



**DESAIN FLUIDIZED BED REACTOR PADA PRA-RANCANGAN
PABRIK MELAMINE DENGAN PROSES BASF KAPASITAS 47.000
TON/TAHUN**

Skripsi

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

Oleh

Heni Pebrianti

(5213416072/2016)

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

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Heni Pebrianti

NIM : 5213416072

Program Studi : Teknik Kimia

Skripsi dengan Judul “Desain Fluidized Bed Reactor Pada Pra-rancangan Pabrik Melamine dengan Proses BASF Kapasitas 47.000 Ton/Tahun.” telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian skripsi Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Semarang, 18 September 2020

Pembimbing



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

NIP.198711112015041003

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi dengan judul "Desain Fluidized Bed Reactor Pada Pra-rancangan Pabrik Melamine dengan Proses BASF Kapasitas 47.000 Ton/Tahun." telah dipertahankan didepan sidang Panitia Ujian Skripsi Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang pada tanggal 9 Oktober 2020.

Oleh

Nama : Heni Pebrianti
NIM : 5213416072
Program Studi : S-1 Teknik Kimia

Panitia

Ketua Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknik



Dr. Dewi Selvia Fardhyanti, S.T., M.T.
NIP. 197103161999032002

Sekretaris Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknik



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

Penguji 1



Prof. Dr. Wara Dyah Pita R, S.T., M.T. Ria Wulansarie, S.T., M.T.
NIP. 197405191999032001

Penguji 2



NIP. 199001272015042001

Pembimbing



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



Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang

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

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

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

Semarang, 18 September 2020

Yang membuat pernyataan,



Heni Pebrianti

NIM 5213416072

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

Qs. Al-Ankabut: 6 Allah berfirman,

وَمَنْ جَاهَدَ فَإِنَّمَا يُجَاهِدُ لِنَفْسِهِ

Artinya, "*Barang siapa yang bersungguh sungguh, sesungguhnya kesungguhan tersebut untuk kebaikan dirinya sendiri*"

Waktu bagaikan pedang. Jika engkau tidak memanfaatkannya dengan baik (untuk memotong), maka ia akan memanfaatkanmu (dipotong). **(HR. Muslim)**

PERSEMBAHAN

1. Allah SWT.
2. Kedua Orang Tua, Adik, Kakak, dan seluruh keluarga tercinta.
3. Seluruh Dosen Teknik Kimia Universitas Negeri Semarang
4. Teman-teman seperjuangan Teknik Kimia Universitas Negeri Semarang Angkatan 2016.
5. Almamater Universitas Negeri Semarang

ABSTRAK

Pebrianti, Heni. 2020. “Desain Fluidized Bed Reactor Pada Pra-Rancangan Pabrik Melamine Dengan Proses Basf Kapasitas 47.000 Ton/Tahun ”. Skripsi. Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Dhoni Hartanto, S.T.,M.T,M.Sc.

Perkembangan industri kimia di Indonesia saat ini terus mengalami peningkatan sejalan dengan kemajuan zaman, maka kebutuhan akan bahan kimia semakin meningkat. Salah satu industri pabrik kimia yang cukup menarik adalah pembuatan melamin. Pabrik melamine memberikan prospek yang sangat baik, mengingat kebutuhan melamine di Indonesia yang semakin meningkat. Kebutuhan melamin di Indonesia dalam kurun waktu tahun 2014-2018 mengalami kenaikan dari 2481-11990 ton/tahun. Desain awal pembuatan melamin dengan proses BASF dengan bahan baku yang dibutuhkan adalah urea dengan katalis alumina (Al_2O_3). Reaksi berlangsung pada suhu $395^{\circ}C$ dan tekanan 3 atm dan *fluidizing* berupa campuran gas ammonia dan CO_2 dari *off gas* proses. Konversi untuk reaksi ini adalah 95% dan yield 95%. Reaksi yang terjadi ialah urea bereaksi menjadi melamine, ammonia, dan CO_2 . Proses reaksi ini berlangsung dengan menggunakan reaktor dengan tipe *fluidized bed reactor* dengan bahan konstruksi Plate Steel SA 129 grade B dengan pertimbangan bahan tahan terhadap panas sampai dengan suhu $400^{\circ}C$, mempunyai tekanan maksimum yang besar sampai dengan 11000 psi, pengoperasiannya mudah, penanganan dan transportasi produk lebih mudah dilaksanakan, dan tingginya koefisien perpindahan panas. Hasil perancangan reaktor menghasilkan tinggi total reaktor 7,743 meter, total *disengaging head* 4,262 meter, tinggi zona reaksi 2,95 meter, tinggi *head* bawah 0,533 meter, diameter *freeboard* 3,29 meter, diameter zona reaksi 2,131 meter, dan tebal 0,52 in.

Kata kunci: Melamin, Urea, Proses BASF, *Fluidized Bed Reactor*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya. Karena dengan rahmat dan hidayah-Nya serta partisipasi dari berbagai pihak yang telah banyak membantu baik moril maupun materil sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Skripsi yang berjudul “Desain Fluidized Bed Reactor Pada Pra-Rancangan Pabrik Melamine Dengan Proses Basf Kapasitas 47.000 Ton/Tahun ”. Oleh karena itu dengan kerendahan hati penulis sampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum., Rektor Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. Nur Qudus, MT., Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
3. Dr. Dewi Selvia Fardhyanti S.T., M.T., Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Negeri Semarang.
4. Dhoni Hartanto, S.T.,M.T., M. Sc Dosen Pembimbing yang selalu memberikan bimbingan, motivasi dan pengarahan dalam penyusunan skripsi.
5. Prof. Dr. Wara Dyah Pita R, S.T., M.T. dan Ria Wulansarie, S.T., M.T. yang telah memberi masukan dan pengarahan dalam penyusunan Skripsi.
6. Semua Dosen Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang yang telah memberi bekal pengetahuan yang berharga.
7. Kedua orang tua yang senantiasa memberikan motivasi, dukungan serta doa.
8. Serta semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini. Penulis juga menyadari bahwa dalam skripsi ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dalam perbaikan skripsi ini.

Semarang, 18 September 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	Error! Bookmark not defined.
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
BAB 1 PENDAHULUAN	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang	Error! Bookmark not defined.
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Rumusan Masalah	3
1.5 Tujuan Penelitian.....	3
1.6 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II.....	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Melamin.....	4
2.2 Pembuatan Melamin	5
BAB III	8
METODE PENELITIAN.....	8
3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan.....	8
3.2 Alat dan Bahan	8
3.3 Prosedur Kerja	8
3.4 Diagram Alir Penelitian.....	9
BAB IV	10
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	10
BAB V.....	23
PENUTUP.....	23
5.1 Kesimpulan.....	23

5.2	Saran	23
DAFTAR PUSTAKA		24
LAMPIRAN		25

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Data Kebutuhan Impor Melamin	Error! Bookmark not defined.
---	-------------------------------------

DAFTAR GAMBAR

Tabel 3.1. Diagram Alir Perancangan Reaktor	9
---	---

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan industri kimia di Indonesia saat ini terus mengalami peningkatan. Sejalan dengan kemajuan zaman, maka kebutuhan akan bahan kimia semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan ekonomi. Salah satu industri pabrik kimia yang cukup menarik adalah pembuatan melamin. Pabrik melamin memberikan prospek yang sangat baik, mengingat kebutuhan melamin di Indonesia yang semakin meningkat. Kebutuhan melamin di Indonesia dalam kurun waktu tahun 2014-2018 mengalami kenaikan dari 2481-11990 ton/tahun (Badan Pusat Statistik, 2019).

Tabel 1.1. Data Kebutuhan Impor Melamin

No	Tahun ke-n	Kapasitas (ton)
1	1 (2014)	22.211,809
2	2 (2015)	19.735,748
3	3 (2016)	19.361,243
4	4 (2017)	20.683,577
5	5 (2018)	32.503,195

Sumber: (Badan Pusat Statistik, 2019)

Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan bahwa tingkat konsumsi melamin di Indonesia cukup besar, akan tetapi pemenuhan kebutuhan melamin ini masih didatangkan dari Negara lain dengan cara impor. Untuk menekan nilai impor terhadap melamin dan memenuhi kebutuhan dalam negeri, maka diperlukan usaha untuk memproduksi melamin dengan cara pendirian pabrik baru. Oleh karena itu, pendirian pabrik melamin akan membantu untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri.

Melamin merupakan bahan kimia industri yang digunakan secara luas dalam pembuatan resin, karena sifatnya tahan api, dan memiliki beberapa kegunaan lainnya dalam industri, diantaranya digunakan bersama formaldehida untuk memproduksi resin, plastik, dan laminasi (Budi, 2017).

Pada proses pembuatan melamin dapat dilakukan dengan mereaksiakan Urea menjadi melamin, ammonia, CO₂. Reaksi ini terjadi pada suhu 395°C dan tekanan

3 atm dengan katalis alumina dan *fluidizing* berupa campuran gas ammonia dan CO₂ dari *off gas* proses. Karena reaksi berlangsung secara endotermis suhu reaktor dijaga dengan sirkulasi lelehan garam dengan menggunakan koil pemanas. Konversi yang didapat yaitu 95% dan yield 95% dimana output dari reaktor berupa campuran gas melamin, karbondioksida, ammonia, urea dan biuret yang tidak bereaksi dengan produk samping melam dan melem yang tidak bereaksi (Ullman, 2005).

Pada proses reaksi berlangsung pada *fluidized bed reactor* dengan tipe bahan konstruksi Plate Stell SA 129 grade B dengan pertimbangan bahan tahan terhadap panas sampai dengan suhu 400°C, mempunyai tekanan maksimum yang besar, pengoprasiaannya mudah, penanganan dan transportasi produk lebih mudah dilaksanakan, dan tingginya koefisien perpindahan panas (Brownell, 1978).

1.2. Identifikasi Masalah

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

1. Melamin merupakan bahan baku yang banyak digunakan di Indonesia karena, akan tetapi kebutuhan dalam negeri masih bergantung pada impor
2. Reaktor *fluidized bed* merupakan alat yang digunakan pada proses reaksi utama melamin.
3. Tipe bahan konstruksi reaktor *fluidized bed* yaitu Plate Stell SA 129 grade B dengan pertimbangan bahan tahan terhadap panas sampai dengan suhu 400°C, mempunyai tekanan maksimum yang besar, pengoprasiaannya mudah, penanganan dan transportasi produk lebih mudah dilaksanakan, dan tingginya koefisien perpindahan panas.

1.3. Batasan Masalah

Pada penelitian diperlukan pembatasan masalah agar permasalahan tidak meluas. Batasan masalah pada penelitian ini antara lain:

1. Melamin dibuat dari bahan baku urea, dan gas berupa ammonia, dan CO₂.
2. Reaktor *fluidized bed* adalah alat yang akan dirancang pada penelitian ini
3. Bahan konstruksi reaktor yaitu Plate Stell SA 129 grade B yang digunakan pada penelitian ini.

1.4. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana reaksi utama produk melamin yang dihasilkan dari reaksi urea menjadi ammonia dan CO₂ pada fase gas?
2. Bagaimana perancangan reaktor *fluidized bed* untuk mereaksikan produk melamin?
3. Bagaimana hasil perancangan reaktor *fluidized bed* dengan menggunakan Plate Stell SA 129 grade B?

1.5. Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan antara lain:

1. Mengetahui konversi dan yield yang dihasilkan dari reaksi urea menjadi ammonia dan CO₂.
2. Mengetahui hasil perancangan reaktor dengan menggunakan bahan konstruksi Plate Stell SA 129 grade B.

1.6. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi:

1. Lingkungan dan masyarakat
Memberikan wawasan di bidang alat reaksi utama dengan reaktor *fluidized bed*.
2. Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK)
Turut memberikan kontribusi pada perkembangan informasi mengenai perancangan reaktor *fluidized bed*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Melamin

Melamin dalam industri digunakan sebagai bahan baku pembuatan resin, bahan sintesa organik, penyamak kulit dan lain-lain. Berikut beberapa industri menggunakan melamin sebagai bahan baku:

1. Industri *adhesive*

Industri yang memproduksi *adhesive* untuk keperluan *woodworking* seperti industri *plywood*, industri *blackboard*, industri *particleboard*.

2. Industri *moulding*

Industry yang menghasilkan keperluan rumah tangga

3. Industri *surface coating*

Industri penghasil cat, tinner, dempul

4. Industri laminasi

Industri yang menghasilkan *furniture*.

(Ullman, 2005)

Pada proses pembuatan melamin dapat dilakukan dengan mereaksiakan Urea menjadi melamin, ammonia, CO₂. Reaksi ini terjadi pada suhu 395°C dan tekanan 3 atm dengan katalis alumina dan *fluidizing* berupa campuran gas ammonia dan CO₂ dari *off gas* proses. Karena reaksi berlangsung secara endotermis suhu reaktor dijaga dengan sirkulasi lelehan garam dengan menggunakan koil pemanas. Konversi yang didapat yaitu 95% dan yield 95% dimana output dari reaktor berupa campuran gas melamin, karbondioksida, ammonia, urea dan biuret yang tidak bereaksi dengan produk samping melamin dan melamin yang tidak bereaksi (Ullman, 2005).

2.2 Pembuatan Melamin

2.2.1 Tahapan Proses Pembuatan Melamine

Tahapan reaksi pembuatan melamine berlangsung pada suhu 395°C dengan tekanan 3 atm . Proses selanjutnya yaitu mendinginkan campuran gas produk dengan *cooler* supaya melam dan melem menjadi padatan dan dapat dipisahkan. Kemudian dilakukan kristalisasi melamine didalam desublimmer dan produk padatan melamine dipisahkan menggunakan *cyclone*.

2.2.2 Tahapan Proses

Proses pembuatan melamine dari urea secara garis besar dapat dibagi menjadi empat tahapan proses, yaitu :

1. Tahap persiapan bahan baku
2. Tahap pembentukan produk
3. Tahap pengkristalan produk
4. Tahap pemisahan produk
5. Tahap *packaging* (pengemasan)

Adapun penjelasan untuk masing-masing tahapan sebagai berikut :

1. Tahap persiapan bahan baku

Tahap ini bertujuan untuk mempersiapkan bahan baku sebelum masuk Reaktor. Bahan baku disimpan dalam kondisi 30°C dan tekanan 1 atm . Dalam tahap ini, bahan baku urea prill dipanaskan menggunakan steam didalam melter (M-01) sehingga menjadi lelehan urea pada suhu 140°C dan fase nya akan sama dengan urea hasil *recycle* ketika dicampur didalam tangki (TT-01) sebelum diumpankan ke dalam Reaktor (R-01) dan *Scrubber* (P-01).

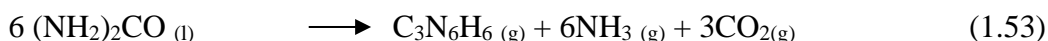
Bahan baku pembuatan melamine adalah urea, dengan kemurnian 99,3% . lelehan urea dari melter (M-01) kemudian dipompakan ke Tangki (TT-01) untuk dicampur dengan urea hasil *recycle* . dari tangki lelehan urea dipompakan ke Reaktor (R-01) dan *scrubber* (P-01) untuk menjerap urea, melamine, dan biuret *recycle*.

2. Tahap pembentukan produk

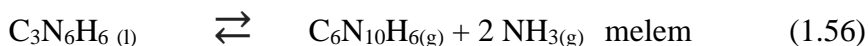
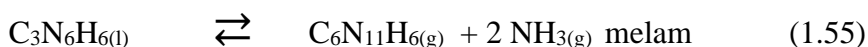
Tahap ini merupakan tahap proses terjadinya reaksi pembentukan melamine. Tahap ini bertujuan untuk Mereaksikan lelehan urea didalam Reaktor fluidized bed (R-01) dengan *fluidizing gas* berupa campuran NH_3 dan CO_2 dan katalis alumina.

Reaksi berlangsung dalam Reaktor fluidized bed (R-01) pada suhu 395°C dan tekanan 3 atm menggunkan katalis alumina dan dilengkapi dengan koil pemanas karena reaksi berjalan pada kondisi endotermis dan dengan pertimbangan tekanan yang digunakan berfungsi untuk menaikkan tekanan *off gas* untuk mempercepat reaksi. Urea yang diinjeksikan melalui nozzle akan menguap secara spontan dan akan terjadi reaksi sebagai berikut:

Reaksi utama:



Reaksi samping :



3. Tahap pengkristalan produk

Tahap pegkristalan terdiri dari 2 macam, yaitu pengkristalan produk samping dan produk utama. Pada pengkristalan produk samping gas keluaran Reaktor (R-01) diumpankan ke dalam *Cooler* (E-01) sehingga suhu nya turun dari 395°C menjadi 360°C . setelah didinginkan kemudian diumpankan ke dalam Gas Filter (GF-01) untuk dipisahkan antara padatan melam melem dan campuran gas melaminenya. Selanjutnya campuran gas melamine dikristalkan di dalam Desublimier (K-01) untuk didapatkan padatan melamine.

4. Tahap pemisahan produk

Dari Desublimier (K-01), selanjutnya dilakukan pemisahan antara padatan melamine dan campuran off gas nya didalam Cyclone (FG-02). Produk bawah *Cyclone* (FG-02) berupa padatan melamine ditampung didalam Hopper (HO-01) untuk kemudian dialirkan menggunakan Belt Conveyor

(BC-02) menuju Silo penyimpanan produk (SL-02). Sedangkan untuk produk atas *Cyclone* (FG-02) berupa campuran *off gas* untuk sebagian di purging sebanyak 20% untuk mengurangi inert nya. *Sebagian off gas* akan dialirkan ke *Scrubber* (P-01) untuk memisahkan gas dan sisa urea untuk di *recycle*.

5. Tahap *packaging* (pengemasan)

Pengemasan adalah wadah atau pembungkus yang dapat membantu atau membantu mencegah atau mengurangi terjadinya kerusakan – kerusakan pada bahan yang dikemas / dibungkusnya. Aspek penanganan produk meliputi, mengontrol keluar masuknya air, mengendalikan suhu, mencegah kondisi udara pengemasan, dan pencegahan penyinaran UV.

Produk akhir melamine adalah powder dengan jenis pengemasan yang dipilih yaitu karung plastik terbuat dari bahan polopropilen, yaitu sejenis polimer yang tersusun atas monomer – monomer propilen dengan pertimbangan fleksibel, kuat, dan murah.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Reaksi utama reaktor yaitu urea menjadi melamin, ammonia dan karbondioksida menghasilkan konversi 95% dan yield 95%.
2. Hasil perancangan reaktor menghasilkan tinggi total reaktor 7,743 meter, total *disengaging head* 4,262 meter, tinggi zona reaksi 2,95 meter, tinggi *head* bawah 0,533 meter, diameter *freeboard* 3,29 meter, diameter zona reaksi 2,131 meter, dan tebal 0,52 in.

5.2 Saran

1. Diperlukan variasi kondisi operasi untuk mengetahui hasil akhir rancangan reaktor *fluidized bed*.
2. Memastikan semua satuan sama dalam proses perhitungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik, 2019. *Statistik Indonesia 2019*. www.bps.go.id. Jakarta
- Brown, G.G., 1978. *Unit Operation*, 3th edition. Tokyo: McGraw Hill International Book Company
- Budi, P. 2017. *Biosynthesis Of Silver Nanoparticles Using Ketapang Leaf Extract , Modification With P- Coumaric Acid For Detecting Melaminee Biosintesis Nanopartikel Perak menggunakan Ekstrak Daun Ketapang , Modifikasi dengan Asam p- kumarat untuk Aplikasi Deteksi Melami*. 4(2), 367–372.
- Kunni, D. And Levenspiel, O. 1969. *Fluidization Engineering*. Original Edition, Robert E/ Krieger Publishing Co. New York
- Kunni, D. And Levenspiel, O. 1997. *Fluidization Engineering*. Original Edition, Robert E/ Krieger Publishing Co. New York
- Ullman, 2005. *Encyclopedia of Industrial Chemistry*. Vol 1 to 39. Germany : Wiley-VCH.