

## BAB IV

### PERANCANGAN PABRIK

#### 4.1. Lokasi Pabrik

Lokasi pabrik sangat menentukan kelayakan ekonomis pabrik setelah beroperasi. Untuk itu pemilihan lokasi yang tepat sangat diperlukan sejak tahap perancangan dengan memperhatikan berbagai macam pertimbangan. Pertimbangan utama yaitu lokasi yang dipilih harus memberikan biaya produksi dan distribusi yang minimum, dengan tetap memperhatikan ketersediaan tempat untuk pengembangan pabrik dan kondisi yang aman untuk operasi pabrik. [4]

Pabrik *furfural* dari tongkol jagung (corncobs) dengan kapasitas 60.000 ton/tahun direncanakan akan didirikan di daerah Gresik, Propinsi Jawa Timur. Pertimbangan pemilihan lokasi pabrik ini antara lain :

##### 4.1.1. Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor yang secara langsung mempengaruhi tujuan utama dari usaha pabrik. Tujuan utama ini meliputi proses produksi dan distribusi, adapun faktor-faktor primer yang berpengaruh secara langsung dalam pemilihan lokasi pabrik adalah :

1. Ketersediaan dan transportasi bahan baku (*raw material oriented*).

Bahan baku berupa tongkol jagung diperoleh dari dalam negeri. Pabrik *furfural* ini terletak di propinsi Jawa Timur dan akan didirikan di daerah Gresik yang mana berdekatan dengan bahan baku yang berada diberbagai daerah

propinsi Jawa Timur, dimana banyak terdapat perkebunan jagung sehingga untuk pasokan bahan baku dapat digunakan truk sebagai alat transportasi. Sedangkan bahan baku asam sulfat berasal dari PT.Petrokimia Gresik.

2. Pemasaran (*market oriented*).

Furfural merupakan bahan yang dapat dipasarkan langsung ke ke berbagai macam industri, yaitu ; industri pelumas porsi 82 % dan konsumsi lain-lain dengan porsi 18%, yang sebagian besar dikonsumsi oleh karet sintesis

3. Ketersediaan tenaga kerja.

Tenaga kerja merupakan modal utama pendirian suatu pabrik, dengan lokasi pabrik yang berjarak cukup dekat dengan ibukota propinsi, Jawa Timur, sehingga dapat diperkirakan tenaga kerja yang tersedia cukup banyak.

4. Tersedia lahan yang cukup luas serta sumber air yang cukup banyak.

Lokasi yang dipilih merupakan kawasan yang jauh dari kepadatan penduduk sehingga masih tersedia lahan yang cukup luas. Selain itu terdapat pula sumber air yang cukup banyak serta sarana dan prasarana transportasi dan listrik.

5. Transportasi

Lokasi pabrik harus mudah dicapai sehingga mudah dalam pengiriman bahan baku dan penyaluran produk, terdapat transportasi yang lancar baik darat dan laut.

#### 4.1.2. Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor sekunder tidak secara langsung berperan dalam proses industri, akan tetapi sangat berpengaruh dalam kelancaran proses produksi dari pabrik itu sendiri. Faktor-faktor sekunder meliputi :

##### 1. Perluasan Areal Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik berada di kawasan yang jauh dari kepadatan penduduk, sehingga memungkinkan adanya perluasan areal pabrik dengan tidak mengganggu pemukiman penduduk.

##### 2. Perijinan

Lokasi pabrik dipilih pada daerah khusus untuk kawasan industri, sehingga memudahkan dalam perijinan pendirian pabrik. Pengaturan tata letak pabrik merupakan bagian yang penting dalam proses pendirian pabrik, hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain :

- a. Segi keamanan kerja terpenuhi.
  - b. Pengoperasian, pengontrolan, pengangkutan, pemindahan maupun perbaikan semua peralatan proses dapat dilakukan dengan mudah dan aman.
  - c. Pemanfaatan areal tanah seefisien mungkin.
  - d. Transportasi yang baik dan efisien.
- ##### 3. Prasarana dan Fasilitas Sosial

Prasarana seperti jalan dan transportasi lainnya harus tersedia, demikian juga fasilitas sosial seperti sarana pendidikan, ibadah hiburan, bank dan perumahan sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan dan taraf hidup.

## 4.2. Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik adalah tempat kedudukan dari bagian - bagian pabrik yang meliputi tempat bekerjanya karyawan, tempat peralatan dan tempat penyimpanan bahan baku dan produk. Ditinjau dari segi hubungan yang satu dengan yang lain tata letak pabrik harus dirancang sedemikian rupa sehingga penggunaan area pabrik dapat efisien dan proses produksi serta distribusi dapat dijamin kelancarannya.

Dalam penentuan tata letak pabrik harus diperhatikan penempatan alat - alat produksi sehingga keamanan, keselamatan dan kenyamanan bagi karyawan dapat terpenuhi. Selain peralatan yang tercantum dalam *flow sheet* proses, beberapa bangunan fisik lainnya seperti kantor, gudang, laboratorium, bengkel dan lain sebagainya harus terletak pada bagian yang seefisien mungkin, terutama ditinjau dari segi lalu lintas barang, kontrol, keamanan, dan ekonomi. Selain itu yang harus diperhatikan dalam penentuan tata letak pabrik adalah penempatan alat - alat produksi sedemikian rupa sehingga dalam proses produksi dapat memberikan kenyamanan.

Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan tata letak pabrik adalah :

### 1. Daerah Proses

Daerah proses adalah daerah yang digunakan untuk menempatkan alat-alat yang berhubungan dengan proses produksi. Dimana daerah proses ini diletakkan pada daerah yang terpisah dari bagian lain.

## 2. Keamanan

Keamanan terhadap kemungkinan adanya bahaya kebakaran, ledakan, asap, atau gas beracun harus benar-benar diperhatikan di dalam menentukan tata letak pabrik. Untuk itu harus dilakukan penempatan alat-alat pengamanan seperti hidran, penampung air yang cukup, dan penahan ledakan. Tangki penyimpanan bahan baku dan produk yang berbahaya harus diletakkan di area khusus dan perlu adanya jarak antara bangunan satu dengan lainnya guna memberikan pertolongan dan penyediaan jalan bagi karyawan untuk menyelamatkan diri.

## 3. Luas Area yang tersedia

Harga tanah menjadi hal yang membatasi kemampuan penyedia area. Pemakaian tempat disesuaikan dengan area yang tersedia. Jika harga tanah amat tinggi, maka diperlukan efisiensi dalam pemakaian ruangan hingga peralatan tertentu diletakkan diatas peralatan yang lain, ataupun lantai ruangan diatur sedemikian rupa agar menghemat tempat.

## 4. Bangunan

Bangunan yang ada secara fisik harus memenuhi standar dan perlengkapan yang menyertainya seperti ventilasi, instalasi, dan lain - lainnya tersedia dan memenuhi syarat.

## 5. Instalasi dan Utilitas

Pemasangan dan distribusi yang baik dari gas, udara, steam, dan listrik akan membantu kemudahan kerja dan perawatan. Penempatan peralatan proses di tata sedemikian rupa sehingga petugas dapat dengan mudah

menjangkaunya dan dapat terjalin kelancaran operasi serta memudahkan perawatannya.

#### 6. Jaringan jalan raya

Untuk pengangkutan bahan, keperluan perbaikan, pemeliharaan dan keselamatan kerja, maka diantara daerah proses dibuat jalan yang cukup untuk memudahkan mobil keluar masuk, sehingga bila terjadi suatu bencana maka tidak akan mengalami kesulitan dalam menanggulangnya.

Secara garis besar tata letak pabrik dibagi dalam beberapa daerah utama, yaitu:

##### a. Daerah administrasi / perkantoran, laboratorium dan fasilitas pendukung.

Areal ini terdiri dari :

- Daerah administrasi sebagai pusat kegiatan administrasi dan keuangan pabrik.
- Laboratorium sebagai pusat kontrol kualitas bahan baku dan produk.
- Fasilitas – fasilitas bagi karyawan seperti : poliklinik, kantin, aula dan masjid.

##### b. Daerah proses dan perluasan.

Merupakan lokasi alat - alat proses diletakkan untuk kegiatan produksi dan perluasannya.

##### c. Daerah pergudangan umum, bengkel dan garasi.

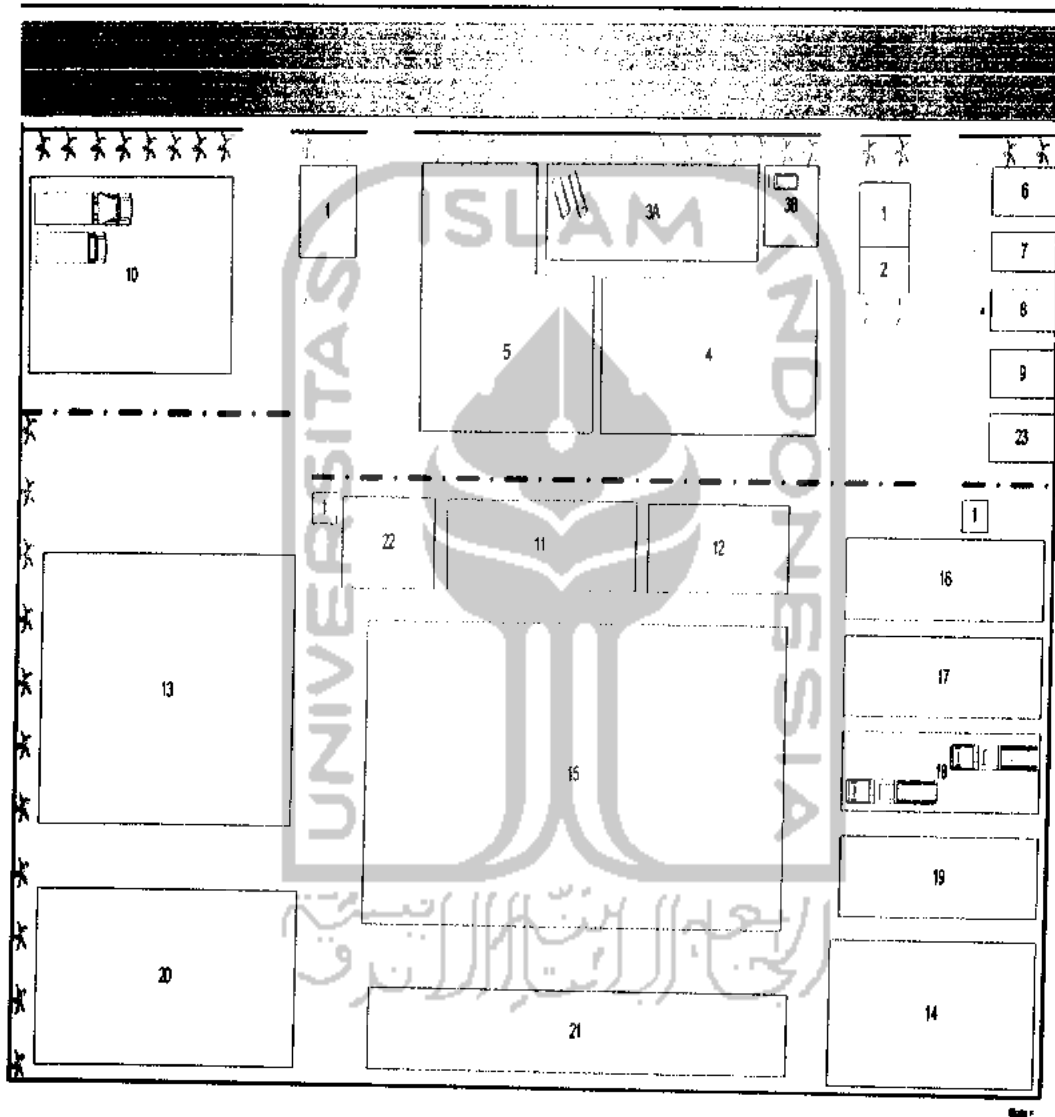
##### d. Daerah utilitas dan pemadam kebakaran

Merupakan lokasi pusat kegiatan penyediaan air, steam, air pendingin dan tenaga listrik disediakan guna menunjang jalannya proses serta unit pemadam kebakaran.

Lanjutan Tabel 4.1

14.	Utilitas	40 x 30	1200
15.	Area Proses	90 x 100	9000
16.	Ruang control Proses	20 x 30	600
17.	Ruang kontrol utilitas	20 x 10	200
18.	Area bahan baku	30 x 50	1500
19.	Area produk	30 x 50	1500
20.	Mess	10 x 30	300
21.	Jalan dan taman	50 x 20	1000
22.	Perluasan pabrik	100 x 30	3000
	<b>Jumlah</b>		<b>23490</b>

**LAYOUT PABRIK FURFURAL**  
**KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN**



**Keterangan :**

- |                                  |                          |                     |                            |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------|----------------------------|
| 1. Pos Penerimaan                | 6. Koporal Karyawan      | 12. Laboratorium    | 18. Pemadam Kebakaran      |
| 2. Ruang Tangga                  | 7. Kamlin                | 13. Area Bahan Baku | 19. Gudang bahan Kimia     |
| 3A. Parkir karyawan              | 8. Mushola               | 14. Area Prodak     | 20. Area Utilitas          |
| 3B. Parkir Tamu                  | 9. Aula                  | 15. Area Proses     | 21. Area Perawatan         |
| 4. Kantor Profesional dan Teknis | 10. Parkir Truk          | 16. Gudang alat     | 22. ruang kontrol utilitas |
| 5. Kantor Pusat                  | 11. Ruang Kontrol Proses | 17. Bengkel         | 23. Mess                   |

Gambar 4.1 Tata letak pabrik furfural



gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki. Selain itu, keamanan pekerja dalam menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

#### 5. Tata letak alat proses

Dalam menempatkan alat-alat proses pada pabrik diusahakan agar dapat menekan biaya operasi dengan tetap menjamin kelancaran dan keamanan produksi pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi.

#### 6. Jarak antar alat proses

Untuk alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan tinggi sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya, sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut tidak membahayakan pada alat-alat proses lainnya.

#### 7. *Maintenance*

*Maintenance* berguna untuk menjaga sarana atau fasilitas peralatan pabrik dengan cara pemeliharaan dan perbaikan alat agar produksi dapat berjalan dengan lancar dan produktivitas menjadi tinggi sehingga akan tercapai target produksi dan spesifikasi bahan baku yang diharapkan.

Perawatan *preventif* dilakukan setiap hari untuk menjaga dari kerusakan alat dan kebersihan lingkungan alat. Sedangkan perawatan periodik dilakukan secara terjadwal sesuai dengan buku petunjuk yang ada. Penjadwalan tersebut dibuat sedemikian rupa sehingga alat-alat mendapat perawatan khusus secara bergantian. Alat-alat berproduksi secara kontinyu dan akan berhenti jika terjadi kerusakan.

Perawatan alat-alat proses dilakukan dengan prosedur yang tepat. Hal ini dilihat dari penjadwalan yang dilakukan pada tiap-tiap alat. Perawatan tiap alat meliputi :

a. *Over head* 1 x 1 tahun

Merupakan perbaikan dan pengecekan serta leveling alat secara keseluruhan meliputi pembongkaran alat, pergantian bagian-bagian alat yang rusak, kemudian dikembalikan seperti kondisi semula.

b. *Repairing*

Merupakan kegiatan *maintenance* yang bersifat memperbaiki bagian-bagian alat yang rusak. Hal ini biasanya dilakukan setelah pemeriksaan. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi *maintenance* adalah :

◆ Umur alat

Semakin tua umur alat semakin banyak pula perawatan yang harus diberikan yang menyebabkan bertambahnya biaya perawatan

◆ Bahan baku

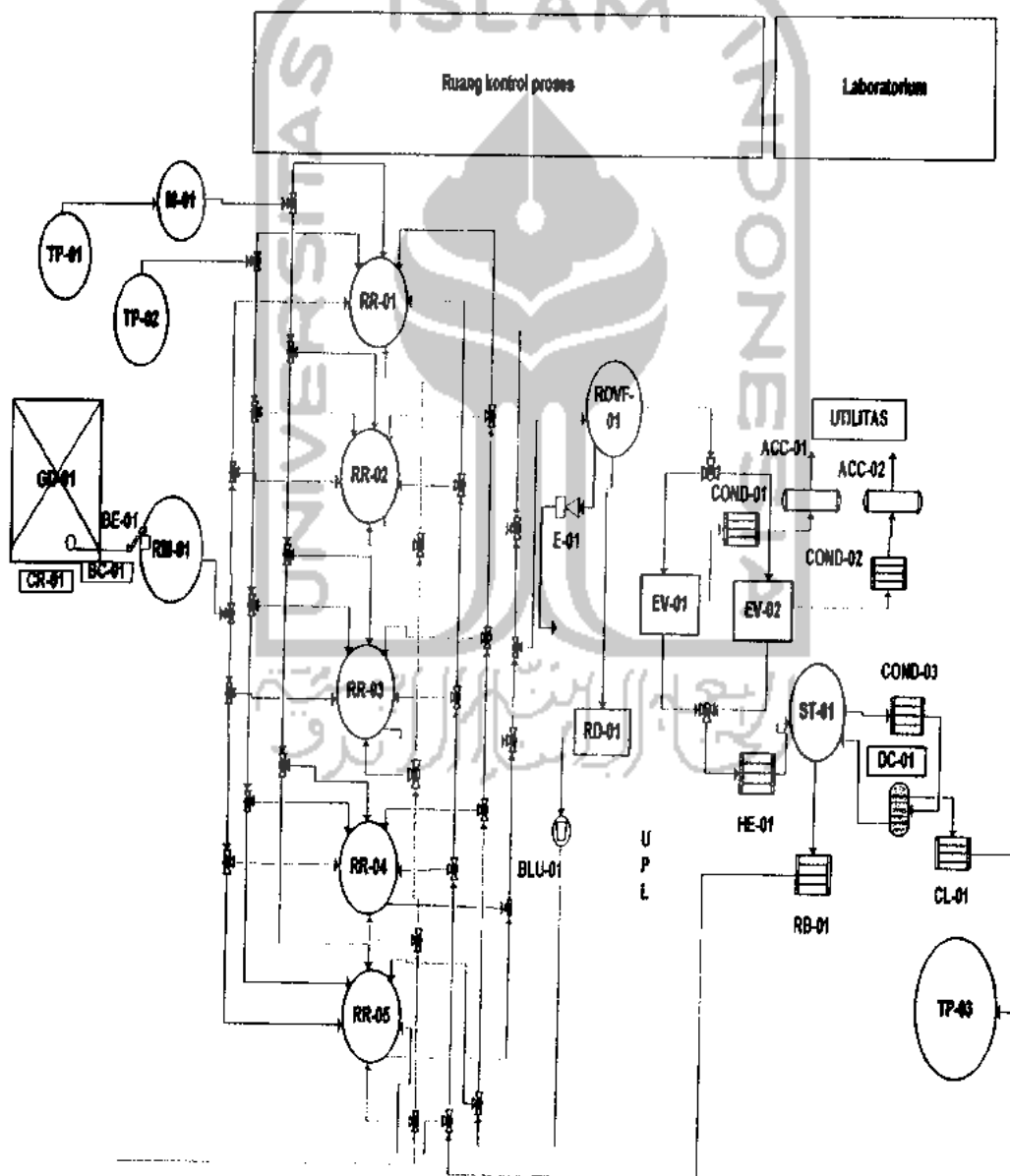
Penggunaan bahan baku yang kurang berkualitas akan menyebabkan kerusakan alat sehingga alat akan lebih sering dibersihkan.

Tata letak alat proses harus harus dirancang sedemikian rupa sehingga :

- a. Kelancaran proses produksi dapat terjamin
- b. Dapat mengefektifkan penggunaan ruangan.
- c. Biaya material dikendalikan agar lebih rendah, sehingga dapat mengurangi biaya kapital yang tidak penting.

- d. Jika tata letak peralatan proses sudah benar dan proses produksi lancar, maka perusahaan tidak perlu memakai alat angkut dengan biaya mahal.
- e. Karyawan mendapatkan kepuasan kerja.

Tata letak peralatan pabrik furfural dari bahan baku tongkol jagung dapat dilihat pada gambar berikut :



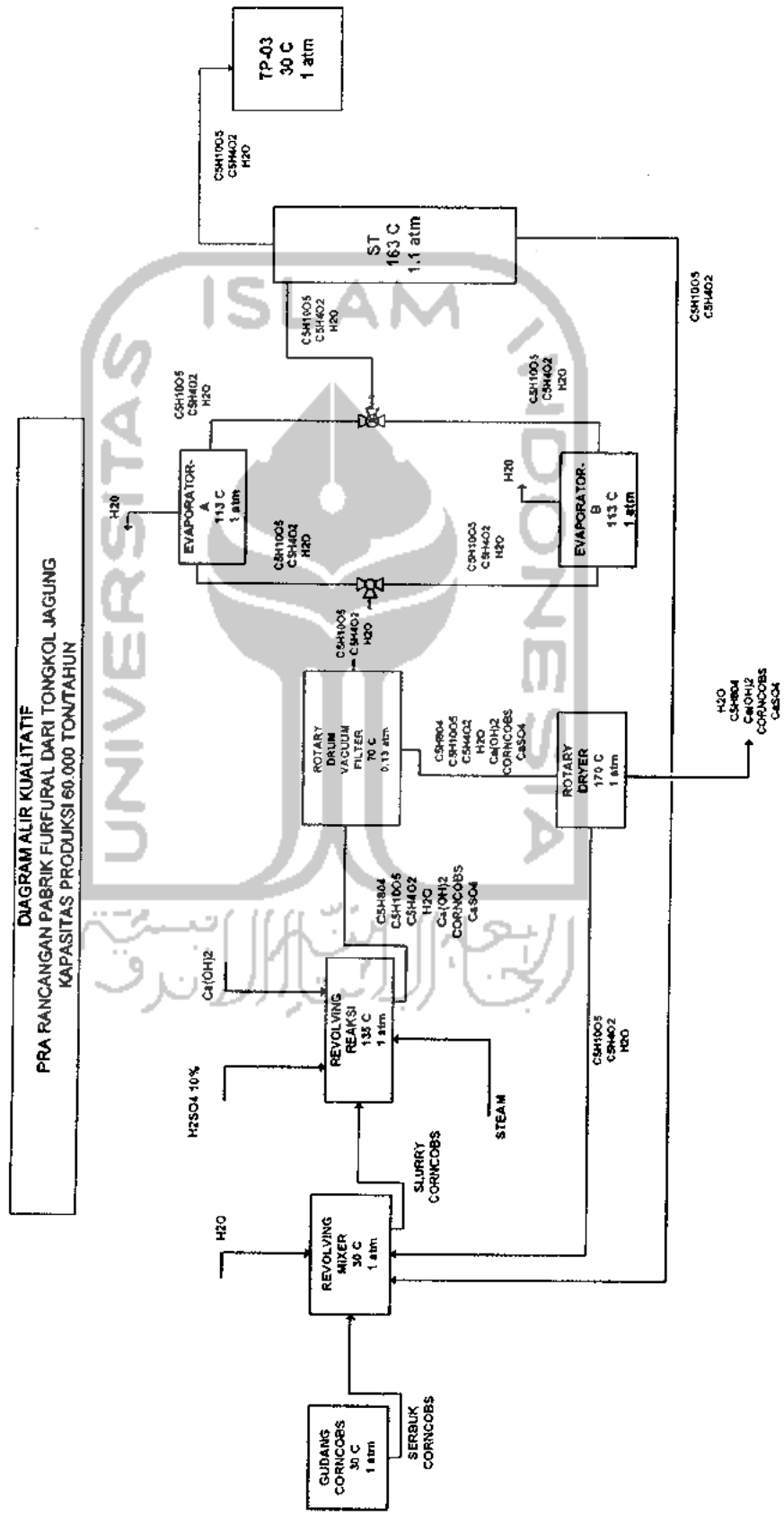
Gambar 4.2 Tata letak peralatan proses pabrik furfural

Keterangan :

GD-01	: Gudang penyimpanan tongkol jagung
TP-01	: Tangki penyimpanan $H_2SO_4$
TP-02	: Tangki penyimpanan $Ca(OH)_2$
TP-03	: Tangki penyimpan furfural
M-01	: Mixer $H_2SO_4$
CR-01	: Crusher roll 1
BE-01	: Bucket elevator 1
HP-01	: Hopper 1
RM-01	: Revolving mixer 1
RR-01	: Revolving reactor 1
RR-02	: Revolving reactor 2
RR-03	: Revolving reactor 3
RR-04	: Revolving reactor 4
RR-05	: Revolving reactor 5
RDVF-01	: Rotary drum vacuum filter 1
RD-01	: Rotary dryer 1
EV-01	: Evaporator 1
EV-02	: Evaporator 2
ST-01	: Stripper 1
BL-01	: Blower 1
E-01	: Ejector 1
COND-01	: Condensor 1
COND-02	: Condensor 2
COND-03	: Condesnsor 3
ACC-01	: Accumulator 1
ACC-02	: Accumulator 2
DC-01	: Decanter 1
HE-01	: Heater 1
CL-01	: Cooler 1
REB-01	: Reboiler



4.4.2. Diagram Alir Kualitatif



Gambar 4.4 Diagram alir kualitatif

Berdasarkan kapasitas yang ada maka di peroleh neraca massa dan neraca panas baik produk maupun bahan baku. Sehingga kita dapat menentukan alat-alat apa yang akan kita gunakan dalam pendirian pabrik, selain dari sifat-sifat kimia dan fisik produk dan bahan baku. Hasil perhitungan neraca massa dan neraca panas sebagai berikut :

#### 4.4.3. Perhitungan Neraca Massa

##### a. Neraca massa di revolving reactor dan netralizer 01 – 05

Tabel 4.2 Neraca massa di revolving reactor dan netralizer 01 – 05

KOMPONEN	INPUT	OUTPUT
	Kg/jam	Kg/jam
Tongkol Jagung	52744.0084	22679.9200
H <sub>2</sub> O	13186.0021	170056.5500
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	7753.3693	
Steam	140650.1950	
Ca(OH) <sub>2</sub>	5985.0350	134.0323
C <sub>5</sub> H <sub>8</sub> O <sub>4</sub>		585.4585
C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub>		6453.3493
C <sub>5</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>		9645.0325
CaSO <sub>4</sub>		10764.2636
<b>JUMLAH</b>	<b>220318.6098</b>	<b>220318.6098</b>

**b. Neraca massa di rotary drum vacuum filter 1**

Tabel 4.3 Neraca massa di rotary drum vacuum filter-01

KOMPONEN	INPUT	OUTPUT	
		ROTARY DYRER	EVAPORATOR
	Kg/jam	Kg/jam	Kg/jam
Tongkol Jagung	22679.9236	22679.9236	
H <sub>2</sub> O	170056.5500	16129.5355	153927.0145
C <sub>5</sub> H <sub>8</sub> O <sub>4</sub>	585.4585	585.4584	
C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub>	6453.3493	908.8913	5544.4579
C <sub>5</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	9645.0325	1357.4775	8287.5549
Ca(OH) <sub>2</sub>	134.0323	134.0323	
CaSO <sub>4</sub>	10764.2636	10764.2636	
		52559.5825	167759.0273
<b>JUMLAH</b>	<b>220318.6098</b>	<b>220318.6098</b>	



c. Neraca massa di rotary dryer 1

Tabel 4.4 Neraca massa di rotary dryer-01

KOMPONEN	INPUT	OUTPUT	
		TOP	BOTTOM
	Kg/jam	Kg/jam	Kg/jam
Tongkol Jagung	22679.9236		22679.9236
H <sub>2</sub> O	16129.5355	15323.0588	806.4768
C <sub>5</sub> H <sub>8</sub> O <sub>4</sub>	585.4584		585.458493
C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub>	908.8913	908.8913	
C <sub>5</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	1357.4775	1357.4775	
Ca(OH) <sub>2</sub>	134.0323		134.0322
CaSO <sub>4</sub>	10764.2636		10764.2636
<b>JUMLAH</b>	<b>52559.5825</b>	<b>17589.4277</b>	<b>22679.9236</b>

d. Neraca massa di evaporator-01

Tabel 4.5 Neraca massa di evaporator-01

KOMPONEN	INPUT	OUTPUT	
		TOP	BOTTOM
	Kg/jam	Kg/jam	Kg/jam
H <sub>2</sub> O	76963.5072	76947.3495	16.1578
C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub>	2772.2290		2772.2290
C <sub>5</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	4143.7775		4143.7775

Lanjutan Tabel 4.5

		76947.3495	6932.1642
<b>JUMLAH</b>	<b>83879.5136</b>	<b>83879.5136</b>	

e. Neraca massa di evaporator-02

Tabel 4.6 Neraca massa di evaporator-02

KOMPONEN	INPUT	OUTPUT	
		TOP	BOTTOM
	Kg/jam	Kg/jam	Kg/jam
H <sub>2</sub> O	76963.5072	76947.3495	16.1578
C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub>	2772.2290		2772.2290
C <sub>5</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	4143.7775		4143.7775
		76947.3495	6932.1642
<b>JUMLAH</b>	<b>83879.5136</b>	<b>83879.5136</b>	

f. Neraca Massa di stripper 1

Tabel 4.7 Neraca massa di stripper-01

KOMPONEN	INPUT	OUTPUT	
		DISTILAT	BOTTOM
	Kg/jam	Kg/jam	Kg/jam
H <sub>2</sub> O	32.3155	32.3155	
C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub>	5544.4579	5.5445	5538.9134

Lanjutan Tabel 4.7

$C_5H_4O_2$	8287.5549	7534.1409	753.4140
<b>JUMLAH</b>	<b>13864.3284</b>	<b>13864.3284</b>	

#### 4.4.4. Perhitungan Neraca Panas

##### a. Neraca panas di revolving reactor dan netralizer 01 – 05

Tabel 4.8 Neraca panas di revolving reactor dan netralizer 01 – 05

Jumlah Panas	Masuk	Keluar
	kcal/jam	kcal/jam
Input	164.251,6705	
Reaktan	8.331,9554	
Output		158.335,4680
Produk		14.248,1569
<b>JUMLAH</b>	<b>172.583,6249</b>	<b>172.583,6249</b>

##### b. Neraca panas di rotary drum vacuum filter-01

Tabel 4.9 Neraca panas di rotary drum vacuum filter-01

Jumlah Panas	Masuk	Keluar
	kcal/jam	kcal/jam
Input	13.912.005,4905	
Output		13.912.005,4905

Lanjutan Tabel 4.9

<b>JUMLAH</b>	<b>13.912.005,4905</b>	<b>13.912.005,4905</b>
---------------	------------------------	------------------------

## c. Neraca panas di rotary dryer-01

Tabel 4.10 Neraca panas di rotary dryer-01

<b>Jumlah Panas</b>	<b>Masuk</b>	<b>Keluar</b>
	kkal/jam	kkal/jam
Input	552.830,5738	
Reaktan	1.186.705,8496	
Output		1.542.464,5570
Produk		197.071,8599
<b>JUMLAH</b>	<b>1.739.536,4234</b>	<b>1.739.536,4234</b>

## d. Neraca panas di evaporator-01

Tabel 4.11 Neraca panas di evaporator-01

<b>Jumlah Panas</b>	<b>Masuk</b>	<b>Keluar</b>
	kkal/jam	kkal/jam
Input	3.230.313,7692	
Reaktan	3.411.315,7347	
Output		6.641.625,5018

Lanjutan Tabel 4.11

Produk		4,0021
<b>JUMLAH</b>	<b>6.641.629,5039</b>	<b>6.641.629,5039</b>

**e. Neraca panas di evaporator-02**

Tabel 4.12 Neraca panas di evaporator-02

Jumlah Panas	Masuk	Keluar
	kcal/jam	kcal/jam
Input	3.230.313,7692	
Reaktan	3.411.315,7347	
Output		6.641.625,5018
Produk		4,0021
<b>JUMLAH</b>	<b>6.641.629,5039</b>	<b>6.641.629,5039</b>

**f. Neraca panas di stripper-01**

Tabel 4.13 Neraca panas di stripper-01

Jumlah Panas	Masuk	Keluar
	kcal/jam	kcal/jam
Input	8.885.640,7850	
Output		8.885.640,7850
<b>JUMLAH</b>	<b>8.885.640,7850</b>	<b>8.885.640,7850</b>

#### 4.5. Pelayanan Teknik (Utilitas)

Salah satu faktor yang menunjang kelancaran suatu proses produksi didalam pabrik adalah penyediaan utilitas dalam pabrik *furfural* ini. Sarana penunjang merupakan sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai yang diinginkan.

Salah satu faktor yang menunjang kelancaran suatu proses produksi didalam pabrik yaitu penyediaan utilitas. Penyediaan utilitas ini meliputi:

- 1) Unit Penyediaan dan Pengolahan Air.
- 2) Unit Pembangkit Steam.
- 3) Unit Pembangkit Listrik.
- 4) Unit Penyediaan Bahan Bakar.
- 5) Unit Pengadaan Udara Tekan.
- 6) Unit Pengolahan Limbah atau Air Buangan.

##### 4.5.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

Untuk memenuhi kebutuhan air suatu pabrik pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumbernya. Dalam perancangan pabrik *furfural* ini, sumber air yang digunakan berasal dari sungai. Penggunaan air sungai sebagai sumber air dengan pertimbangan :

1. Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi, sehingga kekurangan air dapat dihindari.
2. Pengolahan air sungai relatif mudah dan sederhana serta biaya pengolahannya relatif murah.

Air yang diperlukan di lingkungan pabrik digunakan untuk:

### 1. Air pendingin

Pada umumnya air digunakan sebagai media pendingin karena faktor - faktor berikut :

- a) Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar.
- b) Mudah dalam pengolahan dan pengaturannya.
- c) Dapat menyerap jumlah panas yang relatif tinggi persatuan volume.
- d) Tidak mudah menyusut secara berarti dalam batasan dengan adanya perubahan temperatur pendingin.
- e) Tidak terdekomposisi.

### 2. Air Umpan Boiler (*Boiler Feed Water*)

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan boiler adalah sebagai berikut :

#### a. Zat - zat yang dapat menyebabkan korosi

Korosi yang terjadi dalam boiler disebabkan air mengandung larutan-larutan asam, gas - gas terlarut seperti  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2S$  dan  $NH_3$ .  $O_2$  masuk karena aerasi maupun kontak dengan udara luar.

#### b. Zat yang dapat menyebabkan kerak (*scale forming*)

Pembentukan kerak disebabkan adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam - garam karbonat dan silica.

c. Zat yang menyebabkan *foaming*

Air yang diambil kembali dari proses pemanasan bisa menyebabkan *foaming* pada boiler karena adanya zat - zat organik yang tak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terutama terjadi pada alkalitas tinggi.

3. Air sanitasi

Air sanitasi adalah air yang akan digunakan untuk keperluan sanitasi. Air ini antara lain untuk keperluan perumahan, perkantoran laboratorium, masjid. Air sanitasi harus memenuhi kualitas tertentu, yaitu:

a) Syarat fisika, meliputi:

- Suhu : dibawah suhu udara
- Warna : jernih
- Rasa : tidak berasa
- Bau : tidak berbau

b) Syarat kimia, meliputi:

- Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air.
- Tidak mengandung bakteri, terutama bakteri yang patogen.

**Unit Penyediaan dan Pengolahan Air meliputi :**

a. Clarifier

Kebutuhan air dalam suatu pabrik dapat diambil dari sumber air yang ada di sekitar pabrik dengan mengolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat untuk digunakan. Pengolahan tersebut dapat meliputi pengolahan secara fisika dan kimia, penambahan *desinfektan* maupun dengan penggunaan *ion exchanger*.



Mula-mula *raw water* diumpankan ke dalam tangki kemudian diaduk dengan putaran tinggi sambil menginjeksikan bahan-bahan kimia, yaitu:

- a)  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ , yang berfungsi sebagai flokulan
- b)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , yang berfungsi sebagai flokulan

Air baku dimasukkan ke dalam *clarifier* untuk mengendapkan lumpur dan partikel padat lainnya, dengan menginjeksikan alum ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ ), koagulan *acid* sebagai pembantu pembentukan flok dan NaOH sebagai pengatur pH. Air baku ini dimasukkan melalui bagian tengah *clarifier* dan diaduk dengan agitator. Air bersih keluar dari pinggir *clarifier* secara *overflow*, sedangkan *sludge* (flok) yang terbentuk akan mengendap secara grafitasi dan di *blowdown* secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan. Air baku yang mempunyai *turbidity* sekitar 42 ppm diharapkan setelah keluar *clarifier turbidity*nya akan turun menjadi lebih kecil dari 10 ppm.

#### b. Penyaringan

Air dari *clarifier* dimasukkan ke dalam *sand filter* untuk menahan/menyaring partikel - partikel solid yang lolos atau yang terbawa bersama air dari *clarifier*. Air keluar dari *sand filter* dengan *turbidity* kira - kira 2 ppm, dialirkan ke dalam suatu tangki penampung (*filter water reservoir*).

Air bersih ini kemudian didistribusikan ke menara air dan unit demineralisasi. *Sand filter* akan berkurang kemampuan penyaringannya. Oleh karena itu perlu diregenerasi secara periodik dengan *back washing*.

c. Demineralisasi

Untuk umpan ketel (*boiler*) dibutuhkan air murni yang memenuhi persyaratan bebas dari garam - garam murni yang terlarut. Proses demineralisasi dimaksudkan untuk menghilangkan ion - ion yang terkandung pada *filtered water* sehingga konduktivitasnya dibawah 0,3 Ohm dan kandungan silica lebih kecil dari 0,02 ppm. Unit ini berfungsi untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung dalam air seperti  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$  dan lain-lain dengan menggunakan resin. Air yang diperoleh adalah air bebas mineral yang akan diproses lebih lanjut menjadi air umpan boiler (*Boiler Feed Water*). Demineralisasi air ini diperlukan karena air umpan reboiler harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

- ◆ Tidak menimbulkan kerak pada *heat exchanger* jika steam digunakan sebagai pemanas karena hal ini akan mengakibatkan turunnya efisiensi operasi boiler atau *heat exchanger*, bahkan bisa mengakibatkan tidak beroperasi sama sekali.

- ◆ Bebas dari gas-gas yang dapat menimbulkan korosi terutama gas  $\text{O}_2$  dan  $\text{CO}_2$ .

Air diumpankan ke tangki *kation exchanger* (KEU) untuk menghilangkan kation-kation mineralnya. Kemungkinan jenis kation yang ada adalah  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ . Air yang keluar dari *kation exchanger* (KEU) kemudian diumpankan ke *anion exchanger* (AEU) untuk menghilangkan anion-anion mineralnya. Jenis anion yang ada adalah  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SiO}_3^{2-}$ . Air yang keluar dari unit ini diharapkan mempunyai pH sekitar 6,1 – 6,2 kemudian dialirkan ke unit deaerator.

Adapun tahap - tahap proses pengolahan air untuk umpan ketel adalah sebagai berikut:

a. Kation Exchanger

Kation exchanger ini berisi resin pengganti kation dimana pengganti kation - kation yang dikandung di dalam air diganti dengan ion  $H^+$  sehingga air yang akan keluar dari kation exchanger adalah air yang mengandung anion dan ion  $H^+$ .

Sehingga air yang keluar dari kation tower adalah air yang mengandung anion dan ion  $H^+$ .

Reaksi:



Dalam jangka waktu tertentu, kation resin ini akan jenuh sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan asam sulfat.

Reaksi:



b. Anion Exchanger

Anion exchanger berfungsi untuk mengikat ion - ion negatif (anion) yang terlarut dalam air, dengan resin yang bersifat basa, sehingga anion-anion seperti  $CO_3^{2-}$ ,  $Cl^-$  dan  $SO_4^{2-}$  akan membantu garam resin tersebut.

Reaksi:



Dalam waktu tertentu, anion resin ini akan jenuh, sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan larutan NaOH.

Reaksi:



c. Deaerasi

Deaerasi adalah proses pembebasan air umpan ketel dari oksigen ( $\text{O}_2$ ). Air yang telah mengalami demineralisasi (*polish water*) dipompakan kedalam *deaerator* dan diinjeksikan *Hidrazin* ( $\text{N}_2\text{H}_4$ ) untuk mengikat oksigen yang terkandung dalam air sehingga dapat mencegah terbentuknya kerak (*scale*) pada tube boiler.

Reaksi:



Air yang keluar dari *deaerator* ini di dialirkan dengan pompa sebagai air umpan *boiler* (*boiler feed water*).

d. Pendinginan dan Menara Pendingin

Air yang telah digunakan pada cooler, temperaturnya akan naik akibat perpindahan panas. Oleh karena itu, untuk digunakan kembali perlu didinginkan pada *cooling tower*. Air yang didinginkan pada *cooling tower* adalah air yang telah menjalankan tugasnya pada unit - unit pendingin di pabrik.

Kebutuhan air dapat dibagi menjadi :

a. Kebutuhan air pendingin

Tabel 4.14 Kebutuhan air pendingin

No.	Nama Alat	Jumlah kebutuhan	
		(lb/jam)	(Kg/jam)
1	Condenser 1 ( CD-01 )	3857,9036	1749,6161
2	Condenser 2 ( CD-02 )	3857,9036	1749,6161
3	Condenser 3 ( CD-03 )	178.047,7513	80.747,2795
	<b>JUMLAH</b>	<b>185.763,5584</b>	<b>84.246,5118</b>

Air pendingin 98% dimanfaatkan kembali, make up yang diperlukan 2%, sehingga :

Make up air pendingin = 2 % x 84.246,5118 kg/jam = 1.684,9302 kg/jam

Kebutuhan air secara kontinyu = 1.684,9302 kg/jam.

b. Kebutuhan air pembangkit steam.

Tabel 4.15 Kebutuhan air pembangkit steam

No.	Nama alat	Jumlah kebutuhan	
		(lb/jam)	(kg/jam)
1.	Revolving Reaktor ( RR-01-05 )	310.133,6800	140.650,1950
2.	Rotary Dryer ( RD-01 )	8.200,4413	3.719,0210
3.	Evaporator 1 (EV-01)	395.344,7533	179.294,6727
4.	Evaporator 2 (EV-02)	395.344,7533	179.294,6727
5.	Reboiler ( RB-01 )	272,6727	123,6611

Lanjutan Tabel 4.15

6.	Heat Exchanger (HE-01)	46.784,4100	21.221,2593
	<b>JUMLAH</b>	<b>1.155.890,0000</b>	<b>524.303,4819</b>

Air pembangkit *steam* 98 % dimanfaatkan kembali, *make up* yang diperlukan 2 %, sehingga ;

$$\text{Make up Steam} = 2 \% \times 524.303,4819 \text{ kg/jam} = 10.486,3078 \text{ kg/jam}$$

Kebutuhan air secara kontinyu = 10.486,307 kg/jam.

c. Kebutuhan air proses

Tabel 4.16 Kebutuhan air proses

No.	Nama alat	Jumlah kebutuhan	
		(lb/jam)	(kg/jam)
1.	Revolving Mixer 01 ( RM-01 )	29.070,1200	13.186,0021
2.	Mixer 01 ( M-01 )	15.349,0300	6.962,2091
3.	RDVF 01 ( RDVF-01 )	75.317,9300	34.163,6780
	<b>JUMLAH</b>	<b>119.737,1000</b>	<b>54.311,8893</b>

d. Air untuk keperluan perkantoran dan pabrik

Tabel 4.17 Kebutuhan air untuk perkantoran dan pabrik

No.	Penggunaan	Jumlah kebutuhan	
		(lb/jam)	(kg/jam)
1.	Rumah Tangga Karyawan	740,8800	336
2.	Laboratorium	220,5000	100

Lanjutan Tabel 4.17

3.	Poliklinik	220,5000	100
4.	Kantin, mushola, kebun, dll	661,5000	300
	<b>JUMLAH</b>	<b>1.843,3800</b>	<b>836</b>

#### 4.5.2. Unit Pembangkit *Steam*

Unit ini bertujuan untuk mencukupi kebutuhan *steam* pada proses produksi, yaitu dengan menyediakan ketel uap (*boiler*) dengan spesifikasi:

Kapasitas : 2.306,935 kg/jam

Tekanan : 1,2 atm

Jenis : *Fire Tube Boiler*

Jumlah : 5 buah

Kebutuhan *steam* pada pabrik *furfural* digunakan untuk alat-alat penukar panas. Untuk memenuhi kebutuhan ini digunakan Boiler dengan jenis *boiling feed water boiler* pipa api (*fire tube boiler*), karena memiliki kelebihan sebagai berikut:

- Air umpan tidak perlu terlalu bersih karena berada di luar pipa.
- Tidak memerlukan *flute* tebal untuk *shell*, sehingga harganya lebih murah
- Tidak memerlukan tembok dan batu tahan api
- Pemasangannya murah.
- Memerlukan ruang dengan ketinggian yang rendah
- Beroperasi dengan baik pada beban yang naik turun

Boiler tersebut dilengkapi dengan sebuah unit *economizer safety valve system* dan pengaman-pengaman yang bekerja secara otomatis.

Air dari *water treatment plant* yang akan digunakan sebagai umpan boiler terlebih dahulu diatur kadar silica, O<sub>2</sub>, Ca, Mg yang mungkin masih terikut, dengan jalan menambahkan bahan-bahan kimia ke dalam boiler *feed water tank*. Selain itu juga perlu diatur pH nya yaitu sekitar 10,5 – 11,5 karena pada pH yang terlalu tinggi korosifitasnya tinggi.

Sebelum masuk ke boiler, umpan dimasukkan dahulu ke dalam *economizer*, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran minyak residu yang keluar dari boiler. Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 100 -140 °C, kemudian diumpankan ke boiler.

Di dalam boiler, api yang keluar dari alat pembakaran (*burner*) bertugas untuk memanaskan lorong api dan pipa-pipa api. Gas sisa pembakaran ini masuk ke *economizer* sebelum dibuang melalui cerobong asap, sehingga air di dalam boiler menyerap panas dari dinding-dinding dan pipa-pipa api maka air menjadi mendidih. Uap air yang terbentuk terkumpul sampai mencapai tekanan 10 bar, baru kemudian dialirkan ke *steam header* untuk didistribusikan ke area-area proses.

#### 4.5.3. Unit Pembangkit Listrik

Kebutuhan listrik pada pabrik ini dipenuhi oleh 2 sumber, yaitu PLN dan *generator diesel*. Selain sebagai tenaga cadangan apabila PLN mengalami gangguan, diesel juga dimanfaatkan untuk menggerakkan power-power yang dinilai penting antara lain *boiler*, kompressor, pompa, dan *cooling tower*.

Spesifikasi diesel yang digunakan adalah :



- Kapasitas : 7.000 KWatt
- Jenis : *Generator Diesel*
- Jumlah : 5 buah

Prinsip kerja dari generator diesel ini adalah solar dan udara yang terbakar secara kompresi akan menghasilkan panas. Panas ini digunakan untuk memutar poros engkol sehingga dapat menghidupkan generator yang mampu menghasilkan tenaga listrik. Listrik ini didistribusikan ke panel yang selanjutnya akan dialirkan ke unit pemakai. Pada operasi sehari-hari digunakan tenaga listrik untuk penerangan dan diesel untuk penggerak alat proses. Tetapi apabila listrik padam, operasinya akan menggunakan tenaga listrik dari diesel 100 %.

Kebutuhan listrik dapat dibagi menjadi :

a. Listrik untuk keperluan proses.

- ◆ Peralatan proses

Tabel 4.18 Kebutuhan listrik alat proses.

No.	Nama alat	Kode alat	Jumlah	Total Power (Hp)
1.	Pompa- 01	P -01	1	3
2.	Pompa- 02	P -02	1	1
3.	Pompa- 03	P -03	1	1
4.	Pompa- 04	P -04	1	3
5.	Pompa- 05	P -05	1	2
6.	Pompa- 06	P -06	2	76
7.	Pompa- 07	P -07	1	3
8.	Pompa- 08	P -08	1	3

Lanjutan Tabel 4.18

9.	Pompa- 09	P -09	1	3
10.	Pompa- 10	P -10	1	1
11.	Pompa- 11	P -11	1	1
12.	Pompa- 12	P -12	1	1
13.	Pompa- 13	P -13	1	1
14.	Pompa- 14	P -14	1	1
15.	Crusher roll	CR-01	10	10
16.	Belt conveyor	BC - 01	1	15
17.	Bucket elevator	BE - 01	1	108
18.	Mixer -01	M -01	1	1.100
19.	Mixer -02	M -02	1	9
20.	Reaktor -01	RR -01	5	10.284
21.	R.D.vacuum filter	RDVF-01	1	2.658
22.	Rotary Dryer	RD-01	1	205
23.	Blower	BL-01	1	0,125
<b>JUMLAH</b>			<b>14.489,0589</b>	

Kebutuhan listrik untuk peralatan proses = 14.489,0589 Hp

◆ Peralatan utilitas

Tabel 4.19 Kebutuhan listrik untuk utilitas

No.	Nama alat	Kode alat	Jumlah	Power (Hp)
1.	Pompa- 01	PU -01	1	44
2.	Pompa- 02	PU -02	1	25
3.	Pompa- 03	PU -03	1	57
4.	Pompa- 04	PU -04	1	21
5.	Pompa- 05	PU -05	1	13
6.	Pompa- 06	PU -06	1	21
7.	Pompa- 07	PU -07	1	1
8.	Pompa- 08	PU -08	1	1
9.	Pompa- 09	PU -09	1	2
10.	Pompa- 10	PU -10	1	2
11.	Pompa- 11	PU -11	1	1
12.	Pompa- 12	PU -12	1	1
13.	Pompa- 13	PU -13	1	6
14.	Pompa- 14	PU -14	1	3
15.	Pompa- 15	PU -15	1	19
16.	Pompa- 16	PU -16	1	26
17.	Pompa- 17	PU -17	1	405
18.	Pompa- 18	PU -18	1	1
19.	Pompa- 19	PU -19	1	7

Lanjutan Tabel 4.19

20.	<i>Flokulator</i>	BF-01	1	210
21.	<i>Claifier</i>	CLU-01	1	555
22.	<i>Klarinator</i>	TU-01	1	0,006
23.	<i>Cooling tower</i>	CTU-01	1	1
24.	<i>Blower</i>	BL-01	1	20
25.	<i>Blower</i>	BL-02	1	0,5
26.	<i>Compressor</i>	C-01	1	6
<b>JUMLAH</b>				<b>12.482,6727</b>

Kebutuhan listrik untuk utilitas = 12.482,6727 Hp

Total kebutuhan listrik untuk keperluan proses

14.489,0589 Hp + 12.482,6727 Hp = 26.971,7316 Hp

Diambil angka keamanan 10 % = 29.668,9047 Hp

b. Listrik untuk keperluan alat kontrol dan penerangan

- ◆ Alat kontrol diperkirakan sebesar 5 % dari kebutuhan listrik untuk alat proses dan utilitas, yaitu = 1.483,4452 Hp

- ◆ Laboratorium, rumah tangga, perkantoran dan lain-lain diperkirakan 25 % dari kebutuhan listrik untuk alat proses dan utilitas, yaitu = 7.417,2262 Hp

Secara keseluruhan kebutuhan listrik sebesar = 38.569,5761 Hp

Jika faktor daya 80 %, maka total kebutuhan listrik = 48.211,9702 Hp

= 35.917,9178 kW

#### 4.5.4. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan pada generator dan boiler. Bahan bakar yang digunakan untuk generator adalah solar *Industrial Diesel Oil* (IDO) yang diperoleh dari PT. Pertamina. Sedangkan bahan bakar yang dipakai pada boiler adalah *Fuel Oil* yang juga diperoleh dari PT. Pertamina.

❖ Bahan bakar untuk *boiler*

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan fuel oil} &= 891,3632 \text{ kg/jam} \\ &= 0,9189 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

❖ Bahan bakar untuk *generator*

Untuk menjalankan *generator* cadangan digunakan bahan bakar:

Jenis bahan bakar = Solar

Kebutuhan bahan bakar = 4.056,6212 kg/jam

= 4,1821 m<sup>3</sup>/jam

#### 4.5.5. Unit Penyediaan Udara Tekan

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*. Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 500 kg/jam.

#### 4.5.6. Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan dari pabrik *furfural* dapat diklasifikasikan menjadi dua:

1. Bahan buangan cair.

Buangan cairan dapat berupa:

- a. Air buangan yang mengandung zat *organik*
- b. Buangan air *domestik*.
- c. *Back wash filter*, air berminyak dari pompa
- d. *Blow down cooling water*

Air buangan domestik berasal dari toilet di sekitar pabrik dan perkantoran.

Air tersebut dikumpulkan dan diolah dalam unit stabilisasi dengan menggunakan lumpur aktif, *aerasi* dan *injeksi gas klorin*.

2. Bahan buangan padat berupa lumpur dari proses pengolahan air.

Untuk menghindari pencemaran dari bahan buangan padat maka dilakukan penanganan terhadap bahan buangan tersebut dengan cara membuat unit pembuangan limbah yang aman bagi lingkungan sekitar. Untuk limbah hasil sisa tongkol jagung diolah menjadi karbon aktif dengan cara di campur asam, dipanaskan hingga 100 °C, kemudian dicuci dengan air dan dikeringkan. Karbon aktif dapat digunakan pada unit utilitas.

#### 4.5.7. Spesifikasi Alat-Alat Utilitas

1. **Bak Pengendap Awal (BU-01)**

Fungsi : Menampung dan menyediakan air serta  
mengendapkan kotoran.

Kapasitas : 769,1455 m<sup>3</sup>

Jenis : Bak persegi yang diperkuat beton bertulang.

Dimensi :

a. Tinggi = 9,8698 m

b. Lebar = 19,7395 m

c. Panjang = 19,7395 m

Harga : Rp 471.190.101,38

## 2. Bak Flokulator (BF)

Fungsi : Mengendapkan kotoran yang berupa dispersi koloid dalam air dengan menambahkan koagulan.

Kapasitas : 128,5396 m<sup>3</sup>

Jenis : Bak silinder tegak.

Dimensi :

a. Tinggi = 5,479 m

b. Diameter = 5,479 m

Jenis Pengaduk : Six blade Turbine with disk and 4 baffle

Power pengaduk : 210 Hp

Harga : \$ 118.925,96

## 3. Clarifier (CLU)

Fungsi : Menampung sementara air yang mengalami fluktuasi dan memisahkan flok dari air.

Jenis : Bak silinder tegak dengan *bottom* kerucut.

Kapasitas : 3084,9505 m<sup>3</sup>

Waktu pengendapan : 4 jam.

Dimensi :

a. Diameter = 18,0967 m

b. Tinggi Clarifiers = 12 m

Harga : \$ 589.763,13

#### 4. Bak Penampung Sementara (BU-02)

Fungsi : Menampung Sementara Raw Water yang telah di hilangkan suspended solid-nya.

Jenis : Bak persegi yang diperkuat beton bertulang dan dilapisi porselen.

Kapasitas : 385,6188 m<sup>3</sup>

Waktu tinggal : 30 menit

Dimensi :

a. Tinggi : 4,5853 m

b. Panjang : 9,1706 m

c. Lebar : 9,1706 m

Harga : Rp 118.569.786,37



### 5. *Sand Filter (SF)*

**Fungsi** : Menyaring sisa-sisa kotoran yang masih terdapat dalam air terutama kotoran berukuran kecil yang tidak dapat mengendap di dalam clarifier.

**Jenis** : Bak empat persegi panjang dengan saringan pasir.

**Kapasitas** : 257,0792 m<sup>3</sup>

**Debit aliran** : 67.920,8416 gph

**Tinggi** : 6,4807 m

**Tinggi lapisan pasir** : 0,635 m

**Panjang** : 6,4807 m

**Lebar** : 7,3203 m

**Ukuran pasir rata-rata** : 28 mesh

**Jumlah** : 1

**Harga** : Rp 166.260,21

### 6. **Bak Penampung sementara air bersih (BU-03)**

**Fungsi** : Menampung air bersih yang keluar dari bak saringan pasir.

**Jenis** : Bak empat persegi panjang beton bertulang

**Volume** : 9,1706 m<sup>3</sup>

**Panjang** : 13,6342 m

**Tinggi** : 4,5853 m

**Lebar** : 9,1706 m

Jumlah : 1  
 Harga : Rp 118.569.786,37

**7. Bak Sirkulasi Air Pendingin (BU-04)**

Fungsi : Menampung Sementara air pendingin yang disirkulasi sebelum di recovery di Cooling Water.  
 Jenis : Bak empat persegi panjang beton bertulang  
 Volume : 90,9997 m<sup>3</sup>  
 Tinggi : 1,7850 m  
 Panjang : 5,3550 m  
 Lebar : 5,3550 m  
 Jumlah : 1  
 Harga : Rp 130.922.7155,33

**8. Bak Air Pendingin dan Proses (BU-05)**

Fungsi : Menampung air proses dari bak penampung air bersih.  
 Jenis : Bak empat persegi panjang  
 Volume : 364,5740 m<sup>3</sup>  
 Tinggi : 2,8350 m  
 Panjang : 11,3401 m  
 Lebar : 11,3401 m  
 Bahan : Bahan beton bertulang

Jumlah : 2  
 Harga : Rp 301.066.526,63

**9 . Bak Distribusi (BU-06)**

Fungsi : Menampung air bersih untuk keperluan kantor dan rumah tangga.

Jenis : Bak empat persegi panjang beton bertulang.

Volume : 4,6072 m<sup>3</sup>

Tinggi : 2,6414 m

Panjang : 1,3207 m

Lebar : 1,3207 m

Jumlah : 1

Harga : Rp 8.322.615,67

**10 . Cooling Tower**

Fungsi : Me-recovery air pendingin sirkulasi dari suhu 40 oC menjadi 30 oC

Jenis : Induced Draft Cooling Tower dengan Bahan Isian Berl Saddle 1 in

Kapasitas : 18,1999 m<sup>3</sup>/jam

Tinggi : 1,6695 m

Ground area : 15,2215 m<sup>2</sup>

Diameter : 1,3011 m

Jumlah : 5 buah  
 Harga : \$ 37.338,26

#### 11 . *Cation Exchanger (CEU)*

Fungsi : Menurunkan kesadahan air umpan boiler yang disebabkan oleh kation-kation seperti Ca dan

Mg.

Jenis : Silinder tegak (Down Flow Cation Exchanger)

Volume : 12,5833 m<sup>3</sup>

Waktu oprasi : 22 jam

Luas tampang : 1,7159 m<sup>2</sup>

Diameter : 1.4785 m

Jumlah : 1

Harga : \$ 1.364,98

#### 12 . *Anion Exchanger (AEU)*

Fungsi : Menurunkan kesadahan air umpan boiler yang disebabkan oleh anion-anion seperti Cl, SO<sub>4</sub>, dan NO<sub>3</sub>.

Jenis : Silinder tegak (Down Flow Anion Exchanger)

Volume : 12,5833 m<sup>3</sup>

Luas tampang : 1,0295 m

Diameter : 1.1452 m

Jumlah : 1  
 Harga : \$ 1.364,98

**13. Deaerator (DAU)**

Fungsi : Membebaskan gas CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> dari air yang telah dilunakkan dalam anion dan kation exchanger dengan larutan Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> dan larutan NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O

Jenis : Bak Silinder tegak (Cold Water Vacuum Deaerator)

Volume : 12,5833 m<sup>3</sup>

Luas tampang kolom : 5,1476 m

Diameter : 2,5608 m

Jumlah : 1

Harga : \$ 64.209,70

**14. Tangki Klorinator (TU-01)**

Fungsi : Tempat klorinasi dengan maksud membunuh bakteri yang dipergunakan untuk keperluan kantor dan rumah tangga

Jenis : Tangki Silinder tegak

Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA 285 Grade C*

Volume : 836 m<sup>3</sup>

Tinggi	: 0,8708 m
Diameter	: 0,5805 m
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 3.649,35

**15. Tangki Umpan Boiler (TU-02)**

Fungsi	: Menampung umpan boiler sebanyak 524.303.4819 kg/jam
Jenis	: Tangki Silinder tegak
Volume	: 577,8896 m <sup>3</sup>
Tinggi	: 7,4536 m
Diameter	: 4,9691 m
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 8.560,97

**16. Tangki Bahan Bakar (TU-03)**

Fungsi	: Menyimpan bahan bakar yang digunakan untuk menggerakkan generator selama 14 hari
Jenis	: Tangki Silinder tegak
Bahan konstruksi	: <i>Carbon Steel SA 285 Grade C</i>
Volume	: 627,0302 m <sup>3</sup>
Tinggi	: 4,8250 m
Diameter	: 12,8666 m

Jumlah : 1  
 Harga : \$ 130.518,02

**17. Tangki Larutan Tawas (TU-04)**

Fungsi : Membuat larutan tawas sebagai koagulan  
 Jenis : Tangki Silinder tegak  
 Kebutuhan tawas : 427,9928 kg/jam  
 Volume : 236,4601 m<sup>3</sup>  
 Tinggi : 8,7840 m  
 Diameter : 5,8560 m  
 Jumlah : 1  
 Harga : \$ 74.314,19

**18. Tangki Larutan Ca(OH)<sub>2</sub> (TU-05)**

Fungsi : Membuat larutan Ca(OH)<sub>2</sub> sebagai koagulan  
 Jenis : Tangki Silinder tegak  
 Kebutuhan Ca(OH)<sub>2</sub> : 427,9928 kg/jam  
 Volume : 236,4601 m<sup>3</sup>  
 Tinggi : 8,7840 m  
 Diameter : 5,8560 m  
 Jumlah : 1  
 Harga : \$ 74.314,19

**19. Tangki Larutan Kaporit (TU-06)**

Fungsi : Membuat larutan desinfektan dari Bahan kaporit untuk air yang akan digunakan di kantor dan rumah tangga

Jenis : Tangki Silinder tegak

Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA 285 Grade C*

Kadar Clorine dalam kaporit : 75 %

Kebutuhan kaporit : 0,0418 kg/jam

Volume : 0,0231 m<sup>3</sup>

Tinggi : 0,4045 m

Diameter : 0,2697 m

Jumlah : 1

Harga : \$ 94,03

**20. Tangki Larutan NaCl (TU-07)**

Fungsi : Membuat larutan NaCl jenuh yang akan digunakan untuk meregenerasi kation exchanger.

Jenis : Tangki Silinder tegak

Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA 285 Grade C*

Kebutuhan NaCL : 2,4085 kg/jam

Volume : 2,6613 m<sup>3</sup>

Tinggi : 1,9685 m



Diameter	: 1,3123 m
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 5.033,54

**21. Tangki Pelarut NaOH (TU-08)**

Fungsi	: Membuat larutan NaOH jenuh yang akan digunakan untuk meregenerasi anion exchanger.
Jenis	: Tangki Silinder tegak
Bahan konstruksi	: <i>Carbon Steel SA 285 Grade C</i>
Kebutuhan NaOH	: 5,7804 kg/jam
Volume	: 0,2219 m <sup>3</sup>
Tinggi	: 0,6563 m
Diameter	: 2,6356 m
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 8.511,45

**22. Tangki Penampung N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> (TU-09)**

Fungsi	: Melarutkan Na <sub>2</sub> H <sub>4</sub> yang berfungsi mencegah kerak dalam alat proses
Jenis	: Tangki Silinder tegak
Kebutuhan Na <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	: 0,3146 kg/jam
Volume	: 5,4360 m <sup>3</sup>

Tinggi	: 1,9061 m
Diameter	: 1,9061 m
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 7.702,36

**23. Tangki Pelarut Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (TU-10)**

Fungsi	: Melarutkan Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> yang berfungsi mencegah kerak dalam alat proses
Jenis	: Tangki Silinder tegak
Kebutuhan Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	: 0,3146 kg/jam
Volume	: 5,4360 m <sup>3</sup>
Tinggi	: 1,9061 m
Diameter	: 1,9061 m
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 7.702,36

**24. Tangki Penampung Kondensat (TU-11)**

Fungsi	: Menampung kondensat dari alat proses sebelum di sirkulasi menuju tangki umpan boiler.
Jenis	: Tangki Silinder tegak
Volume	: 17,0586 m <sup>3</sup>
Tinggi	: 2,9490 m
Diameter	: 2,9490 m

Jumlah : 1  
 Harga : \$ 16.896,83

**25. Boiler (BLU)**

Fungsi : Memproduksi steam pada suhu 212 °C.  
 Jenis : Fire tube boiler  
 Kebutuhan steam : 524.303,4819 kg/jam  
 Luas tranfer panas : 43,4560 m<sup>2</sup>  
 Jumlah tube : 2.169 buah  
 Jumlah : 1  
 Harga : \$ 480.426,52

**26. Blower (BWU-01)**

Fungsi : Mengalirkan udara segar ke dalam Boiler (BLU)  
 Jenis : *Centrifugal Blower*  
 Kebutuhan udara : 13.934,4467 kg/jam  
 Kapasitas : 0,6601 m<sup>3</sup>/detik  
 Power motor : 4 HP  
 Jumlah : 5  
 Harga : \$ 4.400,69

Power	: 6.607,2 kW
Jumlah minyak	: 3.731,1247 kg.jam
Jumlah	: 5
Harga	: \$ 432.722,62

**30. Pompa Utilitas – 01 (PU-01)**

Fungsi	: Mengalirkan air dari sungai ke dalam bak pengendap awal (BU-01) sebanyak 698.629,3504 kg/jam
Jenis	: Single stage centrifugal pump
Tipe	: Mixed Flow Impeller
Bahan konstruksi	: <i>Commercial steel</i>
Kapasitas	: 698.629,3504 kg/jam
Kecepatan linier	: 2.562,9008 gpm
Head pompa	: 9,9470 m
Tenaga pompa	: 35,1614 Hp
Tenaga motor	: 44 Hp
Putaran standar	: 3.500 rpm
Putaran spesifik	: 12.977,0138 rpm
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 20.500,77

**31. Pompa Utilitas – 02 (PU-02)**

Fungsi : Mengalirkan air dari bak pengendap awal (BU-01) kedalam bak flokulator (BF) sebanyak 698.629,3504 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump single stage

Tipe : Mixed Flow Impeller

Bahan konstruksi : *Commercial steel*

Kapasitas : 698.629,3504 kg/jam

Kecepatan linier : 2.562,9008 gpm

Head pompa : 5,0171 m

Tenaga pompa : 17,7351 Hp

Tenaga motor : 25 Hp

Putaran standar : 3.500 rpm

Putaran spesifik : 21.681,8722 rpm

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 20.500,77

**32. Pompa Utilitas – 03 (PU-03)**

Fungsi : Mengalirkan air dari bak flokulator (BF) kedalam clarifer (CLU) sebanyak 698.629,3504 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump single stage

Tipe : Axial Flow Impeller

Bahan konstruksi	: <i>Commercial steel</i>
Kapasitas	: 698.629,3504 kg/jam
Kecepatan linier	: 2.562,9008 gpm
Head pompa	: 11,5464 m
Tenaga pompa	: 40,8146 Hp
Tenaga motor	: 57 Hp
Putaran standar	: 3.500 rpm
Putaran spesifik	: 11.604,0864 rpm
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 20.500,77

**33. Pompa Utilitas – 04 (PU-04)**

Fungsi	: Mengalirkan air dari bak clarifer (CLU) ke dalam bak penampung sementara (BU-02) sebanyak 698.629,3504 kg/jam
Jenis	: Centrifugal pump single stage
Tipe	: Axial Flow Impeller
Bahan konstruksi	: <i>Commercial steel</i>
Kapasitas	: 698.629,3504 kg/jam
Kecepatan linier	: 2.562,9008 gpm
Head pompa	: 4,1317 m
Tenaga pompa	: 14,6047 Hp
Tenaga motor	: 21 Hp

Putaran standar	: 3.500 rpm
Putaran spesifik	: 25.081,4161 rpm
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 20.500,77

#### 34. Pompa Utilitas – 05 (PU-05)

Fungsi	: Mengalirkan air pencuci bak pasir dari bak penampung sementara (BU-02) menuju saringan pasir (FU) sebanyak 698.629,3504 kg/jam
Jenis	: Centrifugal pump single stage
Tipe	: Mixed Flow Impeller
Bahan konstruksi	: <i>Commercial steel</i>
Kapasitas	: 698.629,3504 kg/jam
Kecepatan linier	: 2.562,9008 gpm
Head pompa	: 2,6329 ft
Tenaga pompa	: 9,3068 Hp
Tenaga motor	: 13 Hp
Putaran standar	: 3.500 rpm
Putaran spesifik	: 35.165,9040 rpm
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 20.500,77

**35. Pompa Utilitas – 06 (PU-06)**

Fungsi : Mengalirkan air dari sand filter (FU) ke bak penampung sementara (BU-03) sebanyak 698.629,3504 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump single stage

Tipe : Mixed Flow Impeller

Bahan konstruksi : Commercial steel

Kapasitas : 698.629,3504 kg/jam

Kecepatan linier : 2.562,9008 gpm

Head pompa : 4,1317 m

Tenaga pompa : 14,6760 Hp

Tenaga motor : 21 Hp

Putaran standar : 3.500 rpm

Putaran spesifik : 25.081,4161 rpm

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 20.500,77

**36. Pompa Utilitas – 07 (PU-07)**

Fungsi : Mengalirkan air dari bak penampung sementara (BU-03) menuju bak sirkulasi air pendingin (BU-04) sebanyak 84.246,5118 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump single stage

Tipe : Mixed Flow Impeller



Putaran standar	: 3.500 rpm
Putaran spesifik	: 21.492,3849 rpm
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 12.128,73

**38. Pompa Utilitas – 09 (PU-09)**

Fungsi	: Mengalirkan air pendingin bebas dari cooling tower (CTU) kedalam bak penampung air pendingin (BU-05) sebanyak 84.246,5118 kg/jam
Jenis	: Centrifugal pump single stage
Tipe	: Mixed Flow Impeller
Bahan konstruksi	: <i>Commercial steel</i>
Kapasitas	: 84.246,5118 kg/jam
Kecepatan linier	: 309,0558 gpm
Head pompa	: 7,7978 ft
Tenaga pompa	: 1,0131 Hp
Tenaga motor	: 2 Hp
Putaran standar	: 3.500 rpm
Putaran spesifik	: 13.185,8919 rpm
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 12.128,73



**39. Pompa Utilitas – 10 (PU-10)**

Fungsi	: Mengalirkan air dari bak air pendingin (BU-05) menuju kebutuhan air pendingin sebanyak 84.246,511 kg/jam
Jenis	: Centrifugal pump single stage
Tipe	: Mixed Flow Impeller
Bahan konstruksi	: <i>Commercial steel</i>
Kapasitas	: 84.246,511 kg/jam
Kecepatan linier	: 309,0558 gpm
Head pompa	: 8,0586 ft
Tenaga pompa	: 1,1250 Hp
Tenaga motor	: 2 Hp
Putaran standar	: 3.500 rpm
Putaran spesifik	: 12.189,9455 rpm
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 12.128,73

**40. Pompa Utilitas – 11 (PU-11)**

Fungsi	: Mengalirkan air dari bak penampung sementara (BU-03) menuju tangki klorinator (TU-01) sebanyak 836 kg/jam
Jenis	: Centrifugal pump single stage
Tipe	: Mixed Flow Impeller

Bahan konstruksi	: <i>Commercial steel</i>
Kapasitas	: 836 kg/jam
Kecepatan linier	: 3,0068 gpm
Head pompa	: 7,6628 ft
Tenaga pompa	: 0,099 Hp
Tenaga motor	: 1 Hp
Putaran standar	: 3.500 rpm
Putaran spesifik	: 1.330,8329 rpm
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 2.898,02

**41. Pompa Utilitas – 12 (PU-12)**

Fungsi	: Mengalirkan air dari tangki klarinator (TU-01) menuju bak penampung sementara (BU-06) sebanyak 836 kg/jam
Jenis	: Centrifugal pump single stage
Tipe	: Mixed Flow Impeller
Bahan konstruksi	: <i>Commercial steel</i>
Kapasitas	: 836 kg/jam
Kecepatan linier	: 3,0068 gpm
Head pompa	: 8,9595 ft
Tenaga pompa	: 0,0116 Hp
Tenaga motor	: 1 Hp

Putaran standar	: 3.500 rpm
Putaran spesifik	: 1.183,5926 rpm
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 2.898,02

#### 42. Pompa Utilitas – 13 (PU-13)

Fungsi	: Mengalirkan air dari bak penampung sementara (BU-03) ke kation exchanger (CEU) sebanyak 524.303,4819 kg/jam
Jenis	: Centrifugal pump single stage
Tipe	: Mixed Flow Impeller
Bahan konstruksi	: <i>Commercial steel</i>
Kapasitas	: 524.303,4819 kg/jam
Kecepatan linier	: 1.923,3916 gpm
Head pompa	: 5,0679 ft
Tenaga pompa	: 4,0978 Hp
Tenaga motor	: 6 Hp
Putaran standar	: 3.500 rpm
Putaran spesifik	: 45.444,2962 rpm
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 19.105,43

**43. Pompa Utilitas – 14 (PU-14)**

Fungsi	: Mengalirkan air dari kation exchanger (CEU) menuju anion exchanger (AEU) sebanyak 524.303,4819 kg/jam
Jenis	: Centrifugal pump single stage
Tipe	: Mixed Flow Impeller
Bahan konstruksi	: <i>Commercial steel</i>
Kapasitas	: 524.303,4819 kg/jam
Kecepatan linier	: 1923,3916 gpm
Head pompa	: 2,4394 ft
Tenaga pompa	: 1,9725 Hp
Tenaga motor	: 3 Hp
Putaran standar	: 3.500 rpm
Putaran spesifik	: 78.638,7696 rpm
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 19.105,43

**44. Pompa Utilitas – 15 (PU-15)**

Fungsi	: Mengalirkan air dari anion exchanger (AEU) menuju deaerator (DAU) sebanyak 524.303,4819 kg/jam
Jenis	: Centrifugal pump single stage
Tipe	: Radial Flow Impeller

Bahan konstruksi	: <i>Commercial steel</i>
Kapasitas	: 524.303,4819 kg/jam
Kecepatan linier	: 1.923,3916 gpm
Head pompa	: 16,1794 ft
Tenaga pompa	: 13,0822 Hp
Tenaga motor	: 19 Hp
Putaran standar	: 3,500 rpm
Putaran spesifik	: 19,027,4872 rpm
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 19.105,43

**45. Pompa Utilitas – 16 (PU-16)**

Fungsi	: Mengalirkan air dari deaerator (DAU) menuju <i>boiler feed water tank</i> (TU-02) sebanyak 524.303,4819 kg/jam
Jenis	: Centrifugal pump single stage
Tipe	: Radial Flow Impeller
Bahan konstruksi	: <i>Commercial steel</i>
Kapasitas	: 524.303,4819 kg/jam
Kecepatan linier	: 1.923,3916 gpm
Head pompa	: 22,9537 ft
Tenaga pompa	: 18,5598 Hp
Tenaga motor	: 26 Hp

Putaran standar	: 3.500 rpm
Putaran spesifik	: 14.652,0149 rpm
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 19.105,43

**46. Pompa Utilitas – 17 (PU-17)**

Fungsi	: Mengalirkan air dari <i>boiler feed water tank</i> (TU-02) menuju <i>boiler</i> (BLU) sebanyak 524.303,4819 kg/jam
Jenis	: Centrifugal pump single stage
Tipe	: Radial Flow Impeller
Bahan konstruksi	: <i>Commercial steel</i>
Kapasitas	: 524.303,4819 kg/jam
Kecepatan linier	: 1.923,3916 gpm
Head pompa	: 36,0098 ft
Tenaga pompa	: 404,2988 Hp
Tenaga motor	: 405 Hp
Putaran standar	: 3.500 rpm
Putaran spesifik	: 1.857,2320 rpm
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 19.105,43

**47. Pompa Utilitas – 18 (PU-18)**

Fungsi	: Mengalirkan bahan bakar dari tangki bahan bakar (TU-03) menuju boiler (BLU) sebanyak 928,9631 kg/jam
Jenis	: Centrifugal pump single stage
Tipe	: Radial Flow Impeller
Bahan konstruksi	: Commercial steel
Kapasitas	: 928,9631 kg/jam
Kecepatan linier	: 5,5133 gpm
Head pompa	: 364,4726 ft
Tenaga pompa	: 0,5222 Hp
Tenaga motor	: 1 Hp
Putaran standar	: 3.500 rpm
Putaran spesifik	: 7,8457 rpm
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 2.898,02

**48. Pompa Utilitas – 19 (PU-19)**

Fungsi	: Mengalirkan air bak penampung sementara (BU-03) menuju ke kebutuhan proses pabrik sebanyak 542.303,4819 kg/jam
Jenis	: Centrifugal pump single stage
Tipe	: Radial Flow Impeller



Bahan konstruksi	: <i>Commercial steel</i>
Kapasitas	: 542.303,4819 kg/jam
Kecepatan linier	: 1.923,3916 gpm
Head pompa	: 5,3862 ft
Tenaga pompa	: 4,3552 Hp
Tenaga motor	: 7 Hp
Putaran standar	: 3.500 rpm
Putaran spesifik	: 43.414,9981 rpm
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 19.105,43

#### 4.5.7 Laboratorium

##### a. Kegunaan Laboratorium

Laboratorium merupakan bagian yang sangat penting dalam menunjang kelancaran proses produksi dan menjaga mutu produk. Sedangkan fungsinya yang lain adalah untuk pengendalian terhadap pencemaran lingkungan, baik pencemaran udara maupun pencemaran air.

Laboratorium kimia merupakan sarana untuk mengadakan penelitian mengenai bahan baku, proses maupun produksi. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan dan menjaga kualitas mutu produksi perusahaan. Analisa yang dilakukan dalam rangka pengendalian mutu meliputi analisa bahan baku dan bahan pembantu, analisa proses dan analisa kualitas produk.