



BAB VII UTILITAS

Dalam sebuah pabrik, utilitas merupakan unit penyedia bahan maupun Tenaga pembantu, sehingga membantu kelancaran operasi pabrik tersebut. Utilitas yang terdapat dalam pabrik ini terdiri atas :

1. Unit Pengolahan Air

Unit ini berfungsi sebagai penyedia kebutuhan air pendingin, air proses, air sanitasi, dan air pengisi boiler.

2. Unit Pembangkit *Steam*

Unit ini berfungsi sebagai penyedia kebutuhan *steam* pada proses evaporasi pemanasan, dan supply pembangkit tenaga listrik.

3. Unit Pembangkit Tenaga Listrik

Unit ini berfungsi sebagai penyedia kebutuhan listrik bagi alat bangunan, jalan raya dan lain sebagainya.

4. Unit Bahan Bakar

Unit ini berfungsi sebagai penyedia kebutuhan bahan bakar bagi alat-alat, dari generator, boiler, dan sebagainya.

5. Unit Pengolahan Limbah

Unit ini berfungsi sebagai pengolahan limbah pabrik cair, padat maupun gas psoses.

VII. 1. UNIT PENYEDIAAN STEAM

Unit Penyedia steam berfungsi untuk menyediakan kebutuhan steam yang digunakan sebagai media pemanas pada reaktor. Jumlah steam yang dibutuhkan untuk proses pembuatan amonium nitrat adalah :

1.	Steam HE asam nitrat	=	1864,0518	kg/jam
2.	Steam HE amonia	=	225,277498	kg/jam
3.	Steam evaporator	=	1331,6380	kg/jam
4.	Heater udara	=	5801,6177	kg/jam
5.	Steam Jet Ejector	=	201,454391	kg/jam
	TOTAL	=	9424,0394	kg/jam

Total Kebutuhan Steam	=	9424,0394	kg/jam
	=	20776,42572	lb/jam

Untuk Faktor Keamanan digunakan 20%

Untuk faktor keamanan dari kebocoran-kebocoran yang terjadi, maka direncanakan steam yang 20% lebih besar dari kebutuhan steam total :

Total Steam	=	1,2	x	20776,42572
	=	24931,7109	lb/jam	



Untuk Menghitung Kebutuhan Bahan Bakar

$$m_f = \frac{m_s (h_v - h_f)}{e_b \cdot F} \quad X \quad 100 \quad (\text{Severn, W.H, hal. 142})$$

dimana :

m_f = massa bahan bakar yang dipakai, lb/jam

m_s = massa steam yang dihasilkan, lb/jam

h_v = enthalpy uap yang dihasilkan, BTU/lb

h_f = enthalpy liquida masuk, BTU/lb.

e_b = efisiensi boiler 85-92% ditetapkan $e_b = 92 \%$
 [Severn, W.H, hal. 142]

F = nilai kalor bahan bakar, Btu/lb

h_v = 1200,86 BTU/lb (suhu steam = 204°C)

h_f = 180,17 BTU/lb (BFW 100 C)

e_b = 92 %

F = nilai kalor bahan bakar

digunakan petroleum fuels oil 33 °API (0,22% sulfur)

dari perry 7^{ed}, Fig,27-6, didapat : (Perry 7ed, T.27-6)

relatif density, ρ	=	0,86	gr/cc
	=	53,690	lb/cuft
	=	7,177	lb/gal

Dari Perry 7^{ed}, Figure 27-3 di dapat :

Heating Value	=	137273	BTU/gal
maka Heating Value bahan bakar	=	137273	BTU/gal
	=	7,1773	lb/gal
	=	19125,992	BTU/lb

$$m_f = \frac{m_s (h_v - h_f)}{e_b \cdot F} \quad X \quad 100 \quad (\text{Severn, W.H, hal. 142})$$

$$m_f = \frac{24931,7109 \quad X \quad (\quad 1200,8600 \quad - \quad 180,1700 \quad) \quad x \quad 100}{92 \quad x \quad 19125,9918} = 1446,2193 \quad \text{lb/jam}$$



Kapasitas boiler

$$Q = \frac{m_s (h_v - h_f)}{1000} \quad (\text{Severn, W.H, pers. 171})$$

$$Q = \frac{24931,7109 \quad (\quad 1200,8600 \quad - \quad 180,1700 \quad)}{1000}$$

$$= 25447,5480 \quad \text{BTU/jam}$$

$$= 25,44754796 \quad \text{KiloBTU/jam}$$

Penentuan boiler horse power

Untuk penentuan Boiler Horse power, digunakan

$$\text{persamaan : hp} = \frac{m_s (h_v - h_f)}{(970,3) (34,5)} \quad (\text{Severn, pers 172 ; 140})$$

dimana :

Angka-angka 970,3 dan 34,5 adalah suatu penyesuaian pada penguapan 34.5 lb air/jam dari air pada 212 °F menjadi uap kering pada 212 °F pada tekanan 1 atm, untuk kondisi demikian diperlukan enthalpy penguapan 970,3 Btu/lb.

$$\text{hp} = \frac{24931,7109 \quad (\quad 1200,8600 \quad - \quad 180,1700 \quad)}{970,3 \quad \times \quad 34,5}$$

$$= 760,1877 \quad \text{Hp}$$

Penentuan heating surface boiler

Untuk 1 hp boiler dibutuhkan 10 ft² heating surface

(Severn, W.H, hal. 140)

$$\text{Total heating surface} = 10 \quad \times \quad 760,1877$$

$$= 7601,8766 \quad \text{ft}^2$$

Kebutuhan air untuk pembuatan steam

Air yang diambil 10% berlebih dari jumlah steam yang dibutuhkan untuk faktor keamanan.

$$\text{Produksi steam} = 24931,7109 \quad \text{lb/jam}$$

$$\text{Kebutuhan air} = 1,1 \quad \times \quad 24931,71086$$

$$= 27424,882 \quad \text{lb/jam}$$

$$= 658197,167 \quad \text{lb/hari}$$

$$\rho \text{ air} = 62,43 \quad \text{lb/cuft}$$

$$\text{maka volume air} = \frac{658197,167}{62,43}$$

$$= 10542,963 \quad \text{cuft/hari}$$



$$= 298,543 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 12,439 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Air kondensat hasil pemanasan direcycle kembali ke boiler. Dianggap kehilangan air kondensat = 20% Maka air yang ditambahkan sebagai make up water adalah

$$= 0,2 \times 12,439 = 2,4879 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Spesifikasi :

Nama alat	:	Boiler	
Tekanan Steam	:	17 bar	MODERATE STEAM PRESSURE
Suhu	:	204 °C	
Type	:	Fire tube boiler (tekanan steam <10 atm)	
Heating surface	:	7601,8766	ft ²
Kapasitas boiler	:	25,4475	kiloBtu/jam
Rate steam	:	24931,7109	lb/jam
Efisiensi	:	92	%
Power	:	760	hp
Bahan bakar	:	Diesel oil 33 °API	
Rate bahan bakar	:	1446,2193	lb/jam
Jumlah	:	1 buah	

VII. 2. UNIT PENYEDIAAN AIR

Air sungai sebelum masuk ke dalam bak penampung dilakukan penyaringan lebih dahulu dengan maksud untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang bersifat makro dengan jalan memasang sekat-sekat kayu agar kotoran-kotoran tersebut terhalang dan tidak ikut masuk kedalam tangki penampung (reservior). Dari tangki penampung kemudian dilakukan pengolahan (dalam unit water treatmen).

Untuk menghemat pemakaian air maka diadakan sirkulasi. Air dalam pabrik ini dipakai untuk :

- 1 Air sanitasi.
- 2 Air umpan boiler.
- 3 Air pendingin.
- 4 Air proses.

VII.2.1. Air Sanitasi

Air sanitasi untuk keperluan minum, memasak, cuci, mandi dan sebagainya.

Kebutuhan air sanitasi untuk pabrik ini adalah untuk :

- karyawan asumsi kebutuhan air untuk karyawan = 50 lt/hari/org



	=	50 liter/hari/orang	x	168	orang =	8,4	m ³ /hari
-		Keperluan laboratorium			=	20	m ³ /hari
-		Menyiram kebun dan kebersihan pabrik			=	10	m ³ /hari
-		Cadangan/lain-lainnya			=	6	m ³ /hari +
Total kebutuhan air sanitasi						=	44,4 m ³ /hari

VII.2.2. Air Umpan Boiler

Air ini dipergunakan untuk menghasilkan steam di dalam boiler. Air umpan boiler harus memenuhi persyaratan yang ketat, karena kelangsungan operasi boiler sangat bergantung pada kondisi air umpannya. Beberapa persyaratan yang harus dipenuhi antara lain :

- Bebas dari zat penyebab korosi, seperti asam, gas-gas terlarut.
- Bebas dari zat penyebab kerak yang disebabkan oleh kesadahan yang tinggi, yang biasanya berupa garam-garam karbona dan silika.
- Bebas dari zat penyebab timbulnya buih(busa) seperti zat-zat organik, anorganik, dan minyak.
- Kandungan logam dan impuritis seminimal mungkin.

Kebutuhan air untuk boiler	=	12,4393	m ³ /jam
	=	298,5435	m ³ /hari

VII.2.3. Air Pendingin

Jumlah air pendingin yang dibutuhkan untuk memproduksi produk adalah :

No	Nama Alat	Kode	CW (Kg/jam)	cw (lb/jam)
1	Reaktor	R - 210	27099,9235	59745,0332
2	Barometric Condensor	E - 322	3990,3190	8797,1370
3	Cooling Screw Conveyor	J - 342	497,4064	1096,59201
Total			31587,6488	69638,7623

Cooling Tower

Fungsi: mendinginkan air pendingin yang sudah terpakai

Total kebutuhan air pendingin	=	31587,6488	kg/jam
	=	758103,5709	kg/hari
	=	758,1036	m ³ /hari
Densitas air	=	1000	kg/m ³
Debit air pendingin	=	$\frac{\text{Kebutuhan air}}{\text{Densitas}}$	



PRA PERANCANGAN PABRIK
 “AMMONIUM NITRAT DARI GAS AMONIA DAN ASAM NITRAT DENGAN
 PRILLING PROCESS KAPASITAS 70.000 TON / TAHUN”

$$= \frac{758103,5709 \text{ kg/hari}}{1000 \text{ kg/m}^3} = 758,1036 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Dianggap kehilangan air pada waktu sirkulasi 10% dari total air pendingin.
 Sehingga sirkulasi air pendingin adalah 90%.

$$\begin{aligned} \text{Air yang disirkulasi} &= 90\% \times 758,1036 \\ &= 682,2932 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Air yang harus ditambahkan sebagai make up water :

$$= 10\% \times 758,1036 = 75,8104 \text{ m}^3 / \text{hari}$$

Jadi, total kebutuhan air (disirkulasi) sebesar :

$$= \frac{758,1036 \times 4,40}{24} = 139,0762 \text{ gpm}$$

Digunakan udara sebagai pendingin dengan relative humidity 77%

$^{\circ}\text{C}$ T air masuk cooling tower (T_1) =	45	=	113	$^{\circ}\text{F}$
$^{\circ}\text{C}$ T air keluar cooling tower (T_2) =	30	=	86	$^{\circ}\text{F}$
$^{\circ}\text{C}$ T dry bulb udara (Tdb) =	30	=	86	$^{\circ}\text{F}$
		$^{\circ}\text{C}$ =	78	$^{\circ}\text{F}$
T wet bulb = T_{wb}				$^{\circ}\text{F}$
Konsentrasi air, Cw pada $T=30^{\circ}\text{C}$ =	2	gpm/ft ²		
Temperature approach = $T_2 - T_{wb}$	-			
= 86 - 78,0		=	8	$^{\circ}\text{F}$
Temperature range = $T_1 - T_2$	-			
= 113 - 86		=	27	$^{\circ}\text{F}$

Menghitung make up water

Aliran air sirkulasi masuk cooling tower (Wc)

$$\begin{aligned} &= 758,1036 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 31,5876 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Evaporation Loss (We)

$$\begin{aligned} &= 0,085\% \times Wc \times (T_1 - T_2) \\ &= 0,085\% \times 31,5876 \text{ m}^3/\text{jam} \times (113 - 86) \\ &= 0,7249 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Water drift loss

(Wd)

Air yang keluar karena fan berputar, untuk ini standarnya 0,1-0,2% jumlah air yang bersirkulasi. **(Perry 7ed. Hal 12-17)**



$$\begin{aligned}
 &= 0,20\% \quad \times \quad Wc \\
 &= 0,20\% \quad \times \quad 31,5876 \\
 &= 0,0632 \quad \text{m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Water blow down (Wb)

S = rasio klorida dalam air sirkulasi terhadap air make up 3-5

Dipilih $S = 5$

$$Wb = \frac{We}{(S-1)} \quad \text{(Perry 7ed. Hal 1158)}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{0,7249}{5 - 1} \\
 &= 0,1812 \quad \text{m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Jadi air yang dibutuhkan untuk penambahan (Make up water) adalah

$$\begin{aligned}
 Wm &= We + Wd + Wb \\
 &= 0,7249 + 0,0632 + 0,1812 \\
 &= 0,9693 \quad \text{m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Dengan perhitungan dari *hal. 3 -795(Perry 3^{ed}.1984)*, diperoleh :

- Tinggi cooling tower = 35 ft
- Jumlah deck = 12 buah
- Lebar cooling tower = 12 ft
- Kecepatan angin = 3 mil / jam

$$L = \frac{Gpm \times W}{C \times 12 \times CW \times CH} \quad \text{(Perry 3ed hal. 3 -795)}$$

dengan :

- L = panjang cooling tower, ft
- W = wind correction factor.
- C = konsentrasi air / ft² cooling tower
- CW = wet bulb correction factor.

diperoleh :

- W = 1 *fig.56, hal.3-794 (Perry 6.ed.1984)*
- CW = 0,98 *fig.56, hal.3-794 (Perry 6.ed.1984)*
- C = 2 *fig.56, hal.3-794 (Perry 6.ed.1984)*
- CH = 1,25 *fig.56, hal.3-794 (Perry 6.ed.1984)*



Maka dapat diperoleh :

$$L = \frac{139,0762}{2 \times 12 \times 0,98 \times 1,25} \times 1$$

$$= 4,7305 \text{ ft}$$

$$\approx 4,73 \text{ ft}$$

Menghitung dimensi cooling tower

Kapasitas, Q = 139,0762 gpm

$$\text{Luas menara, A} = \frac{139,0762 \text{ gpm}}{2 \text{ gpm/ft}^2}$$

$$= 69,5381 \text{ ft}^2$$

Menghitung daya motor penggerak Fan Cooling Tower

fan Hp = 0,0310 hp/ft² *(fig,12.15, Perry 7ed)*

Tenaga yang dibutuhkan = luas cooling tower x 0,031

$$= 69,5381 \text{ ft}^2 \times 0,031 \text{ hp/ft}^2$$

$$= 2,1557 \text{ hp}$$

Effisiensi fan = 80%

Fan Power = 2,6946 hp \approx 3 HP

Spesifikasi :

- Fungsi : Mendinginkan air yang akan digunakan sebagai air pendingin.
- Tipe : Cross Flow Induced Draft Cooling Tower.
- Power : 3 hp
- Kapasitas : 31,5876 m³/jam
- Tinggi : 35 ft
- Panjang : 4,7305 ft
- Lebar : 12 ft
- Bahan konstruksi : Baja Stainless SA 240 grade M tipe 316
- Jumlah : 1 buah



VII.2.4. Air Proses

Kebutuhan air proses untuk pabrik :

No	Nama Alat	Kode Alat	Air (kg/jam)	Air (lb/jam)
1	Mixing Tank	R – 310	294,7942	649,9092
2	Scrubber	D – 211	26,4155	58,2361
TOTAL				708,1453

$$\begin{aligned}
 \text{Total kebutuhan air proses adalah} &= 708,1453 \text{ lb/jam} \\
 &= 0,7081 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 &= 16,9955 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

VII.3. Unit Pengolahan Air (Water Treatment)

Air untuk keperluan industri harus terbebas dari kontaminan yang merupakan faktor penyebab terbentuknya endapan, korosi pada logam, dan lainnya. Untuk mengatasi masalah ini maka dari sumber air memerlukan pengolahan sebelum dipergunakan.

Proses pengolahan air sungai :

Air sungai dipompakan ke bak penampung air terlebih dahulu yang sebelumnya dilakukan penyaringan dengan memasang serat kayu agar kotoran yang bersifat makro akan terhalang dan tidak ikut masuk ke dalam bak koagulasi-flokulasi.

Selanjutnya air sungai dipompa ke clarifier. Pada bak pengendapan ini kotoran-kotoran akan mengendap membentuk flok-flok yang sebelumnya pada tangki koagulasi flokulasi diberikan flokulan PAC dan koagulan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.

Air bersih kemudian ditampung pada bak air jernih yang selanjutnya dilewatkan sand filter untuk menyaring kotoran yang masih terikat oleh air. Air yang keluar ditampung ke bak penampung air bersih untuk didistribusikan sesuai kebutuhan.

Kesimpulan Kebutuhan Air Dalam Pabrik

Air Boiler	=	298,5435	m^3/hari	=	12,4393	m^3/jam
Air Pendingin	=	758,1036	m^3/hari	=	31,5876	m^3/jam
Air Sanitasi	=	44,4	m^3/hari	=	1,8500	m^3/jam
Air proses	=	17,00	m^3/hari	=	0,7081	m^3/jam
TOTAL	=	<u>1118,0426</u>	m^3/hari			

Total air yang harus disupply dari water treatment 1118,0426 m^3/hari

Kehilangan akibat jalur pipa dalam perjalanan, untuk faktor keamanan maka direncanakan kebutuhan air sungai total :

$$= 1,2 \quad \times \quad \text{kebutuhan normal}$$



$$= 1,2 \quad \times \quad 1118,0426 \quad = \quad 1341,6511 \quad \text{m}^3/\text{hari}$$

$$= \quad \quad \quad \quad \quad \quad = \quad 55,9021 \quad \text{m}^3/\text{jam}$$

VII.3.1. Spesifikasi Peralatan Pengolahan Air

1. Bak penampung Air sungai (A-210)

Fungsi : Menampung air sungai sebelum diolah menjadi air bersih.

Bak berbentuk persegi panjang terbuat dari beton.

$$\text{Rate volumetrik} = 1677,0638 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Waktu tinggal} = 1 \text{ hari}$$

$$\text{Volume air total} = Q \times \text{waktu tinggal}$$

$$= 1341,6511 \times 1$$

$$= 1341,651065 \text{ m}^3$$

Volume bak penampung (direncanakan 80% terisi air)

$$\text{Volume air} = 0,8 \times \text{Volume bak}$$

$$\text{Volume bak} = \frac{1341,651065}{0,8}$$

$$= 1677,0638 \text{ m}^3$$

Dimisalkan :

Panjang	=	2	X
Lebar	=	2	X
Tinggi	=	1	X

Vol bak penampung	=	P	x	1	x	t
1677,0638	=	2X	x	2X	x	1X
1677,0638	=	4	X ³			
X ³	=	419,27				
X	=	7,48	meter			

Sehingga :

Panjang	=	2	X	7,48	=	14,97	m
Lebar	=	2	X	7,48	=	14,97	m
Tinggi	=	1	X	7,48	=	7,48	m

Check volume

$$\text{Volume tangki} = 14,9690 \times 14,96901 \times 7,4845$$

$$= 1677,0638 \text{ m}^3$$

Spesifikasi :

Fungsi : Menampung air sungai

Kapasitas : 1677,0638 m³

Bentuk : persegi panjang

Ukuran : Panjang = 7,48 m

Lebar = 7,48 m

Tinggi = 3,74 m

Bahan Konstruksi : Beton



Jumlah : 2 buah

2. Tangki koagulasi

Fungsi : Tempat terjadinya penguraian partikel dan kontaminan air sungai dengan penambahan $Al_2(SO_4)_3$

Bak berbentuk silinder terbuat dari beton dilengkapi dengan pengaduk.

Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Rate Volumetrik} &= 55,9021 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 55902,1277 \text{ lt/jam} \\ &= 0,9317 \text{ m}^3/\text{menit} \\ \text{Waktu tinggal} &= 3 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rate alum (PAC)} &= 0,0000165 \text{ m}^3/\text{menit} \\ &= 0,000017 \text{ m}^3/\text{menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan Pengadukan} &= 100 \text{ rpm} = 1,6667 \text{ rps} \\ \text{Volume air dan alum} &= 0,93170 \text{ m}^3/\text{menit} + 0,000017 \text{ m}^3/\text{menit} \times t \\ &= 0,9317186 \text{ m}^3/\text{menit} \times 3 \text{ menit} \\ &= 2,7952 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dirancang tangki berbentuk silinder dan 80% dari tangki terisi air, maka :

$$\text{Volume tangki} = \frac{2,7952}{0,8} = 3,4939 \text{ m}^3 \text{ 80\%}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah tangki yang digunakan} &: 1 \text{ buah} \\ \text{D}^2 \text{ Volume tangki} &= \frac{\pi}{4} \times H \\ \text{Asumsi : } H &= 3 \text{ D} \\ \text{Volume tangki} &= \frac{3,14}{4} \times D^2 \times 3D \\ 3,4939 &= 1,57 D^3 \\ D &= 1,3056 \text{ m} \approx 3,50 \text{ m} \\ H &= 3,9168 \text{ m} \approx 7,00 \text{ m} \\ \text{Tinggi cairan dalam} &= \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H \\ \text{tangki (Hf)} &= \frac{2,7952}{3,14} \times 3,50^2 \times H \\ H &= 0,29 \text{ m} \end{aligned}$$

Dirancang pengaduk tipe flat blade turbin dengan 6 blade dengan perbandingan diameter impeller.



PRA PERANCANGAN PABRIK
“AMMONIUM NITRAT DARI GAS AMONIA DAN ASAM NITRAT DENGAN
PRILLING PROCESS KAPASITAS 70.000 TON / TAHUN”



$$\begin{aligned} \text{dengan diameter tangki (T/D)} &= 1/3 \\ \text{Diameter impeler (Da)} &= 1/3 \text{ diameter tangki} \\ &= 0,3333 \quad \times \quad 1,3056 \\ &= 0,4352 \quad \text{m} \end{aligned}$$

$$\rho \text{ air} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu \text{ air} = 0,8 \text{ cp} = 0,0008 \text{ kg/m.s}$$

$$\begin{aligned} \text{Nre} &= \frac{\rho \times D^2 \times N}{\mu} \\ &= \frac{1000 \times 0,4352^2 \times 1,6667}{0,0008} \\ &= 394572,837 \end{aligned}$$

Dari figure 3.4-5 (*Geankoplis, 2003*)
 diketahui nilai N_p pd $N_{re} = 394572,8367$ Adalah $N_p = 5$
 Daya yang diperlukan untuk motor pengaduk :

$$\begin{aligned} P &= N_p \times \rho \times N^3 \times D^5 \\ &= 5 \times 1000 \times 1,6667^3 \times 0,4352^5 \\ &= 361,3576948 \text{ watt} = 0,48 \text{ HP} \end{aligned}$$

Jika efisiensi motor 80%, maka :

$$P = \frac{0,48}{0,8} = 0,61$$

Dipilih motor = 0,6 HP

Spesifikasi Tangki Koagulasi

Fungsi	:	Sebagai tempat terjadinya koagulasi
Kapasitas	:	3,4939 m ³
Jumlah	:	1 buah
Bentuk	:	Silinder
Ukuran bak	:	Diameter = 3,50 m
	:	Tinggi = 7,00 m
Motor penggerak	:	1 HP
Bahan	:	Carbon steel



3. Tangki Flokulasi

Fungsi : Tempat terjadinya penggumpalan partikel dan kontaminan air sungai menjadi flok dengan penambahan PAC

Tipe : Terbuat dari beton dan dilengkapi pengaduk.

Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Rate volumetrik} &= 0,9317186 \text{ m}^3/\text{menit} \\ &= 55903,1180 \text{ lt/jam} \end{aligned}$$

$$\text{Rate PAC} = 0,000005 \text{ m}^3/\text{menit}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu tinggal} &= 20 \text{ menit} \\ \text{Kecepatan Pengadukan, N} &= 50 \text{ rpm} = 0,83 \text{ rps} \\ \text{Volume air dan PAC} &= 0,9317 + 0,000005 \text{ m}^3/\text{menit} \times 20 \text{ menit} \\ &= 0,9317186 \text{ m}^3/\text{mnt} \times 20 \text{ menit} \\ &= 18,6344 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dirancang tangki berbentuk silinder dan 80% dari tangki terisi air, maka :

$$\text{Volume tangki} = \frac{18,6344}{0,80} = 23,2930 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah tangki yang digunakan} &= 1 \text{ buah} \\ \text{Volume tangki} &= \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Asumsi : } H &= 2 D \\ \text{Vol tangki} &= 3,14 \times D^2 \times 2 \\ &= 6,28 D^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 23,2930 &= 1,57 D^3 \\ D &= 2,4572 \text{ m} \approx 3 \text{ m} \\ H &= 4,9144 \text{ m} \approx 6 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi cairan didalam tangki (Hf)} &= \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H \\ 18,6344 &= \frac{3,14}{4} \times 6,0379 \times H \\ 18,6344 &= 4,7397 H \\ H &= 3,93 \text{ m} \approx 4 \text{ M} \end{aligned}$$



Dirancang pengaduk tipe flat blade turbin dengan 6 blade dengan perbandingan diameter impeller.
 dengan diameter tangki (T/D) = 1/3
 Diameter impeler (Da) = 1/3 diameter tangki

$$= 0,3333 \times 2,46$$

$$= 0,8191 \text{ m}$$

$$\rho \text{ air} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu \text{ air} = 0,8 \text{ cp} = 0,0008$$

$$\text{kg/m.s Nre} = \frac{\rho \times D^2 \times N}{\mu}$$

$$= \frac{1000 \times 0,8191^2 \times 0,8333}{0,0008} = 698827$$

Dari figure 3.4-5 (*Geankoplis, 2013*)
 diketahui nilai Np pd Nre = 698827,0102 adalah Np = 5

Daya yang diperlukan untuk motor pengaduk :

$$P = \frac{Np \times r \times N^3 \times T^5}{3 \times 5}$$

$$= \frac{5 \times 1000 \times 0,8333^3 \times 0,82^5}{3 \times 5}$$

$$= 1066,6663 \text{ watt}$$

$$= 1,4304 \text{ HP}$$

Jika efisiensi motor 80%, maka :

$$P = \frac{1,4304}{0,8} = 1,7880$$

Dipilih motor = 1,7880 HP = 2 HP

Spesifikasi Tangki Flokulasi

Fungsi	:	Sebagai tempat terjadinya Flokulasi
Kapasitas	:	30,4308 m ³
Jumlah	:	1 buah
Bentuk	:	Silinder
Ukuran bak	:	Diameter = 3 m
	:	Tinggi = 6 m
Motor penggerak	:	2 HP
Bahan	:	Carbon steel



4. Clarifier

Fungsi	=	Tempat pemisahan antara flok / padatan dengan air bersih
Waktu tinggal	=	2 jam
Rate volumetrik	=	55,9031 m ³ /jam
Volume air	=	Q x t
	=	55,9031 m ³ /jam x 2 jam
	=	111,8062 m ³

Direncanakan tangki terisi air 80% air

$$\begin{aligned} \text{Volume tangki} &= \frac{\text{Volume air}}{0,8} \\ &= \frac{111,8062}{0,8} \\ &= 139,7578 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Penentuan dimensi tangki :

Tinggi silinder, Hs	=	1/8 D	(D / H = 6 - 10)
Tinggi conis, Hc	=	1/4 Hs	= 1/8 D
Vol tangki	=	1/4 π D ² . Hs	+ 1/3 π 1/2 D ² Hc
139,7578	=	0,785 D ² x(3D)	+ 1,05 (1/2 D) ² x(3/4 D)
139,7578	=	0,0981 D ³	+ 0,0654 D ³
139,7578	=	0,1635 D ³	
D ³	=	854,5700	
D	=	9,4896 m	≈ 9,5 m
Hs	=	1,1862 m	≈ 2,0 m
Hc	=	2,3724 m	≈ 2,5 m
Sehingga, volume silinder	=	1/4 π D ² Hs	
	=	83,8547 m ³	
Tangki tutup bawah conis	=	1/3 π (1/2 D) ² Hc	
	=	55,9031 m ³	

Menentukan tinggi bahan dalam silinder :

Volume bahan dalam silinder	=	volume bahan	-	volume tutup bawah
	=	111,8062	-	55,9031
	=	55,9031	m ³	
Tinggi bahan dalam silinder	=	$\frac{\text{Volume bahan}}{\text{Luas penampang}}$		
	=	55,9031	=	0,7908 m



PRA PERANCANGAN PABRIK
“AMMONIUM NITRAT DARI GAS AMONIA DAN ASAM NITRAT DENGAN
PRILLING PROCESS KAPASITAS 70.000 TON / TAHUN”

1/4



Spesifikasi :

Fungsi	:	Sebagai tempat terjadinya koagulasi serta flokulasi
Bentuk	:	Silinder
Diameter	:	9,5 m
Tinggi	:	2,0 m
Bahan	:	Stainless steel
Jumlah	:	1 buah

Dilengkapi dengan scraper untuk mendorong endapan pada dasar tangki

pengendapan agar terkumpul dalam lubang pembuangan

$$Q = 55,9031 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Q^1 = dialirkan ke penampung Clarifier dan digunakan untuk ke proses selanjutnya = 95%

$$Q_1 = 53,1080 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$Q_2 = \text{Ditampung di bak penampung flok} = 2,7952 \text{ m}^3/\text{jam}$$

5. Bak Penampung Flok

Fungsi	:	Menampung flok dari clarifier
		Bak berbentuk persegi panjang terbuat dari beton
Rate volumetrik	:	2,7952 m ³ /jam
Waktu tinggal	:	1 hari
Vol bahan	:	$Q \times t = 2,7952 \times 1 \text{ hari} = 67,0837 \text{ m}^3$
Ditentukan	:	Panjang : 2 X m
		Lebar : 2 X m
		Tinggi : 1 X m
Volume bak penampung	=	80% terisi air
	=	67,0837
	=	80%
	=	83,8547 m ³
Vol bak penampung	=	Panjang x Lebar x Tinggi
83,8547	=	(2X) x (2X) x (1 X)
83,8547	=	4 X ³
	X	= 2,76
Panjang = 2	X	= 5,51 m



Lebar = 2 X = 5,51 m
 Tinggi = 1 X = 2,8 m

Check volume :

Volume bak = Panjang x Lebar x Tinggi
 = 5,51 x 5,51 x 2,8
 = 83,8547 m³ (memenuhi)

Spesifikasi :

Fungsi : Menampung flok dari tangki flokulasi
 Kapasitas : 67,0837 m³
 Bentuk : Empat persegi panjang terbuka.
 Ukuran : Panjang = 5,51 m
 Lebar = 5,51 m
 Tinggi = 2,8 m
 Bahan konstruksi : Beton
 Jumlah : 1 buah

6. Bak Penampung air bersih dari clarifier

Fungsi = Menampung air bersih dari clarifier
 Tipe = Bak berbentuk persegi panjang, terbuat dari beton.
 Rate volumetrik = 53,1080 m³ / jam
 Ditetapkan =
 Waktu = 1 jam
 tinggal
 Volume air total = Q x t
 = 53,1080 m³/jam x 1 jam
 = 53,10796212 m³
 Dimisalkan = Panjang = 2 X m
 Lebar = 2 X m
 Tinggi = 1 X m

Volume bak penampung (direncanakan 80% terisi air)

= $\frac{53,1080}{80\%}$
 = 66,3850 m³

Vol bak penampung = p x l x t
 66,3850 = 2X x 2X x 1X
 66,3850 = 4 X³
 X = 2,55 m

Panjang = 2 X = 5,10 m



PRA PERANCANGAN PABRIK
“AMMONIUM NITRAT DARI GAS AMONIA DAN ASAM NITRAT DENGAN
PRILLING PROCESS KAPASITAS 70.000 TON / TAHUN”

$$\text{Lebar} = 2 \times \quad = 5,10 \text{ m}$$



PRA PERANCANGAN PABRIK
 “AMMONIUM NITRAT DARI GAS AMONIA DAN ASAM NITRAT DENGAN
 PRILLING PROCESS KAPASITAS 70.000 TON / TAHUN”

$$\text{Tinggi} = 1 \times = 2,55 \text{ m}$$

Check volume :

$$\begin{aligned} \text{Volume bak} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tinggi} \\ &= 5,10 \times 5,10 \times 2,55 \\ &= 66,3850 \text{ m}^3 \quad (\text{memenuhi}) \end{aligned}$$

Spesifikasi :

Fungsi : Menampung air bersih dari clarifier
 Kapasitas : 66,3850 m³
 Bentuk : Empat persegi panjang terbuka.

Ukuran : Panjang = 5,10 m
 Lebar = 5,10 m
 Tinggi = 2,55 m
 Bahan konstruksi : Beton
 Jumlah : 1 buah

7. Sand Filter

Fungsi = Menyaring kotoran yang tersuspensi dalam air dengan menggunakan penyaring

Rate volumetrik = 53,1080 m³/jam

Jumlah flok = 1,0% dari debit air yang masuk
 = 0,01 x 53,1080 = 0,5311 m³/jam

Volume air = 53,1080 - 0,5311
 = 52,5769 m³/jam

Vol air yang ditampung = 53,1080 m³ = 233,8521 gpm

Rate filtrasi = 12 gpm/ft² *(Perry 6th ed, hal 19-85)*

Luas penampang bed = $\frac{233,8521}{12} = 19,4877 \text{ ft}^2$

Diameter bed = $\frac{4 \times A^{0,5}}{\pi} = \frac{4 \times 19,4877^{0,5}}{\pi}$

= 3,14 ft ≈ 4,5 ft

= 1,5187 m ≈ 1,5 m

Tinggi lapisan dalam kolom, diasumsikan :

Lapisan Gravel = 0,3 m *(Sugiharto : 121)*



Lapisan Pasir	=	0,7	m	(Sugiharto : 121)
Tinggi Air	=	1	m	(Sugiharto : 121)
Tinggi lapisan	=	2,0	m	
Kenaikan akibat back wash	=	25% x 25% x 2	=	0,5 m
Tinggi total lapisan	=	tinggi bed + tinggi fluidisasi + tinggi bagian atas pipa + tinggi bagian bawah untuk pipa		
	=	2 + 1 + 0,03	+ 0,03	0,03
	=	3,06	m	

Spesifikasi :

Fungsi	:	Menyaring flok dari bak penampung air bersih
Kapasitas	:	53,1080 m ³ / jam
Bentuk	:	Bejana tegak
Diameter	:	1,5 m
Tinggi	:	3,06 m
Bahan konstruksi	:	Carbon Steel SA - 283 grade P
Jumlah	:	2 buah

8. Bak Penampung Air Bersih

Fungsi	=	Menampung air dari Sand Filter.
Tipe	=	Bak berbentuk persegi panjang terbuat dari beton.
Rate volumetrik	=	52,5769 m ³ / jam
Ditentukan	=	Waktu tinggal = 12 jam
Volume air total	=	52,5769 m ³ / jam x 12 jam
	=	630,9226 m ³
Dimisalkan	=	Panjang = (5 X)m
		Lebar = (3 X)m
		Tinggi = (2 X)m

Volume bak penampung (direncanakan 80% terisi air) :

	=	630,9226	=	788,6532	m ³
		80%			
Vol bak penampung	=	Panjang x Lebar x Tinggi			
788,6532	=	(5X) x (3X) x (2X)			
788,6532	=	30 X ³			
X	=	2,97	m		
Panjang =	5 X	=	14,87	m	
Lebar =	3 X	=	8,92	m	



Tinggi = 2 X = 5,95 m

Check volume :

Volume bak = Panjang x Lebar x Tinggi
 = 14,8671 x 8,9202 x 5,9468
 = 788,6532 m³ (memenuhi)

Spesifikasi :

Fungsi : Menampung air dari sand filter
 Kapasitas : 788,6532 m³
 Bentuk : Empat persegi panjang terbuka.

Ukuran : Panjang = 14,87 m
 Lebar = 8,92 m
 Tinggi = 5,95 m
 Bahan konstruksi : Beton
 Jumlah : 1 buah

9. Bak Penampung Air Bersih Untuk Sanitasi

Fungsi : Menampung air dari bak air bersih untuk keperluan sanitasi dan tempat menambahkan desinfektan (chlorin)
 Tipe : Bak berbentuk persegi panjang terbuat dari beton.
 Rate volumetrik = 44,4 m³/hari
 Ditentukan = Waktu tinggal = 1 hari
 Volume air total = 44,4 m³/hari x 1 hari
 = 44,4 m³

Dimisalkan = Panjang = 2 X
 Lebar = 2 X
 Tinggi = 1 X

Volume bak penampung (direncanakan 80% terisi air) :

= $\frac{44,4}{80\%}$ = 55,50 m³

Volum bak = Panjang x Lebar x Tinggi
 55,5 = 2 X x 2 X x 1 X
 55,5 = 4 X
 X = 2,40 m

Panjang = 2 X = 4,81 m
 Lebar = 2 X = 4,81 m
 Tinggi = 1 X = 2,40 m

Check volume :



$$\begin{aligned} \text{Volume bak} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tinggi} \\ &= 4,81 \times 4,81 \times 2,40 \\ &= 55,50 \text{ m}^3 \quad (\text{memenuhi}) \end{aligned}$$

Untuk membunuh kuman, digunakan desinfektan jenis chlorin dengan kebutuhan chlorine = 200 mg/L
 (Wesley : fig. 10-16). Jumlah chlorine yang harus ditambahkan = 200 mg/L,

$$\begin{aligned} \text{maka untuk} &= 56 \text{ m}^3 \\ &= 55500 \text{ Liter} \end{aligned}$$

Maka perlu ditambahkan kaporit sebanyak :

$$\begin{aligned} 200 \text{ mg/L} &\times 55500 \text{ L} \times 330 \text{ hari} \\ &= 3663000000 \text{ mg/tahun} \\ &= 3663 \text{ kg/tahun} \end{aligned}$$

Spesifikasi :

Fungsi	:	Menampung air dari bak air bersih untuk keperluan sanitasi dan tempat menambahkan desinfektan (chlorin)												
Kapasitas	:	55,5 m ³												
Bentuk	:	Empat persegi panjang terbuka.												
Ukuran	:	<table border="0" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Panjang</td> <td>=</td> <td>4,81</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Lebar</td> <td>=</td> <td>4,81</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Tinggi</td> <td>=</td> <td>2,40</td> <td>m</td> </tr> </table>	Panjang	=	4,81	m	Lebar	=	4,81	m	Tinggi	=	2,40	m
Panjang	=	4,81	m											
Lebar	=	4,81	m											
Tinggi	=	2,40	m											
Bahan konstruksi	:	Beton												
Jumlah	:	1 buah												

10. Kation Exchanger

Fungsi : Mengurangi kesadahan air dikarenakan garam-garam Ca²⁺. Kandungan CaCO₃ dari dari pengolahan air sekitar 5 grain/gallon (Krik Othmer, Vol.11 : 887).
 Kandungan ini sedianya dihilangkan dengan resin dowex berbentuk granular, agar sesuai dengan syarat air boiler.

$$\begin{aligned} \text{Kandungan CaCO}_3 &= 5 \text{ grain/gal} = 0,3240 \text{ gram/gal} \\ &= (1 \text{ grain} = 0.0648 \text{ gram}) \\ &= 298,543 \text{ m}^3/\text{hari} \\ \text{Jumlah air yang diproses} &= 78875,192 \text{ gallon/hari} \\ \text{Jmlh CaCO}_3 \text{ dlm air} &= 0,324 \text{ gram/gal} \times 78875,192 \text{ gallon/hari} \\ &= 25555,562 \text{ gram/hari} \end{aligned}$$



Dipilih bahan pelunak :

Dowex dengan *exchanger capacity* = 1,8 ek/L resin [Perry 6^{ed} ; T.16-4]
 (Dowex - Marathon C resin specification)

H-Dowex diharapkan mampu menukar semua ion Ca^{2+} .

ek (ekuivalen) = $\frac{\text{Gram}}{\text{Berat ekuivalen}}$ (Underwood : 55)

Berat ekuivalen = $\frac{\text{BM}}{\text{jumlah Elektron}}$ (Underwood : 51)

Untuk CaCO_3 , 1 mol Ca melepas 2 elektron : Ca^{2+} , sehingga elektron = 2

BM CaCO_3 = 100 gr/mol

Berat ekuivalen = $\frac{\text{BM}}{\text{Elektron}} = \frac{100}{2} = 50$

ek (ekuivalen) = $\frac{25.555,562}{50} = 511,111$ ek

Resin yang diperlukan = $\frac{511,111 \text{ ek}}{1,8 \text{ ek/L resin}} = 283,951$ L resin/hari

Karena regenerasi dilakukan setiap 3 bulan sekali, maka :

3 bulan = 90 hari

Kebutuhan resin setiap 3 bulan = 283,951 resin/hari x 90 hari

= 25555,562 L resin

= 25,556 m³

Kebutuhan resin selama 1 tahun = 93,704 m³

Cara Kerja

Air dilewatkan pada kation exchanger yang berisi resin positif sehingga ion positif tertukar dengan resin positif.

Asumsi :

H = 2 D

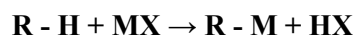
Volume resin = $\frac{\pi}{4} \times D^2 \times H$



$$\begin{aligned}
 25,556 &= 0,785 \quad x \quad D^2 \quad x \quad 2D \\
 25,556 &= 1,57 \quad D^3 \\
 D &= 2,534 \quad m \\
 H &= 5,069 \quad m
 \end{aligned}$$

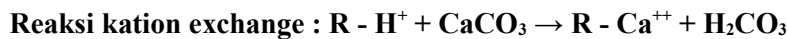
Regenerasi Dowex

Regenerasi Dowex dilakukan dengan larutan HCl 33% (*Condensate Polishing Plant PJB II - Paiton, Standart Procedure Operation*)



Dimana :

R	=	Resin Dowex
R - H	=	Resin Dowex mengikat kation.
MX	=	Mineral yang terkandung dalam air. Contoh mineral (MX) : CaSO ₄ , CaO ₃ , MgCO ₃ , dll.
R - M	=	Resin dalam kondisi mengikat kation.
HX	=	Asam mineral yang terbentuk setelah air melewati resin kation. Contoh asam mineral (HX) : HCl, H ₂ SO ₄ , H ₂ CO ₃ , dll.



Regenerasi dilakukan 4 kali dalam setahun

Volume resin yang diregenerasi = 25.555,562 L Resin (3 bulan)

Densitas Resin = 1,2 kg/L

Massa Resin = Volume x Densitas

$$= 25.555,562 \quad x \quad 1,2$$

$$= 30.666,674 \quad kg$$

Volume resin yang di regenerasi = 25.555,562 L Resin

$$\begin{aligned}
 \text{Ekivalen Total Ca}^{2+} &= \frac{\text{Volume Resin}}{\text{Kapasitas Resin}} \\
 &= \frac{25.555,562}{1,8} \\
 &= 46000,012 \quad ek
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{Mol Total Ca}^{2+} &= \frac{\text{Ekivalen Total Ca}^{2+}}{\text{Ekivalen Ca}^{2+}} \\ &= \frac{46000,012 \text{ ek}}{2 \text{ ek/mol}} \\ &= 23000,006 \text{ mol} \end{aligned}$$

1 mol Ca^{2+} ditukar atau exchange dengan 2 mol HCl

$$\begin{aligned} \text{Maka kebutuhan HCl} &= 2 \quad \times \quad 23000,006 \quad (\text{Dalam mol}) \\ &= 46000,012 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan HCl} &= \text{Mol HCl} \quad \times \quad \text{BM HCl} \\ &= 46000,012 \quad \times \quad 36,5 \\ &= 1679000,428 \text{ gram} \\ &= 1679,000 \text{ kg} \quad \quad 1324,13283 \text{ L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka kebutuhan HCl} &= \frac{\text{Massa HCl}}{\text{Massa HCl} + \text{Massa H}_2\text{O}} \\ 33\% & \end{aligned}$$

$$33\% = \frac{1679,0004}{\text{Massa Total}}$$

$$\text{Massa Total} = 5087,880 \text{ kg}$$

$$\text{dengan } \rho \text{ HCl} = 1,268 \text{ kg/L} \quad (\text{Perry 7}^{\text{ed}} ; \text{T.2-57})$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi } \rho \text{ campuran} &= \% \text{ HCl} \times \rho \text{ HCl} + \% \text{ H}_2\text{O} \times \rho \text{ H}_2\text{O} \\ &= 33\% \quad \times \quad 1,268 \quad + \quad 67\% \quad \times \quad 1 \\ &= 1,0884 \text{ gr/ml} \\ &= 1,0884 \text{ kg/L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Larutan} &= \frac{\text{Massa Total}}{\text{Densitas Campuran}} \\ &= \frac{5087,880}{1,088} \\ &= 4674,470 \text{ L} \\ \text{Volume tangki HCl} &= 1,2 \quad \times \quad 4.674,470 \\ &= 5.609,364 \text{ L} \end{aligned}$$



Asumsi :

$$H = 2 D = 5,609 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Volume tangki} &= \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H \\ 5,609 &= 0,785 \times D^2 \times 2D \\ 5,609 &= 1,57 D^3 \\ D &= 1,529 \text{ m} \\ H &= 3,058 \text{ m} \end{aligned}$$

Spesifikasi Kation Exchanger :

Fungsi : Mengurangi kesadahan air dikarenakan garam-garam Ca^{2+} .
 Kandungan CaCO_3 dari pengolahan air sekitar 5 grain/gallon (Kirk Othmer, Vol.11:887). Kandungan ini sedianya dihilangkan dengan dengan resin dowex bentuk granular, agar sesuai dengan syarat air boiler.

Bentuk : Silinder tegak
 Kapasitas resin : 25,5556 m^3 /3bulan
 Jumlah : 1 buah
 Waktu regenerasi resin : 3 bulan

Dimensi resin

Tinggi : 5,0686 m
 Diameter : 2,5343 m

Dimensi tangki HCl

Tinggi : 3,0575 m
 Diameter : 1,5288 m
 Bahan konstruksi : Stainless Steel type 316

11. Anion Exchanger

Fungsi : Mengurangi kesadahan air dikarenakan garam-garam CO_3^{2-} . Kandungan CaCO_3 dari pengolahan air sekitar 5 grain/gallon (Kirk Othmer, Vol.11:887). Kandungan ini sedianya dihilangkan dengan resin dowex bentuk butiran, agar sesuai dengan syarat air boiler.

$$\begin{aligned} \text{Kandungan } \text{CaCO}_3 &= 5 \text{ grain/gal} = 0,324 \text{ gram/gal} \\ &= (1 \text{ grain} = 0.0648 \text{ gram}) \\ \text{Jumlah air yang diproses} &= 298,543 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 78875,192 \text{ gallon/hari} \end{aligned}$$



PRA PERANCANGAN PABRIK
 “AMMONIUM NITRAT DARI GAS AMONIA DAN ASAM NITRAT DENGAN
 PRILLING PROCESS KAPASITAS 70.000 TON / TAHUN”

$$\begin{aligned} \text{Jmlh CaCO}_3 \text{ dlm air} &= 0,324 \text{ gram/gal} \times 78875,192 \text{ gallon/hari} \\ &= 25555,562 \text{ gram/hari} \end{aligned}$$

Dipilih bahan pelunak :

$$\text{Dowex dengan } \textit{exchanger capacity} = 2 \text{ ek/L resin} \quad [\text{Perry 6}^{\text{ed}} ; \text{T.16-4}]$$

(Dowex - Marathon C resin specification)

$$\text{OH - Dowex diharapkan mampu menukar semua ion CO}_3^{2-} .$$

$$\text{ek (ekuivalen)} = \frac{\text{Gram}}{\text{Berat ekuivalen}} \quad (\text{Underwood : 55})$$

$$\text{Berat ekuivalen} = \frac{\text{BM}}{\text{jumlah elektron}} \quad (\text{Underwood : 51})$$

Untuk CaCO_3 , 1 mol CO_3 melepas 2 elektron : CO_3^{2-} , sehingga elektron = 2

$$\begin{aligned} \text{BM CaCO}_3 &= 100 \text{ gr/mol} \\ \text{Berat} &= \frac{\text{BM}}{2} = \frac{100}{2} = 50 \end{aligned}$$

$$\text{ekuivalen Elektron} = \frac{100}{2} = 50$$

$$\begin{aligned} \text{ek (ekuivalen)} &= \frac{25.556}{50} = 511,111 \text{ ek} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Resin yang diperlukan} &= \frac{511,111 \text{ ek}}{2 \text{ ek/L resin}} \\ &= 255,556 \text{ L resin/hari} \end{aligned}$$

Karena regenerasi dilakukan setiap 3 bulan sekali, maka :

$$\begin{aligned} 3 \text{ bulan} &= 90 \text{ hari} \\ \text{Kebutuhan resin setiap 3 bulan} &= 255,556 \text{ L resin/hari} \times 90 \text{ hari} \\ &= 23000,006 \text{ L resin} \\ &= 23,000 \text{ m}^3 \\ \text{Kebutuhan resin selama 1 tahun} &= 84,333 \text{ m}^3 \end{aligned}$$



CARA

KERJA

Air dilewatkan pada anion exchanger yang berisi resin negatif sehingga ion negatif tertukar dengan resin negatif.

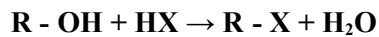
Asumsi :

$$\begin{aligned}
 H &= 2 D \\
 \text{Volume resin} &= \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H \\
 23,000 &= 0,785 \times D^2 \times 2D \\
 23,000 &= 1,57 D^3 \\
 D &= 2,447 \text{ m} \\
 H &= 4,894 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Regenerasi Dowex

Regenerasi Dowex dilakukan dengan larutan NaOH 40%

(SPO Paiton)



Dimana :

- R = Resin
- R = Dowex
- R - OH = Resin Dowex mengikat anion.
- R -
- X = Resin dalam kondisi mengikat anion.



Regenerasi dilakukan 4 kali dalam setahun

$$\begin{aligned}
 \text{Volume resin yang diregenerasi} &= 23.000,006 \text{ L Resin} && (3 \text{ bulan}) \\
 \text{Densitas Resin} &= 1,06 \text{ kg/L} \\
 \text{Massa Resin} &= \text{Volume} \times \text{Densitas} \\
 &= 23.000,006 \times 1,06 \\
 &= 24.380,006 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Vol resin yg di regenerasi} &= 23.000,006 \text{ L Resin} \\
 \text{Ekivalen Total Ca}^{2+} &= \text{Volume Resin} \times \text{Kapasitas Resin} \\
 &= 23.000,006 \times 2 \\
 &= 46.000,012 \text{ ek}
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 \text{Mol Total Ca}^{2+} &= \frac{\text{Ekivalen Total Ca}^{2+}}{\text{Ekivalen Ca}^{2+}} \\
 &= \frac{46000,012 \text{ ek}}{2 \text{ ek/mol}} \\
 &= 23000,006 \text{ mol} \\
 \text{1 mol Ca}^{2+} \text{ ditukar atau exchange dengan 2 mol NaOH} \\
 \text{Maka kebutuhan NaOH} &= 2 \times 23000,006 \\
 \text{(Dalam mol)} &= 46000,012 \text{ mol}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan NaOH} \\
 \text{(Dalam kg)} &= \text{Mol NaOH} \times \text{BM NaOH} \\
 &= 46000,012 \times 40 \\
 &= 1840000,469 \text{ gram} \\
 &= 1840,000 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Maka kebutuhan NaOH 40\%} &= \frac{\text{Massa HCl}}{\text{Massa HCl} + \text{Massa H}_2\text{O}} \\
 40\% &= \frac{1840,000}{\text{Massa Total}} \\
 \text{Massa Total} &= 4600,001 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{dengan } \rho \text{ NaOH} &= 1,327 \text{ gr/ml} \\
 \text{Jadi } \rho \text{ campuran} &= \% \text{ NaOH} \times \rho \text{ NaOH} + \% \text{ H}_2\text{O} \times \rho \text{ H}_2\text{O} \\
 &= 40\% \times 1,327 + 60\% \times 1 \\
 &= 1,1308 \text{ gr/ml} = 1,1308 \text{ kg/L}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume Larutan} &= \frac{\text{Massa Total}}{\text{Densitas Campuran}} \\
 &= \frac{4600,001}{1,131} \\
 &= 4067,918 \text{ L}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume tangki NaOH} &= 1,2 \times 4.067,918 \\
 &= 4.881,501 \text{ L} \\
 &= 4,882 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Asumsi :

$$\begin{aligned}
 \text{H} &= 2 \quad \text{D} \\
 \text{Volume Tangki} &= \frac{\pi}{4} \times \text{D}^2 \times \text{H} \\
 4,882 &= 0,785 \times \text{D}^2 \times 2\text{D}
 \end{aligned}$$



$$4,882 = 1,57 D^3$$

$$D = 1,460 \text{ m}$$

$$H = 2,919 \text{ m}$$

Spesifikasi Anion Exchanger :

Fungsi : Mengurangi kesadahan air dikarenakan garam-garam CO_3^{2-} . Kandungan CaCO_3 dari pengolahan air sekitar 5 grain/gallon (Kirk Othmer, Vol.11:887). Kandungan ini sedianya dihilangkan dengan resin dowex bentuk granular, agar sesuai dengan syarat air boiler.

Bentuk : Silinder tegak

Kapasitas resin : 23,000 $\text{m}^3/3\text{bulan}$

Jumlah : 1 Buah

Waktu regenerasi resin : 3 Bulan

Dimensi resin

Tinggi : 4,894 m

Diameter : 2,447 m

Dimensi tangki NaOH

Tinggi : 2,919 m

Diameter : 1,460 m

Bahan konstruksi : Stainless Steel type 316

12. Bak Penampung Air Umpan Boiler

Fungsi = Menampung air dari tangki kation-anion exchanger yang selanjutnya digunakan sebagai air umpan boiler. Bak berbentuk persegi panjang, terbuat dari beton.

Rate volumetrik = 298,543 m^3/ hari

= 12,4393 m^3/ jam

Ditentukan = Waktu tinggal = 12 jam

Volume air total = 12,4393 x 12

= 149,2717 m^3

Digunakan = 1 buah bak

Vol air dalam bak = 149,2717 m^3

Dimisalkan : Panjang = (3 X) m

Lebar = (2 X) m

Tinggi = (2 X) m



Volume bak penampung (direncanakan 80% terisi air) :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{149,2717}{0,8000} = 186,5897 \text{ m}^3 \\
 \text{Volume bak penampung} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tinggi} \\
 186,5897 &= 3 \times 2 \times X \\
 186,5897 &= 12 \times X^3 \\
 X &= 2,50 \text{ m} \\
 \text{Panjang} &= 3 \times X = 7,49 \text{ m} \\
 \text{Lebar} &= 2 \times X = 4,99 \text{ m} \\
 \text{Tinggi} &= 2 \times X = 4,99 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Check volume :

$$\begin{aligned}
 \text{Volume bak} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tinggi} \\
 &= 7,49 \times 4,99 \times 4,99 \\
 &= 186,5897 \text{ m}^3 \quad (\text{memenuhi})
 \end{aligned}$$

Spesifikasi :

- Fungsi : Menampung air dari tangki kation-anion exchanger yang selanjutnya digunakan sebagai air umpan boiler.
- Kapasitas : 186,59 m³
- Bentuk : Persegi panjang terbuka.
- Ukuran : Panjang = 7,49 m
 Lebar = 4,99 m
 Tinggi = 4,99 m
- Bahan konstruksi : Beton
- Jumlah : 1 buah

13. Bak Penampung Air Pendingin

$$\begin{aligned}
 \text{Fungsi} &= \text{Menampung air dari cooling tower untuk pendingin} \\
 \text{Tipe} &= \text{Bak berbentuk persegi panjang, terbuat dari beton.} \\
 \text{Rate volumetrik} &= 758,104 \text{ m}^3/\text{hari} = 31,5876 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{jam Ditetapkan} &= \text{Waktu tinggal} = 12 \text{ jam} \\
 \text{Volume air total} &= 31,588 \times 12 \\
 &= 379,052 \text{ m}^3 \\
 \text{Digunakan} &= 1 \text{ buah bak} \\
 \text{Vol air dalam bak} &= 379,0518 \text{ m}^3 \\
 \text{Dimisalkan} &= \text{Panjang} = 3 \text{ m} \\
 &= \text{Lebar} = 2 \text{ m}
 \end{aligned}$$



PRA PERANCANGAN PABRIK
 “AMMONIUM NITRAT DARI GAS AMONIA DAN ASAM NITRAT DENGAN
 PRILLING PROCESS KAPASITAS 70.000 TON / TAHUN”

$$\text{Tinggi} = 2 \text{ X m}$$

Volume bak penampung (direncanakan 80% terisi air) :

$$= \frac{379,0518}{0,8} = 473,815 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Volume bak penampung} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tinggi} \\ \text{X } 473,8147 &= 3 \times 2 \times \text{X} \\ \text{X}^3 \cdot 473,8147 &= 12 \text{ X} \\ \text{X} &= 3,41 \end{aligned}$$

$$\text{Panjang} = 3 \text{ X} = 10,22 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 2 \text{ X} = 6,81 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi} = 2 \text{ X} = 6,81 \text{ m}$$

Check volume :

$$\begin{aligned} \text{Volume bak} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tinggi} \\ &= 10,22 \times 6,81 \times 6,81 \\ &= 473,8147 \text{ m}^3 \quad (\text{memenuhi}) \end{aligned}$$

Spesifikasi :

Fungsi : Menampung air dari cooling tower untuk pendingin

Kapasitas : 473,8147 m³

Bentuk : Empat persegi panjang terbuka.

Ukuran : Panjang = 10,22 m
 Lebar = 6,81 m
 Tinggi = 6,81 m

Bahan konstruksi : Beton

Jumlah : 1 buah

14. Tangki pelarutan koagulan

Fungsi = melarutkan Alum yang kemudian dialirkan ke tangki koagulan

Tangki berbentuk silinder terbuat dari beton dilengkapi dengan pengaduk.

$$\text{Kelarutan Alum} = 20 \text{ mg/lt} \quad (\text{AWWA: T.5.2 : 94})$$

$$\text{Kebutuhan Alum} = 20 \text{ mg/lt} \times 55902,1277 \text{ lt/jam}$$

$$= 1118042,5545 \text{ mg/jam}$$

$$= 1,1180 \text{ kg/jam}$$

$$= 8854,8970 \text{ kg/tahun} \quad (330 \text{ hari proses})$$

$$\rho \text{ alum} = 1,129 \text{ kg/lt}$$

$$\text{Volume Alum} = \frac{1,1180 \text{ kg/jam}}{1,129 \text{ kg/lt}}$$

$$= 0,9903 \text{ lt/jam}$$

$$= 0,0010 \text{ m}^3/\text{jam}$$



PRA PERANCANGAN PABRIK
 “AMMONIUM NITRAT DARI GAS AMONIA DAN ASAM NITRAT DENGAN
 PRILLING PROCESS KAPASITAS 70.000 TON / TAHUN”

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan Alum} &= 0,000017 \text{ m}^3/\text{menit} \\
 &= 0,016504909 \text{ liter/menit} \\
 \text{Asumsi waktu tinggal} & \\
 \text{Kecepatan Pengadukan} &= 100 \text{ rpm} = 1,6667 \text{ rps} \\
 \text{Volume Alum} & \\
 \text{dalam tangki} &= 0,000017 \text{ m}^3/\text{menit} \times 60 \text{ menit} \\
 &= 0,000990295 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Dirancang tangki berbentuk silinder dan 80% dari tangki terisi air, maka :

$$\begin{aligned}
 \text{Volume tangki} &= \frac{0,0010}{80\%} = 0,0012 \text{ m}^3 \\
 \text{Jumlah tangki yang digunakan} &= 1 \\
 \text{Volume tangki} &= \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H \\
 \text{Asumsi : } H &= 3 D \\
 \text{Volume tangki} &= \frac{3,14}{4} \times D^2 \times 2D \\
 0,0012 &= 1,57 D^3 \\
 D &= 0,0924 \text{ m} \approx 0,2 \text{ m} \\
 H &= 0,2771 \text{ m} \approx 0,3 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi cairan dalam} & \\
 \text{tangki (Hf)} &= \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H \\
 0,0010 &= \frac{3,14}{4} \times 0,09^2 \times H \\
 H &= 0,15 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Dirancang pengaduk tipe flat blade turbin dengan 6 blade dengan perbandingan diameter impeller.

$$\begin{aligned}
 \text{dengan diameter tangki} & \\
 \text{(T/D)} &= 1/3 \\
 \text{Diameter impeler (Da)} &= 1/3 \text{ diameter tangki} \\
 &= 0,3333 \times 0,0924 \\
 &= 0,0308 \text{ m} \\
 \rho \text{ alum} &= 1129,3 \text{ kg/m}^3 \\
 \mu \text{ alum} &= 0,96 \text{ cp} = 0,0010 \text{ kg/m.s}
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 Nre &= \frac{\rho \times D^2 \times N}{\mu} \\
 &= \frac{1129,3 \times 0,0308^2 \times 1,6667}{0,0010} \\
 &= 1859,458
 \end{aligned}$$

Dari figure 3.4-5 (*Geankoplis, 2003*)

diketahui nilai N_p pada

$$Nre = 1859,4578 \text{ adalah } 5$$

Daya yang diperlukan untuk motor pengaduk :

$$\begin{aligned}
 P &= N_p \times r \times N^3 \times T^5 \\
 &= 5 \times 1129,3 \times 1,6667^3 \times 0,0308^5 \\
 &= 0 \text{ watt} = 0,00000097 \text{ HP}
 \end{aligned}$$

Jika efisiensi motor 80%, maka :

$$P = \frac{0,0000010}{0,8} = 0,0000012$$

Dipilih motor = 0,5 HP

Spesifikasi Tangki Pelarutan Koagulasi

Fungsi	:	Sebagai tempat terjadinya pelarutan koagulan
Kapasitas	:	0,0010 m ³
Jumlah	:	1 buah
Bentuk	:	Silinder
Ukuran bak	:	Diameter = 0,2 m
		Tinggi = 0,3 m
Motor penggerak	:	0,5 HP
Bahan	:	Carbon steel

15. Tangki pelarutan flokulan

Fungsi = melarutkan PAC yang kemudian dialirkan ke tangki koagulan
 Tangki berbentuk silinder terbuat dari beton dilengkapi dengan pengaduk.



PRA PERANCANGAN PABRIK
 “AMMONIUM NITRAT DARI GAS AMONIA DAN ASAM NITRAT DENGAN
 PRILLING PROCESS KAPASITAS 70.000 TON / TAHUN”

$$\begin{aligned} \text{Volume PAC} &= \frac{0,2795}{1,0290} = 0,2716 \text{ liter/jam} \\ &= 0,0003 \text{ m}^3/\text{jam} \\ \text{Kebutuhan PAC} &= 0,000005 \text{ m}^3/\text{menit} \\ &= 0,004527301 \text{ liter/menit} \\ \text{Kecepatan Pengadukan} &= 100 \text{ rpm} = 1,6667 \text{ rps} \\ \text{Volume PAC di tangki} &= 0,000005 \text{ m}^3/\text{menit} \times 60 \text{ menit} \\ &= 0,000271638 \text{ m}^3 \\ \text{Dirancang tangki berbentuk silinder dan 80\% dari tangki terisi air, maka :} \\ \text{Volume tangki} &= \frac{0,0003}{80\%} = 0,0003 \text{ m}^3 \\ \text{Jumlah tangki yang digunakan} &= 1 \\ \text{Volume tangki} &= \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H \\ \text{Asumsi : } H &= 3 \text{ D} \\ \text{Volume tangki} &= \frac{3,14}{4} \times D^2 \times 2D \\ 0,0003 &= 1,57 \text{ D}^3 \\ D &= 0,0600 \text{ m} \approx 0,2 \text{ m} \\ H &= 0,1801 \text{ m} \approx 0,2 \text{ m} \\ \text{Tinggi cairan dalam tangki (Hf)} &= \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H \\ 0,0003 &= \frac{3,14}{4} \times 0,06^2 \times H \\ H &= 0,10 \text{ m} \end{aligned}$$

Dirancang pengaduk tipe flat blade turbin dengan 6 blade dengan perbandingan diameter impeller.
 dengan diameter tangki (T/D) = 1/3
 Diameter impeler (Da) = 1/3 diameter tangki
 = 0,3333 x 0,0600
 = 0,0200 m

$$\begin{aligned} \rho \text{ PAC} &= 1029 \text{ kg/m}^3 \\ \mu \text{ PAC} &= 0,87 \text{ cp} = 0,0009 \text{ kg/m.s} \\ \text{Nre} &= \frac{\rho \times D^2 \times N}{\mu} \end{aligned}$$



$$= \frac{1029 \times 0,0200^2 \times 1,6667}{0,0009}$$

$$= 785,000$$

Dari figure 3.4-5 (Geankoplis, 2003)

diketahui nilai N_p pada Nre = 784,9998 adalah 5

Daya yang diperlukan untuk motor pengaduk :

$$P = N_p \times r \times N^3 \times T^5$$

$$= 5 \times 1029 \times 1,6667^3 \times 0,0200^5$$

$$= 0 \text{ watt} = 0,00000010 \text{ HP}$$

Jika efisiensi motor 80%, maka :

$$P = \frac{0,000000102}{0,8} = 0,00000013$$

Dipilih motor = 0,5 HP

Spesifikasi Tangki pelarutan flokulan

Fungsi	:	Sebagai tempat terjadinya pelarutan flokulan
Kapasitas	:	0,0003 m ³
Jumlah	:	1 buah
Bentuk	:	Silinder
Ukuran bak	:	Diameter = 0,2 m
		Tinggi = 0,2 m
Motor penggerak	:	0,5 HP
Bahan	:	Carbon steel



16. Molecular Sieve Air Dryer

Fungsi : Mengabsorb air dalam udara masuk
 Type : Fixed Bed Column Molecular Sieve Air Dryer
 Dasar Pemilihan : Effective capacity, Dew point yang dihasilkan lebih rendah
 Jenis Adsorben : Molecular Sieve 4A

Perhitungan :

Feed masuk = 127894,2622 kg / jam
 = 281958,2482 lb / jam
 Densitas = 1 Kg / m³
 = 62,43 lb / Cuft
 Rate Volum = 4516,3903 cuft / jam

Volume Fluida = $\frac{4516,3903}{4516,3903} \times t$ (waktu tinggal)
 = 1 Jam

(KLM TECHNOLOGY GROUP)

Volume Fluida = 4516,3903 cuft
 Cermic Balls - 1 = 0,5000 in
 Guard Layer = 0,1250 in
 Adsorbent Layers = 0,1875 in
 Ceramic Balls - 2 = 0,8750 in

Total height = 1,6875 in
 Scale Up = 168,750 in = 4,286 m

Untuk tinggi ruang kosong (outlet distributor + inlet) diasumsikan 65% dari tinggi bahan isian

(KLM TECHNOLOGY GROUP)

Tinggi ruang kosong = 109,688 in = 2,8 m
 Maka diperoleh tinggi total column = 7,0723 m
 = 8 m

assumsi L/
 D = 4
 shg L = 2 m



Spesifikasi Molecular Sieve Air Dryer :

Fungsi	:	Mengabsorb air dalam udara masuk
Type	:	Fixed Bed Column Molecular Sieve Air Dryer
Dasar Pemilihan	:	Effective capacity, Dew point yang dihasilkan lebih rendah
Tinggi Column	:	8 m
Diameter Column	:	2 m

Karakteristik Adsorben :

Jenis Adsorben	:	Molecular Sieve 4A
a. Bentuk	:	Pellet 40 - 45 lb /
b. Bulk Density	:	cuft 1,6 mm - 6
c. Ukuran Partikel	:	mm 0,24 BTU /
d. Spesifik Heat	:	lb F

Kebutuhan

Zeolit :

$$h = 18,75 \text{ in}$$
$$= 0,4763 \text{ m}$$
$$D = 2 \text{ m}$$

Sehingga volume zeolit total :

$$V = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times h$$
$$= 1,495425 \text{ m}^3 / \text{jam}$$
$$= 11843,766 \text{ m}^3 / \text{tahun}$$
$$= 13028142,6 \text{ kg} / \text{tahun}$$

VII.3.2. Perhitungan Pompa-Pompa

1. Pompa Air Sungai

Fungsi	:	Mengalirkan bahan dari sungai ke bak penampung air sungai
Tipe	:	Centrifugal Pump
Dasar Pemilihan	:	Sesuai untuk bahan liquid, viskositas rendah.



Spesifikasi :

Fungsi	:	Mengalirkan bahan dari sungai ke bak penampung air
Tipe	:	Centrifugal Pump
Bahan	:	Commercial Steel
Rate volumetrik	:	1965,50 cuft/jam
Total Dynamic Head	:	45,88 ft.lbf/ lbm
Effisiensi motor	:	86%
Power	:	9 Hp

2. Pompa ke Tangki Koagulasi

Fungsi	:	Mengalirkan bahan dari bak penampung air sungai ke koagulasi tank
Tipe	:	Centrifugal Pump
Dasar Pemilihan	:	Sesuai untuk bahan liquid, viskositas rendah.

Spesifikasi :

Fungsi	:	Mengalirkan air dari bak penampung air sungai ke tangki koagulasi
Tipe	:	Centrifugal Pump
Bahan	:	Commercial Steel
Rate volumetrik	:	1965,505 cuft/jam
Total Dynamic Head	:	41,8896 ft.lbf/ lbm
Effisiensi motor	:	86%
Power	:	6 Hp
Jumlah	:	1 buah

3. Pompa Bak Koagulan ke Tangki koagulan

Fungsi	:	Mengalirkan koagulan dari bak koagulan ke tangki koagulasi
Type	:	Dosing Pump
Dasar Pemilihan	:	Sesuai untuk bahan liquid, viskositas rendah.

Spesifikasi :

Fungsi	:	Mengalirkan koagulan ke tangki koagulasi
Tipe	:	Dosing Pump
Bahan	:	Stainless Steel
Rate volumetrik	:	0,020 liter/jam
Kapasitas pompa	:	3,2 liter/jam



Tekanan	:	10	bar
Power	:	1	Hp
Kecepatan putaran	:	36	rpm
Jumlah	:	1	buah

4. Pompa bak penampung flokulan ke tangki flokulasi

Fungsi	:	Mengalirkan flokulan dari bak penampung ke tangki flokulasi
Type	:	Dosing Pump
Dasar Pemilihan	:	Sesuai untuk bahan liquid, viskositas rendah.

Spesifikasi :

Fungsi	:	Mengalirkan flokulan ke tangki flokulasi
Tipe	:	Dosing Pump
Bahan	:	Stainless
Rate volumetrik	:	0,0054 liter/jam
Kapasitas pompa	:	3,2 liter/jam
Tekanan	:	10 bar
Power	:	1 Hp
Kecepatan putaran	:	90 rpm
Jumlah	:	1 buah

5. Pompa dari bak penampung clarifier ke Sand Filter

Fungsi	:	Mengalirkan air dari bak penampung air jernih ke sand filter
Type	:	Centrifugal Pump
Dasar Pemilihan	:	Sesuai untuk bahan liquid, viskositas rendah.

Spesifikasi :

Fungsi	:	Mengalirkan bak air ke sand filter
Tipe	:	Centrifugal Pump
Bahan	:	Commercial Steel
Rate volumetrik	:	1867,263 cuft/jam
Total Dynamic Head	:	70,9946 ft.lbf/ lbm
Effisiensi motor	:	88%



Power : 2 Hp
Jumlah : 1 buah

6. Pompa Bak Penampung Air Sanitasi

Fungsi : Mengalirkan air dari bak air bersih ke bak penampung air sanitasi

Type : Centrifugal Pump

Spesifikasi :

Fungsi : Mengalirkan air dari bak air bersih ke bak air sanitasi
Tipe : Centrifugal Pump
Bahan : Commercial Steel
Rate volumetrik : 65,046 cuft/jam
Total Dynamic Head : 21,2798 ft.lbf/ lbm
Effisiensi motor : 83%
Power : 6 Hp
Jumlah : 1 buah

7. Pompa ke Kation Anion Exchanger

Fungsi : Mengalirkan air dari bak penampung air bersih ke kation exchanger.

Type : Centrifugal Pump

Dasar Pemilihan : Sesuai untuk bahan liquid, viskositas rendah.

Spesifikasi :

Fungsi : Mengalirkan air ke kation anion tower
Tipe : Centrifugal Pump
Bahan : Commercial Steel
Rate volumetrik : 437,363 cuft/jam
Total Dynamic Head : 52,7961 ft.lbf/ lbm
Effisiensi motor : 82%
Power : 4,1 Hp
Jumlah : 1 buah

8. Pompa Bak Air Pendingin

Fungsi : Mengalirkan air dari bak penampung air jernih ke bak air



Type	: pendingin.
	: Centrifugal Pump
Dasar Pemilihan	: Sesuai untuk bahan liquid, viskositas rendah.

Spesifikasi :

Fungsi	: Mengalirkan bahan dari sungai ke bak penampung air
Tipe	: Centrifugal Pump
Bahan	: Commercial Steel
Rate volumetrik	: 1110,614 cuft/jam
Total Dynamic Head	: 25,2288 ft.lbf/ lbm
Effisiensi motor	: 82%
Power	: 3 Hp
Jumlah	: 1 buah

9. Pompa Cooling Tower

Fungsi	: Mengalirkan air dari cooling tower ke bak air
	: pendingin.
Type	: Centrifugal Pump
Dasar Pemilihan	: Sesuai untuk bahan liquid, viskositas rendah.

Spesifikasi :

Fungsi	: Mengalirkan dari cooling tower ke bak penampung
Tipe	: Centrifugal Pump
Bahan	: Commercial Steel
Rate volumetrik	: 1110,614 cuft/jam
Total Dynamic Head	: 37,2705 ft.lbf/ lbm
Effisiensi motor	: 84%
Power	: 5 Hp
Jumlah	: 1 buah

Tenaga listrik yang dibutuhkan Pabrik ini dipenuhi dari Perusahaan Listrik Negara(PLN) dan Generator set(Genset). Dan distribusi pemakaian listrik untuk memenuhi kebutuhan pabrik adalah sebagai berikut :

- Untuk keperluan proses.
- Untuk keperluan penerangan.



- Untuk keperluan proses disediakan dari generator set, sedangkan untuk penerangan dari PLN.
- Bila terjadi kerusakan pada generator set, kebutuhan listrik bisa diperoleh dari PLN.

Demikian juga bila terjadi gangguan dari PLN, kebutuhan listrik untuk penerangan bisa diperoleh dari generator set.

Perincian kebutuhan listrik dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel VII.1. Kebutuhan Listrik untuk Peralatan Proses dan Utilitas.

No	Nama Alat Peralatan Proses	Kode Alat	Power (HP)
1	Pompa -1	L - 111	5,000
2	Pompa - 2	L - 212	0,0079
3	Reaktor	R - 210	8,47
4	Mixing Tank	R - 310	42,6
5	Pompa - 3	L - 311	1,84
6	Pompa - 4	L - 321	11,80
7	Screw Conveyor - 1	J - 333	0,923
8	Blower - 1	G - 331	8,72
9	Blower - 2	G - 335	3,90
10	Rotary Dryer	B - 340	9,0
11	Cooling Screw Conveyor	J - 342	0,9
12	Screener	H - 350	3
13	Blower - 3	G - 345	36
14	Blower - 4	G - 346	35
15	Screw Conveyor - 2	J - 354	1
16	Screw Conveyor - 3	J - 353	0,9
17	Coating Drum	B - 360	1,000
18	Belt Conveyor	J - 361	2
19	Bucked Elevator	J - 362	3,0
	Total		175

No	Nama Alat Peralatan Utilitas	Power (Hp)
1	Cooling tower	3
2	Tangki Koagulasi	1
3	Tangki (Al ₂ SO ₄) ₃	0,5



4	Tangki Flokulasi	2
5	Tangki PAC	0,5
6	Pompa Air Sungai	9
7	Pompa Tangki Koagulasi	6
8	Pompa penampung koagulan	0,13
9	Pompa penampung flokulan	0,13
10	Pompa Sand Filter	23
11	Pompa Bak Penampung Air Sanitasi	6
12	Pompa ke Kation Anion Exchanger	4,1
13	Pompa Bak Air Pendingin	3
14	Pompa Cooling Tower	5
Total		64

$$\begin{aligned}
 1 \text{ hp} &= 745,6 \text{ watt} = 0,7456 \text{ kW} \\
 \text{Total kebutuhan listrik} &= 175 + 64 = 239 \text{ kW} \\
 &= 178,099687 \text{ kWh} \\
 &= 4274 \text{ kW/hari}
 \end{aligned}$$

Kebutuhan listrik untuk penerangan pabrik dihitung berdasarkan kuat penerangan untuk tiap-tiap lokasi. Dengan menggunakan perbandingan beban

$$\begin{aligned}
 \text{listrik lumen /m}^2, \text{ dimana } 1 \text{ foot candle} &= 10,76391 \text{ lumen / m}^2 \\
 1 \text{ lumen} &= 0,0015 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

Tabel VII.2. Kebutuhan Listrik Untuk Penerangan

No	Lokasi	Luas (m ²)	Foot candle	Lumen/m ²
1	Jalan	6000	235	2529,51885
2	Pos Keamanan	27	10	107,6391
3	Parkir	120	120	1291,6692
4	Taman	800	80	861,1128
5	Timbangan Truk Pemadam	100	10	107,6391
6	Kebakaran	200	20	215,2782
7	Bengkel	500	22,5	242,187975
8	Kantor	250	120	1291,6692



9	Perpustakaan	500	50	538,1955
10	Kantin	300	22,5	242,187975
11	Poliklinik	250	10	107,6391
12	Mushola	70	90	968,7519
13	Ruang Proses	4000	360	3875,0076
14	Ruang Kontrol	500	10	107,6391
15	Laboratorium	625	62,5	673
16	Unit Pengolahan Air	900	90	968,7519
17	Unit Pembangkit Listrik	650	50	538,1955
18	Unit Boiler	650	50	538,1955
19	Storage Produk	700	62,5	672,744375
20	Storage Bahan Baku	341	62,5	672,744375
21	Gudang	225	62,5	672,744375
22	Utilitas	750	40	430,5564
23	Daerah Perluasan	7500	360	3875,0076
Total		25958	2000	21527,82

Kebutuhan listrik untuk AC kantor = 20 kWh

Supply PLN hanya untuk penerangan dan AC

= 20 kWh

= 20 kWh

Untuk menjamin kelancaran dalam penyediaan, ditambah 20 % dari total kebutuhan

Sehingga kebutuhan listrik = 1,2 x 20

= 24 kWh

VII.4. Generator Set

Direncanakan digunakan : Generator Portable Set (penempatannya mudah)

Effisiensi generator set : 80%

Supply listrik untuk keperluan proses dan utilitas diperoleh dari generator set.

Kebutuhan listrik untuk keperluan proses dan utilitas = 178 kWh

Untuk menjamin kelancaran dalam penyediaan, ditambah 20% dari total kebutuhan.

Sehingga kebutuhan listrik = 1,2 x 178

= 214 kWh

Kapasitas generator set total

= $\frac{214}{0,8}$

= 267,1495 kWh

Digunakan generator iwata dengan kapasitas 1.200 kWh, Sehingga

Jumlah generator = $\frac{267,1495}{1.200}$ kWh = 0,2226 buah



	1.200	kWh	≈	1	buah
1 kW	=	56,87			Btu/menit
Q generator	=	267,1495	x	56,87	
	=	15.192,7938			Btu/menit
Heating Value minyak bakar =					
		19065,6944	Btu/lb		[Perry 6 ^{ed} , 1984 Page 1629]
Kebutuhan bahan bakar untuk generator	=	15.192,7938	Btu/menit		
		19.065,6944	Btu/lb		
	=	0,7969	lb/menit		
	=	21,7066	kg/jam		

Jadi dalam perencanaan ini, harus disediakan generator pembangkit tenaga listrik yang dapat menghasilkan daya listrik yang sesuai. Dengan kebutuhan bahan bakar solar

sebesar	=	21,7066	kg/jam		
Berat jenis bahan bakar	=	870	kg/m ³	=	0,87 kg/L

Maka kebutuhan bahan bakar	=	21,7066	
		0,87	
	=	24,9501	L/jam
	=	598,8032	L/hari

Spesifikasi Generator Set :

Fungsi	:	Pembangkit Tenaga Listrik
Kapasitas	:	267,1495 kWh
Power factor	:	80%
Bahan bakar	:	Diesel Oil
Jumlah bahan bakar	:	598,8032 L/hari
Jumlah	:	2 buah (1 cadangan)

VII.5. Tangki Penyimpan Bahan Bakar

VII.5.1. Tangki Penyimpanan Bahan Bakar Solar

Fungsi : Menyimpan bahan bakar solar untuk kebutuhan generator dan boiler.

Bentuk : Tangki Silinder Vertikal dengan plat datar (flat bottom) dan atap torispherical dished

Kebutuhan bahan bakar untuk generator per jam	=	47,8548
Kebutuhan bahan bakar untuk boiler per jam	=	1.446
Total Minyak Diesel	=	1.494,0741



Densitas minyak diesel	=	54,31	lb/cuft
Kapasitas	=	27,510	cuft/jam
1 cuft	=	28,32	liter
Kapasitas per jam	=	779,0863	L/jam

Direncanakan penyimpanan bahan bakar selama 1 bulan:

$$\begin{aligned} \text{Volume bahan} &= 27,510 \text{ cuft/jam} \times \frac{24 \text{ jam}}{1 \text{ hari}} \times 30 \\ &= 19.807,2798 \text{ cuft} \\ \text{Volume tangki} &= 1,2 \times 19.807,2798 \\ &= 23.768,7358 \text{ cuft} \end{aligned}$$

Menentukan dimensi tangki

Asumsi dimensi

$$\begin{aligned} \text{ratio} &= \frac{H/D}{1} \\ \text{Volume silinder} &= 1 D \quad \text{(Ulrich Table.4-27)} \end{aligned}$$

$$23768,7358 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times D^2$$

$$23768,7358 = \frac{1}{4} \times \pi \times [Ds]^2$$

$$23768,7358 = 0,79 DS$$

$$Ds^3 = 30279 \text{ ft}^3$$

$$Ds = 31,17 \text{ ft} = 9,506 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{V tutup atas} &= 0,000049Ds^3 \quad \text{(Torispherical)} \\ & \quad \text{[Brownell : 88]} \end{aligned}$$

$$\text{Volume tangki} = \text{Volume silinder} + \text{Volume tutup atas}$$

$$23768,7358 = 0,79 Ds^3 + 0,000049 Ds^3$$

$$23768,7358 = 0,785 D^3$$

$$Dt = 31,1676 \text{ ft} = 374,0110 \text{ in} = 9,4999 \text{ m}$$

$$Ht = 31,1676 \text{ ft} = 374,0110 \text{ in} = 9,4999 \text{ m}$$

$$\text{Volume liquid} = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H_{liq}$$

$$19807,2798 = 762,56 H_{liq}$$

$$H_{liq} = 25,9746 \text{ ft} = 311,695272 \text{ in}$$

$$= 7,9171 \text{ m}$$



Menentukan Tekanan Design

Jika didalam bejana terdapat liquid , maka :

$$\begin{aligned}
 P_{\text{design}} &= P_o - P_i + P_{\text{hidrostatik}} \\
 P_{\text{design}} &= 14,7 - 14,7 + P_{\text{hidrostatik}} \\
 P_{\text{design}} &= P_{\text{hidrostatik}} \\
 P_{\text{design}} &= \rho \times g \times H_{\text{liq}} \\
 &= 54,3100 \frac{\text{lbm}}{\text{cuft}} \times 1 \frac{\text{lbf}}{\text{lbm}} \times 25,9746 \\
 &= 1410,6809 \text{ lbf/ft}^2 \\
 &= 9,7964 \text{ Psi}
 \end{aligned}$$

Menentukan tebal minimum shell

Tebal shell berdasarkan ASME code untuk cylindrical tank :

$$t_{\min} = \frac{P \times r_i}{C \times f_e - 0.6P} + C$$

Dengan :

[Brownell, pers.13-1, Page 254]

- t_{\min} = tebal shell minimum ; in
- P = tekanan tangki ; Psi
- r_i = jari-jari tangki ; in (1/2 D)
- C = faktor korosi ; in (digunakan = 0,0625 in)
- E = faktor pengelasan, digunakan double welded
- e = 0,800
- f = stress allowable, bahan konstruksi carbon steel SA-283 grade C, maka $f = 12.650$

[Brownell, Table.13-1]

$$\begin{aligned}
 r_i &= 0,5 \times 374,0110 \\
 &= 187,0054901 \text{ in}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t_{\min} &= \frac{P \times r_i}{f_e - 0.6P} + C \\
 &= \frac{9,7964 \times 187,0055}{10.120 - 5,8778} + \frac{1}{16} \\
 &= 0,1811 + 0,0625 \\
 &= 0,2436 \text{ in} \\
 &\text{maka , digunakan } t_s = 4/16 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Menentukan dimensi tutup atas dan bawah (Torispherical dished)

Tutup atas berbentuk standart dished head

$$OD = \frac{ID + 2t_s}{2}$$



$$\begin{aligned}
 &= 374,0110 + 2 \times 0,25 \\
 &= 374,5110 \text{ in} = 31,2092 \text{ ft} \\
 \text{rc} &= 187,2555 \text{ in} = 15,6046 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

Tebal standart torispherical dished (atas) :

$$t_h = \frac{0,885 \times P \times r_c}{f_e - 0,1P} + C$$

Dimana :

(Brownell & Young pers 13.12 hal 258)

P_d = Tekanan desain (psi)

D_i = Diameter dalam (in)

E = Faktor Pengelasan, 0,8

t = Tebal dinding minimal (in)

$$\begin{aligned}
 t_h &= \frac{0,89 \times 10120 \times 9,7964 \times 187,255}{0,97963948} + 0,125 \\
 &= 0,285 \text{ in} \quad ; \text{ digunakan } t = 5/16 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Spesifikasi Tangki Penyimpanan Bahan Bakar Solar :

Nama alat	:	Menyimpan bahan bakar diesel oil untuk kebutuhan generator
Tipe	:	Tangki Silinder Vertikal dengan plat datar (flat bottom) dan atap torispherical dished
Kapasitas	:	23.768,7358 cuft
Diameter	:	9,4999 m
Tinggi	:	9,4999 m
Tebal shell	:	4/16 in
Tebal tutup	:	5/16 in
Bahan konstruksi	:	Carbon Steel SA-283 grade C
Jumlah	:	1 Buah



PRA PERANCANGAN PABRIK
“AMMONIUM NITRAT DARI GAS AMONIA DAN ASAM NITRAT DENGAN *PRILLING PROCESS*
KAPASITAS 70.000 TON / TAHUN”
