



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sejalan dengan berkembangnya industri di Indonesia, semakin banyak diversifikasi usaha telah dilakukan. Banyak bahan mentah atau setengah jadi diolah menjadi produk *intermediate* atau produk jadi, sehingga mengurangi ketergantungan kita pada produk impor. Dalam usaha ini pemerintah memprioritaskan pada pembangunan industri yang dapat merangsang pertumbuhan industri yang lain, sehingga diharapkan pertumbuhan tersebut akan semakin pesat.

Pertumbuhan industri kimia di Indonesia patut dibanggakan. Tentu saja banyak alasan mengapa pemerintah begitu bersemangat untuk mengembangkan industri tersebut. Bukan hanya karena jumlah bahan baku yang cukup memadai di tanah air maupun wilayah pemasaran yang luas melainkan prospek dan kelanjutan industri kimia di Indonesia cukup cerah.

Salah satu industri yang mempunyai kegunaan penting dan mempunyai prospek yang bagus adalah industri *butynediol*. *Butynediol* dengan rumus molekul $\text{HOCH}_2\text{C}\equiv\text{CCH}_2\text{OH}$ mempunyai nama IUPAC adalah *but-2-yne-1,4-diol* dan sering juga disebut dengan nama *1,4-butynediol*, *1,4-dihydroxy-2butyne*, *2-butyne-1,4-diol*, *2-butynediol*, *bis (hydroxymethyl) acetylene*, *but-2-in-1,4-diol*, dan *butynediol*.

Pertimbangan utama yang melatarbelakangi berdirinya pabrik *butynediol* ini, pada prinsipnya adalah sama dengan sektor-sektor lain yaitu untuk melakukan usaha yang secara sosial ekonomi cukup menguntungkan. Karena sifatnya yang prospektif di masa yang akan datang, dalam pengertian potensi pasar, mudah diperoleh bahan baku, yakni *acetylene* dan *formaldehyde*, teknologi yang dibutuhkan dapat terpenuhi dan terdapatnya tenaga pelaksana, maka keuntungan dapat dicapai dengan adanya pendirian



pabrik *butynediol*, namun sifat prospektif ini akan terlaksana dengan kemampuan modal yang memadai.

Di samping itu dengan mendirikan pabrik *butynediol* yang merupakan pabrik padat modal dan padat teknologi, diharapkan dapat memacu tumbuhnya industri-industri baru yang memakai *butynediol*, seperti industri *butanediol*, *butenediol*, *tetrahydrofuran*, dan *pyrolidone*. Dengan memproduksi *butynediol* diharapkan dapat memenuhi kebutuhan *butynediol* didalam Negeri. Selama ini untuk memenuhi kebutuhan *butynediol* pemerintah mengimpor dari luar negeri, seperti dari negara Jepang, Taiwan, Cina, Brazil, Jerman, dsb. *Butynediol* ternyata mempunyai nilai jual yang lebih tinggi sekaligus merupakan bahan dasarbagi industri tekstil dan cat, digunakan untuk sintesis *polyol*, produk pembersih, dan anti karat. Berdasarkan pertimbangan tersebut di atas maka pabrik ini layak didirikan di Indonesia.

1.2 Kapasitas Perancangan

Dalam pemilihan kapasitas pabrik *butynediol* ada beberapa pertimbangan-pertimbangan, yaitu:

1.2.1 Prediksi Kebutuhan Dalam Negeri

Kapasitas pabrik *butynediol* ditentukan berdasarkan kebutuhan impor *butynediol* dalam negeri yang berasal dari negara-negara lain. Kebutuhan *butynediol* di Indonesia terus meningkat dari tahun ke tahun. Hal ini dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

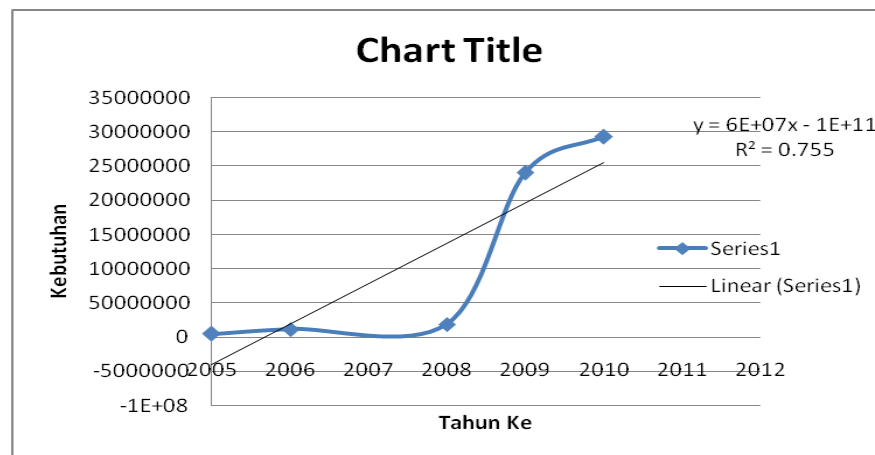
Tabel 1. Kebutuhan *butynediol* di Indonesia

No	Tahun	Kebutuhan Impor (ton/tahun)
1	2005	4.433.356
2	2006	11.692.243
3	2008	18.529.922



4	2009	240.170.898
5	2010	293.314.041

Sumber : Badan Pusat Statistik 2005-2010



Gambar 1. Grafik kebutuhan *butynediol* per tahun.

Dari hasil regresi *linear* diperoleh perkiraan kebutuhan *butynediol*

pada tahun 2015 (tahun ke 10):

$$\begin{aligned} y &= 6E+07x^2 - 1E+11 && \dots\dots\dots(1.1) \\ &= 6E+07(10)^2 - 1E+11 \\ &= 5.623,8478 \text{ ton} \end{aligned}$$

Impor *butynediol* dari tahun 2015 ke tahun – tahun berikutnya mengalami kenaikan rata-rata sebesar 59,8235%. Berdasarkan data diatas dapat diperkirakan kebutuhan impor *butynediol* pada tahun 2015 sebesar 5.623,8478 ton/tahun.

1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku *formaldehyde* dan *acetylene* telah banyak diproduksi di Indonesia. Mengingat persediaan bahan baku yang memadai dan kebutuhan *butynediol* yang besar, maka sangat prospektif bila mendirikan pabrik *butynediol*.



1.2.3 Kapasitas minimal

Dari pabrik yang sudah beroperasi di beberapa negara dapat diketahui bahwa kapasitas minimal perancangan lebih dari 1.000 ton/tahun, dengan kapasitas maksimalnya sebesar 100.000 ton/tahun, sampai saat ini sekitar 200.000 ton/tahun *butynediol* diproduksi di Eropa. Salah satu pabrik yang sudah berdiri di Cina memproduksi *butynediol* sebesar 60.000 ton/tahun.

Pabrik-pabrik kimia yang sudah berdiri di Indonesia yang berkapasitas antara 55.000 ton/tahun sampai 60.000 ton/tahun rata-rata mempunyai luas area pabrik sebesar 105.000 m².

Berdasarkan pertimbangan di atas maka dalam perancangan pabrik *butynediol* yang akan didirikan pada tahun 2015 ditentukan kapasitas sebesar 60.000 ton/tahun. Kapasitas ini ditetapkan dengan beberapa tujuan antara lain:

1. Dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri,
2. Dapat diekspor sehingga menghasilkan devisa bagi negara,
3. Dapat merangsang berdirinya industri kimia lain yang menggunakan *butynediol* sebagai bahan baku seperti industri *butenediol*, *butanediol*, dan *tetrahydrofuran*.

1.3 Pemilihan Lokasi

Pemilihan lokasi pabrik akan sangat menentukan kelangsungan dan perkembangan pabrik yang akan didirikan, baik secara teknis, geografis, maupun ekonomis. Secara teoritis pemilihan lokasi pabrik dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu faktor utama dan faktor pendukung.

1.3.1 Faktor utama dalam pemilihan lokasi pabrik

a. Sumber bahan baku

Banyak industri *formaldehyde* dan *acetylene* sebagai bahan baku *butynediol* yang telah didirikan di Indonesia. Salah satunya PT. Arjuna Utama Kimia di Surabaya yang memproduksi *formaldehyde* (CH₂O),



dan juga *acetylene* (C_2H_2), yang diproduksi PT Samator Gas di Gresik Jawa Timur.

b. Letak pasar

Butynediol merupakan bahan baku yang digunakan secara luas dalam bidang industri, antara lain:

- Industri farmasi
- Industri pestisida, yaitu dapat digunakan sebagai bahan pembuatan herbisida dan insektisida
- Industri bahan pembersih, yaitu sebagai pembersih kaca, dan penghambat karat
- Industri kimia lain (*butanediol*, *butenediol*, *pyrolidine*, *tetrahydrofuran*).

Pemasaran *butynediol* tersebar diseluruh wilayah Indonesia, khususnya wilayah Jawa dan Kalimantan.

c. Fasilitas Transportasi

Tersedianya sarana transportasi yang memadai yang meliputi: Transportasi darat, di Jawa Timur terdapat 2 jalan poros yaitu poros utara dan poros selatan. Poros utara meliputi jalan yang menghubungkan kota Surabaya, Lamongan, Gresik, Babat, Tuban, dan Bulu. Poros selatan meliputi jalan yang mengubungkan Mantingan, Ngawi, Nganjuk, Kertosono, Jombang, Mojokerto, Surabaya, Pasuruan, Probolinggo, dan Banyuwangi.

Dalam tahun-tahun pelaksanaan Repelita IV secara regional, Provinsi Jawa Timur melakukan peningkatan jalan, termasuk pembangunan jalan baru Surabaya-Gresik, dan Surabaya-Gempol. Selain itu juga dibangun jalan lingkaran Surabaya Timur, Malang, Probolinggo, Ngawi, Bangkalan, dan Gresik.

Selain jalan raya, angkutan kereta api juga menduduki peranan yang cukup penting. Oleh sebab itu Pemerintah Jawa Timur juga



melakukan rehabilitasi jalan kereta api, penambahan gerbong lintas Surabaya di perluas sampai kota Banyuwangi, Surabaya di perluas sampai kota Solo. Transportasi Laut, berkat usaha pembangunan yang dilakukan selama beberapa periode pelayanan jasa angkutan laut di Jawa Timur terus meningkat. Terutama kegiatan beberapa pelabuhan yang ada di Jawa Timur antara lain: Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya, Meneng (Banyuwangi), Panarukan (Madura), Probolinggo, Pasuruan, Kalianget, Gresik, dan Tuban. Transportasi Udara, di Jawa Timur terdapat landasan udara yang cukup besar yaitu Bandara Juanda. Bandara ini merupakan Bandara Internasional dan merupakan bandara ekspor.

Dengan adanya sarana transportasi yang memadai baik untuk transportasi darat, laut, dan udara maka pemasaran produk dan pemasokan bahan baku tidak mengalami kesulitan.

- d. Tenaga kerja. Kawasan Gresik, Jawa Timur merupakan daerah industri yang tingkat kepadatan penduduknya cukup tinggi, sehingga dapat menjamin tersedianya tenaga kerja. Mengingat padatnya penduduk Jawa Timur dan makin langkanya lahan pertanian maka pembangunan industri merupakan kunci bagi perluasan lapangan kerja bagi pencari kerja yang senantiasa bertambah. Tingkat pertumbuhan tenaga kerja di Jawa Timur tiap tahun cenderung bertambah rata-rata 5,03% .

Untuk mendapatkan tenaga kerja yang memenuhi kualitas dan kuantitas, dapat diperoleh dari lulusan perguruan tinggi di daerah tersebut misalnya ITS, UNIBRAW, dan dari daerah lain disekitarnya.

Berdasarkan itulah semua program-program pembagunan baik yang bersifat regional maupun sektoral selalu diarahkan mampu menciptakan lapangan kerja, agar dapat menyerap tenaga kerja yang setiap tahun selalu bertambah.

- e. Utilitas. Fasilitas utilitas yang meliputi penyediaan air, bahan bakar, dan listrik. Kebutuhan listrik dapat memanfaatkan listrik PLN yang



sudah masuk ke lokasi pabrik dan untuk sarana lain seperti air juga banyak tersedia di daerah Gresik, Jawa Timur. Tersedianya sumber air dari aliran Sungai Brantas dan sungai Bengawan Solo sangat mendukung untuk mendirikan pabrik di daerah Gresik, Jawa Timur (Daerah, 2001).

1.3.2 Faktor pendukung dalam pemilihan lokasi pabrik

1. Harga tanah dan gedung

Dibanding dengan kota-kota besar lainnya termasuk Surabaya, harga tanah dan bangunan di Gresik relatif murah. Hal ini dikarenakan banyaknya lahan-lahan pertanian yang kosong karena keadaan tanah yang tidak begitu cocok untuk melakukan usaha di bidang pertanian.

2. Kemungkinan perluasan pabrik

Perluasan pabrik memungkinkan untuk dilakukan karena di Gresik banyak terdapat lahan kosong yang tidak prospektif bila digunakan untuk pertanian. Untuk itu perluasan pabrik memungkinkan untuk dilakukan.

3. Tersedianya fasilitas servis

Kawasan Gresik dekat dengan Surabaya yang merupakan salah satu kota besar di Indonesia, sehingga sangatlah mudah untuk mencari fasilitas servis, seperti bengkel atau fasilitas lainnya.

4. Tersedianya air yang cukup

Tersedianya sumber air dari aliran Sungai Brantas dan sungai Bengawan Solo, dapat dimanfaatkan untuk keperluan pabrik.

5. Peraturan pemerintah daerah setempat

Pemerintah menekankan pembangunan sektor industri untuk menyerap tenaga kerja. Selain itu pembangunan industri juga diarahkan untuk meningkatkan produksi barang-barang untuk memenuhi keperluan masyarakat dan juga keperluan ekspor.



Pada Periode program pembangunan industri dilaksanakan dalam 3 program utama, yaitu:

- a. Program pengembangan wilayah industri yang mampu merangsang pembangunan industri sektor swasta,
- b. Program pembinaan industri kecil dan kerajinan rakyat yang bersifat padat modal untuk masalah-masalah penyuluhan, penelitian, pendidikan, penyediaan bahan baku, mekanisma, dan lain-lain,
- c. Program pencukupan prasarana dalam usaha menuju modernisasi industri.

6. Iklim

Wilayah-wilayah di Jawa Timur termasuk Gresik memiliki iklim tropis dengan musim hujan berlangsung selama bulan Oktober-April dan musim kemarau berlangsung selama bulan April-Oktober. Di antara kedua musim tersebut terdapat musim peralihan yang terjadi sekitar bulan April – Mei dan Oktober – November. Hal ini mengakibatkan kawasan daerah Gresik memiliki *humidity* yang tinggi serta suhu yang tinggi. Mengingat kondisi hal tersebut, maka kawasan industri Gresik cocok untuk dijadikan lokasi pabrik *butynediol*.

7. Keadaan tanah

Jenis tanah yang ada di Gresik biasanya merupakan jenis grumasol yang merupakan struktur tanah yang penyebarannya sangat meluas terutam di daerah Barat, Utara, Selatan, dan Pulau Madura. Di daerah Bojonegoro, Tuban, Lamongan, Surabaya, Madiun, dan Gresik terdapat jenis tanah ini yang berasal dari batu endapan dan batu bekuan yang yang berwarna kelabu tua. Tanah ini merupakan jenis tanah yang kurang subur, namun sangat cocok untuk didirikan bangunan karena strukturnya yang kuat (Anonim, 1998).



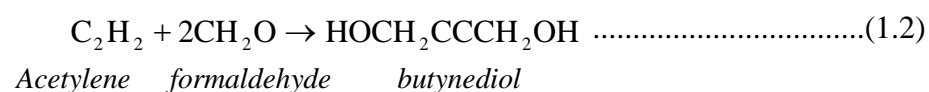
Dari pertimbangan-pertimbangan di atas maka lokasi yang cocok untuk pendirian pabrik *butynediol* adalah kawasan industri Gresik, Jawa Timur.

1.4 Tinjauan Pustaka

1.4.1 Proses Pembuatan

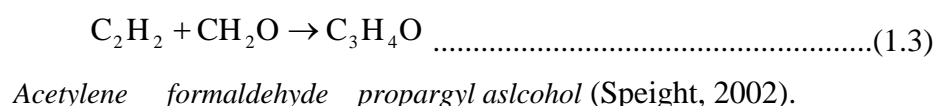
Pada prinsipnya proses pembuatan *butynediol* secara komersial dilaksanakan dengan cara "ethynylation", yaitu dengan mereaksikan *acetylene* dan *formaldehyde* dengan katalisator CuC_2 (Kirk and Othmer, 1980).

Secara stoikiometri pembentukan *butynediol* mengikuti persamaan:



Proses ini disebut dengan proses Reppe.

Reaksi lain yang mungkin terjadi, yaitu :



Reaksi ini dapat dilakukan di dalam reaktor *fixed bed* (memakai tumpukan katalis padat), atau reaktor *slurry*. Reaksi berlangsung pada kondisi suhu 100-130°C dan tekanan 2 atmosfer (Ullman, 1988).

Dalam pembuatan *butynediol*, *formaldehyde* yang digunakan berupa cairan, katalis berupa padatan, dan *acetylene* berupa gas. F_{10} yang biasa digunakan adalah metal *acetylide*, terutama yaitu *cuprous acetylide/copper acetylide* (CuC_2). Jika *acetylene* yang diumpankan dalam reaktor berupa cairan maka akan mempengaruhi laju reaksi yang terjadi, karena katalis yang ada akan terlarut dalam *acetylene* cair tersebut dan tidak dapat tercampur menjadi larutan yang homogen melainkan akan menyebabkan hilangnya substansi dalam katalis, sehingga fungsi katalis untuk mempercepat laju reaksi akan hilang.



1.4.2. Kegunaan Produk

Butynediol banyak digunakan pada industri pembuatan *butanediol*, *butenediol*, *tetrahydrofuran*, *pyrrolidone* dan beberapa produk lain. *butynediol* juga dapat digunakan untuk konversi eter dengan *etylene ocsyda* pada proses brominasi. Beberapa *butynediol* digunakan untuk sintesis *polyol*, industri cat dan tekstil, produk pembersih, dan anti karat.

1.4.3. Sifat Fisika dan Sifat Kimia Bahan Baku dan Produk

1.4.3.1. Sifat Bahan Baku

1. *Acetylene* (C₂H₂)

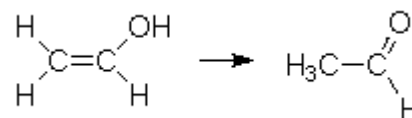
- **Sifat Fisika**

Molekul formula	:	$H - C - C - H$
Rumus kimia	:	C ₂ H ₂
Berat molekul	:	26,04 kg/kmol
Titik didih	:	-83,80°C
Titik leleh	:	-80,75°C
Densitas (0°C)	:	1,1747 g/L

- **Sifat Kimia**

a. Hidrasi

Acetylene bereaksi dengan air dengan bantuan katalis garam *mercurie* akan membentuk *acetaldehyde* (C₂H₄O).



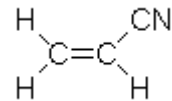
acetaldehyde

Reaksi:



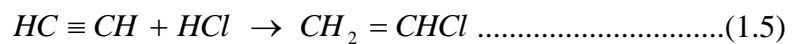


- b. *Hydrogen klorida* direaksikan dengan *acetylene* akan menghasilkan *vinil klorida* yang dapat dipolimerisasi menjadi *polivinil klorida* yang dapat digunakan untuk membuat pipa, lantai, dan jas hujan.

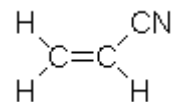


Vinil klorida

Reaksi:

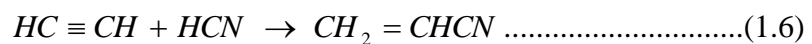


- c. *Hydrogen sianida* direaksikan dengan *acetylene* akan menghasilkan *acelonytril*.

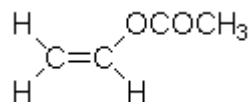


Acelonytril

Reaksi :



- d. Asam *acetaet* direksikan dengan *acetylene* akan membentuk *vinil acetat*.

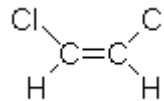


Vinil acetat

Reaksi:

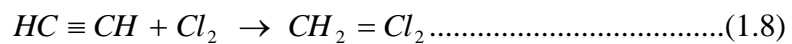


- e. *Khlorine* direaksikan dengan *acetylene* akan membentuk 1,2 *dikhloroetene* (DCE)



dikhloroetene (DCE)

Reaksi :



f. *Formaldehyde* direaksikan dengan *actylene* akan menghasilkan *1,4 butynediol* dan propargil alcohol yang dapat Dihidrogenasi menjadi *1,4 butanediol*.

Reaksi :



g. *Hydrogen fluoryda* direaksikan dengan *acetylene* akan membentuk *vynil fluirid*.

Reaksi :



(Kirk and Othmer, 1995)

2. *Formaldehyde*

• Sifat Fisika

Molekul formula	:	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \backslash \\ \text{C} = \text{O} \\ / \\ \text{H} \end{array}$
Rumus kimia	:	CH ₂ O
Berat molekul	:	30,03 kg/kmol
Titik didih	:	-19,15°C
Titik leleh	:	-92,00°C
Densitas (-20°C)	:	0,815 g/mL



- **Sifat Kimia**

- a. Reaksi dengan air

Formaldehyde dengan *acetaldehyde* dalam larutan dapat membentuk metilen glikol.

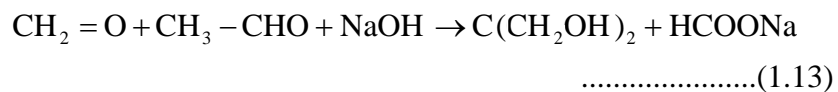
Dengan reaksi :



- b. Reaksi dengan *acetaldehyde*

Formaldehyde dengan *asetaldehyde* dalam larutan NaOH dapat membentuk *pentaerethyritol* dan *sodium formate*.

Dengan reaksi :



(Kirk and Othmer, 1995)

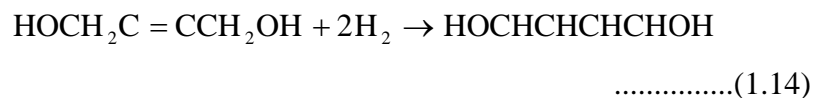
3. 1,4 butynediol

- **Sifat Fisika**

Molekul formula	:	$\text{HOCH}_2\text{C} \equiv \text{CCH}_2\text{OH}$
Rumus kimia	:	$\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_2$
Berat molekul	:	86,09 kg/kmol
Titik didih	:	238°C
Titik leleh	:	57,84°C

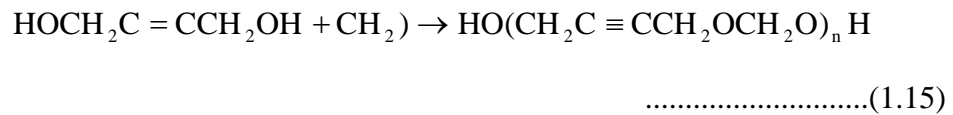
- **Sifat Kimia**

- a. Proses hidrogenasi *butynediol* akan membentuk *butanediol*, seperti pada reaksi:



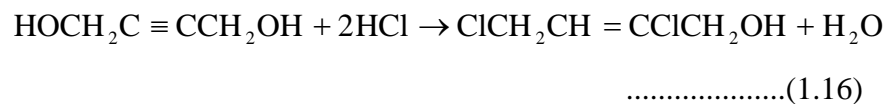
- b. *Aldehyde* atau *acetal* direaksikan dengan *butynediol* akan menghasilkan polimer *acetal*.

Reaksi:



c. Asam Khlorida direaksikan dengan *butynediol* akan menghasilkan *2,4-dikhloro-2-buten-1-ol*.

Reaksi :



(Kirk and Othmer, 1995)

4. *Methanol* (Hasil Samping)

- **Sifat Fisika**

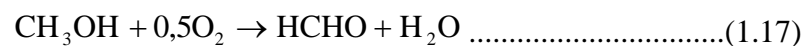
Rumus kimia	: CH ₄
Berat molekul	: 32,04 kg/kmol
Titik didih	: 64,65°C
Titik beku	: 97,68°C

- **Sifat Kimia**

- a. Reaksi oksidasi

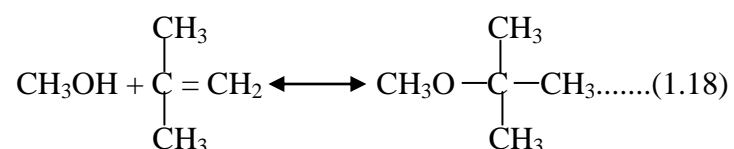
Reaksi oksidasi *methanol* akan menghasilkan *formaldehede* dan air.

Reaksi :



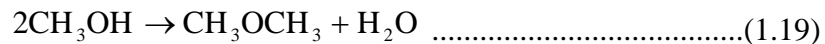
- b. *Methanol* bereaksi dengan *isobutylene* akan membentuk MTBE.

Reaksi:



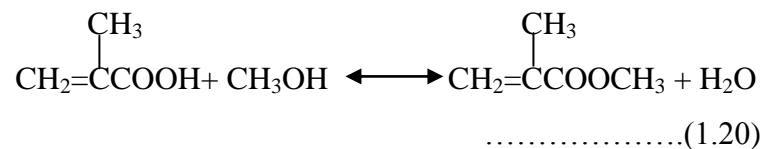
- c. *Methanol* dapat didehidrasi membentuk dimetil eter dan air.

Reaksi:



d. *Methanol* direaksikan dengan amonia akan membentuk *methylamine*.

Reaksi:



(Kirk and Othmer, 1995)

1.4.4 Tinjauan Proses secara Umum

Bahan baku *formaldehyde* dicampur dengan katalis padat *copper acetylde*. *Acetylene* direaksikan dengan campuran antara *formaldehyde* dengan katalis untuk memproduksi *butynediol* pada suhu antara 100–130°C, dan tekanan antara 2-7 atm. Dan harus diingat gas *acetylene* menembus atau melewati reaksi pencampuran untuk menjaga agar kerja katalis tidak terganggu. Jika *acetylene* yang diumpankan dalam reaktor berupa cairan maka akan mempengaruhi laju reaksi yang terjadi, karena katalis yang ada akan terlarut dalam *acetylene* cair tersebut dan tidak dapat tercampur menjadi larutan yang homogen melainkan akan menyebabkan hilangnya substansi dalam katalis, sehingga fungsi katalis untuk mempercepat laju reaksi akan hilang. Gas hasil rekasi dipisahkan antara katalis dan produknya, sehingga akan dihasilkan gas buang. Pemisahan hasil reaksi bekerja pada kondisi normal dan tekanan atmosferis sehingga *acetylene* yang tersisa dapat dibuang melalui gas buang tersebut. Produk *butynediol* akan diperoleh dari proses pemisahan ini. Produk lain dari proses pemisahan akan dipisahkan kembali untuk memperoleh produk samping berupa *methanol* (Moore, 1964).