



**PRARANCANGAN PABRIK MELAMIN
MENGUNAKAN *LOW PRESSURE PROCESS*
KAPASITAS 47.000 TON/TAHUN: STUDI AMMONIA
*SCRUBBER DESIGN***

Skripsi

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

Oleh

Muhamad Yoga Prayogo

NIM. 5213416010

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2020**

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Muhamad Yoga Prayogo

NIM : 5213416010

Program Studi : Teknik Kimia

Skripsi dengan judul “Prarancangan Pabrik Melamin Menggunakan *Low Pressure Process* Kapasitas 47.000 Ton/Tahun: Studi *Ammonia Scrubber Design*” telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian Skripsi Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Semarang, 9 September 2020

Pembimbing,



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

NIP. 198711112015041003

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul "Prarancangan Pabrik Melamin Menggunakan *Low Pressure Process* Kapasitas 47.000 Ton/Tahun: Studi Ammonia *Scrubber Design*" telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik UNNES pada tanggal 5 Oktober 2020

Oleh

Nama : Muhamad Yoga Prayogo

Nama : 5213416010

Jurusan : Teknik Kimia

Panitia

Ketua Jurusan



Dr. Dewi Selvia Fardhyanti, S.T., M.T.

NIP. 197103161999032002

Sekretaris



Dr. Megawati, S.T., M.T.

NIP. 197211062006042001

Penguji 1



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

NIP. 197603112000122001

Penguji 2



Dr. Dewi Selvia F, S.T., M.T.

NIP. 197103161999032002

Pembimbing



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

NIP. 198711112015041003



Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

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 doctor), 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 September 2020

Yang membuat pernyataan,



Muhamad Yoga Prayogo

NIM 5213416010

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Janganlah bersedih dan berputus asa, ingatlah firman Allah SWT “...Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi (pula) kamu menyukai sesuatu, padahal ia amat buruk bagimu; Allah mengetahui, sedang kamu Tidak mengetahui.”

(QS. Al Baqarah 2: 216)

PERSEMBAHAN

1. Allah SWT
2. Ibu dan Bapak tercinta
3. Seluru dosen Teknik Kimia UNNES
4. Teman-teman Teknik Kimia angkatan 2016 yang tercinta.
5. Seluruh almameterku

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Prarancangan Pabrik Melamin Menggunakan *Low Pressure Process* Kapasitas 47.000 Ton/Tahun: Studi *Ammonia Scrubber Design*”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan meraih gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Program Studi Teknik Kimia Universitas Negeri Semarang. Shalawat dan salam disampaikan kepada Nabi Muhammad SAW, mudah-mudahan kita semua mendapatkan safa’at Nya di yaumul akhir nanti, Aamiin.

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

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum., selaku Rektor Universitas Negeri Semarang atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menempuh studi di Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. Nur Qudus, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang atas fasilitas yang disediakan bagi mahasiswa.
3. Dr. Dewi Selvia F, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang sekaligus sebagai Dosen Penguji 2 skripsi yang telah memberikan masukan dan pengarahan dalam penyempurnaan penyusunan skripsi.
4. Dhoni Hartanto, S.T., M.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing yang selalu memberikan bimbingan, motivasi dan pengarahan dalam penyusunan skripsi.
5. Dr. Ratna Dewi Kusumaningtyas, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji 1 yang telah memberikan masukan dan pengarahan dalam penyempurnaan penyusunan skripsi.
6. Semua dosen Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang yang telah memberi bekal pengetahuan yang berharga.

7. Berbagai pihak yang telah memberi bantuan untuk karya tulis ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis berharap semoga tugas skripsi ini dapat bermanfaat untuk pembaca dan akademisi untuk memperoleh data yang relevan mengenai perancangan ammonia *scrubber design* pada pabrik melamin.

Semarang, 9 September 2020

Penulis

ABSTRAK
PRARANCANGAN PABRIK MELAMIN MENGGUNAKAN *LOW PRESSURE PROCESS* KAPASITAS 47.000 TON/TAHUN: STUDI AMMONIA SCRUBBER DESIGN

Muhamad Yoga Prayogo
Universitas Negeri Semarang, Semarang, Indonesia
Dosen Pembimbing: Dhoni Hartanto, S.T., M.T., M.Sc.

Perkembangan industri kimia di Indonesia berdampak positif sebagai penggerak pertumbuhan ekonomi dan peningkatan kesejahteraan masyarakat, namun disisi lain, salah satunya kemajuan industri melamin. Melamin banyak digunakan sebagai pelapis kemasan makanan maupun minuman dan bahan dasar pembuatan resin. Melamin dibuat dengan *low pressure process* pada suhu 400°C dengan waktu tinggal 3 menit. Produk yang dihasilkan dalam *low pressure process* ini adalah produk gas berupa melamin, urea yang tak bereaksi, biuret, karbondioksida ammonia. Campuran gas kemudian masuk ke kristaliser lalu bercampur dengan *off gas* yang telah di *recycle* pada temperatur 268°C hingga berbentuk kristal melamin. Lebih dari 95% melamin dapat mengkristal. Kristal melamin yang dihasilkan dipisahkan dari campuran gas dengan menggunakan cyclone. Ketika hasil gas *off gas* tidak *recycle* maka akan menimbulkan permasalahan baru yaitu hasil operasi tidak optimum karena banyak *off gas* terbuang dan menjadikan resiko pencemaran lingkungan akibat limbah industri yang dihasilkan bahkan. Metode yang dapat menangani permasalahan tersebut yaitu penambahan alat *scrubber* untuk mengambil urea yang tidak beraksi dipisahkan dengan gas berupa ammonia dan karbondioksida yang digunakan sebagai *fluidizing gas* pada reaktor dan media pendingin pada *kristaliser*. *Scrubber design* yang dirancangan pada laju alir massa 9.652,23 kg/jam ini menggunakan jenis packed tower yang memiliki dimensi tinggi packing Z 15,11 m, tinggi head packing H 0,230 m, tinggi scrubber 15,573 m, tinggi tutup 0,21, tinggi total 16,0026 m, diameter 72,753 in, dan pressure drop 0,610 atm. Sedangkan untuk jenis packed menggunakan jenis ceramic rashing rings, dengan nominal size 38 mm dan wall thickness 4,8 mm.

Kata kunci: Melamin, ammonia, karbondioksida, *scrubber design*

DAFTAR ISI

PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Batasan Masalah	2
1.3 Rumusan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Melamin	4
2.2 <i>Low Pressure Process</i>	5
2.3 <i>Scrubber Design</i>	7
2.4 Ammonia - Karbondioksida.....	8
BAB III METODE PENELITIAN.....	9
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	9
3.2 Prosedur Kerja.....	9
3.3 Skema Kerja	9
BAB IV PEMBAHASAN.....	10
4.1 Menentukan Tipe <i>Scrubber</i>	10
4.2 Menentukan Bahan Konstruksi <i>Scrubber</i>	11
4.3 Menghitung Difusivitas, $B_{m,avg}$, Viskositasa, dan Densitas Gas.....	11
4.4 Menghitung Viskositas, $B_{m,avg}$, dan Densitas <i>Liquid</i>	14

4.5 Menentukan Dimensi <i>Scrubber</i>	17
4.6 Menghitung Diameter <i>Scrubber</i>	19
BAB V PENUTUP.....	25
5.1 Simpulan	25
5.2 Saran	25
DAFTAR PUSTAKA	26

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Molekul Melamin	i
Gambar 4.1 Ilustrasi <i>Scrubber Design</i>	ii
Gambar 4.2 Pers. Difusivitas Gas	iii
Gambar 4.3 Pers. Difusivitas <i>Liquid</i>	iv
Gambar 4.4 <i>Flooding and Pressure Drop in Random</i>	v
Gambar 4.5 Grafik <i>Pressure Drop</i>	vi
Gambar 4.6 Rancangan Tinggi Tutup	viii

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 <i>Atomic Diffusion Volumes</i>	i
Tabel 4.2 <i>Specific atomic diffusion volumes</i>	ii
Tabel 4.3 Perhitungan Difusivitas Komponen Gas.....	iii
Tabel 4.4 Perhitungan BM_{avg} Gas	iv
Tabel 4.5 Perhitungan Viskositas Gas	v
Tabel 4.6 Konstanta Komponen <i>Liquid</i>	vi
Tabel 4.7 Viskositas <i>Liquid</i>	viii
Tabel 4.8 BM_{avg} <i>Liquid</i>	iv
Tabel 4.9 <i>Regression Coefficients for Chemical Compound vapor pressure</i>	v
Tabel 4.10 <i>Regression Coefficients for Chemical Compound Densitas Liquid</i>	v
Tabel 4.11 <i>Struktural Contributions</i>	vi
Tabel 4.12 <i>Liquid Hold Up in Packed Towers</i>	viii
Tabel 4.13 <i>Packing Ceramic</i>	vi
Tabel 4.14 Spesifikasi <i>Scrubber Design</i>	viii

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri merupakan memberikan peran yang cukup besar kepada pemerintah untuk mendorong kemajuan industri nasional secara terencana, diperlukan dalam mengarahkan perekonomian nasional untuk tumbuh lebih cepat dan mengejar ketertinggalan dari negara lain yang lebih dahulu maju (Pemerintah Republik Indonesia, 2013). Perkembangan industri melamin di Indonesia juga terus mengalami peningkatan, dimana hal tersebut dapat dilihat dari data badan pusat statistik mengenai kebutuhan impor melamin dari tahun 2016 sampai dengan 2018 yang semakin meningkat (Badan Pusat Statistik, 2019). Upaya untuk yang bisa dilakukan untuk mengantisipasi kebutuhan impor tersebut diperlukan pendirian pabrik kimia dalam negeri.

Melamin merupakan bahan kimia yang banyak berperan penting sebagai digunakan sebagai pelapis kemasan makanan maupun minuman dan bahan dasar pembuatan resin, dan industri lain di Indonesia. Melamin memiliki rumus kimia ($C_3N_3(NH_2)_3$), dengan senyawa berbentuk kristal monocyclic berwarna putih (Budi, 2017). Pertama kali dipelajari oleh Leibig pada tahun 1834, Leibig mendapatkan melamin dari proses fusi antara potassium thiosianat dengan amonium klorida. Produksi pertama dunia datang pada tahun 1930. Sejak saat itu produksi melamin semakin meningkat sebagai fasilitas kimiawi yang penting. Sampai sekitar tahun 1960, melamin dibuat secara eksklusif dari dicyandiamide. Mackay menemukan bahwa melamin juga bisa disintesis dari urea pada 10 Mpa dengan suhu 400°C dengan atau tanpa katalis (Crews, 2012).

Menurut (Crews, 2012), melamin dapat disintesa dari urea pada suhu 400°C, bersifat endotermis. Secara garis besar proses pembuatan melamin dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu proses tekanan rendah (1 MPa) dengan menggunakan katalis dan proses tekanan tinggi (≥ 8 MPa) tanpa menggunakan katalis. Masing-masing proses terdiri dari tiga tahap, yaitu tahap sintesa, recovery dan pemurnian serta pengolahan gas buang (Crews, 2012).

Pada proses tekanan rendah dengan katalis menggunakan *fluidized bed reactor* pada tekanan atmosferik sampai 1 MPa pada suhu 390 – 410⁰C. Sebagai fluidizing gas digunakan amoniak murni atau campuran antara amoniak dan karbondioksida yang terbentuk selama reaksi. Katalis yang digunakan yaitu silika dan alumina. Melamin meninggalkan reaktor berupa gas bersama dengan *fluidizing gas*. Kemudian dipisahkan dari amoniak dan karbondioksida dengan quenching gas menggunakan air (yang diikuti dengan kristalisasi). Campuran gas kemudian masuk ke kristaliser lalu bercampur dengan *off gas* yang telah di *recycle* pada temperatur 268⁰C hingga berbentuk kristal melamin. Lebih dari 95% melamin dapat mengkristal. Kristal melamin yang dihasilkan dipisahkan dari campuran gas dengan menggunakan cyclone (Crews, 2012). Ketika hasil *off gas* tidak *recycle* maka akan menimbulkan permasalahan baru yaitu hasil operasi tidak optimum karena banyak *off gas* terbuang dan menjadikan resiko pencemaran lingkungan akibat limbah industri yang dihasilkan (Pujiono and Mulyati, 2017). Metode yang dapat menangani permasalahan tersebut yaitu penambahan alat *scrubber* untuk mengambil urea yang tidak beraksi dipisahkan dengan gas berupa karbondioksida (Bai and Yeh, 1997) dan ammonia digunakan sebagai *fluidizing gas* pada reaktor dan media pendingin pada *kristaliser* (Huang, 2020).

1.2 Batasan Masalah

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

1. Melamin merupakan produk yang sering digunakan untuk mendukung adanya pemerataan pembangunan dalam industri di Indonesia, namun pemenuhannya masih dilakukan dengan cara impor karena produk dalam negeri belum mencukupi kebutuhan.
2. Karbondioksida dan ammonia merupakan senyawa yang harus dipisahkan dalam proses pemurnian bahan baku dengan suhu 220⁰C.
3. *Scrubber design* merupakan jenis alat yang tepat untuk pemurnian urea yang tidak beraksi dipisahkan dengan gas berupa karbondioksida dan ammonia yang akan dirancang dalam penelitian ini.

1.3 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana menentukan bilangan *schmidt* dalam *scrubber design* pada pabrik melamin dengan kapasitas 47.000 ton/tahun?
2. Bagaimana menghitung *pressure drop* dalam *scrubber design* pada pabrik melamin dengan kapasitas 47.000 ton/tahun?
3. Bagaimana dimensi yang diperlukan dalam *scrubber design* pada pabrik melamin dengan kapasitas 47.000 ton/tahun?

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui bilangan *schmidt* dalam *Scrubber desain* pada pabrik melamin dengan kapasitas 47.000 ton/tahun.
2. Mengetahui *pressure drop* yang diperlukan dalam *scrubber design* pada pabrik melamin dengan kapasitas 47.000 ton/tahun.
3. Mengetahui hasil dimensi yang diperlukan dalam *scrubber design* pada pabrik melamin dengan kapasitas 47.000 ton/tahun

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan bermanfaat bagi:

1. Bagi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK)

Penelitian mengenai spesifikasi *scrubber desain* pada pra rancangan pabrik kimia melamin kapasitas 47.000 Ton/Tahun memberi kontribusi dan wawasan dalam menggunakan *low pressure process* pada studi *scrubber design*.

2. Bagi Masyarakat

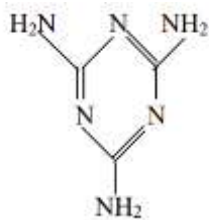
Masyarakat dapat mengetahui potensi dan manfaat dari pabrik melamin khususnya spesifikasi pemurnian sehingga hasil operasi menjadi optimum karena *off gas* tidak terbuang sia-sia dan mengurangi resiko pencemaran lingkungan akibat limbah industri yang dihasilkan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

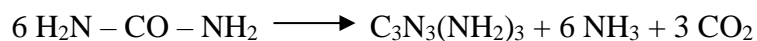
2.1 Melamin

Melamin merupakan bahan kimia yang banyak berperan penting sebagai digunakan sebagai pelapis kemasan makanan maupun minuman dan bahan dasar pembuatan resin, dan industri lain di Indonesia. Melamin memiliki rumus kimia ($C_3N_3(NH_2)_3$), dengan senyawa berbentuk kristal monocyclic berwarna putih (Budi, 2017). Pertama kali dipelajari oleh Leibig pada tahun 1834, Leibig mendapatkan melamin dari proses fusi antara potassium thiosianat dengan amonium klorida. Produksi pertama dunia datang pada tahun 1930. Sejak saat itu produksi melamin semakin meningkat sebagai fasilitas kimiawi yang penting. Sampai sekitar tahun 1960, melamin dibuat secara eksklusif dari dicyandiamide. Mackay menemukan bahwa melamin juga bisa disintesis dari urea pada 10 Mpa dengan suhu $400^\circ C$ dengan atau tanpa katalis (Crews, 2012).

Reaksi pembentukan melamin dihasilkan dari reaksi dekomposisi urea menjadi melamin. Urea didekomposisikan menjadi asam isocyanat dan amonia, kemudian asam isocyanat diubah menjadi melamin dan karbondioksida. Struktur molekul melamin adalah sebagai berikut:



Gambar 2.1 Struktur Molekul Melamin



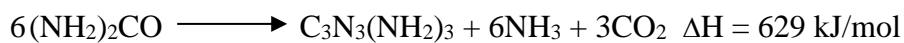
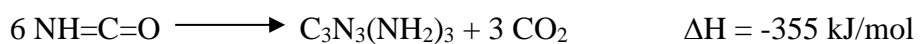
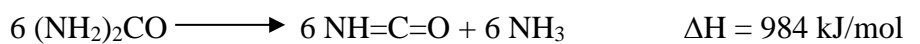
Reaksi pembentukan melamin dari dekomposisi urea merupakan reaksi yang endotermis dimana reaksi memerlukan panas. Reaksi pembentukan melamin berlangsung pada suhu lebih dari $350^\circ C$. Reaksinya bersifat endotermis membutuhkan 629 kJ/mol melamin. Secara garis besar proses pembuatan melamin dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu proses tekanan rendah (1 MPa) dengan menggunakan katalis dan proses tekanan tinggi ($\geq 8 \text{ MPa}$) tanpa menggunakan

katalis. Masing-masing proses terdiri dari tiga tahap, yaitu tahap sintesa, recovery dan pemurnian serta pengolahan gas buang (Crews, 2012).

2.2 Low Pressure Process

Proses tekanan rendah dengan katalis menggunakan *fluidized bed reactor* pada tekanan atmosferik sampai 1 MPa pada suhu 390 – 410°C. Sebagai fluidizing gas digunakan amoniak murni atau campuran antara amoniak dan karbondioksida yang terbentuk selama reaksi. Katalis yang digunakan yaitu silika dan alumina. Melamin meninggalkan reaktor berupa gas bersama dengan fluidizing gas. Kemudian dipisahkan dari amoniak dan karbondioksida dengan quenching gas menggunakan air (yang diikuti dengan kristalisasi).

Mekanisme Reaksi:



(Ullmann's, 2011)

Yield yang diperoleh adalah 90 – 95 %. Ada 3 proses pada tekanan rendah yaitu:

a. Proses BASF (*Badische Anilin and Soda Fabric*)

Proses BASF menggunakan reaktor satu stage, dimana lelehan urea diumpankan ke *fluidized bed reactor* pada suhu 395–400°C pada tekanan atmosferik. Katalis yang digunakan adalah alumina dengan *fluidizing gas* berupa amonia dan karbondioksida. Suhu reaktor dijaga dengan mensirkulasi lelehan garam dengan menggunakan koil pemanas. Produk yang keluar dari reaktor berupa gas terdiri dari campuran melamin, urea yang tidak bereaksi, biuret, amonia dan karbondioksida. Katalis yang terbawa aliran gas ditahan pada *cyclone separator* dalam reaktor. Campuran gas tersebut didinginkan dalam *cooler* sampai temperatur *dew point* campuran gas produk. Campuran gas kemudian masuk ke kristaliser lalu bercampur dengan *off gas* yang telah di *recycle* hingga berbentuk kristal melamin. Lebih dari 98% melamin dapat mengkristal. Kristal melamin yang dihasilkan dipisahkan dari campuran gas dengan menggunakan *cyclone*. Gas *recycle* dari *cyclone* dialirkan ke

scrubber atau *washing tower* untuk mengambil urea yang tidak beraksi, dan gas digunakan sebagai *fluidizing gas* pada reaktor dan media pendingin pada kristaliser. Proses ini dapat menghasilkan melamin dengan kemurnian 99,9% (Crews, 2012).

b. Proses *Chemie Linz*

Proses ini terdiri dari dua tahap. Tahap pertama yaitu *molten* urea terdekomposisi dalam *Fluidized Sand Bed Reactor* sehingga menjadi amonia dan asam isosianat pada kondisi suhu 350⁰C dan tekanan 0,35 MPa. Amonia digunakan sebagai *fluidizing gas* panas yang dibutuhkan untuk dekomposisi dialirkan ke reaktor oleh lelehan garam panas yang disirkulasi melalui koil pemanas. Aliran gas kemudian diumpankan ke *reaktor fixed bed* dimana asam isosianat dikonversi menjadi melamin pada suhu 450⁰C dan tekanan mendekati tekanan atmosfer. Melamin dipisahkan dari hasil reaksi yang berupa fase gas melalui *quenching* dengan menggunakan *air mother liquor* yang berasal dari *centrifuge*. *Quencher* didesain khusus agar dapat bekerja dengan cepat sehingga mencegah hidrolisis melamin menjadi *ammelid* dan *ammelin*. Suspensi melamin dari *quencher* didinginkan lalu dikristalisasi menjadi melamin. Kemudian kristal dikeringkan, dimasukkan ke penyimpanan (Crews, 2012).

c. Proses *Stamicarbon*

Seperti proses BASF, proses DSM *Stamicarbon* menggunakan reaktor satu *stage*. Proses berlangsung pada tekanan 0,7 MPa, dengan *fluidizing gas* berupa amonia murni. Katalis yang digunakan berupa alumina dan silika. Lelehan urea diumpankan kedalam reaktor bagian bawah. Katalis silika alumina difluidisasi oleh amonia yang masuk ke reaktor bagian bawah dari *fluidized bed reactor*. Reaksi dijaga pada suhu 400⁰C dengan mensirkulasi lelehan garam melewati koil pemanas dalam *bed* katalis. Melamin yang terkandung dalam campuran reaksi dari reaktor kemudian di-*quenching* dalam *quench cooler*, kemudian dalam *scrubber* untuk disaring dengan *mother liquor* dari *centrifuge*. Dari

scrubber, suspensi melamin dialirkan kedalam *hydrocyclone* dimana sebagian dari amonia dan CO₂ terlarut dalam suspensi dipisahkan, lalu campuran gas ini dialirkan ke absorber dan akan membentuk amonium karbamat, dari *hydrocyclone* kemudian produk dialirkan ke tangki pencampuran untuk dicampur dengan karbon aktif. Kemudian dimasukkan dalam *precoat filter* dan dialirkan ke kristaliser vakum untuk menghasilkan melamin (Crews, 2012).

2.3 Scrubber Design

Scrubber design merupakan kumpulan bermacam-macam alat kendali polusi udara yang dapat digunakan untuk membuang partikel dan gas dari arus gas keluaran industri. *Scrubber* dengan peralatan kontrol polusi yang menggunakan liquid untuk mencuci polutan yang tidak diinginkan dari arus gas (Hadlocon, Manuzon and Zhao, 2014). Pada *scrubber*, arus gas kotor dibawa menuju kontak dengan liquid pencuci dengan cara menyemprotkan, mengalirkannya atau dengan metode kontak lainnya. Tentu saja desain dari alat kontrol polusi udara tergantung pada kondisi proses industri dan sifat alami polutan udara yang bersangkutan. *Scrubber* dapat didesain untuk membuang partikel dengan cara menangkapnya dalam tetesan atau butiran liquid. Sedangkan untuk polutan gas proses *scrubber* adalah dengan melarutkan atau menyerap polutan ke dalam liquid. Adapun butiran liquid yang masih terdapat dalam arus gas pasca pencucian selanjutnya harus dipisahkan dari gas bersih dengan alat lain yang disebut mist eliminator (Resnik and Pennline, 2013).

Sistem ammonia *scrubber design* unit penyerap ammonia, unit penyedia solusi, dan unit pencampur gas buang. Unit penyerap dengan tiga tingkat penyemprot di dalam. Gas buang memasuki scrubber dari posisi yang lebih rendah dan kontak sebaliknya dengan larutan deammoniasasi yang disemprotkan. Demister dipasang di atas penyemprot untuk mengumpulkan larutan tetesan dari gas buang. Semua pengukuran dan pengambilan sampel dilakukan ditetapkan setelah demister. Gas buang diproduksi dengan memanaskan udara ruangan dicampur dengan sejumlah ammonia. Nilai pH dapat dipertahankan dengan

menambahkan ammonia encer secara terus menerus dengan pompa peristaltik (Huang, Wu and Yang, 2020).

2.4 Ammonia – Karbondioksida

Biasanya dipancarkan dari sumber biogenik dan antropogenik, di mana diketahui berbahaya bagi makhluk hidup, terutama pada sistem pernapasan dan mata. Adanya amonia juga dapat memperburuk partikulat pencemaran materi dengan membentuk reaksi aerosol organik dan anorganik. Aerosol yang baru dihasilkan ini dapat menyerap polutan udara beracun dengan konsentrasi tinggi dan mudah terhirup ke paru-paru, yang dapat menyebabkan mutagenik dan aktivitas genotoksik pada makhluk hidup (Bai and Yeh, 1997). Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa aerosol yang dipancarkan dari ammonia sebagian besar terdiri dari garam cair. Emisi ammonia dari sistem ammonia pada *scrubber design* harus lebih diperhatikan untuk kepentingan mengendalikan emisi polutan secara keseluruhan. Ammonia yang terkondensasi berarti amonia itu fase uap pada kondisi pelepasan tetapi mengembun dan bereaksi pendinginan untuk menghasilkan padatan atau cairan segera setelah dibuang dari system (Huang, Wu and Yang, 2020). Selain itu Pendekatan baru yang mungkin memberikan rute lain mengurangi emisi Ammonia dan CO₂ dari urea adalah pemisahan dengan reagen urea karena lebih ekonomis. Reaksi yang mungkin terjadi antara amonia dan CO₂:



BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada *scrubber design* dengan laju massa 9.652,23 kg/jam diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan karakteristik fluida dalam fase gas terjadi dengan kondisi G_{in} sebanyak 9650,55 kg/jam, ρ gas sebanyak 0,67 kg/m³, μ gas sebanyak 0,02 kg/m.s, D_{AB} gas sebanyak 0,0000268 m²/s, BM_{avg} sebanyak 27,36 kg/kmol.
2. Hasil perhitungan karakteristik fluida dalam fase *liquid* terjadi dengan kondisi G_{in} sebanyak 1,68 kg/jam, ρ *liquid* sebanyak 1061,80 kg/m³, μ *liquid* sebanyak 0,000819 kg/m.s, D_{AB} *liquid* sebanyak 6,5545Ex10⁻¹¹ m²/s, BM_{avg} sebanyak 60,20 kg/kmol.
3. Hasil perancangan *scrubber design* dengan laju massa 9.652,23 kg/jam menggunakan jenis *packed tower* yang memiliki dimensi tinggi *packing* Z 15,11 m, tinggi *head packing* H 0,230 m, tinggi *scrubber* 15,573 m, tinggi tutup 0,21, tinggi total 16,0026 m, diameter 72,753 in, dan *pressure drop* 0,610 atm. Sedangkan untuk jenis *packed* menggunakan jenis *ceramic rashing rings*, dengan *nominal size* 38 mm dan *wall thickness* 4,8 mm.

B. Saran

1. Menggunakan satuan yang sama untuk menghitung dimensi *scrubber design* supaya mendapatkan perhitungan yang akurat.
2. Memerlukan variasi kondisi operasi untuk mengetahui hasil rancangan *scrubber design*.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. 2019. 'Pertumbuhan Produksi Industri Manufaktur Triwulan IV-2018', *Badan Pusat Statistik*, No.13/02/T(13), 1–16.
- Bai, H. and Yeh, A. C. 1997. 'Removal of CO₂ Greenhouse Gas by Ammonia Scrubbing'.
- Budi, P. 2017. 'Biosynthesis of Silver Nanoparticles Using Ketapang Leaf Extract, Modification with p-coumaric Acid for Detecting Melamine'.
- Crews, G. 2012. 'Mercury, Mercury Alloys, and Mercury Compounds: Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry'.
- Geankopolis, C. J. 1993. '*Transport Process and Unit Operations, Third Edition*'. Prentice-Hall International, Inc.
- Hadlocon, L. S., Manuzon, R. B. and Zhao, L. Y. 2014. 'Optimization of ammonia absorption using acid spray wet scrubbers', *Transactions of the ASABE*.
- Huang, R., Wu, H. and Yang, L. (2020) 'Study on the ammonia emission characteristics in an ammonia-based WFGD system', *Chemical Engineering Journal*. Elsevier.
- Kern, Donald Q. 1983. *Process Heat Transfer*. The McGraw-Hill Companies, Inc. Tokyo.
- Manes, M., 1968, US Patent 3,386,999 *Synthesis of Melamine*, Chemical Construction Corporation, New York.
- Pemerintah Republik Indonesia.2013. 'Tambahan Lembaran Negara RI No. 5416', Diakses dari www.djpp.kemendagri.go.id.
- Peters, Max S. Timmerhaus, K. D. (1991) *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*: , Ronald West, Max Peters : 0639785503897: *Amazon.com: Book*.
- Poling, B. E. and Prausnitz, J. M. 2001. *The Properties of Gases and Liquids*.
- PT. Kawasan Industri Kujang Cikampek (KIKC), Diakses dari <http://www.kikc.co.id/> pada 4 November 2019.
- PT. Krakatau Industrial Estate Cilegon, Diakses dari <http://kiec.co.id/> pada 4 November 2019.
- Pujiono, F. E. and Mulyati, T. A. 2017. 'Potensi Karbon Aktif Dari Limbah Pertanian Sebagai Material Pengolahan Air Limbah', *Jurnal Wiyata, Vol. 4 No. 1 Tahun 2017*.
- Resnik, K. P. and Pennline, H. W. 2013. '*Study of an ammonia-based wet scrubbing process in a continuous flow system*', *Fuel*. Elsevier Ltd.

- Sigma-Aldrich, Diakses dari [http:// www.sigmaaldrich.com](http://www.sigmaaldrich.com). pada 4 November 2019.
- Smith, J. M. (Joseph M., Van Ness, H. C. (Hendrick C, & Abbott, M. M. 2004. *Introduction to chemical engineering thermodynamics, 7th Edition*.
- Treybal, R. E. 1981. 'Mass Transfer Operations', Elsevier Ltd.
- Ullmann's. 2011. 'Abrasives', *Encyclopedia of Industrial Chemistry Encyclopedia of Industrial Chemistry*.
- UN Data a World of Information, Diakses dari <http://data.un.org/> pada 4 November 2019.
- UpperCanada, Diakses dari <http://www2.ucdsb.on.ca>. pada 4 November 2019.
- World Health Organization. 2009. *Background Paper on the Chemistry of Melamine Alone and in Combination with Related Compounds*. Prepared for the WHO Expert Meeting on Toxicological and Health Aspects of Melamine and Cyanuric Acid. Jenewa. WHO.
- Yaws, C. L.. 1999. '*Chemical Properties Handbook*', McGraw Hill Company, Inc., New York
- Young, Brownell. 1959. 'Process Equipment Design', Elsevier Ltd.