



**PRARANCANG PABRIK ASAM NITRAT MENGGUNAKAN  
*OSTWALD SINGLE-HIGH PRESSURE PROCESS* KAPASITAS  
100.000 TON/TAHUN: *STUDI WATER ABSORBER DESIGN***

**Skripsi**

**diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar  
Sarjana Teknik Program Studi Teknik Kimia**

**Oleh**

**Evin Fajri Irchamsyah**

**NIM.5213415049**

**TEKNIK KIMIA  
JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
2019**

## PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Evin Fajri Irchamsyah  
NIM : 5213415049  
Program Studi : S-1 Teknik Kimia  
Judul Skripsi : Pra-Rancang Pabrik Asam Nitrat menggunakan *Ostwald Single-High Pressure Process* Kapasitas 100.000 Ton/Tahun: Studi *Water Absorber Design*.

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

Semarang, 29 Juli 2019

Pembimbing,



Dr. Astrilia Damayanti, S.T., M.T.

NIP. 197309082006042001

## PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “Pra-Rancang Pabrik Asam Nitrat menggunakan *Ostwald Single-High Pressure Process* Kapasitas 100.000 Ton/Tahun: Studi *Water Absorber Design*” telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada tanggal 7 bulan Juli tahun 2019.

Oleh:

Nama : Evin Fajri Irchamsyah  
NIM : 5213415049  
Program Studi : S-1 Teknik Kimia

Ketua Panitia

Dr. Wara Dyah P. R., S.T., M.T.  
NIP. 197405191999032001

Sekretaris

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

Penguji 1

Dr. Wara Dyah P. R., S.T., M.T.  
NIP. 197405191999032001

Penguji 2

Radenrara D. A. P., S.T., M.T.  
NIP. 198711192014042002

Pembimbing

Dr. Astrilia Damayanti, S.T., M.T.  
NIP. 197309082006042001

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang



Dr. Nur Oudus, M.T. IPM.  
NIP. 196911301994031001

## PERNYATAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana,, 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, 7 Agustus 2019

Yang membuat pernyataan,



Evin Fajri Irchamsyah

NIM. 5213415049

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

### **MOTTO**

“Jika mengeluh pada diri sendiri adalah caramu menciptakan rasa tenang dan kembali bangkit maka itu adalah tindakan yang wajar yang positif, segera mulai selagi bisa, kalau bukan diri sendiri siapa lagi”

### **PERSEMBAHAN**

1. Allah SWT
2. Bapak dan Ibukku tercinta
3. Dosen-dosenku
4. Saudara-saudaraku
5. Sahabat-sahabatku
6. Almamaterku

## ABSTRAK

Irchamsyah, Evin Fajri. 2019. Prarancang Pabrik Asam Nitrat Menggunakan *Ostwald Single-High Pressure Process* Kapasitas 100.000 Ton/Tahun: *Studi Water Absorber Design*. Skripsi. Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.

Pembimbing : Dr. Astrilia Damayanti., S.T., M.T.

Asam nitrat dibuat dengan reaksi oksidasi antara amonia dengan oksigen dengan bantuan katalis platiina-rhodium (Pt-Rd) melalui *ostwald single-high pressure process*. Reaksi pembentukan asam nitrat terjadi pada suhu 900°C dan tekanan operasi 10 atm. Langkah pembentukan asam nitrat terbagi menjadi oksidasi amonia di reaktor menghasilkan NO dan H<sub>2</sub>O, selanjutnya oksidasi NO di kondensor menghasilkan NO<sub>2</sub>. Sisa gas NO<sub>2</sub> yang belum bereaksi akan keluar bersama produk keluaran kondensor, sehingga perlu proses pemisahan sehingga akan bereaksi kembali untuk menambah kemurnian produk asam nitrat. Salah satu alat yang digunakan untuk memisahkan gas NO<sub>2</sub> dari campuran adalah *absorber column* dengan bantuan *solvent* berupa air.

Absorber column memiliki prinsip kerja yaitu proses absorpsi gas dengan suatu pelarut cair (*solvent*) yang terjadi kontak pada isian *column* sehingga terjadi proses transfer massa dari gas ke dalam pelarut. Pelarut yang digunakan dalam perancangan ini adalah air. Kondisi operasi *absorber column* terjadi pada kondisi operasi suhu 50°C dan tekanan 10 atm.

*Absorber column* yang digunakan adalah jenis *tray absorber* dengan *sieve tray*. Hasil perhitungan perancangan *absorber column* digunakan bahan konstruksi *stainless steel SA 240 grade S* dengan diameter *column* 3,2 meter, tinggi total 17,769 meter, tebal *shell* 0,256 meter dan tebal *head* 0,222 meter.

**Kata kunci:** Asam nitrat, *absorber column*, *sieve tray*.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan keharidat Allah SWT, karena atas berkat rahmat dan hidayah-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Prarancang Pabrik Asam Nitrat menggunakan *Ostwald Single-High Pressure Process* Kapasitas 100.000 Ton/Tahun: *Studi Water Absorber Design*”, skripsi ini adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S-1 Teknik Kimia Universitas Negeri Semarang.

Dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan pihak-pihak lain. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini kami ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman M.Hum., Rektor Universitas Negeri Semarang atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menempuh studi di Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. Nur Qudus M.T., Dekan Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.
3. Dr. Wara Dyah Pita Rengga S.T., M.T., Ketua Jurusan Teknik Kimia, Universitas Negeri Semarang yang telah berkenan memberikan masukan dan nasihat dalam menyelesaikan tugas penelitian ini.
4. Dr. Widi Astuti S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah berkenan meluangkan waktunya serta penuh kesabaran memberikan bimbingan, dukungan secara moril maupun materil, dan pengarahan dalam penyusunan tugas penelitian ini.
5. Dr. Astrilia Damayanti S.T., M.T. dan Dhoni Hartanto S.T., M.T., M.Sc., selaku Dosen Penguji I dan Dosen Penguji II yang telah memberikan masukan dan pengarahan dalam penyempurnaan tugas penelitian ini.
6. Seluruh Dosen Teknik Kimia FT UNNES yang telah memberi bekal pengetahuan berharga.
7. Orang tua dan keluarga saya yang telah memberi bantuan secara materil maupun moril kepada penulis.
8. Teman-teman Teknik kimia 2015 dan semua pihak yang telah mendukung dan membantu sehingga terselesaikannya tugas penelitian ini.

Penulis menyadari penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk penyempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat kepada rekan- rekan mahasiswa maupun pembaca lainnya.

Semarang, 7 Agustus 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	ii
PERNYATAN KEASLIAN.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	v
ABSTRAK .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
BAB I.....	1
LATAR BELAKANG .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Pembatasan Masalah.....	3
1.4 Rumusan Masalah.....	4
1.5 Tujuan Penelitian .....	4
1.6 Manfaat Penelitian .....	4
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Asam Nitrat.....	5
2.2 Ostwald Process.....	6
2.3 Absorpsi .....	8
2.4 Pelarut ( <i>Solvent</i> ).....	9
2.5 Prinsip <i>Absorber column</i> .....	11
2.6 Klasifikasi <i>Absorber Column</i> .....	12
2.6.1 <i>Packed Column</i> .....	12
2.6.2 <i>Tray Column</i> .....	12
BAB III .....	16
METODE PENELITIAN.....	16
3.1 Metode dan Tempat Pelaksanaan.....	16
3.2 Alat dan Bahan.....	16
3.3 Prosedur Kerja .....	16

3.4	Diagram Alir Penelitian .....	18
<b>BAB IV</b>	.....	19
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	.....	19
4.1	Perancangan Absorber (T-01) .....	19
<b>BAB V</b>	.....	44
<b>PENUTUP</b>	.....	44
5.1	Kesimpulan .....	44
5.2.	Saran .....	44
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	.....	45

# BAB I

## LATAR BELAKANG

### 1.1 Latar Belakang

Industri manufaktur di negara Indonesia terus mengalami perkembangan yaitu sebesar 5,15% pada tahun 2017 terutama industri kimia yang naik sebesar 9,30 % (Badan Pusat Statistik, 2017). Kegiatan proses produksi industri akan mempengaruhi keadaan perekonomian suatu negara. Hal tersebut dapat dilihat dari besaran nilai ekspor yang melebihi nilai impor hasil industri. Nilai ekspor akan menambah pemasukan devisa suatu negara sehingga kemajuan dan kesejahteraan akan meningkat (Khayam, 2017). Dewasa ini, salah satu industri yang mengalami perkembangan di Indonesia adalah industri asam nitrat. Berdasarkan data pada badan pusat statistik kebutuhan impor negara Indonesia terhadap asam nitrat semakin meningkat pada tahun 2009 hingga tahun 2017. Data impor asam nitrat dapat dilihat pada Tabel !.1.

Tabel 1.1 Data Impor Asam Nitrat Negara Indonesia

Tahun	Impor (Ton)/tahun
2017	16775,09
2016	14365,93
2015	10.875,41
2014	15.657,48
2013	12.568,11
2012	12.990,62
2011	11.187,31
2010	11259,757
2009	10243,017

(Sumber: Badan Pusat Statistik, 2017).

Asam nitrat merupakan senyawa kimia dengan rumus kimia  $\text{HNO}_3$  yang bersifat korosif terhadap logam, tidak berwarna, beracun dan bersifat asam.

Produk asam nitrat umum diaplikasikan sebagai pelarut kimia, katalis dan *hydrolizing*, bahan dasar pembuatan bahan peledak (TNT), bahan campuran pupuk, *nitrating agent*, pemurnian logam, serta *oxidizing agent* (Materiy Safety Data Sheet HNO<sub>3</sub>, 2017). Senyawa asam nitrat dapat diproduksi dari suatu reaksi oksidasi antara amonia dengan oksigen dengan bantuan katalis platina-rodium (Pt-Rh) (Ullmann, 2012).

Proses pembuatan asam nitrat dapat dilakukan dengan beberapa proses seperti *nitric process*, *birckland-eyde process*, dan *ostwald process*. Proses yang paling umum digunakan untuk memproduksi asam nitrat adalah *ostwald* karena ditinjau dari kondisi operasi tekanan dan suhu yang lebih rendah, biaya produksi yang lebih murah, bahan baku yang mudah didapat dan kemurnian produk yang cukup tinggi (Ullmann, 2012).

Pembuatan asam nitrat dengan mereaksikan amonia dan oksigen membutuhkan beberapa alat utama, diantaranya reaktor, kondensor parsial dan absorber. Absorber merupakan suatu alat yang berfungsi sebagai pemisah antar komponen dari suatu campuran (Distantina, 2009). Pada industri kimia, absorber digunakan untuk memurnikan produk asam nitrat dari gas nitrogen dioksida menggunakan pelarut air.

Terdapat dua macam jenis absorber, diantaranya *packed column* dan *tray column* (Purwono et al., 2005). Dengan berbagai faktor pertimbangan berdasarkan hasil perhitungan, sehingga dipilih *tray column* karena lebih mudah dalam pembersihan, laju alir rendah dan kapasitas absorber yang lebih besar dibandingkan *packed column* (Henley, 1958). *Tray* yang digunakan dalam

absorber adalah tipe *sieve plate* dengan pertimbangan *pressure drop* yang lebih kecil, harga yang relatif lebih murah dan efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan *valve tray* (Henley, 1958).

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang dan masalah yang telah dikemukakan maka dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Asam nitrat merupakan bahan baku penting, namun masih kurangnya kebutuhan di Indonesia.
2. Absorber merupakan alat penting yang digunakan sebagai pemurnian produk pada proses pembuatan asam nitrat.
3. *Tray column* adalah jenis absorber yang memiliki laju alir rendah dan kapasitas absorber yang besar
4. *Sieve tray* merupakan jenis *plate* yang memiliki *pressure drop* rendah, harga yang murah dan efisiensi yang lebih tinggi

## 1.3 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah diperlukan agar permasalahan tidak meluas sehingga dapat dibahas secara mendalam meliputi :

1. Asam nitrat merupakan produk yang akan dimurnikan.
2. Absorber adalah alat yang digunakan dalam pemurnian produk asam nitrat.
3. *Tray column* adalah jenis absorber yang digunakan dalam penelitian ini.
4. *Sieve tray* adalah jenis *plate* yang digunakan dalam penelitian ini.

#### 1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah maka dapat ditentukan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana kemurnian produk asam nitrat yang dihasilkan?
2. Bagaimana proses perancangan alat absorber untuk pemurnian produk asam nitrat?
3. Bagaimana hasil perancangan absorber menggunakan *tray column*?
4. Bagaimana hasil perancangan *tray column* menggunakan *sieve tray*?

#### 1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui Kemurnian produk asam nitrat yang dihasilkan.
2. Mengetahui proses perancangan absorber.
3. Mengetahui proses perancangan absorber menggunakan *tray column*.
4. Mengetahui proses perancangan *tray column* menggunakan *sieve tray*.

#### 1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

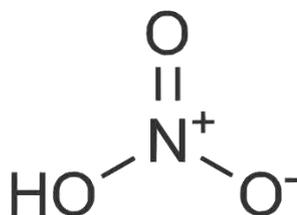
1. Bagi lingkungan dan masyarakat.
2. Memberi informasi dibidang perancangan *absorber column* di industri pada proses pemurnian produk asam nitrat
3. Bagi IPTEK.
4. Memberikan kontribusi bahwa *absorber column* dengan *tray* menggunakan *sieve tray* memiliki kapasitas yang besar, harga yang murah dan efisiensi yang lebih tinggi.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Asam Nitrat

Asam nitrat merupakan senyawa kimia dengan rumus molekul  $\text{HNO}_3$ , yang termasuk senyawa asam kuat dalam bentuk garam (Ullmann, 20120). Senyawa asam nitrat umumnya dikenal sebagai *aqua fortis*, asam azotis, hidrogen nitrat, atau nitric hidroksida adalah bahan kimia penting di berbagai industri karena sifatnya yang sangat asam dan merupakan zat pengoksidasi kuat (Clarke, 2005). Produk asam nitrat mempunyai banyak manfaat, diantaranya digunakan sebagai pelarut kimia, bahan dasar pembuatan bahan peledak (TNT), katalis dan *hydrolizing*, *oxidizing agent*, *nitrating agen*, pemurnian logam, dan bahan campuran pupuk (*Matery Safety Data Sheet HNO<sub>3</sub>*, 2017).



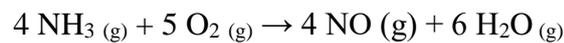
Gambar 2.1 Rumus Kimia Asam Nitrat

Skala besar pembuatan asam nitrat diproduksi pada awal abad ke-20 dengan berbagai proses, diantaranya mereaksikan *Chile saltpeter* (mineral  $\text{NaNO}_3$  96%) dengan asam sulfat pekat, mereaksikan nitrogen dan oksigen dengan aliran listrik bertegangan tinggi, dan proses oksidasi amonia dan oksigen dengan bantuan katalis paltinum-rhodium.

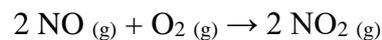
## 2.2 Ostwald Process

*Ostwald process* merupakan teknik baru dalam pembuatan asam nitrat yang ditemukan oleh Wilhelm Ostwald pada tahun 1904. Pembuatan asam nitrat dengan teknik ini adalah dengan mereaksikan antara amonia dengan oksigen pada suhu sekitar 800-900°C menggunakan bantuan katalis platinum-rhodium (Pt-Rd) (Ullmann, 2012). Produksi asam nitrat dengan proses *ostwal* memiliki tiga tahapan reaksi diantaranya:

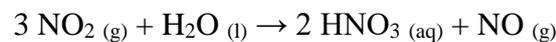
1. Oksidasi amonia dengan oksigen dengan bantuan katalis.(Pt-Rd)



2. Oksidasi NO to NO<sub>2</sub> tanpa menggunakan katalis



3. Tahap absorpsi NO<sub>2</sub> dengan menggunakan air



Dewasa ini, kondisi operasi pada proses *ostwald* telah banyak dikembangkan dan diaplikasikan di industri, diantaranya :

1. *Mono-Pressure*

Proses ini menggunakan tekanan operasi yang sama pada tahap oksidasi amonia dan tahap absorpsi (Ullmann, 2012). Terdapat 2 macam proses *mono-pressure*, yaitu :

- *Medium-Pressure Process*

*Medium pressure process* memiliki kondisi tekanan operasi berkisar 0.3–0.6 MPa (3–6 atm) dengan kemurnian produk asam nitrat maksimal mencapai 65% dan menghasilkan gas NO<sub>x</sub> kurang dari 500

ppm (Martin, 2017). Kapasitas operasi proses ini berada antara 700 – 1000 ton/hari (Thyssenkrup, 2015).

- *High-Pressure Process*

*High pressure process* memiliki kondisi tekanan operasi berkisar 0.7–1.2 MPa (7–12 atm) dengan kemurnian produk asam nitrat maksimal mencapai 67% dan menghasilkan gas NO<sub>x</sub> kurang dari 200 ppm (Martin, 2017). Tekanan operasi yang tinggi memberikan keuntungan dibandingkan *dual-pressure process*, dimana dapat mengurangi ukuran peralatan proses dan menurunnya biaya produksi mencapai 10-14% (Clarke, 2005). Kapasitas operasi proses ini berada antara 100 – 1000 ton/hari (Thyssenkrup, 2015).

## 2. *Dual-Pressure Process*

*Dual-pressure process* memiliki kondisi tekanan operasi berkisar 0.3-0.6 MPa pada tahap oksidasi amonia dan 0.7–1.2 MPa pada tahap absorpsi. Kemurnian produk asam nitrat pada proses ini dapat mencapai hingga 68% dan dihasilkan gas NO<sub>x</sub> dengan konsentrasi kurang dari 150 ppm (Martin, 2017). Kapasitas operasi proses ini berada antara 500 – 2200 ton/hari (Thyssenkrup, 2015).

Pertimbangan untuk proses pembuatan asam nitrat yang digunakan adalah *ostwald process* dengan kondisi operasi *mono-high pressure* dengan alasan diantaranya :

1. proses yang sudah digunakan secara komersil di industri asam nitrat.
2. bahan baku yang mudah didapatkan.

3. konsumsi energi rendah.
4. biaya kapital rendah.
5. konsentrasi produk cukup tinggi.
6. konsumsi katalis rendah.

(Anderson, 2012); (Patel, 2016); (Ullmann, 2012)

### **2.3 Absorpsi**

Absorpsi adalah suatu proses pemisahan yang sering digunakan dalam skala industri maupun skala laboratorium. Proses ini biasanya memisahkan antara campuran gas dengan bantuan pelarut cair (Hasnan et al., 2010). Proses yang terjadi dalam absorpsi gas dan cair biasanya disertai dengan reaksi kimia secara heterogen dimana terjadi perpindahan komponen gas yang dapat larut dengan pelarut cairan yang biasanya tidak mudah menguap (Frank, 1967).

Proses absorpsi umumnya terdiri dari dua macam:

#### **1. Absorpsi Fisik**

Absorpsi fisik merupakan proses absorpsi dimana gas terlarut dalam cairan penyerap tidak disertai dengan reaksi kimia. Contoh absorpsi ini adalah absorpsi gas  $\text{NO}_2$  dengan air. Proses penyerapan dapat terjadi karena adanya interaksi fisik, difusi gas ke dalam air, atau pelarutan gas ke fase cair.

#### **2. Absorpsi Kimia**

Absorpsi kimia merupakan proses absorpsi dengan fenomena gas dari suatu campuran dilarutkan ke dalam larutan penyerap dan biasanya disertai dengan reaksi kimia. Beberapa aplikasi absorpsi kimia diantaranya MEA,

NaOH,  $K_2CO_3$ ,  $HNO_3$ , *Formaldehyde* (Hasnan et al., 2010) (Coulson, 1996); (Ullmann, 2012) dan sebagainya. Proses absorpsi secara kimia memiliki keuntungan dibandingkan adsorpsi secara fisika

- a. Peningkatnya koefisien perpindahan massa gas, yang diakibatkan besarnya luas efektif permukaan.
- b. Proses yang berlangsung stagnan di setiap *stage* absorpsi.

#### **2.4 Pelarut (*Solvent*)**

Pemilihan *solvent* umumnya dilakukan sesuai dengan tujuan absorpsi, antara lain:

- 1) Jika tujuan utama adalah untuk menghasilkan larutan yang spesifik, maka solven ditentukan berdasarkan sifat dari produk.
- 2) Jika tujuan utama adalah untuk menghilangkan kandungan tertentu dari gas, maka ada banyak pilihan yang mungkin. Misalnya air, dimana merupakan solven yang paling murah dan sangat kuat untuk senyawa polar.

Terdapat beberapa hal lain yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan solven, yaitu:

- a. Kelarutan Gas

Kelarutan gas harus tinggi sehingga meningkatkan laju absorpsi dan menurunkan kuantitas solven yang diperlukan. Pada umumnya solven yang memiliki sifat yang sama dengan bahan terlarut akan lebih mudah dilarutkan. Jika gas larut dengan baik dalam fraksi mol yang sama pada beberapa jenis solven, maka dipilih solven yang memiliki berat molekul

paling kecil agar didapatkan fraksi mol gas terlarut yang lebih besar. Jika terjadi reaksi kimia dalam operasi absorpsi maka umumnya kelarutan akan sangat besar. Namun apabila solven akan di-*recovery*, maka reaksi tersebut harus *reversible*. Sebagai contoh, etanol amina dapat digunakan untuk mengabsorpsi hidrogen sulfida dari campuran gas karena sulfida tersebut sangat mudah diserap pada suhu rendah dan dapat dengan mudah dilucuti pada suhu tinggi. Sebaliknya, soda kostik tidak digunakan dalam kasus ini karena walaupun sangat mudah menyerap sulfida tapi tidak dapat dilucuti dengan operasi *stripping*.

b. Volatilitas

Pelarut harus memiliki tekanan uap yang rendah, karena jika gas yang meninggalkan kolom absorpsi jenuh terhadap pelarut maka akan ada banyak solven yang terbuang. Jika diperlukan dapat digunakan cairan pelarut kedua yang volatilitasnya lebih rendah untuk menangkap porsi gas yang teruapkan.

c. Korosivitas

Solven yang korosif dapat merusak kolom sehingga perlu dipilih solven yang memiliki sifat minim korosif.

d. Harga

Penggunaan solven yang mahal dan tidak mudah di-*recovery* akan meningkatkan biaya operasi kolom.

e. Ketersediaan

Ketersediaan pelarut yang baik akan mempermudah dalam proses absorpsi

f. Viskositas

Viskositas pelarut lebih diutamakan, dimana akan terjadi laju absorpsi yang tinggi, meningkatkan karakter *flooding* dalam kolom, jatuh-tekan yang kecil dan sifat perpindahan panas yang baik.

## 2.5 Prinsip *Absorber column*

Berikut prinsip dasar dalam proses absorpsi pada *absorber column*, diantaranya:

1. Prinsip kerja dalam proses absorpsi dimulai dari adanya kontak antara zat yang berbeda fase yang dialirkan secara berlawanan arah, dimana fase gas diumpangkan dari bawah dan fase cair sebagai zat pelarut diumpangkan dari atas *absorber column*.
2. Proses kontak antar kedua fase zat yang berbeda mengakibatkan perpindahan massa difusional menyebabkan komponen kimia dari gas ditransfer ke dalam fase cairan.
3. Campuran gas yang tidak ikut terlarut dalam pelarut akan diumpangkan kebawah menara absorber sedangkan pelarut yang membawa zat terabsorpsi akan diumpangkan de bawah *absorber coloum* sebaga produk (Purwono et al., 2005)

## **2.6 Klasifikasi Absorber Column**

Menurut Purwono et al., (2005) absorber *column* dibagi menjadi dua jenis, yaitu

### **2.6.1 Packed Column**

Jenis ini adalah yang paling banyak diterapkan pada menara absorpsi. *Packed column* lebih banyak digunakan mengingat luas kontakannya dengan gas namun kapasitas dari *absorber column* model ini relatif lebih kecil. *Packed column* berfungsi mirip dengan media filter, dimana gas dan cairan akan tertahan dan berkontak lebih lama dalam kolom sehingga operasi absorpsi akan lebih optimal. Beragam jenis *packing* telah dikembangkan untuk memperluas daerah dan efisiensi kontak gas-cairan. Ukuran *packing* yang umum digunakan adalah 3-75 mm. Bahan yang digunakan dipilih berdasarkan sifat *inert* terhadap komponen gas maupun cairan solven dan pertimbangan ekonomis, antara lain tanah liat, porselin, grafit dan plastik. *Packing* yang baik biasanya memenuhi 60-90% dari volume kolom.

### **2.6.2 Tray Column**

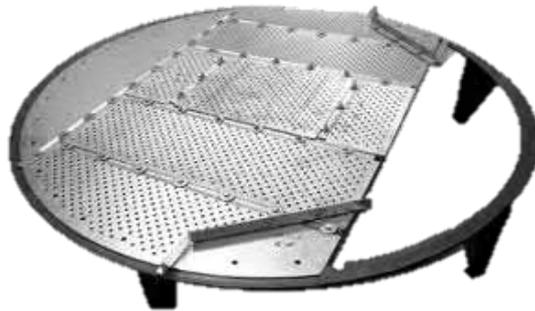
*Tray column* merupakan jenis kolom pemisah yang berupa kolom silinder tegak dimana bagian dalam kolom berisi sejumlah plate yang disusun dengan jarak tertentu antar kontak fase didalam kolom maksimal di sepanjang kolom. *Feed* umpan cairan biasanya dimasukkan dari puncak kolom yang selama proses absorpsi cairan akan turun mengalir dari *tray* menuju *tray* yang berada dibawah melewati *down comer*. Selama proses akan terjadi kontak multi-tahap

(bertahap-jamak) antara gas dan cairan. Dalam setiap *tray (plate)* tersebut, cairan (yang berperan sebagai absorben) dikondisikan ke dalam suatu sistem kontak intensif dengan gas sehingga tercapai keadaan keseimbangan, yang berarti terjadi satu tahap yang ideal. Pada tahap yang ideal tersebut, komposisi rata-rata cairan yang meninggalkan *plate* berada dalam kesetimbangan dengan jumlah cairan yang meninggalkan *plate* tersebut (Bismo, 2015)

Pemilihan kolom jenis *tray* untuk proses absorpsi biasanya didasarkan pada kapasitas zat yang akan diabsorpsi dengan ketentuan diameter kolom melebihi 3 ft (Henley, 1958). Ada beberapa jenis *plate* atau *tray* yang sering digunakan, diantaranya:

a. *Sieve Tray*

*Plate* jenis ini memiliki bentuknya dengan peralatan distilasi. Pada *sieve tray*, uap menggelembung ke atas melewati lubang-lubang sederhana berdiameter 3-12 mm melalui cairan yang mengalir. Luas penguapan atau lubang-lubang ini biasanya sekitar 5-15% luas *tray*. Dengan mengatur energi kinetik dari gas dan uap yang mengalir, maka dapat diupayakan agar cairan tidak mengalir melalui lubang-lubang tersebut. Kedalaman cairan pada *tray* dapat dipertahankan dengan limpasan (*overflow*) pada tanggul (*outlet weir*). *Plate* jenis ini banyak digunakan karena biaya instalasi yang murah, mempunyai kapasitas, efisiensi yang tinggi dan efek korosi yang paling rendah dibandingkan *bubble cap tray* dan *valve tray*. (Kister, 1992)

Gambar 2.2 *Sieve Tray*

b. *Valve Tray*

*Valve Tray* adalah modifikasi dari *sieve tray* dengan penambahan katup-katup untuk mencegah kebocoran atau mengalirnya cairan ke bawah pada saat tekanan uap rendah. Dengan demikian alat ini menjadi sedikit lebih mahal daripada *sieve tray*, yaitu sekitar 20%. Namun demikian alat ini memiliki kelebihan yaitu rentang operasi laju alir yang lebih lebar ketimbang *sieve tray*.

Gambar 2.3 *Valve Tray*

c. *Bubble Cap tray*

*Tray* ini menggunakan *bubble cap* berupa mangkok terbalik yang terletak diatas riser, dimana uap akan masuk dari bawah *tray* dan terdispersi pada permukaan bawah cairan melalui celah-celah slot. Plate jenis ini telah digunakan sejak lebih dari seratus tahun lalu, namun penggunaannya mulai digantikan oleh jenis *valve tray* sejak tahun 1950.

Alasan utama berkurangnya penggunaan *bubble cap tray* adalah alasan ekonomis, dimana desain alatnya yang lebih rumit sehingga biayanya menjadi lebih mahal. Jenis ini digunakan jika diameter kolomnya sangat besar (Kister, 1992)



Gambar 2.5 *Bubble Cap Tray*

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

1. Kemurnian asam nitrat yang dihasilkan adalah 61%.
2. Perancangan *water absorber column* menghasilkan diameter sebesar 3,22m.
3. Jumlah *plate* berdasarkan hasil perancangan yakni 38 *plate*.

#### **5.2.Saran**

1. Perlu variasi perhitungan berbagai *plate* untuk mengetahui hasil rancangan *water absorber column*.
2. Perlu dilakukan penelitian tentang pemisahan asam nitrat untuk mengetahui tingkat kemurnian produk.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, J. R. dan M. Boudart. (2012). *Catalysis: Science and Technology*. Berlin: *Springer Science and Business Media*
- Badan Pusat Statistik. Data Impor Asam Nitrat. <https://www.bps.go.id>. 26 November 2018 (21:00).
- Brownell, L. E., & Young, E. H. (1959). *Process Equipment Design*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Coulson, J. M., & Richardson, J. F. (2005). *Chemical Engineering Design* (Fourth Edi). Hennai, India: Butterworth-Heinemann, Elvier.
- Chatterjee, I.B., Joshi, J.B., (2007). Modeling, simulation and optimization: Mono pressure nitric acid process. *Institute of Chemical Technology*, University of Mumbai : India
- Clarke, S. I. dan W. J. Mazzafro. (2005). *Kirk Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Distantina, S. (1988). Bahan Ajar Absorpsi dan Stripping D3. Retrieved from [distantina.staff.uns.ac.id](http://distantina.staff.uns.ac.id).
- Franks, R.G.E., (1967). Mathematical modeling in chemical engineering. *John Wiley and Sons, Inc.*, New York, NY, USA, pp. 4-6.
- Gandy, D. (2007). *Carbon Steel Handbook*. Electric Power Research Institute, *Inc: United States of America*.
- Henley, E. J. (1958). *Separation Operations in Chemical Engineering*. Chemical Engineering (Vol. 184).
- Kister, H, Z. (1992) *Distillation Design*. *Asia-Pasific Journal Of Chemical Engineering*. McGraw-Hill. New York: USA
- Kern, D. Q. (1965). *Process Heat Transfer* (Internatio). Japan: McGraw-Hill Book Company.
- Khayam, M. (2017). Kawasan Industri Sumatera Dipacu [www.kemenperin.go.id/artikel/5367/Kawasan-Industri-Sumatera-Dipacu](http://www.kemenperin.go.id/artikel/5367/Kawasan-Industri-Sumatera-Dipacu). 26 November 2018 (20:49).
- Ness, H. C. Van. (2010). *Sixth Edition in S I Units Sixth Edition in SI Units*.

- Martin, M. M. (2017). *Industrial Chemical Process Analysis and Design*. Salamanca: Elsevier Ltd.
- Patel, N. K. (2016). *Module 4: Nitric Acid*. India: NPTEL.
- Porwono, S., Arief, B., & Edia, R. (2005). *Pengantar Operasi Stage Seimbang*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta:
- Peters, M., Klaus, T., & West, R. (1991). *Plant Design and Economic for Chemical Engineers. (Advisory Board, Ed.) (Fourth Edi)*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Regulasi, M. (2008). *Lembar Data Keselamatan Bahan, 2006(174)*, 1–6.
- Setijo bismo. (2015). *Teori Perhitungan Jumlah TAHAP pada Operasi ABSORPSI*, (November).
- Thiemann, M., Scheibler, E., & Wiegand, K. W. (2004). *Nitric Acid, Nitrous Acid, and Nitrogen Oxides. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*.
- Thyssenkrup. (2015). [www.thyssenkrupp-industrial-solutions.com](http://www.thyssenkrupp-industrial-solutions.com). 2 Desember 2018 (22.00).
- Yaws, C. L. (1999). *chemicaln Properties*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- [www.brightonruedge.com](http://www.brightonruedge.com), (Diakses 20 juli 2010)
- [www.oakleysteel.co.uk](http://www.oakleysteel.co.uk), (Diakses 20 Juli 2019)