

**LAPORAN PENELITIAN**

**PEMISAHAN ETANOL DAN METANOL  
DENGAN METODE DISTILASI BATCH  
MENGUNAKAN ALAT DISTILASI ILUDEST**

**TUGAS AKHIR**

**Untuk Memenuhi Sebagian Syarat Penyelesaian Program Diploma IV  
Program Studi Teknik Kimia Polimer Pada  
Politeknik STMI Jakarta – Kementerian Perindustrian RI**



**Disusun oleh :**

**Luki Tri Kusuma Wardani                      1512053**

**Devita Rahmaa Rifhadia                      1512060**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA POLIMER  
POLITEKNIK STMI JAKARTA  
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI**

**2016**

## LEMBAR PERSETUJUAN

Laporan Penelitian  
PEMISAHAN ETANOL DAN METANOL  
DENGAN METODE DISTILASI BATCH MENGGUNAKAN ALAT  
DISTILASI ILUDEST

Oleh :

**Luki Tri Kusuma Wardani**      **1512053**  
**Devita Rahmaa Rifhadia**      **1512060**

Jakarta, 27 Oktober 2016

Menyetujui

Dosen Pembimbing

Ketua Jurusan

Teknik Kimia Polimer

**Dr. Ir. Agus Mundiyo**  
**NIP : 195403281982031003**

**Ir. Roosmariharso, MBA**  
**NIP : 195405231980031004**

## **LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN**

Kami Mahasiswa program studi Teknik Kimia Polimer, Politeknik STMI Jakarta, Kementerian Perindustrian Republik Indonesia.

Nama : Luki Tri Kusuma Wardani

NIM : 1512053

Program Studi : Teknik Kimia Polimer

Dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir yang saya buat dengan judul :

### **PEMISAHAN ETANOL DAN METANOL DENGAN METODE DISTILASI BATCH MENGGUNAKAN ALAT DISTILASI ILUDEST**

- Dibuat dan diselesaikan sendiri, dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, bimbingan dengan dosen pembimbing dan pembimbing penelitian, melalui tanya jawab maupun asistensi serta buku-buku jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya tulis Tugas Akhir ini.
- Bukan merupakan duplikasi yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas/Perguruan Tinggi lain, kecuali pada bagian-bagian tertentu digunakan referensi pendukung untuk melengkapi informasi dan sumber informasi dengan dicantumkan melalui referensi yang semestinya.
- Bukan merupakan karya tulis terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi, pada karya Tugas Akhir saya.

Jika terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah saya nyatakan seperti yang diatas, maka karya Tugas Akhir saya ini dibatalkan.

Jakarta, 27 Oktober 2016

Luki Tri Kusuma Wardani

## **LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN**

Kami Mahasiswa program studi Teknik Kimia Polimer, Politeknik STMI Jakarta, Kementerian Perindustrian Republik Indonesia.

Nama : Devita Rahmaa Rifhadia

NIM : 1512060

Program Studi : Teknik Kimia Polimer

Dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir yang saya buat dengan judul :

### **PEMISAHAN ETANOL DAN METANOL DENGAN METODE DISTILASI BATCH MENGGUNAKAN ALAT DISTILASI ILUDEST**

- Dibuat dan diselesaikan sendiri, dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, bimbingan dengan dosen pembimbing dan pembimbing penelitian, melalui tanya jawab maupun asistensi serta buku-buku jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya tulis Tugas Akhir ini.
- Bukan merupakan duplikasi yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas/Perguruan Tinggi lain, kecuali pada bagian-bagian tertentu digunakan referensi pendukung untuk melengkapi informasi dan sumber informasi dengan dicantumkan melalui referensi yang semestinya.
- Bukan merupakan karya tulis terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi, pada karya Tugas Akhir saya.

Jika terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah saya nyatakan seperti yang diatas, maka karya Tugas Akhir saya ini dibatalkan.

Jakarta, 27 Oktober 2016

Devita Rahmaa Rifhadia

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur penyusun panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat rahmat dan karunia-Nya penyusun dapat menyelesaikan laporan penelitian ini dengan baik. Laporan yang berjudul “Pemisahan Etanol dan Metanol dengan Metode Distilasi Batch menggunakan Alat Distilasi ILUDEST” dibuat untuk memenuhi persyaratan kelulusan program Diploma IV Politeknik STMI Jakarta, Kementerian Perindustrian RI, Jakarta.

Penelitian di Jurusan Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta dimaksudkan untuk melatih mahasiswa dalam menerapkan teori dan pengetahuan yang telah diperoleh selama masa kuliah. Dengan tugas penelitian ini, diharapkan mahasiswa memiliki ketrampilan dalam melakukan analisis, analogi, generalisasi, mengembangkan hipotesis, mengembangkan konsep, melakukan percobaan dan mengambil keputusan.

Dalam penyusunan Laporan Penelitian ini, penyusun mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penyusun ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Mustofa, ST, MT selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian RI.
2. Bapak Ir. Roosmariharso, MBA selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian RI
3. Ibu Fitria selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Polimer yang telah memberikan bantuan selama pelaksanaan tugas akhir ini.
4. Bapak Dr. Ir. Gatot Ibnusantosa, DEA., selaku dosen pembimbing penelitian yang telah memberikan banyak motivasi dan bimbingan.
5. Seluruh dosen Jurusan Teknik Kimia Polimer yang telah memberikan banyak ilmu kepada penyusun.
6. Orang tua kami yang telah memberikan cinta dan kasih sayangnya baik secara moril maupun materil dan selalu berdoa untuk kesuksesan penyusun.

7. Kakak Senior Josephine, dan Kak Putri Rizkia yang telah banyak membimbing dan memberikan bantuan selama pelaksanaan penelitian ini.
8. Rekan-rekan seperjuangan mahasiswa Teknik Kimia Polimer angkatan 2012, dan juga kakak-kakak senior yang telah banyak memberikan saran kepada penyusun.
9. Serta seluruh pihak yang tak dapat penyusun sebutkan satu persatu yang telah membantu pada proses pelaksanaan maupun penyusunan laporan penelitian ini.

Penyusun menyadari bahwa Laporan Penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan. Mohon maaf apabila terdapat kekurangan atau kesalahan. Penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak yang berkaitan dengan Penelitian ini. Akhir kata, semoga Laporan Penelitian ini dapat bermanfaat bagi semua pihak dan dapat berguna sebagai bahan penambah ilmu pengetahuan.

Jakarta, 27 Oktober 2016

Penyusun

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN.....	ii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
ABSTRAK .....	xi
ABSTRACT .....	xii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Manfaat Penelitian .....	2
1.5. Sistematika Penulisan .....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1. Etanol .....	4
2.1.1. Sifat Fisika Etanol .....	10
2.1.2. Sifat Kimia Etanol .....	11
2.1.3. Pembuatan Etanol.....	11
2.1.4. Aplikasi Etanol.....	14
2.2. Metanol .....	14
2.2.1. Sifat Kimia dan Fisika Metanol.....	19
2.2.2. Pembuatan Metanol dari Hidrogenasi Katalitik CO <sub>2</sub> .....	20

2.2.3.	Aplikasi Metanol .....	21
2.3.	Distilasi .....	25
2.3.1.	Pengertian Distilasi.....	25
2.3.2.	Prinsip Distilasi .....	25
2.3.3.	Jenis Distilasi.....	26
2.3.4.	Skema Distilasi.....	27
2.3.5.	Desain Kolom Distilasi .....	30
2.3.6.	Faktor yang mempengaruhi Distilasi.....	31
2.4.	Unit Distilasi ILUDEST DN 50/6 LTR.....	32
2.4.1.	Instruksi Operasi Alat Distilasi ILUDEST .....	32
2.4.2.	Deskripsi dari Elemen Kontrol.....	33
2.4.3.	Prosedur Keamanan dan Keselamatan Alat Distilasi ILUDEST ....	37
2.4.4.	Standar Unit Alat Distilasi ILUDEST .....	39
2.5.	Gas Chromatographi (GC) .....	41
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>		<b>42</b>
3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian .....	42
3.2.	Alat dan Bahan .....	42
3.2.1.	Alat Penelitian .....	42
3.2.2.	Bahan Penelitian.....	43
3.3.	Variabel Penelitian.....	43
3.4.	Prosedur Penelitian .....	44
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>46</b>
4.1.	Data Hasil Pengamatan Distilasi .....	46
4.2.	Pembahasan Hasil Distilasi .....	47
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>50</b>

DAFTAR PUSTAKA.....	51
DAFTAR LAMPIRAN.....	52

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat Fisika Etanol .....	11
Tabel 2.2 Spesifikasi Distilasi ILUDEST .....	32
Tabel 2.3 Deskripsi tampilan logbook dari unit distilasi ILUDEST .....	37
Tabel 4.1 Hasil pengamatan dengan persentase rendemen .....	46

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Distilasi.....	27
Gambar 2.2 Tray Umpan Distilasi.....	29
Gambar 2.3 Garis Operasi Reaktifitas .....	31
Gambar 2.4 Tampilan pada set parameter logbook.....	35
Gambar 2.5 Standar Unit Alat Distilasi ILUDEST .....	39
Gambar 3.1 Unit Distilasi ILUDEST.....	43
Gambar 3.2 Bahan penelitian etanol dan metanol.....	43
Gambar 3.3 Prosedur Rancangan Penelitian .....	44
Gambar 4.1 Grafik perbandingan waktu dan volume.....	48
Gambar 4.2 Grafik hubungan waktu, volume dan persentase rendemen metanol	48

## **ABSTRAK**

Etanol dan metanol adalah cairan yang terdengar sama dan memiliki banyak karakteristik fisik yang sama diantaranya tampilan dan bau. Etanol termasuk ke dalam alkohol rantai tunggal dengan rumus kimia  $C_2H_6OH$  dan rumus empiris  $C_2H_6O$ , merupakan isomer konstitusional dari dimetil eter. Titik didih etanol  $78^{\circ}C$  dan titik didih metanol  $65^{\circ}C$ , etanol dan metanol dicampurkan menjadi satu dan di distilasi dengan alat distilasi. Pada penelitian ini etanol dan metanol dicampur dengan perbandingan volume konstan masing-masing 2000 ml, kemudian ditentukan variabel yang akan digunakan dengan selisih waktu selama 5, 10, 15 dan 20 menit, selanjutnya di ekstrapolasi didapat rendemen 100% pada waktu 287,14 menit dan volume 2000 ml.

Kata Kunci: Etanol, Metanol, Destilasi, GC.

## **ABSTRACT**

Ethanol and methanol is a liquid that sound the same and have the same physical characteristics many of which look and smell. Ethanol is included in a single chain alcohol with the chemical formula  $C_2H_6OH$  and empirical formula  $C_2H_6O$ , is a constitutional isomer of dimethyl ether. Ethanol boiling point  $78^{\circ}C$  and  $65^{\circ}C$  boiling point of methanol, ethanol and methanol are mixed together and distilled with a distillation apparatus. In this study, ethanol and methanol are mixed with a constant volume ratio of each 2000 ml, then determined the variables to be used by a margin of over 5, 10, 15 and 20 minutes, and then extrapolated obtained yield of 100% at 287.14 minutes and volume 2000 ml.

Keywords: Ethanol, Methanol, Distillation, GC.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Dalam industri kimia unit reaksi dan pemisahan merupakan dua hal yang penting. Kedua unit tersebut berperan dalam menentukan kapasitas pabrik sebagai penghasil produk yang memenuhi spesifikasi produk. Persaingan yang ketat menyebabkan industri mulai mencari cara untuk mendapatkan proses reaksi dan pemisahan yang mampu memberi perolehan maksimal dalam kebutuhan energi dan biaya yang sedikit mungkin.

Prinsip pemisahan campuran yang melewati dua fase dari gas menjadi fase cair dinamakan dengan proses distilasi. Perbedaan titik didih dan tekanan uap membuat kedua campuran ini terpisah. Semakin tinggi tekanan uap maka titik didih cairan tersebut semakin tinggi.

Penguapan dipengaruhi oleh titik cairan, cairan yang memiliki titik didih lebih rendah, maka lebih cepat untuk menguap. Distilasi memiliki prinsip kerja utama dimana terjadi pemanasan dan salah satu komponen campurannya akan menguap setelah mencapai titik didihnya, setimbang yang paling dahulu menguap merupakan yang bersifat *volatile* atau mudah menguap. Uap tersebut akan masuk ke dalam pipa pada kondensor (terjadi proses pendinginan) sehingga terjadi tetesan yang turun ke tabung hasil distilat. Distilasi umumnya bisa diaplikasi bila zat yang akan dipisahkan memiliki perbedaan titik didih yang jauh.

Syarat utama pemisahan campuran cairan dengan cara distilasi adalah semua komponen yang terdapat di dalam campuran harus bersifat *volatile*. Pada suhu yang sama tingkat penguapan pada masing – masing komponen akan berbeda – beda. Hal ini berarti bahwa pada suhu tertentu, komponen yang lebih *volatile* dalam campuran cairan akan lebih banyak menguap. Sifat yang demikian ini akan terjadi sebaliknya, yakni pada suhu tertentu fasa cairan akan lebih banyak mengandung komponen yang kurang *volatile*. Cairan yang setimbang dengan uapnya pada suhu tertentu memiliki komposisi yang berbeda.

Adanya perbedaan komposisi antara fase cair dan fase uap, dan hal ini merupakan syarat utama supaya pemisahan dengan distilasi dapat dilakukan. Jika

komposisi fase uap sama dengan komposisi fase cair, maka pemisahan dengan jalan distilasi tidak dapat dilakukan.

Metode ini merupakan termasuk unit operasi kimia jenis perpindahan massa. Penerapan proses ini didasarkan pada teori bahwa pada suatu larutan, masing-masing komponen akan menguap pada titik didihnya.

### **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dipaparkan, maka rumusan permasalahan dari penelitian ini adalah bagaimana pengaruh waktu pada metode distilasi yang dipilih untuk mendapatkan kondisi operasi optimum pada perolehan rendemen.

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah menentukan kondisi operasi distilasi dari pemisahan etanol dan metanol berdasarkan perolehan rendemen yang maksimal dengan menggunakan metode distilasi batch.

### **1.4. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan informasi untuk pengaruh waktu dan konsentrasi metanol terbaik pada proses distilasi yang bisa digunakan untuk penelitian selanjutnya.
2. Memberikan informasi untuk rendemen dari metanol dengan pengaruh waktu dalam distilasi.

### **1.5. Sistematika Penulisan**

Bagian ini merupakan gambaran secara keseluruhan. Didalamnya terdapat lima bab yang masing-masing berkaitan erat. Adapun susunan ke lima bab tersebut sebagai berikut :

#### **BAB I : PENDAHULUAN**

Bab ini berisi penjelasan mengenai latar belakang diadakannya penelitian, rumusan masalah yang akan dibahas, batasan masalah dari penelitian yang

akan dilakukan, tujuan dan manfaat dari dilakukannya penelitian ini, serta penjelasan mengenai sistematika penulisan laporan penelitian.

## **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi tinjauan umum mengenai etanol, metanol, metode distilasi batch, sifat kimia dan fisika dari etanol dan metanol, serta segala hal yang berhubungan dengan proses distilasi.

## **BAB III : METODE PENELITIAN**

Bab ini berisi penjelasan tentang persiapan penelitian, diagram alir penelitian, variabel penelitian, prosedur penelitian, serta alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini.

## **BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi data hasil pengujian, analisis data yang sudah diolah menjadi grafik, dan pembahasan terhadap hasil pengujian dan analisis data.

## **BAB V : PENUTUP**

Bab ini berisi dua bagian, kesimpulan dan saran yang telah dilakukan berdasarkan hasil yang telah didapat pada bab sebelumnya.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Etanol**

Etanol disebut juga etil alkohol, alkohol murni, atau alkohol saja, adalah sejenis cairan yang mudah menguap, mudah terbakar, tak berwarna, dan merupakan alkohol yang paling sering digunakan dalam kehidupan sehari – hari. Etanol termasuk ke dalam alkohol rantai tunggal dengan rumus kimia  $C_2H_6OH$  dan rumus empiris  $C_2H_6O$ . Etanol merupakan isomer konstitusional dari dimetil eter. Etanol sering ditulis dengan rumus EtOH. Rumus molekul etanol adalah  $C_2H_5OH$  atau rumus empiris  $C_2H_6O$ .

Sifat fisika utama etanol dipengaruhi oleh keberadaan gugus hidroksil dan pendeknya rantai karbon etanol. Gugus hidroksil dapat berpartisipasi ke dalam ikatan hidrogen sehingga membuatnya cair dan lebih sulit menguap dari pada senyawa organik lainnya dengan massa molekul sama.

Untuk mengetahui prosedur keamanan penggunaan dari produk etanol tersebut, dapat dilihat dari MSDS (*Material Safety Data Sheet*) dimana menyediakan informasi tentang kesehatan, keselamatan, dan bahaya lingkungan, pada tanggal penerbitan, untuk memfasilitasi penerimaan, penggunaan, dan penanganan produk yang aman di tempat kerja.

Berikut MSDS (*Material Safety Data Sheet*) dari penggunaan produk etanol :

#### **1. Identitas Bahan dan Perusahaan.**

Nama dagang Etanol 95/E5

Synonim Etanol 95/E5

Code Produksi 1806

#### **Penggunaan :**

Bahan pelarut, bahan mentah untuk tinta cetak dan aditif tinta cetak.

## **2. Tindakan pertolongan pertama pada kecelakaan (P3K).**

### **Penghirupan :**

Pindahkan ke tempat berudara segar jika tidak sengaja menghirup uap. Bila pernapasan tidak teratur atau berhenti, berikan pernapasan buatan. Jika gejala berlanjut, panggil dokter.

### **Kena kulit :**

Segera cuci bersih dengan banyak air sedikitnya selama 15 menit. Jika iritasi kulit berlanjut, panggil dokter.

### **Kena mata :**

Segera bilas dengan banyak air, juga di bawah kelopak mata, untuk sedikitnya selama 15 menit. Lepaskan lensa kontak. Jika iritasi mata berlanjut, periksakan ke dokter spesialis.

### **Pemakanan :**

Jangan memaksakan muntah tanpa nasihat medis. Jangan sekali-kali memberikan apa pun lewat mulut kepada orang yang tidak sadar. Hubungi dokter secepatnya.

## **3. Tindakan Penanggulangan Kebakaran.**

### **Media pemadam yang sesuai :**

Semprotan air, Serbuk kering, Busa tahan-alkohol.

### **Bahaya spesifik selama memadamkan kebakaran :**

Api bisa meluncur balik pada rentang jarak yang cukup panjang. Jangan biarkan sisa air limbah dari pemadaman kebakaran memasuki saluran pembuangan atau saluran air lainnya.

### **Alat perlindungan khusus bagi petugas pemadam kebakaran :**

Jika terjadi kebakaran, pakai alat bantu pernapasan SCBA. Gunakan alat pelindung diri.

#### **4. Tindakan terhadap tumpahan dan kebocoran:**

##### **Tindakan pencegahan pribadi :**

Jauhkan dari tumpahan/bocoran ke arah yang berlawanan dengan arah angin. Keluarkan semua sumber penyulut api. Jangan menghirup uap atau kabut semprotan.

##### **Tindakan pencegahan untuk melindungi lingkungan :**

Cegah produk agar tidak masuk ke saluran pembuangan. Cegah terjadinya tumpahan atau bocoran lebih lanjut jika aman untuk melakukannya.

##### **Motode untuk limbah :**

Serap dengan bahan penyerap lembam dan buang sebagai pembersihan limbah berbahaya.

#### **5. Penyimpanan dan Penanganan Bahan.**

##### **Nasihat penanganan yang aman:**

Jangan menghirup uap atau kabut semprotan. Pakai alat pelindung diri (APD).

##### **Nasehat mengenai perlindungan terhadap api dan ledakan :**

Jauhkan dari nyala terbuka, permukaan panas, dan sumber penyulut. Gunakan perlengkapan yang tahan ledakan.

##### **Penyimpanan Persyaratan bagi daerah penyimpanan dan wadah :**

Simpan wadah tertutup rapat di tempat yang dingin dan berventilasi baik.

#### **6. Pengendalian pemajanan dan perlindungan diri komponen-komponen dengan parameter-parameter kontrol tempat kerja.**

##### **Tindakan rekayasa untuk mengurangi pajanan :**

Sediakan pertukaran udara yang cukup dan/atau ventilasi gas-buang di ruang kerja.

**Alat Pelindung Diri Perlindungan pernapasan :**

Jika ventilasi tidak memadai, pakailah alat bantu pernapasan yang sesuai.

**Pelindung tangan :**

Sarung tangan yang cocok untuk kontak permanen:

*Materi:* karet butil

*Ketebalan bahan:* 0.5 mm

Sarung tangan yang tidak cocok:

*Materi:* Polivinilklorida, kulit, karet nitril/getah nitril, karet alam/getah alam

**Pelindung mata :**

Kacamata-pengaman berpelindung-samping.

**Pelindung kulit dan tubuh :**

Sepatu pengaman, Pakaian pelindung.

**Tindakan higienis :**

Cuci tangan sebelum waktu istirahat dan segera setelah menangani produk.

**Langkah-langkah perlindungan :**

Pakailah peralatan perlindungan yang sesuai

**7. Reaktifitas dan Stabilitas.**

**Bahan untuk dihindari :**

Oksidator, Asam dan basa

**Produk-urai berbahaya :**

Karbon oksida

**8. Informasi Toksikologi.**

**Toksisitas oral akut Etanol:**

LD50 tikus: 7,060 mg/kg; nilai literatur

**Toksisitas inhalasi akut Etanol:**

LC50 tikus: 66,000 mg/l; nilai literatur; 4 h

**Toksistas kulit akut Etanol:**

LDLo kelinci: 20,000 mg/kg; nilai literatur

**9. Informasi Ekologi Efek Eko-keracunan.**

**Keracunan untuk ikan Etanol:**

LC50 Pimephales promelas: 15,300 mg/l; 96 h; nilai literatur

**10. Pembuangan limbah.**

**Produk :**

Buang sesuai dengan peraturan lokal.

**Pengemas yang tercemar :**

Simpan wadah dan tawarkan untuk mendaur-ulang bahan sesuai dengan peraturan lokal.

**11. Peraturan Perundang – undangan.**

**Peraturan dasar :** 1999/45/EC

**Simbol:**

F : Amat mudah-menyala

R11 : Amat mudah-menyala.

S 9 : Simpan wadah di tempat yang peredaran udaranya baik.

S16 : Jauhkan dari sumber api - Dilarang merokok.

S33 : Lakukan tindakan pencegahan terhadap muatan listrik statik.

S60 : Bahan ini dan/atau wadah harus dibuang sebagai limbah berbahaya.

Selain itu, ikatan hidrogen pada etanol menyebabkan etanol murni sangat higroskopis sehingga etanol dapat menyerap air dari udara. Sifat gugus hidroksil yang polar menyebabkannya dapat larut dalam banyak senyawa ion, utamanya natrium hidroksida, kalium hidroksida, magnesium klorida, kalsium klorida, ammonium klorida, ammonium bromide dan natrium bromide.

Senyawa polar adalah Senyawa yang terbentuk akibat adanya suatu ikatan antar elektron pada unsur-unsurnya. Hal ini terjadi karena unsur yang berikatan tersebut mempunyai nilai keelektronegatifitas yang berbeda. Sedangkan senyawa non polar adalah senyawa yang terbentuk akibat adanya suatu ikatan antar elektron pada unsur-unsur yang membentuknya. Hal ini terjadi karena unsur yang berikatan mempunyai nilai elektronegatifitas yang sama/hampir sama.

**CIRI -CIRI SENYAWA POLAR :**

- Dapat larut dalam air dan pelarut lain
- Memiliki kutub + dan kutub -, akibat tidak meratanya distribusi elektron memiliki pasangan elektron bebas (bila bentuk molekul diketahui) atau memiliki perbedaan keelektronegatifan.

Contoh senyawa polar : alkohol, HCl, PCl<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

**CIRI – CIRI SENYAWA NON POLAR :**

- tidak larut dalam air dan pelarut polar lain
- tidak memiliki kutub + dan kutub – , akibat meratanya distribusi elektron
- tidak memiliki pasangan elektron bebas ( bila bentuk molekul diketahui ) atau keelektronegatifannya sama.

Contoh senyawa non polar : Cl<sub>2</sub>, PCl<sub>5</sub>, H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>.

Ukuran kuantitatif titik didih senyawa kovalen polar dan non polar berdasarkan pada :

- Senyawa polar lebih tinggi titik didihnya dari pada senyawa non polar
- Urutan titik didih, ikatan hidrogen > dipol-pol > non polar-non polar atau ikatan hidrogen > Van der Waals > gaya london
- Bila sama-sama polar/non polar, yang Mr besar titik didihnya lebih besar, untuk senyawa karbon Mr sama, rantai C memanjang titik didih > rantai bercabang ( bulat ).

Etanol yang dihasilkan dari tumbuh-tumbuhan dengan kandungan hidrokarbon tinggi etanol (disebut juga etil-alkohol atau alkohol), adalah alkohol yang paling sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Karena sifatnya yang tidak beracun bahan ini banyak dipakai sebagai pelarut dalam dunia farmasi dan industri makanandan minuman. Etanol tidak berwarna dan tidak berasa tapi memiliki bau yang khas. Bahan ini dapat memabukkan jika diminum bila dalam minuman beralkohol atau arak, selain digunakan di dalam arak, etanol juga digunakan sebagai bahan api bagi menggantikan gasolin.

### 2.1.1. Sifat Fisika Etanol

Alkohol umumnya berwujud cair dan memiliki sifat mudah menguap (volatil) tergantung pada panjang rantai karbon utamanya (semakin pendek rantai C, semakin volatil). Kelarutan alkohol dalam air semakin rendah seiring bertambah panjangnya rantai hidrokarbon. Hal ini disebabkan karena alkohol memiliki gugus OH yang bersifat polar dan gugus alkil (R) yang bersifat nonpolar, sehingga makin panjang gugus alkil makin berkurang kepolarannya.

Reaktifitas alkohol diketahui dari berbagai reaksi seperti:

1. **Reaksi Oksidasi**, alkohol dapat digunakan untuk membedakan alkohol primer, sekunder dan tersier. Alkohol primer akan teroksidasi menjadi aldehida dan pada oksidasi lebih lanjut akan menghasilkan asam karboksilat. Alkohol sekunder akan teroksidasi menjadi keton. Sedangkan alkohol tersier tidak dapat teroksidasi.
2. **Reaksi Pembakaran**, Alkohol dapat dibakar menghasilkan gas karbon dioksida dan uap air dan energi yang besar. Saat ini Indonesia sedang mengembangkan bahan bakar alkohol yang disebut dengan Gasohol.
3. **Reaksi Esterifikasi**, Pembentukan ester dari alkohol dapat dilakukan dengan mereaksikan alkohol dengan asam karboksilat. Dalam reaksi ini akan dihasilkan air dan ester. Molekul air dibentuk dari gugus OH yang berasal dari karboksilat dan hidrogen yang berasal dari gugus alkohol.

4. **Reaksi dengan Asam Sulfat Pekat**, Reaksi alkohol dengan asam sulfat pekat akan menghasilkan produk yang berbeda tergantung pada temperatur pada saat reaksi berlangsung.
5. **Reaksi dengan Halida (HX, PX<sub>3</sub>, PX<sub>5</sub> atau SOCl<sub>2</sub>)**, Reaksi ini merupakan reaksi substitusi gugus OH dengan gugus halida (X).

No	Karakteristik	Satuan	Nilai
1.	Densitas	gr/cm	0.789
2.	Massa Molar	gr/mol	46.07
3.	Titik Leleh	°C	-114.3
4.	Titik Didih	°C	78
5.	Viskositas	Cp	1200
6.	Titik Nyala	°C	13
7.	Keasaman (pKa)	-	15.9

*Tabel 2.1 Sifat Fisika Etanol*

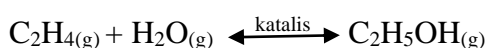
### 2.1.2. Sifat Kimia Etanol

1. Ikatan Hidrogen, Antarmolekul hidrogen terdapat ikatan hidrogen.
2. Kepolaran, Alkohol bersifat polar karena memiliki gugus OH.
3. Reaksi Dengan Logam, Alkohol kering dapat bereaksi dengan logam K dan Na.
4. Oksidasi, Alkohol primer dan sekunder dapat dioksidasi dengan menggunakan oksidator, tetapi alkohol tersier tidak.

### 2.1.3. Pembuatan Etanol

Etanol diproduksi oleh hidrasi katalitik langsung etena dengan adanya uap, menggunakan asam fosfat teradsorpsi pada permukaan padat (silika) sebagai katalis dalam *fix bed reactor*.

Reaksi ini berlangsung secara *reversible* dan eksotermik :



Dari persamaan kesetimbangan, dapat dilihat bahwa konversi bahan baku etanol disukai oleh suhu yang rendah, tekanan tinggi, dan konsentrasi uap tinggi. Untuk mencapai laju reaksi diterima, suhu 500 K digunakan dengan adanya katalis. Meningkatkan tekanan mendorong reaksi ke sisi produk, tetapi juga menyebabkan polimerisasi etena. Tekanan yang lebih tinggi juga berarti peningkatan biaya modal dan operasional. Dalam prakteknya, proses ini umumnya dioperasikan di bawah tekanan 60 – 70 atm.

Selain itu, etanol dihasilkan dari fermentasi sari buah-buahan dibawah pengaruh yeast. Reaksi tersebut saat ini diketahui melibatkan enzim bertindak dalam mengkatalis perubahan gula menjadi etanol dan CO<sub>2</sub>. Nama enzim tersebut adalah *zymase*. Proses ini, etanol yang dihasilkan sekitar 12% dan untuk hasil yang murni dilakukan penyulingan. Proses fermentasi menghasilkan etanol tidak bisa memenuhi kebutuhan yang ada di dunia, maka dilakukan proses pembuatan etanol secara industri dengan hidrasi etena. Pembuatan etanol ini melibatkan etena dengan asam sulfat 98% untuk membentuk hasil antara etilhidrogen sulfat, yang kemudian bereaksi dengan air pada tahap kedua untuk menghasilkan alkohol.

Distilasi etanol dari larutannya dalam air selalu menghasilkan campuran yang mengandung etanol paling banyak 95%. Etanol murni yang biasa disebut alkohol mutlak dapat dibuat dengan beberapa cara, salah satunya pencampuran larutan etanol 95% dengan kapur tohor (CaO) yang bereaksi dengan air membentuk Ca(OH)<sub>2</sub>.

Berikut beberapa tanaman yang digunakan untuk membuat alkohol.

1. *Arzucaria araucana* atau disebut **Monkey Puzzle Tree** adalah tanaman asli Chile dan Argentina. Pohon ini diperkirakan telah hidup sejak 180 juta tahun yang lalu. Pohon ini menghasilkan seperti almond yang biasa direbus dan difermentasi oleh penduduk asli untuk membuat minuman yang mengandung alkohol.
2. Wortel putih atau disebut juga Parsnip biasa digunakan untuk membuat *wine* oleh masyarakat Inggris. Wortel putih ini biasanya direbus dan dicampur dengan gula dan air, kemudian difermentasikan

dengan jamur liar. Minuman beralkohol dari wortel putih ini biasanya dibuat di rumah dan tidak diperjual belikan

3. Jambu Monyet, Karena phon jambu monyet termasuk dalam keluarga *poison ivy* dan *poison oak*, maka semua bagian pohon ini bisa menyebabkan gatal-gatal, kecuali buahnya. Buah ini berasal dari Brazil, namun juga tumbuh di India dan Asia Tenggara. Di India, jambu monyet dihancurkan, difermentasi, kemudian dijadikan minuman beralkohol yang disebut feni
4. Sorgum adalah kerabat dekat gandum dan malt yang biasa dikonsumsi oleh orang Afrika. Meski biasa digunakan untuk membuat roti dan makanan, sorgum juga bisa direbus dan difermentasikan untuk dijadikan minuman beralkohol. Minuman beralkohol di China yang bernama mao-tai juga dibuat dari Sorgum.
5. *Spuce Tree* adalah salah satu pohon dari genus *Picea* yang sekerabat dengan phon cemara dan pinus. Merebus daun spruce dalam air dan teh, kemudian mencampurkannya dengan gandum untuk difermentasikan. Sebab tanaman ini bisa membuat minuman beralkohol. Minuman *spuce* baik untuk kesehatan ketika tak ada makanan yang bisa dikonsumsi.
6. Pisang , tanaman pisang pada petani di Uganda menanam dua macam pisang, yaitu untuk dimasak dan pisang yang akan digunakan untuk membuat bir. Minuman bir yang terbuat dari pisang merupakan minuman hasil buatan rumah yang dibuat dengan menghancurkan pisang mentah lengkap dengan kulitnya, kemudian menyadap airnya. Setelah didapat, jus pisang tersebut difermentasikan hingga dua hari sebelum siap untuk dijadikan minuman.
7. Lidah buaya , pada lidah buaya akan terasa pahit jika dimasukkan dalam minuman. Rasa pahit tersebut merupakan hasil zat di dalamnya yang bernama *aloin*. *Zataloin* ini membuat lidah buaya tak nikmat dikonsumsi, namun justru digunakan untuk membuat minuman

beralkohol. Pembuat minuman dan bir biasa menggunakan zat dalam lidah buaya ini sebagai penambah rasa dalam minuman mereka

8. Sundew adalah salah satu tanaman pemakan serangga. Di dalam perangkapnya, sundew memiliki nektar yang manis dan lengket. Inilah yang digunakan untuk membuat minuman. Biasanya minuman dibuat menggunakan nektar serta serangga yang terjebak didalamnya. Bahan ini kemudian direbus bersama rempah-rempah dan tanaman herbal untuk dijadikan minuman beralkohol.

#### **2.1.4. Aplikasi Etanol**

Etanol yang berasal dari fermentasi tumbuhan (misalnya tebu dan beras) adalah etanol yang digunakan untuk minuman beralkohol (misalnya : bir, wiski, gin dan vodka). Selain itu juga bioetanol dari tumbuhan ini digunakan untuk biofuel. Dari penggunaan bioetanol selama ini yang paling penting adalah sebagai bahan bakar untuk mobil, tetapi dengan peningkatan dalam pembuatan etana. Penggunaan utama etanol yang dihasilkan dari etana adalah sebagai bahan kimia dasar untuk pembuatan eter glikol, ethanolamies, dan etil propenoate. Selain itu juga digunakan sebagai pelarut dalam pembuatan kosmetik, farmasi, deterjen, tinta dan coating.

#### **2.2. Metanol**

Metanol juga dikenal sebagai metil alkohol adalah senyawa kimia dengan rumus kimia ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ). Metanol merupakan bentuk alkohol paling sederhana. Pada keadaan atmosfer metanol berbentuk cairan yang ringan, mudah menguap, tidak berwarna, mudah terbakar, dan beracun dengan bau yang khas (berbau lebih ringan daripada etanol). Metanol diproduksi secara alami oleh metabolisme anaerobik oleh bakteri. Hasil proses tersebut adalah uap metanol (dalam jumlah kecil) di udara. Setelah beberapa hari, uap metanol tersebut akan teroksidasi oleh oksigen dengan bantuan sinar matahari menjadi karbon dioksida dan air.

Metanol digunakan sebagai bahan pendingin anti beku, pelarut, bahan bakar dan sebagai bahan additif bagi etanol industri. Penggunaan metanol sebagai bahan bakar mulai mendapat perhatian ketika krisis minyak bumi terjadi pada tahun 1970-an karena metanol mudah tersedia dan murah. Masalah timbul pada pengembangan awalnya untuk campuran

metanol-bensin. Untuk menghasilkan harga yang lebih murah, beberapa produsen cenderung mencampur metanol lebih banyak. Produsen lainnya menggunakan teknik pencampuran dan penanganan yang tidak tepat. Akibatnya, hal ini menurunkan mutu bahan bakar yang dihasilkan.

Akan tetapi, metanol masih untuk digunakan sebagai bahan bakar bersih. Mobil-mobil dengan bahan bakar fleksibel yang dikeluarkan oleh General Motors, Ford dan Chrysler dapat beroperasi dengan setiap kombinasi etanol, metanol atau bensin.

Berikut MSDS (*Material Safety Data Sheet*) dari penggunaan produk metanol:

### **1. Identifikasi**

Nama produk : Methanol

Nomor CAS : 67-56-1 Fitur

Penggunaan : Pelarut, bahan bakar, bahan baku

### **2. Identifikasi Hazard**

Dapat terurai pada suhu tinggi membentuk karbon monoksida dan formaldehida. Dapat menyebabkan sakit kepala, mual, pusing, mengantuk, dan efek penglihatan berat, termasuk peningkatan sensitivitas terhadap cahaya.

**Iritasi** : Menyebabkan gangguan mata.

### **3. Tindakan pertolongan pertama**

**Inhalasi** : Methanol adalah beracun dan mudah terbakar. Mengambil tindakan pencegahan yang tepat untuk memastikan keselamatan Anda sendiri sebelum mencoba penyelamatan (memakai alat pelindung yang

sesuai). Hapus sumber kontaminasi atau memindahkan korban ke udara segar, memberikan terapi oksigen jika tersedia. Segera mengangkut korban ke fasilitas perawatan darurat.

**Kontak Kulit** : Hindari kontak langsung. Kenakan pakaian pelindung kimia, jika perlu. Secepat mungkin, lepaskan pakaian yang terkontaminasi, sepatu dan barang-barang kulit (misal : ikat pinggang). Segera siram dengan hangat, lembut mengalir air selama 15-20 menit. segera mendapatkan perhatian medis. Benar-benar dekontaminasi pakaian, sepatu dan barang-barang kulit sebelum digunakan kembali atau membuang.

**Kontak Mata** : Hindari kontak langsung. Memakai kacamata pelindung kimia, jika perlu. Segera menyiram mata terkontaminasi dengan hangat, air yang mengalir lembut selama 15-20 menit, sedangkan memegang kelopak mata terbuka. Jika lensa kontak hadir, Jangan menunda irigasi atau upaya untuk menghapus lensa sampai pembilasan dilakukan. Jaga tidak bilas air yang terkontaminasi ke dalam mata terpengaruh atau ke wajah. Segera mendapatkan perhatian medis.

**Tertelan** : Jangan pernah memberikan apapun melalui mulut jika korban dengan cepat kehilangan kesadaran, tidak sadar atau kejang. Memiliki kumur korban secara menyeluruh dengan air. Jangan memaksakan muntah. Jika muntah terjadi secara alami, memiliki kumur korban dengan air lagi. Cepat mengangkut korban ke fasilitas perawatan darurat.

#### **4. Tindakan Pemadam Kebakaran**

**Media pemadam api** : *Synthetic* Api pertempuran busa AR-FFF (3% larutan), karbon dioksida, bubuk kimia kering, semprotan air atau kabut. Air mungkin efektif untuk pendinginan, menipiskan, atau pendispersi metanol, tetapi mungkin tidak efektif untuk memadamkan api karena tidak akan mendinginkan metanol di bawah titik flash. Pemadam kebakaran busa, seperti busa tahan-alkohol serbaguna, direkomendasikan untuk sebagian besar kebakaran cairan yang mudah terbakar. Jika air digunakan untuk pendinginan, solusi akan menyebar jika tidak terkandung. Campuran

metanol dan air pada konsentrasi yang lebih besar dari 20% metanol bisa membakar.

**Bahaya khusus timbul dari Chemical Hasil Pembakaran Berbahaya :**

Selama terjadi kebakaran, karbon monoksida, karbon dioksida dan menjengkelkan dan gas beracun seperti formaldehyde dapat dihasilkan.

**5. Saran untuk Pemadam Kebakaran**

**Prosedur Pemadaman Api :** Evakuasi daerah dan melawan api dari jarak yang aman atau dilindungi lokasi. Pendekatan api searah dengan angin. Dinginkan wadah api terkena, tank atau peralatan oleh menerapkan selang sungai.

**Peralatan khusus pelindung untuk Pemadam Kebakaran :** wajah penuh, tekanan positif, mandiri alat bantu pernapasan (NIOSH disetujui atau setara) atau maskapai penerbangan dan kimia yang tepat pelindung pemadam kebakaran pakaian.

CATATAN: Penggunaan masker cartridge tidak dianjurkan.

**6. Tindakan terhadap tumpahan**

Rendam tumpahan dengan bahan penyerap yang tidak bereaksi dengan bahan kimia tumpah . Masukkan materi di cocok , ditutupi , wadah berlabel . daerah siram dengan air . bahan penyerap yang terkontaminasi dapat menimbulkan bahaya yang sama sebagai produk tumpah .

**7. Penanganan dan penyimpanan Pencegahan untuk Penanganan**

Dilarang merokok atau api terbuka di penyimpanan, penggunaan atau area penanganan. Menggunakan ledakan peralatan listrik bukti. Pastikan listrik landasan dan ikatan peralatan yang tepat prosedur di tempat.

**Penyimpanan :** Simpan bahan ini di tempat yang sejuk, dan kering berventilasi jauh dari oksidasi bahan dan atmosfer korosif, di daerah tahan api. Menjaga jumlah dalam penyimpanan untuk minimum. area

penyimpanan harus diidentifikasi secara jelas, bebas dari halangan dan dapat diakses hanya untuk dilatih dan petugas yang berwenang. Memiliki alat pemadam kebakaran dan pembersihan tumpahan peralatan yang tepat di atau dekat area penyimpanan. Menyimpan sebagai persediaan dari oksidasi kuat, asam mineral dan logam. Simpan jauh dari panas dan pengapian sumber dan dari sinar matahari langsung. tempat penyimpanan pos sebagai daerah "No Smoking".

#### **8. Kontrol paparan / perlindungan personal**

Batas terbuka ACGIH Waktu-*Weighted Average* (TLV-TWA): 200 ppm

Kulit Batas Jangka Pendek Paparan (TLV-STEL): 250 ppm

Kulit TLV Dasar - Efek Kritis: Sakit kepala; kerusakan mata; Pusing; Mual  
Perlindungan pribadi Mata Perlindungan / wajah: kacamata keselamatan kimia. Sebuah pelindung wajah juga mungkin diperlukan.

Perlindungan kulit: sarung tangan pelindung kimia, baju, sepatu, dan / atau lainnya kimia pelindung pakaian. Keselamatan *shower / eye-wash* air mancur harus tersedia dalam pekerjaan langsung daerah.

Pelindung tangan: *Butyl* atau Viton. Sejak metanol diakui sebagai bahaya penyerapan kulit, memeriksa dengan produsen sarung tangan untuk bahan yang sesuai sarung tangan, ketebalan dan ketahanan terhadap penerobosan.

Perlindungan pernafasan: perlindungan pernapasan harus dipakai ketika ada potensi untuk melebihi persyaratan batas paparan atau petunjuk.

Gunakan tekanan positif *full face* mandiri peralatan pernapasan disetujui atau respirator udara wajah penuh disediakan.

#### **9. Sifat fisik dan kimia**

Penampilan : Cairan, jelas, tidak berwarna

Bau : bau alkohol karakteristik

pH : Tidak berlaku

Titik beku : -97,8 °C

Titik didih : 64,7 °C

Rentang didih	: Tidak ditentukan
Titik Nyala	: 11.0°C
Kelarutan	: <i>Completely</i> larut
Kelarutan Pelarut	: Larut dalam semua proporsi dalam etanol, benzena, alkohol lainnya, kloroform, dietil eter, eter lainnya, ester, keton dan paling pelarut organik Suhu kritis: 239,4°C
Berat Jenis	: 0,791-0,793 g/cm <sup>3</sup>

#### 10. Stabilitas dan reaktifitas

Stabilitas Kimia	: Stabil sebagai disediakan .
Kemungkinan Reaksi Berbahaya	: Polimerisasi tidak akan terjadi.
Penguraian Produk	: Terurai pada pemanasan untuk menghasilkan karbon monoksida dan formaldehida .

#### 11. Informasi Toksikologi Toksisitas

Toksisitas tidak ada pada data relevan dan tidak ditemukan toksisitas kronis dan karsinogenik yang terdaftar di IARC , NTP , ACGIH OR OSHA sebagai *karsinogen* dan *teratogenicity*, *embryotoxicity* atau *fetotoxicity* metanol telah menghasilkan fetotoxicity pada tikus dan teratogenik pada tikus terkena terhirup ke konsentrasi tinggi yang tidak menghasilkan toksisitas yang signifikan .

##### 2.2.1. Sifat Kimia dan Fisika Metanol

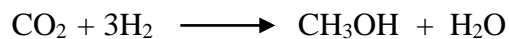
- Sifat fisika Metanol (CH<sub>3</sub>OH) :
  - Massa molar : 32.04 g/mol
  - Berwarna bening
  - Densitas : 0.7918 g/cm<sup>3</sup>,
  - Titik leleh : -97 °C, -142.9 °F (176 K),
  - Titik didih : 64.7 °C, 148.4 °F (337.8 K).
  - Kelarutan dalam air : *Fully miscible*

- Keasaman (pKa) : ~ 15.5
  - Viskositas : 0.59 mPa·s at 20 °C
  - Momen dipol : 1.69
2. Sifat Kimia Metanol:
- Mudah terbakar
  - Beracun
  - Mudah menguap
  - Tidak berwarna
  - Bau yang khas (berbau lebih ringan daripada etanol)

### 2.2.2. Pembuatan Metanol dari Hidrogenasi Katalitik CO<sub>2</sub>

Untuk mengurangi efek CO<sub>2</sub> terhadap lingkungan, dibutuhkan usaha memanfaatkan gas tersebut menjadi produk yang berguna. Salah satu alternatif memanfaatkan CO<sub>2</sub> adalah hidrogenasi katalitik gas CO<sub>2</sub> menjadi metanol.

Metanol dapat dibuat dari hidrogenasi katalitik CO<sub>2</sub>, dengan reaksi sebagai berikut :



Melalui reaksi ini, CO<sub>2</sub> dapat dikonversi menjadi metanol. Konversi tersebut dapat ditingkatkan dengan penggunaan katalis yang berperan mempercepat jalannya reaksi dan mengarahkan reaksi sesuai yang diinginkan.

Metanol adalah salah satu produk pemanfaatan CO<sub>2</sub> yang dapat diubah menjadi bahan bakar hidrokarbon cair melalui teknologi konversi yang tersedia pada saat ini. Metanol juga merupakan salah satu produk kimia utama yang dalam jumlah besar digunakan sebagai bahan baku pada berbagai industri seperti formaldehida, klorometana, amina asetat dan juga sebagai alternative energi baru yang ramah lingkungan. Dilihat dari cukup bervariasinya penggunaan metanol, maka perlu dilakukan studi mengenai konversi gas CO<sub>2</sub> menjadi metanol.

Kendala yang dihadapi dalam sintesis metanol melalui reaksi hidrogenasi katalitik CO<sub>2</sub> diantaranya yaitu:

- a. Kondisi operasi tekanan dan temperatur sintesis metanol relatif tinggi. Hal ini menyebabkan tingginya biaya investasi dan operasional.
- b. Konversi CO<sub>2</sub> dan selektivitas yang rendah sehingga membutuhkan investasi besar untuk mendaur ulang umpan CO<sub>2</sub> yang tidak terkonversi.
- c. Belum ditemukannya katalis yang optimal untuk mengkonversi CO<sub>2</sub> dengan selektivitas yang tinggi terhadap metanol.

Untuk mengatasi kendala tersebut adalah dengan menambahkan katalis berbasis Cu dan Zn karena kedua komponen tersebut aktif dalam sintesis metanol. Usaha untuk meningkatkan aktivitas katalis agar dapat digunakan pada kondisi operasi yang lebih rendah, dilakukan dengan menambahkan aditif seperti Al, Cr, Mn, Pd, Zr dan Ga untuk membentuk katalis multi komponen.

### **2.2.3. Aplikasi Metanol**

#### **2.2.3.1. Metanol Sebagai Bahan Bakar**

Metanol adalah bahan bakar yang ramah lingkungan, pembakaran methanol jika dibakar akan menghasilkan karbon dioksida dan air. Metanol bisa digunakan sebagai sebuah aditif petrol untuk meningkatkan pembakaran, atau kegunaannya sebagai sebuah bahan bakar independen (sekarang sementara diteliti).

Jika dibandingkan dengan bensin, yang biasanya ditambah zat antiketuk untuk menambah nilai oktan. Salah satu zat antiketuk yang digunakan untuk menambah nilai oktan bensin adalah TEL (*Tetra Ethyl Lead*). Lead = Timbal / Pumbum (Pb) tidak bereaksi dengan oksigen sehingga emisi pembakaran kendaraan yang menggunakan bensin ber-TEL adalah timbal (Pb), dan efek dari timbal adalah kerusakan permanen pada otak bagi orang yang menghirupnya. Sehingga sekarang TEL dilarang penggunaannya dan diganti dengan bensin super TT (*Tanpa Timbal*). Pada bensin super TT MTBE (*Methyl Tertiary Buthyl Ether*).

Metanol dapat digunakan sebagai senyawanya sendiri atau direaksikan dengan minyak seperti triolein (minyak zaitun) menjadi ester (metil oleat) dengan katalis NaOH dan hasil samping gliserol. Sebagai senyawanya sendiri, metanol

pada suhu 15 °C dapat dicampurkan dengan BBM yang disebut dengan bioalkohol. Bioalkohol mampu menghasilkan panas yang lebih besar daripada BBM.

Kandungan metanol dalam BBM tidaklah dapat melewati 15 % untuk campuran homogen tanpa menggunakan zat-zat tambahan. Hal ini karena produk alkana bersifat nonpolar sedangkan metanol bersifat polar sehingga kelarutan metanol adalah rendah dalam senyawa alkana. Tetapi pencampuran metanol pada BBM dengan kadar 15 % juga menimbulkan masalah terutama di daerah dingin. Hal ini karena pada suhu 0°C, metanol tidak larut sepenuhnya dan tampak memisah dengan BBM. Semakin rendah suhu, maka kelarutan senyawa akan semakin rendah. Tetapi, metanol 15 % pun jika dibiarkan beberapa menit, ia akan memisah. Hal ini biasanya terjadi selama proses pembakaran .

Metanol merupakan bagian sederhana dari alkohol yang mudah menarik uap air yang terdapat di atmosfer. Oleh karena itu, jika kandungannya pada BBM besar, maka akan menyebabkan korosi besi pada komponen mesin sehingga dapat merusak komponen mesin. Selain itu, karena pembakarannya yang terlalu cepat, maka memperbesar terjadinya *knocking* pada mesin kendaraan.

Kandungan metanol paling irit dimana bahan bakar menghasilkan karbon monoksida paling sedikit dengan kandungan air seminimal mungkin adalah pada konsentrasi 5 %. Semakin rendah kadar metanol dalam BBM, maka gas buangan karbon monoksida semakin besar tetapi kandungan airnya semakin kecil. Sebaliknya, semakin tinggi kadar metanol dalam BBM, maka gas buangan karbon monoksida semakin kecil tetapi kandungan airnya semakin besar .

Pembakaran semakin sempurna dengan bertambah pendeknya rantai karbon. Dengan mencampurkan metanol ke dalam bahan bakar minyak, maka akan meningkatkan bilangan oktan dari bahan bakar minyak tersebut. Bahan aditif yang dapat ditambahkan dengan metanol agar kelarutannya dalam BBM semakin tinggi antara lain yang terbaik adalah sabun atau detergen (Zenta, 2009). Hal ini karena sabun dan detergen dapat mengikat metanol yang polar pada bagian abu alkalinnya sekaligus mengikat senyawa hidrokarbon pada bahan bakar minyak yang nonpolar pada bagian asam lemak atau gliserolnya. Hal ini memungkinkan

dibuatnya metanol 20 % atau bahkan lebih. Namun, perlu diingat bahwa semakin banyak kandungan metanol dalam BBM juga mendorong semakin besar terjadinya korosi dan knocking.

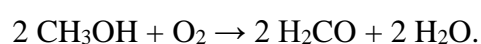
Kelarutan suatu senyawa berkurang dengan menurunnya suhu. Akibatnya, pada daerah dingin, kita tidak dapat membuat metanol 15 % dalam BBM. Selain itu, metanol 15 % dapat dengan sendirinya memisah dengan BBM selama proses pembakaran. Hal ini mungkin karena selama proses pembakaran, metanol mengadakan kontak dengan udara yang mengandung uap air. Metanol akan menyerap uap air sehingga metanol semakin dijenuhkan oleh kandungan air. Akibatnya, dalam beberapa menit, metanol akan memisah dari BBM.

Berdasarkan fakta-fakta di atas, baik metanol maupun dalam bentuk metil esternya sebaiknya digunakan dalam konsentrasi 5 % sampai kurang dari 15 % saja untuk menjaga keawetan mesin kendaraan dan untuk menjaga kemungkinan metanol dan BBM tidak akan memisah pada penurunan suhu.

### **2.2.3.2. Metanol Sebagai Bahan Dasar Formalin**

Formalin, adalah sebutan dari senyawa kimia formaldehida (juga disebut metanal), merupakan aldehida berbentuknya gas dengan rumus kimia  $\text{H}_2\text{CO}$ . Formaldehida bisa dihasilkan dari pembakaran bahan yang mengandung karbon. Terkandung dalam asap pada kebakaran hutan, knalpot mobil, dan asap tembakau. Dalam atmosfer bumi, formaldehida dihasilkan dari aksi cahaya matahari dan oksigen terhadap metana dan hidrokarbon lain yang ada di atmosfer. Formaldehida dalam kadar kecil sekali juga dihasilkan sebagai metabolit kebanyakan organisme, termasuk manusia.

Secara industri, formaldehida dibuat dari oksidasi katalitik metanol. Katalis yang paling sering dipakai adalah logam perak atau campuran oksida besi dan molibdenum serta vanadium. Dalam sistem oksida besi yang lebih sering dipakai (proses Formox), reaksi metanol dan oksigen terjadi pada  $250^\circ\text{C}$  dan menghasilkan formaldehida, berdasarkan persamaan kimia :



Formaldehida dapat digunakan untuk membasmi sebagian besar bakteri, sehingga sering digunakan sebagai disinfektan dan juga sebagai bahan pengawet.

Sebagai disinfektan, Formaldehida dikenal dengan nama formalin dan dimanfaatkan sebagai pembersih lantai, kapal, gudang dan pakaian.

Formaldehida juga dipakai sebagai pengawet dalam vaksinasi. Dalam bidang medis, larutan formaldehida dipakai untuk mengeringkan kulit, misalnya mengangkat kutil. Larutan dari formaldehida sering dipakai dalam membalsem untuk mematikan bakteri serta untuk sementara mengawetkan bangkai.

Dalam industri, formaldehida kebanyakan dipakai dalam produksi polimer dan rupa-rupa bahan kimia. Jika digabungkan dengan fenol, urea, atau melamina, formaldehida menghasilkan resin termoset yang keras. Resin ini dipakai untuk lem permanen, misalnya yang dipakai untuk kayulapis/tripleks atau karpet. Juga dalam bentuk busa-nya sebagai insulasi. Lebih dari 50% produksi formaldehida dihabiskan untuk produksi resin formaldehida.

Untuk mensintesis bahan-bahan kimia, formaldehida dipakai untuk produksi alkohol polifungsional seperti pentaeritritol, yang dipakai untuk membuat cat bahan peledak. Turunan formaldehida yang lain adalah metilena difenil diisosianat, komponen penting dalam cat dan busa poliuretana, serta heksametilena tetramina, yang dipakai dalam resin fenol-formaldehida untuk membuat RDX (bahan peledak). Sebagai formalin, larutan senyawa kimia ini sering digunakan sebagai insektisida serta bahan baku pabrik-pabrik resin plastik dan bahan peledak.

Secara umum formalin mempunyai kegunaan sebagai berikut;

1. Pengawet mayat
2. Pembasmi lalat dan serangga pengganggu lainnya.
3. Bahan pembuatan sutra sintetis, zat pewarna, cermin, kaca
4. Pengeras lapisan gelatin dan kertas dalam dunia Fotografi.
5. Bahan pembuatan pupuk dalam bentuk urea.
6. Bahan untuk pembuatan produk parfum.
7. Bahan pengawet produk kosmetika dan pengeras kuku.
8. Pencegah korosi untuk sumur minyak
9. Dalam konsentrasi yang sangat kecil (kurang dari 1%), Formalin digunakan sebagai pengawet untuk berbagai barang konsumen seperti

pembersih barang rumah tangga, cairan pencuci piring, pelembut kulit, perawatan sepatu, shampoo mobil, lilin, dan pembersih karpet.

### **2.2.3.3. Metanol Sebagai Zat Antibeku**

Di negara yang bermusim dingin, methanol digunakan sebagai zat antibeku pada radiator mobil. Pada musim dingin jika cairan yang digunakan pada radiator adalah air, maka air tersebut akan membeku dan berdampak pada kerusakan mesin. Untuk mengatasinya digunakan metanol.

## **2.3. Distilasi**

### **2.3.1. Pengertian Distilasi**

Distilasi adalah cara pemisahan zat cair dari campurannya berdasarkan perbedaan titik didih atau berdasarkan kemampuan zat untuk menguap. Dimana zat cair dipanaskan hingga titik didihnya, serta mengalirkan uap ke dalam alat pendingin (kondensor) dan mengumpulkan hasil pengembunan sebagai zat cair. Pada kondensor digunakan air yang mengalir sebagai pendingin. Air pada kondensor dialirkan dari bawah ke atas, hal ini bertujuan supaya air tersebut dapat mengisi seluruh bagian pada kondensor sehingga akan dihasilkan proses pendinginan yang sempurna.

Saat suhu dipanaskan, cairan yang titik didihnya lebih rendah akan menguap terlebih dahulu. Uap ini akan dialirkan dan kemudian didinginkan sehingga kembali menjadi cairan yang ditampung pada wadah terpisah. Zat yang titik didihnya lebih tinggi masih tertinggal pada wadah semula.

### **2.3.2. Prinsip Distilasi**

Prinsip dari distilasi adalah penguapan dan pengembunan kembali uapnya dari tekanan dan suhu tertentu. Tujuan dari distilasi adalah pemurnian zat cair pada titik didihnya dan memisahkan cairan dari zat padat. Uap yang dikeluarkan dari campuran disebut sebagai uap bebas. Kondensat yang jatuh sebagai distilat dan bagian cair yang tidak menguap sebagai residu. Apabila yang diinginkan adalah bagian bagian campurannya yang tidak teruapkan dan bukan distilatnya maka proses tersebut dinamakan pengentalan dengan evaporasi.

Distilasi adalah sebuah aplikasi yang mengikuti prinsip-prinsip "Jika suatu zat dalam larutan tidak sama-sama menguap, maka uap larutan akan mempunyai komponen yang berbeda dengan larutan aslinya". Jika salah satu zat menguap dan yang lain tidak, pemisahan dapat terjadi sempurna. Tetapi jika kedua zat menguap tetapi tidak sama, maka pemisahannya hanya akan terjadi sebagian, akan tetapi distilat atau produk akan menjadi kaya pada suatu komponen dari pada larutan aslinya.

### 2.3.3. Jenis Distilasi

Distilasi dapat dibedakan menjadi beberapa macam, yaitu:

1. Distilasi batch ini merupakan salah satu jenis operasi yang tak tunak (*unsteady*). Sama halnya dengan reaktor, pada distilasi jenis ini tidak memiliki aliran masuk dan keluar. Distilasi batch terjadi jika dilakukan untuk satu kali proses, yakni bahan dimasukkan dalam peralatan, diproses kemudian diambil hasilnya (distilat dan residu).

Keuntungan dari distilasi batch yaitu :

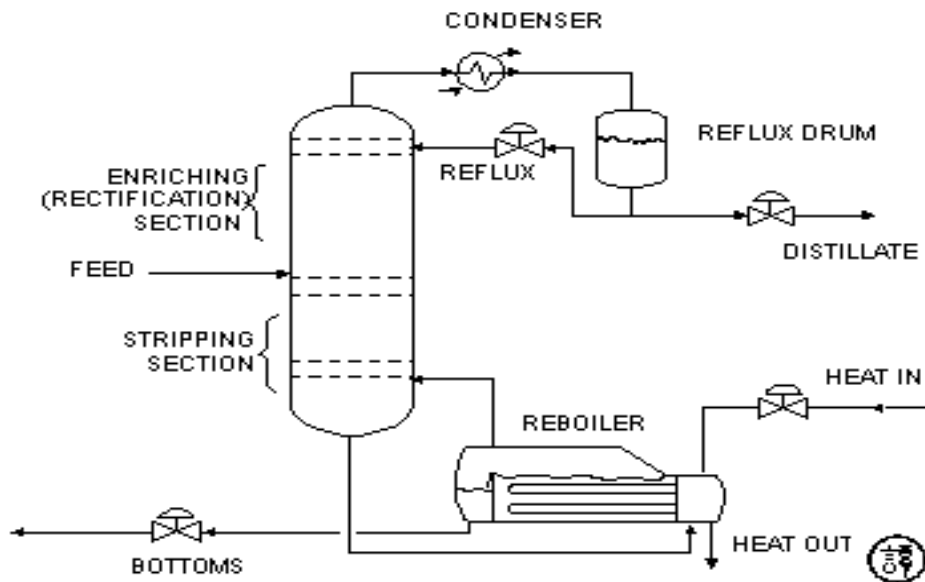
- Dalam volume yang kecil, proses ini lebih menguntungkan.
  - Lebih mudah mengalami perubahan pada formulasi produk.
  - Lebih fleksibel dalam perubahan laju produksi.
  - Dapat menggunakan alat multi - *purpose* yaitu untuk proses produksi dari plant yang sama ketika peralatan yang bisa dipakai sedang dalam proses pembersihan karena *fouling* atau proses sterilisasi.
2. Distilasi kontinyu adalah distilasi yang terjadi jika prosesnya berlangsung secara terus menerus. Ada aliran bahan masuk sekaligus aliran bahan keluar. Rangkaian alat distilasi yang banyak digunakan di industri contohnya adalah jenis *tray tower* dan *packed tower*.
  3. Distilasi vakum, adalah distilasi dengan cairan diuapkan pada tekanan rendah, jauh dibawah titik didih dan mudah terurai.
  4. Distilasi bertingkat atau distilasi terfraksi yaitu proses yang komponen-komponennya secara bertingkat diuapkan dan diembunkan.

Penyulingan terfraksi berbeda dari distilasi biasa, karena ada kolom fraksinasi di mana ada proses refluks. Distilasi ini biasanya digunakan untuk memisahkan campuran zat cair yang mempunyai perbedaan titik didih tidak berbeda banyak. Distilasi jenis ini dapat digunakan untuk memisahkan zat yang mempunyai rentang perbedaan titik didih hingga di bawah 30<sup>0</sup>C. Distilasi ini juga dilaksanakan pada tekanan tetap.

5. Distilasi azeotrop yaitu distilasi dengan menguapkan zat cair tanpa perubahan komposisi. Jadi ada perbedaan komposisi antara fase cair dan fase uap, dan hal ini merupakan syarat utama supaya pemisahan dengan distilasi dapat dilakukan. Jika komposisi fase uap sama dengan komposisi fase cair, maka pemisahan dengan distilasi tidak dapat dilakukan. Distilasi sering digunakan dalam proses isolasi komponen, pemekatan larutan, dan juga pemurnian komponen cair.

#### 2.3.4. Skema Distilasi

Skema tipe unit distilasi dengan sebuah arus umpan dan dua arus produk ditunjukkan seperti berikut :



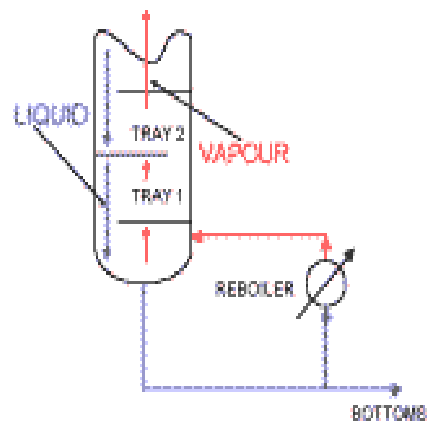
Gambar 2.1 Skema Destilasi

Pada percobaan distilasi rangkaian alat juga perlu diperhatikan, pastikan antara sambungan bagian yang satu dengan sambungan bagian yang lainnya tidak

terjadi kebocoran. Karena apabila terjadi kebocoran distilat yang terbentuk menjadi lebih sedikit karena ada sebagian uap yang keluar dari rangkaian distilasi. Pemisahan komponen dari campuran cairan melalui distilasi tergantung atas perbedaan titik didih masing-masing komponen. Juga, tergantung atas konsentrasi komponen yang ada, campuran cairan akan memiliki karakteristik titik didih yang berbeda. Karenanya, proses distilasi tergantung atas karakteristik tekanan uap campuran cairan. Tekanan uap suatu cairan pada suhu tertentu merupakan tekanan kesetimbangan yang dilakukan oleh molekul-molekul yang keluar dan masuk permukaan cairan.

Berikut beberapa hal penting untuk melihat tekanan uap :

- Masukan energi menaikkan tekanan uap.
- Tekanan uap terkait dengan pendidihan.
- Suatu cairan dikatakan “ mendidih” bilamana tekanan uapnya sama dengan tekanan sekitarnya.
- Kemudahan suatu cairan mendidih tergantung atas volatilitasnya.
- Cairan dengan tekanan uap tinggi ( cairan *volatile*) akan mendidih pada suhu lebih rendah.
- Tekanan uap dan titik didih campuran cairan tergantung atas jumlah relatif komponen di dalam campuran tersebut.
- Distilasi terjadi dikarenakan beda volatilitas komponen di dalam cairan campuran.



Gambar 2.2 Tray Umpan Distilasi

Campuran cairan yang akan diproses dikenal dengan umpan dan dimasukkan biasanya ditempat yang dekat dengan tengah-tengah kolom pada sebuah baki atau *tray* disebut *tray* umpan. Tray umpan membagi kolom menjadi bagian atas (pengayaan dan rektifikasi) dan bagian bawah (*stripping*). Umpan mengalir ke bawah kolom dimana dikumpulkan pada bagian bawah dalam reboiler.

Kalor dipasok ke reboiler untuk menghasilkan uap. Sumber masukan kalor dapat berupa fluida namun kebanyakan steam. Dalam refinasi, sumber pemanas dapat arus keluaran dari kolom lain. Uap diangkat di dalam reboiler kembali dimasukkan ke unit pada bagian bawah kolom. Cairan yang dilepas dari reboiler dikenal dengan produk bawah (*bottom product*) atau *bottom* saja.

Uap bergerak ke kolom bagian atas dan keluar pada bagian atas unit, didinginkan oleh kondensor. Cairan embun disimpan di dalam bejana yang dikenal dengan *reflux drum*. Sebagian cairan ini didaur ulang kembali ke bagian atas kolom dan disebut *reflux*. Cairan kondensasi yang dilepas sistem disebut distilat atau produk atas. Jadi terdapat aliran internal uap dan cairan di dalam kolom seperti juga aliran eksternal dari arus umpan dan produk, ke dalam dan ke luar kolom.

### 2.3.5. Desain Kolom Distilasi

Karakteristik kesetimbangan campuran uap-cair akan menentukan jumlah stasi (*stage*) dan akibatnya jumlah tray, yang diperlukan untuk pemisahan. Ini digambarkan jelas dengan penerapan metoda McCabe-Thiele untuk mendisain kolom biner.

Pendekatan McCabe-Thiele merupakan pendekatan grafis dan menggunakan plot kesetimbangan cairan-uap (VLE) untuk menentukan jumlah teoritis stasi (*stage*) yang diperlukan untuk menghasilkan separasi campuran biner.

Asumsi *overflow* molar konstan dan ini berarti bahwa:

- Kalor molar penguapan komponen secara kasar sama
- Dampak kalor (kalor larutan, kehilangan kalor ke dan dari kolom dll.) dapat diabaikan
- Untuk setiap mol uap terkondensasi, 1 mol cairan teruapkan

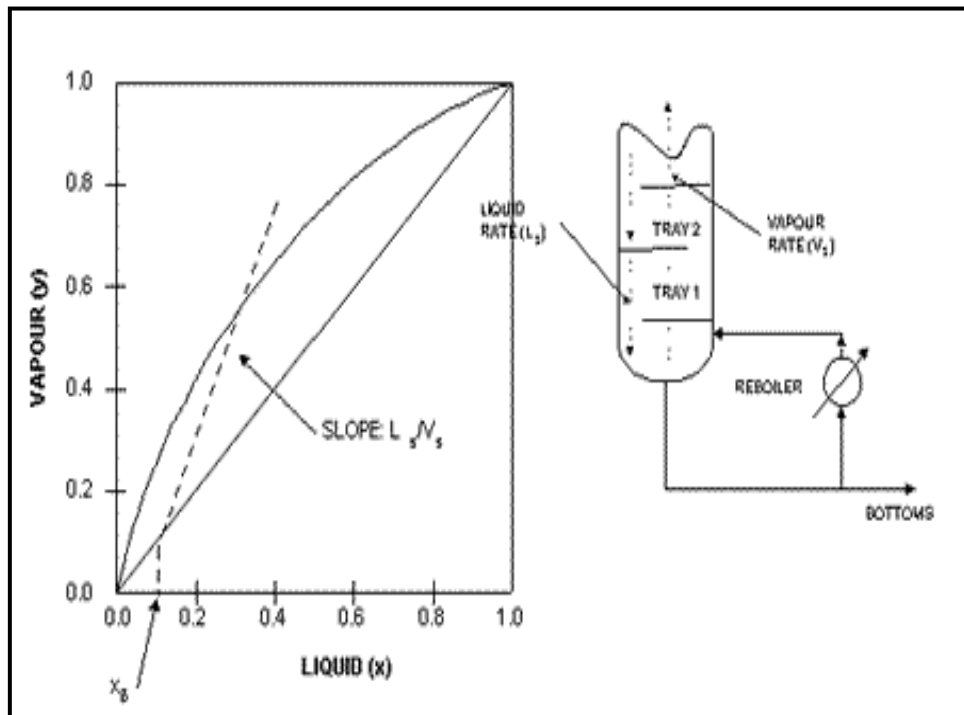
Prosedur perancangan sederhana, diketahui diagram kesetimbangan cairan-uap (VLE) campuran biner, garis operasi digambar terlebih dulu.

- Garis operasi menentukan kaitan neraca massa antara fasa cair dan uap di dalam kolom.
- Terdapat satu garis operasi untuk bagian bawah kolom (*stripping section*) dan satu untuk bagian atas kolom.
- Asumsi *overflow* molar konstan juga meyakinkan bahwa garis operasi adalah garis lurus.

#### **Garis operasi untuk bagian Rektifikasi :**

Pertama komposisi produk atas yang diinginkan diletakkan pada diagram VLE dan sebuah garis vertikal terbentuk sampai memotong garis diagonal yang memotong plot VLE setengahnya. Suatu garis dengan kelereng  $R/(R+1)$  kemudian digambar dari titik perpotongan ini seperti ditunjukkan dalam gambar dibawah ini.

Garis Operasi untuk bagian *stripping* dibuat dengan cara yang sama. Namun, titik awalnya adalah komposisi produk bawah yang diinginkan. Sebuah garis vertikal digambar dari titik ini ke garis diagonal serta garis dengan kelengkapan  $L_s/V_s$  digambar seperti ilustrasi diagram dibawah ini :



Gambar 2.3 Garis Operasi Reaktifitas

$L_s$  adalah laju cairan ke bagian *stripping* dari kolom, sementara  $V_s$  adalah laju uap naik ke bagian *stripping* dari kolom. Jadi, kelengkapan garis operasi untuk bagian *stripping* adalah rasio antara aliran cairan dan uap di bagian kolom tersebut. Garis ekuilibrium dan operasi dengan Metoda McCabe – Thiele berasumsi bahwa cairan pada *tray* dan uap di atasnya berada dalam kesetimbangan.

### 2.3.6. Faktor yang mempengaruhi Distilasi

Kinerja kolom distilasi ditentukan oleh banyak faktor, seperti contoh :

- a. Kondisi umpan
  - ✓ status umpan
  - ✓ komposisi umpan

- ✓ elemen-elemen kecil yang dapat mempengaruhi kesetimbangan cairan-uap (VLE) dari campuran cairan
- b. Kondisi cairan internal dan aliran fluida
- c. Keadaan *trays (packings)*
- d. Kondisi cuaca

#### 2.4. Unit Distilasi ILUDEST DN 50/6 LTR

No	Manufaktur	Type	Deskripsi
1	ILUDEST	Distillation Unit DN 50/6 LTR	Operasi manual
2	ILUDEST	Distillation Unit DN 50/6 LTR	Dokumentasi Elektronik

*Tabel 2.2 Spesifikasi Distilasi ILUDEST*

Unit distilasi ILUDEST adalah alat untuk melakukan proses pemisahan zat cair dari campurannya berdasarkan dengan adanya perbedaan titik didih atau berdasarkan kemampuan zat untuk menguap.

##### 2.4.1. Instruksi Operasi Alat Distilasi ILUDEST

Instruksi pengoperasian alat ini akan memberikan kemudahan untuk mengoperasikan unit dengan cepat. Untuk operasi yang aman pada sistem itu harus membaca dengan seksama semua instruksi dan keselamatan catatan unit distilasi.

Berikut langkah – langkah pengoperasian alat distilasi ILUDEST :

1. Mengaktifkan power utama sistem distilasi dan PC.
2. Buka cooling water sebagai media distilasi.
3. Mengisi komponen pada kolom distilasi, misalnya campuran etanol dan isopropanol.
4. Menutup kolom distilasi dan pastikan bahwa tidak ada titik koneksi terbuka.
5. Buka *flowchart* dan memeriksa suhu dan nilai-nilai tekanan yang muncul di layar dan memiliki nilai-nilai logis, terutama tidak boleh

ada nilai-nilai yang menunjukkan "888" (kelebihan suhu atau gangguan sinyal) atau "999" (hubungan arus pendek).

6. Pilih file proses yang sesuai dari kolom run dan simpan dengan nama baru. Melakukan perubahan nama data jika diperlukan dan menyimpannya lagi. Kemudian tekan "*START*" dalam tampilan windows.

Pada prosedur pengoperasian distilasi harus mempertimbangkan pengaturan untuk parameter berikut untuk penyesuaian terhadap komponen, seperti :

- Suhu operasi : sampai 300°C di tempat pemanasan reboiler
- tekanan operasi : 1 atm
- Volume Charge : 3 - 5
- efisiensi Pemisahan : *approx 30*
- Dimensi (L x B x H) [m] standar, perbedaan standar sesuai persyaratan persiapan lokasi : 1.1 x 0.6 x 2.2

Di bagian bawah dari proses pada tampilan *windows* seluruh proses distilasi, terdapat langkah-langkah yang didefinisikan oleh beberapa parameter. Langkah-langkah ini dilaksanakan berurutan, sistem akan beralih ke langkah berikutnya apabila langkah tersebut sudah tercapai dengan kondisi operasi yang lalu operator beralih ke langkah berikutnya secara manual.

Pengoperasian dari proses-tabel, berdasarkan fungsi utamanya dari proses-tabel adalah mengendalikan proses distilasi. Langkah-langkah akan dilakukan secara berurutan. Ketika tombol "mulai" di klik proses distilasi akan berlangsung. Itu berarti bahwa parameter, yang dimasukkan di sini akan berlangsung. Sistem ini beralih ke langkah berikutnya ketika kondisi operasi berlangsung dengan baik atau ketika operator beralih secara manual.

#### **2.4.2. Deskripsi dari Elemen Kontrol**

Perangkat lunak operasi dioperasikan melalui PC. Semua parameter yang dimasukkan di sini. Sistem kontrol mengontrol sistem distilasi dengan bantuan parameter yang masuk. Pada program "ilu\_lab.exe" dapat digunakan untuk proses pengontrolan, visualisasi, dan penyimpanan data.

Visualisasi dari nilai yang terukur dilakukan dengan grafis pada tampilan tren dan numerik dalam *flowchart*. Selanjutnya proses dengan semua nilai-nilai yang diperlukan (berat, waktu, pengaturan suhu dll) disimpan dalam logbook distilasi.

Sambungan ke sistem kontrol di unit distilasi dilakukan dengan kabel RS232-interface. Program "AUSB01.exe" adalah *running under WINDOWS 95* atau lebih tinggi versi dari *software* tersebut, hanya dengan *software* tersebut proses bisa dimulai.

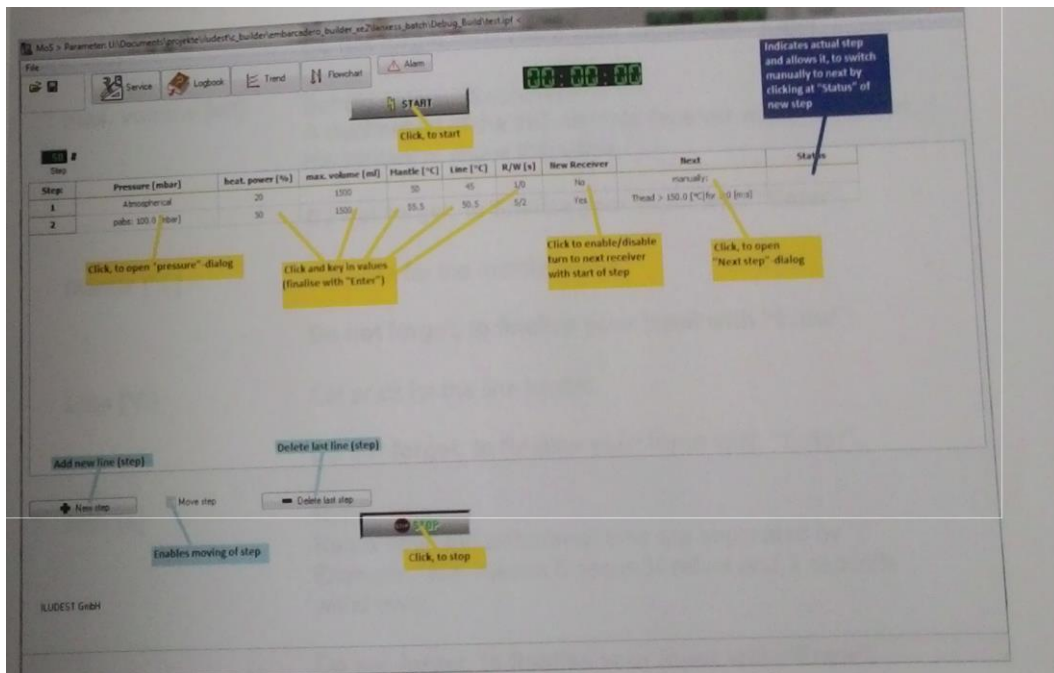
Berikut proses penyimpanan data:

1. Data parameter bernama ".ipf". data ini termasuk parameter kerja dan batas proses, serta parameter tambahan dari *set poin* di *Service*.
2. Data data bernama ".idf". data ini termasuk data untuk diagram yang akan ditampilkan di dalam *logbook* unit distilasi.
3. Data *logbook* bernama ".ilf". isi dari data ini ditunjukkan di tampilan *logbook*, data tersebut adalah catatan data dari unit distilasi.

Beberapa data dapat dibuka secara terpisah. Program ini menciptakan data baru data ( ".idf"). dan data *logbook* ( ".ilf".) dengan memulai menjalankan proses baru. Jika *run* yang ada dimuat dan mulai, *run* ini akan ditimpa. Untuk menghindari timpa, simpan data parameter ( ".ipf") dengan nama baru.

Untuk penjelasan dari *interface* operasi distilasi proses pada tampilan *windows* dibuka. Dalam *windows* ini menjalankan penyulingan atau distilasi itu sendiri secara otomatis. Tampilan menu dibuka dengan menggunakan kode aktivasi "007".

Tampilan tren adalah shown, tren pada tampilan *windows* memungkinkan melakukan demonstrasi data selama menjalankan proses dengan catatan sebelumnya dapat dipertimbangkan. Pada tampilan *windows* terdapat juga tombol untuk membuka *flowchart* sistem. *Flowchart* ini menunjukkan data dan pemanasan kekuatan yang sebenarnya. Meski berstatus katup dan sensor yang akan ditampilkan. Tombol ini akan membuka tampilan *logbook*. Di sini dapat menemukan informasi tentang waktu, parameter (suhu, tekanan) dan proses selama menjalankan unit distilasi.



**Gambar 2.4** Tampilan pada set parameter logbook

Step	Jumlah step yang diinginkan
Pressure (mbar)	Disini dapat mengaktifkan <i>control</i> vakum  <u>Pilihan kondisi :</u>  <i>Atmospheric</i>  <i>Vacuum</i>  <i>Vacuum reduction</i>
<i>Heat.power</i> (%)	Mengatur <i>heat power</i> dalam %  Tekan enter apabila sudah selesai input
<i>Max.volume</i> (ml)	Mengatur batas maksimal volume pada <i>intermediate receiver</i> akan bekerja apabila kadar diatas nilai maksimal.  Tekan enter apabila sudah selesai input
<i>Mantle</i> (°C)	Mengatur titik untuk pemanas <i>mantle</i> .

	Tekan enter apabila sudah selesai input.
<i>Line</i> (°C)	Atur titik untuk line pemanas.  Jangan lupa tekan enter apabila sudah selesai input.
R/W (s)	Rasio refluks  Waktu refluks dan waktu penarikan hasil distilat dipisahkan dengan “/”  Contoh:”5/3” berarti 5 detik refluks 3 detik menjadi hasil.  Tekan enter apabila sudah selesai input.
New receiver	Memilih untuk <i>receiver</i> selanjutnya sebelum memulai step.
Next step	Kondisi untuk tahap selanjutnya.  <b><u>Pilih kondisi:</u></b>  “manual” sistem tetap pada step ini sampai user memindahkan ke step berikutnya.(klik “STATUS”)  “ <i>Time</i> ” sistem akan pindah ke step berikutnya ketika waktu sudah berlalu.  “ <i>Tsump</i> >” sistem akan pindah ke step berikutnya apabila <i>Tsump</i> lebih tinggi dari pada nilai batas.  “ <i>Thead</i> ” : sistem akan pindah ke step berikutnya apabila <i>Thead</i> lebih tinggi dari pada nilai batas.  “ <i>Thead gradient</i> ” : sistem akan pindah ke step berikutnya apabila kenaikan <i>Thead</i> diatas batas yang ditentukan.  “ <i>confirmation</i> ” : sistem akan pindah ke step berikutnya setelah dikonfirmasi oleh operator.

	<p>“<i>Tsump</i>” : sistem akan pindah ke step berikutnya apabila <i>Tsump</i> dibawah nilai batas.</p> <p>“<i>step</i>” : sistem lompat ke step (<i>valid</i>). ini mengizinkan untuk memngulang proses.</p> <p>“<i>volume</i>” : sistem akan pindah ke step berikutnya apabila volum distilasi pada <i>step actual</i> melebihi batas.</p>
--	--

**Tabel 2.3 Deskripsi tampilan logbook dari unit distilasi ILUDEST**

### 2.4.3. Prosedur Keamanan dan Keselamatan Alat Distilasi ILUDEST

Sebelum penelitian dilakukan perlu diketahui prosedur keamanan dari alat yang akan digunakan. Untuk mengetahui prosedur keamanan dari unit operasi adalah dengan mengikuti operasi dan keselamatan instruksi. Ini adalah satu-satunya cara untuk menghindari kesalahan operasi unit dan untuk menjamin perlindungan garansi penuh dari alat tersebut.

Prosedur keamanan unit operasi :

1. Unit harus dioperasikan oleh personil yang memiliki kemampuan bahasa Inggris karena *software* yang digunakan pada distilasi ILUDEST menggunakan bahasa Inggris.
2. Jangan memulai peralatan jika : sudah rusak atau bocor, kabel apapun rusak, kondisi lingkungan yang tidak dalam batas toleransi (temperatur: 15 - 30°C, kelembaban max: 80% non terkondensasi)
3. Penghapusan perangkat keamanan dan pemasangan hanya diperbolehkan untuk pekerjaan pemeliharaan. Bertindak dengan hati-hati selama pemeliharaan. Perangkat keselamatan harus diinstal ulang setelah menyelesaikan pekerjaan pemeliharaan dengan mematuhi peraturan keselamatan yang ada.
4. Unit ini memiliki saklar darurat (saklar utama) yang dapat digunakan dalam keadaan darurat, saklar terletak di depan unit pada panel kontrol
5. Sebelum memulai pekerjaan pemeliharaan pada setiap komponen unit, unit harus dimatikan (*switch* utama) dan telah harus saling bertautan elektrik terhadap *Restart*.

Prosedur keselamatan unit operasi :

1. Ketika menangani cairan yang mudah terbakar adalah menghindari api dan titik panas (misalnya : solder besi) dan komponen yang menghasilkan bunga api (misalnya : mesin bor), dan tidak diperkenankan merokok pada area unit distilasi. Alat pemadam kebakaran harus tersedia setiap saat. Dalam kasus kebakaran segera meninggalkan daerah bahaya dan memanggil layanan pemadam kebakaran.
2. Mempertimbangkan bahwa selama proses distilasi, sistem ventilasi harus diperhatikan.
3. Risiko cedera pada sisi tepi dan bagian komponen yang tajam.
4. Mempertimbangkan bahwa semua titik mengisi (misalnya : di reboiler) ditutup sebelum operasi dimulai.
5. Gunakan selang (tekanan yang konsisten) untuk pasokan media distilasi.
6. Melindungi semua pipa untuk pendinginan air dengan klip selang terhadap resiko tergelincir.
7. Cek semua kaca bagian, segel, tabung dan kabel secara berkala.

Untuk menghindari *overheating* dari sistem disebabkan oleh beberapa parameter yang ada, maka digunakan beberapa alarm penting pada unit distilasi. Beberapa alarm pada unit distilasi telah ditetapkan dan tidak dapat diubah oleh operator, alarm ini digunakan sebagai pembatas untuk parameter. Parameter yang tidak dapat diubah adalah: tingkat min di evaporator dan suhu tinggi di belakang kondensor.

Pada tampilan di windows "*ALARMS*" sebagai batasan parameter, jika parameter tersebut melampaui dari batasan tersebut , maka akan ada alarm dan sistem akan menutup secara otomatis.

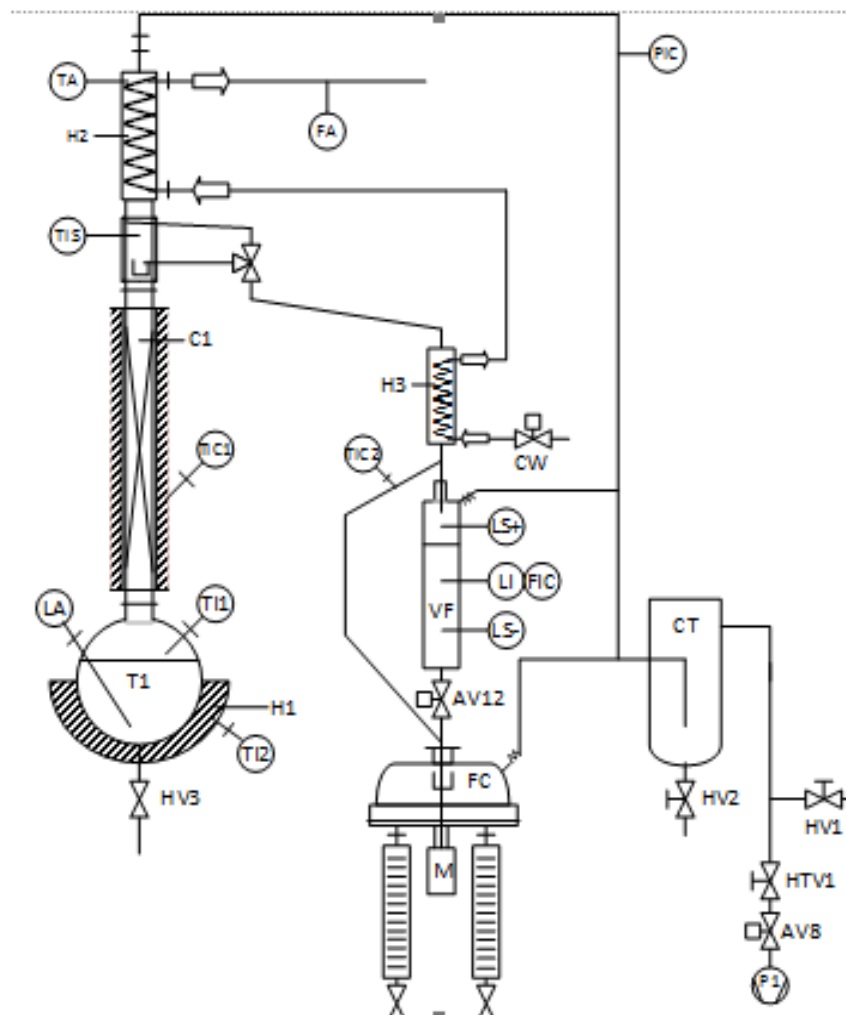
Beberapa batasan untuk parameter pada alarm adalah sebagai berikut :

1. Temperatur *T<sub>sump</sub>*

2. Temperatur *Thead*
3. Temperatur pemanasan *T-heater*
4. Temperatur pada *Tmantle*
5. Menyediakan pendinginan *Cooling Water*

Selama proses distilasi tanpa pengawasan fungsi "mengakhiri" harus diaktifkan untuk menghentikan proses otomatis dalam kasus alarm apapun yang terjadi.

#### 2.4.4. Standar Unit Alat Distilasi ILUDEST



Gambar 2.5 Standar Unit Alat Distilasi ILUDEST

Keterangan Standar Unit :

AV8	= Vakum kotrol <i>valve</i>
AV10	= Pembagi refluks
AV12	= <i>Valve</i> otomatis untuk mengeluarkan hasil distilat
C1	= Kolom terstruktur
CT	= Perangkap dingin
CW	= Keran air pendingin
FA	= Alarm laju alir air pendingin
FC	= Penampung distilat dilengkapi dengan <i>product receiver</i>
FIC	= Indikator pengontrol hasil distilat
H1	= Pemanas dengan pt-100
H2	= Kondensor
H3	= Pendingin distilat
HTV1	= Katup manual untuk pengontrol vakum
HV1	= Katup manual udara
HV2	= <i>Valve</i> penguras untuk <i>cold trap</i>
HV3	= <i>Valve</i> penguras untuk evaporator
LA-	= Alarm untuk level evaporator
LI	= Indikator untuk level <i>intermediate receiver</i>
LS+	= Pemindah <i>high level</i> pada <i>intermediate receiver</i>
LS-	= Pemindah <i>low level</i> pada <i>intermediate receiver</i>
P1	= Pompa vakum
PIC	= Sensor tekanan vakum
T1	= Labu evaporator
TA	= Alarm suhu untuk kondensor
TI1	= pt-100 untuk evaporator
TI2	= pt-100 untuk pemanas
TIC1	= Jaket pemanas dengan pt-100
TIC2	= Line pemanas dengan pt-100
TIS	= pt-100 untuk head
VF	= Pembaca volum dilengkapi dengan cahaya pembatas

## 2.5. Gas Chromatographi (GC)

Pengertian dari kromatografi suatu metode yang dinamis untuk pemisahan dan deteksi senyawa-senyawa organik yang mudah menguap dan senyawa-senyawa gas anorganik dalam suatu campuran. Kromatografi gas merupakan teknik analisis yang telah digunakan dalam bidang-bidang industri, lingkungan, farmasi, minyak, kimia, klinik, forensik, dan makanan. Bersifat *destruktif* dan *non-destruktif* tergantung pada detector yang digunakan. Kromatografi Gas merupakan teknik instrumental yang dikenalkan pertama kali pada tahun 1950-an, dan saat ini merupakan alat utama yang digunakan oleh laboratorium untuk melakukan analisis. Perkembangan teknologi yang signifikan dalam bidang elektronik, computer, dan kolom telah menghasilkan batas deteksi yang lebih rendah serta identifikasi senyawa menjadi lebih akurat melalui teknik analisis dengan resolusi yang meningkat.

Kromatografi Gas dapat diotomatisasi untuk analisis sampel padat, cair dan gas. Sampel padat dapat diekstraksi atau dilarutkan dalam suatu pelarut sehingga dapat diinjeksikan ke dalam sistem Kromatografi Gas, demikian juga sampel gas dapat langsung diambil dengan penyuntik (*syringer*) yang ketat terhadap gas.

Kromatografi Gas merupakan teknik pemisahan yang mana solut-solut yang mudah menguap (dan stabil terhadap panas) bermigrasi melalui kolom yang mengandung fase diam dengan suatu kecepatan yang tergantung pada rasio distribusinya. Pemisahan pada Kromatografi Gas didasarkan pada titik didih suatu senyawa dikurangi dengan semua interaksi yang mungkin terjadi antara solute dengan fasa diam. Selain itu juga penyebaran cuplikan diantara dua fasa. Salah satu fasa ialah fasa diam yang permukaannya nisbi luas dan fasa yang lain yaitu gas yang mengelusi fasa diam. Fasa gerak yang berupa gas akan mengelusi *solute* dari ujung kolom lalu menghantarkannya ke *detector*.

Prinsip utama pemisahan dalam kromatografi gas adalah berdasarkan perbedaan laju migrasi masing-masing komponen dalam melalui kolom. Komponen-komponen yang terelusi dikenali (analisa kualitatif) dari nilai waktu retensinya (Tr).

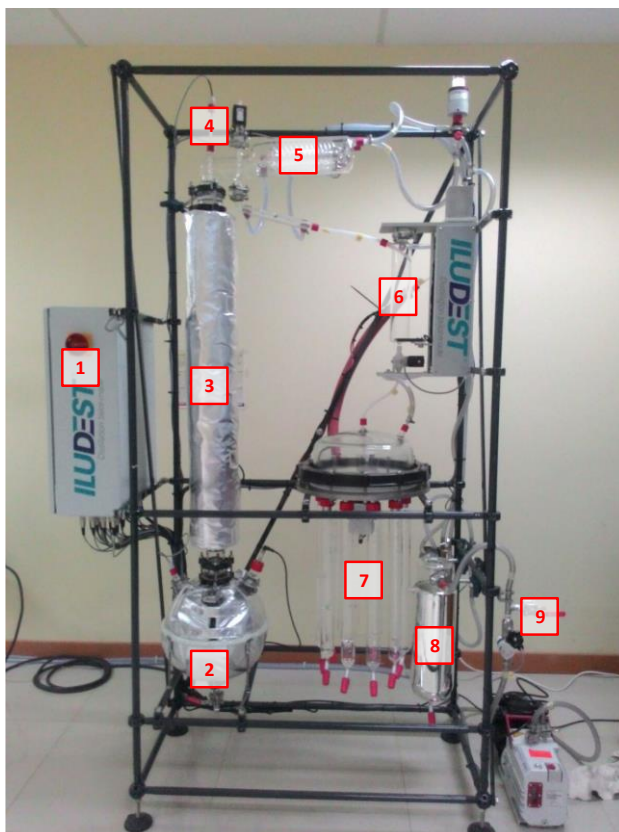
## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta – Kementerian Perindustrian RI. Waktu penelitian dimulai pada tanggal 11 Januari 2015 sampai tanggal 11 Februari 2015.

### 3.2. Alat dan Bahan

#### 3.2.1. Alat Penelitian



Proses distilasi dilakukan dengan menggunakan proses distilasi adalah :

Keterangan Alat :

1. *Power On/Off* Distilasi
2. *Heater*
3. Kolom Distilasi
4. Termometer sensor
5. Kondensor
6. *Intermediete Receiver*
7. *Receiver*

8. Kolom Vakum Distilasi

9. *Cooling Water*

*Gambar 3.1 Unit Distilasi ILUDEST*

### 3.2.2. Bahan Penelitian



*Gambar 3.2 Bahan penelitian etanol dan metanol*

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a) Metanol
- b) Etanol 96%

### 3.3. Variabel Penelitian

Variabel yang diambil untuk penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Variabel Tetap :  
Perbandingan campuran larutan :  
2 liter etanol : 2 liter metanol
- b. Variabel Berubah :  
Waktu : 5 menit, 10 menit, 15 menit dan 20 menit.

### 3.4. Prosedur Penelitian

Skema prosedur rancangan penelitian dapat dilihat pada gambar 3.3 :



***Gambar 3.3 Prosedur Rancangan Penelitian***

1. Tahap Persiapan  
Menyiapkan bahan yang akan digunakan untuk proses distilasi.
2. Penetapan Kondisi Operasi  
Menentukan kondisi operasi dari sample.
3. Tahap Distilasi

Pada distilasi metanol dan etanol, pertama melakukan yaitu memasukan campuran metanol dan etanol ke dalam labu distilasi selanjutnya melakukan proses distilasi dengan mengatur waktu 5 menit, 10 menit, 15 menit dan 20 menit, tunggu sampai tetesan pertama destilat sampai pada tempat *intermediet*, catat suhu ketika tetesan pertama tersebut. Kemudian hasil dari tetesan intermediet akan keluar melalui tempat *receiver*. Catat jumlah Vf maksimum dari hasil distilat tersebut.

4. Pengamatan Hasil Distilasi

Mengamati perubahan dan melakukan observasi dari hasil distilasi.

5. Pengolahan Data dan Analisis

Mengolah dari data hasil distilasi dan dilakukan analisi data dengan menggunakan data tersebut.

**BAB IV**  
**HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

**4.1. Data Hasil Pengamatan Distilasi**

Perbandingan campuran methanol dan ethanol : 2 liter : 2 liter

Titik didih etanol	: 78 °C
Titik didih metanol	: 65 °C
<i>Thead intermediet</i> awal	: 64.5° C
<i>Thead intermediet</i> akhir	: 64.5° C
<i>Theater</i>	: 91,7 °C
Tekanan	: 1 atm
<i>Tline</i>	: 0° C
<i>Heat Power</i> (%)	: 50%

Asumsi : yang menguap dan mengembun terlebih dahulu adalah metanol karena titik didihnya terendah sebesar 65°C, sedangkan untuk etanol karena masih diatas titik didih metanol yaitu 78°C, maka etanol masih berada di labu destilasi.

waktu (menit)	volume (ml)	Rendemen
		$\frac{\text{volume metanol}}{\text{volume total metanol}} \times 100\%$ (%)
5	47.5	2.38
10	80.6	4.01
15	115.1	5.76
20	151.8	7.57
287.14 (ekstrapolasi)	2000	100

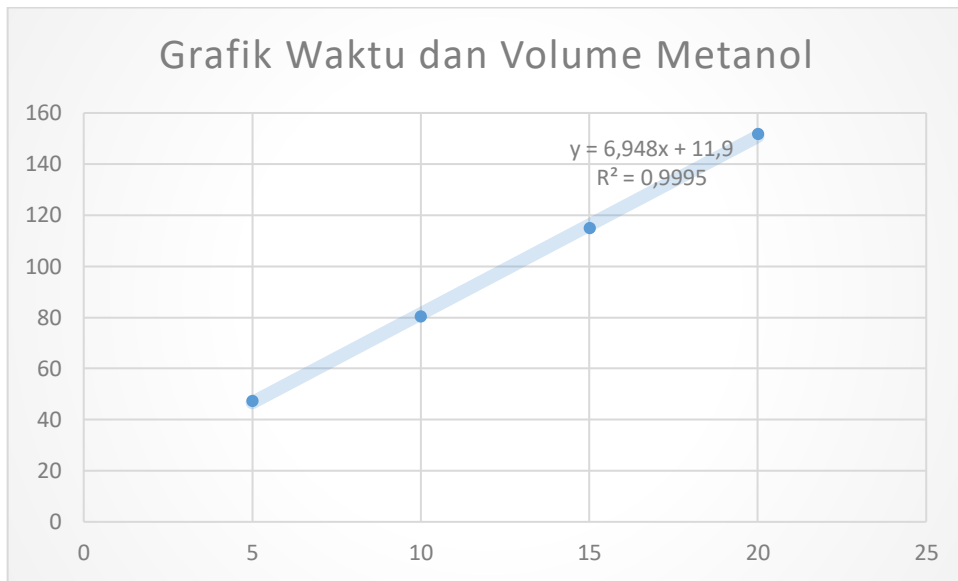
**Tabel 4.1 Hasil pengamatan dengan persentase rendemen metanol**

Catatan : total volume metanol semula adalah 2000 ml

## 4.2. Pembahasan Hasil Distilasi

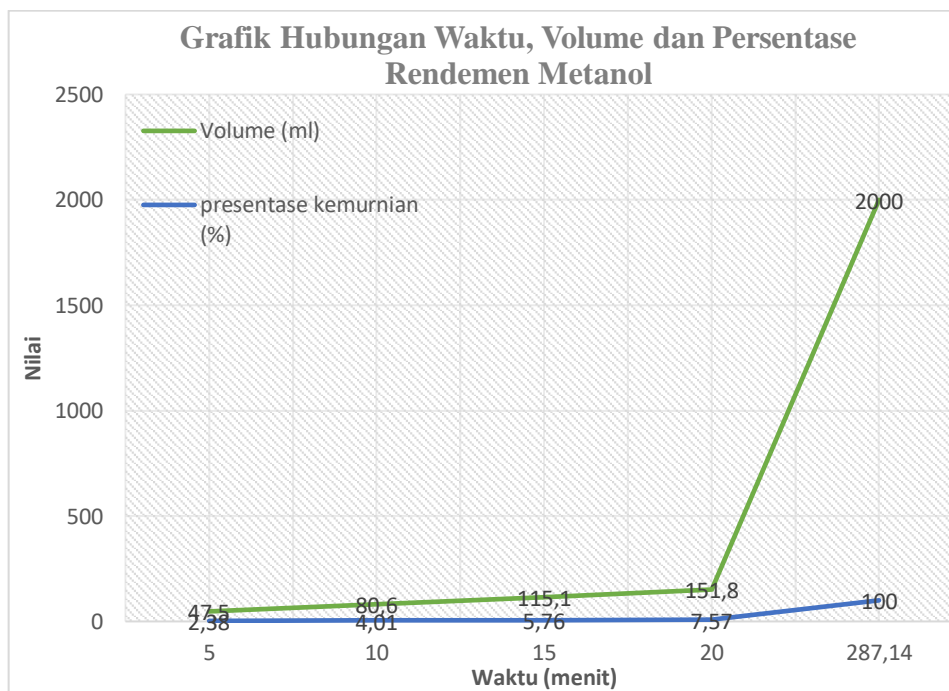
Pada prinsip distilasi adalah untuk melakukan proses pemisahan zat cair dari campurannya berdasarkan dengan adanya perbedaan titik didih atau berdasarkan kemampuan zat untuk menguap. Ikatan hidrogen pada etanol menyebabkan etanol murni sangat higroskopis sehingga etanol dapat menyerap air dari udara. Sifat gugus hidroksil yang polar menyebabkannya dapat larut dalam banyak senyawa ion. Senyawa polar adalah senyawa yang terbentuk akibat adanya suatu ikatan antar elektron pada unsur-unsurnya. Hal ini terjadi karena unsur yang berikatan tersebut mempunyai nilai keelektronegatifitas yang berbeda. Sedangkan senyawa non polar adalah senyawa yang terbentuk akibat adanya suatu ikatan antar elektron pada unsur-unsur yang membentuknya. Hal ini terjadi karena unsur yang berikatan mempunyai nilai elektronegatifitas yang sama atau hampir sama. Oleh karena etanol juga memiliki rantai karbon non polar, sehingga juga larut dalam senyawa non polar.

Metanol lebih polar dibandingkan dengan etanol karena memiliki jumlah atom C yang lebih sedikit, sehingga senyawa yang terikat oleh kedua pelarut tersebut memiliki tingkat kepolaran yang berbeda dan termasuk golongan alkohol yang umumnya bersifat non polar. Air yang dicampurkan dengan pelarut-pelarut tersebut dapat larut dengan mudah karena memiliki kesamaan sifat, yaitu sama-sama bersifat polar. Karena etanol maupun metanol memiliki dua gugus yang bersifat polar dan nonpolar, gugus polarnya adalah OH dan gugus non polarnya adalah  $\text{CH}_3$  sehingga etanol maupun metanol dapat larut pada zat polar dan nonpolar.



**Gambar 4.1 Grafik perbandingan waktu dan volume metanol**

Dari grafik diatas dapat dilihat menunjukkan adanya peningkatan volume dengan perbedaan volume, dimana semakin lama waktu proses distilasi maka hasil jumlah volume distilat semakin tinggi. Dari grafik tersebut didapat persamaan matematika dengan  $y = 5x$  dan memiliki standar deviasi ( $R$ ) = 1. Dimana garis tersebut merupakan garis linier dari hubungan waktu dan volume.



**Gambar 4.2 Grafik hubungan waktu, volume dan Rendemen metanol**

Dari grafik tersebut dapat diketahui bahwa jumlah volume meningkat diikuti dengan lamanya waktu distilasi. Rendemen dari hasil distilat mencapai 100% ketika waktu 287.14 menit dan jumlah volume 2000 ml.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan :

1. Hasil penelitian didapat metanol pada waktu 5 menit memiliki rendemen 2,38%, waktu 10 menit memiliki rendemen 4,01%, waktu 15 menit memiliki rendemen 5,76%, dan waktu 20 menit memiliki rendemen 7,57%. Dan untuk rendemen mencapai 100% adalah dengan perhitungan ekstrapolasi didapat ketika volume 2.000 ml dalam waktu 287,14 menit.
2. Semakin lama waktu distilasi maka akan semakin banyak jumlah volume metanol yang akan didapat pada hasil distilat, dan rendemennya akan semakin tinggi.
3. Pada penelitian distilasi ini komponen metanol yang lebih mudah menguap karena memiliki titik didih ( $65^{\circ}\text{C}$ ) yang lebih rendah dibandingkan dengan etanol ( $78^{\circ}\text{C}$ ). Dan metanol sebagai distilat berada di tabung *receiver*, selanjutnya dengan pemisahan ini maka diasumsikan bahwa etanol tetap berada pada labu distilasi sebanyak 2000 ml.

Saran :

1. Untuk penelitian lanjutan sebaiknya dilakukan pengujian GC (*Gas Chromatography*) untuk mengetahui komposisi dari hasil distilat tersebut.
2. Sebelum melakukan distilasi pastikan komponen senyawa yang akan digunakan berdasarkan titik didih dan kepolarannya yang sesuai untuk alat distilasi yang digunakan.
3. Pastikan setelah proses distilasi selesai menyimpan data *logbook*, *flowchart*, dan data parameter distilasi.
4. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan bisa menggunakan metode distilasi vakum yang ada pada alat distilasi dengan penambahan bahan iso-propanol sebagai bahan untuk kondisi vakum.

## DAFTAR PUSTAKA

Ansari Kimia. 2014. *Aplikasi Metanol*.

Fannia Lestari. 2014. *Kimia Analitik*.

Fungsi Web. 2015. *Perbedaan etanol dan metanol*.

Gustireza. 2013. *Pengertian dan Jenis Destilasi*.

Handbook Gatot Ibnusantosa. *Unit Operation 3 “Destilasi”*

<http://fungsi.web.id/2015/07/perbedaan-etanol-dan-metanol.html> (diakses tanggal : 11 April 2015)

<https://wawasanilmukimia.wordpress.com/2014/02/21/metanol-aplikasinya-tak->

McCabe And Smith, 0070448442. *Unit Operations Of Chemical Engineering*, 5th Edition.

PT New Module Indonesia. *ILUDEST Distillation Unit DN 50/6 ltr*.

[repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/45520/4/Chapter%20II.pdf](http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/45520/4/Chapter%20II.pdf)

sekadar-bahan-bakar (diakses tanggal : 12 April 2015)

## DAFTAR LAMPIRAN

Data Perhitungan :

$$\text{Mencari Presentase Perolehan Rendemen} = \frac{\text{Volume hasil distilat}}{\text{Volume awal distilasi}} \times 100\%$$

Data hasil distilasi :

No	Waktu (t)	Vf maksimum (ml)
1	5 menit	47.5 ml
2	10 menit	80.6 ml
3	15 menit	115.1 ml
4	20 menit	151.8 ml

Maka, untuk mencari presentasi Perolehan Rendemen :

$$\begin{aligned} 1. \quad \% \text{ Rendemen} &= \frac{\text{Volume hasil distilat}}{\text{Volume awal distilasi}} \times 100\% \\ &= \frac{47,5\text{ml}}{2000\text{ml}} \times 100\% \\ &= 2,38 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \quad \% \text{ Rendemen} &= \frac{\text{Volume hasil distilat}}{\text{Volume awal distilasi}} \times 100\% \\ &= \frac{80,6\text{ml}}{2000\text{ml}} \times 100\% \\ &= 4,01 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. \quad \% \text{ Rendemen} &= \frac{\text{Volume hasil distilat}}{\text{Volume awal distilasi}} \times 100\% \\ &= \frac{115,1\text{ml}}{2000\text{ml}} \times 100\% \\ &= 5,76 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4. \quad \% \text{ Rendemen} &= \frac{\text{Volume hasil distilat}}{\text{Volume awal distilasi}} \times 100\% \\ &= \frac{151,8\text{ml}}{2000\text{ml}} \times 100\% \\ &= 7,57 \% \end{aligned}$$

Perhitungan dengan metode ekstrapolasi pendekatan linier :

Untuk mencari perhitungan waktu didapat persamaan sebagai berikut :

Waktu (menit)	Persentase Perolehan Rendemen (%)
5	2,38
10	4,01
15	5,76
20	7,57

Misal :

y = persentase

x = waktu

Sehingga didapat persamaan sebagai berikut :

$$\frac{y-y_1}{y_2-y_1} = \frac{x-x_1}{x_2-x_1}$$

$$\frac{y - 2,38}{7,57 - 2,38} = \frac{x - 5}{20 - 5}$$

$$(y - 2,38) 15 = (x - 5) 5,19$$

$$15y - 35,7 = 5,19x - 25,95$$

$$15 y = 5,19x + 9,75$$

$$y = 0,346x + 0,65 \quad (\text{Persamaan 1})$$

Dari persamaan tersebut, maka untuk mencari waktu optimum ketika persentase mencapai 100% :

$$y = 0,346x + 0,65$$

$$100 = 0,346x + 0,65$$

$$0,346x = 100 - 0,65$$

$$x = 287,14 \text{ menit}$$

Untuk mencari perhitungan volume didapat persamaan sebagai berikut :

Volume (ml)	Persentase Perolehan Rendemen (%)
47,5	2,38
80,6	4,01
115,1	5,76
151,8	7,57

Misal :

y = persentase

x = volume

Sehingga didapat persamaan sebagai berikut :

$$\frac{y-y_1}{y_2-y_1} = \frac{x-x_1}{x_2-x_1}$$

$$\frac{y - 2,38}{7,57 - 2,38} = \frac{x - 47,5}{151,8 - 47,5}$$

$$(y - 2,38) 104,3 = (x - 47,5) 5,19$$

$$104,3y - 248,234 = 5,19x - 246,525$$

$$104,3y = 5,19x + 1,709$$

$$y = 0,049x + 0,016$$

Dari persamaan tersebut, maka untuk mencari volume optimum ketika persentase mencapai 100% :

$$y = 0,049x + 0,016$$

$$100 = 0,049x + 0,016$$

$$0,049x = 100 - 0,016$$

$$x = 2000 \text{ ml}$$

LOGBOOK

ILUDEST DNS0/20

C:\Users\Public\IluDest\_Programs\ILU-LAB\2\_komponen\_putri.1lf  
 Version 1.16 (10/08/15) XE2  
 Controller: ILUDEST DC/MOS DNS0 SH7216 01.21 (10/08/15)

MOS IP: 192.168.120.227 MAC: 00:1E:68:02:AD:BE

DATE : 2016-01-22  
 TIME : 14:23:03



Step:	Pressure [mbar]	heat. power [%]	max. volume [ml]	Handle [°C]	Line [°C]	R/W [s]	New Receiver	Next
1	Atmospherical	50	500	60	0	1/0	No	Th/ > 0.3 [K/s]
2	Atmospherical	40	500	60	0	1/0	No	after 0:5:0 [h:m:s]
3	Atmospherical	40	500	60	0	20/4	Yes	after 0:5:0 [h:m:s]
4	Atmospherical	40	500	60	0	20/4	Yes	after 0:10:0 [h:m:s]
5	Atmospherical	40	500	60	0	20/4	Yes	after 0:15:0 [h:m:s]
6	Atmospherical	40	500	60	0	20/4	Yes	after 0:20:0 [h:m:s]
7	Atmospherical	40	500	60	0	12/4	Yes	Thlead > 66.5 [°C]for 5:0 [m:s]
8	Atmospherical	0	500	0	0	1/0	Yes	after 0:0:1 [h:m:s]

Step#1 active Time: 0:0:1  
 Step#2 active Time: 0:21:56  
 Step#3 active Time: 0:27:26  
 Step#4 active Time: 0:34:53  
 Step#5 active Time: 0:40:16  
 Step#6 active Time: 1:3:12  
 Step#7 active Time: 1:25:40  
 Step#7 parameter changed Time: 3:13:42 Next: volume > 100.0 [ml]  
 Step#8 active Time: 3:15:42

DATE : 2016-01-22  
 TIME : 17:39:47

-> FINISHED

