

NASKAH PUBLIKASI

PERANCANGAN PABRIK
FORMALDEHID DARI METANOL DAN UDARA
DENGAN PROSES SILVER
KAPASITAS 26.000 TON PER TAHUN



Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Kesarjanaan Strata 1 Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Oleh :

Intan Kurnia Dewi

D 500 100 044

Dosen Pembimbing

- 1. Ir. H. Haryanto, AR., MS.**
- 2. Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D.**

JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMMADIYAH SURAKARTA
SURAKARTA

2014



**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK**

**Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan, Kartasura Telp. (0271) 717417 Fax. 715448
Surakarta 57102**

Website: <http://www.ums.ac.id>

Email: ums@ums.ac.id

Surat Persetujuan Artikel Publikasi Ilmiah

Yang bertanda tangan di bawah ini pembimbing skripsi/ tugas akhir :

Pembimbing I : Ir. H. Haryanto AR., M.S.

NIP : 196307051990031002

Pembimbing II : Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D.

NIK : 664

Telah membaca dan mencermati naskah artikel publikasi ilmiah, yang merupakan ringkasan skripsi/ tugas akhir dari mahasiswa :

Nama : **Intan Kurnia Dewi**

NIM : **D 500 100 044**

Program Studi : **TEKNIK KIMIA**

Judul Skripsi **PRARANCANGAN PABRIK FORMALDEHIDA
DARI METANOL DAN UDARA DENGAN PROSES
SILVER KAPASITAS 26.000 TON PER TAHUN**

Naskah artikel tersebut, layak dan dapat disetujui untuk dipublikasikan.

Demikian persetujuan ini dibuat, semoga dapat dipergunakan seperlunya.

Surakarta, 10 Desember 2014

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. H. Haryanto AR., M.S.

NIP. 196307051990031002

Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D.

NIK.664

**SURAT PERNYATAAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

Bismillahirrahmanirohim

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : **Intan Kurnia Dewi**

NIM : **D 500 100 044**

Program Studi : **TEKNIK KIMIA**

Judul Skripsi **PRARANCANGAN PABRIK FORMALDEHIDA
DARI METANOL DAN UDARA DENGAN PROSES
SILVER KAPASITAS 26.000 TON PER TAHUN**

Dengan ini menyatakan bahwa saya menyetujui untuk :

1. Memberikan hak bebas royalti kepada Perpustakaan UMS atas penulisan karya ilmiah saya, demi pengembangan ilmu pengetahuan
2. Memberikan hak menyimpan, mengalih mediakan/mengalih formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, serta menampilkannya dalam bentuk softcopy untuk kepentingan akademis kepada Perpustakaan UMS, tanpa meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta.
3. Bersedia dan menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UMS, dari semua bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam karya ilmiah ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan semoga dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 10 Desember 2014



**Intan Kurnia Dewi
D 500 100 044**

INTISARI

Perancangan pabrik formaldehida dari metanol dan udara dengan Proses *Silver* kapasitas 26.000 ton per tahun direncanakan didirikan di Kawasan Industri Bontang, Kalimantan Timur. Hal ini dikarenakan lokasi yang dipilih dekat dengan produsen bahan baku metanol yaitu PT Kaltim Methanol Industri dengan kapasitas produksi 660.000 ton per tahun. Pabrik direncanakan akan didirikan pada tahun 2018 beroperasi secara kontinyu selama 330 hari per tahun dengan jumlah karyawan sebesar 110 orang. Pabrik formaldehida memiliki nilai yang menjanjikan dalam prospek perkembangan industri kimia. Formaldehida banyak digunakan dalam industri kimia sebagai bahan pengawet, bahan setengah jadi, melamin formaldehida, urea formaldehida, dan fenol formaldehida.

Tiga tahap proses pembuatan formaldehida dari metanol dan udara dimulai dari tahap pertama yaitu tahap penguapan dan pemanasan bahan baku, tahap kedua reaksi, dan tahap ketiga pelarutan. Pada pembentukan formaldehida dibantu dengan katalis *silver* terjadi pada fasa gas menggunakan reaktor *Fixed Bed Multitube*, pada suhu 750°C dan tekanan 1,01 atm. Reaksi yang terjadi dalam reaktor berupa reaksi eksotermis, *non-isothermal* dan *non-adiabatis*. Pendingin reaktor yang digunakan yaitu *Molten Salt*. Setelah terbentuk formaldehida selanjutnya didinginkan hingga titik *Dew Point* sebagai kondisi pelarutan didalam Absorber. Utilitas adalah salah satu faktor yang menunjang kelancaran suatu proses produksi didalam pabrik. Total kebutuhan air = 8.114,6998 kg/jam, kebutuhan steam yang disuplai dari boiler sebesar = 1.361,7456 kg/jam, total kebutuhan listrik = 298,52 kW, total kebutuhan bahan bakar = 0,3253 m³/jam, unit penyediaan udara tekan kapasitas udara tekan = 50 m³/jam.

Pabrik formaldehida memerlukan modal tetap sebesar Rp 99.919.522.428 dan modal kerja sebesar Rp 32.991.152.317 dari analisa ekonomi terhadap pabrik formaldehida dengan kapasitas 26.000 ton per tahun menunjukkan keuntungan sebelum pajak Rp 25.372.163.508 per tahun dan keuntungan setelah pajak sebesar Rp 19.029.122.631 per tahun. *Precent return on investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 25,39% dan setelah pajak sebesar 19,04 %. *Pay out time* (POT) sebelum pajak 2,83 tahun dan setelah pajak 3,44 tahun. *Break event point* (BEP) sebesar 43,58 % dan *Shut down point* (SDP) sebesar 22,79%. *Discounted cash flow* (DCF) sebesar 25,79%. Dari data kelayakan diatas disimpulkan, bahwa pabrik formaldehida menguntungkan dan layak untuk didirikan.

Kata kunci : Formaldehida, Proses *Silver*, *fixed bed multitube*.

A. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Negara Indonesia merupakan salah satu negara berkembang. Pada era globalisasi sekarang ini, sektor industri dipilih sebagai jalur alternatif yang berperan sebagai pertumbuhan ekonomi. Salah satunya adalah industri kimia, diharapkan dapat memberikan kontribusi yang lebih besar pada pertumbuhan ekonomi negara Indonesia.

Indonesia sangat mengalami ketergantungan dalam impor dari luar negeri yang semakin besar dibandingkan dengan eksportnya, sehingga untuk menanggulangi ketergantungan terhadap impor maka diperlukan suatu usaha. Salah satu usaha yaitu dengan mendirikan suatu pabrik untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Dengan didirikannya pabrik maka akan menghemat devisa negara dan membuka peluang kerja yang dapat mengurangi angka pengangguran serta kemiskinan.

Formaldehida merupakan senyawa kimia dari gugus aldehida yang paling sederhana tetapi mempunyai nilai paling strategis dalam perkembangan dunia industri, karena banyak industri yang menggunakan formaldehida sebagai bahan bakunya. Bahan baku pembuatan formaldehida adalah metanol dan udara. Metanol diperoleh dari PT. Kaltim Methanol Industri yang berlokasi di Pulau Bunyu Kalimantan Timur. Dengan sangat mempertimbangkan adanya bahan baku metanol yang dapat mencukupi maka sangat memungkinkan untuk mendirikan pabrik formaldehida di Indonesia.

2. Penentuan Kapasitas Pabrik

Dalam menentukan kapasitas suatu rancangan pabrik merupakan faktor yang sangat berpengaruh terhadap perhitungan teknis dan ekonomi. Pabrik formaldehida dengan proses *silver* akan didirikan dengan kapasitas 26.000 ton per tahun berdasarkan pertimbangan sebagai berikut :

- a. Kebutuhan dari impor formaldehida mengalami

kenaikan dan penurunan, akan tetapi Indonesia masih mengimpor tiap tahunnya dalam jumlah yang cukup tinggi sekitar 3-400 ton per tahun. Hal ini menjadi peluang untuk mendirikan pabrik formaldehida dengan mengacu pada kapasitas pabrik yang telah berdiri di Indonesia sehingga dapat menghemat devisa negara dan dapat memberikan suatu pemasukan negara melalui pajak. Dapat dilihat dari tabel 1. impor formaldehida dan tabel 2. Daftar pabrik formaldehida di Indonesia.

Tabel 1. Data Impor Formaldehida

Tahun	Kapasitas (ton/tahun)
1999	5.001,96
2000	10.007,60
2001	10.068,30
2002	6.399,17
2003	3.132,09
2004	4.175,26
2005	3.571,61
2006	19,075
2007	3,444
2008	318,051
2009	78,051
2010	445,077
2011	229,231
2012	83,26

Tabel 2. Daftar Pabrik Formaldehida di Indonesia

No	Nama produsen	Kapasitas (ton/tahun)
1	PT. Arjuna Utama Kimia	24.540
2	PT. Batu Penggal Chemical Industry	28.000
3	PT. Duta Pertiwi Nusantara	50.000
4	PT. Benua Multi Lestari	68.000
5	PT. Dyno Mugi Indonesia	28.000
6	PT. Gelora Citra Kimia Abadi	48.000
7	PT. Korindo Abadi	15.000
8	PT. Cakram Utama Jaya	10.492
9	PT. Dover Chemical	50.000
10	PT. Intan Wijaya Chemical Industry	61.500
11	PT. Kayu Lapis Indonesia	40.000
12	PT. Korindo Ariatima sari	15.000
13	PT. Kurnia Kapuas Utama Glues Industries	38.000
14	PT. Lakosta Indah	30.000
15	PT. Nusa Prima Pratama	28.000
16	PT. Polmolite Adhesive Industry	36.000
17	PT. Sabak Indah	45.000
18	PT. Superin	28.000
19	PT. Susel Prima Permai	38.000
20	PT. Uforin Projen Adhesive	30.000
21	PT. Wiranusa Trisatrya	90.000
Total Kapasitas (ton / tahun)		801.532

- b. Ketersediaan bahan baku utama formaldehida adalah metanol. Kebutuhan metanol dapat dipenuhi oleh PT Kaltim Methanol Industri dan dari Perusahaan Nasional

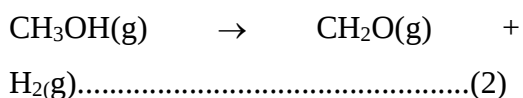
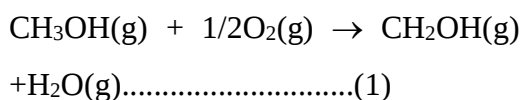
Pertamina Pulau Bunyu,
Kalimantan Timur.

B. DESKRIPSI PROSES

1. Dasar Reaksi

Konsep dasar dalam proses pembuatan formaldehida dari metanol dan udara dengan menggunakan katalis *silver* yaitu berdasarkan pada reaksi oksidasi.

Reaksinya sebagai berikut :



Reaksi dapat dilakukan dalam reaktor *fixed bed multitube* yang direaksikan pada suhu 300-750°C dan tekanan atmosferis dengan perbandingan mol antara metanol dan udara sebesar 1:0,4. Suhu reaktor dipilih dengan pertimbangan bahwa pada suhu tersebut dihasilkan konversi yang optimal. Reaksi bersifat eksotermis sehingga untuk mempertahankan suhu reaktor digunakan suatu pendingin reaktor. Proses ini menggunakan katalis *silver* dimana

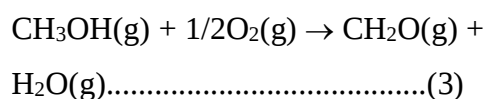
katalis *silver* berfungsi untuk mempercepat suatu reaksi.

2. Tinjauan Termodinamika

Tabel 3. Data Panas Pembentukan

Komponen	$\Delta H_f^\circ (\text{Kj/mol})$
CH ₂ O	-115,9
CH ₃ OH	-201,17
H ₂ O	-241,8
H ₂	0
O ₂	0

Reaksi 1 :



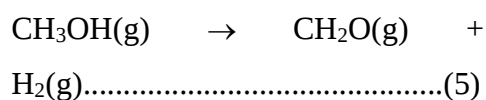
$$\Delta H_r^\circ = \Delta H_f^\circ \text{ produk} - \Delta H_f^\circ \text{ reaktan} \dots\dots\dots(4)$$

$$\Delta H_r^\circ = (\Delta H_f^\circ \text{CH}_2\text{O} + \Delta H_f^\circ \text{H}_2\text{O}) - (\Delta H_f^\circ \text{CH}_3\text{OH} + (1/2 \Delta H_f^\circ \text{O}_2$$

$$\Delta H_r^\circ = (-115,9 + (-241,8) - (-201,17 + 0)$$

$$\Delta H_r^\circ = -156530 \text{ Kj/kmol.}$$

Reaksi 2 :



$$\Delta H_r^\circ = \Delta H_f^\circ \text{ produk} - \Delta H_f^\circ \text{ reaktan} \dots\dots\dots(6)$$

$$\Delta H_r^\circ = (\Delta H_f^\circ \text{CH}_2\text{O} + \Delta H_f^\circ \text{H}_2) - (\Delta H_f^\circ \text{CH}_3\text{OH})$$

$$\Delta H_r^\circ = (-115,9 + (0) - (-201,17)$$

$$\Delta H_r^\circ = +85,27 \text{ Kj/kmol.}$$

Pada reaksi 1 terjadi reaksi eksotermis dan reaksi 2 terjadi

reaksi endotermis. Secara keseluruhan reaksi yang berlangsung adalah reaksi eksotermis.

3. Langkah-langkah Proses

a. Tahap penguapan dan pemanasan bahan baku

Pada tahap penguapan dan pemanasan bahan baku, metanol dalam kondisi cair disimpan pada tangki penyimpan metanol (F-110) pada suhu 35°C, tekanan 1 atm dengan pompa (L-116A) dialirkan menuju ke *heat exchanger* (E-111) untuk dididihkan. Selanjutnya masuk ke *vaporizer* (V-112) untuk diuapkan hingga titik embunnya yaitu 65,47°C pada tekanan 1,01 atm. Produk keluar dari *vaporizer* kemudian akan dipisahkan antara gas dan cairan dengan menggunakan separator (H-113), dimana hasil atas separator berupa gas metanol dan juga sebagai umpan yang akan dimasukkan kedalam reaktor.

Perlakuan awal untuk udara yang digunakan dalam proses

yaitu udara dialirkan dengan menggunakan *blower* (G-115), dengan tekanan 1.01 atm pada suhu 35°C. Kemudian udara dicampurkan dengan uap metanol dalam *mixing valve*. Selanjutnya masuk ke *heat exchanger* (E-114) untuk dilakukan pemanasan hingga mencapai suhu 112°C. Campuran gas metanol dan udara suhunya diperbesar hingga mencapai 750°C menggunakan *furnace* (Q-210).

b. Tahap reaksi

Pada tahap reaksi yaitu pembentukan produk di reaktor terjadi pada fase gas-gas dan masuk reaktor *fixed bed multitube* pada suhu 750°C, tekanan 1,01 atm. Reaksi yang terjadi dalam reaktor bersifat eksotermis, non isothermal, non adiabatik dengan menggunakan media pendingin *Molten Salt*. Setelah proses pembentukan reaksi produk terjadi, kemudian produk dikeluarkan dari reaktor (R) pada suhu 335,66°C.

c. Tahap pelarutan produk

Dalam proses pelarutan produk, produk reaktor yang tercampur antara formaldehida, metanol, dan air dimanfaatkan untuk membuat steam jenuh dengan menggunakan *waste heat boiler* (E-211), sehingga suhu produk akan turun dari 335,66°C menjadi 120°C. Selanjutnya suhu pada produk reaktor diturunkan dari 120°C menjadi suhu embun 56,34°C dengan menggunakan *cooler* (E-212A) agar suhunya sesuai dengan operasi pada *absorber* (D-310).

Kemudian produk yang keluar dari reaktor dialirkan menggunakan *absorber* (D-310) pada suhu operasi 56,34°C dan tekanan 1,0078 atm dengan media penyerap air. Hasil atas *absorber* berupa gas O₂, N₂, H₂, H₂O dan CH₂O. Produk bawah *absorber* berupa cairan produk yang diinginkan. Produk formaldehida kemudian dialirkan menuju ke tangki penyimpanan produk formaldehida (F-410).

C. SPESIFIKASI ALAT PROSES

1. REAKTOR

Kode : R

Fungsi : Tempat berlangsungnya reaksi oksidasi antara metanol dan udara membentuk formaldehida.

Tipe : *Fixed bed multitube*

Kondisi Operasi :

Suhu : 300-750°C

Tekanan : 1,01 atm

Spesifikasi :

Jumlah : 1 buah

Katalisator: *Silver*

Pendingin : *Molen Salt*

Tinggi reaktor : 3,99 m

Harga : \$33.500,00

Tube :

Panjang : 2,75 m

Jumlah : 3340

Jumlah *pass* : 1

Material : Steel SA-240 Grade C, type 347, (18 Cr-8 Ni-Cb)

a. *Shell* :

Tebal : 0,875 in = 0,0222 m

Jumlah *pass* : 1

Material : *Steel* SA-240 Grade C, type 347, (18 Cr-8 Ni-Cb)

b. *Head* :

Bentuk : *Torispherical dishead head*

Tinggi : 24,56 in = 0,6237 m

Tebal : 1,625 in = 0,0413 m

2. ABSORBER

Kode : D-310

Fungsi : menyerap produk formaldehida dengan cara menggunakan penyerap air

Tipe : *Packing*

Kondisi Operasi :

Suhu : 56,34°C

Tekanan : 1 atm

Spesifikasi :

Jumlah : 1 buah

a. *Packing* :

Jenis : *Rasching ring ceramic*

Tinggi : 5,38 m

b. *Head* :

Bentuk : *Torispherical*

Tebal : 0,19 in = 0,0048 m

Tinggi : 10,34 in = 0,2627 m

Material : *Carbon Steel SA-129 Grade C*

c. Diameter menara :

Diameter : 54 in = 1,3716 m

Tebal : 0,19 in = 0,0048 m

Tinggi : 6,32 m

Material : *Carbon Steel SA-129 Grade C*

Harga : \$ 114.800,00

D. UTILITAS

Salah satu faktor yang dapat menunjang kelancaran suatu proses produksi didalam suatu pabrik yaitu penyediaan utilitas. Untuk memenuhi kebutuhan air suatu pabrik, umumnya menggunakan air sumur, air sungai, dan air laut sebagai sumbernya. Dalam perancangan pabrik formaldehida menggunakan air yang berasal dari air sungai yang berada di Kawasan Industri Bontang. Dalam pabrik formaldehida utilitas yang diperlukan meliputi :

1. Unit penyediaan dan pengolahan air

Total kebutuhan air = 8.114,6998 kg/jam

2. Unit penyediaan *steam*

Kebutuhan *steam* disuplai dari boiler sebesar = 1.361,7456 kg/jam

3. Unit penyediaan listrik

Total kebutuhan listrik = 298,52 kW

4. Unit penyediaan bahan bakar

Total kebutuhan bahan bakar = 0,3253 m³/jam

5. Unit penyediaan udara tekan
Kapasitas udara tekan = 50
m³/jam

E. MANAJEMEN PERUSAHAAN

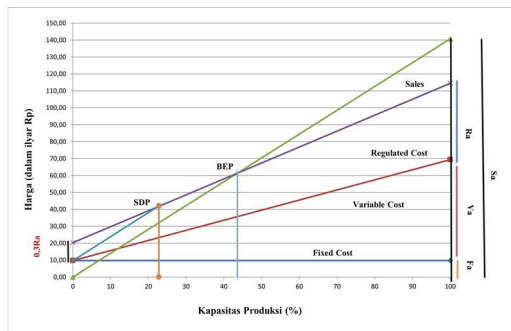
Bentuk perusahaan yang direncanakan pada perancangan pabrik formaldehida ini adalah perseroan terbatas (PT), UMR Bontang 2014 yaitu Rp 1.980.000 dengan demikian kenaikan UMK per tahun Rp 75.000 maka UMR Bontang tahun 2018 Rp 2.505.000

F. ANALISIS EKONOMI

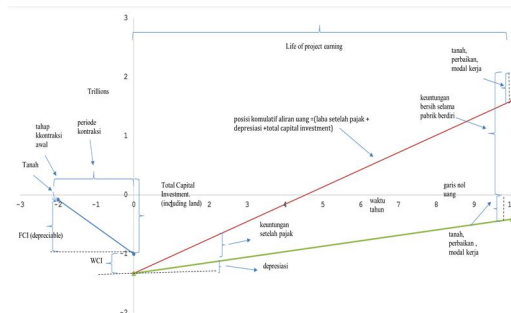
Dalam prarancangan pabrik formaldehida diperlukan analisa ekonomi karena untuk mrndapatkan perkiraan tentang kelayakan investasi, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan dan juga terjadinya titik impas atau suatu titik dimana total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh. Selain itu analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang

akan didirikan dapat menguntungkan atau tidak dan layak untuk didirikan.

Analisa ekonomi dari pabrik formaldehida sebagai berikut pabrik memerlukan modal tetap sebesar Rp 99.919.522.428 dan modal kerja sebesar Rp 32.991.152.317 dari analisa ekonomi pabrik formaldehida mengalami keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 25.372.163.508 per tahun dan keuntungan setelah pajak sebesar Rp 19.029.122.631 per tahun. *Precent return on investment* (ROI) sebelum pajak 25,39% dan setelah pajak 19,04%. *Pay out time* (POT) sebelum pajak 2,83 tahun dan setelah pajak 3,44 tahun. *Break event point* (BEP) sebesar 43,58% dan *Shut down point* (SDP) sebesar 22,79% . *Discounted cash flow* (DCF) sebesar 25,79%. Dari data kelayakan diatas disimpulkan, bahwa pabrik formaldehida menguntungkan dan pabrik layak untuk didirikan.



Gambar 1. Analisa Kelayakan Ekonomi Pabrik Formaldehida dari Metanol dan Udara dengan Proses *Silver*.



Grafik 2. Kumulatif *Cash Flow* Terhadap Waktu Pabrik Formaldehida dari Metanol dan Udara dengan Proses *Silver*.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik, 2013, *Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia*, Export-Import, Jakarta diakses tanggal 20 Agustus 2013, jam 13.00 WIB
- Widiyanti, Arin., 2006, *Formaldehyde and Adhesive Resin*, <http://news.detik.com/read/2006/01/03/160825/511554/10/>, diterbitkan tanggal 3 januari 2006, diakses tanggal 20 Agustus 2013, jam 13.00 WIB.
- Kirk, R.E. and Othmer, V.R., 1998, *Formaldehyde*, vol.11, 4th ed., John Wiley & Sons Inc., New York.
- Peter, M.S., Timmerhaus, K.D. and West, R.E., 2003, *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*, 5th ed., Mc-Graw Hill, New York.