

**PENGARUH PERBANDINGAN PEREAKSI DAN  
KONSENTRASI KATALISATOR PADA ETANOLISIS  
MINYAK JELANTAH DENGAN KATALISATOR NaOH  
PADA SUHU KAMAR**

**LAPORAN PENELITIAN**

**Diajukan sebagai salah satu syarat  
Untuk memperoleh gelar sarjana teknik kimia**



Disusun Oleh:

**ARIS PUGUH P.**

01521257

**BRATAWIJAYA G.N**

02521208

**KONSENTRASI TEKNIK KIMIA  
JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
JOGJAKARTA**

**2007**

## LEMBAR PENGESAHAN

Proposal penelitian dengan judul :

**“Pengaruh Perbandingan Perekasi dan Konsentrasi Katalisator pada Etanolisis Minyak Jelantah dengan Katalisator NaOH pada Suhu Kamar”**

telah diperiksa dan disetujui untuk menjadi judul penelitian di laboratorium Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia.

Menyetujui,

Dosen Pembimbing Penelitian



**Dr. Ir. Farham HM. Saleh, MSIE.**

Mengetahui,

Jurusan Teknik Kimia



**Dr. Hj. Kamariah Anwar, MS.**

## KATA PENGANTAR



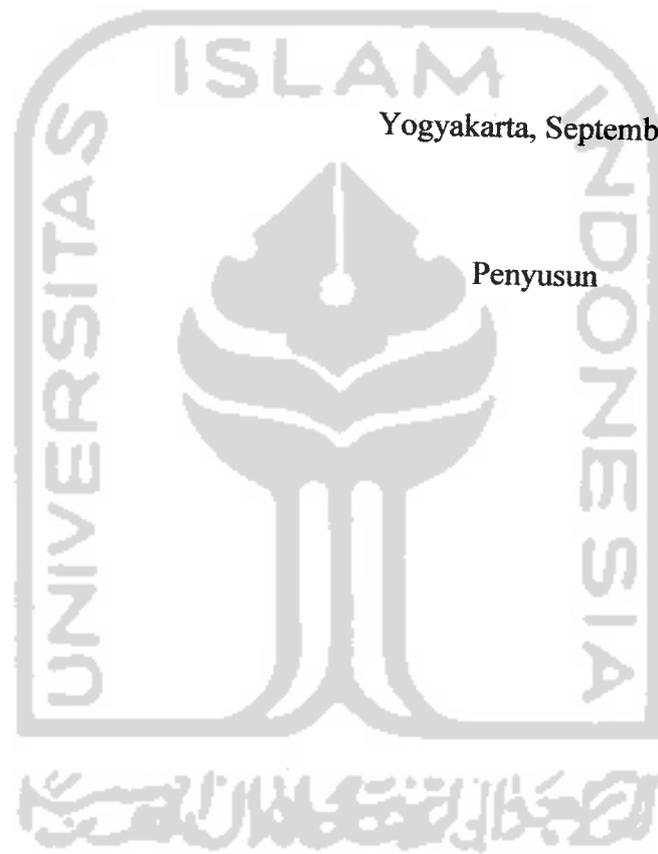
Alhamdulillahirobbil 'aalamin, puji syukur ke hadirat Allah SWT atas berkat rahmat dan hidayat-Nya yang dilimpahkan kepada penyusun, sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan penelitian ini, yang merupakan salah satu syarat untuk memenuhi kurikulum tingkat sarjana program studi S-1 jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Penelitian ini merupakan salah satu sarana untuk mengaplikasikan ilmu/teori yang telah kami dapatkan dengan tujuan untuk memberikan atau menyumbangkan pemikiran untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Atas terlaksananya penelitian ini, penyusun ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang turut serta membantu dalam penyelesaian tugas penelitian ini kepada :

1. Orang tua yang senantiasa memberikan dorongan baik riil maupun materiil, serta adik - adikku tersayang yang selalu menjadi semangat dalam segalanya.
2. Ibu Hj. Dra. Kamariah Anwar, MS., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia FTI - UII.
3. Dr. Ir. Farham HM. Saleh, MSIE, Kepala Laboratorium PTK/OTK Jurusan Teknik Kimia, FTI - UII selaku dosen pembimbing utama penelitian ini, yang telah memberikan bimbingan dan kemudahan - kemudahan yang banyak kepada penyusun sehingga terselesainya penelitian ini.
4. Ir. Harry Sulistyono, S. U., Ph.D, Kepala Laboratorium Proses Kimia, Jurusan Teknik Kimia, FT UGM.
5. Mas Ady Pramono St., atas semua bantuan dan tanggungjawabnya.
6. Mas Bagus serta semua karyawan Laboratorium FTI UII - UGM.
7. Teman-teman Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia, yang memberikan dorongan dan masukan kepada kami, serta terima kasih kepada semua pihak

yang telah memberikan bantuan baik material maupun spiritual selama penelitian sampai tersusunnya laporan ini.

Penyusun menyadari bahwa dalam laporan ini masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan laporan sangat kami harapkan. Semoga laporan ini dapat bermanfaat sebagaimana mestinya.



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR NOTASI.....	vii
ABSTRAKSI.....	viii
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Tinjauan Pustaka.....	4
2.2 Landasan Teori.....	7
2.3 Hipotesa.....	9
<b>BAB III. METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Bahan.....	10
3.2 Alat.....	11
3.3 Prosedur Penelitian.....	12
3.4. Analisa Hasil.....	14
3.5 Analisa Data.....	14
<b>BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Pengaruh Perbandingan Pereaksi.....	15
4.2 Pengaruh Variasi konsentrasi Katalisator.....	18
<b>BAB V. PENUTUP</b>	
5.1 Kesimpulan.....	23
5.2 Saran .....	23

DAFTAR PUSTAKA .....	24
LAMPIRAN	
A. Analisis Bahan Baku dan Reagen .....	25
B. Perhitungan Analisis Bahan Baku .....	27
C. Data Hasil Penelitian dan Perhitungan Konversi .....	30
D. Data Hasil Print Out Analisis Gliserol dengan Menggunakan GC..	34



## DAFTAR NOTASI

$a$	= Tetapan untuk hubungan k dengan N, tak berdimensi
A	= Alkohol
$A$	= Faktor tumbukan partikel, 1/ menit
$b$	= Tetapan untuk hubungan k dengan N, tak berdimensi
$C_a$	= Konsentrasi ethanol, gek/L
$C_e$	= Konsentrasi ester yang terbentuk, gek/L
$C_g$	= Konsentrasi gliserol yang terbentuk, gmol/L
$C_m$	= Konsentrasi gliserid (minyak jelantah), gmol/L
E	= Energi aktivasi, ester
$E$	= Tenaga pengaktif, J/gmol
$G$	= Jumlah gliserol bebas pada akhir reaksi, mgek
$Go$	= Jumlah gliserol total teoritis, mgek
$k$	= Konstanta kecepatan reaksi
$k_1$	= Konstanta kecepatan reaksi ke arah kanan reaktan
$k_2$	= Konstanta kecepatan reaksi ke arah kiri reaktan
M	= Gliserid (minyak jelantah)
N	= Konsentrasi katalisator, % berat minyak
$N_{HCL}$	= Normalitas larutan HCL untuk titrasi, N
R	= Tetapan gas umum, J/gmol/K
S	= Perbandingan pereaksi, gek ethanol/gek minyak jelantah
$t$	= Waktu reaksi, menit
$t_0$	= Waktu saat konversi sama dengan nol, menit
T	= Suhu reaksi Alkoholisis, K
$V_b$	= Volume HCL untuk titrasi blangko, ml
$V_c$	= Volume HCL untuk titrasi cuplikan, ml
$W_3$	= Berat gliserol yang telah diuapkan airnya, g
$W_4$	= Berat gliserol yang dianalisis, g
$\omega$	= Kecepatan putaran pengaduk, rpm
X	= Konversi gliserid, %

## ABSTRAKSI

Alkoholisis merupakan reaksi bolak-balik. Alkoholisis minyak nabati menghasilkan gliserol dan ester. Dalam penelitian ini digunakan minyak jelantah dengan etanol 95 % dan NaOH sebagai katalisator.

Alkoholisis pada suhu kamar ini dijalankan dalam gelas beker yang di dalamnya diletakkan pengaduk magnetik. Katalisator NaOH dilarutkan dalam etanol pada konsentrasi tertentu. Pada saat yang sama minyak jelantah dimasukkan ke dalam gelas beker. Campuran minyak jelantah dan etanol yang mengandung NaOH diaduk dengan pengaduk magnetic pada putaran 360 rpm. Cuplikan diambil setiap interval 25 menit. Masing-masing cuplikan diekstrak dengan aquadest untuk mendapatkan hasil bawah berupa campuran gliserol dan etanol. Setelah itu gliserol di analisis kadarnya dengan GC. Variabel yang dipelajari adalah perbandingan pereaksi 1-7 gek etanol/gek minyak dan konsentrasi katalisator dengan kisaran 0,4 % - 1,6 % berat minyak.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa alkoholisis minyak jelantah dengan etanol menggunakan katalisator NaOH mengikuti order 1 terhadap gliserid. Perbandingan pereaksi optimum diperoleh 7 mgek etanol/gek minyak dengan konversi 37,786 %. Dari percobaan diperoleh hubungan  $k$  dengan perbandingan pereaksi adalah  $k = 0,000113365 s^{-1,7834}$ . Konsentrasi katalisator optimum yang diperoleh yaitu 1,2 % berat minyak dengan konversi sebesar 55,2898 %. Dari percobaan diperoleh hubungan  $k$  dengan konsentrasi katalisator (N) adalah  $k = 0,01143 e^{-0,0076/N}$ .

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1.LATAR BELAKANG**

Minyak goreng memang dapat dipakai ulang, jadi tidak langsung dibuang setelah dipakai untuk menggoreng. Pemakaian ulang yang maksimal adalah 3 x. Hasil penelitian membuktikan bahwa pemanasan berulang menurunkan mutu minyak goreng.

Pada minyak goreng merah seperti minyak kelapa sawit, kandungan karoten pada minyak tersebut menurun setelah penggorengan pertama, dan hampir semuanya hilang pada penggorengan ke empat. Minyak goreng hasil penggorengan yang dikenal dengan istilah minyak jelantah sebaiknya tidak digunakan lagi bila warnanya berubah menjadi gelap, sangat kental, berbau tengik dan berbusa.

Penggunaan minyak jelantah secara berulang-ulang berbahaya bagi kesehatan, karena proses tersebut dapat membentuk radikal bebas dan senyawa toksik yang bersifat racun.

Pemanfaatan minyak jelantah di Indonesia dinilai kontroversial. Sampai saat ini sebagian minyak jelantah dari perusahaan besar dijual ke pedagang kaki lima dan kemudian digunakan untuk menggoreng makanan dagangannya dan sebagian lain hilang begitu saja ke saluran pembuangan. Bila ditinjau dari komposisi kimianya, minyak jelantah mengandung senyawa-senyawa yang bersifat karsinogenik, yang terjadi selama proses penggorengan. Jadi jelas bahwa pemakaian minyak jelantah yang berkelanjutan dapat merusak kesehatan manusia dan akibat selanjutnya dapat mengurang kecerdasan generasi berikutnya.

Sejak pertengahan tahun 1980-an, minyak nabati kemudian diolah menjadi biodiesel. Terutama di Jerman dan Austria, biodiesel diproduksi dari minyak rapeseed. Akan tetapi, sampai pertengahan tahun 1990-an produksi biodiesel dari rapeseed di Jerman dinilai belum ekonomis, tanpa subsidi dari pemerintah, biodiesel di Jerman tidak mampu bersaing dengan minyak solar

(yang sebenarnya sudah kena pajak hampir 200 %). Sejak itu, mulailah dikembangkan biodiesel dari minyak jelantah dan dari sisa lemak hewani.

Perkembangan biodiesel dari minyak jelantah semakin pesat dengan dilarangnya pemakaian minyak jelantah untuk campuran pakan ternak, karena sifatnya yang karsinogenik. Sekarang biodiesel dari minyak jelantah telah diproduksi dimana-mana di negara Eropa, Amerika dan Jepang. Biodiesel dari minyak jelantah di Austria dikenal dengan nama AME (Altfett Methyl Ester), sedang di Jerman selain dikenal dengan AME juga mendapat nama Fritten diesel atau Ecodiesel, sedang di Jepang dikenal dengan e-coil.

Pada prinsipnya pengolahan minyak jelantah ini dilakukan dengan mereaksikannya dengan methanol (proses metanolisis). Tahapan ini disebut dengan tahap pertama yang menghasilkan campuran antara gliserin (lapisan bawah) dan Metil Ester atau biodiesel (lapisan atas). Setelah di diamkan beberapa lama. Agar reaksi berlangsung sempurna, maka biodiesel hasil dari tahap pertama kemudian direaksikan lagi dengan methanol. Tahapan ini disebut tahapan kedua, yang disebut juga proses transesterifikasi. Hal ini untuk mengantisipasi kandungan gliserin total (bebas dan terikat) dalam biodiesel, supaya tidak terjadi deposit pada motor.

Dengan demikian, dalam rangka mencari energi alternatif yang ekologis, ternyata minyak jelantah dapat diandalkan. Pemanfaatan minyak jelantah dari bahan bakar motor diesel merupakan suatu cara pembuangan minyak jelantah yang menghasilkan nilai ekonomis serta menciptakan bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar solar yang bersifat etis, ekonomis dan sekaligus ekologis.

## **1.2. RUMUSAN MASALAH**

Pada dasarnya penelitian ini untuk mempelajari kinetika reaksi alkoholisis minyak jelantah dengan etanol dengan bantuan katalisator. Dalam hal ini katalisator yang digunakan adalah katalis NaOH, dengan variabel waktu proses, jumlah katalisator dan perbandingan pereaksi. Dengan demikian

dapat diketahui seberapa besar pengaruh perbandingan pereaksi dan konsentrasi katalisator pada proses tersebut pada suhu kamar.

### **1.3. BATASAN MASALAH**

Pada proses reaksi minyak jelantah dan etanol sehingga menghasilkan gliserol dan ester. Faktor yang berpengaruh antara lain : suhu, waktu, tekanan, kadar katalisator dan perbandingan pereaksi. Karena keterbatasan waktu dan lainnya maka peneliti hanya mengambil variabel waktu, kadar katalisator NaOH dan perbandingan pereaksi.

### **1.4. TUJUAN PENELITIAN**

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari kinetika reaksi alkoholisis minyak jelantah dengan ethanol untuk menghasilkan gliserol dan ester menggunakan katalisator NaOH. Hasil reaksi dipisahkan sehingga dihasilkan gliserol dan ester. Gliserol yang dihasilkan dianalisis untuk menentukan konversi reaksi dan nilai konstanta kecepatan reaksi. Sedangkan ester digunakan sebagai biodiesel. Peubah yang dipelajari adalah perbandingan pereaksi dan konsentrasi katalisator.

### **1.5. MANFAAT PENELITIAN**

1. Sebagai informasi mengenai proses dalam industri kimia.
2. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan/ meyumbangkan pemikiran untuk kemajuan ilmu dan teknologi.
3. Sebagai pengetahuan penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya mengenai masalah yang bersangkutan.

## BAB II

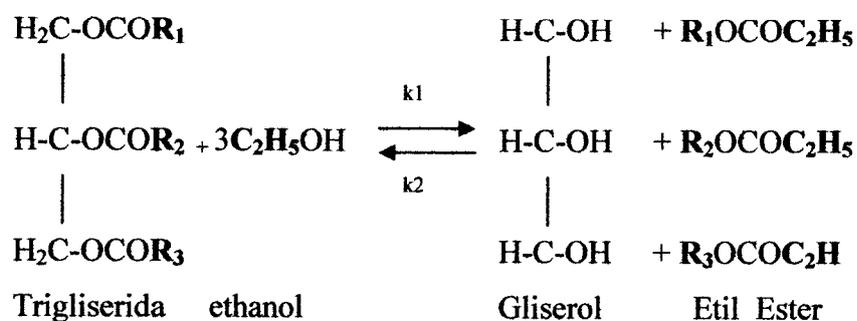
### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. TINJAUAN PUSTAKA

Minyak jelantah yang dipakai dalam penelitian ini berasal dari minyak kelapa sawit. Secara umum minyak kelapa sawit mengandung asam mersitat 1,6%, asam palmitat 42,5%, asam stearat 4,6%, asam oleat 43%, dan asam linoleat 9,3% (Ketaren, 1986).

Alkoholisis merupakan reaksi antara ester dengan alkohol yang menghasilkan ester baru merupakan salah satu reaksi yang penting terhadap gliserid (Groggins, 1958). Minyak sawit dapat di alkoholisis menjadi gliserol dan ester-ester yang rantainya lebih pendek. Gliserol banyak diperlukan antara lain pada industri kosmetik, obat-obatan, plastik, sabun, dan resin sintesis (Kirk and Othmer, 1950). Gliserol merupakan cairan yang tidak berwarna, tidak berbau mempunyai sifat larut dalam air dan alcohol, larut dalam dietil eter dan etil asetat, tetapi tidak dapat larut dalam hidrokarbon (Kirk and Othmer, 1950). Ester yang terbentuk pada alkoholisis biasanya mempunyai kekentalan yang lebih rendah daripada minyaknya sehingga dapat dipertimbangkan sebagai bahan baku pembuatan minyak diesel.

Persamaan reaksi alkoholisis minyak jelantah dalam hal ini menggunakan ethanol (metanolisis) secara umum dapat di tulis:



Gambar 1. Skema Reaksi Alkoholisis Minyak secara umum

Faktor-faktor yang mempengaruhi reaksi alkoholisis (metanolisis) antara lain: waktu reaksi, suhu, konsentrasi pereaksi, katalisator, perbandingan mol pereaksi, pengusiran hasil reaksi dan kecepatan pengadukan (groggins,1958)

Waktu reaksi, Semakin panjang waktu reaksi, konversi yang dicapai makin tinggi, karena makin banyak pereaksi yang bertumbukan. Pada alkoholisis minyak biji nyamplung dengan katalisator NaOH, konversi yang dicapai 59,06% dan 78,32% berturut-turut dalam waktu 0,5 jam dan 1 jam (Prasetyaningsih, 1989)

Suhu reaksi, sangat dipengaruhi oleh katalisator yang digunakan. Dengan katalisator basa reaksi berjalan pada suhu kamar (Kirk and Othmer, 1979). Alkoholisis minyak nyamplung dengan katalisator NaOH dijalankan pada suhu 80°C (Prasetyaningsih, 1989)

Katalisator. Alkoholisis merupakan reaksi bolak-balik dan dapat dipercepat reaksinya dengan penambahan katalisator. Pemisahan hasil masih Katalisator yang bisa digunakan berupa asam, basa atau penukar ion (Pratiwi, 1989). Katalisator asam yang sering dipakai adalah asam khlorid dan asam sulfat, sedangkan katalisator basa adalah KOH dan NaOH. Penggunaan katalisator asam dan basa pada suhu tinggi dan dalam jumlah yang banyak dapat menyebabkan perubahan warna hasil akibat terjadinya pengarangn atau terbentuknya senyawa polimer. harus dilakukan dari sisa zat pereaksi dan sisa katalisator. Penelitian yang pernah menggunakan katalisator ini diantaranya alkoholisis minyak kelapa sawit dengan etanol menggunakan katalisator ekstrak abu, alkoholisis minyak jarak dengan minyak fusel menggunakan katalisator NaOH, etanolisis minyak jarak dengan katalisator H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Reaksi alkoholisis tanpa katalisator memerlukan suhu diatas 250°C, dengan katalisator asam dapat berlangsung baik pada suhu sekitar 100°C, sedang dengan katalisator basa berlangsung pada suhu kamar (Kirk and Othmer, 1980). Pemakaian katalisator basa biasanya sebesar 0,5-1,0% berat minyak (Groggins, 1958). Fungsi katalisator adalah mengaktifkan zat-zat pereaksi sehingga reaksi

dapat berjalan lebih cepat. Alkoholisis minyak biji nyamplung memakai katalisator KOH 0,3036 N mencapai konversi 77,46 % (Prasetyaningsih, 1989)

Perbandingan pereaksi. Reaksi alkoholisis biasanya terjadi pada fase cair. Salah satu reaktan dibuat agak berlebihan untuk memperbesar frekuensi tumbukan, atau salah satu hasil diambil segera setelah terbentuk, agar kesetimbangan bergeser ke kanan (Kirk and Othmer, 1979). Perbandingan pereaksi 4,13 grek etanol/asam lemak yang digunakan pada etanolisis minyak jarak menghasilkan konversi sebesar 60,02 % (Wiratni,1995)

Pengadukan. Agar reaksi berjalan baik, diperlukan pencampuran sebaik-baiknya. Salah satu cara adalah dengan pengadukan, untuk memperbesar tumbukan antara molekul yang turut bereaksi. Berdasarkan persamaan Arrhenius berikut:

$$K = A \cdot e^{(-E/RT)} \quad \dots(1)$$

Dengan :

k = konstanta kecepatan reaksi

A= faktor tumbukan

E'= tenaga pengaktif, J/gmol

R = Tetapan gas umum, J/gmol/ K

T = Suhu Absolut, K

Dapat dilihat bahwa tumbukan yang semakin besar menyebabkan konstanta kecepatan reaksi semakin besar pula. Wiratni (1995) menggunakan kecepatan pengadukan 400 – 450 rpm pada etanolisis minyak jarak.

Pengusiran salah satu hasil. Salah satu usaha untuk mengurangi konsentrasi hasil reaksi agar reaksi selalu bergeser ke arah kanan adalah pengusiran hasil reaksi. Dengan mengusir salah satu hasil reaksi maka

konsentrasi sebelah kanan (hasil) selalu lebih kecil daripada konsentrasi pada keadaan setimbang sehingga reaksi selalu ke arah hasil.

## 2.2. LANDASAN TEORI

Pada proses alkoholisis, senyawa-senyawa yang ada selama proses berlangsung adalah gliserid (minyak jelantah), alcohol (methanol), gliserol, metil ester (biodiesel) dan katalisator.

Persamaan reaksi alkoholisis dapat ditulis:



Dengan persamaan reaksi:

$$(-r_m) = -dC_m/dt = k_1 \cdot C_m^p \cdot C_A^q - k_2 \cdot C_G^r \cdot C_E^s \quad \dots(3)$$

Dengan :

$(-r_m)$  = kecepatan reaksi

$C_M, C_A, C_G, C_E$  = konsentrasi minyak, alkohol, gliserol dan ester

$k_1, k_2$  = konstanta kecepatan reaksi

Reaksi alkoholisis merupakan reaksi seimbang berjalan lambat (Groggins, 1958), sehingga pada permulaan proses, kecepatan reaksi ke kiri dapat diabaikan, maka persamaan (3) menjadi

$$(-r_m) = -dC_m/dt = k_1 \cdot C_m^p \cdot C_A^q \quad \dots(4)$$

Apabila alkohol yang digunakan berlebihan, maka bisa dianggap konsentrasinya konstan, sehingga persamaan (4) menjadi:

$$(-r_m) = -dC_m/dt = k_1 \cdot C_m^p \quad \dots(5)$$

Jika reaksinya mengikuti orde 1 ( $p=1$ ) setelah proses berlangsung selama  $t$  menit, maka berlaku:

$$C_m = C_{m_0} (1-x) \quad \dots(6)$$

$$-dC_m = -C_{m_0} dx \quad \dots(7)$$

dengan x merupakan konversi

Dengan cara substitusi persamaan (6) dan (7) ke persamaan (5) diintegrasikan dengan batas  $t=t_0$ ,  $x=0$ , dan  $t=t$ ,  $x=x$  maka dihasilkan:

$$-\ln(1-x) = k(t-t_0) \quad \dots(8)$$

karena  $t_0 = 0$  maka persamaan (8) menjadi:

$$-\ln(1-x) = kt \quad \dots(9)$$

Bila grafik  $-\ln(1-x)$  terhadap waktu reaksi  $t$ , berupa garis lurus, maka alkoholisis minyak jelantah dapat dianggap mengikuti reaksi order satu semu. Dengan langkah serupa dilakukan pula perhitungan untuk orde reaksi 2 ( $p=2$ ) dan 3 ( $p=3$ ). Kemudian dibandingkan nilai kesalahan relatif absolut diantara orde reaksi itu. Maka orde reaksi yang menghasilkan nilai kesalahan relatif absolut paling kecil dipilih sebagai orde reaksi minyak terhadap gliserida.

Hubungan  $k$  dengan variabel perbandingan pereaksi (S) dinyatakan dengan

$$k = A \cdot S^b \quad \dots(10)$$

Hubungan  $k$  dengan variabel konsentrasi katalisator (N) dinyatakan dengan

$$k = A \cdot e^{(b/N)} \quad \dots(11)$$

Nilai  $k$  yang diperoleh pada analisis di atas didasarkan pada perbandingan pereaksi dan berat katalisator tertentu. Jika nilai perbandingan pereaksi (S) dan nilai konsentrasi katalisator (N) diubah maka nilai  $k$  juga berubah.

Dengan pertimbangan bahwa perbandingan pereaksi dan konsentrasi katalisator yang besar akan memperbesar nilai  $k$  dan

kesetimbangan bergeser ke arah kanan. Konstanta A dan b dapat dicari menggunakan regresi linier (least square).

### **2.3. HIPOTESA**

Pemanfaatan minyak jelantah dengan proses etanolisis sebagai penghasil gliserol dan biodiesel dapat terjadi. Proses etanolisis yang terjadi kemungkinan besar merupakan reaksi order satu semu dikarenakan reaksi esterifikasi ini termasuk reaksi elementer, ordernya sesuai dengan koefisien reaksinya. Sedangkan adanya pemakaian katalisator basa (NaOH) untuk mengaktifkan etanol, dapat memperbesar konversi gliserol.



### BAB III

## METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. BAHAN

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### 1. Minyak Jelantah

Asal	: minyak sisa penggorengan
Densitas pada 30 °C	: 0,93 gr/ml
EALT	: 3,35 mgrek/gr minyak
EALB	: 0,10825 mgrek/gr minyak

#### 2. Etanol

Asal	: Toko Asia Lab, Berek jalan kaliurang km 5
Densitas pada 30 °C	: 0,815 gr/ml
Kadar	: 95%
Titik didih	: 78,4 °C
Warna	: jernih

#### 3. NaOH

Asal	: Laboratorium PTK/OTK Jurusan Teknik Kimia, Universitas Islam Indonesia
Warna	: Putih keruh
Bentuk	: Kristal padatan

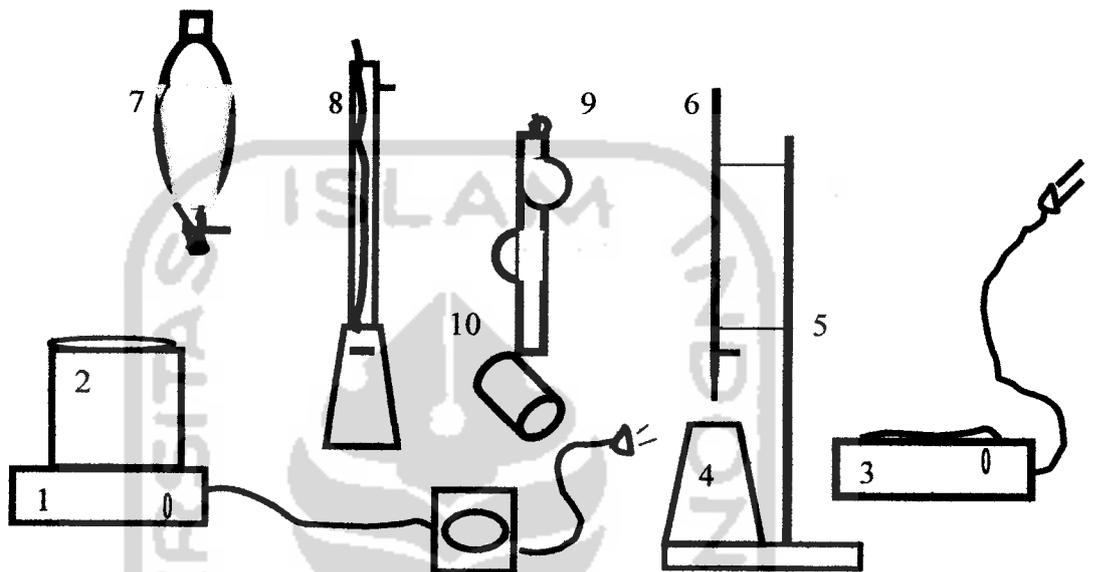
#### 4. Aquadest

Asal	: laboratorium PTK/OTK Jurusan Teknik Kimia, Universitas Islam Indonesia
Kadar	: Murni

### 3.2. ALAT

#### Rangkaian Alat Percobaan

Rangkaian alat penelitian yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2



#### Keterangan

1. Motor Pengaduk magnetik
2. Gelas beker 1 liter
3. Kompor listrik
4. Gelas Erlenmeyer
5. Statif
6. Buret
7. Corong pisah
8. Pendingin balik
9. Pengambil cuplikan
10. Penampung cuplikan

**Gambar 2 Rangkaian alat percobaan Alkoholisis Minyak Jelantah**

### 3.3. PROSEDUR PENELITIAN

Persiapan Minyak jelantah :

Sebelum digunakan, minyak jelantah terlebih dahulu dianalisa rapat massa, kadar air, ekivalen asam lemak bebas (EALB) dan ekivalen asam lemak total (EALT).

Jalannya penelitian untuk variasi perbandingan pereaksi dan konsentrasi katalisator adalah sebagai berikut :

Memasukkan minyak jelantah dengan volume tertentu ke dalam gelas beker 1 liter yang berfungsi sebagai reaktor batch bersamaan etanol dengan volume tertentu dan katalisator NaOH yang sebelumnya telah dilarutkan ke dalam etanol

Mengaduk campuran dalam reaktor tadi dengan pengaduk magnetik dengan putaran 360 rpm.

Mengambil cuplikan di dalam reaktor  $\pm 5$  ml pada menit ke 25,50,75 dan 100 selanjutnya mengukur volume cuplikan. Volume yang terukur disebut sebagai volume sampel ( $V_s$ ).

Menaruh volume sampel dari cuplikan ini pada botol tersendiri berdasarkan waktunya dan diberi sedikit air dingin untuk menghentikan reaksi yang terjadi.

Mengambil seluruh campuran pada akhir waktu reaksi di dalam reaktor dan menaruh pada botol tersendiri (BS-1, BS-3,BS-5, BS-7, BN-0,4%,BN-0,8%,BN-1,2%,BN-1,6%)

Mengekstraksi cuplikan tadi dengan aquadest  $\pm$  45 ml di dalam corong pisah, 15 ml pertama dari aquadest dimasukkan kedalam corong pisah tunggu sampai terbentuk 2 lapisan (gliserol dan ester), lalu dipisahkan gliserolnya.

Menampung gliserol yang dipisahkan dibotol tersendiri. Kemudian menambahkan 15 ml kedua dari aquadest biarkan sampai terbentuk 2 lapisan (gliserol di lapisan bawah dan ester di lapisan atas), lalu pisahkan gliserolnya. Gliserol yang dipisahkan tadi ditampung di botol tadi

Menambahkan 15 ml yang ketiga dari aquadest dilakukan seperti langkah diatas

Mengukur volume gliserol setelah gliserolnya dari satu sampel untuk t tertentu terpisah dari esternya. Volume yang terukur disebut dengan volume ekstrak ( $V_e$ )

Menalisis gliserol yang terkumpul tadi menggunakan GC untuk mendapatkan nilai Ca

Mengulang langkah-langkah diatas untuk variabel perbandingan pereaksi (S) sebesar 1,3,5 dan 7 serta untuk variasi konsentrasi katalisator (N) sebesar 0,4%,0,8%,1,2% dan 1,6%

### **3.4. ANALISA HASIL**

Botol yang menampung campuran di dalam reaktor (BS-1, BS-3, BS-5, BS-7, BN-0,4%, BN-0,8%, BN-1,2%, BN-1,6%) dipisahkan gliserol dan esternya dengan corong pisah. Air ditambahkan kedalam campuran gliserol dan ester dengan tujuan gliserol yang ada larut dengan air, kemudian setelah ester dipisahkan dari gliserol maka ester yang ada dipanaskan agar air yang bercampur dengan ester menguap. Selanjutnya ester tadi dianalisis viskositas kinematiknya di Laboratorium Teknologi Minyak bumi untuk mengetahui apakah sampel-sampel tadi telah memenuhi kriteria viskositas Biodiesel.

### **3.5. ANALISA DATA**

Gliserol hasil ekstraksi yang didapatkan dapat dianalisis dengan 2 cara diantaranya yaitu: Asetin dan GC (*Gas Chromatografi*) keduanya kemungkinan akan memberikan hasil yang berbeda karena metodologi yang digunakan juga berbeda. Secara umum, cara asetin merupakan cara analisis gliserol yang diterima secara luas. Sedangkan dalam penelitian ini digunakan analisis dengan cara *Gas Chromatografi* (GC). Cara analisis dengan instrumen ini akan memberikan hasil yang lebih cepat dibandingkan dengan cara asetin.

Analisis gliserol dengan menggunakan GC dilakukan di laboratorium Gas Chromatografi, LAKFIF, FMIPA, UGM. Dari analisis GC akan di dapatkan konsentrasi gliserol dalam hasil ekstraksi. Spesifikasi alat GC yang digunakan : Gas Chromatografi HITACHI model 263-50, record integrator C-RGA dengan range  $10e^2$  dan attunation 32. detektor FID suhunya  $290\text{ }^{\circ}\text{C}$  sedangkan kolom dengan suhu  $210\text{ }^{\circ}\text{C}$  berisi Silicon SE-30 2% yang mempunyai suhu max  $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ , mesh 60/80. Kondisi operasinya, suhu injektor  $290\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Volume injektor : 1 microliter, kecepatan alir  $\text{N}_2$  30 ml/menit,  $\text{H}_2$  1  $\text{kg}/\text{cm}^2$ , udara 1  $\text{kg}/\text{cm}^2$ .

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, dipelajari pengaruh perbandingan pereaksi dan konsentrasi katalisator dengan variable waktu. Dalam penelitian ini dirancang untuk mendapatkan data kinetika untuk reaksi alkoholisis minyak jelanta tersebut. Kisaran waktu yang dipelajari yaitu antara 25 – 100 menit. Etanolisi minyak jelantah dijaga pada kecepatan putaran dan volume reaktor tetap.

Berkaitan dengan penelitian ini, penyusun mendapat beberapa data nilai konversi dari penelitian serupa diantaranya :

*Peneliti 1 (Marusaha Doloksaribu) minyak sawit/minyak fusel/K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>*

katalisator K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 2% berat minyak kelapa sawit, suhu 85°C, kecepatan pengadukan 400 rpm, memberikan nilai konversi 2,0123 %

*Peneliti 2 (Aris Hartono ) minyak jarak/minyak fusel/NaOH*

Katalisator NaOH 0,8% berat minyak jarak, suhu 100°C, waktu 120 menit memberikan nilai konversi 11,0625 %

*Peneliti 3 (Heri Supriyanto) minyak sawit/minyak fusel/NaOH*

Katalisator NaOH 0,7 % berat minyak sawit, suhu 160°C, perbandingan ekivalen pereaksi 7,0065 pada tekanan diatas 1 atm memberikan nilai konversi 27,35 %

*Peneliti 4 ( Musdwi Yunianto) minyak sawit/etanol/ekstrak abu*

Katalisator ekstrak abu 8,71% berat minyak, suhu 79°C, waktu 60 menit perbandingan ekivalen etanol minyak 6 : 1 memberikan nilai konversi 58,86 %

#### 4.1. PENGARUH PERBANDINGAN PEREAKSI

Reaksi alkoholisis dilakukan dengan perbandingan pereaksi 1, 3, 5, dan 7 gek etanol/gek minyak. Dicoba pengolahan mengikuti order 1

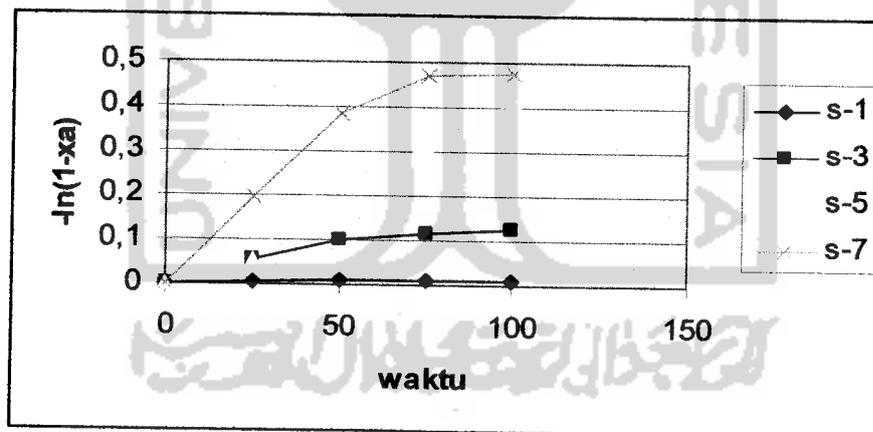
terhadap gliserida. Pengaruh perbandingan pereaksi terhadap konversi (X) hasil dapat dilihat pada Daftar 1 dan gambar 3.

**Daftar I. Pengaruh perbandingan pereaksi terhadap konversi**

(suhu kamar, berat NaOH = 1,395 gram dan  $\omega = 360$  rpm)

Waktu	s-1	s-3	s-5	s-7
0	0	0	0	0
25	0,006974264	0,05643	0,053576	0,194495358
50	0,010131147	0,098117	0,266182	0,386177319
75	0,01069701	0,116102	0,306484	0,468884256
100	0,011566636	0,124805	0,41494	0,474590131

Dari daftar 1 terlihat bahwa konversi akan semakin tinggi dengan kenaikan perbandingan pereaksi antara etanol dengan minyak jelantah.



**Gambar.3. Grafik hubungan antara waktu dengan konversi pada berbagai perbandingan Pereaksi**

Dengan menggunakan grafik dan dioperasikan pada Microsoft Excel, Persamaan garis yang telah diregresi linearkan pada berbagai perbandingan pereaksi bisa diketahui pada Daftar 2.

nilai k dapat diperoleh dengan memberi harga ln pada kedua ruas pada persamaan 10. Hasilnya k adalah nilai koefisien x. Nilai k pada berbagai perbandingan pereaksi dapat dilihat pada Daftar 3 dibawah ini.

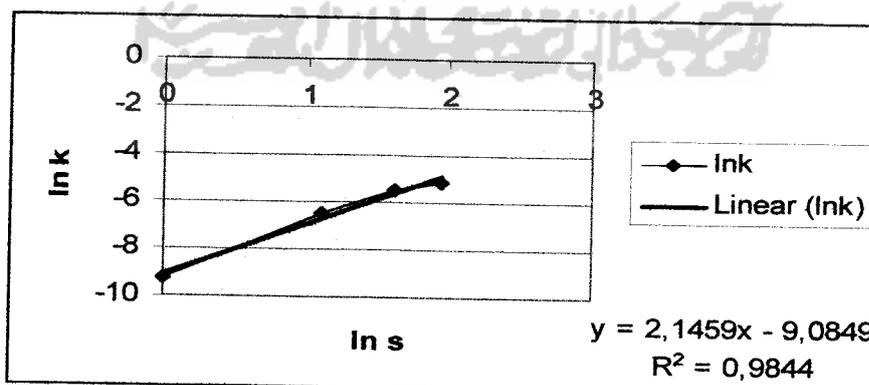
**Daftar 2. Hubungan antara Perbandingan pereaksi (S) dan k**

S	Persamaan	R <sup>2</sup>
1	y = 0,0001x	0,6892
3	y = 0,0015x	0,8565
5	y = 0,0042x	0,9521
7	y = 0,0057x	0,8581

**Daftar 3. Nilai k pada berbagai perbandingan pereaksi**

s	k	ln s	lnk
1	0,0001	0	-9,21034
3	0,0015	1,098612	-6,50229
5	0,0042	1,609438	-5,47267
7	0,0057	1,94591	-5,16729

Dari data-data pada daftar 3 dapat dibuat grafik antara ln s dan ln k seperti ditunjukkan pada gambar 4



**Gambar 4. Grafik Hubungan antara ln S dengan ln k**

Dari Gambar 4 dapat dibuat regresi linearnya, dengan memakai Microsoft Excel, nilai regresinya ditunjukkan oleh persamaan  $Y = 2,1459x -$

9,0849 . Dari hasil regresi tersebut Hubungan k dengan S dapat dinyatakan dengan persamaan dibawah ini

$$\text{dimana } k = A.S^b$$

$$\ln k = \ln A + b \ln S$$

$$Y = C + bx$$

$$\text{dengan } C = -9,0849$$

$$\text{dan } b = 2,1459$$

$$\text{Sehingga } \ln A = -9,0849$$

$$A = \exp(-9,0849)$$

$$= 0,000113365$$

sehingga k dapat dinyatakan

$$k = 0,000113365 S^{(-1,7834)} \quad \dots(11)$$

Jika persamaan (11) digunakan untuk menghitung kembali nilai k pada berbagai perbandingan pereaksi maka akan diperoleh % kesalahan relatif absolut dari setiap perbandingan pereaksi seperti tertera pada daftar 4.

**Daftar 4. % kesalahan relatif setiap perbandingan pereaksi**

hitung nilai kesalahan relatif			
s	k coba	k hitung	%kr
1	0,0001	0,000113	0,13365
3	0,0015	1,6E-05	0,989347
5	0,0042	6,43E-06	0,99847
7	0,0057	3,53E-06	0,999381

Sehingga kesalahan relatif rata-rata absolut sebesar 0,7802 %

#### **4.2. PENGARUH VARIASI KONSENTRASI KATALISATOR**

Pengaruh konsentrasi katalisator terhadap konversi dapat dilihat pada daftar 5. Pada daftar 5 terlihat secara umum dengan semakin panjang waktu reaksi pada setiap konsentrasi katalisator, semakin besar konversi yang

dicapai karena kesempatan bagi molekul-molekul zat pereaksi untuk saling bertumbukan makin besar.

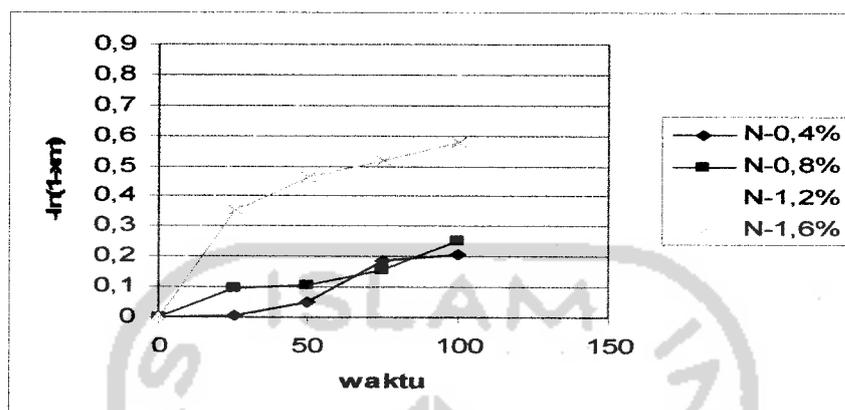
**Daftar 5. Hubungan antara konversi dengan waktu pada berbagai konsentrasi katalisator (  $s=5$  gek etanol;/gek minyak,  $\omega =360$  rpm, suhu kamar, tekanan atmosferis, kadar etanol 95 % )**

Kode sampel		Xm, %	$-\ln (1-X_m)$
N-0,4%	25	0,638	0,0064
N-0,4%	50	5,058	0,051904
N-0,4%	75	16,903	0,185162
N-0,4%	100	18,483	0,204359
N-0,8%	25	9,099	0,095399
N-0,8%	50	10,152	0,107051
N-0,8%	75	14,294	0,154247
N-0,8%	100	22,192	0,250926
N-1,2%	25	42,472	0,552898
N-1,2%	50	51,585	0,725361
N-1,2%	75	54,094	0,778574
N-1,2%	100	54,673	0,791267
N-1,6%	25	29,798	0,353793
N-1,6%	50	36,966	0,461496
N-1,6%	75	40,432	0,518052
N-1,6%	100	43,847	0,57709

Dari daftar 6, dengan Microsof Excel kecendrungan konversi pada variasi konsentrasi katalisator pada setiap waktunya dapat ditunjukkan pada gambar 5.

**Daftar 6. Tabel hubungan waktu dengan  $-\ln (1-x_m)$**

waktu	N-0,4%	N-0,8%	N-1,2%	N-1,6%
25	0,0064	0,095399	0,552898	0,353793
50	0,051904	0,107051	0,725361	0,461496
75	0,185162	0,154247	0,778574	0,518052
100	0,204359	0,250926	0,791267	0,57709



Gambar 5. Hubungan konversi ( $X_m$ ) dengan waktu ( $t$ ) pada berbagai konsentrasi katalisator

Fungsi dari katalisator adalah untuk menurunkan energi aktivasi sehingga reaksi akan berjalan lebih cepat. Tumbukan antara zat-zat pereaksi untuk bisa menghasilkan reaksi adalah tumbukan yang menghasilkan energi yang lebih besar dari energi aktivasi ini. Dengan adanya katalisator, maka akan menambah fase-fase reaksi. Tiap fase ini akan berjalan lebih cepat yang akhirnya pada akhir reaksi katalisator ini diperoleh kembali pada akhir reaksi. Dengan semakin banyak jumlah katalisator, maka zat-zat pereaksi yang diaktifkan semakin banyak sehingga reaksi akan berjalan lebih cepat.

Dari hasil percobaan diatas, nilai konversi optimum didapatkan pada konsentrasi katalisator 1,2 % berat minyak. Untuk konsentrasi katalisator diatas 1,2 % yakni 1,6 % justru konversi menurun. Hal ini dimungkinkan zat-zat pereaksi yang diaktifkan sudah maksimal sehingga akan ada katalisator yang tidak bereaksi. Adanya sisa katalisator ini ibaratnya menjadi zat inert dalam reaksi tersebut sehingga justru akan menurunkan suhu reaksi, sehingga konversi akan turun juga. Jadi konsentrasi NaOH yang baik untuk reaksi etanolisis minyak jelantah ini sebesar 1,2 % berat minyak.

Dengan menggunakan grafik dan dioperasikan pada microsoft Excel, nilai k dari hasil persamaan regresi linear untuk masing-masing konsentrasi katalisator dapat diperoleh dan ditunjukkan pada daftar 8. Sedangkan Persamaan regresi ditunjukkan pada daftar 7

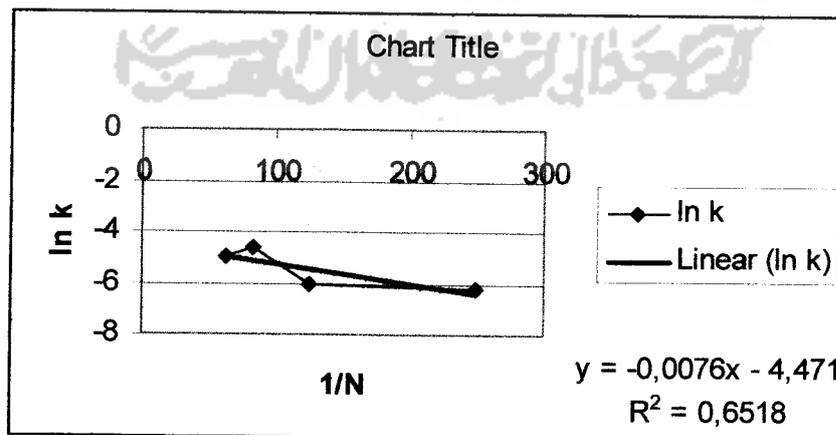
**Daftar 7. Persamaan regresi waktu versus  $-\ln(1-X_m)$**

N	persamaan	R <sup>2</sup>
0,40%	$y = 0,002x$	0,8094
0,80%	$y = 0,0024x$	0,9348
1,20%	$y = 0,01x$	0,5769
1,60%	$y = 0,0069x$	0,7178

**Daftar 8. Nilai k dari persamaan regresi linier**

k	N	1/N	ln k
0,002	0,004	250	-6,21461
0,0024	0,008	125	-6,03229
0,01	0,012	83,33333	-4,60517
0,0069	0,016	62,5	-4,97623

Nilai k pada daftar 8 akan dibuat kecenderungannya secara linier dengan menghitung nilai 1/N versus ln k yang ditunjukkan pada gambar 6



**Gambar 6. Hubungan antara ln k dengan 1/N**

Hubungan k dengan N dapat dinyatakan dengan persamaan dibawah ini

$$k = A \cdot e^{(b/N)}$$

$$\ln k = \ln A + (b/N)$$

$$Y = C + bX$$

Dimana Y = ln k sedangkan X = 1/N

Dari Excel di dapat Y = -0,0076 X - 4,471

Dari persamaan Y diatas diperoleh b = -0,0076 sedangkan C = ln A = -4,471

Harga A dapat dicari A = 0,01143

Sehingga k = 0,01143. e<sup>(-0,0076 / N)</sup> ... (12)

Nilai kesalahan rata-rata absolut relatif dapat ditentukan dan ditunjukkan pada daftar 9

**Daftar 9 % kesalahan relatif absolut dari variasi konsentrasi katalisator**

hitung nilai kesalahan relatif			
N	k coba	k hitung	%kr
0,004	0,002	0,00171	0,145215
0,008	0,0024	0,00442	0,841854
0,012	0,01	0,006067	0,393273
0,016	0,0069	0,007108	0,030166

Nilai kesalahan rata-rata absolut relatif diperoleh sebesar 0,3526 %

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1. KESIMPULAN

1. Alkoholisis minyak jelantah dengan etanol menggunakan katalisator NaOH menghasilkan gliserol dan ester.
2. Alkoholisis minyak jelantah dengan etanol tersebut mengikuti reaksi order 1 terhadap gliserid. Reaksi ini termasuk reaksi elementer dimana order reaksinya sama dengan koefisien reaksinya.
3. Konstanta kecepatan reaksi dipengaruhi perbandingan pereaksi mengikuti hubungan  
 $k = 0,000113365 S^{(-1,7834)}$  dengan kesalahan relatif rata-rata absolut sebesar 0,7802 %
4. Konstanta kecepatan reaksi dipengaruhi konsentrasi katalisator dengan hubungan  
 $k = 0,01143. e^{(-0,0076/N)}$  dengan kesalahan relatif rata-rata absolut sebesar 0,3526 %
5. Pada konsentrasi diatas 1,2 % berat minyak nilai konversi turun

#### 5.2. SARAN

1. Perlu adanya penelitian lanjutan yang lebih detail untuk mempelajari kualitas dari biodiesel yang dihasilkan dari reaksi alkoholisis ini dan order reaksi secara lebih tepat
2. Cara-cara analisis baru dari reaksi instrumen dapat dipertimbangkan karena lebih cepat dan akurat
3. Pengelolaan minyak jelantah menjadi gliserol dan biodiesel mampu memberikan keuntungan ekonomi, oleh karena itu perlu adanya usaha-usaha lanjutan yang mengarah kepada kewirausahaan dibidang pengelolaan minyak jelantah ini baik secara home industri atau skala pabrik berkapasitas menengah

**DAFTAR PUSTAKA**

- Bailey, A.E., 1945, "Industrial Oil and Fat Product", pp.666-672, Interscience Publisher, Inc, New York
- Griffin, R.C., 1955, "Technical Methods of Analysis", 2 ed., pp. 107 -112, 309-311, Mc..Graw Hill Book Company, Inc., New York.
- Groggins, P.H., 1958, "unit Processes in Organic Synthesis", 5 ed., pp. 710-715, Mc.. Graw Hill Book Company, Inc., New York.
- Hartono, A., 2003, "Alkoholisis Minyak Jarak dengan Minyak Fusel menggunakan Katalisator Natrium Hidroksid", Laporan Penelitian, Laboratorium Proses Kimia, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.
- Ketaren, s., 2003, "Pengantar Teknologi Minyak dan lemak Pangan", hlm 45-46, 60, 61-64, 120-126, UI Press, Jakarta.
- Kirk, R.e. and Othmer, D.F., 1979, "Encyclopedia of Chemical Technology", vol. 5, 3 ed., pp. 1-15, John Wiley and Sons, New York.
- Kirk, R.e. and Othmer, D.F., 1980a, "Encyclopedia of Chemical Technology", vol. 9, 3 ed., pp. 307-308, John Wiley and Sons, New York.
- Prasetyaningih, E., 1989, "Alkoholisis Minyak Biji Nyamplung dengan Etanol memakai Katalisator Kalium Hidroksid", Laporan Penelitian, Laboratorium Proses Kimia, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.
- Sibuea, Posman, 2003, "Pengembangan Industri Biodiesel Sawit", Kompas, Rabu 18 Juni 2003.
- Supranto, Msc, DR, Ir, 2003, "Biodiesel dari Oleokimia", Makalah Seminar Nasional Oleokimia, Yogyakarta
- Wiratni, 1995, "Etanolisis Minyak jarak dengan katalisator Asam Sulfat secara Batch dalam dua tahap", Laporan Penelitian, Laboratorium Proses Kimia, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, UGM, Yogyakarta.

## LAMPIRAN A

### ANALISIS BAHAN BAKU DAN REAGEN

#### 1. Penentuan kadar air minyak jelantah

Botol ditimbang dipanaskan dalam oven pada suhu  $110^{\circ}\text{C}$  selama 30 menit lalu didinginkan di dalam eksikator dan selanjutnya ditimbang. Kemudian minyak jelantah dengan berat tertentu dimasukkan dalam botol tersebut dan ditimbang beratnya. Botol yang berisi minyak itu kemudian dipanaskan dalam oven pada suhu  $110^{\circ}\text{C}$  selama 3 jam sampai beratnya tetap. Lal didinginkan dalam eksikator kemudian ditimbang sampai mendapat berat yang konstan. Kandungan air dalam minyak ditentukan berdasarkan selisih berat bahan sebelum dan sesudah dipanaskan.

$$\text{Kadar air} = [ ( M_1 - M_2 ) / M_1 ] \cdot 100 \%$$

Dengan  $M_1$  = Berat minyak mula-mula

$M_2$  = Berat minyak akhir

#### 2. Penentuan rapat massa minyak jelantah

viknometer 10 ml kosong ditimbang, kemudian hitung berat piknometer kosong. Setelah itu di isi dengan minyak jelantah kemudian ditimbang kembali.

$$\rho \text{ minyak} = [ ( \text{berat piknometer dan minyak} ) - ( \text{berat piknometer kosong} ) ] / ( V \text{ pikno} )$$

#### 3. Penentuan Ekivalen Asam Lemak Bebas

Minyak jelantah sebanyak 4,5 gram dimasukkan ke dalam Erlenmeyer lalu ditambah 50 ml etanol yang dinetralkan dengan NaOH 0,5 N dan beberapa tetes indikator fenolphtalein (pp). Campuran dipanaskan sambil digoyang-goyang untuk melarutkan asam bebasnya. Setelah dingin,

larutan dititrasi dengan NaOH 0,5 N yang sudah distandarisasi, sampai warnanya menjadi merah muda pucat.

$$EALB = (V \text{ NaOH} \cdot N \text{ NaOH}) / M \text{ minyak}$$

**4. Penentuan Ekivalen asam lemak total**

Sekitar 5 gram minyak jelantah ditimbang dalam Erlenmeyer 250 mL, kemudian ditambah 50 mL NaOH alkoholisis 0,5 N. Campuran dididihkan selama 1 jam dengan dilengkapi pendingin balik. Setelah dingin lalu ditambah indikator fenolphtalein (pp) dan kelebihan NaOH dititrasi dengan larutan HCL 1 N. Selain itu juga dilakukan titrasi blangko, yaitu dengan cara yang sama tetapi tanpa minyak. Ekivalen asam lemak total sama dengan volum HCL untuk titrasi bahan dikalikan normalitas HCL dibagi berat minyak yang dianalisis.

$$\text{Ekivalen asam lemak total} = \frac{(V_{\text{HCL Blangko}} - V_{\text{HCL sample}}) \times N_{\text{HCL}}}{\text{Berat sampel}}$$

**5. Penentuan Normalitas HCL standar 1 N**

Normalitas HCL 1 N dapat dicari dengan menstandarisasi larutan HCL yang dibuat dengan Boraks menggunakan indikator Fenolphtalein.

$$X = (N \cdot V \cdot BM_{\text{HCL}}) / (10 \cdot n \cdot k \cdot l)$$

X= Jumlah HCl yang diambil untuk 500 ml air

Boraks diambil 2 gram, ditaruh pada gelas arloji, lalu boraks dimasukkan ke dalam gelas erlenmeyer 250 ml dengan disemprot aquades kemudian ditambahkan MO 3 tetes. Titrasi larutan boraks dengan HCL 1 N, catat penurunan volume HCL ketika mencapai titik ekivalen. Normalitas HCL 1 N ditentukan dengan rumus :

$$\text{HCL standar} = (W \text{ boraks} / BM \text{ boraks}) \cdot (2000 / V_{\text{HCL titrasi}})$$

Dengan BM boraks sebesar 381,37

**LAMPIRAN B**  
**PERHITUNGAN ANALISIS BAHAN BAKU**

**1. Kadar air Minyak jelantah**

Percobaan 1

Berat botol timbang 1 = 10,1073 gram

Berat botol timbang 1 + minyak awal = 13,774

Berat botol timbang 1 + Minyak setelah dipanaskan = 13,735

$$\begin{aligned} \text{Kadar air 1} &= [ ( 13,774 - 13,735 ) / ( 13,774 - 10,1073 ) ] \times 100 \% \\ &= 0,0106 \% \end{aligned}$$

Percobaan 2.

Berat botol timbang 2 = 14,442

Berat botol timbang 2 + minyak = 17,675

Berat botol timbang 2 + Minyak setelah dipanaskan = 17,637

$$\begin{aligned} \text{Kadar air 2} &= [ ( 17,675 - 17,637 ) / ( 13,675 - 14,442 ) ] \times 100 \% \\ &= 0,0117 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar air minyak rata-rata} &= \frac{1}{2} ( 0,0106 \% + 0,0117\% ) \\ &= 0,01115 \% \end{aligned}$$

**2. Rapat massa minyak jelantah**

Percobaan 1

Volume piknometer = 10 ml gram

Berat piknometer kosong = 10,67 gram

Berat piknometer kosong + minyak = 20,09 gram

$$\begin{aligned} \rho_{\text{minyak}} &= [ ( \text{berat piknometer dan minyak} ) - ( \text{berat piknometer kosong} ) \\ &\quad ] / ( V \text{ pikno} ) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{minyak}} &= ( 20,09 - 10,67 ) / 10 \\ &= 0,942 \text{ gram/ml} \end{aligned}$$

Percobaan 2

Volume piknometer = 10 ml gram

Berat piknometer kosong = 9,41 gram

Berat piknometer kosong + minyak = 18,61 gram

$$\rho \text{ minyak} = (18,61 - 9,41) / 10 \\ = 0,920 \text{ gram/ml}$$

$$\rho \text{ minyak rata-rata} = \frac{1}{2} (0,942 + 0,920) \\ = 0,93 \text{ gram/ml}$$

**3. Ekvivalen Asam Lemak Bebas ( EALB)**

$$\text{EALB} = (V \text{ NaOH} \cdot N \text{ NaOH}) / M \text{ minyak}$$

Percobaan 1

$$V \text{ NaOH} = 0,9 \text{ ml}$$

$$N \text{ NaOH} = 0,4913 \text{ N}$$

$$\text{Berat minyak} = 4,5021 \text{ gram}$$

$$\text{EALB 1} = (0,9 \cdot 0,4913) / 4,5021 \\ = 0,0982 \text{ mgrek/g minyak}$$

Percobaan 2.

$$V \text{ NaOH} = 4,8 \text{ ml}$$

$$N \text{ NaOH} = 0,4913 \text{ N}$$

$$\text{Berat minyak} = 4,5663 \text{ gram}$$

$$\text{EALB 2} = (4,8 \cdot 0,4913) / 4,5663 \\ = 0,1183 \text{ mgrek/g minyak}$$

$$\text{EALB rata-rata} = \frac{1}{2} (0,0982 + 0,1183) \\ = 0,10825 \text{ mgrek/g minyak}$$

**4. Ekvivalen Asam Lemak Total (EALT)**

$$\text{Ekivalen asam lemak total} = (V_{\text{HCL Blangko}} - V_{\text{HCL sample}}) \times N_{\text{HCL}} / \text{Berat sampel}$$

Percobaan 1.

$$V_{\text{HCL Blangko}} (V_b) = 56,7 \text{ ml}$$

$$V_{\text{HCL sample}} (V_s) = 28 \text{ ml}$$

$$\text{Normalitas}_{\text{HCL}} = 0,585 \text{ N}$$

Berat sampel (minyak) = 5,02 gram

$$\begin{aligned} \text{EALT 1} &= (56,7 - 28) \cdot 0,585 / 5,02 \\ &= 3,34 \text{ mgrek/ g minyak} \end{aligned}$$

Percobaan 2.

$V_{\text{HCL Blangko}} = 61,6 \text{ ml}$

$V_{\text{HCL sample}} = 32,7 \text{ ml}$

Normalitas  $\text{HCL} = 0,585 \text{ N}$

Berat minyak = 5,06 gram

$$\begin{aligned} \text{EALT 2} &= (61,6 - 32,7) \cdot 0,585 / 5,06 \\ &= 3,36 \text{ mgrek/ g minyak} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{EALT rata-rata} &= \frac{1}{2} (3,34 + 3,36) \\ &= 3,35 \text{ mgrek/ g minyak} \end{aligned}$$

**5. Standarisasi HCL 1 N**

Percobaan 1

Berat Boraks (w) = 2,0850 gram

Volume HCL titrasi = 10,3 ml

$$\begin{aligned} \text{Normalitas HCL} &= 2000 \cdot w \text{ boraks} / (\text{BM boraks} \cdot V_{\text{HCL titrasi}}) \\ &= 2000 \cdot 2,0850 / (381,37 \cdot 10,3) \\ &= 1,0615 \text{ N} \end{aligned}$$

Percobaan 2

Berat Boraks = 2,0890 gram

Volume HCL = 10,1 ml

$$\begin{aligned} \text{Normalitas HCL} &= 2000 \cdot 2,0890 / (381,37 \cdot 10,1) \\ &= 1,0846 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Normalitas HCL standar rata-rata} &= \frac{1}{2} (1,0615 + 1,0846) \\ &= 1,0730 \text{ N} \end{aligned}$$

**LAMPIRAN C**  
**DATA HASIL PENELITIAN**  
**DAN PERHITUNGAN KONVERSI**

Volume minyak ( $V_m$ ) = 200 ml

EALT = 3,35

$\rho$  minyak ( $\rho_m$ ) = 0,93 g/ml

Tahapan menghitung besarnya konversi

1. Menghitung besarnya  $G_o$ , dimana  $G_o = EALT \cdot V_m \cdot \rho_m$   
 $G_o$  adalah mgek gliserol teoritis. Diperoleh  $G_o = 623,1$  mgek
2. Menghitung besarnya konsentrasi gliserol ( $C_a$ ) dalam volume ekstrak ( $V_e$ ), yang diperoleh dari analisis GC.  
 $C_a = 5E-06 \cdot (\text{Area}) + 0,003$ , dengan  $C_a$  bersatuan gram gliserol/100 ml ekstrak senilai dengan %
3. Menghitung gram gliserol ( $W_{\text{gliserol}}$ ), dimana  $W_{\text{gliserol}} = C_a \cdot V_e \cdot (V_m + V_e) / (V_s \cdot 100)$
4. Menghitung  $G$ , dimana  $G = W_3 \cdot 1000 / \text{BM gliserol}$   
 $G$  adalah mgek gliserol yang diperoleh dari eksperimen, BM gliserol = 92 g/gmol
5. menghitung besarnya konversi ( $X$ ),  $X = G/G_o$

**A. Variasi perbandingan pereaksi**

**Daftar I Perhitungan konversi berdasarkan analisis GC terhadap variasi perbandingan pereaksi**

Kode sampel	area	Ca	Vet	Vs	Ve	W	G	Xa, %
S-1 25	4415	0,022	36,2	5,64	43	0,398	4,331	0,695
S-1 50	5855	0,029	36,2	5,55	46,3	0,578	6,281	1,008
S-1 75	6581	0,033	36,2	5,68	44,5	0,610	6,629	1,064
S-1 100	5026	0,025	36,2	4,15	46	0,659	7,166	1,150
S-3 25	25891	0,130	108,715	5,72	45	3,145	34,188	5,487
S-3 50	33918	0,170	108,715	4,35	44,5	5,357	58,233	9,346
S-3 75	48662	0,243	108,715	5,44	45,5	6,284	68,302	10,962
S-3 100	54458	0,272	108,715	5,25	42	6,726	73,109	11,733
S-5 25	20664	0,103	181,19	5,6	42,5	2,990	32,505	5,217
S-5 50	88244	0,441	181,19	5,65	45	13,397	145,620	23,370
S-5 75	104310	0,522	181,19	5,65	43	15,132	164,479	26,397
S-5 100	112584	0,563	181,19	4,85	44	19,469	211,617	33,962
S-7 25	58364	0,292	253,67	5,75	44	10,132	110,135	17,675
S-7 50	96072	0,480	253,67	5,4	45,5	18,364	199,610	32,035
S-7 75	117203	0,586	253,67	5,7	46	21,457	233,228	37,430
S-7 100	116017	0,580	253,67	5,65	46,5	21,661	235,443	37,786

Contoh perhitungan :

Contoh perhitungan diambil untuk data nomer 1 daftar 1

Tahap 1, hitung  $G_0$

$$G_0 = 3,35 \cdot 200 \cdot 0,93 = 623,1 \text{ mgek}$$

Tahap 2, hitung Ca

$$Ca = 5E-06 \cdot (4415) + 0,003 = 0,022 \%$$

Tahap 3, hitung  $W_{\text{gliserol}}$

$$W_{\text{gliserol}} = 0,011 \cdot 43 \cdot (200+36,2) / (5,64 \cdot 100) = 0,398 \text{ gram}$$

Tahap 4, hitung G

$$G = (0,398 \cdot 1000) / 92 = 4,331$$

Tahap 5, Hitung X

$$X = 4,331 / 623,1 = 0,695 \%$$

**B. Pengaruh variasi konsentrasi**

**Daftar II. Perhitungan konversi berdasarkan analisis GC terhadap variasi konsentrasi katalisator**

Kode sampel	area	Ca	Vet	Vs	Ve	W	G	Xa, %
N-0,4% 25	2157	0,011	181,19	5,25	46,5	0,368	3,976	0,638
N-0,4% 50	17023	0,085	181,19	5,15	46	2,899	31,518	5,058
N-0,4% 75	59496	0,297	181,19	5,15	44	9,689	105,323	16,903
N-0,4% 100	62906	0,314	181,19	5	43,5	10,432	113,397	18,483
N-0,8% 25	32512	0,163	181,19	5,05	42,5	5,216	56,702	9,099
N-0,8% 50	35439	0,177	181,19	5,05	43,5	5,819	63,259	10,152
N-0,8% 75	49194	0,246	181,19	5,15	45	8,194	89,069	14,294
N-0,8% 100	72541	0,363	181,19	5	46	12,722	138,278	22,192
N-1,2% 25	142088	0,710	181,19	4,95	44,5	24,347	264,646	42,472
N-1,2% 50	168633	0,843	181,19	5	46	29,571	321,425	51,585
N-1,2% 75	191067	0,955	181,19	5,05	43	31,009	337,061	54,094
N-1,2% 100	188449	0,942	181,19	5,1	44,5	31,341	340,667	54,673
N-1,6% 25	108820	0,544	181,19	5,1	42	17,082	185,674	29,798
N-1,6% 50	121058	0,605	181,19	4,9	42	21,191	230,340	36,966
N-1,6% 75	139165	0,696	181,19	5,15	45	23,178	251,936	40,432
N-1,6% 100	144771	0,724	181,19	5,05	46	25,135	273,213	43,847

Contoh perhitungan :

Contoh perhitungan diambil untuk data nomer 1 daftar 1

Tahap 1, hitung Go

$$Go = 3,35 \cdot 200 \cdot 0,93 = 623,1 \text{ mgek}$$

Tahap 2, hitung Ca

$$Ca = 5E-06 \cdot (2157) + 0,003 = 0,011$$

Tahap 3, hitung  $W_{\text{gliserol}}$

$$W_{\text{gliserol}} = 0,011 \cdot 46,5 \cdot (200+181,19) / (5,25 \cdot 100) = 0,368 \text{ gram}$$

Tahap 4, hitung G

$$G = (0,368 \cdot 1000) / 92 = 3,976$$

Tahap 5, Hitung X

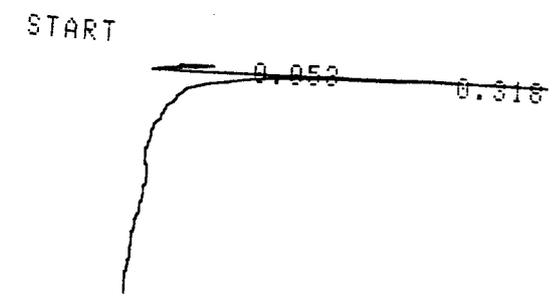
$$X = 3,976 / 623,1 = 0,638 \%$$



**LAMPIRAN D**  
**HASIL ANALISIS GC**  
**UNTUK VARIABEL PERBANDINGAN PEREAKSI**

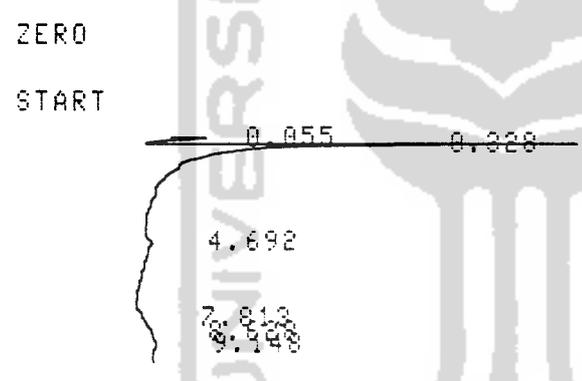


**Perbandingan pereaksi S = 1, 25**



PKNO	TIME	AREA	MK	IDNO	CONC	NAME
1	0.053	327				
2	0.318	4415			6.8953	
TOTAL		4742			93.1047	
					100	

**Perbandingan pereaksi S = 1, 50**



PKNO	TIME	AREA	MK	IDNO	CONC	NAME
1	0.055	320			4.7794	
2	0.328	5855			87.3499	
3	4.692	85			1.2682	
4	8.628	245	V		3.6541	
5	9.148	198	V		2.9484	
TOTAL		6703			100	

**Perbandingan pereaksi S =1, 75**

ZERO

START

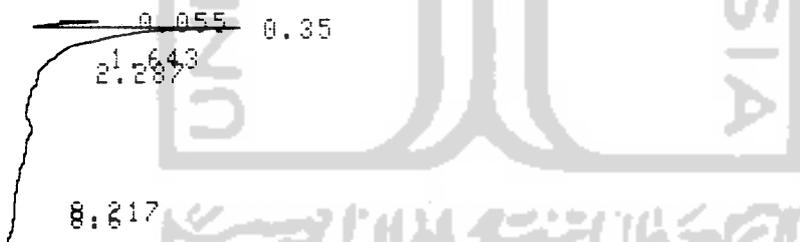


PKNO	TIME	AREA	MK	IDNO	CONC	NAME
1	0.055	324			4.3758	
2	0.322	6581	S		88.9993	
3	4.682	246			3.3311	
4	9.148	244			3.2938	
TOTAL		7394			100	

ZERO

**Perbandingan pereaksi S =1, 100**

START



PKNO	TIME	AREA	MK	IDNO	CONC	NAME
1	0.055	366			6.3995	
2	0.35	5026			87.7904	
3	1.643	333	V		5.8101	
TOTAL		5725			100	

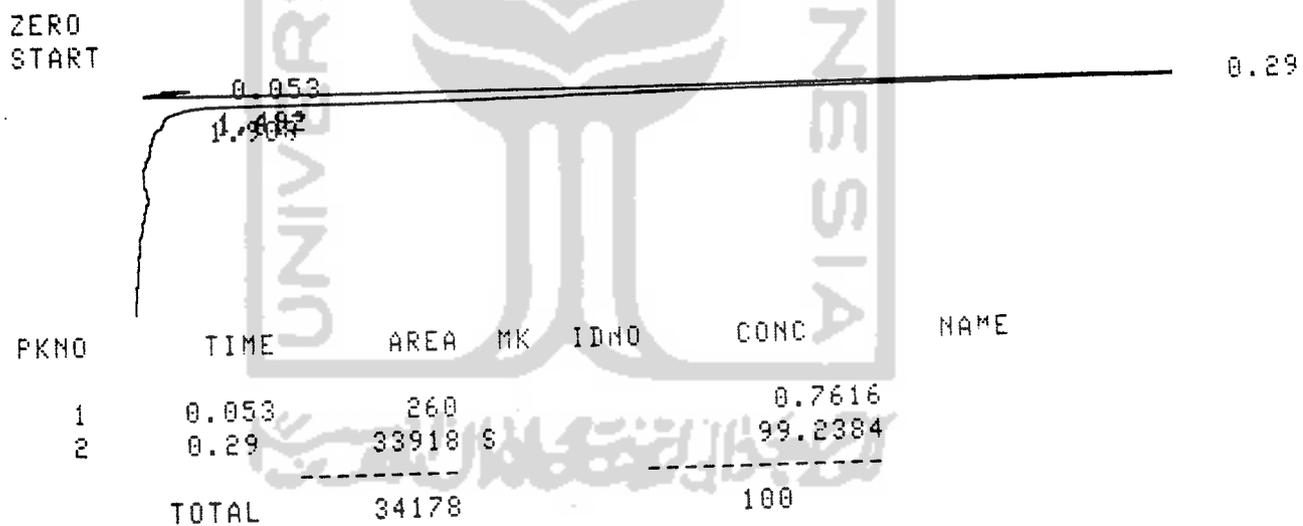
ZERO

**Perbandingan pereaksi S =3 25**



PKNO	TIME	AREA	MK	IDNO	CONC	NAME
1	0.058	324			1.2359	
2	0.328	25891			98.7641	
TOTAL		26215			100	

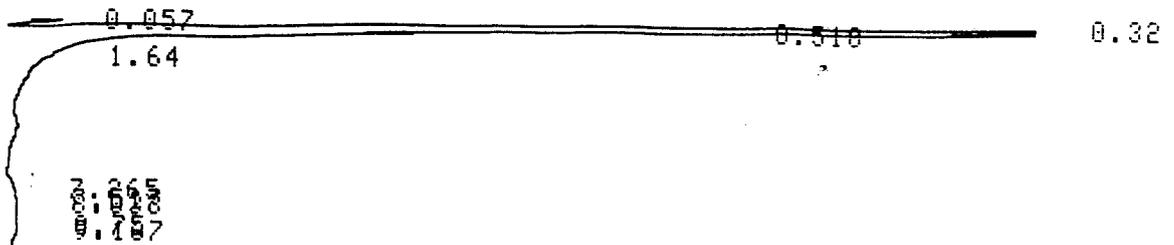
**Perbandingan pereaksi S =3 50**



PKNO	TIME	AREA	MK	IDNO	CONC	NAME
1	0.053	260			0.7616	
2	0.29	33918	S		99.2384	
TOTAL		34178			100	

**Perbandingan pereaksi S =3 75**

RT



NO	TIME	AREA	MK	IDNO	CONC	NAME
1	0.057	290			0.4573	
2	0.32	48662			76.8227	
3	0.518	14207	SV		22.429	
4	7.265	102			0.1607	
5	7.517	83	V		0.1303	
TOTAL		63343			100	

**Perbandingan pereaksi S =3 100**

RT



NO	TIME	AREA	MK	IDNO	CONC	NAME
1	0.057	230			0.2759	
2	0.31	54458			65.4146	
3	0.438	28407	SV		34.1231	
4	4.667	155			0.1864	
TOTAL		83250			100	

**Perbandingan pereaksi S = 5 25**

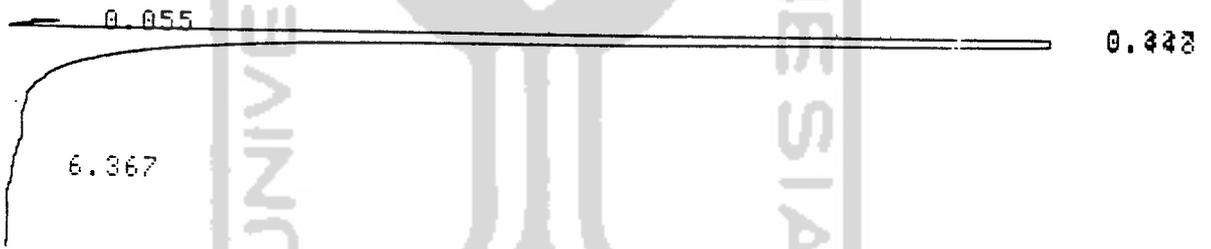
NO  
RT



NO	TIME	AREA	MK	IDNO	CONC	NAME
1	0.048	113			0.542	
2	0.31	20664	S		99.458	
TOTAL		20777			100	

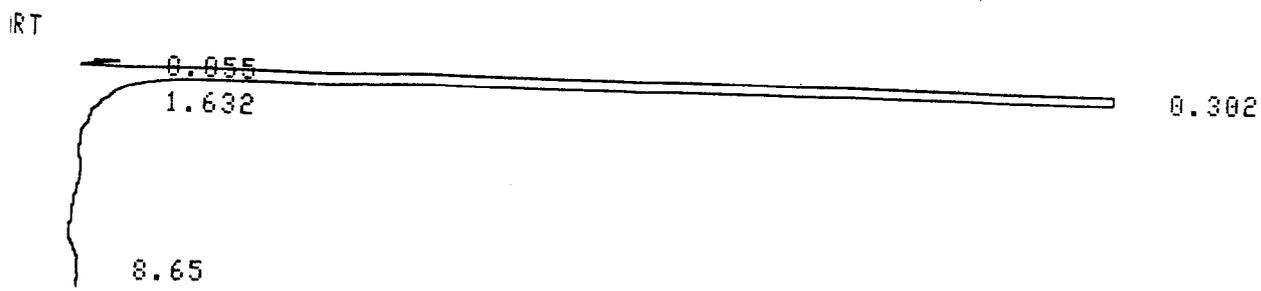
**Perbandingan pereaksi S = 5 50**

NO  
RT



NO	TIME	AREA	MK	IDNO	CONC	NAME
1	0.055	277			0.1974	
2	0.327	88244			62.7813	
3	0.443	52036	V		37.0213	
TOTAL		140558			100	

### Perbandingan pereaksi S=5 75

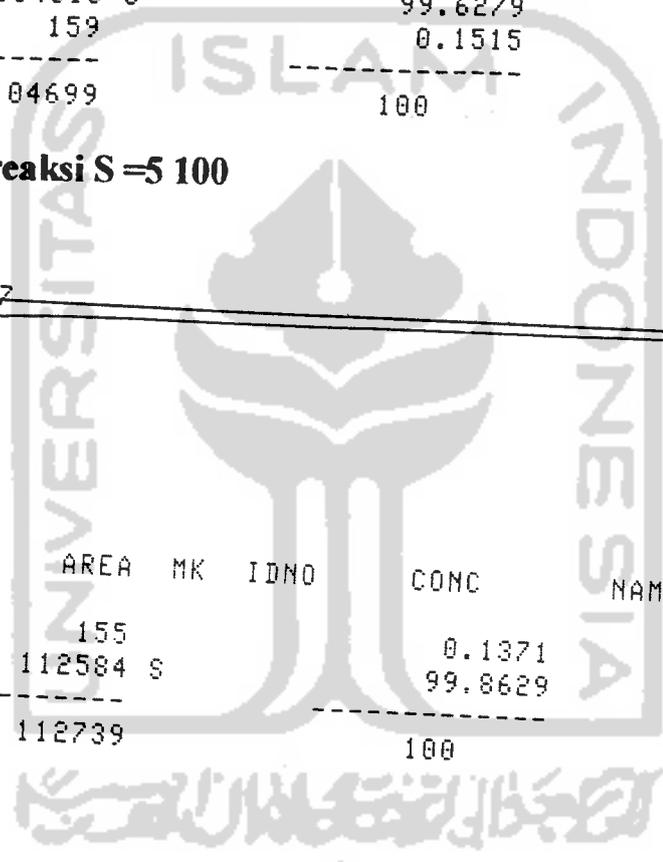


NO	TIME	AREA	MK	IDNO	CONC	NAME
1	0.055	231			0.2206	
2	0.302	104310	S		99.6279	
3	8.65	159			0.1515	
TOTAL		104699			100	

### Perbandingan pereaksi S=5 100

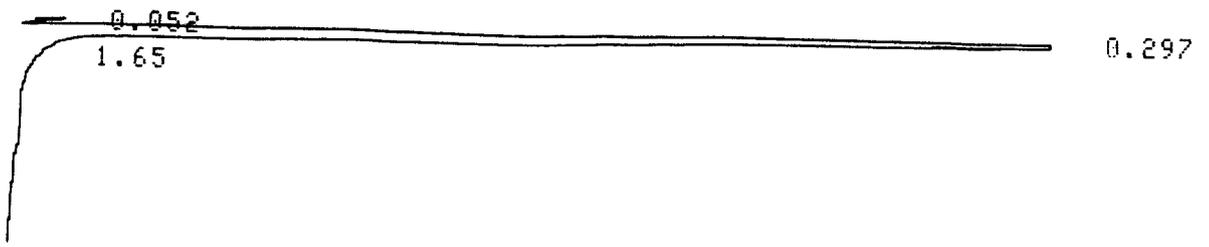


NO	TIME	AREA	MK	IDNO	CONC	NAME
1	0.047	155			0.1371	
2	0.313	112584	S		99.8629	
TOTAL		112739			100	



### Perbandingan pereaksi S =7 25

ZERO  
START



KNO	TIME	AREA	MK	IDNO	CONC	NAME
1	0.052	256			0.4364	
2	0.297	58364	S		99.5636	
TOTAL		58619			100	

ERO

### Perbandingan pereaksi S =7 50

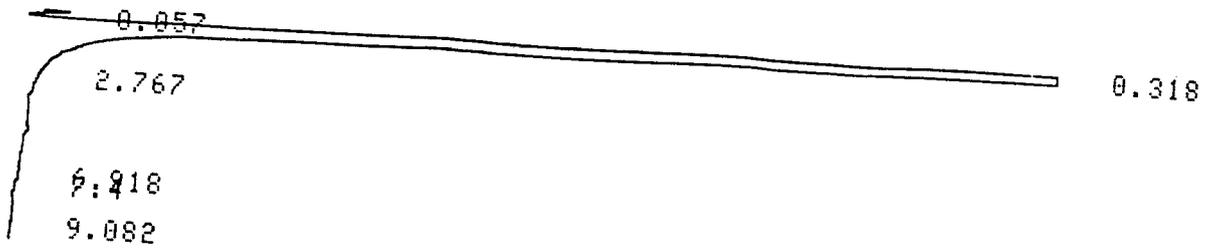
T



TIME	AREA	MK	IDNO	CONC	NAME
0.057	286			0.2022	
0.328	96072			67.9355	
0.472	45058	SV		31.862	
2.892	0	T		0.0003	
TOTAL	141417			100	

**Perbandingan pereaksi S=7 75**

ART



TIME	AREA	MK	IDNO	CONC	NAME
0.057	243			0.2072	
0.318	117203	S		99.7928	
TOTAL				100	
AREA(1)=0					
AT					

TIME	AREA	MK	IDNO	CONC	NAME
0.057	243			0.2072	
0.318	117203	S		99.7928	
TOTAL				100	

**Perbandingan pereaksi S=7 100**

ART



TIME	AREA	MK	IDNO	CONC	NAME
0.058	238			0.1098	
0.313	216017	S		99.8351	
1.642	39	T		0.0181	
9.4	80			0.0369	
TOTAL				100	
216374					

Shamudin

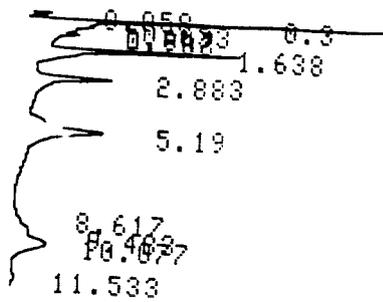
221-25412

1010188

079

**Konsentrasi katalisator N-0,4 % 25**

START

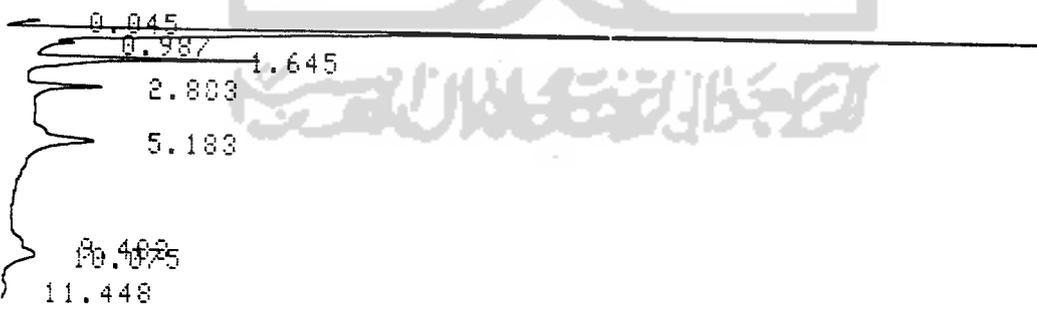


PKNO	TIME	AREA	MK	IDNO	CONC	NAME
1	0.058	164			1.444	
2	0.3	2157	V		19.0411	
3	0.633	738	V		6.5192	
4	0.847	188	V		1.6597	
5	0.983	784	V		6.9237	
6	1.638	2351	V		20.7536	
7	2.883	997			8.7984	
8	5.19	2145			18.9373	
9	8.617	49			0.4302	
10	9.483	483	V		4.2639	
11	10.077	1156	V		10.2049	
12	11.533	116			1.024	
TOTAL		11328			100	

**Konsentrasi katalisator N-0,4 % 50**

ERO

TART



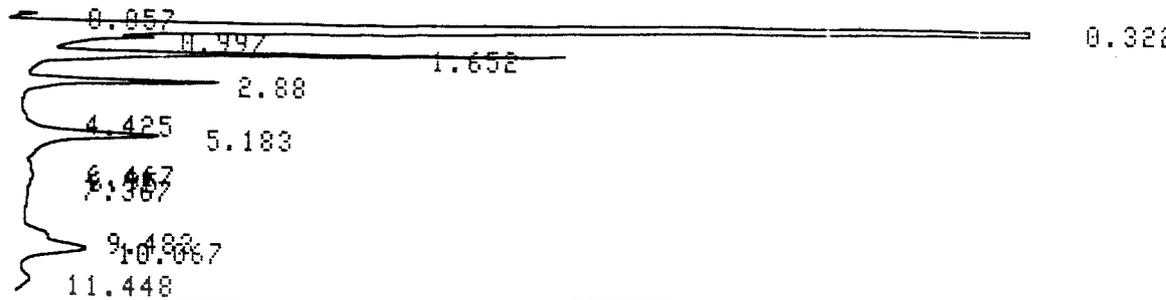
KN0	TIME	AREA	MK	IDNO	CONC	NAME
1	0.045	116			0.4935	
2	0.312	17023	S		72.2363	
3	0.987	103	T		0.4364	
4	1.645	2330	T		9.8856	
5	2.803	900			3.817	
6	5.183	1816			7.7072	
7	9.483	252			1.0706	
8	10.075	905	V		3.8412	
9	11.448	121			0.5111	
TOTAL		23566			100	

ERO

### Konsentrasi katalisator N-0,4 % 75

ZERO

START

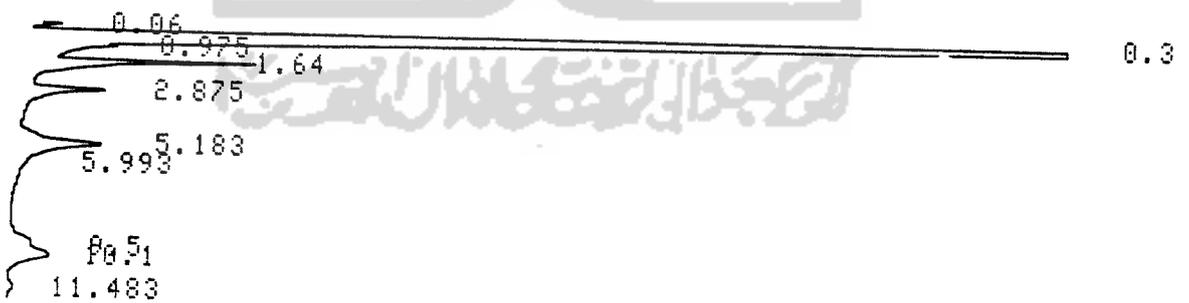


0.322  
75

PKNO	TIME	AREA	MK	IDNO	CONC	NAME
1	0.057	161			0.2191	
2	0.322	59496	S		80.8496	
3	0.997	182	T		0.2469	
4	1.652	4686	T		6.3683	
5	2.88	2301	T		3.1265	
6	4.425	43			0.0586	
7	5.183	3423	SV		4.6517	
8	6.467	58	T		0.0789	
9	6.95	96	TV		0.13	
10	7.367	43	TV		0.0588	
11	9.483	626			0.8503	
12	10.067	2146	V		2.9165	
13	11.448	327			0.4449	
TOTAL		73588			100	

### Konsentrasi katalisator N-0,4 % 100

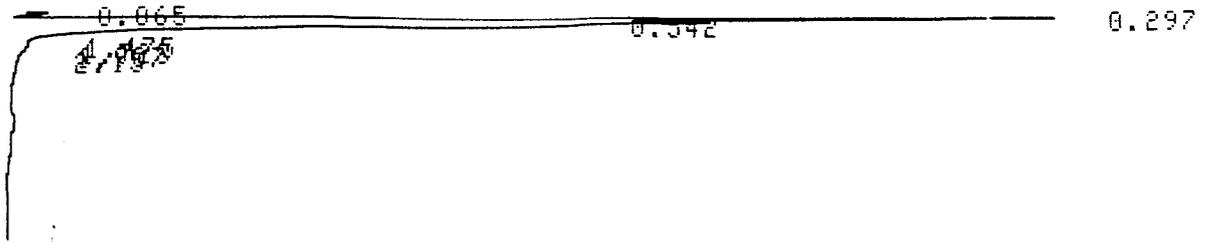
START



KNO	TIME	AREA	MK	IDNO	CONC	NAME
1	0.06	176			0.2469	
2	0.3	62906	S		88.198	
3	0.975	67	T		0.0945	
4	1.64	2254	T		3.1601	
5	2.875	1113			1.5601	
6	5.183	2614	S		3.6645	
7	5.993	1	T		0.0013	
8	9.5	438			0.8939	
9	10.1	1440	V		2.0186	
10	11.483	116			0.1622	
TOTAL		71324			100	

**nsentrasi katalisator N-0,8% 25**

RT



0	TIME	AREA	MK	IDNO	CONC	NAME
1	0.065	184			0.4098	
2	0.297	32512			72.4925	
3	0.542	12111	SV		27.0039	
4	1.475	24	T		0.0545	
5	1.728	12	TV		0.0267	
6	1.907	3	TV		0.0069	
7	2.15	3	T		0.0056	
TOTAL		44849			100	

**onsentrasi katalisator N-0,8% 50**

RT

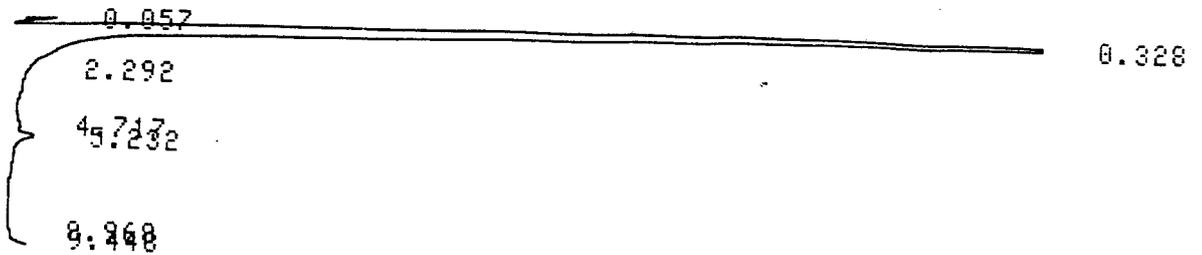


0	TIME	AREA	MK	IDNO	CONC	NAME
1	0.053	213			0.5714	
2	0.328	35439	S		95.2058	
3	1.665	31	T		0.0829	
4	1.79	42	TV		0.113	
5	2.898	29			0.0778	
6	3.267	25			0.0673	
7	3.967	55			0.1485	
8	4.68	548	V		1.4719	
9	5.225	340	V		0.9129	
0	8	19			0.0506	
1	8.548	65	V		0.174	
2	9.133	418	V		1.1241	
TOTAL		37224			100	

221-25412  
 7010188  
 083

### Konsentrasi katalisator N-0,8% 75

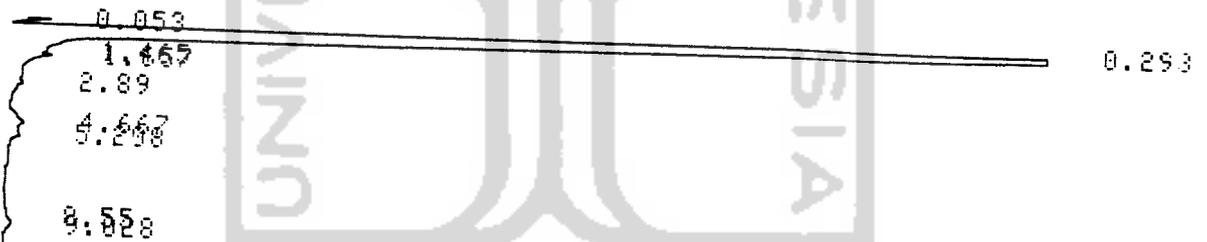
ERO  
TART



NO	TIME	AREA	MK	IDNO	CONC	NAME
1	0.057	252			0.5064	
2	0.328	49194	S		98.7479	
3	2.292	1	T		0.0024	
4	4.717	36			0.0721	
5	5.232	314			0.6295	
6	8.968	7			0.0141	
7	9.448	14			0.0276	
TOTAL		49817			100	

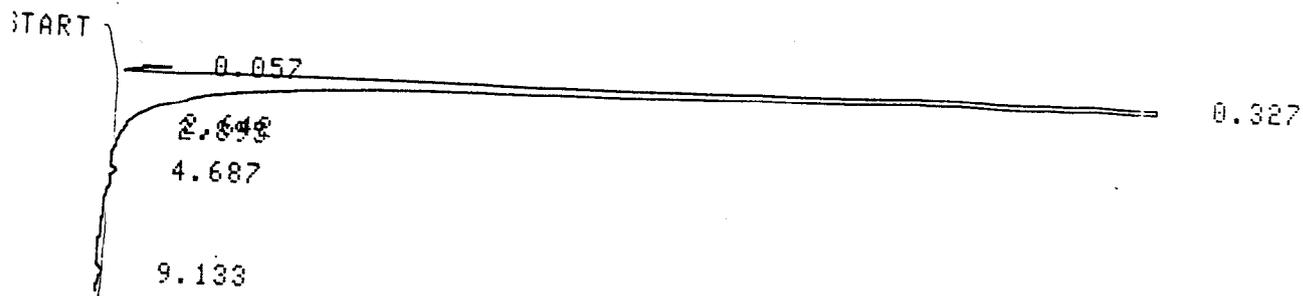
### Konsentrasi katalisator N-0,8% 100

ERO  
TART



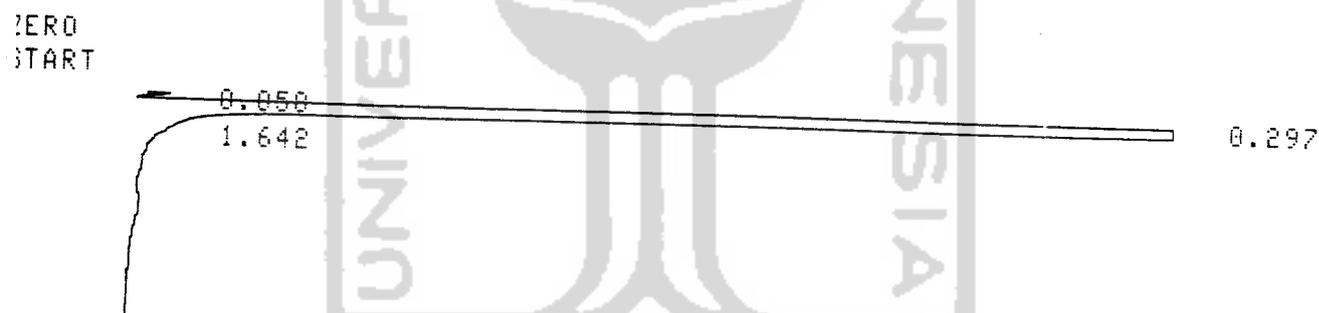
NO	TIME	AREA	MK	IDNO	CONC	NAME
1	0.053	205			0.2782	
2	0.293	72541	S		98.3693	
3	1.465	30	T		0.0408	
4	1.657	119	TV		0.1612	
5	2.89	63			0.0852	
6	4.667	351			0.4758	
7	5.208	198	V		0.269	
8	8.55	48			0.0653	
9	9.028	188	V		0.2551	
TOTAL		73743			100	

### Konsentrasi katalisator N-1,2 % 25



KNO	TIME	AREA	MK	IDNO	CONC	NAME
1	0.057	248			0.174	
2	0.327	142088	S		99.6491	
3	2.642	1	T		0.0009	
4	2.895	6	TV		0.0043	
5	4.687	92			0.0644	
6	9.133	153			0.1074	
TOTAL		142588			100	

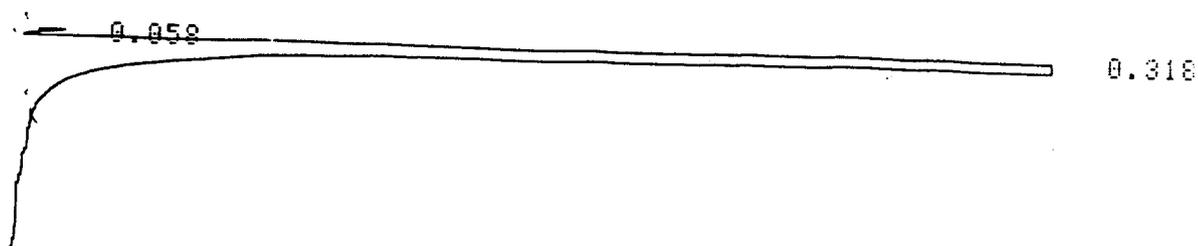
### Konsentrasi katalisator N-1,2 % 50



KNO	TIME	AREA	MK	IDNO	CONC	NAME
1	0.058	203			0.1203	
2	0.297	168633	S		99.8657	
3	1.642	24	T		0.0139	
TOTAL		168860			100	

### Konsentrasi katalisator N-1,2 % 75

ZERO  
START



PKNO	TIME	AREA	MK	IDNO	CONC	NAME
1	0.058	231			0.1208	
2	0.318	191067			99.8792	
TOTAL		191298			100	

### Konsentrasi katalisator N-1,2 % 100

START

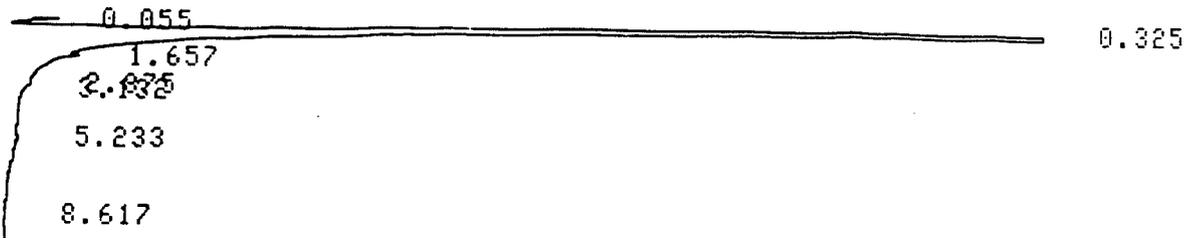


KNO	TIME	AREA	MK	IDNO	CONC	NAME
1	0.057	215			0.1139	
2	0.322	188449	S		99.7919	
3	3.255	2	T		0.0012	
4	7.335	18			0.0096	
5	8.483	43			0.023	
6	9.1	114	V		0.0604	
TOTAL		188843			100	

### Konsentrasi katalisator N-1,6 % 25

ZERO

START



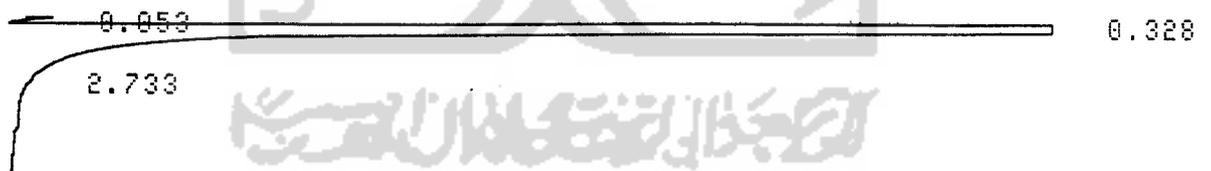
PKNO	TIME	AREA	MK	IDNO	CONC	NAME
1	0.055	232			0.212	
2	0.325	108820	S		99.6338	
3	1.657	83	T		0.0756	
4	2.875	39	T		0.0358	
5	3.132	1	T		0.0012	
6	5.233	27			0.0244	
7	8.617	19			0.0171	
TOTAL		109220			100	

ZERO

### Konsentrasi katalisator N-1,6 % 50

ZERO

START

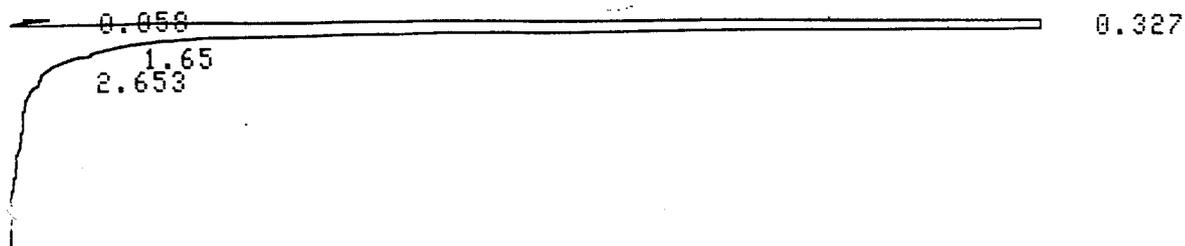


PKNO	TIME	AREA	MK	IDNO	CONC	NAME
1	0.053	259			0.2132	
2	0.328	121058	S		99.7861	
3	2.733	1	T		0.0006	
TOTAL		121317			100	

### Konsentrasi katalisator N-1,6 % 75

ZERO

START

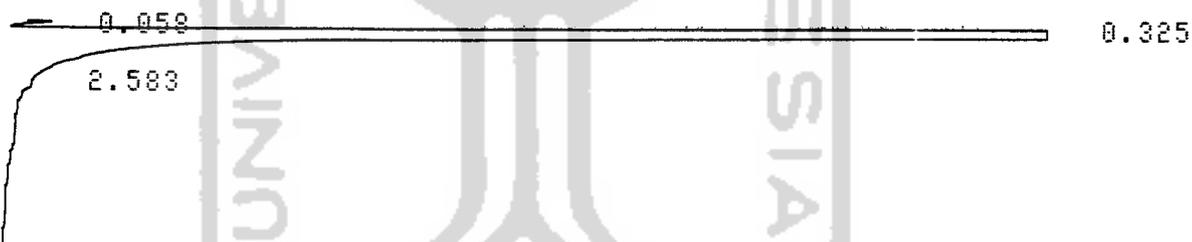


PKNO	TIME	AREA	MK	IDNO	CONC	NAME
1	0.058	244			0.175	
2	0.327	139165	S		99.7973	
3	1.65	34	T		0.024	
4	2.653	5	T		0.0037	
TOTAL		139448			100	

ZERO

### Konsentrasi katalisator N-1,6 % 100

START



PKNO	TIME	AREA	MK	IDNO	CONC	NAME
1	0.058	250			0.1723	
2	0.325	144771	S		99.8274	
3	2.583	0	T		0.0003	
TOTAL		145021			100	