



***STRIPPER COLUMN DESIGN DENGAN TIPE
PACKED COLUMN PADA PABRIK ETHANOLAMINE
DENGAN PROSES AMMONIA AQUEOUS***

Skripsi

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

Oleh :

Lu'lu' Fitriana

NIM.5213415023

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

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Lu'lu' Fitriana

NIM : 5213415023

Program Studi : S-1 Teknik Kimia

Judul : *Stripper Column Design* dengan Tipe *Packed Column* pada Pabrik
Ethanolamine dengan Proses *Ammonia Aqueous*

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

Semarang, 9 Juli 2019

Pembimbing,



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

NIP. 197310172000032001

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul "*Stripper Column Design dengan Tipe Packed Column pada Pabrik Ethanolamine dengan Proses Ammonia Aqueous*" telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada tanggal 22 bulan Juli tahun 2019.

Oleh:

Nama : Lu'lu' Fitriana
NIM : 5213415023
Program Studi : S-1 Teknik Kimia

Ketua Panitia



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

Sekretaris



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

Penguji 1



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

Penguji 2



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

Pembimbing



Dr. Widi Astuti, S.T., M.T.
NIP. 19731017200003001



Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang

Dr. Nur Qudus, 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, 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, 9 Juli 2019
Yang membuat pernyataan,



Lu'lu' Fitriana
NIM.5213415023

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO :

“Bersabar dalam menjalani apapun dalam hidup ini, karena pasti akan ada pelajaran berharga yang didapatkan dan hasil akhir berupa ketenangan dan kebahagiaan hidup.”

PERSEMBAHAN

1. Allah SWT
2. Nabi Muhammad SAW
3. Ibu dan Bapak
4. Kakak dan Adik
5. Saudaraku
6. Dosen-dosenku
7. Sahabat-sahabatku
8. Almamaterku

ABSTRAK

STRIPPER COLUMN DESIGN DENGAN TIPE PACKED COLUMN PADA PABRIK ETHANOLAMINE DENGAN PROSES AMMONIA AQUEOUS

Lu'lu' Fitriana

Universitas Negeri Semarang, Semarang, Indonesia

Dosen Pembimbing : Dr. Widi Astuti.,S.T.,M.T.

Ethanolamine dibuat dengan mereaksikan antara etilen oksida dan ammonia menghasilkan tiga produk utama yaitu *monoethanolamine*, *diethanolamine*, dan *triethanolamine*. Reaksi pembentukan *ethanolamine* ini dilakukan dalam *multitubular reactor* dengan kondisi operasi suhu sebesar 75 °C dan tekanan operasi sebesar 15 atm. Perbandingan ammonia masuk dan etilen oksida masuk adalah 10:1 sehingga ammonia sisa yang tidak ikut bereaksi akan keluar bersama produk. Untuk memisahkan ammonia dari produk maka diperlukan alat pemisahan. Salah satu alat pemisahan yang sering digunakan adalah *stripper column*.

Stripper column memiliki prinsip kerja yaitu transfer massa dari *liquid* ke gas dengan menggunakan *stripping agent*. *Stripping agent* dalam perancangan ini digunakan *steam*. Kondisi operasi *stripper column* adalah pada tekanan 5 atm dan suhu 347, 2105 K

Stripper column digunakan jenis *packed bed column* dengan *packing* jenis *Raschig Ring* berdiameter 1,25 inci. Hasil perancangan *stripper column* adalah diameter kolom sebesar 0,8015 meter, tinggi total *column* 5,0134 meter, tebal *shell* 0,0037 meter, dan tebal *head* 0,0040 meter.

Kata kunci : *ethanolamine, stripper column, raschig ring, ammonia*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Stripper Column Design dengan Tipe Packed Column pada Pabrik Ethanolamine dengan Proses Ammonia Aqueous*”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih serta penghargaan kepada:

1. Dr. Nur Qudus, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. Wara Dyah Pita Rengga, S.T, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia
3. Dr. Widi Astuti S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah berkenan meluangkan waktunya serta penuh kesabaran memberikan bimbingan, motivasi, pengarahan dalam penyusunan skripsi.
4. Dr. Wara Dyah Pita Rengga, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji I yang telah memberikan masukan dan pengarahan dalam penyempurnaan skripsi ini.
5. Dr. Megawati., S.T., M.T. selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan masukan dan pengarahan dalam penyempurnaan skripsi ini.
6. Ibu dan keluarga yang telah memberikan perhatian dan dukungannya.
7. Teman-teman angkatan 2015 dan semua pihak yang telah memberi bantuan untuk karya tulis ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk perkembangan ilmu pengetahuan maupun industri di masyarakat.

Semarang, 9 Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Pembatasan Masalah	3
1.4 Rumusan Masalah	5
1.5 Tujuan Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 <i>Ethanolamine</i>	6
2.2 Stripper	7
2.3 Jenis Packing	8
2.4 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	21
3.2 Prosedur Kerja	21
3.3 Diagram Alir	23
BAB IV PEMBAHASAN	26
4.1 Menentukan Tipe Stripper	26
4.2 Menghitung Dimensi Utama Stripper	26
4.3 Menghitung Diameter Menara	28
4.4 Menghitung Tinggi Packing	33

4.5 Menghitung Dimensi Kolom Stripper.....	40
BAB V KESIMPULAN	42
5.1 Kesimpulan.....	42
5.2 Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Raschig Ring	10
Gambar 2.2 Pall Ring	11
Gambar 2.3 Cascade Ring	12
Gambar 2.4 Berl Saddle	12
Gambar 2.5 Cros Partition Ring	13
Gambar 2.6 Intalox Saddle	13
Gambar 2.6 Susunan Regular Packing	14
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	23
Gambar 4.1 Skema Alat Stripper	25
Gambar 4.2 Torispherical Flanged and Dishead Stripper	40

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Komposisi Liquid Masuk Stripper	26
Tabel 4.2 Komposisi Gas Keluar Stripper	27
Tabel 4.3 Komposisi Liquid Keluar Stripper	27
Tabel 4.4 Densitas Liquid Campuran	28

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan ekonomi global menggambarkan peran vital negara-negara berkembang. Salah satu peran vital suatu negara dalam laju perekonomian dunia adalah pemenuhan sektor industri dunia (Dicken, 2011). Dewasa ini, peran vital itu lebih banyak diisi oleh negara-negara berkembang seperti Republik Rakyat Tiongkok dan Thailand. Melihat kenyataan tersebut, sudah sewajarnya jika bangsa Indonesia meningkatkan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi sebagai penunjang kemajuan di sektor industri.

Indonesia saat ini sudah memulai pengembangan industri yang berorientasi pada industri kimia, Namun, sekitar 64% dari total industri di Indonesia masih mengandalkan bahan baku, bahan penolong, serta barang modal impor untuk mendukung proses produksinya. Ketergantungan bahan baku impor yang tinggi menyebabkan industri nasional rentan terhadap gejolak kurs (Kementerian Perindustrian, 2018). Salah satu bahan baku kimia yang diimpor adalah *ethanolamine*. *Ethanolamine* didapatkan dari reaksi antara etilen oksida dan ammonia yang membentuk produk terdiri dari *monoethanolamine*, *diethanolamine*, dan *triethanolamine* (Marvin et al, 2016).

Pada pembuatan *ethanolamine* dapat dilakukan dengan dua proses, yaitu dengan mereaksikan antara etilen oksida dengan ammonia *anhydrous* atau etilen oksida dengan ammonia *aqueous* (Garg et al, 2004).

Ethanolamine merupakan komposisi penting dalam formulasi berbagai produk seperti kosmetik, produk pertanian, bahan kimia pada pengolahan kayu, sabun dan deterjen, serta digunakan dalam pemurnian gas. Disamping itu *ethanolamine* juga digunakan untuk memproduksi deterjen non-ionik, zat pengemulsi pada cat, dan zat pembersih lainnya (Fessler, 2010).

Dilihat dari potensi ketersediaan bahan baku, pabrik *ethanolamine* sangat cocok didirikan di Indonesia mengingat belum ada pabrik *ethanolamine* yang didirikan di Indonesia. Kebutuhan baku ammonia dapat tercukupi di dalam negeri melihat banyaknya industri penghasil ammonia di pulau Jawa, Sumatera, dan Kalimantan. Kebutuhan etilen oksida juga tersedia di dalam negeri.

Produksi *ethanolamine* dilakukan dengan *tubular reactor* yang didalamnya direaksikan antara etilen oksida cair, ammonia *aqueous*, dan air sehingga akan dihasilkan produk berupa *monoethanolamine*, *diethanolamine*, dan *triethanolamine*. Perbandingan antara ammonia dan etilen oksida yang digunakan yaitu sebesar 10 : 1 (Marvin et al., 2016). Ammonia yang dibuat berlebih dan tidak ikut bereaksi akan tercampur dalam produk keluaran reaktor sehingga dibutuhkan alat pemisah dengan tujuan agar ammonia yang tidak ikut bereaksi dapat dipisahkan dari produk dan dapat *direcycle* sehingga dapat digunakan kembali sebagai bahan baku. Salah satu alat pemisahan yang biasa digunakan adalah stripper. Stripper merupakan kolom pemisahan dengan prinsip kerja pemisahan *solute* dari fase cair ke fase gas, yaitu dengan mengontakkan cairan yang berisi solute dengan pelarut gas (*stripping agent*) yang tidak larut ke dalam cairan.

Ada beberapa jenis kolom stripper yaitu *packed tower* dan *plat tower*. Efisiensi untuk setiap rancangan kolom stripper juga berbeda-beda sehingga dalam penelitian ini akan dipelajari lebih lanjut perancangan kolom stripper sehingga didapatkan efisiensi alat maksimum.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, maka dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut :

- a. *Ethanolamine* adalah produk *intermediate* yang sering digunakan, akan tetapi belum ada pabrik *ethanolamine* yang ada di Indonesia sehingga kebutuhan *ethanolamine* dipenuhi dengan cara impor.
- b. Ammonia merupakan bahan utama dalam pembuatan *ethanolamine* yang penggunaannya dalam reaksi dibuat berlebih sehingga diperlukan proses pemisahan ammonia yang tidak ikut bereaksi dari produk sehingga dapat di *recycle* kembali.
- c. *Stripper column* digunakan untuk memisahkan ammonia yang tidak ikut bereaksi di dalam reaktor.

1.3 Pembatasan Masalah

Dalam penelitian ini perlu dilakukan pembatasan masalah agar permasalahan tidak meluas dan dapat dibahas secara mendalam pada penelitian ini, diantaranya :

- a. Perancangan pabrik *ethanolamine* di Indonesia perlu dilakukan karena belum ada pabrik yang memproduksi *ethanolamine* di Indonesia.
- b. Stripper merupakan alat yang akan dirancang untuk memisahkan ammonia yang tidak ikut bereaksi.

- c. *Stripper column* dengan menggunakan *Packed Column* jenis *Raschig Ring* merupakan jenis stripper yang akan dirancang dalam penelitian ini.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut maka dapat diuraikan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana efisiensi proses pemisahan ammonia dengan menggunakan *stripper column* dengan tipe *packed bed* ?
2. Bagaimana tahap-tahap perancangan *stripper column* untuk memisahkan ammonia yang tidak ikut bereaksi ?
3. Bagaimana hasil perancangan *stripper column* dengan tipe *packed bed* dengan menggunakan isian *Raschig Ring* ?

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menentukan efisiensi proses pemisahan ammonia dengan menggunakan *stripper column* dengan tipe *packed bed*.
2. Menentukan tahap-tahap perancangan *stripper column* untuk memisahkan ammonia yang tidak ikut bereaksi.
3. Mengetahui hasil perancangan *stripper column* dengan tipe *packed bed* dengan menggunakan isian *raschig ring*.

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan bermanfaat bagi :

1. Bagi Lingkungan dan Masyarakat

Memberi kontribusi dan wawasan dalam proses pemurnian menggunakan *stripper column*.

2. Bagi IPTEK

Memberikan informasi bahwa proses pemisahan menggunakan *stripper column* tipe *packed bed* dengan isian *raschig ring* efisien dalam proses pemisahan ammonia.

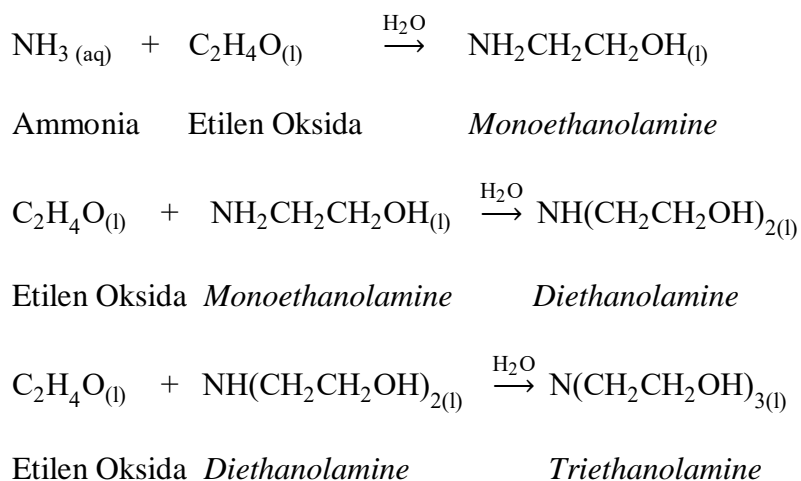
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Ethanolamine*

Ethanolamine diproduksi dalam skala industri dengan mereaksikan antara etilen oksida dan ammonia berlebih. Reaksi antara etilen oksida dan ammonia berjalan dengan lambat sehingga digunakan katalis berupa air untuk mempercepat reaksi. Reaksi pembentukan *ethanolamine* berlangsung pada fase *liquid* sehingga untuk menghindari penguapan dari ammonia dan etilen oksida maka tekanan dan suhu operasi dibuat cukup besar pada temperatur reaksi. Konsentrasi bahan baku yang digunakan yaitu ammonia sekitar 50 – 100%, dengan tekanan operasi mencapai 16 MPa, temperature reaksi mencapai 150°C dan ammonia berlebih yang digunakan mencapai 40 mol ammonia per mol etilen oksida (Ulmann's, 2012).

Reaksi antara etilen oksida dan ammonia merupakan seri paralel dan dapat dituliskan sebagai berikut:



(Sumber: Zahedi *et al*, 2009)

Ethanolamine adalah senyawa kimia berperan penting dalam dunia industri (Yeon *et al.*, 2007). *Monoethanolamine*, *diethanolamine*, dan *triethanolamine* memiliki aplikasi yang sangat luas diantaranya dalam proses *scrubbing* untuk memisahkan H₂S dan CO₂ dari aliran gas petroleum (Khan *et al.*, 2015). *Ethanolamine* juga sebagai emulsi dalam pembuatan cat, *dispersing agent*, produk intermediet untuk resin, *plasticizers*, inhibitor korosi, bahan kimia dalam pengolahan karet serta digunakan juga untuk sektor farmasi dan industri tekstil (Aronu *et al.*, 2009).

2.2 Stripper Column

Stripper adalah alat yang digunakan untuk memisahkan satu komponen atau lebih dari campurannya menggunakan prinsip perbedaan kelarutan. Solut adalah komponen yang dipisahkan dari campurannya sedangkan pelarut (*solvent* ; sebagai *separating agent*) adalah cairan atau gas yang melarutkan solut. Karena perbedaan kelarutan inilah, transfer massa solut dari fase satu ke fase yang lain dapat terjadi (Ludwig, 2001).

Stripping merupakan operasi pemisahan solute dari fase cair ke fase gas, yaitu dengan mengontakkan cairan yang berisi solute dengan pelarut gas (*stripping agent*) yang tidak larut ke dalam cairan (Ludwig, 2001).

Pada dasarnya prinsip kerja stripper adalah proses penguapan biasa, pada temperatur tertentu fraksi ringan yang titik didihnya lebih rendah dari temperatur top kolom akan menguap dan keluar melalui top kolom. Pemisahan fraksi ringam yang masih terkandung di dalam *side stream* produk ini dapat dilakukan dengan

cara memanaskan kembali dengan memakai reboiler atau juga dengan menggunakan *stripping steam*.

Terdapat dua macam jenis stripper, yaitu :

1. Stripper dengan Injeksi *Steam*

Injeksi *steam* pada stripper jenis ini bertujuan untuk menurunkan tekanan partial diatas permukaan cairan, sehingga fraksi ringan yang terikut ke dasar kolom stripper akan lebih mudah menguap kembali ke kolom fraksinasi.

2. Stripper dengan Reboiler

Pemanasan kembali pada bottom kolom stripper jenis ini bertujuan agar terjadinya penguapan. Uap dalam reboiler mempunyai Specific Gravity (SG) yang lebih rendah dari pada SG cairan di dasar stripper, cairan di dasar stripper akan mendorong uap kembali ke stripper dan seterusnya menguap kembali ke kolom fraksinasi (Chattopadhyay, 2007).

2.4 Jenis *Packing* pada Stripper

Packing adalah material yang berguna untuk memperluas permukaan didalam kolom. Cairan akan lebih mudah menguap apabila bersentuhan dengan suatu permukaan yang bersuhu berbeda. Demikian juga uap akan lebih mudah terkondensasi apabila bersentuhan dengan permukaan yang berbeda suhu. Karena itu sebagian besar ruang didalam kolom harus diisi dengan material yang bisa menyediakan permukaan yang lebih banyak untuk bersentuhan dengan uap. Material *packing* ini bisa berupa kerikil, pecahan keramik, kaca, besi, tembaga, atau apapun asal tidak berkarat dan bereaksi dengan alkohol. Aluminium dan bahan plastik sebaiknya tidak digunakan. Perlu diingat agar *packing* jangan sampai terlalu

padat sehingga menyumbat aliran uap. Material terbaik untuk packing adalah *scrub stainless steel*/tembaga dan *rashcig/pall ring* (biasanya digunakan industri). *Packing* juga menciptakan efek destilasi berulang. *Packing* harus disangga dengan plat berlubang-lubang (*perforated plate*) untuk menjaga agar tidak jatuh kedalam *boiler*. Berikut merupakan tipe-tipe *packing* :

2.3.1 Random Packing

Random packing merupakan jenis *packing* berdasarkan pengisiannya. Di dalam *cooling tower*, *random packing* dijatuhkan atau ditempatkan secara acak di dalam menara. Dimana menara diisi air untuk mengurangi kecepatannya. *Random packing* umumnya digunakan di dalam kilang minyak, proses gas, kimia dan proses industri lingkungan. *Random packing* mempunyai densitas yang tinggi, panas yang sangat baik, tahan terhadap asam dan dapat menahan korosi yang disebabkan oleh berbagai macam asam anorganik, asam organik dan solven organik, kecuali asam hydrofluoric (Sinnot, 2005).

Random packing digunakan secara luas di dalam tower pengeringan, *absorbing tower*, *cooling tower*, *washing tower*, *regenerative tower*, dan desulfurisasi tower di dalam teknik kimia, metallurgi, coal gas, produksi asam dan oksigen, farmasi dan industri yang lain.

Adapun jenis-jenis dari *random packing* antara lain:

Rasching Ring



Gambar 2.1 *Rasching Ring*

Rasching ring, generasi pertama random packing, biasanya terbuat dari logam seperti baja karbon seperti yang ditampilkan di sini, atau dari non-logam karbon hitam. Hal ini biasanya lebih tebal daripada jenis random packing yang lainnya. jenis packing ini menawarkan *durability* korosi tinggi.

Jenis random packing ini tersedia dalam variabel seperti ukuran (mm): 25,38, dan 50. *Rasching ring* yang dibuat khusus dari karbon grafit atau digunakan dalam aplikasi khusus menuntut korosi baik dan *thermal shock resistance*. Mereka paling tahan terhadap asam, alkalis dan sebagai pembersih pada temperatur tinggi

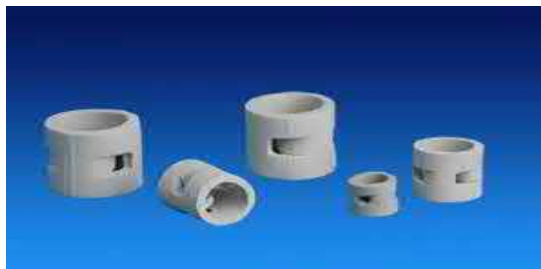
Pada saat yang sama mereka mempunyai kekuatan yg tinggi, sehingga memiliki kehidupan yang panjang. Pada umumnya ada di menara *oxidizer*, *alkylation unit*, dan layanan lainnya menuntut proses kilang minyak.

Secara umum, kolom untuk kemasan ukuran diameter rasio harus lebih besar dari 30 untuk *rasching ring*, 15 untuk *saddles* keramik, dan 10 untuk *ring* atau plastik *saddles*. Geometri yang anda kemasan biasanya akan menjadi fungsi yang diperlukan permukaan daerah dan/atau diijinkan pressure drop. Jika beberapa *packing* memenuhi persyaratan, akan ditempatkan paling rendah dengan biaya

mahal tapi dapat menyesuaikan untuk operasi. Sebagai contoh, kita akan memilih menyelubungi plastic untuk kolom di atas diameter 24 inci, no. 2 inci atau 2 kemasan harus diperiksa terlebih dahulu. Dengan melihat flowrates, bahwa kolom memiliki diameter minimal 24 inci yang baik.

Raching ring memiliki penggunaan yang luas karena harganya yang murah dan disediakan oleh vendor dalam berbagai ukuran dan bahan. Namun demikian, akhir – akhir ini penggunaan rasching ring secara bertahap mulai digantikan oleh pall ring yang lebih efisien walaupun harganya lebih mahal.

Pall Ring



Gambar 2.2 *Pall Ring*

Pall ring merupakan tipe baru dari *random packing*. *Pall ring* mempunyai efisiensi yang tinggi dan merupakan pengembangan dari *raschig ring*. *Dohntec pall ring* menunjukkan bahwa *pall ring* mempunyai kapasitas yang lebih besar dan *pressure drop* yang lebih kecil daripada *random packing* yang lain. Pada *pall ring* mempunyai dinding silindris yang terbuka dan bagian dalam yang cenderung menonjol keluar, sehingga *pall ring* dapat menerima kapasitas yang lebih besar dan *pressure drop* yang lebih kecil daripada *cylindrical rings*. Desain cincin terbuka pada *pall ring* dapat menjaga distribusi dan menahan tendensi saluran dinding.

Kontak pada permukaan bagian dalam dan bagian luar dari *pall ring*, efektif untuk distribusi liquid dan gas, serta tahan terhadap penyumbatan.

Cascade Ring



Gambar 2.3 *Cascade Ring*

Cascade ring, adalah sebuah media *packing* yang didesain untuk memperbesar kapasitas, meningkatkan efisiensi dan kekuatan mekanik lebih dari *pall ring*. Rasio berat atau diameter packing adalah 0,5. karena aspek rasio ini, ketika packing ini dimasukkan ke dalam tower, *cascade ring* cenderung untuk struktur seperti bagian dalam yang lebih efisien. Semua ciri-ciri ini, mengurangi *pressure drop* dan meningkatkan efisiensi transfer massa.

Berl Saddle

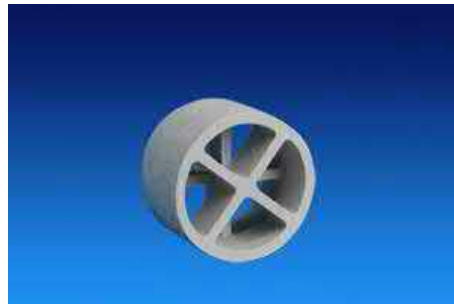


Gambar 2.4 *Berl Saddle*

Berl saddle merupakan bentuk *packing* terbuka seperti sebuah *saddle* tanpa bagian dalam dan bagian luar, bentuk dari *berl saddle* lebih baik bila dibandingkan

dengan *raschig ring* didalam aspek distribusi fluida dan tahanannya rendah. Dan berl *saddle* membuat tekanan menjadi lebih rendah pada bagian dalam tower.

Cross Partition Ring



Gambar 2.5 *Cross Partition Ring*

Cros partition ring merupakan *packing* yang sangat tahan terhadap asam dan panas. *Cross partition packing* juga tahan terhadap korosi yang disebabkan oleh berbagai macam asam anorganik, asam organik, dan solven organic, kecuali asam *hydrofluoric*. Oleh karena itu, *cross partition ring* digunakan secara luas. Jenis *packing* ini digunakan pada *dry tower*, *absorbing tower*, *cooling tower*, *scrubbing tower* dan *actifier tower* didalam industri kimia, industri metallurgi, industri coal gas, dan industri yang memproduksi oksigen.

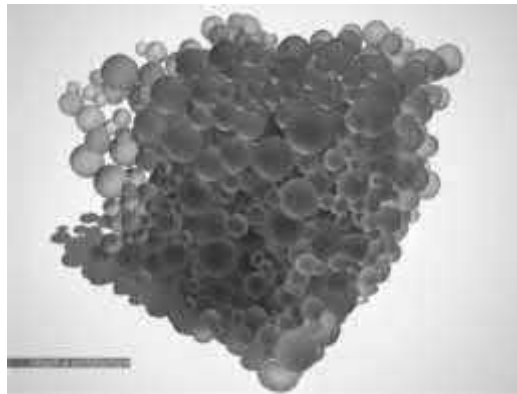
Intalox Saddle



Gambar 2.6 Contoh *Intalox Saddle*

Intalox saddle merupakan pengembangan dari *saddle* yang berbentuk lengkung. Perubahan itu terdapat pada kedua permukaan lengkungan menjadi permukaan persegi dan membuat jari-jari bagian dalam dan luar dari lengkungan berbeda. Konstruksi ini menjadi dasar mengatasi masalah penyumbatan, ini membuat porositas distribusi rata dan memperbaiki distribusi fluida, kapasitas lebih besar dan *pressure drop* lebih rendah daripada *rasching ring* (Sinnot, 2005).

2.3.2 *Regular Packing*



Gambar 2.7 Susunan *Regular Packing*

Packing jenis ini menguntungkan karena *pressure drop* yang rendah dan laju alir fluida yang makin lebih besar, namun *packing* jenis ini lebih mahal biaya instalasinya dari *packing* yang jenis random. Jenis *regular packing* :

- a. *Rasching ring*
- b. *Double spiral ring*
- c. *Section through expanded metal lath packing*
- d. *Wood grids*

Regular Packing adalah elemen yang dibentuk oleh lapisan yang condong *deflecting element*. *Deflecting element* tersebut diatur dalam persimpangan

berselang-hubungan satu sama lain dan terus memberikan aliran saluran yang buka di kedua berakhir. Selain itu, aliran saluran terbuka laterally mengalir ke saluran yang berdekatan lapisan dari *deflecting element*.. Dengan menyediakan kemasan untuk meningkatkan percepatan dan massa antara dua media mengalir melalui *counter current* dalam kemasan (Walas, 1990)

Bahan untuk dikemas melalui menara yang cairan untuk diproses disesuaikan mengalir ke dalam kontak satu sama lain. Bahan yang terdiri dari sebuah blok kemasan madu yang terdiri dari struktur partisi dinding keserbaragaman mendefinisikan sebuah saluran yang dibentuk secara paralel satu sama lain sebagai cairan petikan melalui *packing blok*. *Packing blok* yang lebih baik adalah sebuah *polyhedron* memiliki tidak kurang dari delapan pesawat masing-masing pihak sebagai dilihat di ketinggian, sehingga Saluran terbuka di non-ortogonal kaitannya dengan sedikitnya dua pesawat dari sisi *polyhedron* (Walas, 1990).

Dalam kasus di mana sebuah menara yang diisi penuh sesak dengan *packings* ditumpuk secara teratur di kotak, cairan yang mengalir di saluran dibentuk *packings* biasanya berorientasi substansial secara paralel ke arah aliran cairan melalui menara. Akibatnya, tekanan kerugian ini biasa dihadapi dengan susunan kurang dari yang dialami ketika buku-*packings* atau jenis lainnya *packings* yang digunakan.

2.4 Properties Bahan Baku dan Produk

2.4.1 Spesifikasi Bahan baku

1. Etilene Oksida

- Wujud : Cair
- Warna : Tidak berwarna
- Kemurnian : 99,8 %

(Petronas Chemical Group, 2018)

Sifat Fisika dan Kimia

- Rumus molekul : C_2H_4O
- Berat molekul : 44,053 g/mol
- Titik didih (1 atm) : 10,6 °C
- Titik didih (15 atm): 140,89 °C
- Titik leleh : -111,7 °C
- Tekanan uap : 1095 mmHg @20 °C
- Viscosity : $9,45 \times 10^{-3}$ mPa.s @25 °C
- Kenampakan : gas tidak berwarna
- Mudah terbakar
- Larut dalam air
- Tingkat toksik

LC50 = 1462 ppm/4 jam (inhalation rat) artinya sejumlah 50% tikus sampel mati saat menghirup sejumlah 1462 ppm etilen oksida selama 4 jam.

LD50 = 72 mg/kg (oral rat) artinya sejumlah 50% tikus sampel mati saat diberi dosis 72 mg tiap 1 kg berat tikus.

(Pubchem Ethylene Oxide, 2018)

2. Ammonia

- Wujud : Cair
- Warna : Tidak berwarna
- Kemurnian : 99,5 %
- Impuritas (air) : 0,5 %

(PT.Pupuk Kaltim, 2018)

Sifat fisika dan sifat kimia

- Rumus molekul : NH_3
- Berat molekul : 17,031 g/mol
- Titik didih (1 atm) : $-33\text{ }^\circ\text{C}$
- Titik didih (15 atm) : $103,02\text{ }^\circ\text{C}$
- Titik Leleh : $-77,7\text{ }^\circ\text{C}$
- Densitas : 0,696 g/L
- Tekanan uap : 7500 mmHg @25 $^\circ\text{C}$
- Kelarutan di dalam air : $4,82 \times 10^5$ mg/liter @24 $^\circ\text{C}$
- Kenampakan : gas tidak berwarna
- Gas mudah terbakar
- Tingkat toksik

LC50 = 6190 ppm/jam (inhalation rat) artinya sejumlah 50% tikus sampel mati saat menghirup sejumlah 6190 ppm etilen oksida selama 4 jam.

LD50 = 350 mg/kg (oral rat) artinya sejumlah 50% tikus sampel mati saat diberi dosis 350 mg tiap 1 kg berat tikus.

(Pubchem Ammonia, 2018)

2.4.2 Spesifikasi produk

1. Produk Utama

a. Monoetholamine (MEA)

- Wujud : cair
- Warna : tidak berwarna
- Kemurnian: 99 %

Sifat fisika dan Sifat Kimia

- Rumus molekul : C_2H_7NO
- Berat molekul : 61,084 gr/mol
- Titik didih (1 atm) : 171 °C
- Suhu kritis : 397,85 °C
- Tekanan kritis : 8 Mpa
- Kelarutan dalam air : 1000000 mg/L
- Densitas : 1.0180 g/cm³ pada suhu 20 °C
- Viskositas : 18,95 cP @25 °C
- Kenampakan : cair tidak berwarna
- Mudah terbakar pada suhu tinggi
- Korosif terhadap logam
- Larut dalam air, etanol, dan aseton, kloroform
- Tingkat Toksik

LD50 : 2050 mg/kg (oral rat) artinya sejumlah 50% tikus sampel mati saat diberi dosis 2050 mg tiap 1 kg berat tikus.

(Pubchem Monoethanolamine, 2018)

b. Diethanolamine (DEA)

- Wujud : cair
- Warna : tidak berwarna
- Kemurnian: 99%

Sifat Fisika dan Sifat Kimia

- Rumus molekul : $C_4H_{11}NO_2$
- Berat molekul : 105,137 g/mol
- Titik didih (1 atm): 268,8 °C
- Titik leleh : 28 °C
- Kelarutan dalam air: 954 gram/liter (20 °C)
- Tekanan uap : $2,8 \times 10^{-4}$ mmHg @25 °C
- Viskositas : 351,9 cP at 30 °C
- Kenampakan : cair tidak berwarna
- Mudah terbakar
- Larut dalam air, ethanol, methanol, aseton
- Tingkat Toksik

LD50 : 710 mg/kg (oral rabbit) artinya sejumlah 50% kelinci sampel mati saat diberi dosis 710 mg tiap 1 kg berat kelinci.

(Pubchem Diethanolamine, 2018)

c. Triethanolamine (TEA)

- Wujud : cair
- Warna : tidak berwarna
- Kemurnian : 99%

Sifat Fisika dan Sifat Kimia

- Rumus molekul : $C_6H_{16}NO_3$
- Berat molekul : 149,19 gr/mol
- Titik didih (1 atm): 335,4 °C
- Titik leleh : 21,6 °C
- Tekanan uap : $3,59 \times 10^{-6}$ @25 °C
- Viskositas : 590,5 cP @25 °C
- Mudah terbakar
- Kenampakan : cair
- Larut dalam air, aseton, dan methanol.
- Tingkat Toksik

LD50 : 8 g/kg (oral rat) artinya sejumlah 50% kelinci sampel mati saat diberi dosis 8 gram tiap 1 kg berat kelinci.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. *Stripper column* digunakan untuk memisahkan ammonia berlebih yang tidak ikut bereaksi di dalam reaktor.
2. *Stripper column* yang digunakan adalah jenis *Packed Bed* dengan isian berupa *Raschig Ring*. Kondisi operasi *stripper column* adalah pada tekanan operasi 15 atm dan suhu operasi 75 °C.
3. Hasil perancangan *stripper column* adalah dengan diameter 0,8015 meter, tinggi total *column* 5,0134 meter, tebal *shell* 0,0037 meter, dan tebal *head* 0,0040 meter.

B. Saran

1. Perhitungan perancangan *stripper column* dengan jenis isian yang berbeda perlu dilakukan lebih lanjut untuk mengetahui efisiensi *stripper column*.
2. Perancangan *stripper column* dengan kondisi operasi yang berbeda dilakukan lebih lanjut

DAFTAR PUSTAKA

- Brownell, Lloyd E, Young, Edwin H. 1959. *Process Equipment Design: Process Vessel Design*. John Wiley & Sons, Inc. New York
- Chattopadhyay, P. .2007. *Absorption & Stripping*, Asian Books Pvt, New Delhi.
- Dicken, Peter. 2011. *Global Shift Mapping The Changing Contour of World Economy 6th Edition*. New York : The Guildford Press.
- Fassler, Peter and Aureo Celeghin. 2010. *Cost-efficient production of ethanalamines*. Sulzer Technical Review 3.
- Garg, Diwakar, Shashank Navin Shah, Matthew Joseph Okasinski, Ava S, and Drayton-Elder. 2004. *US 2004/0068143 A1 Process for Producing Alkanolamines*. Hamilton Boulevard Allentown.
- K.Yeon, J.Song, J.Shim, S. Moon, Y.Jeong, and H.Joo. 2007. *Integrating Electrochemical Processes with Electrodialysis Reverseal and Electro-Oxidation to Minimize COD and T-N at wastewater treatment facilities of power plant*. Desalination, 2007. 202(1-3) : p. 400-410.
- Kementerian Perindustrian. 2018. *64% dari Industri Naional Bergantung pada Bahan Baku Impor* <http://www.kemenperin.go.id/artikel/9306/64-dari-Industri-Nasional-Bergantung-pada-Bahan-Baku-Impor>. Diakses pada tanggal 6 Desember 2018.
- Khan, A.A, Halder, G.N., and Saha,A.K. 2015. *Carbon Dioxide Capture Characteristics from Flue Gas Using Aqueous 2-Amino-2- Methyl-1-Propanol (AMP) and Monoethanolamine (MEA) Solutions in Packed Absorption and Regeneration Columns*. International Journal of Greenhouse Gas Control, 2015. 32 : p15-23.
- Ludwig, Ernest E. 2001. *Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants, Vol 2 3th ed*. Gulf Publishing Company. Houston.
- Marvin, Katelyn, Barry Jay Billig. 2016. *US Patent 9,227,912 B2 Process for Making Ethanalamines*. Scientific Design Company.
- Petronas Chemical Group. 2015. <https://www.icis.com>. Diakses pada tanggal 15 Oktober 2018.
- Pubchem Ammonia. 2018. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>. Diakses pada tanggal 1 Januari 2018.
- Pubchem Diethanolamine. 2018. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>. Diakses pada tanggal 1 Januari 2018.
- Pubchem Ethylene Oxide. 2018. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>. Diakses pada tanggal 1 Januari 2018.

- Pubchem Monoethanolamine. 2018. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>. Diakses pada tanggal 1 Januari 2018.
- Pubchem Triethanolamine. 2018. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>. Diakses pada tanggal 1 Januari 2018.
- Pupuk Kaltim. 2017. <https://www.pupukkaltim.com/id/laporan-laporan-tahunan>. Diakses pada tanggal 16 Oktober 2018.
- Sinnot, R.K. 2005. *Coulson and Richardson's: Chemical Engineering Design, Vol 6 4th ed.* Elsevier Ltd. Oxford.
- U. Aronu, H.Svendsen, K.Hoff, and O. Juliussen, 2009. *Solvent Selection for Carbon Dioxide Absorption*. Energy Procedia, 2009. 1(1) : p.1051-1057.
- Ullmann's. 2012. *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. Germany :VCH Verlagsgesell Scahf, Wanheim.
- Zahedi, Gholamreza, Saeideh Amraei, and Mazda Biglari. 2009. *Simulation and Optimization of Ethanol Amine Production Plant*. Korean J. Chem. Eng., 26(6), 1504-1511(2009).