menghilangkan gas terlarut.

Tabel 4. 1 Persyaratan Air Umpan Boiler

| Parameter              | Nilai          |
|------------------------|----------------|
| pH                     | 8,3-10         |
| Kadar $SiO_2$          | Maks 125 ppm   |
| Kadar Fe               | Maks 0,1 ppm   |
| Kadar $O_2$            | Maks 0,007 ppm |
| Total <i>Hardness</i>  | Maks 0,3 ppm   |
| Total alkalinitas      | Maks 700 ppm   |
| Total <i>solid</i>     | Maks 3500 ppm  |
| <i>Suspended solid</i> | Maks 300 ppm   |

Kebutuhan air untuk steam berdasarkan neraca panas:

Jumlah kebutuhan steam = 107.724.460,36 kg/jam

$$= 2.585.387,05 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Diperkirakan steam hilang sebesar 20% karena kebocoran.

$$\begin{aligned}\text{Steam yang hilang} &= 20\% \times 2.585.387,05 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 517.077,41 \text{ m}^3/\text{hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Total kebutuhan air steam} &= \text{Jumlah kebutuhan steam} + \text{steam yang hilang} \\ &= 2.585.387,05 + 517.077,41 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 3.102.464,46 \text{ m}^3/\text{hari}\end{aligned}$$

Jumlah *blowdown* sebesar 10 %. *Blowdown* memiliki tujuan untuk menjaga supaya ion-ion yang ada didalam air boiler tidak melebihi batas yang telah ditentukan:

$$\begin{aligned}\text{Blowdown} &= 10\% \times 3.102.464,46 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 310.246,45 \text{ m}^3/\text{hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Umpan air masuk boiler} &= \text{Blowdown} + \text{steam yang dihasilkan} \\ &= 310.246,45 + 3.102.464,46 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 3.412.710,9 \text{ m}^3/\text{hari}\end{aligned}$$

Kondensat yang kembali (70% dari steam yang dihasilkan)

$$\begin{aligned}&= 70\% \times 3.412.710,9 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 2.388.897,63 \text{ m}^3/\text{hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kondensat yang hilang} &= \text{Blowdown} + \text{kondensat yang kembali} \\ &= 310.246,45 + 2.388.897,63 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 2.699.144,08 \text{ m}^3/\text{hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Make up water} &= \text{Blowdown} + \text{kondensat yang hilang} \\ &= 310.246,45 + 2.699.144,08 \\ &= 3.009.390,52 \text{ m}^3/\text{hari}\end{aligned}$$

Maka,

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan boiler saat start-up} &= \text{Total steam} + \text{Make up water} \\ &= 3.102.464,46 + 3.009.390,52 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 6.111.854,98 \text{ m}^3/\text{hari}\end{aligned}$$

Kebutuhan air umpan boiler saat normal operasi adalah 6.111.854,98 m<sup>3</sup>/hari.

#### 4.1.2 Air Sanitasi

Air sanitasi merupakan air yang dibutuhkan untuk sarana dalam pemerintahan kebutuhan pegawai. Berdasarkan peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/X/2010 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air, syarat-syarat air sanitasi adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 2 Syarat-syarat air sanitasi

| Sifat Fisika                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Sifat Kimia                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tidak berbau</li> <li>• Tidak berwarna</li> <li>• Warna maksimal 15 TCU (<i>True Colour Units</i>)</li> <li>• Maksimal 5 NTU (<i>Nephelometric Turbidity Units</i>)</li> <li>• Jumlah zat padat terlarut maksimum 1000 mg/L</li> <li>• Temperatur <math>\pm 3^{\circ}\text{C}</math> dari temperatur udara.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• pH 6,5-8,5</li> <li>• Tidak mengandung zat kimia beracun dan berbahaya</li> <li>• Tidak mengandung bakteri <i>pathogen</i></li> </ul> |

#### a) Air untuk Karyawan

Pada pabrik etil asetat mempunyai total 163 karyawan dengan jam kerja karyawan 8 jam/hari. Oleh karena itu perlu diperhitungkan air untuk karyawan dengan kebutuhan karyawan sebesar 120 liter/hari (Permenkes No 32, 2017) tiap orangnya dan diketahui densitas air  $997,08 \text{ kg/m}^3$ .

Perhitungan air sanitasi:

$$\begin{aligned}
 &= \frac{120}{24} \times 116 \text{ orang} \times \frac{8}{24} \\
 &= 193,33 \text{ liter/jam} \\
 &= 192.768,8 \text{ kg/jam} \\
 &= 4.640 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

#### b) Air untuk laboratorium dan taman

Perhitungan air untuk laboratorium dan taman:

$$\begin{aligned}
 &= 20\% \times 270.873,4 \text{ kg/jam} \\
 &= 54.174,68 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

$$= 1.304 \text{ m}^3/\text{hari}$$

#### 4.1.3 Air Hidran

Air hidran adalah air yang digunakan sebagai air pemadam kebakaran. Kebutuhan air hidran sangat diperlukan jika terjadi kebakaran pada salah satu bagian dari pabrik. Dalam penggunaannya, air hidran bersifat *incidental* atau hanya saat terjadi kebakaran dalam prakteknya, air hidran disalurkan melalui pipa air hidran yang tersambung melalui saluran yang melintasi seluruh lokasi pabrik. Pipa-pipa air hidran dipersiapkan pada lokasi yang strategis dengan tujuan utama yaitu kemudahan pencapaian seluruh lokasi pabrik. Persyaratan pasokan air hidran yaitu harus sekurang-kurangnya 2.400 liter/menit pada tekanan 3,5 bar, serta mampu mengalirkan air minimal selama 45 menit (SNI-03-1735-2000, n.d.). Luas < 1.000 m<sup>2</sup> terdapat 2 hidran, setiap pertambahan 1000 m<sup>2</sup> luas lantai penabahan 1 hidran.

Perhitungan air hidran luas 6.170 m<sup>2</sup> = 8 hidran

#### 4.1.4 Air Pendingin

Air pendingin merupakan air yang digunakan sebagai media pendingin pada *heat exchanger*. Penggunaan jenis air ini sudah pasti dibutuhkan, karena dengan menggunakan media pendingin air memiliki banyak kelebihan dibandingkan dengan media pendingin lainnya. Pertimbangan memilih air sebagai media pendingin:

- Air merupakan materi yang mudah diperoleh dalam jumlah besar
- Dapat menyerap panas dalam jumlah yang besar
- Mudah dalam pengaturan dan pengolahannya
- Tidak dapat terdekomposisi

Hal-hal yang perlu diperhatikan pada media pendingin air:

- Air memiliki kesadahan yang dapat menyebabkan kerak
- Pada logam besi, air dapat menimbulkan korosi

Kebutuhan air pendingin dapat diperhitungkan dari kebutuhan air pada alat *Condenser* dan *Cooler*.

Tabel 4.2 Jumlah Kebutuhan Air Pendingin

| Nama Alat | Kode | Kebutuhan Air (kg/jam) |
|-----------|------|------------------------|
|-----------|------|------------------------|

|                     |       |                       |
|---------------------|-------|-----------------------|
| <i>Condenser I</i>  | CD-01 | 107.400.612,691       |
| <i>Condenser II</i> | CD-02 | 4.336.141,244         |
| <i>Cooler</i>       | CL-01 | 138.794               |
| <b>Total</b>        |       | <b>111.875.548,05</b> |

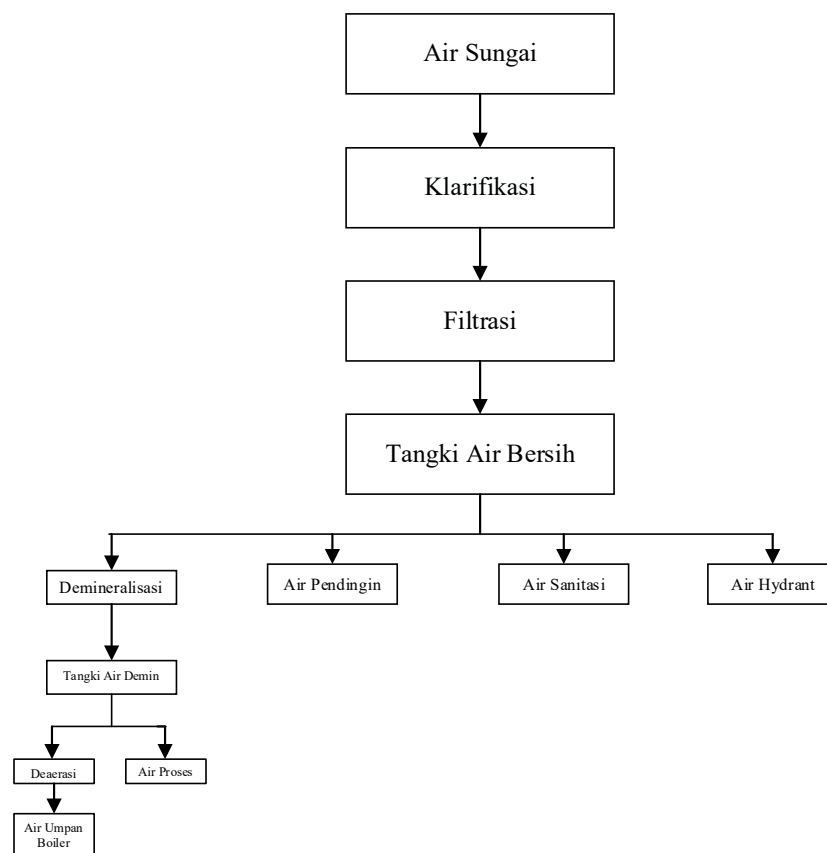
Kebutuhan Air untuk pendingin = 111.875.548,05 kg/jam  
= 2.685.013,15 m<sup>3</sup>/hari

Diasumsikan air yang hilang 20%

Kebutuhan *make up* air pendingin = 20% x 2.685.013,15 m<sup>3</sup>/hari  
= 537.002,63 m<sup>3</sup>/hari

Total kebutuhan air pendingin = 2.685.013,15 + 537.002,63  
= 3.222.015,78 m<sup>3</sup>/hari

#### 4.1.5 Pengolahan Air



Gambar 4. 1 Pengolahan Air

## 1. Penjernihan (*Purification*)

Bahan baku air diambil dari badan air sungai. Air 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 mungkin terbawa, yang 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, dan klorin. Jumlah aliran bahan kimia yang masuk dikontrol secara otomatis sebanding dengan jumlah air yang masuk. Jumlah injeksi bahan kimia tergantung dan 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.

Pada proses penjernihan air ini digunakan bahan kimia seperti Larutan Alum (Alumunium Sulfat), Soda Kaustik (NaOH), dan Klorin/Kaporit. Bahan kimia tersebut berfungsi sebagai bahan penggumpal (*floculant*).

pengatur pH, membunuh bakteri, jamur, dan mikroorganisme sehingga dapat mempermudah pembentukan flok. Air sungai yang telah di-*treatment* pada unit *purification*, selanjutnya diolah pada unit filtrasi yaitu pada *Sand Filter*.

## 2. 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. Sejumlah kotoran yang terbawa dikoagulasikan pada proses penjernihan. Bahan akan dihilangkan termasuk bahan organik, warna dan bakteri. Air yang telah mengal proses penjernihan turbiditasnya menjadi 5 ppm atau lebih rendah. 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. 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 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 kaustik diinjeksikan melalui pipa (*line header outlet*) dari *sand filter* untuk mengatur pH dari produk air *filter* yang masuk ke tangki penyimpanan air *filter*. Untuk mencegah tumbuhnya mikroorganisme yang ada dalam air *filter* dilakukan injeksi klorin. Dari tangki air filter, air didistribusikan ke keperluan air umum, air *hydrant*, dan unit demineralisasi.

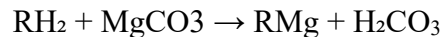
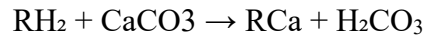
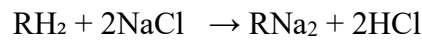
## 3. Demineralisasi

Fungsi dari demineralisasi adalah 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

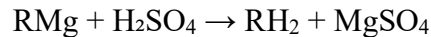
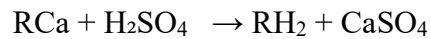
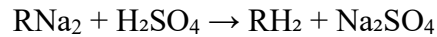
dengan penukar ion (*ion exchanger*) untuk menghilangkan padatan yang terlarut dalam air dan menghasilkan air demin sebagai air umpan *boiler*. Unit penyediaan air bebas mineral terdiri dari penukar kation (*kation exchanger*) dan penukar anion (*anion exchanger*).

a. Kation Exchanger

Pada penukar kation menggunakan resin yang dirancang menghilangkan/mengikat ion - ion logam dari air atau ion-ion positif seperti  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Mn^+$ , dan  $Al^{3+}$ , dengan reaksi sebagai berikut:

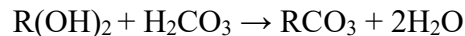
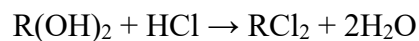
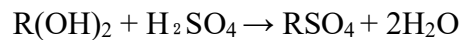


Resin yang telah jenuh diregenerasi menggunakan larutan asam ( $H_2SO_4$ ), untuk mengikat  $H^+$ . Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



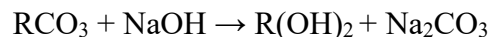
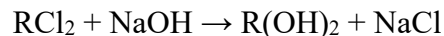
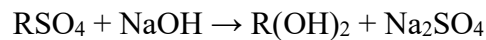
b. Anion Exchanger

Air yang keluar dari kation *exchanger* diumpankan ke dalam anion *exchanger* untuk menghilangkan anion - anion mineralnya seperti:  $HCO_3^-$ ,  $SiO_3^{2-}$ ,  $Cl^-$ ,  $NO_3^-$ ,  $CO_3^{2-}$  dengan menggunakan resin. Reaksi yang terjadi antara lain:



Resin yang telah jenuh diregenerasi menggunakan larutan basa ( $NaOH$ ) untuk mengikat ion  $OH^-$

Reaksi yang terjadi:



Air yang keluar dari unit ini diharapkan mempunyai pH 7-8. Selanjutnya diumpankan ke unit *demineralized water storage* sebagai tempat penyimpanan sementara. Dari tangki air demineralisasi, air didistribusikan ke peralatan proses dan unit deaerasi untuk diproses lebih lanjut menjadi BFW (*Boiler Feed Water*).

#### 4. Unit Deaerasi

Deaerasi merupakan proses penghilangan gas-gas terlarut yang terdapat pada air keluaran *lon Exchanger*, untuk air umpan *boiler* yang berasal dari *Demin Water Tank*, gas-gas terlarut harus dihilangkan terutama gas terlarut berupa O<sub>2</sub>. Penghilangan gas O<sub>2</sub> tersebut dilakukan pada *Deaerator*, dengan ditambahkan bahan kimia *hidrazin* (N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) yang akan mengikat gas O<sub>2</sub>.

Proses deaerasi dilakukan dalam deaerator dalam 2 tahap yaitu:

- Mekanis: Proses *stripping* dengan *steam* LS dapat menghilangkan oksigen sampai 0,007 ppm.
- Kimia: Reaksi dengan N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> (*hydrazine*) dapat menghilangkan sisa oksigen. Reaksinya:  $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- Larutan Ca(OH)<sub>2</sub> untuk mengontrol pH, air yang keluar dari *deaerator* mempunyai pH antara 8,5 – 9,5.

Air yang keluar dari *deaerator* diberi larutan fosfat (Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>H<sub>2</sub>O) untuk mencegah terbentuknya kerak silika dan kalsium pada *steam* drum dan *boiler* tube Sebelum diumpankan ke *boiler*, air terlebih dahulu diberi *dispersant*.

#### 4.2 Unit Pengadaan Listrik

Suatu industri membutuhkan tenaga listrik dalam proses produksinya. Kebutuhan tenaga listrik dapat diperoleh dari:

- Suplai dari Perusahaan Listrik Negara (PLN)
- Pembangkit tenaga listrik sendiri (Generator Set)

Pada Prarancangan Pabrik Etil Asetat kapasitas 30.000 ton/tahun ini, kebutuhan energi listrik dipenuhi dari pembangkit tenaga listrik PLN dan generator. Generator yang akan digunakan merupakan generator dengan arus bolak-balik (AC), dengan berdasarkan pertimbangan:

1. Listrik yang dihasilkan berkapasitas besar
2. Tenaga dapat dinaikkan atau diturunkan sesuai dengan kebutuhan

Generator AC yang digunakan merupakan jenis generator AC 3 *phase* dengan keuntungan:

- a. Tenaga listrik stabil
- b. Daya lebih besar
- c. Kawat penghantar yang digunakan lebih sedikit
- d. Motor dengan 3 *phase* lebih terjangkau harganya

Penggunaan arus listrik pabrik disesuaikan:

1. Penggunaan arus AC 1 phase 220 V untuk keperluan penerangan, kantor dan laboratorium
2. Penggunaan arus AC 3 phase 380 V untuk keperluan proses dan utilitas
3. Kebutuhan listrik untuk pabrik meliputi:
  - Listrik untuk keperluan proses dan untuk keperluan pengolahan air
  - Listrik untuk penerangan dan AC
  - Listrik untuk laboratorium dan instrumentasi

#### 4.2.1 Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses dan Utilitas

##### 4.2.1.1 Kebutuhan Listrik Peralatan Proses

Tabel 4. 3 Data Jumlah Kebutuhan Listrik Peralatan Proses

| No. | Nama Alat                  | HP     |
|-----|----------------------------|--------|
| 1.  | Pompa Reaktan Etanol       | 1      |
| 2.  | Pompa Reaktan Asam Asetat  | 1      |
| 3.  | Pompa Katalis Asam Sulfat  | 1      |
| 4.  | Pompa Mixer                | 1      |
| 5.  | Pompa RB-01                | 1      |
| 6.  | Pompa <i>Decanter</i>      | 1      |
| 7.  | Pompa ke pengolahan limbah | 1      |
| 8.  | Pompa Produk Etil Asetat   | 1      |
| 9.  | Mixer                      | 10.851 |

|              |                 |               |
|--------------|-----------------|---------------|
| 10.          | <i>Decanter</i> | 335           |
| <b>Total</b> |                 | <b>353,85</b> |

Maka total power yang dibutuhkan adalah

$$= 353,85 \text{ KW/HP}$$

$$= 263,973 \text{ kWh}$$

#### 4.2.1.2 Kebutuhan Listrik Utilitas

Tabel 4. 4 Jumlah Kebutuhan Listrik Utilitas

| No.           | Nama Alat               | HP       | kWh           |
|---------------|-------------------------|----------|---------------|
| 1.            | Pompa air pendingin     | 1        | 0,7457        |
| 2.            | Pompa air sanitasi      | 1        | 0,7457        |
| 3.            | Pompa hydrant           | 1        | 0,7457        |
| 4.            | Pompa pengolahan limbah | 1        | 0,7457        |
| 5.            | Pompa air umpan boiler  | 1        | 0,7457        |
| 6.            | Fan cooling tower       | 1        | 0,7457        |
| 7.            | Kompresor Udara         | 1        | 0,7457        |
| <b>Jumlah</b> |                         | <b>7</b> | <b>5,2199</b> |

#### 4.2.1.3 Kebutuhan Listrik Pengolahan Limbah

Kebutuhan listrik untuk pengolahan limbah perkiraan = 15 HP

$$= 15 \text{ HP} \times 0,746 \text{ KW/HP}$$

$$= 11,185 \text{ kW}$$

#### 4.2.1.4 Kebutuhan Listrik Lab, Bengkel, dan Instrumentasi

Kebutuhan listrik untuk laboratorium, bengkel, dan instrumentasi diperkirakan sebesar 15 HP

$$= 15 \text{ HP} \times 0,746 \text{ KW/HP}$$

$$= 11,185 \text{ kW}$$

#### 4.2.1.5 Total Kebutuhan Listrik

Kebutuhan total = kebutuhan listrik proses + kebutuhan listrik untuk pengolahan limbah + kebutuhan listrik utilitas

$$= 263,973 \text{ kWh} + 5,2199 \text{ kWh} + 11,185 \text{ kWh} + 11,185 \text{ kWh}$$

$$= 291,56 \text{ kW}$$

#### 4.2.2 Kebutuhan Listrik untuk Penerangan dan AC

Besarnya tenaga listrik yang dibutuhkan untuk penerangan proses yang dipakai sesuai standar

Tabel 4. 5 Jumlah Kebutuhan Listrik Bangunan Indoor

| No.          | Bangunan Indoor     | Luas (m <sup>2</sup> ) | Lux (lumen/m <sup>2</sup> ) | Lumen          |
|--------------|---------------------|------------------------|-----------------------------|----------------|
| 1.           | Pos keamanan        | 20                     | 50                          | 1000           |
| 2.           | Kantor Logistik     | 100                    | 300                         | 30000          |
| 3.           | Poliklinik          | 70                     | 300                         | 21000          |
| 4.           | Kantin dan koperasi | 150                    | 400                         | 60000          |
| 5.           | Laboratorium        | 225                    | 500                         | 112500         |
| 6.           | Kantor Produksi     | 100                    | 300                         | 30000          |
| 7.           | Ruang Teknisi       | 80                     | 200                         | 16000          |
| 8.           | Musholla            | 50                     | 100                         | 5000           |
| 9.           | Ruang kontrol       | 30                     | 500                         | 15000          |
| 10           | K3 & Fire Safety    | 100                    | 500                         | 50000          |
| 11           | Perpustakaan        | 70                     | 100                         | 7000           |
| <b>Total</b> |                     | <b>995</b>             |                             | <b>347.500</b> |

Tabel 4. 6 Jumlah Kebutuhan Listrik Penerangan Bangunan Outdoor

| No. | Bangunan outdoor        | Luas (m <sup>2</sup> ) | Lux (lumen/m <sup>2</sup> ) | Lumen  |
|-----|-------------------------|------------------------|-----------------------------|--------|
| 1.  | Lapangan parkir         | 200                    | 100                         | 20000  |
| 2.  | Unit proses             | 1000                   | 300                         | 300000 |
| 3.  | Unit utilitas           | 625                    | 200                         | 125000 |
| 4.  | IPAL                    | 500                    | 200                         | 100000 |
| 5.  | Power station           | 625                    | 200                         | 125000 |
| 6.  | Jalan dan taman         | 2000                   | 50                          | 100000 |
| 7.  | Daerah perluasan pabrik | 2000                   | 50                          | 100000 |

|              |                         |              |     |                |
|--------------|-------------------------|--------------|-----|----------------|
| 8            | Unit Penyimpanan Produk | 225          | 300 | 9              |
| <b>Total</b> |                         | <b>6.325</b> |     | <b>937.500</b> |

Untuk semua area di dalam bangunan menggunakan lampu Light-emitting diode (LED) Philips (Helix Spiral energy saving bulb) 24 Watt dengan lumen output 1450 lumen.

Jumlah lampu dalam ruangan = 347.500 lumen

Jumlah lampu yang dibutuhkan =  $347.500 : 1450$

= 239,65 lampu  $\approx$  240 lampu

Untuk area di luar ruangan menggunakan lampu Light-emitting diode (LED) Philips (Helix Spiral energy saving bulb) 42 Watt dengan lumen output 2650 lumen.

Jumlah lampu diluar ruangan = 937.500 lumen

Jumlah lampu yang dibutuhkan =  $937.500 : 2650$

= 353,77 lampu  $\approx$  354 lampu

Total daya untuk penerangan =  $(24 \times 240) + (42 \times 354)$

= 20.628 kWh

Tabel 4. 7 Jumlah Kebutuhan Listrik untuk AC

| <b>Keterangan</b>   | <b>Luas (m<sup>2</sup>)</b> |
|---------------------|-----------------------------|
| Kantor Logistik     | 100                         |
| Kantor Produksi     | 100                         |
| Perpustakaan        | 70                          |
| Musholla            | 50                          |
| Poliklinik          | 70                          |
| Ruang Kontrol       | 30                          |
| Ruang Teknisi       | 80                          |
| K3 & Fire Safety    | 100                         |
| Kantin dan Koperasi | 150                         |
| Laboratorium        | 225                         |
| Pos Keamanan        | 20                          |
| <b>Total</b>        | <b>995</b>                  |

Listrik yang dipakai untuk AC dihitung sebagai berikut:

$$\text{AC 1,5 PK} = 970 \text{ Watt}$$

$$\text{Setiap AC dapat digunakan per ruangan: } 7 \times 7 = 49 \text{ m}^2$$

$$\text{Jumlah AC yang dibutuhkan} = \text{Total luas bangunan: } 49 \text{ m}^2$$

$$= 995 : 49 \text{ m}^2$$

$$= 20,3 \text{ AC} \approx 21 \text{ AC}$$

$$\text{Total daya AC} = (\text{Daya 1 AC} \times \text{Jumlah AC}): 1000$$

$$= (970 \text{ W} \times 21): 1000$$

$$= 20,37 \text{ kW}$$

$$\text{Total kebutuhan listrik} = \text{Proses, Utilitas, Limbah, Lab} + \text{Penerangan} + \text{AC}$$

$$= 291,56 + 20,62 + 20,37$$

$$= 349,18 \text{ kW}$$

$$\text{Faktor keamanan 5\%, sehingga kebutuhan daya menjadi} = 349,18 \text{ kW}$$

$$\text{Faktor daya} = 0,8$$

$$\text{Power output} = 349,18 / 0,8$$

$$= 436,48 \text{ kW}$$

#### 4.2.3 Generator

Untuk memenuhi kebutuhan listrik tersebut diatas diperoleh dari generator yang merupakan cadangan bila listrik dari PLN mengalami gangguan. Generator yang digunakan memiliki efisiensi 80%.

Digunakan *generator 3 phase*

$$P = IE \sqrt{3}$$

Keterangan:

$$P = \text{power output (volt ampere)}$$

$$E = \text{tegangan (volt)}$$

$$I = \text{arus listrik (ampere)}$$

$$\text{Tegangan} = 360 \text{ volt, maka}$$

$$I = 233,811 / 360 \sqrt{3}$$

$$= 1.125 \text{ kA}$$

Menghitung tenaga *generator*

$$\text{Faktor daya} = 90\%$$

$$\text{Daya yang dibutuhkan} = 233,811 / 0,9$$

$$= 259,79 \text{ kW}$$

$$= 348,38 \text{ HP}$$

Menghitung kebutuhan bahan bakar

$$\text{Daya yang dibutuhkan} = 348,38 \text{ HP} = 886.636,22 \text{ Btu/jam}$$

$$\text{Kebutuhan bahan bakar per jam} = \text{Daya yang dibutuhkan} / \text{heating value bahan bakar}$$

$$= 886.636,22 / 19440$$

$$= 45,609 \text{ lb/jam}$$

$$\text{Kebutuhan bahan bakar perhari} = \frac{45,609}{54,26} \times 24 \text{ jam}$$

$$= 20,173 \text{ ft}^3/\text{hari}$$

$$= 571,24 \text{ L/hari}$$

Spesifikasi generator

Tipe : AC Generator

Kapasitas : 400 kW

Tegangan : 220/360 V

Efisiensi : 80%

Phase : 3

Jumlah : 1

Bahan Bakar : Solar

#### 4.3 Unit Pengadaan Steam

Unit ini bertugas untuk menyediakan kebutuhan steam untuk berbagai kebutuhan pada area proses. Air digunakan sebagai media pemanas alat-alat proses seperti *reboiler* dan *heat exchanger* dicukupi oleh sebuah *boiler*. Kebutuhan steam disajikan pada Tabel.

4.8

Tabel 4. 8 Kebutuhan Steam

| No           | Alat                     | Kebutuhan (kg/jam)    |
|--------------|--------------------------|-----------------------|
| 1            | <i>Reboiler 1</i>        | 206.263,95            |
| 2            | <i>Reboiler II</i>       | 162.999,82            |
| 3            | <i>Heat Exchanger I</i>  | 107.285.563,34        |
| 4            | <i>Heat Exchanger II</i> | 69.633,26             |
| <b>Total</b> |                          | <b>107.724.460,36</b> |

$$\begin{aligned}
\text{Jumlah kebutuhan air untuk } steam &= 107.724.460,36 \text{ kg/jam} \\
&= 237.491.499 \text{ lb/jam} \\
\text{Diperkirakan } steam \text{ hilang sebesar 20\% karena kebocoran.} \\
\text{Kebutuhan } steam \text{ make up} &= 20\% \times 237.491.499 \text{ lb/jam} \\
&= 21.544.892,07 \text{ lb/jam} \\
\text{Total kebutuhan air untuk } steam &= 259.036.391,88 \text{ lb/jam} \\
\text{Blowdown} &= 10\% \text{ dari } steam \text{ yang dihasilkan} \\
&= 10\% \times 259.036.391,88 \text{ lb/jam} \\
&= 25.903.639,19 \text{ lb/jam} \\
\text{Umpan air masuk boiler} &= \text{Blowdown} + steam \text{ yang dihasilkan} \\
&= 25.903.639,19 + 259.036.391,88 \text{ lb/jam} \\
&= 284.940.31,07 \text{ lb/jam} \\
\text{Kondensat yang kembali (85\% dari umpan air masuk boiler)} \\
&= 85\% \times 284.940.31,07 \text{ lb/jam} \\
&= 242.199.026,41 \text{ lb/jam} \\
\text{Kondensat yang hilang} &= \text{Steam yang dihasilkan} - \text{kondensat yang kembali} \\
&= 259.036.391,88 - 242.199.026,41 \text{ lb/jam} \\
&= 16.837.365,47 \text{ lb/jam} \\
\text{Make up water untuk boiler} &= \text{Blowdown} + \text{kondensat yang hilang} \\
&= 25.903.639,19 + 16.837.365,47 \text{ lb/jam} \\
&= 42.741.004,66 \text{ lb/jam} \\
\% \text{ Make up water} &= \text{Make up: Umpan air masuk} \times 100\% \\
&= (42.741.004,66 : 284.940.31,07) \times 100\% \\
&= 15\% \\
\% \text{ Make up kondensat} &= \text{Kondensat yang kembali: Umpan air masuk} \times 100\% \\
&= (16.837.365,47 : 284.940.31,07) \times 100\% \\
&= 85\%
\end{aligned}$$

- **Perhitungan Kapasitas Boiler**

$$Q = m_s (h - h_f)$$

Keterangan:

$$Q = \text{kapasitas boiler}$$

$m_s$  = massa *steam*

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

$h_f$  = entalpi *steam* pada 1 atm (Btu/lb)

Pada pra-rancangan pabrik Etil Asetat, *steam* yang dihasilkan adalah *saturated steam* dengan temperature 130 °C dan tekanan 1 atm. *Steam* yang dihasilkan dari 85% kondensat dan 15% air *make up*. Kondensat kembali pada temperature 130 °C dan *make up* masuk pada temperature 30 °C, sehingga didapat:

Nilai  $H_f$  dan  $H_v$  didapat dari Smith

$$h_{L\ 30^\circ\text{C}} = 54,07 \text{ Btu/lb}$$

$$h_{L\ 130^\circ\text{C}} = 235,967 \text{ Btu/lb}$$

$$h_{v\ 130^\circ\text{C}} = 1169,55 \text{ Btu/lb}$$

*Steam* yang dihasilkan dari 70% kondensat dan 30% air *make up*:

$$\begin{aligned} h_f &= (0,15 \times h_{\text{liq}\ 303,15\ \text{K}}) + (0,85 \times h_{\text{liq}\ 403,05\ \text{K}}) \\ &= (0,15 \times 54,07 \text{ Btu/lb}) + (0,85 \times 235,967 \text{ Btu/lb}) \\ &= 208,68 \text{ Btu/lb} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q &= \text{Total kebutuhan air steam} \times (h_{v\ 130^\circ\text{C}} - h_{L\ 130^\circ\text{C}}) \\ &= 259.036.391,88 \text{ lb/jam} \times (1169,55 - 235,967) \\ &= 241.831.971.840,03 \text{ Btu/lb} \end{aligned}$$

Efisiensi *boiler* 80%, maka panas yang diperlukan untuk pembentukan *steam*

$$\begin{aligned} Q_{\text{aktual}} &= 241.831.971.840,03 \text{ Btu/lb} \times 0,8 \\ &= 193.465.577.472,02 \text{ Btu/jam} \end{aligned}$$

- **Menentukan Luas Perpindahan Panas**

Rumus konversi panas menjadi daya:

$$\begin{aligned} H_p &= \frac{Q}{970,3 \times 34,5} \\ &= \frac{193.465.577.472,02}{970,3 \times 34,5} \\ &= 5.779.344,43 \text{ Hp} \end{aligned}$$

Ditentukan luas bidang pemanasan adalah 10 ft<sup>2</sup>/Hp

Jadi total permukaan pemanasan adalah 57.793.444,27 ft<sup>2</sup>

- **Perhitungan Kebutuhan Bahan Bakar**

Bahan bakar yang digunakan adalah solar, dari Hougen volume 1, halaman 519:

*Heating value fuel oil grade 4* = 19440 Btu/lb

$$\rho = 59,14 \text{ lb/ft}^3$$

massa bahan bakar

$$mf = \frac{Q}{\eta \times f}$$

Keterangan:

mf = Massa bahan bakar yang dipakai (lb/jam)

Q = Kapasitas boiler (Btu/jam)

$\eta$  = Efisiensi boiler (80%)

f = Heating value (Btu/lb)

$$\begin{aligned} mf &= \frac{Q}{970,3 \times 34,5} \\ &= \frac{193.465.577.472,02 \text{ Btu/jam}}{970,3 \times 34,5} \\ &= 12.439.916,25 \text{ lb/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} vf &= mf : \rho \\ &= 12.439.916,25 \text{ lb/jam} : 59,14 \text{ lb/ft}^3 \\ &= 210.346,91 \text{ ft}^3/\text{jam} \\ &= 5.956.304,96 \text{ liter/jam} \\ &= 142.951.319,15 \text{ liter/hari} \end{aligned}$$

- **Spesifikasi Boiler**

|                     |   |                          |
|---------------------|---|--------------------------|
| Tipe                | : | <i>Water Tube Boiler</i> |
| Jumlah              | : | 1                        |
| <i>Heat Surface</i> | : | 85,53 ft <sup>2</sup>    |
| Tekanan             | : | 2 atm                    |
| Temperatur          | : | 130 K                    |
| Bahan Bakar         | : | Fuel oil grade 4         |

#### 4.4 Unit Pengadaan Bahan Bakar

Unit ini ditujukan untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar pada *boiler* dan *generator*. Bahan bakar yang digunakan adalah bahan bakar cair yang diperoleh dari Pertamina atau distributornya. Pemilihan didasarkan pada pertimbangan bahan bakar cair:

- 1) Mudah didapat
- 2) Murah

- 3) Kesetimbangannya terjamin
- 4) Mudah dalam penyimpanan

Dalam prarancangan pabrik etil asetat ini digunakan ketentuan bahan bakar sebagai berikut.

- **Spesifikasi Bahan Bakar**

|                       |                            |
|-----------------------|----------------------------|
| Jenis                 | : Solar                    |
| <i>Heating Value</i>  | : 19.440 Btu/lb            |
| Efisiensi bahan bakar | : 80%                      |
| <i>Density</i>        | : 54,26 lb/ft <sup>3</sup> |
| Sg solar              | : 0,8691                   |

- **Kebutuhan solar yang harus disuplai pengadaan bahan bakar**

|                                              |                             |
|----------------------------------------------|-----------------------------|
| Kebutuhan bahan bakar untuk <i>boiler</i>    | : 142.951.319,15 liter/hari |
| Kebutuhan bahan bakar untuk <i>generator</i> | : 571,24 liter/hari         |
| Total kebutuhan bahan bakar                  | : 142.951.890,4 liter/hari  |

#### 4.5 Unit Pengadaan Udara Tekan

Mengenai kebutuhan udara tekan untuk perancangan pabrik Etil Asetat ini diperkirakan menggunakan tekanan kurang lebih 50 - 100 psi dan suhu 30 °C – 85 °C. Kompresor pada prarancangan ini direncanakan menggunakan tipe *single stage* kompresor dengan spesifikasi sebagai berikut.

|                   |                                                    |
|-------------------|----------------------------------------------------|
| Kode              | : KR-01                                            |
| Fungsi            | : Memenuhi kebutuhan udara tekan                   |
| Jenis             | : <i>Single Stage Reciprocating Compressor</i>     |
| Jumlah            | : 2 Buah (1 buah <i>ready</i> dan 1 buah cadangan) |
| Kapasitas         | : 100 m <sup>3</sup> /jam                          |
| Tekanan Suction   | : 14,7 psi (1 atm)                                 |
| Tekanan Discharge | : 100 psi (6,8 atm)                                |
| Suhu Udara        | : 35°C                                             |
| Efisiensi         | : 90 %                                             |
| Daya Kompresor    | : 250 kwh                                          |

#### 4.6 Unit Pengolahan Limbah

##### 4.6.1 Limbah Cair

- a. Buangan air sanitasi
- b. Limbah cair proses
- c. Air pengolahan yang tercampur bahan bakar
- d. Buangan air demineralisasi

#### 4.6.2 Limbah Padat

Limbah padat yang dihasilkan oleh pabrik etil asetat ini tidak berasal dari keberlangsungan proses, melainkan dari kantin dan kantor. Limbah sisa makanan dari kantin dan kertas kantor ini tidak diolah namun langsung dibuang ke TPA.

Secara umum, apabila air limbah yang berasal dari setiap kegiatan pabrik Etil Asetat belum memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan oleh pemerintah harus diolah agar dapat dibuang ke lingkungan. Adapun parameter baku mutu limbah cair yang telah ditentukan oleh peraturan pemerintah, yaitu:

Tabel 4. 9 Parameter Limbah Cair

| Parameter | Nilai              |
|-----------|--------------------|
| COD       | Maks. 100 mg/liter |
| BOD       | Maks. 20 mg/liter  |
| TSS       | Maks. 80 mg/liter  |
| Oil       | Maks. 5 mg/liter   |
| pH        | 6,5-8,5            |

#### 4.6.3 Pengolahan Air Buangan Sanitasi

Limbah sanitasi merupakan limbah hasil pembuangan air yang sudah terpakai untuk keperluan kantor dan pabrik seperti pencucian dan kebutuhan sanitasi lainnya. Penangan limbah ini tidak memerlukan perlakuan khusus karena karakteristik limbah sanitasi di pabrik sama seperti limbah sanitasi rumah tangga pada umumnya. Yang perlu diperhatikan adalah volume limbah buangan yang diijinkan dan kemana limbah sanitasi ini dibuang. Limbah sanitasi juga dapat dimanfaatkan sebagai air untuk menyiram tanaman yang ada di lingkungan pabrik. Air dikumpulkan dan diolah di unit stabilisasi dengan lumpur aktif, aerasi dan injeksi desinfektan *Ca-hypoclorit*.

#### 4.6.4 Pengolahan Limbah Air dari Bahan Baku, Proses, dan Produk

Air buangan yang mengandung zat kimia dari bahan baku dan produk ditampung di dalam bak penampung. Limbah dari proses dehidrogenasi ini merupakan limbah yang bersifat biodegradable dalam sistem aerobik. Pengolahan yang dilakukan adalah secara biologis dengan sistem aerobik di dalam suatu reaktor dimana limbah cair tersebut akan teroksidasi dengan bantuan bakteri aerobik dan dengan pemanasan dari luar sehingga dapat diolah menjadi air dan CO atau CO<sub>2</sub> dengan mengalirkan udara ke dalam reaktor.

#### **4.6.5 Pengolahan Air yang Tercampur dengan Bahan Bakar**

Air berminyak berasal dari buangan pelumas pada pompa dan alat - alat lainnya yang memakai sistem pelumasan. Perlakuan limbah air yang mengandung minyak dapat dilakukan dengan proses pemisahan berdasarkan perbedaan berat jenis antara minyak dan air, minyak di bagian atas akan dialirkan ke tungku pembakaran sedangkan air di bagian bawah dialirkan ke penampungan akhir dan selanjutnya dialirkan menuju ke WWTP.

#### **4.6.6 Pengolahan Air Buangan Unit Demineralisasi**

Air sisa hasil regenerasi dari unit demineralisasi mengandung NaOH dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yang kemudian dinetralkan dalam kolom penetralan dengan mengatur kadar limbah sebelum dibuang ke sungai. Penetralkan dilakukan dengan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, apabila pH larutan bersifat basa sedangkan jika pH larutan bersifat asam maka akan dinetralkan menggunakan NaOH.

### **4.7 Laboratorium**

Laboratorium Pabrik Etil Asetat mendukung proses manufaktur, menjaga kualitas produk, dan mengendalikan pencemaran lingkungan dari limbah yang dihasilkan. Di laboratorium, bahan baku dan produk diperiksa dan kualitasnya dikontrol. Analisis yang dilakukan di laboratorium meliputi analisis bahan baku, analisis proses dan analisis kualitas produk.

#### **4.7.1 Fungsi Laboratorium**

Adapun fungsi – fungsi laboratorium dalam prarancangan pabrik etil asetat ini meliputi:

- a) Memeriksa bahan baku dan katalis yang digunakan
- b) Menganalisa dan meneliti produk yang dipasarkan

- c) Melakukan riset atau percobaan terkait proses produksi
- d) Memeriksa zat – zat yang menyebabkan pencemaran pada limbah pabrik.

#### **4.7.2 Program Kerja Laboratorium**

Untuk mempermudah pelaksanaan program kerja laboratorium, maka laboratorium dapat dibagi menjadi 3 bagian berikut.

##### **a. Laboratorium Pengamatan**

Laboratorium pengamatan melakukan analisis fisik terhadap semua aliran yang berasal dari proses produksi dan tangki serta berfungsi untuk mengeliarkan “*Certificate of Quality*” yang dapat menjelaskan spesifikasi bahan baku dan pengamatan produk.

##### **b. Laboratorium Analisa**

Laboratorium ini bertanggung jawab untuk karakterisasi dan analisis komposisi kimia bahan baku, bahan penolong, produk jadi, dan analisis air, termasuk bahan tambahan kimia yang digunakan.

###### **1) Analisa Bahan Baku dan Produk**

Analisa bahan baku dan produk ini meliputi kemurnian, kadar air, densitas, viskositas, titik didik, dan *specific gravity*.

###### **2) Analisa untuk Keperluan Utilitas**

Analisa dilakukan untuk air proses yang digunakan, air yang digunakan untuk remediasi, air umpan boiler, dan aliran ke resin penukar ion yang digunakan.

###### **3) Analisa Limbah**

Analisa terhadap limbah yang telah diolah oleh unit pengolahan limbah untuk menentukan apakah telah aman dibuang ke lingkungan atau belum. Sehingga tidak akan menimbulkan pencemaran lingkungan.

#### **4.7.3 Metode Analisa**

Metode analisa dan instruksi kerja untuk menganalisa dikerjakan sesuai dengan instruksi kerja yang dibuat dengan referensi dari berbagai standar analisa, diantaranya:

- a. American Standard Testing Material (ASTM)
- b. Standar Industri Indonesia (SII)

c. Japan Industrial Standard (JIS)

#### **4.8 Instrumentasi**

Instrumentasi adalah penggunaan sistem atau susunan peralatan dalam suatu proses pengendalian untuk mengatur jalannya proses tersebut agar menghasilkan hasil yang sesuai dengan harapan. Alat instrumentasi dipasang pada setiap peralatan proses dengan tujuan agar para *engineer* dapat memantau dan mengontrol kondisi di lapangan. Tujuan pengendalian ini adalah untuk meminimalisir kesalahan dan mengoptimalkan kegiatan produksi.

Pada prarancangan pabrik etil asetat ini direncanakan akan dipasang beberapa instrumentasi modern yang terdiri dari:

##### **4.8.1 *Temperature Indicator Control (TIC)***

*Temperature indicator control* digunakan untuk mengukur dan mengontrol suhu dalam proses produksi. Pada alat ini akan melibatkan pengukuran suhu menggunakan sensor seperti termokopel atau *thermistor* dan mengatur suhunya menggunakan pengontrol PID (*Proportional-Integral-Derivative*)

##### **4.8.2 *Flow Indicator Control (FIC)***

*Flow indicator control* digunakan untuk mengukur dan mengontrol laju aliran fluida cair yang masuk atau keluar dari rangkaian proses produksi. Alat ini dapat berkeja sebagai indikator penunjuk besar kecilnya laju alir sekaligus menyesuaikan besarannya dengan *setting point* yang diinginkan.

##### **4.8.3 *Level Indicator Control (LIC)***

*Level indicator control* adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur ketinggian level dari suatu fluida cair dalam tangki atau reaktor ketika dilakukan proses produksi. Pada proses produksi di prarancangan pabrik ini, LIC digunakan pada tangki penyimpanan, reaktor, dan kolom pemisah.

##### **4.8.4 *Pressure Indicator Control (PIC)***

*Pressure indicator control* adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur tekanan dalam proses produksi. Instrumen ini melibatkan pengukuran tekanan menggunakan sensor dan mengirimka sinyal ke sistem kontrol untuk memonitor dan mengatur tekanan.