



**DESAIN UNIT UTILITAS PADA PRARANCANGAN PABRIK PROPILLEN**

**GLIKOL KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN**

**Skripsi**

**diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar**

**Sarjana Teknik Jurusan Teknik Kimia**

Oleh:

Wilda Asyrofa

NIM. 5213415008

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

**SEMARANG**

**2019**

## PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Wilda Asyrofa

NIM : 5213415008

Program Studi : Teknik Kimia

Judul : Desain Unit Utilitas pada Prarancangan Pabrik Propilen Glikol Kapasitas  
50.000 ton/tahun

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke panitia sidang ujian Skripsi  
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Semarang, 2 Juli 2019

Pembimbing



Dr. Ratna Dewi Kusumaningtyas, S.T., M.T.

NIP. 197603112000122001

## LEMBAR PENGESAHAN

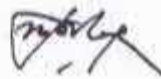
Skripsi dengan judul "Desain Unit Utilitas pada Prarancangan Pabrik Propilen Glikol Kapasitas 50.000 Ton/Tahun" telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada tanggal 25 Juli 2019.

Oleh

Nama : Wilda Asyrofa  
NIM : 5213415008  
Program Studi : Teknik Kimia

Panitia

Ketua



Dr. Wara Dyah Pita Rengga, S.T., M.T.  
NIP. 197405191999032001

Sekretaris



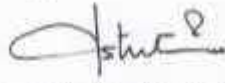
Dr. Megawati, S.T., M.T.  
NIP. 197211062006042001

Penguji 2



Dhoni Hartanto, S.T., M.T., M.Sc.  
NIP. 198711112015041003

Penguji 1



Dr. Widi Astuti, S.T., M.T.  
NIP. 197310172000032010

Pembimbing



Dr. Ratna Dewi K., S.T., M.T.  
NIP. 197603112000122001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Nur Oidus, M.T., I.P.M.  
NIP. 196911301994031001

## PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan/atau doktor), baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini

Semarang, 2 Juli 2019

Yang membuat pernyataan,



Wilda Asyrofa

NIM. 5213415008

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

### **MOTTO**

*“Ilmu pengetahuan itu bukanlah yang dihafal, melainkan yang memberi manfaat”*

– Imam Syafi’i

*”Efforts and courage are not enough without purpose and direction”*

– John F. Kennedy

–

### **PERSEMBAHAN**

1. Perkembangan ilmu dan teknologi Bangsa dan Negara Indonesia
2. Bapak, Ibu, Adik dan seluruh keluarga besar tercinta
3. Seluruh Dosen Teknik Kimia Universitas Negeri Semarang
4. Teman-teman seperjuangan Teknik Kimia Universitas Negeri Semarang  
Angkatan 2015
5. Almamater Universitas Negeri Semarang

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan Skripsi ini dengan Judul **“Desain Unit Utilitas pada Prarancangan Pabrik Propilen Glikol Kapasitas 50.000 Ton/Tahun”**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Program Strata I Jurusan Teknik Kimia pada Universitas Negeri Semarang.

Penyusunan Skripsi ini tidak lepas dari dukungan orang-orang disekitar kami, sehingga kami ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum, selaku Rektor Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. Nur Qudus, M.T.,IPM. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
3. Dr. Wara Dyah Pita Rengga, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Negeri Semarang.
4. Dr. Ratna Dewi Kusumaningtyas, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing atas arahan dan motivasi yang membangun dalam penyusunan Skripsi
5. Dr. Widi Astuti, S.T.,M.T. dan Dhoni Hartanto, S.T.,M.T.,M.Sc. selaku dosen penguji yang telah memberikan arahan dan koreksi dalam penyempurnaan penyusunan Skripsi.
6. Bapak dan ibu, beserta keluarga lainnya yang telah memberi dukungan baik moril dan materil, serta doa yang tulus
7. Zhafira Yasmin, Viona Widya Astuti, Akhmad Sutrisno, dan Putra Muallana, teman seperjuangan dalam menyusun skripsi Prancangan Pabrik Propilen Glikol yang senantiasa memberi semangat
8. Segenap kawan seperjuangan Teknik Kimia UNNES angkatan 2015.
9. Semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan dan penyusunan Skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, maka dari itu penulis mengharapkan saran untuk

menyempurnakannya. Penulis berharap Skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca yang membutuhkan informasi mengenai masalah yang dibahas dalam Skripsi ini, khususnya terkait bidang Teknik Kimia.

Semarang, 28 Juli 2019

Penulis

## ABSTRAK

**Asyrofa, Wilda.** 2019. “Desain Unit Utilitas pada Prarancangan Pabrik Propilen Glikol Kapasitas 50.000 Ton/Tahun”. Skripsi. Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Dr. Ratna Dewi Kusumaningtyas, S.T., M.T.

Propilen glikol merupakan senyawa yang digunakan sebagai dasar dalam produksi *antifreeze*, senyawa poliester untuk industri atau komersial. Kebutuhan produk propilen glikol baik secara global maupun dalam negeri terus mengalami peningkatan. Hal tersebut yang mendasari prarancangan pendirian pabrik propilen glikol dengan kapasitas produksi 50.000 ton/tahun. Pabrik dengan kapasitas produksi 50.000 ton/tahun memerlukan unit penunjang yang mampu menunjang semua kebutuhan proses pabrik. Unit utilitas merupakan sarana penunjang proses yang diperlukan pabrik agar dapat berjalan dengan baik. Utilitas dalam pabrik propilen glikol meliputi air, *steam*, listrik dan pengadaan generator. Kebutuhan air pabrik diperoleh melalui pengolahan air dari laut jawa.

Metode pengolahan air dilakukan melalui beberapa tahap seperti, desalinasi, demineralisasi dan deaerasi. Setiap langkah proses pengolahan perlu penentuan spesifikasi alat sehingga dapat memenuhi kebutuhan air secara optimum. Berdasarkan hasil perancangan, kebutuhan air pabrik propilen glikol meliputi, kebutuhan air proses ( $37,098 \text{ m}^3/\text{jam}$ ), air pendingin ( $671,683 \text{ m}^3/\text{jam}$ ), air *steam* ( $25,032 \text{ m}^3/\text{jam}$ ), air sanitasi ( $4,5 \text{ m}^3/\text{hari}$ ) dan air *hydrant* ( $48,6 \text{ m}^3$ ). Kebutuhan total listrik pabrik propilen glikol sebesar 234,655 kW, kebutuhan generator 156,681 kW menggunakan bahan bakar solar.

**Kata Kunci:** *Propilen Glikol, Utilitas, Pengolahan Air, Kebutuhan Air*



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
ABSTRAK .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan .....	3
1.4 Manfaat .....	3
BAB II LANDASAN TEORI .....	4
2.1 Propilen Glikol.....	4
2.2 Unit Utilitas.....	6
2.3 Pengolahan Air.....	10
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	16
3.1 Langkah Perhitungan .....	16
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	18
4.1 Unit Pengadaan Utilitas .....	18
4.1.1 Unit Pengadaan Air.....	18
4.1.2 Unit Pengadaan Listrik .....	24
4.1.3 Perancangan Generator .....	29
4.1.4 Unit Pengadaan Bahan Bakar .....	30
4.1.5 Unit Udara Tekan.....	30
4.2 Unit Pengolahan Air .....	31

BAB V SIMPULAN DAN SARAN .....	36
5.1 Simpulan .....	36
5.2 Saran .....	36
LAMPIRAN .....	37

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Skema Pengolahan air .....	16
Gambar 4.1 Unit Utilitas Pengolahan Air .....	31

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Daftar Pabrik Propilen Glikol di Dunia .....	6
Tabel 2.2 Syarat Mutu Air Proses .....	8
Tabel 2.3 Syarat Mutu Air Pendingin .....	9
Tabel 2.4 Persyaratan Air Umpan Boiler .....	9
Tabel 4.1 Kebutuhan Air Proses .....	18
Tabel 4.2 Kebutuhan Air untuk Pendingin .....	19
Tabel 4.3 Kebutuhan Air untuk <i>Steam</i> .....	20
Tabel 4.4 Kebutuhan <i>Steam</i> .....	20
Tabel 4.5 Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses .....	25
Tabel 4.6 Total Lumen untuk Kebutuhan Listrik di Dalam Ruangan.....	26
Tabel 4.7 Total Lumen untuk Kebutuhan Listrik di Luar Ruangan.....	27
Tabel 4.8 Kebutuhan AC.....	28

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik**

Perkembangan industri di Indonesia semakin pesat seiring dengan kemajuan pengetahuan dan teknologi. Berbagai industri kimia telah tumbuh dan berkembang di Indonesia antara lain industri petrokimia, oleokimia, agrokimia dan sebagainya. Industri petrokimia adalah industri yang menghasilkan produk-produk untuk industri kimia dengan bahan baku dasar yang bersumber dari hasil pengolahan minyak dan gas bumi (gas alam). Kebutuhan produk petrokimia baik secara global maupun dalam negeri terus mengalami peningkatan namun, jumlahnya masih belum memenuhi kebutuhan domestik sehingga masih harus impor dari luar negeri (Sulaiman, 2016). Salah satu produk untuk industri petrokimia yang masih impor yaitu propilen glikol.

Propilen glikol adalah senyawa yang memiliki rumus kimia  $C_3H_8O_2$  yang memiliki sifat fisik cair dan tidak berwarna. Propilen glikol dapat larut dalam berbagai pelarut, termasuk air, aseton, dan kloroform. Propilen glikol digunakan sebagai dasar dalam produksi *antifreeze*, senyawa poliester untuk industri atau komersial, pelarut dalam cairan deterjen dan cat manufaktur, serta digunakan sebagai bahan obat-obatan, makanan hewan peliharaan, industri tembakau, dan sebagai bahan aditif dalam makanan (Hernandez, 2001). Kebutuhan propilen glikol terus meningkat setiap tahunnya. Saat ini, berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS), nilai impor propilen glikol di Indonesia terus meningkat.

Pabrik propilen glikol yang memiliki kapasitas produksi 50.000 ton/tahun harus memiliki unit penunjang yang mampu menunjang semua kebutuhan proses pabrik. Unit pendukung proses atau sering pula disebut unit utilitas harus mampu menjalankan suatu pabrik dengan baik dari tahap awal sampai produk akhir. Pada umumnya, utilitas dalam pabrik proses meliputi air, *steam* dan listrik. Penyediaan utilitas secara langsung memanfaatkan laut Jawa sebagai penyedia air. Perlu adanya desain pengolahan air yang optimal agar kebutuhan penunjang pabrik terpenuhi. Pada penelitian ini mengkaji prancangan optimum kebutuhan setiap unit utilitas pabrik serta menghitung dimensi alat yang digunakan pada proses pengolahan air yang melalui proses *sea water intake*, desalinasi, demineralisasi, dan deaerasi.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan deskripsi latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana penentuan kebutuhan air, kebutuhan listrik, dan pengadaan generator pada pabrik propilen glikol?
2. Bagaimana proses pengolahan air pada unit utilitas di pabrik propilen glikol?
3. Bagaimana perhitungan dimensi alat pada setiap unit pengolahan air pabrik propilen glikol yang optimum?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Secara khusus penelitian bertujuan untuk:

1. Mengetahui kebutuhan air, kebutuhan listrik, dan pengadaan generator pada pabrik propilen glikol
2. Mengetahui proses pengolahan air pada unit utilitas di pabrik propilen glikol
3. Mengetahui perhitungan dimensi alat pada setiap unit pengolahan air pabrik propilen glikol

### **1.4 Manfaat Penelitian**

1. Mengetahui prinsip pengolahan air pada unit utilitas
2. Mengetahui perhitungan dimensi setiap alat utilitas untuk memperoleh kondisi yang optimum
3. Membuka peluang dan pengembangan industri-industri untuk merancang unit utilitas.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Propilen Glikol**

Propilen glikol merupakan senyawa yang memiliki rumus kimia  $C_3H_8O_2$  yang memiliki sifat fisik cair dan tidak berwarna. Propilen glikol ditentukan dengan kemurnian lebih besar dari 99,5 %. Propilen glikol, juga disebut propana-1,2- diol, merupakan cairan tak berwarna kental yang hampir tidak berbau tapi memiliki rasa agak manis. Propilen glikol merupakan senyawa yang dapat larut dalam berbagai pelarut, termasuk air, aseton, dan kloroform (US Environmental Protection Agency, 1987).

Propilen glikol biasanya diproduksi dalam skala besar, digunakan sebagai senyawa dasar dalam produksi antifreeze, senyawa poliester untuk industri atau komersial, pelarut dalam cairan deterjen dan cat manufaktur, serta digunakan sebagai bahan obat-obatan, makanan hewan peliharaan, industri tembakau, dan sebagai bahan aditif dalam makanan (Hernandez, 2001). Propilen glikol juga biasanya digunakan sebagai zat tambahan pada makanan seperti minuman berbasis kopi, pemanis cair, es krim, produk susu kocok dan soda.

Berikut merupakan sifat fisis dan kimia propilen glikol:

a. Sifat Fisis

- Berat molekul : 76,10g/mol



- Titik didih : 187°C
- Titik beku : -57°C
- Densitas (25°C) : 1,033g/ml
- Viskositas (25°C) : 48,6cp

(Yaws, 2008)

b. Sifat Kimia

- Propilen glikol dapat bereaksi dengan air membentuk dipropilen glikol
- Propilen glikol merupakan senyawa yang dapat larut dalam berbagai pelarut, termasuk air, aseton, dan kloroform
- Propilen glikol digunakan sebagai inisiator dalam katalis basa untuk menghasilkan mono (primer dan sekunder) dan dieter (polieterpoliol).
- Kondensasi propilen glikol dengan aldehyd menghasilkan siklik asetal atau 4 metil 1,3dioksilan.

(Ullmann,1983)

Saat ini di Indonesia belum terdapat pabrik yang memproduksi propilen glikol secara langsung. Oleh karena itu untuk memenuhi kebutuhan propilen glikol dalam negeri, maka indonesia harus mengimpor dari negara lain. Tabel 2.1 menunjukkan daftar pabrik propilen glikol yang beroperasi di dunia.

Tabel 2.1 Daftar Pabrik Propilen Glikol di Dunia

Nama Pabrik	Negara	Kapasitas
Asahi Denka Koygo KK	Jepang	100.000
Asahi Glass CO Ltd	Jepang	110.000
Sintorgan	Argentina	120.000
Dow Quimica	Brazil	120.000
F. MaiaSA	Brazil	100.000
Dow Chemical Jerman Inc.	Jerman	280.000
Dow Chemical Thailand	Thailand	30.000
Polioles SA	Meksiko	80.000
Industria derivados del Etileno SA	Meksiko	100.000
Arco Chemical Co	Amerika Serikat	140.000
Olin Brandenburg	AmerikaSerikat	35.000
Etoxyl CA	Cina	140.000
CNOOC/Shell Petrochemicals	Cina	60.000
Shanghai Gaoqiao Petrochemical	Jepang	15.000
Nihon Oxirane	Jepang	140.000
Tokyo Junyaku Koygo	Korea Selatan	20.000
Manali Petrochemical	India	150.000

(Sumber: ICIS, 2008)

## 2.2 Utilitas

Unit pendukung proses atau sering pula disebut unit utilitas merupakan sarana penunjang proses yang diperlukan pabrik agar dapat berjalan dengan baik.

Unit pendukung proses meliputi:

### - Unit Pengadaan dan Pengolahan Air

Unit pengadaan dan pengolahan air berfungsi menyediakan kebutuhan air mulai dari penyediaan, pengolahan, hingga siap untuk digunakan sebagai air proses, air sanitasi, air pemadam kebakaran, dan air pendingin

### - Unit Pengadaan *Steam*

Unit pengadaan steam digunakan untuk proses pemanasan pada *heater dan*

*reboiler*

- Unit Pengadaan Tenaga Listrik

Unit pengadaan tenaga listrik berfungsi sebagai tenaga penggerak pada alat proses maupun untuk penerangan. Umumnya, listrik disuplai dari PLN dan generator pribadi milik pabrik. Generator ini digunakan sebagai cadangan bila listrik dari PLN mengalami gangguan

- Unit Pengadaan Bahan Bakar

Unit pengadaan bahan bakar berfungsi untuk menyediakan kebutuhan bahan bakar peralatan proses

- Unit Pengadaan Udara Tekan

Unit pengadaan udara tekan berfungsi untuk menyediakan udara bertekanan instrumentasi

Air laut digunakan karena ketersediaannya yang melimpah dan lokasi yang berdekatan dengan pabrik. Secara keseluruhan kebutuhan air didalam pabrik digunakan menjadi:

- a. Air Proses

Air proses digunakan sebagai bahan baku pembuatan propilen glikol. Air ini diambil dari air demineralisasi yang masih mengandung mineral dan padatan impuritas maksimal 1 ppm. Impuritas yang kecil dapat mencegah terjadinya reaksi lain didalam reaktor.

Tabel 2.2 Syarat Mutu Air Proses

Parameter	Demin Water
Ph	7-7,5
NaCl (ppm)	0
Kalsium (CaCO <sub>3</sub> ) (ppm)	0
Konduktivitas (μS/cm)	<1
TDS (ppm)	<1

#### b. Air Pendingin

Air pendingin digunakan sebagai media pendingin karena:

1. Air mudah didapatkan dalam jumlah besar
2. Air mudah diolah
3. Air dapat menyerap sejumlah panas per satuan volume
4. Air tidak dapat terdekomposisi

Air pendingin digunakan didalam *heat exchanger (cooler)* dan kondensor.

Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam menyiapkan air pendingin:

1. Keberadaan partikel besar atau makroba meliputi makhluk hidup laut dan konstituen lain.
2. Keberadaan partikel kecil atau mikroba meliputi ganggang dan mikroorganisme laut yang dapat menyebabkan *fouling*
3. Kandungan kesadahan (*hardness*) yang dapat menyebabkan kerak
4. Kandungan oksigen terlarut yang dapat menyebabkan korosi
5. Kandungan minyak yang dapat menyebabkan terganggunya *film corrotion inhibitor*, menurunkan *heat transfer coefficient*.

Tabel 2.3 Syarat Mutu Air Pendingin

Parameter	Nilai
pH	6-8
Konduktivitas	50-300 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Water Hardness	4-7 $^{\circ}\text{Dh}$
Oksigen max	4-6 ppm
Klorida max	4-5 ppm
Sulfat max	50 ppm
Nitrate max	10 ppm

## c. Air Umpan Boiler

Air umpan boiler harus memenuhi persyaratan agar tidak membentuk kerak, korosi pada boiler, dan pembentukan buih.

Tabel 2.4 Persyaratan Air Umpan Boiler

Parameter	Nilai
Ph	8,5-9,5
Konduktivitas	$\leq 0.3 \mu\text{S}/\text{cm}$
Kadar $\text{O}_2$	$\leq 0.01 \text{ ppm}$
Kadar $\text{SiO}_2$	$\leq 0.05 \text{ ppm}$
Kadar $\text{Fe}/\text{Cu}$	$\leq 0,02 \text{ ppm}$
Kadar $\text{N}_2\text{H}_4$	$\leq 0,005 \text{ ppm}$

## d. Air Sanitasi

Air sanitasi adalah air yang dibutuhkan untuk sarana dalam pemenuhan kebutuhan pegawai. Air sanitasi digunakan untuk kebutuhan air minum, laboratorium, dan kantor.

## e. Air Hydrant

Air hydrant adalah air pemadam kebakaran yang sangat diperlukan jika suatu saat terjadi musibah kebakaran yang menimpa salah satu bagian pabrik.

Penggunaan air hydrant tidak dilakukan secara rutin dan kontinyu tetapi hanya bersifat insidental. Didalam prakteknya kebutuhan air hydrant berasal dari air hasil desalinasi yang disalurkan melalui pipa hydrant dan tersambung ke seluruh lokasipabrik.

Fasilitas pemadam kebakaran seperti *fire hydrant* ditempatkan pada lokasi strategis disekitar pabrik, disamping itu disediakan pula *portable fire fighting equipment* pada setiap ruangan dan tempat-tempat yang mudah dicapai. Dengan adanya fasilitas ini diharapkan keselamatan dan kesehatan kerja pabrik semakin meningkat.

### **2.3 Pengolahan Air**

Kebutuhan air suatu pabrik dapat diperoleh dari sumber air yang ada disekitar pabrik dengan mengolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat untuk digunakan. Pengolahan tersebut dapat meliputi pengolahan secara fisik dan kimia. Proses pengolahan air terdiri dari beberapa unit sebagai berikut:

#### *a. Sea Water Intake*

*Sea Water Intake* adalah tahap awal penyediaan air utilitas yang berfungsi sebagai *pretreatment* dari pengolahan air laut. Air laut dialirkan ke bak penampung (basin) sebagai umpan unit desalinasi menggunakan pompa sea water intake, yang sebelumnya dilewatkan *screen filter* untuk meyaring kotoran berukuran besar seperti sampah atau binatang laut lainnya dan kotoran berukuran kecil seperti pasir. Setelah itu diinjeksikan natrium hipoklorit untuk membunuh mikroorganisme-mikroorganisme yang dapat terikut di dalam alat penukar panas sehingga dapat

menyumbat aliran cooling water. Setelah proses filtrasi dan klorinasi, selanjutnya ditambahkan koagulan dan flokulan untuk menetralkan partikel koloid. Tahap terakhir dari pretreatment proses desalinasi air laut ini adalah deklorinasi untuk menghilangkan residu klorin yang sudah digunakan karena dapat merusak membran, deklorinasi biasanya dilakukan dengan menambahkan sodium metabisulfite (Youn, dkk. 2010). Setelah proses deklorinasi, air laut dialirkan menuju unit desalinasi.

#### b. Unit Desalinasi

Proses desalinasi secara umum adalah proses pengolahan air laut menjadi air tawar. Desalinasi dibagi dalam 2 jenis, yaitu *thermal desalination* yang terdiri dari Multi Effect Distillation (MED) dan Multi Stage Flash (MSF), serta *membrane desalination* yaitu Reverse Osmosis (RO). (Nugroho, 2004).

Sistem *reverse osmosis* (RO) merupakan proses desalinasi yang paling banyak digunakan untuk mengolah air laut menjadi tawar, proses ini dapat memisahkan kandungan garam dari air laut hingga lebih dari 99% (Valavala, dkk. 2011). Proses ini dilakukan dengan bantuan membran yang diberikan tekanan tinggi untuk memisahkan kandungan garam yang terdapat dalam air laut. Membran adalah lapisan tipis semipermeable yang berfungsi sebagai alat pemisah berdasarkan sifat fisiknya, artinya lapisan ini menahan salah satu komponen dan melewatkan komponen yang lain. Didalam proses desalinasi air laut molekul garam akan tertahan dilapisan atas membran, sedangkan air akan melewati lapisan membran. Sehingga akan didapatkan air murni dari proses penyaringan tersebut. Sistem ini dipilih berdasarkan beberapa alasan, diantaranya:

1. Pemisahan dengan membran tidak membutuhkan zat kimia tambahan
2. Ukuran penyaringan sistem reverse osmosis 0,0001 mikron sehingga mampu membuang berbagai kotoran, bahan mikro, bakteri, dan sebagainya
3. Mampu menghilangkan kandungan garam hingga lebih dari 99%.

c. *Cooling Tower*

*Cooling tower* adalah suatu peralatan yang digunakan untuk menurunkan suhu aliran air yang berasal dari proses dengan mengontakannya ke udara sehingga menguapkan sebagian kecil dari air (Handoyo, 2015). *Cooling tower* memanfaatkan air dan udara pada proses perpindahan panas yang dibuang ke atmosfer. Didalam sistem *cooling tower* terdapat *fan*, *distribution system*, *spraynozzle (springkel)*, *fill (packing)*, basin dan pompa. (Pratiwi, dkk. 2014).

*Cooling tower* yang digunakan adalah *mechanical draft cooling tower* jenis *inducted draft* dengan jenis aliran *counter flow*, dimana udara dan air saling berlawanan. Sistem yang digunakan pada *cooling tower* adalah jenis resirkulasi terbuka. *Cooling water* yang sudah digunakan pada alat proses yang berfungsi untuk menurunkan suhu aliran, dialirkan menuju *cooling tower* untuk didinginkan kembali. Air yang akan didinginkan disemprotkan pada bagian atas *cooling tower* dan masuk ke kisi-kisi. Air yang disemprotkan menjadi percikan-percikan kecil akan menuruni *cooling tower*. Percikan-percikan kecil yang terbentuk memudahkan pendinginan karena luas permukaan kontak menjadi besar. Adanya putaran fan dapat menarik udara luar masuk ke *cooling tower* melalui kisi-kisi. Udara yang masuk melalui bagian bawah *cooling tower* sehingga kontak antara air dan udara terjadi



secara berlawanan arah (*counter flow*). Adanya *fan* dan kisi-kisi memaksimalkan kontak air dan udara. Setelah air dan udara berkontak, maka suhu akan turun dan ditampung di kolam air pendingin sedangkan udara yang suhunya lebih tinggi akan menguap ke atas secara alami dan dengan bantuan fan.

Air yang sudah didinginkan oleh *cooling tower* dialirkan dari kolam pendingin ke alat yang membutuhkan dengan bantuan pompa. *Cooling water* digunakan sebagai media pendingin pada alat-alat seperti reaktor, *heat exchanger*, dan kondensor. *Cooling tower* ini memiliki sistem resirkulasi terbuka (*open loop*) sehingga kontak dengan lingkungan sekitar menjadi lebih mudah.

#### d. Unit Demineralisasi

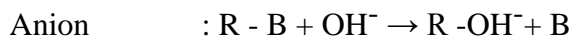
Unit demineralisasi bertugas menghasilkan *demin water* untuk memenuhi kebutuhan air umpan boiler dan air proses. Umpan terdiri dari air desalinasi dan air kondensat yang diumpakan ke dalam dalam unit *mixed bed polisher* (MBP) melalui bagian atas dan produk air demin akan dihasilkan di bagian bawah. Unit *mix bed polisher* digunakan untuk menyerap mineral yang berupa ion positif dan negatif dengan memanfaatkan resin penukar ion. Pada unit ini, resin kation dan anion dicampurkan untuk menyerap mineral dalam air umpan (Coulson, 1983). Reaksi yang terjadi pada *mix bed polisher vessel* adalah sebagai berikut:



Ion hidrogen dan hidroksil kemudian akan bereaksi membentuk H<sub>2</sub>O dengan reaksi:



Bila resin sudah jenuh perlu dilakukan regenerasi. Resin kation diregenerasi dengan asam ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), sedangkan resin anion diregenerasi dengan basa ( $\text{NaOH}$ ) sehingga ion mineral positif dan negatif yang sudah terikat di resin akan terlepas lagi dan resin kembali siap untuk digunakan. Reaksi yang terjadi saat regenerasi yaitu:



Demin water selanjutnya ditampung pada *Demineralized Water Storage* sebagai penyimpanan sementara sebelum diproses lebih lanjut.

#### e. Unit Deaerasi

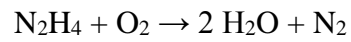
Air yang sudah mengalami proses demineralisasi masih mengandung gas-gas terlarut, utamanya oksigen dan karbondioksida. Gas-gas tersebut harus dihilangkan dari air agar tidak menimbulkan korosi pada logam. Proses deaerasi bisa dilakukan dengan dua cara:

##### - Mekanis

Prinsip dari pemisahan mekanis adalah dengan melepaskan gas  $\text{O}_2$  dengan cara menurunkan tekanan parsialnya. Untuk menurunkan tekanan parsial  $\text{O}_2$  pada umpan boiler digunakan steam sebagai media *stripping* gas di dalam deaerator. Nantinya gas  $\text{O}_2$  yang sudah terlarut akan memiliki tekanan parsial yang lebih rendah dari tekanan parsial steam dan siap dibuang ke atmosfer.

##### - Kimiawi

Cara kimiawi dilakukan dengan bantuan reagent hydrazine. Reagen ini akan bereaksi dengan oksigen membentuk reaksi sebagai berikut:



Reagent hydrazine dipilih karena beberapa pertimbangan, diantaranya:

- Tidak menimbulkan padatan didalam umpanboiler
- Mampu menjaga kondisi pasif permukaan logam didalam sistem (terbentuknya  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )
- Dapat digunakan pada boiler dengan berbagai tekanan operasi.

## BAB V

### SIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Simpulan

Berdasarkan desain unit utilitas pabrik propilen glikol, metode pengolahan air menggunakan beberapa proses yaitu melalui *sea water intake*, unit desalinasi, unit demineralisasi, dan unit deaerasi. Hasil perhitungan kebutuhan air proses ( $37,098 \text{ m}^3/\text{jam}$ ), air pendingin ( $671,683 \text{ m}^3/\text{jam}$ ), air *steam* ( $25,032 \text{ m}^3/\text{jam}$ ), air sanitasi ( $4,5 \text{ m}^3/\text{hari}$ ) dan air *hydrant* ( $48,6 \text{ m}^3$ ). Kebutuhan total listrik pabrik propilen glikol sebesar  $234,655 \text{ kW}$ , kebutuhan generator  $156,681 \text{ kW}$  menggunakan bahan bakar solar.

#### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil perhitungan maka diperoleh saran-saran sebagai berikut:

1. Dapat dilakukan penelitian mengenai hasil akhir air proses untuk mengetahui kevalidan kandungan air.
2. Dapat dilakukan penelitian simulasi metode perhitungan kebutuhan setiap unit utilitas agar dapat diperoleh kebutuhan penunjang pabrik yang optimal
3. Dapat dilakukan perhitungan kebutuhan unit utilitas lain agar kebutuhan penunjang pabrik terpenuhi

## DAFTAR PUSTAKA

- Azizah, Ronim.1999. *Buku Pegangan Kuliah Utilitas*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Badan Pusat Statistik. 2017. Data Kebutuhan Propilen Glikol di Indonesia. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Brenda & Robert Vale. 1991. *Green Architecture Design for Sustainable Future*. Thames & Hudson. London.
- Brownell, Lloyd E., Young, Edwin H. 1959. *Process Equipment Design: Process Vessel Design*. New York: John Wiley & Sons Inc.
- Coulson and Richardson. 2005. *Chemical Engineering Design, Vol 6 4th ed*. Oxford Elsevier Ltd.
- McKetta, J.J. and Cunningham, W. A. 1993. *Encyclopedia of Chemical Processing and Design*. New York:Marcel Decker, Inc.
- Miller, D. J., dan Jackson, J. E. 2008. (12) Patent Application Publication (10) Pub. No. US 2008/0242898A1, 1(19).
- Poerbo, Hartono. 1995. *Utilitas Bangunan (Edisi Revisi) Cetakan kedua*. Jakarta: PT Djambatan.
- Smith, R and M. Jobson. 2000. Distillation. Department of Process Integration. UMIST, Manchester, UK: Academic Press.
- Susana, T. (2003). Air Sebagai Sumber Kehidupan, XXVIII(3), 17–25.

Ullmann's. 2012. Encyclopedia of Industrial Chemistry. Wiley-VCH Verlag & Co.

KGaA. Weinheim.

US Environmental Protection Agency. 1987. Summary Review of the Health

Effects Associated with Propylene Oxide. EPA/600/8-86/007F.

Environmental Criteria and Assessment Office, Office of Health and

Environmental Assessment, Office of Research and Development, Research

Triangle Park, NC.

Yaws, C.L. 2008. Thermodynamic and Physical Properties data. Singapore