

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri kimia dapat menyebabkan meningkatnya kebutuhan pabrik dalam proses produksi berbasis kimia, seperti bahan baku dan bahan penunjang produksi. Industri kimia menjadi sektor yang mendapat prioritas pengembangan awal dalam upaya penerapan industri 4.0. Pada tahun 2021, ekspor industri kimia, farmasi, dan tekstil mencapai USD35,99 Miliar. Menurut Kementerian Perindustrian RI, realisasi investasinya pada periode tersebut sebesar Rp63,97 Triliun, yang didominasi oleh industri kimia dan bahan kimia. Namun, sampai saat ini Indonesia masih banyak mengimpor bahan baku atau produk-produk suatu industri kimia dari luar negeri. Akibat dari ketergantungan impor ini menyebabkan devisa negara berkurang. Oleh karena itu, diperlukan suatu usaha untuk menanggulangi ketergantungan terhadap impor, salah satunya adalah dengan mendirikan pabrik untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri.

Berdirinya pabrik di Indonesia memiliki beberapa tujuan, seperti menghemat devisa negara dan membuka peluang berdirinya pabrik lain yang menggunakan produk pabrik tersebut, dapat membuka kesempatan untuk alih teknologi, membuka lapangan kerja baru dalam usaha ikut mengurangi tingkat pengangguran dan kemiskinan, dan meningkatkan pendapatan daerah. Industri yang layak untuk didirikan adalah industri kimia, termasuk urea *formaldehid*. Hal ini dikarenakan urea *formaldehid* lebih murah dari melamin *formaldehid*. Oleh karena itu, resin jenis ini lebih banyak digunakan untuk *industry plywood furniture* rumah tangga. Persentasi penggunaan bahan perekat sintesis di industri adalah Urea Formaldehid 80%, Fenol Formaldehid 10%, Melamin *formaldehid* 10%. Kebutuhan impor urea *formaldehid* di Indonesia menurut Badan Pusat Statistik tahun 2021 mencapai 8.565,02 ton/tahun dan diproyeksikan akan terus meningkat sampai tahun 2025 mencapai 10.413,5 ton./tahun. *Micromarketmonitor* mencatat Asia-Pasifik sebagai penggunaan urea *formaldehid* sebesar 41% dari total penggunaan urea *formaldehid* di dunia. Indonesia salah satu pengguna urea-formaldehid terbesar di Asia-Pasifik.

1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik

Pabrik urea *formaldehid* direncanakan dengan kapasitas 262.127 ton per tahun dan akan mulai beroperasi tahun 2024. Penetapan kapasitas produksi tersebut berdasarkan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:

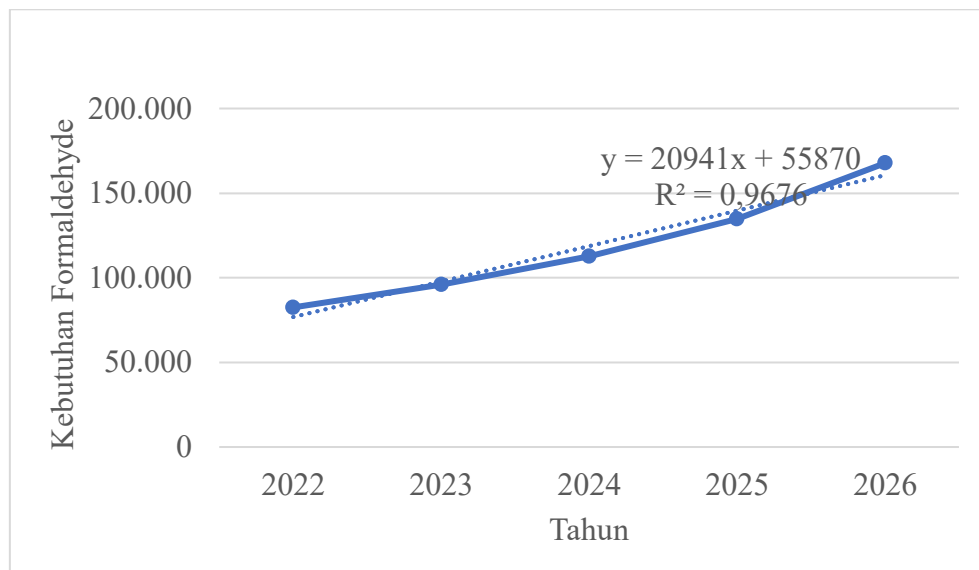
1.2.1 Kebutuhan Urea Formaldehid

Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik, proyeksi kebutuhan urea formaldehid diperkirakan akan semakin meningkat. Hal ini ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 1.1 Data kebutuhan urea formaldehid di Indonesia (<https://bps.go.id>)

Tahun	Impor (ton/tahun)
2019	86648,7
2020	95179,04
2021	72946,7
2022	73852,2
2023	93830,3

Berdasarkan tabel di atas, kebutuhan impor urea *formaldehid* di Indonesia pada tahun 2019 – 2023 cenderung fluktuatif. Pabrik urea *formaldehid* diharapkan dapat beroperasi pada tahun 2025, sehingga proyeksi kebutuhan urea *formaldehid* pada tahun 2025 dapat diperoleh menggunakan persamaan pada grafik berikut:



Gambar 1.1 Grafik Kebutuhan Impor Urea Formaldehid Tahun 2019– 2023

Didapatkan persamaan $y = 20941x + 55870$ dan didapatkan perkiraan kebutuhan urea *formaldehid* yang akan datang dengan pendekatan discounted, dapat dilihat pada berikut.

Tabel 1.2 Proyeksi Kebutuhan Urea Formaldehid

Tahun	Kebutuhan (ton/tahun)
2025	134.865
2026	167.694
2027	222.070
2028	323.087
2029	471.973
2030	905.870
2031	1.882.369
2032	4.110.769
2033	9.232.416
2034	21.046.172

Berdasarkan proyeksi tersebut, kebutuhan urea *formaldehid* di Indonesia tahun 2025 saat pabrik mulai beroperasi adalah 134.865 ton/tahun. Sedangkan kebutuhan urea *formaldehid* saat 10 tahun setelah pabrik beroperasi adalah 21.046.172 ton/tahun.

1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan untuk membuat Urea Formaldehid adalah metanol dan urea. Urea *Formaldehid* merupakan senyawa yang tersusun dari kumpulan metilol urea. Satu mol metilol Urea membutuhkan satu mol Urea dan satu mol formaldehida sedangkan satu mol formaldehida membutuhkan satu mol metanol dan setengah mol oksigen. Kebutuhan metanol dapat dipenuhi dari PT Kaltim *Methanol Industry* yang berkapasitas 660.000 ton/tahun. Urea dapat dipenuhi dari PT Pupuk Kaltim yang berkapasitas 2.980.000 ton/tahun. Sedangkan bahan baku oksigen diperoleh dari udara di lingkungan sekitar. Untuk menjaga kelangsungan dan ketersediaan bahan baku pabrik yang akan dirancang maka perlu dilakukan suatu perjanjian pembelian dengan produsen bahan baku terlebih dahulu.

1.2.3 Kapasitas Minimum Pabrik

Perkembangan produksi urea *formaldehid* di Indonesia dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Tabel 1.3 Produsen Urea *Formaldehid* di Indonesia (kemenperin.go.id)

Pabrik	Kapasitas (ton/tahun)
PT. Pamolite Adhesive Industry	45.000
PT. Arjuna Utama Kimia	35.900
PT. Benua Multi Lestari	55.000
PT. Binajaya Rodakarya	32.000
PT. Cakram Utama Jaya	11.800
PT. Gelora Citra Kimia Abadi	72.000
PT. Giat Ultra Chemical Industry	40.000
PT. Kayu Lapis Indonesia	56.000
PT. Korindo Abadi	21.000
PT. Kurnia Kapuas Utama	40.000
PT. Lakosta Indah	40.000
PT. Prima Adhesnas	50.000
PT. Susel Prima Permai	49.000
PT. Tecwin Jaya Development	20.000
PT. Wiranusa Trisatya	106.000
PT. Korindo Ariabimasari	24.000
PT. Dyno Mugi Indonesia	37.000
PT. Superin	48.000
PT. Intanwijaya Internasional	65.000
PT. Batu Penggal	40.000
PT. Sabak Indah Jambi	48.000
PT. Nusa Prima Pratama	40.000
PT. Uforin Prajen	45.000
PT. Duta Pertiwi Nusantara	84.000

Kapasitas pabrik yang akan didirikan harus berada diatas kapasitas minimal atau sama dengan kapasitas pabrik yang sedang berjalan (Meyers, 1960). Dengan menganggap bahwa kapasitas pabrik-pabrik di atas tetap sama sampai tahun 2024, maka ditetapkan perancangan awal pabrik urea *formaldehid* ini ditetapkan dengan kapasitas 100.000 ton per tahun.

1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik merupakan hal yang penting dalam suatu perancangan pabrik. Lokasi suatu pabrik mempengaruhi kondisi pabrik dalam hal penyediaan bahan baku, penjualan produk, maupun kelangsungan beroperasinya suatu pabrik. Sehingga dalam pemilihan lokasi pabrik harus didasarkan atas pertimbangan keuntungan yang ditinjau dari segi teknis maupun ekonomis.

1.3.1 Faktor Primer

Faktor primer ini secara langsung mempengaruhi tujuan utama pabrik yang meliputi produksi dan distribusi produk yang diatur menurut macam dan kualitas, waktu, dan tempat yang dibutuhkan konsumen pada tingkat harga yang terjangkau sedangkan pabrik masih memperoleh keuntungan yang wajar. Faktor primer meliputi:

a. Penyediaan Bahan Baku / *Raw Material*

Urea formaldehid termasuk dalam produk *weight loss* (berat produk lebih ringan dari berat bahan baku), sehingga lokasi pabrik yang dipilih sebaiknya dekat dengan lokasi bahan baku agar biaya transportasi bisa diminimalkan. Bahan baku untuk memproduksi urea formaldehid adalah metanol dan urea. Metanol dapat diperoleh dari PT. Kaltim Methanol Industri yang mempunyai kapasitas 660.000 ton/tahun. Sedangkan urea dapat diperoleh dari PT. Pupuk Kaltim yang mempunyai kapasitas 2.980.000 ton/tahun. Dengan mendekatkan lokasi pabrik dengan sumber bahan baku, maka akan menekan seminimal mungkin biaya pengangkutan dan transportasi bahan baku menuju tempat pengolahan. Serta dengan semakin dekat dengan sumber bahan baku utama (metanol) pada proses maka ketersediaan bahan baku akan semakin terjaga dan terjamin sehingga kemungkinan terjadinya defisit bahan baku akan dapat terkontrol.

b. Pemasaran Produk

Produk urea *formaldehyd* mayoritas digunakan oleh industri *plywood*, *particle board*, dan industri perekatan lainnya dimana lokasi pabrik-pabrik tersebut sebagian besar berada di Pulau Kalimantan. Hal tersebut dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 1.4 Perusahaan di Indonesia dengan Jenis Industri *Plywood*

Nama Perusahaan	Lokasi	Kapasitas
PT. Pnca Eka Bina Plywood Industri	Riau	26.000
PT. Kampari Wood	Riau	42.000
PT. Olympia Veneer Product	Riau	24.000
PT. Sola Gratia Plywood	Riau	70.000
PT. Putra Sumber Utama Timber	Jambi	98.718
PT. Andatu Lestari Plywood	Lampung	77.500
PT. Kayu Lapis Indonesia	Jawa Tengah	432.000
PT. Sumber Mas Indah Plywood	Jawa Timur	100.000
PT. Wana Bangun Agung	Kalimantan Barat	44.067
PT. Erna Djuliawati	Kalimantan Barat	192.305
PT. Kurnia Kapuas Plywood	Kalimantan Tengah	93.100
PT. Antang Cahaya Baru	Kalimantan Tengah	24.000
PT. Meranti Mustika	Kalimantan Timur	130.000
PT. IDEC Abadi Wood Industries	Kalimantan Timur	71.000
PT. Intracowood Manufacturing	Kalimantan Timur	48.000
PT. Meranti Sakti Indah Plywood	Kalimantan Timur	6.000
PT. Tirta Mahakam Plywood Industry	Kalimantan Timur	102.840
PT. Daya Sakti Unggul Corporindo, Tbk	Kalimantan Selatan	174.000
PT. Hendratna Plywood	Kalimantan Selatan	12.000
PT. Tanjung Raya Plywood	Kalimantan Selatan	117.495
PT. Katingan Timber Celedes	Sulawesi Selatan	30.000
PT. Jati Dharma Indah Plywood	Maluku	74.160
PT. Waenebi Wood	Maluku	54.000
PT. Wapoga Mutiara Timber	Papua	59.471

Tabel 1.5 Perusahaan di Indonesia dengan Jenis Industri *Particle Board*

Nama Perusahaan	Lokasi	Kapasitas
PT. Asia Forestama Raya	Sumatera Utara	30.000
PT. Nuvopan Indotama	Kalimantan Barat	121.250
PT. Sari Bumi Kusuma	Kalimantan Barat	74.000
PT. Akhates	Kalimantan Tengah	45.000
PT. Barito Pacific Timber	Kalimantan Selatan	200.000

c. Sarana Transportasi

Sarana transportasi yang memadai dibutuhkan untuk pengiriman bahan baku maupun distribusi produk ke konsumen. Fasilitas berupa jalan raya dan pelabuhan di wilayah Bontang telah memadai dan berkembang dengan baik. Pabrik harus didirikan dekat dengan pelabuhan untuk mempermudah transportasi dalam pendistribusian produk, pengiriman bahan baku maupun bahan penunjang baik dari dalam negeri maupun luar negeri. Pelabuhan yang digunakan adalah pelabuhan daerah Loktuan milik PT. Pupuk Kaltim dan akan menjalin kerjasama dalam pengoperasiannya.

1.3.2 Faktor Sekunder

a. Utilitas

Penyediaan utilitas seperti air, listrik, dan sarana lainnya perlu diperhatikan agar proses produksi bisa berjalan dengan baik. Sebagai kawasan industri, Bontang telah memiliki sarana utilitas yang memadai. Misalnya, dalam penyediaan air lokasi pabrik harus dekat dengan sumber air seperti sungai maupun laut. Air yang digunakan sebagai air proses, air pendingin, maupun air pembersih dapat menggunakan air laut yang ketersediaannya cukup tinggi. Wilayah Bontang terletak di pesisir pantai Kalimantan Timur, sehingga sumber air yang dibutuhkan dapat diperoleh dari air laut. Sedangkan untuk penyediaan listrik dapat diperoleh dari PLN.

b. Kebijakan Pemerintah

Sesuai dengan kebijaksanaan pengembangan industri, pemerintah telah menetapkan daerah Bontang sebagai kawasan industri terbuka bagi investor asing. Pemerintah sebagai fasilitator telah memberikan kemudahan dalam perizinan, pajak, dan hal-hal lain yang menyangkut teknis pelaksanaan pendirian suatu pabrik.

c. Keadaan Lingkungan

Pabrik sebaiknya didirikan di daerah yang memiliki iklim yang cukup stabil agar perancangan alat-alat yang akan digunakan tidak terlalu rumit karena harus menyesuaikan dengan iklim lingkungannya. Posisi Indonesia di daerah tropis menyebabkan iklim di Indonesia hanya mempunyai dua musim yaitu musim penghujan dan musim kemarau sehingga menguntungkan dan

memudahkan bagi pengembangan pabrik, kelancaran proses produksi dan pemasaran. Selain itu, perlu juga mempertimbangkan apakah lokasi pendirian pabrik termasuk daerah rawan bencana seperti gempa bumi, tsunami, ataupun gunung berapi yang dapat membahayakan pabrik. Daerah Bontang termasuk daerah yang tidak rawan gempa. Selain itu faktor pencemaran lingkungan juga menjadi perhatian. Kawasan yang jauh dari pemukiman membuat lokasi ini aman dipilih jika sewaktu-waktu terjadi pencemaran lingkungan seperti pencemaran air dan udara. Penanganan akan lebih mudah karena dampak resiko yang tidak terlalu luas hingga pemukiman warga.

d. Kondisi Tanah dan Daerah

Kondisi tanah yang relatif masih luas dan merupakan tanah datar sangat menguntungkan. Selain itu, Bontang merupakan salah satu kawasan industri di Indonesia sehingga pengaturan dan penanggulangan mengenai dampak lingkungan dapat dilaksanakan dengan baik.

Tabel 1.6 Penilaian Lokasi Pabrik

Faktor	Bontang, Kalimantan Timur	Cilegon, Banten	Gresik, Jawa Timur
Ketersediaan Bahan Baku	5	3	4
Daerah Pemasaran	5	3	4
Transportasi	5	4	4
Utilitas	4	4	4

Berdasarkan tabel penilaian di atas maka lokasi terbaik untuk pendirian pabrik Urea *Formaldehid* ialah di daerah Bontang, Kalimantan Timur. Pabrik Urea *Formaldehid* direncanakan akan didirikan di Kawasan Industri Bontang, Kalimantan Timur.

1.4 Tinjauan Proses

1.4.1 Proses Pembuatan Urea Formaldehid

Dalam prarancangan pabrik urea formaldehid ini terdapat dua buah unit, yaitu :

1. Formaldehid plant unit

Proses pembentukan urea formaldehid diawali dengan pembentukan formaldehid yang dilakukan pada *formaldehyde plant unit*. Proses pembuatan formaldehid ada beberapa macam, yaitu :

a. Proses Hidrokarbon

Proses hidrokarbon ini adalah proses yang dikembangkan pada awal perkembangan industri formaldehid. Proses ini merupakan oksidasi langsung dari hidrokarbon alifatik, selain itu formaldehid juga diproduksi secara langsung dari *natural gas* atau metana. Biasanya yang digunakan adalah etilen dengan katalis asam borat atau asam fosfat atau garamnya dari campuran *clay* atau tanah diatomae. Jika menggunakan *natural gas* sebagai bahan baku maka reaksi berjalan pada suhu 430 – 480°C dan tekanan 7 – 20 atm dengan katalis aluminium phosphat atau metal *oxide* (Keyes, 1970). Proses ini memiliki kelemahan yaitu produknya mengandung 34 – 36% metanol, 20 – 23% *formaldehyd*, 5 – 6 % *asetaldehyd* dan sejumlah besar aldehid, keton, alkohol serta air (Keyes, 1965). Sehingga diperlukan pemurnian untuk mendapatkan formaldehid dengan kemurnian tertentu.

b. Proses *Incomplete Conversion and Distillative Recovery of Metanol* (ICDRM)

Proses ini merupakan proses pembuatan formaldehid dimana konversi yang terjadi tidak sempurna. Campuran yang terdiri dari uap metanol murni dan udara diumpankan ke dalam evaporator kemudian umpan keluar dari evaporator dicampur dengan steam dan selanjutnya masuk reaktor. Konversi tidak sempurna (50 – 55 %) dan reaksi terjadi pada suhu 590 – 650°C (Ullmans, 2005). Katalis yang digunakan adalah perak. *Formaldehyd* dihasilkan dengan oksidasi parsial kemudian metanol yang tidak bereaksi dipulihkan dengan destilasi dan selanjutnya didaur ulang. Kerugian dari proses ini adalah konversi reaksi yang kecil dibandingkan proses lainnya.

c. Proses *Complete Conversion of Metanol*

Proses ini menggunakan katalis perak dengan reaktor *fixed bed multitube*. Alat proses yang digunakan adalah evaporator, reaktor dan absorber. Katalis yang digunakan adalah perak yang diregenerasi secara elektrolitikal dengan massa efektif 3 – 4 bulan. Kondisi operasi pada suhu 680 – 720°C pada tekanan atmosferik. Yield yang diperoleh sebesar 89,5 - 90,5% mol (Ullmans, 2005). Pada proses ini udara yang telah dimurnikan dan metanol, masing-masing dilewatkan pemanas kemudian masuk ke dalam reaktor katalitik. Produk didinginkan dan selanjutnya dialirkan ke menara absorber. Kerugian dari proses ini adalah suhu yang digunakan cukup tinggi dan umur katalis yang digunakan pendek.

d. Proses *D.B. Western*

Proses D.B. Western merupakan proses pembuatan formaldehid atau urea formaldehid secara kontinyu dengan bahan baku metanol, oksigen dan urea. Katalis yang digunakan adalah iron molydenum oxide dengan umur 12 – 15 bulan. Metanol yang diuapkan direaksikan dalam sebuah reaktor *fixed bed multitube* yang terdiri atas beberapa *tube* yang berisi katalis iron molybden oxide dengan pendingin Dowterm A. Kondisi operasi pada suhu 200-400°C dan tekanan atmosferis. Konversi yang diperoleh mencapai 99% dengan selektivitas formaldehid 94% (www.dbwestern.com). Gas hasil reaksi yang mengandung gas *formaldehid* dilewatkan ke menara absorber untuk diserap dengan larutan urea untuk membentuk urea formaldehid.

Tabel 1.7 Tabel Pertimbangan Proses Urea *Formaldehyde*

Pertimbangan Proses	Proses Hidrokarbon	Proses ICDMR	Proses <i>complete conversion of metanol</i>	Proses <i>D.B. Western</i>
Konversi	<50%	50-55%	89-90%	99%
Selektivitas	-	-	-	94%
Kondisi Operasi	P= 7-20 atm T=430-480°C	P= 1 atm T=590-650 °C	P= 1atm T=680-720 °C	P=1,4 atm T=200-400 °C

Katalis	aluminium phosphat	Perak	Perak	iron molybdenum oxide
Umur Katalis	-	3-4 bulan	3-4 bulan	12-15 bulan

Berdasarkan tersebut proses yang akan digunakan adalah proses D.B. Western. Hal ini dikarenakan, proses D.B. Western memiliki konversi yang tinggi serta umur katalis yang lebih panjang.

1. Urea *Formaldehyde Plant* Unit

Proses pembuatan urea formaldehid terjadi di dalam absorber. Proses ini merupakan tahap pembentukan metilol urea yang merupakan reaksi metilolasi. Urea mengalami adisi ke formaldehid untuk memberikan turunan metilol. Larutannya dijaga dalam suasana pH basa untuk mencegah terjadi penggumpalan karena turunan metilol berkondensasi secara cepat pada kondisi asam, contoh reaksi:



1.4.2 Sifat Fisik dan Kimia Bahan Baku dan Produk

a. Metanol

Sifat fisik metanol dapat dilihat pada Tabel 1.5 (Mc. Ketta, 1988) berikut ini :

Tabel 1.8 Sifat Fisik Metanol

Sifat Fisik	Keterangan
Rumus Molekul	CH ₃ OH
Berat Molekul	32,042 g/gmol
Wujud	Cairan tak berwarna
Titik Beku (1 atm)	-97,68 °C
Titik didih (1 atm)	64,7 °C
Densitas (25°C)	0,7866 gr/ml
Temperatur Kritis (1 atm)	239,43 °C
Volume kritis	118 ml/mol
Konduktivitas thermal (25°C)	79,9 atm
Panas Pembentukan (25°C)	-57,130 kkal/gmol (cairan)
Energi Gibbs (25°C)	-39,869 kkal/gmol(cairan)

Panas Spesifik (25°C)	Cairan = 0,6054 kal/jam °C
	Gas = 0,3274 kal/jam °C
Viskositas (25°C)	Cairan = 0,541 cp
	Gas = 0,00968 cp
Tekanan kritis (25oC)	Cairan = 163,5 kal/jam oC
	Gas = 12,1 kal/jam oC

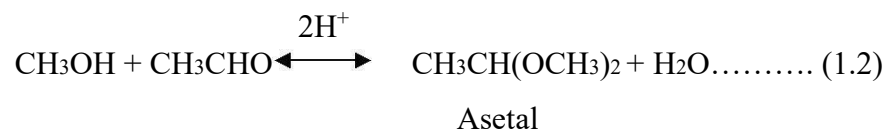
Sifat kimia metanol (*Mc Ketta, 1988*) adalah sebagai berikut:

Metanol adalah gugus alkohol alifatik yang hanya mempunyai satu atom karbon.

Reaksi-reaksi kimia dari metanol melibatkan gugus hidroksil seperti reaksi adisi, oksidasi, dehidrogenasi dan penggantian gugus hidroksil.

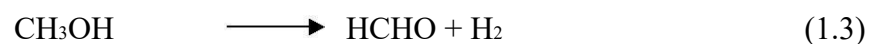
1. Reaksi Adisi

- Dengan aldehid



2. Reaksi Oksidasi

Reaksi oksidasi ini menggunakan katalis perak atau ferric molybdate untuk meminimalkan oksidasi selanjutnya dari formaldehid menjadi asam formiat dan karbon dioksida.



b. Urea

Sifat fisik urea dapat dilihat pada Tabel 1.9 (*Perry, 1999*) berikut ini :

Tabel 1.9 Sifat Fisik Urea

Sifat Fisik	Keterangan
Rumus molekul	CO(NH ₂) ₂
Berat Molekul	60,06 gr/mol
Bentuk	kristal tetragonal berwarna putih
Titik lebur (1 atm)	132,7 ^o C
Panas peleburan	251 J/gr
Panas pelarutan dalam air	57,8 kal/gr

Energi Gibbs (25 ⁰ C)	-47120 kal/mol
Densitas	1,323 kg/m ³
Panas spesifik (20 ⁰ C)	0,320 kal/g ⁰ C

Sedangkan kelarutan urea per bagian air disajikan pada Tabel 1.10 (*Perry, 1999*) berikut ini :

Tabel 1.10 Kelarutan Urea per Bagian Air

Temperatur (°C)	Kelarutan Urea Dalam Air (g/100 g air)
0	41,0
20	51,6
40	62,2
60	72,2
80	80,6
100	88,3
120	95,5

Sifat kimia urea (*Mc Ketta, 1988*) adalah sebagai berikut :

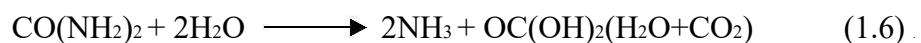
1. Dekomposisi

Bila urea dipanaskan di atas titik leburnya yaitu pada 150-160°C akan melepaskan amonia, amonium sianida (NH₄OCN) dan biuret (CONH₂)₂NH, contoh reaksi :



2. Hidrolisa

Urea dihidrolisa akan menghasilkan asam dan amonia. Hidrolisa dipercepat dengan menggunakan basa atau asam, juga terjadi bila ada enzim urease. Organisme tertentu dalam tanah juga menyebabkan hidrolisa urea membentuk amonium karbonat.



3. Reaksi dengan formaldehid

Larutan urea formaldehid sebaiknya pH = 7 untuk mencegah presipitasi senyawa urea formaldehid molekul besar. Di bawah kondisi netral akan

menghasilkan produk tambahan urea formaldehid dengan berat molekul rendah.

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



b. Urea Formaldehid

Dalam kondisi asam sejumlah reaksi-reaksi tidak diinginkan yang berbeda akan mengambil tempat. Salah satu reaksinya adalah:



Sifat fisik urea formaldehid disajikan pada Tabel 1.11 (*Perry, 1999*) berikut ini.

Tabel 1.11 Sifat Fisik Urea Formaldehid

Sifat Fisik	Keterangan
Wujud	cairan
Indeks refraksi	1,54 - 1,56
Spesifik Gravity (50 ^o C)	1,32 g/cm ³
Panas spesifik	0,4 cal/g
Densitas	1,46 g/cm ³
pH	7,0-8,0
Titik beku	-20 – (-30) ^o C

c. Udara

Udara adalah campuran gas yang sebagian besar terdiri dari oksigen, nitrogen dan argon serta gas-gas lainnya dalam jumlah yang sangat kecil dengan kandungan sebagai berikut.

Tabel 1.12 Komposisi Udara (*Compressed Gas and Mixtures*)

Komponen	Komponen % Mol	Komponen % Berat
Nitrogen	78,084	75,5
Oksigen	20,946	23,2
Argon	0,934	1,25
Neon	0,0335	0,045
Helium	0,001818	-
Methana	0,000524	-
Krypton	0,00002	-

Sifat Fisis:

Tabel 1.13 Sifat Fisis Komponen Udara(Shreve,1956 & Yaw's, 1999)

Sifat Fisis	N ₂	O ₂	Ar
Berat Molekul, g/mol	28,013	31,999	39,948
Densitas gas (0°C, 1 atm), kg/m ³	1,2505	1,4292	1,7828
Volume jenis (0°C, 1 atm), m ³ /kg	0,799	0,700	0,56
Titik didih, (°C)	-195,8	-182,98	-185,87
Temperatur kritis, (°C)	-147,05	-118,57	-122,29
Tekanan kritis, bar	33,94	50,43	48,98
Volume kritis, cm ³ /mol	90,1	73,4	74,60
Titik beku, (°C)	-210	-218,79	-189,35
Densitas cairan, kg/l	0,645	0,8	0,78

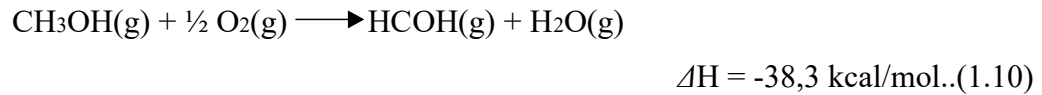
1.4.3 Tinjauan Proses Secara Umum

Pembuatan urea *formaldehid* dengan bahan baku formaldehid dan urea dengan proses D.B. Western dibagi dalam dua tahap proses, sebagai berikut :

1. Tahap Pertama

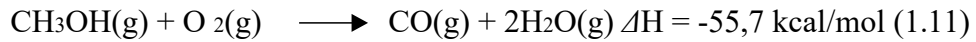
Merupakan proses oksidasi metanol menjadi formaldehid. Proses tersebut berlangsung pada reaktor *fixed bed multitube* dengan katalis *iron-molybdenum oxide*. Metanol cair setelah diuapkan direaksikan dengan oksigen di dalam

reaktor pada suhu 240 – 400°C dan tekanan 1-1,5 atm (*Mc Ketta, 1988*). Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



2. Tahap Kedua

Sebagian kecil metanol akan mengalami oksidasi sebagai berikut.



Pada suhu diatas 470 °C, reaksi samping tersebut akan meningkat. Reaksi ini berlangsung sangat eksotermis. Untuk menjaga kondisi suhu dan membatasi pembentukan produk samping, maka panas reaksi yang ditimbulkan harus segera diserap selama reaksi berlangsung menggunakan Dowterm A. Konversi yang diperoleh mencapai 99% dengan selektivitas formaldehid sebesar 94% (*Mc Ketta, 1988*).

Gas hasil reaksi dari reaktor yang mengandung gas formaldehid dialirkan ke dalam absorber dan diserap menggunakan larutan urea 70% berat pada kondisi suhu 100°C. Pada bagian bawah absorber dihasilkan urea formaldehid sedangkan di bagian atas dilepaskan gas buang (*tail gas*) yang selanjutnya dibakar di dalam catalytic incinerator untuk membentuk CO₂ dan H₂O. Reaksinya adalah sebagai berikut.

