

BAB VIII

UTILITAS

Unit utilitas merupakan salah satu bagian yang sangat penting untuk menunjang jalannya proses produksi dalam suatu industri kimia. Unit utilitas yang diperlukan pada pra-rencana pabrik Ethylene ini, yaitu :

- Air yang berfungsi sebagai air proses , air pendingin, air umpan boiler dan air sanitasi
- Steam sebagai media pemanas dalam proses produksi
- Refrigerant sebagai media pendingin dalam proses produksi
- Listrik yang berfungsi untuk menjalankan alat-alat produksi, utilitas dan untuk penerangan pabrik
- Bahan bakar untuk mengoperasikan boiler dan generator^[14]

Dari kebutuhan unit utilitas yang diperlukan, maka utilitas tersebut dibagi menjadi 4 unit, yaitu :

1. Unit pengolahan air (*Water Treatment*)
 - Air umpan boiler (penghasil steam)
 - Air sanitasi
2. Unit Pengolahan refrigerant
3. Unit penyediaan tenaga listrik
4. Unit penyediaan bahan bakar

8.1. Unit Pengolahan Air (Water Treatment)

Berfungsi untuk memenuhi kebutuhan air baik ditinjau dari segi kualitas maupun kuantitasnya. Dari segi kualitas air menyangkut syarat air yang harus dipenuhi sedangkan dari segi kuantitas air merupakan jumlah kebutuhan air yang harus dipenuhi.

8.1.1 Proses pengolahan pada unit pengolahan air

Air sungai digunakan untuk memenuhi air umpan dan air sanitasi. Proses pengolahan air tersebut adalah sebagai berikut:

Air sungai di pompa (L-212) menuju bak sedimentasi (F-213) untuk mengendapkan lumpur-lumpur yang terikut bersama air tersebut. Kemudian dipompa (L-214) menuju bak

skimmer (F-215) yang berfungsi untuk membersihkan kotoran-kotoran yang terapung dalam air sungai seperti lemak dan busa. Dari bak skimper air di pompa (L-216 A) menuju tangki clarifier (H-217) disini terjadi proses koagulasi dan flokulasi dengan penambahan alum sebagai zat koagulan dan adanya proses pengadukan dengan kecepatan yang teratur agar terbentuk flok yang kemudian mengendap.[15]

Setelah terjadi proses koagulasi dan flokulasi dalam bak clarifier, kemudian air menuju ke sand filter (H-218) untuk menyaring kotoran-kotoran yang masih tersisa dan menghilangkan warna, rasa dan abu.

Dari sand filter (H-218) air masuk menuju penampung air bersih (F-219) dan diolah sesuai dengan fungsinya masing-masing yaitu sebagai berikut :

Air umpan boiler

Air umpan boiler merupakan bahan baku pembuatan steam yang berfungsi sebagai media pemanas. Kebutuhan steam pada Pabrik Ethylene sebesar 211960,2663 kg/jam, dengan temperatur 370 °C dan tekanan 14,696 psia. Air umpan boiler disediakan dengan excess 10% sebagai pengganti steam yang hilang, yang diperkirakan adanya kebocoran akibat dari transmisi sebesar 5% dan faktor keamanan 5%. Kebutuhan air umpan boiler sebanyak 169927 kg/jam.

Zat-zat yang terkandung dalam air umpan boiler yang dapat menyebabkan kerusakan pada boiler adalah :

- Kadar zat terlarut (*soluble matter*) yang tinggi
- Zat padat terlarut (*suspended solid*)
- Garam-garam kalsium dan magnesium
- Zat organik (*organic matter*)
- Silica, sulfat, asam bebas dan oksida

Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh air umpan boiler :

a. Tidak boleh berbuih (berbusa)

Busa disebabkan oleh adanya *solid matter*, *suspended matter* dan kebasaan yang tinggi.

Kesulitan yang dihadapi dengan adanya busa :

- Kesulitan pembacaan tinggi liquida dalam boiler

- Buih dapat menyebabkan percikan yang kuat yang mengakibatkan adanya solid-solid yang menempel dan mengakibatkan terjadinya korosi dengan adanya pemanasan lebih lanjut.

Untuk mengatasi hal ini perlu adanya pengontrolan terhadap adanya kandungan lumpur, kerak, dan alkalinitas air umpan boiler.

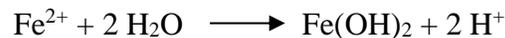
b. Tidak boleh membentuk kerak pada boiler

Kerak dalam boiler akan menyebabkan :

- Isolasi terhadap panas sehingga proses perpindahan panas terhambat
- Kerak yang terbentuk dapat pecah sewaktu-waktu, sehingga dapat menimbulkan kebocoran karena boiler mendapat tekanan yang kuat.

c. Tidak boleh menyebabkan korosi pada pipa

Korosi pada pipa boiler disebabkan oleh keasaman (pH rendah), minyak dan lemak, bikarbonat dan bahan organik, serta gas H₂S, SO₂, NH₃, CO₂, O₂, yang terlarut dalam air. Reaksi elektrokimia antara besi dan air akan membentuk lapisan pelindung anti korosi pada permukaan baja, yaitu:



Tetapi jika terdapat oksigen dalam air, maka lapisan hydrogen yang terbentuk akan bereaksi membentuk air. Akibat hilangnya lapisan pelindung tersebut terjadilah korosi menurut reaksi :



Adanya bikarbonat dalam air akan menyebabkan terbentuknya CO₂, karena pemanasan dan adanya tekanan. CO₂ yang terjadi bereaksi dengan air menjadi asam karbonat. Asam karbonat akan bereaksi dengan metal dan besi membentuk garam bikarbonat. Dengan adanya pemanasan (kalor), garam bikarbonat ini menjadi CO₂ lagi. Reaksi yang terjadi:



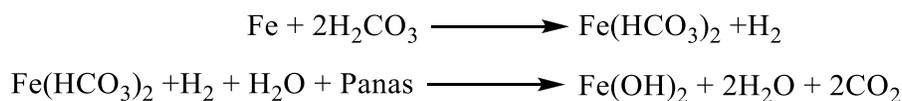
Air untuk keperluan ini harus memenuhi spesifikasi tertentu agar air tidak merusak boiler (ketel). Dari *Perry's 6th ed, hal. 976*, didapatkan bahwa air umpan boiler harus memenuhi spesifikasi sebagai berikut ^[5]:

- Total padatan (total dissolved solid) \leq 3500 ppm
- Alkanitas \leq 700 ppm
- Padatan terlarut \leq 300 ppm
- Silika = 60 – 100 ppm
- Besi \leq 0,1 ppm
- Tembaga \leq 0,5 ppm
- Oksigen \leq 0,007 ppm
- Kesadahan \leq 0
- Kekeruhan \leq 175 ppm
- Minyak \leq 7 ppm
- Residu fosfat \leq 140 ppm

Untuk memenuhi persyaratan dan spesifikasi diatas, serta untuk mencegah kerusakan pada boiler, sebelum digunakan air umpan boiler harus diolah lagi terlebih dahulu melalui:

1. Demineralisasi, untuk menghilangkan ion-ion pengganggu
2. Deaerator, untuk menghilangkan gas-gas terlarut.
 - a. Bikarbonat

Adanya bikarbonat didalam air umpan boiler akan menyebabkan terjadinya CO₂ karena pemanasan dan adanya tekanan. CO₂ yang terjadi bereaksi dengan air menjadi asam karbonat. Asam ini perlahan-lahan akan bereaksi dengan metal dan besi membentuk garam bikarbonat. Garam bikarbonat ini dengan pemanasan akan membentuk CO₂ kembali. Selanjutnya CO₂ akan bereaksi kembali dengan air membenuk asam. Keadaan ini akan berjalan terus menerus sehingga bisa merupakan siklus.



d. Gas

Gas H_2S , SO_2 dan NH_3 dapat menyebabkan korosi tapi tidak separah yang disebabkan oleh gas O_2 atau CO_2 .

e. Bahan organik

Terdapatnya bahan organik didalam air umpan boiler yang berupa asam organik akan menyebabkan terjadinya korosi pada dinding ketel.

f. Oli dan gemuk

Oli dan gemuk didalam air umpan boiler yang berasal dari minyak bumi, binatang dan tumbuh-tumbuhan akan menghasilkan asam organik dan glycerine. Asam organik akan bereaksi dengan besi yang kadang-kadang bisa membentuk CO_2 sehingga akan menyebabkan terjadinya korosi.

Untuk mengendalikan korosi dapat dilakukan dengan cara :

a. Pengaturan alkalinity dan pembentukan lapisan film dimana pH air umpan boiler diharapkan lebih besar dari 9,5 dan kandungan hidroksida alkalinity kecil. Alkalinity bisa diatur dengan penambahan soda ash (Na_2CO_3), caustic soda ($NaOH$) dan trisodium phosphate

b. Untuk menghilangkan kandungan O_2 dapat dilakukan dengan aerasi, sedangkan untuk menghilangkan CO_2 dapat dilakukan dengan pemanasan pendahuluan secara terbuka pada air umpan boiler. Selain itu dapat juga dengan cara penambahan bahan kimia misalnya tannin atau turunan glukosa

c. Memberikan perlindungan dengan pembentukan film, dengan memakai tannin, turunan lignin atau turunan glukosa

d. Kalau penyebab korosi karena kondensat, bisa dicegah dengan pemberian senyawa amine atau ammonia.

g. Pengendalian caustic imbritlement

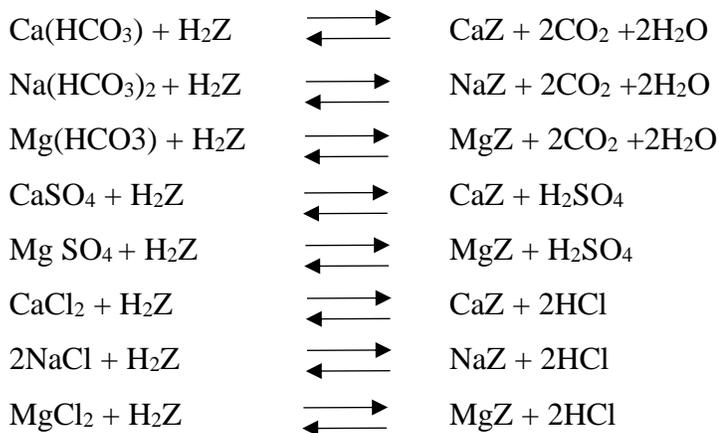
Salah satu penyebab kerapuhan dinding boiler adalah kandungan $NaOH$ bebas didalam air boiler yang terkonsentrasi pada titik kebocoran dan secara kimia akan menyerang metal tersebut. dengan serangan tersebut akan menimbulkan retakan yang tidak teratur, terutama pada metal yang terkena tekanan. Untuk mengendalikan caustic imbritlement, perlu dilakukan:

- a. Mencegah kebocoran pada metal yang mengalami tekanan
 - b. menambah inhibitor
 - c. Mengendalikan alkalinitas hidroxida yang rendah pada air boiler, dengan cara:
 - Mengendalikan pH, dengan menggunakan phosphate, sehingga pH air boiler dapat diketahui dengan melihat endapan trisodium phosphate.
 - Menambahkan bahan kimia, pencegah imbbrittlement yaitu lignin, tannin dan sodium nitrat.
3. Pelunakan air umpan boiler

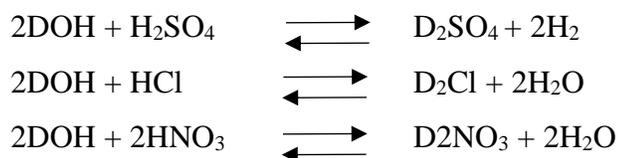
Pelunakan air boiler yang telah dilakukan dengan pertukaran ion dalam demineralisasi yang terdiri dari dua tangki yaitu tangki kation exchanger (D-210) dan anion exchanger (D-210). Kation exchanger yang digunakan adalah resin zeolit (H_2Z) dan anion yang digunakan adalah resin deacidite (DOH).

Air dari bak air bersih dialirkan dengan pompa (L-219) menuju kation exchanger (D-210).

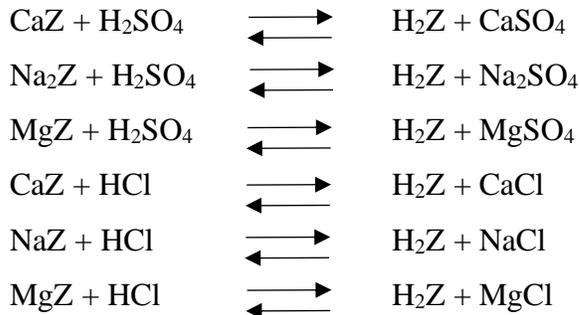
Dalam tangki kation exchanger terjadi reaksi-reaksi sebagai berikut :



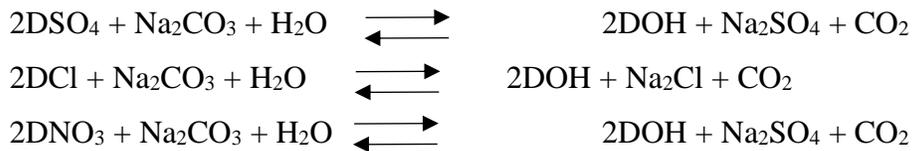
Ion-ion karbonat, sulfat dan klor diikat dengan ion Z membentuk CO_2 dan air, H_2SO_4 dan HCl . Selanjutnya air yang bersifat asam ini dialirkan ke tangki anion exchanger (D-111) untuk menghilangkan ion-ion mengganggu proses. Resin yang digunakan dalam anion exchanger adalah deacidite (DOH). Dalam tangki anio exchanger terjadi reaksi sebagai berikut :



Pemakaian resin yang terus menerus menyebabkan resin aktif kembali. Hal ini dapat diketahui dari pemeriksaan kesadahan air umpan boiler. Resin yang sudah tidak aktif menunjukkan bahwa resin sudah tidak jenuh dan perlu diregenerasi. Regenerasi hydrogen exchanger dilakukan dengan menggunakan asam sulfat atau asam klorida. Dengan reaksi sebagai berikut :



Sedangkan regenerasi anion exchanger dengan menggunakan larutan Na_2CO_3 atau NaOH . Reaksi yang terjadi :



Setelah keluar dari demineralisasi, air umpan boiler telah bebas dari ion-ion pengganggu. Untuk memenuhi kebutuhan umpan boiler, air lunak di tampung dalam bak air lunak (F-231) yang selanjutnya di pompa (L-232) ke daearator (D-241) untuk menghilangkan gas-gas impurities pada air umpan boiler dengan system pemanasan. Dari daearator air akan dimasukkan ke dalam bak air umpan boiler (F-242) dan di pompakan boiler didistribusikan ke peralatan dan kondensat yang dihasilkan di recycle.

8.2. Air Sanitasi

Air sanitasi digunakan untuk memenuhi kebutuhan karyawan, laboratorium, taman dan kebutuhan yang lain. Air sanitasi yang dipergunakan harus memenuhi syarat kualitas air sebagai berikut :

a. Syarat fisik

- Berada di bawah suhu udara
- Warnanya jernih
- pH netral

- Tidak berbusa
- Kekeruhan kurang dari 1 ppm SiO₂
- Tidak berasa
- Tidak berbau

b. Syarat kimia

Tabel 8.2. Syarat kimia air sanitasi

No	Parameter	Maksimal Konsentrasi (ppm)
1	Zat terlarut	1000
2	Zat Organik (angka KMNO ₄)	10
3	CO ₂ Agresif	Tidak ada
4	H ₂ S	Tidak ada
5	NH ₄ ⁺	Tidak ada
6	NO ₂ ⁻	Tidak ada
7	SO ₃ ⁻	20
8	Cl ⁻	250
9	SO ₄	250
10	Mg ⁺²	125
11	Fe ⁺²	0,2
12	Mn ⁺²	0,1
13	Ag ⁺²	0,05
14	Pb ⁺²	3,0
15	Cu ⁺²	3,0
16	Zn ⁺²	5,0
17	F	1-115
18	pH	6,5-9
19	Kesadahan	5-10 D ^o

c. Syarat mikrobiologis

Tidak mengandung kuman maupun bakteri, terutama bakteri patogen yang dapat merubah sifat fisik air

Kebutuhan air sanitasi pada Pra Rencana Pabrik Ethylene ini adalah :

1. Untuk kebutuhan karyawan

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum, Nomor : 14/PRT/M/2010, kebutuhan air untuk tiap orang = 120 L/hari/orang

2. Untuk laboratorium dan taman.

Direncanakan kebutuhan air untuk taman dan laboratorium adalah sebesar 50% dari kebutuhan karyawan.

3. Untuk pemadam kebakaran dan cadangan air.

Air sanitasi untuk pemadam kebakaran dan air cadangan direncanakan sebesar 40% dari kebutuhan air untuk karyawan, laboratorium dan taman.

Total kebutuhan air sanitasi untuk pra-rencana Pabrik ethylene ini sebesar 1507,5850 kg/jam.

8.2.1 Pengolahan air sanitasi

Air dari bak air bersih dialirkan dengan pompa (L-216 B) menuju bak klorinasi (F-221) dan ditambahkan desinfektan klor (Cl_2) sebanyak 1 ppm yang di injeksikan langsung ke dalam pipa dan dengan menggunakan pompa (L-222) air bersih siap untuk dipergunakan sebagai air sanitasi.

8.3. Unit penyedia listrik

Listrik yang dibutuhkan pada pra rencana pabrik ethylene ini meliputi :

- Proses : kW
- Penerangan : kW

Kebutuhan listrik untuk proses, penerangan, instrument dan lain-lain dipenuhi oleh PLN. Sedangkan apabila ada matinya listrik, maka digunakan satu generator AC bertenaga diesel berkekuatan kW, dengan satu buah buah generator tambahan.

8.4. Unit penyedia bahan bakar

Bakar bakar yang digunakan pada pabrik, yaitu pada boiler dan generator sebesar 928420,74 L/hari. Bahan bakar yang digunakan adalah fuel oil. Pemilihan jenis bahan bakar yang digunakan berdasarkan pertimbangan sebagai berikut :

- Harganya relative murah
- Mudah didapat
- Viskositas relative rendah sehingga mudah mengalami pengabutan
- Heating valuenya relatif tinggi
- Tidak menyebabkan kerusakan pada alat-alat

Dari perry table 9.9 dan fig.9.9 perry edisi 6, spesifikasi bahan bakar didapat :

- Flash point : 38 °C (100 °F)
- Pour point : - 6 °C (21,2 °F)

- Densitas : 55 lb/ft³
- Heating value : 19000 Btu/lb

8.5. Unit penyedia refrigerant

Refrigerant merupakan bahan baku pembuatan media pendingin. Kebutuhan refrigerant pada pabrik ethylene ini adalah sebesar 30995,11823 Kg/jam. Refrigerant yang digunakan adalah refrigerant methane (R-50).

Dari table 2-2 Physical Properties of the Elements and organic Compounds perry edisi 7 didapat^[5] :

- Rumus molekul : CH₄
- Berat molekul : 16,04 gr/ml
- Wujud zat : gas
- Specific gravity : 0,415⁻¹⁶⁴
- Titik didih : - 161,4 °C
- Titik leleh : - 182,6 °C

8.5.1 Pengolahan Unit Penyedia Refrigerant

Methane dari storage (F-111) langsung didistribusikan ke alat-alat peralatan dan yang dihasilkan di recycle. Setelah keluar dari peralatan, selanjutnya di dinginkan kembali menggunakan cooler (E-111) dengan brine, refrigerant methane (R-50) di dinginkan dengan brine sampai suhu -161,4 °C.

8.6. Pengolahan limbah

Pada pra rencana pabrik ethylene ini memiliki kepedulian terhadap lingkungan di sekitarnya. Bentuk kepedulian tersebut antara lain di wujudkan melalui pemantauan analisa mengenai dampak lingkungan, menyusun rencana pengolahan lingkungan dan rencana lingkungan antara lain:

- **Limbah cair**

Limbah cair yang dihasilkan berupa cair. Untuk penanganannya menggunakan beberapa tahap :

- a. **Pengolahan pendahuluan (*Pretreatment*)**

Pada proses ini dilakukan pengambilan benda-benda terapung

b. Pengolahan pertama (*Primary Treatment*)

Pada tahap pengolahan ini bertujuan untuk mengendapkan padatan-padatan dan zat-zat terlarut, yang tidak dapat mengendap secara gravitasi, dengan menambahkan zat kimia tertentu sebagai koagulan dan flokulan.

c. Pengolahan kedua (*Secondary Treatment*)

Pengolahan kedua menggunakan proses biologis untuk mengurangi bahan-bahan organik melalui mikroorganisme yang ada di dalamnya. Pada tahap ini juga dilakukan aerasi yang bertujuan untuk meningkatkan kandungan oksigen dalam limbah cair tersebut. Proses aerasi ini dilakukan hingga didapatkan nilai bod, cod dan do yang memenuhi standar yang telah ditetapkan pemerintah.

d. Pengolahan ketiga (*Tertiary Treatment*)

Pengolahan ketiga dilakukan untuk menetralkan pH limbah cair dan membunuh bakteri dengan cara menambahkan zat penetral dan desinfektan ke dalamnya. Dalam proses ini juga digunakan karbon aktif dan ion exchanger untuk menyerap ion-ion yang terlarut dalam limbah.