

TUGAS AKHIR

**PRARANCANGAN PABRIK FORMALDEHID DARI METANOL DAN
UDARA MELALUI PROSES OKSIDASI MENGGUNAKAN KATALIS
IRON MOLYBDENUM OXIDE DENGAN KAPASITAS 50.000
TON/TAHUN**



Dosen Pembimbing:

Dr. Agus Mirwan, S.T., M.T.

Oleh:

Ajidannor H1D114003

Hairullah H1D114029

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU**

2018

**PRARANCANGAN PABRIK FORMALDEHID DARI METANOL DAN
UDARA MELALUI PROSES OKSIDASI MENGGUNAKAN KATALIS
IRON MOLYBDENUM OXIDE DENGAN KAPASITAS 50.000
TON/TAHUN**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Program Studi Teknik Kimia
Universitas Lambung Mangkurat



Dosen Pembimbing:

Dr. Agus Mirwan, S.T., M.T.

Oleh:

Ajidannor H1D114003

Hairullah H1D114029

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
2018**

LEMBAR PENGESAHAN
SIDANG TUGAS AKHIR PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK KIMIA

Nama Mahasiswa : **Ajidannor (H1D114003)**
Hairullah (H1D114029)
Judul TA : **Prarancangan Pabrik Formaldehid dari Metanol dan Udara Melalui Proses Oksidasi Menggunakan Katalis Iron Molybdenum Oxide dengan Kapasitas 50.000 Ton/Tahun**

Lembar pengesahan ini menyatakan bahwa tugas akhir atau TA yang dibuat oleh mahasiswa di atas telah diujikan dan disetujui oleh Komite Penguji Sidang TA pada tanggal 1 November 2018.

Komite Penguji

Ketua : **Hesti Wijayanti, S.T., M.Eng., Ph.D**

NIP. 19800529 200501 2 003


.....

Anggota :

Lailan Ni'mah, S.T., M.Eng

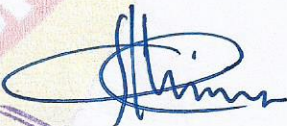
NIP. 19850713 201212 2 001


.....

Pembimbing,

Dr. Agus Mirwan, S.T., M.T.

NIP. 19760819 200312 1 001


.....

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Meilana Dharma Putra, S.T., M.Sc., Ph.D

NIP. 19820501 200604 1 014



TUGAS AKHIR

PRARANCANGAN PABRIK FORMALDEHID DARI METANOL DAN UDARA MELALUI PROSES OKSIDASI MENGGUNAKAN KATALIS *IRON MOLYBDENUM OXIDE* DENGAN KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN

Oleh :

Ajidannor (NIM. H1D114003)

Hairullah (NIM. H1D114029)

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada hari Kamis tanggal 1
November 2018 dan dinyatakan Lulus

Pembimbing

Susunan Dewan Penguji



Dr. Agus Mirwan, S.T., M.T.

NIP. 19760819 200312 1 001

1. Hesti Wijayanti, S.T., M.Eng., Ph.D

NIP: 19800529 200501 2 003

2. Lailan Ni'mah, S.T., M.Eng.

NIP. 19850713 201212 2 001

Banjarbaru, November 2018

Fakultas Teknik ULM

Ketua Program Studi Teknik Kimia,

Wakil Dekan I,



Meilana Dharma Putra, S.T., M.Sc., Ph.D

NIP. 19820501 200604 1 014



Chairul Irawan, S.T., M.T., Ph.D

NIP. 19750404 200003 1 002

**LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN
HASIL TUGAS AKHIR**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama	NIM
Ajidannor	H1D114003
Hairullah	H1D114029

Menyatakan bahwa seluruh komponen dan isi dalam Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya sendiri. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun. Demikian pernyataan ini saya buat, semoga bisa dipergunakan sebagaimana semestinya.

Banjarbaru, November 2018



(Signature)
Ajidannor

(NIM. H1D114003)



(Signature)
Hairullah

(NIM. H1D114029)

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah *سُبْحَانَهُ وَ تَعَالَى* karena atas pertolongan-Nya dengan ridho, rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Prarancangan Pabrik Formaldehid dari Metanol dan Udara Melalui Proses Oksidasi Menggunakan Katalis *Iron Molybdenum Oxide* dengan Kapasitas 50.000 Ton/Tahun.”** Laporan ini disusun dalam rangka memenuhi mata kuliah tugas akhir dan sebagai persyaratan memperoleh gelar sarjana pada program studi S-1 Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat. Dalam kesempatan ini saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah *سُبْحَانَهُ وَ تَعَالَى* atas rahmat dan berkat-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dalam keadaan sehat.
2. Bapak Meilana Dharma Putra, S.T., M.Sc., Ph.D selaku Ketua Program Studi S-1 Teknik Kimia FT ULM.
3. Bapak Dr. Agus Mirwan, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah membantu kami dan memberikan banyak masukan yang bermanfaat dalam penulisan Tugas Akhir.
4. Seluruh dosen program studi Teknik Kimia yang memberikan bantuan dan masukan dalam pengerjaan hingga penyelesaian tugas akhir ini yang senantiasa memberikan banyak ilmu yang bermanfaat.
5. Seluruh staf administrasi program studi Teknik Kimia yang telah membantu kami dalam segala hal termasuk administrasi yang perlu diurus sebagai mahasiswa selama menuntut ilmu di Universitas Lambung Mangkurat.
6. Orang tua yang tercinta (Alm. H. Murjani dan Hj. Rusyidah), kakak (H. A. Kautsari, Hj. Sri Hajjah, Syarifurrahman dan Normila Sari) dan seluruh keluarga yang selalu memberi dukungan kepada kami setiap harinya selama masa pengerjaan hingga penyelesaian tugas akhir ini.
7. Bapak Ahmad Budi Junaidi S.Si., M.Sc. selaku orang tua angkat kami di Banjarbaru yang telah memberikan dukungan yang sangat banyak sehingga kami dapat sampai pada titik ini.

8. Teman-teman Teknik Kimia ULM khususnya Dody, Arief, Gesit, Pringgo, Ardi, Fazar, Zaini, Bebe, Rahmi, Fitri, Marhamah, Riska, Atush, Ihda, Ica, Acan, Aliah, Ela, dan Vina yang telah memberikan saran dan masukan dalam penyelesaian tugas akhir ini baik secara langsung maupun tidak langsung.
9. Erica, Reza, Bagus, Arif Syah, Afinda, Niken, Dewi Yanti, dan Yunisa yang merupakan teknik kimia 2014 juga walaupun sudah tidak kuliah di Universitas yang sama maupun yang sudah bekerja.
10. Luthi, Hesty, Tynah, Arya, Fifah, Sanah, Amat, Hata, Annisa, Dhati, Dewi, Rizka, Azhari, Fauzi, Ool, Syauqi, Thaib, Mika, Tia dan teman-teman lain yang tidak tertulis pada halaman ini yang telah menemani selama perjalanan kuliah kami.
11. Semua pihak yang telah membantu penyusunan Laporan Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan oleh penulis satu persatu.

Penulis menyadari masih banyak keterbatasan dalam penyelesaian laporan ini sehingga masih dimungkinkan ditemukan banyaknya kekurangan dari laporan ini. Dengan segala kerendahan hati, kami sangat mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak yang membangun demi diperolehnya hasil yang maksimal. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi selaku penulis dan semua pihak yang berkepentingan.

Banjarbaru, November 2018

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	v
Daftar Gambar	x
Daftar Tabel	xi
Daftar Notasi	xiii
Intisari	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Tinjauan Pustaka	I-2
1.3 Pemilihan Kapasitas Pabrik	I-4
1.4 Spesifikasi Bahan Baku Utama dan Pendukung	I-8
1.5 Spesifikasi Produk	I-10
BAB II URAIAN PROSES	
2.1 Jenis - Jenis Proses	II-1
2.2 Seleksi Proses	II-4
2.3 Uraian Proses yang Ditetapkan	II-5
BAB III NERACA MASSA	
3.1 Deskripsi Umum	III-1
3.2 <i>Mixing Point</i>	III-1
3.3 <i>Vaporizer</i> (V-112)	III-2
3.4 Filter Udara (H-120)	III-3
3.5 Reaktor (R-210)	III-4
3.6 Absorber (D-310)	III-5
3.7 <i>Mixing Tank</i> (M-412).....	III-6
BAB IV NERACA PANAS	
4.1 <i>Vaporizer</i> (V-112)	IV-1
4.2 <i>Cooler</i> 1 (E-113)	IV-2

4.3 <i>Heater</i> (E-114)	IV-2
4.4 <i>Heater</i> Udara (E-122)	IV-3
4.5 Reaktor (R-210)	IV-3
4.6 <i>Cooler</i> 2 (E-211)	IV-4
4.7 Absorber (D-310)	IV-5
4.8 <i>Cooler</i> 3 (E-311)	IV-6

BAB V SPESIFIKASI ALAT PROSES

5.1 Tangki Metanol	V-1
5.2 Pompa Metanol	V-1
5.3 <i>Vaporizer</i>	V-2
5.4 <i>Cooler</i> 1	V-2
5.5 <i>Heater</i>	V-3
5.6 <i>Expander</i> 1.....	V-4
5.7 Filter Udara	V-4
5.8 <i>Blower</i>	V-4
5.9 <i>Heater</i> Udara	V-5
5.10 <i>Expander</i> 2	V-5
5.11 Reaktor	V-6
5.12 <i>Cooler</i> 2	V-7
5.13 Absorber	V-7
5.14 <i>Cooler</i> 3	V-8
5.15 Pompa <i>Mixing Tank</i>	V-9
5.16 <i>Mixing Tank</i>	V-9
5.17 Pompa Formaldehid	V-10
5.18 Tangki Formaldehid	V-10

BAB VI INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA

6.1 Instrumentasi	VI-1
6.2 Keselamatan Kerja	VI-4

BAB VII TATAT LETAK PABRIK

7.1 Lokasi Tata Letak Pabrik	VII-1
7.2 Tatat Letak Bangunan dan Peralatan Pabrik	VII-5

BAB VIII ORGANISASI PERUSAHAAN

8.1 Bentuk Badan Usaha	VIII-1
8.2 Organisasi	VIII-2
8.3 Struktur Organisasi	VIII-3
8.4 Sistem Kepegawaian	VIII-8
8.5 Perincian Jumlah Tenaga Kerja	VIII-9
8.6 Sistem Pengupahan	VIII-12
8.7 Jaminan Sosial dan Kesejahteraan	VIII-15

BAB IX UTILITAS

9.1 Unit Penyedia <i>Steam (Boiler)</i>	IX-1
9.2 Unit Penyedia Air	IX-3
9.3 Unit Pembangkit Listrik	IX-21
9.4 Unit Penyedia Bahan Bakar	IX-27
9.5 Unit Pengolahan Limbah	IX-28

BAB X EVALUASI EKONOMI

10.1 Total <i>Capital Investment (PCI)</i>	X-2
10.2 Total <i>Production Cost (TPC)</i>	X-2
10.3 Total Penjualan	X-4
10.4 Perkiraan Laba atau Rugi Usaha	X-4

BAB XI KESIMPULAN XI-1

DAFTAR PUSTAKA DP-1

LAMPIRAN-LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Struktur Formaldehid	I-3
Gambar 1.2 Kebutuhan Impor Formaldehid di Indonesia	I-5
Gambar 2.1 Diagram Alir Proses Oksidasi Dehidrogenasi	II-2
Gambar 2.2 Diagram Alir Proses Oksidasi	II-4
Gambar 3.1 Aliran Massa di <i>Mixing Point</i>	III-1
Gambar 3.2 Aliran Massa di <i>Vaporizer</i> (V-112)	III-2
Gambar 3.3 Aliran Massa di Filter Udara (H-120)	III-3
Gambar 3.4 Aliran Massa di Reaktor (R-210)	III-4
Gambar 3.5 Aliran Massa di Absorber (D-310)	III-5
Gambar 3.6 Aliran Massa di <i>Mixing Tank</i> (M-412).....	III-6
Gambar 4.1 Aliran Panas di <i>Vaporizer</i> (V-112)	IV-1
Gambar 4.2 Aliran Panas di <i>Cooler</i> 1 (E-113)	IV-2
Gambar 4.3 Aliran Panas di <i>Heater</i> (E-114)	IV-2
Gambar 4.4 Aliran Panas di <i>Heater</i> Udara (E-122)	IV-3
Gambar 4.5 Aliran Panas di Reaktor (R-210)	IV-4
Gambar 4.6 Aliran Panas di <i>Cooler</i> 2 (E-211)	IV-5
Gambar 4.7 Aliran Panas di Absorber (D-310)	IV-6
Gambar 4.8 Aliran Panas di <i>Cooler</i> 3 (E-311)	IV-7
Gambar 7.1 Peta Lokasi Rencana Pendirian Pabrik.....	VII-5
Gambar 7.2 Tata Letak Bangunan Pabrik.....	VII-8
Gambar 7.3 Tata Letak Unit Proses.....	VII-9
Gambar 8.1 Bagan Struktur Organisasi Perusahaan.....	VIII-17
Gambar 10.1 Grafik Break Event Point (BEP) dan Shut Down Point (SDP).....	X-6

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Impor Formaldehid di Indonesia	I-4
Tabel 1.2 Impor Formaldehid di Benua Eropa	I-6
Tabel 1.3 Kapasitas Produksi PT. Kaltim <i>Methanol</i> Industri	I-7
Tabel 1.4 Produsen Katalis <i>Iron Oxide</i> dan <i>Molybdenum Oxide</i>	I-7
Tabel 1.5 Produsen Formaldehid di Indonesia	I-8
Tabel 1.6 Sifat Fisik dan Kimia Metanol	I-8
Tabel 1.7 Sifat Fisik dan Kimia Udara	I-9
Tabel 1.8 Sifat Fisik dan Kimia <i>Iron Molybdenum Oxide</i>	I-10
Tabel 1.9 Sifat Fisik dan Kimia Formaldehid	I-10
Tabel 2.1 Perbandingan Kedua Proses Pembuatan Formaldehid	II-5
Tabel 3.1 Neraca Massa di <i>Mixing Point</i>	III-2
Tabel 3.2 Neraca Massa di <i>Vaporizer</i> (V-112)	III-2
Tabel 3.3 Neraca Massa di Filter Udara (H-120)	III-3
Tabel 3.4 Neraca Massa di Reaktor (R-210)	III-4
Tabel 3.5 Neraca Massa di Absorber (D-310)	III-5
Tabel 3.6 Neraca Massa di <i>Mixing Tank</i>	III-6
Tabel 4.1 Neraca Panas di <i>Vaporizer</i> (V-112)	IV-1
Tabel 4.2 Neraca Panas di <i>Cooler</i> 1 (E-113)	IV-2
Tabel 4.3 Neraca Panas di <i>Heater</i> (E-114)	IV-3
Tabel 4.4 Neraca Panas di <i>Heater</i> Udara (E-122)	IV-3
Tabel 4.5 Neraca Panas di Reaktor (R-210)	IV-4
Tabel 4.6 Neraca Panas di <i>Cooler</i> 2 (E-211)	IV-5
Tabel 4.7 Neraca Panas di Absorber (D-310)	IV-6
Tabel 4.8 Neraca Panas di <i>Cooler</i> 3 (E-311)	IV-7
Tabel 6.1 Daftar Penggunaan Instrumentasi	VI-3
Tabel 6.2 Alat Pelindung Pekerja	VI-9
Tabel 7.1 Sifat Fisika Air Sungai Nyerakat	VII-3
Tabel 7.2 Kandungan Kimia Air Sungai Nyerakat	VII-3
Tabel 7.3 Perincian Luas Tanah dan Bangunan Pabrik	VII-6

Tabel 8.1 Jadwal Kerja <i>Shift</i>	VIII-8
Tabel 8.2 Pengaturan Jadwal Kerja Grup	VIII-8
Tabel 8.3 Pembagian Waktu Kerja <i>Shift</i> Unit Keamanan	VIII-9
Tabel 8.4 Pembagian Waktu Kerja untuk Sistem <i>Non Shift</i>	VIII-9
Tabel 8.5 Penggolongan Jumlah Tenaga Kerja	VIII-9
Tabel 8.6 Penggolongan Jumlah Tenaga Kerja	VIII-11
Tabel 8.7 Penggolongan Gaji Karyawan Berdasarkan Jabatan	VIII-13
Tabel 9.1 Kebutuhan <i>Steam</i> untuk Pemanas	IX-2
Tabel 9.2 Kebutuhan <i>Brine Water</i>	IX-3
Tabel 9.3 Kebutuhan Air Proses	IX-4
Tabel 9.4 Standar Kualitas Air Bersih	IX-6
Tabel 9.5 Syarat-Syarat Air Umpan Boiler	IX-10
Tabel 9.6 Kebutuhan Listrik Unit Proses	IX-22
Tabel 9.7 Kebutuhan Listrik Unit Utilitas	IX-23
Tabel 9.8 Kebutuhan Listrik untuk Penerangan	IX-24

DAFTAR NOTASI

r	= kecepatan reaksi
K_p	= konstanta kinetika reaksi (kmol/kg.kat.det.atm)
a_{p1}	= konstanta (kgmol/kgmol CH ₃ OH.atm)
P	= tekanan (atm)
T	= temperatur (°K)
Y_m	= fraksi mol metanol (kgmol CH ₃ OH/kgmol)
ΔH	= Perubahan entalpi
ΔG	= Perubahan energi Gibbs
K_p	= kostanta kesetimbangan

INTISARI

Produksi dan pemasaran formaldehid secara komersil dijual dalam bentuk larutan cair dengan kadar 37-56%. Formaldehid memiliki kegunaan antara lain sebagai bahan baku pembuatan urea formaldehid, melamin formaldehid, fenol formaldehid dan *tryoxane*. Untuk memenuhi kebutuhan formaldehid di Indonesia, maka dilakukan prarancangan pabrik formaldehid dengan kapasitas produksi 50.000 ton/tahun dengan bahan baku metanol dan udara yang direncanakan akan didirikan pada tahun 2023. Pabrik formaldehid ini direncanakan untuk berdiri di daerah Bontang, Kalimantan Timur dengan pertimbangan dekat dengan lokasi bahan baku, pelabuhan, konsumen dan pemasaran dengan luas total area pabrik 29.790 m².

Pabrik ini menggunakan proses oksidasi dengan mereaksikan metanol dan oksigen yang diperoleh dari udara. Reaktor yang digunakan adalah reaktor *fixed bed multitube* dijalankan pada kondisi operasi dengan temperatur 264°C dan tekanan 1,3 atm selama 12,58 detik. Konversi metanol menjadi formaldehid yang dicapai sebesar 98%. Keluaran dari reaktor didinginkan hingga suhu 130°C kemudian diumpankan ke absorber untuk dilakukan pemisahan antara metanol, formaldehid dan air dalam fase cair dengan nitrogen, oksigen, karbon monoksida, metanol dan formaldehid dalam fase gas. Produk formaldehid kemudian diumpankan ke *mixing tank* untuk memperoleh produk dengan kadar 37% yang kemudian dialirkan ke dalam tangki penyimpanan. Komponen lain hasil pemisahan seperti gas nitrogen, oksigen, karbon monoksida, formaldehid dan metanol dibuang ke udara.

Reaktor *fixed bed multitube* dan absorber adalah *major design* pada perancangan pabrik formaldehid ini. Pengendalian proses ini menggunakan berbagai instrumentasi seperti *Level Indicator* (LI), *Level Indicator Control* (LIC), *Temperature Indicator Control* (TIC) dan *Flow Indicator Control* (FIC). Untuk menunjang proses produksi didirikan unit utilitas yang terdiri dari unit pengadaan air, *steam*, tenaga listrik, bahan bakar serta unit laboratorium yang bertugas untuk mengkontrol kualitas bahan baku dan produk agar sesuai dengan spesifikasi yang dikehendak dan dilengkapi dengan K3 (kesehatan dan keselamatan kerja) karyawan. Bentuk perusahaan yang direncanakan adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi *line and staff*. Sistem kerja karyawan berdasarkan pembagian menurut jam kerja yang terdiri dari karyawan *shift* dan *non-shift* dengan ketua 4 regu. Jumlah karyawan yang dibutuhkan sebanyak 203 orang.

Pabrik formaldehid ini direncanakan beroperasi selama 330 hari kerja dalam 1 tahun dan beroperasi mulai tahun 2023. Kebutuhan utilitas diambil dari sungai Nyerakat, Bontang sebanyak 13.266,1 m³/hari. Sedangkan kebutuhan listrik untuk operasional pabrik sebesar 138,293 kW dipersiapkan 1 buah generator dengan *power* 7,5 HP. Bahan bakar untuk generator tersebut dipakai *diesel oil* sebanyak 3,28 liter/jam.

Analisa ekonomi terhadap perancangan pabrik formaldehid diperoleh nilai *Percent Profit on Sales* (POS) sesudah pajak adalah 5%, nilai *Return on Investment* (ROI) sesudah pajak untuk pabrik ini sebesar 15,78%, *Pay Out Time* (POT) sesudah pajak sebesar 3,88 tahun, *Net Present Value* sebesar 0,964, sedangkan kapasitas *Break Even Point* (BEP) adalah 54,81% dan *Shut Down Point* (SDP) adalah 35,43%. Nilai-nilai tersebut menunjukkan bahwa layak untuk dipertimbangkan pendiriannya dan dapat diteruskan ke tahap perencanaan pabrik.

Kata kunci : *formaldehid, metanol, udara, absorber, reaktor fixed bed multitube*