BAB V. UTILITAS

Unit Utilitas merupakan unit penunjang utama dalam memperlancar jalannya proses produksi. Utilitas yang diperlukan pada Pra Rancangan Pabrik Dimetil Eter dari Metanol dengan kapasitas produksi 100.000 ton/tahun ini meliputi :

1. Air digunakan untuk pembuatan *steam*, air pendingin serta air sanitasi. Uraian penggunaan air pada pabrik dimetil eter yaitu sebagai berikut :
   - Air sanitasidigunakan untuk para karyawan dilingkungan pabrik Kebutuhan air sanitasi dapat dilihat pada Tabel 5.1

Tabel 5.1. Kebutuhan Air Sanitasi

Total Kebutuhan air sanitasi	Kg/jam
1. Perumahan	416.3954
2. perkantoran	416.3954
3. laboratorium	30.00
4. poliklinik	30.00
5. pemadam kebakaran	50.00
6. masjid dan kantin	50.00
Total	**992.7908**

   - Kebutuhan air pendingin dapat dilihat pada Tabel 5.2

Tabel 5.2. Kebutuhan Air Pendingin

Air Pendingin	kg/jam
Condensor	11077,37

   - Kebutuhan *steam* dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3. Kebutuhan *Steam*

Kebutuhan steam	Kg/jam
Vaporizer	**13120.55**
TOTAL	**13120,55**

Total Kebutuhan Air

Kebutuhan air per jam :

- Air sanitasi = 992.7908 kg/jam
- Air umpan boiler = 13120,554 kg/jam
- Air pendingin = 11077,37 kg/jam

Total = 25190,72 kg/jam

Pada saat operasi kontinu sejumlah air akan disirkulasikan dengan asumsi kehilangan air sebesar ± 20%.

Air *umpan boiler* = *11808,5* Kg/jam

Jumah air pada saat start up = total kebutuhan air

= 30030,31 kg/jam

Jumlah air yang hilang = air sanitasi + air *yang hilang di cooling tower*

= 992.79 kg/jam + 4839,59 kg/jam

= 4822,38 kg/jam

Maka jumlah air yang dibutuhkan pada saat operasi kontinu adalah

Air Kontinu = air make up

= 5038.14 kg/jam

= 5038.14 kg/jam

2. Listrik adalah energi yang paling banyak dibutuhkan, hampir semua instalasi membutuhkan listrik.Kebutuhan listrik dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4. Kebutuhan Listrik

Nama alat	**Unit**	**Daya (HP)**
Pompa	3	62.3249724
Kompressore	1	113.635205
Centrifugal pump	15	11.0307029
Chiller	1	118.008
fan cooling tower	1	5
Total		309.9989

5.1 Unit Penyediaan Air

Untuk memenuhi kebutuhan air di Pabrik Dimetil Ether digunakan sumber air yang berasal dari sungai guntung yang ditampung di dalam bak penampung

sementara, sebelum digunakan sebagai air sanitasi, air untuk umpan boiler dan air pendingin. Kualitas air sungai guntung dapat dilihat pada Tabel 5.1

Tabel 5.5 Kualitas air Sungai Guntung

Parameter	Satuan	kandungan Air	Standar Baku mutu
Ph	-	6,55	6,5-8,5
Suhu	0C	28	
TSS(padatan tersuspensi)	mg/l	37	<50
TDS (zat padat terlarut)	mg/l	71	1000
DO (Oksigen terlarut)	mg/l	6,78	>4
BOD	mg/l	4,2	<3
COD	mg/l	11,63	<25
NO3	mg/l	1,9	<10
NO2	mg/l	0,023	<0,06
Total coli	jmlh/1	24.000	<50
Fecal coli	jmlh/1	24.000	<50

Sumber:Status Lingkungan Hidup Kalimantan Timur, 2018

5.1.1 Air Sanitasi

Air sanitasi adalah air yang mengandung mineral dan tidak mengandung kotoran atau bakteri. Air sanitasi digunakan untuk para karyawan lingkungan pabrik (perumahan, perkantoran, laboratorium, mesjid / musholla, kantin dan lain-lain). Karena air ini berhubungan langsung dengan kesehatan, maka air sanitasi harus memenuhi standar kualitas. Syarat air sanitasi (Permenkes, 2010) meliputi sebagai berikut :

1. Syarat fisika, yaitu:
   - Warna : Jernih
   - Rasa : Tidak berasa
   - Bau : Tidak berbau
   - Total zat padat terlarut : 500 mg/l
2. Syarat kimia, meliputi:
   - Tidak mengandung zat–zat organik maupun anorganik yang terlarut dalam air, seperti PO_4^{3-}, Hg^{2+}, Cu^{2+} dan logam-logam berat lainnya yang beracun.

- Syarat bakteriologis

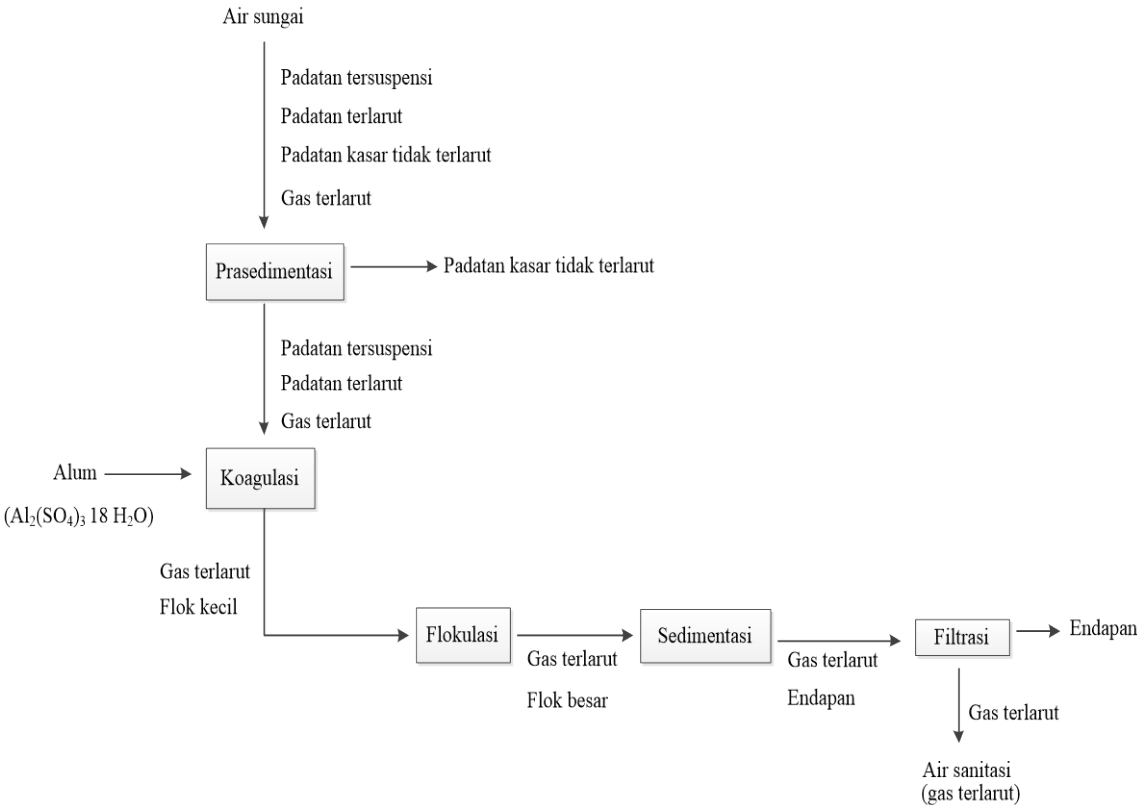
  Air sanitasi tidak mengandung kuman maupun bakteri terutama bakteri *E.Coli* dan *Koliform*. Untuk memenuhi persyaratan ini, setelah proses penjernihan harus diberi tambahan desinfektan seperti khlor cair atau kaporit.Pada Tabel 5.6 menyajikan ambang batas kandungan unsur atau senyawa kimia dalam air bagi kesehatan manusia.

Tabel 5.6 Ambang Batas Kandungan Senyawa Kimia dalam Air

Karakteristik	**Ambang Batas Alamiah (ppm)**	**Ambang Batas yang Disarankan (ppm)**
Timbal	0,1	0,05
Fluorida	1,5	0,7 – 1,20
Arsenik	0,05	0,01
Selenium	0,05	-
Kromium	0,05	-
Tembaga		1,0
Besi		0,3
Magnesium		125
Seng		5
Klorida		250
Sulfat		250
Senyawa fenol		0,001
Padatan total		
Desirable		500
Permitted		1000
Karbonat normal ($CaCO_3$)		120
Alkalinitas		35
Kesadahan Berlebih		10,6
pH (25^oC)		0,5
Akil Benzen Sulfonat		0,2
Ekstrak Karbon Kloroform		0,01
Mangan		0,05
		45

Sumber : Kegiatan Industri dan Dampaknya Bagi Lingkungan

Pengolahan air sanitasi dapat dilihat pada Gambar 5.1 dibawah ini.



Gambar 5.1 Blok Diagram Proses Pengolahan Air Sanitasi

a. Proses Prasedimentasi

Air sungai sebelum dikirim ke unit utilitas, dipisahkan terlebih dahulu dari kotoran yang berupa zat padat kasar yang terapung dengan cara memasang saringan disekitar *suction* pompa pengambil air (P-1001), lalu dipompakan dan dialirkan ke bak penampung (BP-1101).

b. Proses Pengolahan *Raw Water*

Air dari Bak Penampungan (BP-1101) dialirkan ke bak pengolahan *Raw Water* (BPR-2102) yang terdiri dari bak kaporit .

1. Larutan *Calsium Hypochlorite*($Ca(OCl)_2$)

Penambahan $Ca(OCl)_2$ berfungsi sebagai :

1) Desinfektan berfungsi membunuh bakteri yang terdapat dalam air.
2) Menghilangkan senyawa nitrogen dalam air, terutama amoniak.
3) Mengontrol rasa, bau, dan warna.
4) Meminimalkan H_2S.
5) Meminimalkan Mn & Fe.

6) Mengontrol alga & lumut.
7) Sebagai bahan pendukung koagulasi

5.1.2 Air Umpan Boiler

Air baku ini yang berasal dari Sungai Guntung sebagian digunakan untuk air sanitasi dan sebagian lagi dilakukan *Demineralisasi* untuk mendapatkan air proses dan air umpan *boiler* yang diharapkan memiliki spesifikasi sesuai dengan syarat air yang digunakan untuk umpan *boiler* dan air proses. Ketidak sesuaian kriteria air umpan *boiler* menurut standar kualitas, maka umpan *boiler* harus memenuhi standar kualitas yang tertera pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Persyaratan Air Umpan *Boiler*

Parameter	Satuan	Pengendalian Batas
pH	Unit	10.5 – 11.5
Konduktivitas	µmhos/cm	5000, max
TDS	Ppm	3500, max
P – Alkalinity	Ppm	-
M – Alkalinity	Ppm	800, max
O – Alkalinity	Ppm	2.5 x SiO_2, min
Total Hardness	Ppm	-
Silika	Ppm	150, max
Besi	Ppm	2, max
Phosphat residu	Ppm	20 – 50
Residu sulfat	Ppm	20 – 50
pH kondensat	Unit	8.0 – 9.0

Sumber : PT.Nalco Indonesia

Selain itu air yang digunakan untuk umpan *boiler* harus bebas dari mineral-mineral atau unsur yang menyebabkan kesadahan air menjadi tinggi. Ion-ion seperti Ca^{2+} dan Mg^{2+} akan menyebabkan tingginya kesadahan air disamping juga Mn^{2+} dan Fe^{2+}/Fe^{3+}. Ion-ion penyebab kesadahan ini harus dieliminasi sekecil mungkin sehingga konsentrasinya maksimum 0,05 ppm.

Air umpan *boiler* dengan tingkat kesadahan yang tinggi dapat menyebabkan pembentukan kerak pada pipa maupun *boiler* itu sendiri. Kerak ini akan terbentuk

ketika ion-ion seperti Ca^{2+} bereaksi dengan anion yang secara alami terdapat di dalam air, seperti ion bikarbonat (HCO_3^-) yang merupakan hasil reaksi antara CO_2 dengan air pada tekanan atmosfer. Ketika larutan yang mengandung Ca^{2+} dan HCO_3^- dipanaskan, endapan kalsium karbonat akan terbentuk sebagai hasil dari reaksi ion seperti di bawah ini.

$$2\ HCO_3^- + \text{heat} \rightarrow CO_3^{2-} + CO_2\ (\text{gas}) + H_2O$$

Ion karbonat yang dihasilkan kemudian bereaksi dengan ion kalsium menurut persamaan reaksi :

$$Ca^{2+} + CO_3^{2-} \rightarrow CaCO_3\ (\text{endapan})$$

$$Ca^{2+} + 2HCO_3^- \rightarrow CaCO_3\ (\text{endapan}) + CO_2\ (\text{gas}) + H_2O$$

Endapan kalsium karbonat inilah yang akan menempel pada permukaan peralatan sehingga mengurangi efisiensi alat. Pipa yang sudah ditumbuhi kerak ini akan memberikan hambatan gesekan sehingga mengurangi laju alir air. Fenomena flokulasi ini dapat dilihat pada Gambar 5.2 dibawah ini.

Gambar 5.2 Lapisan Kerak pada Pipa

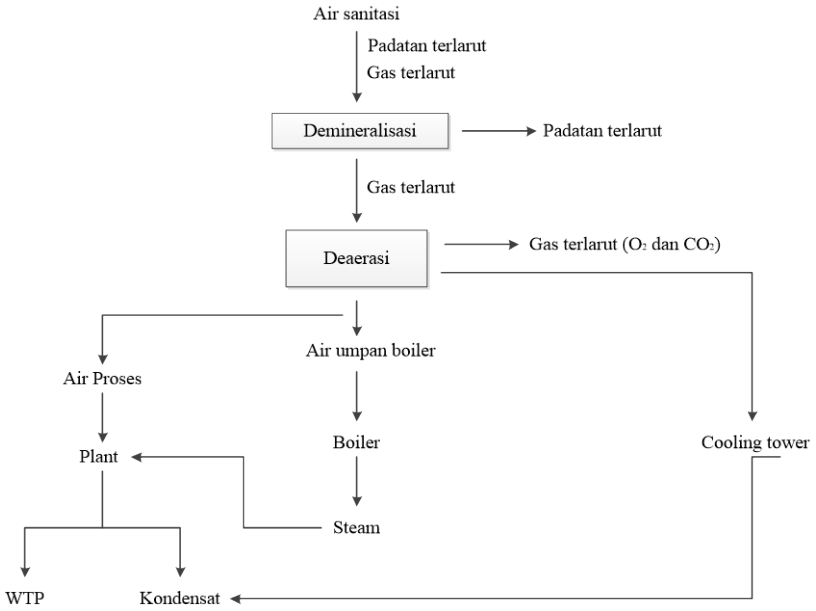
Selain itu, *boiler* dengan permukaan yang dilapisi oleh kerak juga akan mengalami penurunan efisiensi panas seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 5.8

Tabel 5.8 Kehilangan Efisiensi Termal Akibat Lapisan Kerak pada *Boiler*

Ketebalan Lapisan Kerak (in)	Kehilangan Efisiensi Termal (%)
1/16	15
1/8	25
¼	39

3/8	55
½	70

Sumber : Peairs, 2004



Gambar 5.3 Blok Diagram Proses Pengolahan Air proses dan Umpan Boiler

- **Demineralisasi (*Water Softener*)**

Untuk menanggulangi hal diatas maka diperlukan *pretreatment* atau pengolahan awal terhadap air umpan *boiler* berupa pelunakan air (*water softening*). Alat yang digunakan untuk menghilangkan kesadahan ini disebut dengan *water softener*. *Water softener* menggunakan prinsip kerja pertukaran ion. Pada proses ini, air dialirkan melalui unggun resin yang telah dijenuhkan terlebih dahulu dengan mengalirkan larutan *brine* (mengandung ion natrium) melewati unggun. Proses pertukaran ion terjaadi ketika ion penyebab kesadahan seperti Ca^{2+} dan Mg^{2+} terikat pada resin dan melepaskan ion Na^{+} ke dalam air menurut persamaan reaksi di bawah ini.

$$Ca^{2+}(aq) + Na_2R(resin) \longleftrightarrow CaR(resin) + 2Na^{+}(aq)$$

Kation lainnya, seperti ion Cu^{2+}, Zn^{2+}, Mn^{2+} dan Fe^{2+}/Fe^{3+}, juga akan dihilangkan dari dalam air melalui proses ini. Air yang keluar selanjutnya ditampung pada *demin water storage tank* (TDW-4201) dan dapat digunakan untuk air proses, air umpan *boiler* serta air pendingin.

- ***Deaerator* (D-3701)**

Selain bebas dari ion-ion penyebab kesadahan, air umpan boiler juga harus bebas dari kandungan gas terlarut, seperti oksigen dan karbon dioksida. Keberadaan oksigen dan karbon dioksida terlarut di dalam air umpan boiler akan memicu terjadinya korosi pada perpipaan, boiler, dan peralatan lainnya.

Pemisahan gas terlarut dari air umpan boiler ini dapat dilakukan dalam suatu alat *Deaerator*. Penghilangan oksigen terlarut di dalam air dilakukan dengan penambahan hidrazin (N_2H_4). Hidrazin akan bereaksi dengan oksigen membentuk air dan gas nitrogen, sehingga kandungan oksigen terlarut dalam air berkurang. Reaksi hidrazin dengan oksigen adalah sebagai berikut.

$$N_2H_{4(l)} + O_{2(g)} \rightarrow N_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$$

Air umpan boiler disemprotkan melalui *nozzle* dari bagian atas kolom yang terdiri atas *tray-tray*. Dari bagian bawah dialirkan steam dengan arah yang berlawanan dengan arah air umpan (*counterflow*). Kontak antara steam dengan air umpan pada *tray-tray* ini akan menaikkan temperatur air sehingga gas terlarut akan terpisah dan keluar melalui *gas vent*. Sementara itu, air yang bebas dari kandungan gas terlarut akan turun dan masuk ke dalam *storage tank* yang terletak di bagian bawah *Deaerator* untuk kemudian dialirkan ke dalam boiler. Temperatur air keluar dari alat ini berkisar antara 102-104 ºC. Air keluaran daerator dialirkan ke *Boiler* (B-3801) untuk menghasilkan uap atau steam yang dibutuhkan pada proses pabrik.

- **Boiler (B-3801)**

Air umpan boiler yang telah bebas dari kesadahan dan gas terlarut kemudian dialirkan ke dalam *steam boiler*. Jenis boiler yang digunakan adalah *fire tube boiler*. Gas yang telah dipanaskan akan melewati *tube-tube* dan memanaskan air yang ada di sekitar *tube*. Energi panas yang dilepaskan gas diserap oleh air sehingga air mengalami perubahan dari fasa cair menjadi fasa uap (*saturated* atau *superheated steam*). *Steam* yang dihasilkan ini kemudian dikirim ke *plant* untuk digunakan pada alat *heat exchanger*. Kondensat yang dihasilkan kemudian dialirkan ke *Deaerator* (D-3701) kembali. *Steam* yang dihasilkan bersuhu 242˚C.

5.1.3 Air Pendingin

Cooling tower atau menara pendingin fungsi utamanya sebagai alat untuk mendinginkan air.panas dari kondensor dengan cara dikontakkan langsung dengan udara secara konveksi paksa menggunakan *fan*/kipas.

Kondensor pada *chiller* biasanya berbentuk *water-cooled condenser* yang menggunakan air untuk proses pendinginan refrigeran. Secara umum bentuk konstruksinya berupa *shell & tube* dimana air mengalir memasuki *shell*/ tabung dan uap refrigeran superheat mengalir dalam pipa yang berada di dalam tabung sehingga terjadi proses pertukaran kalor. Uap refrigeran superheat berubah fasa menjadi cair yang memiliki tekanan tinggi mengalir menuju alat ekspansi, sementara air yang keluar memiliki temperatur yang lebih tinggi. Karena air ini akan digunakan lagi untuk proses pendinginan kondensor maka tentu saja temperaturnya harus diturunkan kembali atau didinginkan pada *cooling tower*.

Langkah pertama adalah memompa air panas tersebut menuju *coolingtower* melewati *system* pemipaan yang pada ujungnya memiliki banyak *nozzle* untuk tahap *spraying* atau semburan.Air panas yang keluar dari *nozzle* secara langsung sementara itu udara atmosfer dialirkan melalui atau berlawanan dengan arah jatuhnya air panas karena pengaruh *.fan/blower* yang terpasang pada *coolingtower*. Sistem ini sangat efektif dalam proses pendinginan air karena suhu kondensasinya sangat rendah mendekati suhu *wet-bulb* udara. Air yang sudah mengalami penurunan temperature ditampung dalam bak/basin untuk kemudian dipompa kembali menuju kondensor yang berada di dalam *chiller*. Pada *coolingtower* juga dipasang katup *make up water* yang dihubungkan ke sumber air terdekat untuk menambah kapasitas air pendingin jika terjadi kehilangan air ketika proses *evaporative cooling* tersebut.