

**ANALISIS PENGARUH DAN PERSEN KONTRIBUSI CAMPURAN  
PELUMAS TELLUS 32 DENGAN MINYAK KELAPA SAWIT TERHADAP  
TOTAL ACID NUMBER DAN VISCOSITAS**

**PROYEK AKHIR**

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat  
kelulusan Sarjana Terapan/Diploma IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka  
Belitung



Dibuat oleh :

Aldi Nugraha

NIM : 141933

**POLITEKNIK MANUFaktur Negeri**

**BANGKA BELITUNG**

**TAHUN 2022 - 2023**

**ANALISIS PENGARUH DAN PERSEN KONTRIBUSI CAMPURAN  
PELUMAS TELLUS 32 DENGAN MINYAK KELAPA SAWIT  
TERHADAP *TOTAL ACID NUMBER* DAN *VISCOSITAS***

**PROYEK AKHIR**

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Sarjana Terapan/Diploma IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun oleh :

Aldi Nugraha

NIM : 1041933

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI**

**BANGKA BELITUNG**

**TAHUN 2022 - 2023**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PENGARUH DAN PERSEN KONTRIBUSI CAMPURAN  
PELUMAS TELLUS 32 DENGAN MINYAK KELAPA SAWIT  
TERHADAP TOTAL ACID NUMBER DAN VISCOSITAS

Oleh :

Aldi Nugraha /141933

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan  
Program Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Menyetujui,

Pembimbing 1




Ariyanto S.S.T., M.T.

Pembimbing 2



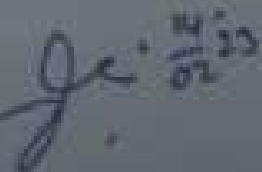
Angga Sateria S.S.T., M.T.

Penguji 1



Dr. Sukanto, M.Eng.

Penguji 2



Dr. Ilham Ary Wahyudie, M.T.

## PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa : Aldi Nugraha

NIM : 1041933

Dengan Judul : **ANALISIS PENGARUH DAN PERSEN KONTRIBUSI CAMPURAN PELUMAS TELLUS 32 DENGAN MINYAK KELAPA SAWIT TERHADAP *TOTAL ACID NUMBER* DAN *VISCOSITAS***

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Pangkalpinang, 17 januari 2023

Nama Mahasiswa

Tanda Tangan

Aldi Nugraha



## ABSTRAK

Pelumas merupakan zat kimia yang umumnya berbentuk cair, yang digunakan pada komponen yang bergesekan. Fungsinya untuk mengurangi gesekan, mengurangi keausan, mengurangi getaran, menjaga usia alat atau komponen dan menjaga suhu selama pengoperasian. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh campuran pelumas terhadap TAN (*Total Acid Number*) dan viskositas, serta untuk mengetahui pengaruh waktu terhadap TAN (*Total Acid Number*) dan viskositas. Dilakukan dengan 5 konsentrasi campuran yang berbeda yaitu 100:0, 80:20, 90:10, 95:5, 0:100 kemudian konsentrasi campuran ini diuji pada *gearbox headstock* mesin bubut konvensional DoALL LT 13 selama 21 jam pada masing-masing konsentrasi, kemudian dilakukan pengujian pada sampel pelumas diulang 3 kali setiap 1 jam. Uji kekentalan pada sampel minyak pelumas dilakukan pada suhu 40°C dan uji TAN (*Total Acid Number*) dilakukan pada suhu ruangan. Analisa data dilakukan dengan menggunakan metode ANOVA dan diperoleh kesimpulan bahwa analisis menunjukkan pencampuran dan waktu berpengaruh signifikan terhadap TAN (*Total Acid Number*) dan viskositas serta persentase kontribusi terbesar terdapat pada campuran terhadap Total Acid Number.

Kata kunci: Tellus 32, minyak kelapa sawit, TAN, viskositas, ANOVA, *headstock*

## **ABSTRACT**

*Lubricants are chemical substances that are generally in liquid form, which are used in frictional components. Its function is to reduce friction, reduce wear, reduce vibration, maintain the age of the tool or component and maintain temperature during operation. The purpose of this study was to determine the effect of a mixture of lubricants on TAN (Total Acid Number) and viscosity, and to determine the effect of time on TAN (Total Acid Number) and viscosity. It was carried out with 5 different concentrations of the mixture, namely 100:0, 80:20, 90:10, 95:5, 0:100 then the concentration of this mixture was tested on the headstock gearbox of a conventional lathe DoALL LT 13 for 21 hours at each concentration, then the test is carried out on the lubricant sample repeated 3 times every 1 hour. The viscosity test on lubricating oil samples was carried out at 40°C and the TAN (Total Acid Number) test was carried out at room temperature. Data analysis was carried out using the ANOVA method and it was concluded that the analysis showed that mixing and time had a significant effect on TAN (Total Acid Number) and viscosity and the largest contribution percentage was found in the mixture on Total Acid Number.*

*Keywords: Tellus 32, palm oil, TAN, viscosity, ANOVA, headstock*

## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Analisis Pengaruh dan Persen Kontribusi Campuran Pelumas Tellus 32 dengan Minyak Kelapa Sawit Terhadap *Total Acid Number* dan *Viscositas*”, sebagai salah satu syarat kelulusan Sarjana Terapan/Diploma IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak mungkin terselesaikan tanpa adanya dukungan, bantuan, bimbingan, dan nasehat dari berbagai pihak selama penyusunan skripsi ini. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih setulus-tulusnya kepada:

1. Bapak Ariyanto S.S.T.,M.T. dan Bapak Angga Sateria S.S.T.,M.T. selaku dosen pembimbing saya atas segala bimbingan, arahan, serta saran yang diberikan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
2. Seluruh staff pengajar/dosen Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah memberi ilmu selama penulis menempuh pendidikan di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
3. Keluarga di rumah yang selalu memberikan semangat, doa, dukungan, nasihat dan semuanya untuk dapat menyelesaikan skripsi ini.
4. Seluruh teman sekelas yang dengan tulus memotivasi dan memberi dukungan sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Kedua orang tua penulis, Misnawati dan Asfari yang selalu memberikan kasih sayang, doa, nasehat, serta atas kesabarannya yang luar biasa si salam hidup penulis. Penulis berharap menjadi anak yang dapat dibanggakan.
6. Adik penulis tercinta Sefiera Ardelina, terimakasih atas segala dukungan dan doanya.

7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang dengan ikhlas memberikan motivasi dan doa sehingga skripsi ini dapat ter selaikan.

Dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan dan kesalahan dalam penulisan maupun konsep, karena itu penulis mengharapkan segala keritik dan saran yang bersifat membangun agar dapat menyempurnakan penulisan dan konsep skripsi ini, serta bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Pangkalpinang, 17 januari 2023



Aldi Nugraha



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GRAFIK</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1. 1. Latar Belakang .....	1
1. 2. Rumusan Masalah .....	3
1. 3. Batasan Masalah.....	4
<b>BAB II DASAR TEORI</b> .....	5
2.1. Penelitian Terdahulu .....	5
2.1.1. Analisis Pengaruh Perbedaan Jenis Minyak Lumas Dasar (Base Oil) Terhadap Mutu Pelumas Mesin .....	5
2.1.2. Analisis Kompatibilitas Campuran Pelumas Industri (Mesin Dan Hidrolik) Dari Bahan Dasar Mineral Dan Sintetik .....	6
2.1.3. Kompabilitas Campuran Minyak Lumas Dasar Jenis Mineral Dengan Minyak Nabati Sebagai Minyak Lumas Dasar Pelumas Mesin Kendaraan Bermotor .....	7
2.2. Pelumasan .....	8

2.2.1	Komponen-Komponen Sistem Pelumasan .....	8
2.3.	Cara Kerja Sistem Pelumasan.....	11
2.4.	Prinsip Pelumas .....	12
2.5.	Tolak Ukur Kualitas Pelumas .....	12
2.5.1	Viskositas .....	13
2.5.2	Penyebab dari Viskositas rendah .....	13
2.5.3	Penyebab dari Viskositas tinggi.....	14
2.5.4	TAN ( <i>Total Acid Number</i> ).....	14
2.6	Tujuan Pelumas .....	15
2.7	Minyak Nabati .....	16
2.8	Uji Normalitas .....	16
2.9	Anova.....	17
2.9.1.	<i>Degree of Freedom (df)</i> .....	18
2.9.2.	<i>Sum of Square (SS)</i> .....	18
2.9.3.	<i>Mean of Square (MS)</i> .....	18
2.10.	Persentase Kontribusi .....	19
2.11.	Mesin Bubut .....	19
2.12.	<i>GearBox</i> .....	20
2.12.1.	Fungsi <i>Gearbox</i> .....	20
<b>BAB III METODE PENYELESAIAN</b> .....		21
3.1	Diagram Alir.....	21
3.2	Pelaksanaan Penelitian .....	22
3.3	Alat dan Bahan .....	23
3.4	Langkah-Langkah Pengambilan data atau sampel .....	27
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....		30

4.1. Pengumpulan Data .....	30
4.2 Uji normalitas .....	33
4.3 Pengolahan data TAN ( <i>Total Acid Number</i> ) .....	40
4.4 Pengolahan data <i>viscositas</i> .....	47
4.5 Perhitungan Persentase Kontribusi (P) TAN ( <i>Total Acid Number</i> ) .....	54
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>58</b>
5.1 Kesimpulan .....	58
5.2 Saran.....	58
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>60</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tangki oli <i>gearbox</i> mesin bubut.....	9
Gambar 2. 2 Pompa oli mesin bubut.....	9
Gambar 2. 3 Filter oli mesin .....	10
Gambar2. 4 <i>Pressure Valve</i> oli mesin.....	10
Gambar 2. 5 <i>switch oil</i> .....	11
Gambar 2. 6 Sistem Kerja Pelumas.....	11
Gambar 2. 7 <i>GearBox</i> .....	21
Gambar 3. 1 Diagram Alir atau <i>Flow Chart</i> .....	21
Gambar 3. 2 Fluidscan. ....	23
Gambar 3. 3 <i>Visgage</i> .....	23
Gambar 3. 4 Gelas Ukur.....	24
Gambar 3. 5 Termometer Digital. ....	24
Gambar 3. 6 Kompor Listrik. ....	24
Gambar 3. 7 Pipet Tetes. ....	25
Gambar 3. 8 Kunci Inggris.....	25
Gambar 3. 9 Mesin Bubut DoALL LT 13.....	26
Gambar 3. 10 <i>Shell Tellus 32</i> . ....	26
Gambar 3. 11. Minyak Kelapa Sawit ( <i>FILMA</i> ). ....	27
Gambar 3. 12 Gelas Ukur. ....	27
Gambar 3. 13 Mesin Bubut DoALL LT 13 Saat Beroperasi. ....	27
Gambar 3. 14 Pengambilan sampel pelumas melalui pipa atau keran.....	28
Gambar 3. 15. Sampel Pelumas .....	28
Gambar 3. 16.Pemanasan dengan kompor listrik.....	28
Gambar 3. 17. Pengujian menggunakan <i>visgage</i> dan <i>fluidscan</i> .....	28

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Batas atas dan batas bawah pelumas pada tiap viskositas .....	14
Tabel 2. 2 Tabel standar TAN.....	15
Tabel 2. 3 <i>Output</i> Anova Penjelasan Uji Regresi Excel .....	17
Tabel 4. 1 Data Hasil Pengukuran nilai TAN .....	31
Tabel 4. 2 Data Hasil Pengukuran nilai viscositas .....	32
Tabel 4. 3. perhitungan normalitas TAN variabel campuran dan waktu .....	33
Tabel 4. 4. Perhitungan normalitas perlakuan campuran dan waktu untuk <i>viscositas</i> .....	37
Tabel 4. 5. Data Hasil Pengukuran nilai TAN .....	41
Tabel 4.6 Hasil perhitungan uji anova secara manual.....	46
Tabel 4. 7 Hasil perhitungan menggunakan <i>software</i> minitab.....	46
Tabel 4. 8 Data Hasil Pengukuran nilai viscositas .....	48
Tabel 4. 9 Hasil perhitungan uji anova secara manual.....	53
Tabel 4. 10 Hasil perhitungan menggunakan <i>software</i> minitab.....	53
Tabel 4. 11 Perhitungan Faktor Kontribusi Sumber Keragaman TAN (Total Acid Number) .....	55
Tabel 4. 12 Perhitungan Faktor Kontribusi Sumber Keragaman.....	57

## DAFTAR GRAFIK

Grafik 4. 1. pengujian TAN variabel campuran dan waktu untuk konsentrasi 100:0 .....	34
Grafik 4. 2. pengujian TAN variabel campuran dan waktu untuk konsentrasi 80:20 .....	34
Grafik 4. 3. pengujian TAN variabel campuran dan waktu untuk konsentrasi 90:10 .....	35
Grafik 4. 4. pengujian TAN variabel campuran dan waktu untuk konsentrasi 95:5 .....	35
Grafik 4. 5. pengujian TAN variabel campuran dan waktu untuk konsentrasi 0:100 .....	36
Grafik 4. 6 pengujian TAN variabel campuran dan waktu untuk semua konsentrasi .....	36
Grafik 4. 7. pengujian viscositas variabel campuran dan waktu untuk konsentrasi 0:100.....	37
Grafik 4. 8. pengujian viscositas variabel campuran dan waktu untuk konsentrasi s 80:20.....	38
Grafik 4. 9. pengujian viscositas variabel campuran dan waktu untuk konsentrasi 90:10.....	39
Grafik 4. 10. pengujian viscositas variabel campuran dan waktu untuk konsentrasi 95:5.....	39
Grafik 4. 11. pengujian viscositas variabel campuran dan waktu untuk konsentrasi 0:100.....	40
Grafik 4. 12 pengujian TAN variabel campuran dan waktu untuk semua konsentrasi .....	40

## DAFTAR RUMUS

### Rumus

$df = n - 1$ .....	(2. 1) .....18
– $SS_{total} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n Y_{ijk}^2 -$	
FK.....	(2. 2) .....18
– $SSA_{total} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n A_{ij}^2 -$	
FK.....	(2. 3) .....18
– $SSA_{total} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n A_{ij}^2 -$	
FK.....	(2. 4) .....18
– $SS_{error} = SS_{total} - SS_{A_{total}} - SS_{B_{total}}$ .....	(2. 5) .....18
– $MS_A =$	
$SS_{A_{dfA}}$ .....	(2. 6) .....19
– $MS_B =$	
$SS_{B_{dfB}}$ .....	(2. 7) .....19
– $MS_{error} =$	
$SS_{error_{dferror}}$ .....	(2. 8) .....19
– $SS'_{sumber} = SS_{sumber} - (MS_{error} \times df_{sumber})$ .....	(2. 9) .19
– $P_A = \frac{SS'_{AS_{total}}}{SS_{total}}$	
$\times 100\%$ .....	(2. 10) .....19
– $P_B = \frac{SS'_{BS_{total}}}{SS_{total}}$	
$\times 100\%$ .....	(2. 11) .....19

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1. 1. Latar Belakang

Pada dunia industri minyak lumas memiliki peran yang sangat penting. Pelumas ini sangat di perlukan pada komponen mesin yang saling bersentuhan ataupun bergesekan agar tidak terjadi keausan pada komponen tersebut, serta dapat mengurangi kemungkinan untuk terjadinya *korosi* pada mesin. Pelumasan memiliki peran berupa pengurangan gesekan dan sebagai penghilang panas pada dua bidang yang berkontak. Secara umum fungsi pelumasan adalah untuk mencegah atau mengurangi keausan dan gesekan. Selain berfungsi mengurangi gaya gesek, pelumas juga berfungsi mendinginkan dan mengendalikan panas yang keluar dari mesin serta mengendalikan kontaminan atau kotoran untuk memastikan mesin bekerja dengan baik (Lumbantoruan & Yulianti, 2016)

Dalam dunia industri pasti memiliki banyak mesin yang akan beroperasi untuk menghasilkan sebuah benda yang berkualitas. Mesin – mesin tersebut sangat memerlukan pelumas, salah satunya yaitu pelumas *Tellus 32* yang di aplikasikan di *headstock* pada mesin bubut. Pelumas *Tellus 32* adalah pelumas berkinerja tinggi yang dirancang untuk memberikan perlindungan *oksidasi* dan pemisahan air yang luar biasa untuk aplikasi paling umum dalam bantalan industri dan sistem *sirkulasi* oli, ditambah beberapa aplikasi industri lainnya yang tidak memerlukan sifat tekanan *ekstrem* (EP).

Bangka Belitung merupakan salah satu pulau penghasil kekayaan alam berupa kelapa sawit, lebih tepatnya di daerah Kurau. Kelapa sawit itupun dapat diolah menjadi minyak kelapa sawit. Minyak kelapa sawit ini pun biasanya dibuat menjadi minyak untuk memasak, karena itu minyak ini merupakan salah satu pilihan rakyat indonesia. Keunggulan minyak kelapa sawit dibanding dengan minyak goreng lain yaitu, minyak sawit mengandung tokoferol berfungsi sebagai sumber vitamin E dan Ketetapan kalor tekanan tinggi serta tidak mudah teroksidasi sehingga minyak kelapa sawit lebih tahan lama (Husnah et al., 2020)



Pada penelitian yang dilakukan oleh Rini Siskayanti dan Muhamad Engkos Kosim (2016) dalam penelitiannya yang berjudul “Analisis Kompabilitas Campuran Pelumas Industri (Mesin dan Hidrolik) dari Bahan Dasar Mineral dan Sintetik” Penelitian memiliki tujuan untuk mengetahui kompabilitas dari pencampuran pelumas industri (mesin dan hidrolik) dari bahan dasar mineral sintetik, yang dilakukan dengan mencampurkan minyak pelumas industri dari berbagai jenis pelumas mesin dan hidrolik menggunakan bahan dasar yang berbeda. Campuran dibuat menjadi beberapa komposisi perbandingan yaitu komposisi A (0:100), komposisi B (20:80), komposisi C (50:50), komposisi D (80:20) dan komposisi E (100:0) setiap komposisi berbobot 200 gram kemudian dibagi dua dan ditampung dalam gelas ukur. Satu sampel diletakkan pada suhu ruang dan satu sampel lagi dimasukkan kedalam oven dengan suhu 65°C. Kemudian dilakukan obsevasi uji kompatibilitas selama 7 hari. Uji kompatibilitas menggunakan metode ASTM D-7155. Penelitian ini bermaksud untuk menguji campuran pelumas industri (mesin dan hidrolik) dari bahan dasar mineral dan sintetik yang mengarah ke kompabilitas campuran.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Rona Malam Karina dan Catur Yuliani R (2010) dalam penelitiannya yang berjudul “Kompabilitas Campuran Minyak Lumas Dasar Jenis Mineral dengan Minyak Nabati sebagai Minyak Lumas Dasar Pelumas Mesin Kendaraan Bermotor” Penelitian memiliki tujuan untuk mengetahui kompatibilitas menggunakan uji karakteristik fisika-kimia dan uji semi unjuk kerja dari campuran minyak nabati dari hasil sintesis dan minyak lumas dasar mineral. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan tiga jenis minyak lumas dasar, yaitu dua minyak lumas dasar mineral jenis *high viscosity index* dan satu minyak lumas dasar sintetik. Pecampuran dilakukan dengan perbandingan % (w/w) minyak nabati dari hasil sintesis terhadap minyak mineral. Konsentrasi minyak nabati dari hasil sintesis yang akan dibuat pada penelitian ini, yaitu 0%, 4%, 8%, 12%, dan 15%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pencampuran minyak nabati hasil sintesis ke dalam *base oil* jenis mineral dapat memperbaiki 3 karakteristik *base oil* mineral tersebut, yaitu *total acid number*

(TAN) , indeks viskositas, dan daya tahan terhadap keausan. Tetapi dilihat dari kelarutan, kedua campuran antara minyak nabati dan minyak mineral tidak dapat tercampur dengan baik karena adanya perbedaan kepolaran.

Maka dari itu Berdasarkan beberapa hal yang dipaparkan dari penelitian terdahulu diatas penulis berinisiatif untuk menganalisa campuran antara minyak pelumas mineral dan pelumas nabati. Penelitian ini, akan mencampurkan minyak kelapa sawit ke minyak lumas *Tellus 32* dan di bandingkan dengan minyak lumas *Tellus 32* yang baru. Minyak kelapa sawit sebagai bahan pencampur dan sebagai bahan utamanya yaitu minyak pelumas *Tellus 32*, yang nantinya akan dicampur dengan konsentrasi yang berbeda, yaitu 100:0, 80:20, 90:10, 95:5, dan 0:100 Pengamatan dilakukan minimal selama satu bulan, lima kali pengujian dalam satu minggu, 5 jam dalam satu hari , dan sampel diambil per 1 jam.

Pengujian dilakukan pada *headstock* mesin bubut DoALL LT 13, kondisi suhu 40°C untuk pengujian *Viscositas* dan untuk pengujian *TAN (Total Acid Number)* dilakukan dengan kondisi suhu ruangan. Untuk mengetahui perbandingannya dengan minyak lumas *Tellus 32* yang baru maka, penulis mengambil judul “Analisis Pengaruh dan Porsen Kontribusi Campuran Pelumas *Tellus 32* dengan Minyak Kelapa Sawit Terhadap Total Acid Number dan *Viscositas*”.

## **1. 2. Rumusan Masalah**

Adapun beberapa rumusan masalah pada penelitian ini, yaitu :

1. Bagaimana pengaruh variabel campuran terhadap nilai TAN (*Total Acid Number*) dan *viscositas* ?
2. Bagaimana pengaruh variabel waktu terhadap nilai TAN (*Total Acid Number*) dan *viscositas* ?
3. Menghitung persen kontribusi variabel campuran terhadap nilai TAN (*Total Acid Number*) dan *viscositas* ?
4. Menghitung persen kontribusi variabel waktu terhadap nilai TAN (*Total Acid Number*) dan *viscositas* ?

### 1. 3. Batasan Masalah

Untuk mempermudah pembahasan masalah dan fokus penelitian ini, maka dilakukan pembatasan masalah. Batasan masalah pada penelitian ini yaitu :

1. Mesin yang digunakan dalam penelitian ini yaitu mesin bubut DoALL DoALL LT 13 yang ada di bengkel POLMAN BABEL.
2. Pelumas yang digunakan adalah minyak lumas *Tellus 32* dan minyak kelapa sawit
3. Pengujian dilakukan dengan lima konsentrasi yang berbeda yaitu 100:0, 80:20, 90:10, 95:5, dan 0:100
4. Pengujian dilakukan selama 21 jam setiap konsentrasi, 5 jam dalam satu hari, dan sampel diambil per 1 jam.
5. Analisis dilakukan dengan menggunakan metode ANOVA.
6. Uji kualitas pelumas menggunakan media *headstock* mesin bubut DoALL LT 13 yang ada di bengkel POLMAN BABEL.
7. Menggunakan alat uji Visgage dan Fluidscan.

### 1. 4. Tujuan

Penelitian ini memiliki tujuan yaitu:

1. Untuk mengetahui pengaruh variabel campuran terhadap nilai TAN (*Total Acid Number*) dan *viscositas*.
2. Untuk mengetahui pengaruh variabel waktu terhadap nilai TAN (*Total Acid Number*) dan *viscositas*.
3. Menentukan persen kontribusi variabel campuran terhadap nilai TAN (*Total Acid Number*) dan *viscositas*.
4. Menentukan persen kontribusi variabel waktu terhadap nilai TAN (*Total Acid Number*) dan *viscositas*

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1. Penelitian Terdahulu**

Dalam penelitian ini, penulis mengacu pada hasil penelitian sebelumnya. Hal ini memudahkan untuk menentukan langkah-langkah sistematis dalam penyusunan teoritis dan konseptual penelitian dan untuk menghindari asumsi plagiarisme dalam penelitian ini. Jurnal penelitian sebelumnya menjadi acuan bagi penulis.

##### **2.1.1. Analisis Pengaruh Perbedaan Jenis Minyak Lumas Dasar (Base Oil) Terhadap Mutu Pelumas Mesin**

Penelitian yang dilakukan oleh (Siskayanti & Kosim, 2017) dalam penelitiannya yang berjudul “Analisis Pengaruh Perbedaan Jenis Minyak Lumas Dasar (*Base Oil*) Terhadap Mutu Pelumas Mesin”. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis pengaruh perbedaan jenis minyak lumas (*base oil*) terhadap mutu pelumas mesin, yang akan dilakukan dengan membuat pelumas sesuai komposisi formula yang dibutuhkan kemudian dilakukan pemanasan pada pemanas sambil melakukan pengadukan menggunakan *magnetic stirrer* hingga bahan baku tercampur. Kemudian pengujian karakteristik pelumas dengan menggunakan metode pengujian ASTM pelumas yaitu Viskositas pada suhu 40 °C dan 100 °C (ASTM D445), Indeks Viskositas (ASTM D2270), Total base number (ASTM D2896), Titik Tuang (ASTM D 97) dan Titik Nyala (ASTM D 92).

Penelitian ini menyimpulkan bahwa, Penggunaan minyak lumas dasar sintesis membuat kualitas pelumas menjadi lebih baik khususnya dari sisi Viskositas Indeks, Titik Tuang dan Titik Nyala. Semakin bagus atau jika golongan semakin tinggi bahan baku yang digunakan dalam pembuatan pelumas maka semakin baik performanya serta tahan lama dalam pemakaian pelumas tersebut.

### **2.1.2. Analisis Kompatibilitas Campuran Pelumas Industri (Mesin Dan Hidrolik) Dari Bahan Dasar Mineral Dan Sintetik**

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Siskayanti & Kosim, 2016) dalam penelitiannya yang berjudul “Analisis Kompatibilitas Campuran Pelumas Industri (Mesin dan Hidrolik) dari Bahan Dasar Mineral dan Sintetik” Penelitian memiliki tujuan untuk mengetahui kompatibilitas dari pencampuran pelumas industri (mesin dan hidrolik) dari bahan dasar mineral sintetik, yang dilakukan dengan pencampuran minyak pelumas industri dari berbagai jenis pelumas mesin dan hidrolik menggunakan bahan dasar yang berbeda.

Campuran dibuat menjadi beberapa komposisi perbandingan yaitu komposisi A (0:100), komposisi B (20:80), komposisi C (50:50), komposisi D (80:20) dan komposisi E (100:0) setiap komposisi memiliki bobot 200 gram kemudian dibagi dua dan ditampung dalam gelas ukur. Satu sampel diletakkan pada suhu ruang dan satu sampel lagi dimasukkan kedalam oven dengan suhu 65°C. Kemudian dilakukan observasi uji kompatibilitas selama 7 hari. Uji kompatibilitas menggunakan metode ASTM D-7155. Penelitian ini bermaksud untuk menguji campuran pelumas industri (mesin dan hidrolik) dari bahan dasar mineral dan sintetik yang mengarah ke kompatibilitas campuran.

penelitian dapat disimpulkan bahwa, Pada observasi selama tujuh hari pada kondisi suhu ruang dan suhu 65 °C pada jenis oli mesin viskositas *monograde* SAE 40 dan pelumas *Multigrade* (SAE 80W-90) dari bahan dasar mineral dan mineral dari prodek yang berbeda, pada sampel pelumas tidak adanya endapan yang ditemukan dan pemisahan tidak terjadi. Sampel pelumas terlihat bersih pada semua komposisi campuran. Pada sampel pelumas jenis ini dinyatakan kompatibel dan tidak terjadi masalah pada mesin jika mencampurkannya dengan komposisi yang berbeda.

### **2.1.3. *Kompabilitas Campuran Minyak Lumas Dasar Jenis Mineral Dengan Minyak Nabati Sebagai Minyak Lumas Dasar Pelumas Mesin Kendaraan Bermotor***

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Karina & Yuliani, 2022) dalam penelitiannya yang berjudul “Kompabilitas Campuran Minyak Lumas Dasar Jenis Mineral dengan Minyak Nabati sebagai Minyak Lumas Dasar Pelumas Mesin Kendaraan Bermotor” Penelitian memiliki tujuan untuk mengetahui kompatibilitas menggunakan uji karakteristik fisika-kimia dan uji semi unjuk kerja dari campuran minyak nabati dari hasil sintesis dan minyak lumas dasar mineral.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan tiga jenis minyak lumas dasar, yaitu dua minyak lumas dasar mineral jenis high viscosity index dan satu minyak lumas dasar sintetis. Pecampuran dilakukan dengan perbandingan % (w/w) minyak nabati dari hasil sintesis terhadap minyak mineral. Konsentrasi minyak nabati dari hasil sintesis yang akan dibuat pada penelitian ini, yaitu 0%, 4%, 8%, 12%, dan 15%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pencampuran minyak nabati hasil sintesis ke dalam base oil jenis mineral dapat memperbaiki 3 karakteristik base oil mineral tersebut, yaitu total acid number (TAN) , indeks viskositas, dan daya tahan terhadap keausan. Tetapi dilihat dari kelarutan, kedua campuran antara minyak nabati dan minyak mineral tidak dapat tercampur dengan baik karena adanya perbedaan kepolaran. Oleh karena itu, untuk menghasilkan kompatibilitas yang sempurna sehingga perlu ditambahkan aditif emusifier.

Penelitian ini menyimpulkan bahwa :

1. Minyak nabati dan minyak mineral belum sempurna dalam pencampuran, karena adanya perbedaan ada sifat kepolaran.
2. Terjadi kenaikan nilai karakteristik fisika kimia yaitu *total acid number (TAN)* dan indeks viskositas, namun nilai *flash point* dan *pour point* hanya mengalami kenaikan yang sangat kecil.
3. Pada uji kesetabilan oksidasi, nilai viskositas dan nilai TAN tidak banyak mengalami perubahan. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh minyak nabati

dalam menghambat oksidasi. Minyak nabati juga mampu memperbaiki sifat ketahanan.

4. Minyak nabati hasil sintesis memiliki potensi dalam pencampurannya dengan minyak mineral, akan tetapi belum layak dikarenakan masih belum sempurna dalam encampurannya, untuk menghasilkan kompatibilitas yang sempurna perlu menambahkan zat aditif emusifier sehingga dapat digunakan sebagai minyak lumas kendaraan bermotor.

## **2.2. Pelumasan**

Dalam sebuah mesin terdapat banyak bagian yang mengalami gesekan seperti metal, roda gigi, torak yang dikenakan gaya gesek yang mengganggu gerakannya. Karena gaya ini, bagian yang bergerak menjadi aus sehingga kedudukannya longga atau malah melekat sehingga tidak dapat bergerak lagi. Jika gesekannya besar akan terjadi pemborosan tenaga penggerak mesin. Fungsi minyak pelumas adalah mencegah kontak langsung antara dua permukaan yang saling bergesekan. Minyak pelumas yang digunakan mempunyai jangka waktu pemakaian tertentu, tergantung dari kerja mesin, minyak pelumas merupakan sarana pokok dari suatu mesin untuk dapat beroperasi secara optimal (Effendi & Adawiyah, 2018). Berikut komponen – komponen pelumasan yang akan dijelaskan dibawah ini :

### **2.2.1 Komponen-Komponen Sistem Pelumasan**

- Tangki Oli

Tangki oli adalah bagian dari pelumas yang digunakan untuk menampung oli. Komponen ini menyimpan cadangan oli yang nantinya akan digunakan untuk melumasi mesin. Tangki oli bisa dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.2 Tangki oli *gearbox* mesin bubut  
([www.teknikmesinpedia.blogspot.com](http://www.teknikmesinpedia.blogspot.com).)

- Pompa Oli

Komponen ini berfungsi untuk menyedot dan mendistribusikan oli di dalam mesin. Kinerja komponen pompa oli tergantung pada putaran mesin camshaft, crankshaft, atau timing belt. Pompa oli bekerja dengan mendistribusikan oli bertekanan ke semua lini mesin. Oli kemudian akhirnya terkuras dari saluran kopling di ujung pompa. Proses ini dimaksudkan untuk melumasi semua bagian mesin yang terbuka. Kehadiran pompa oli memberikan pelumasan tanpa tekanan pada semua bagian mekanis. Pompa oli bisa dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 3 Pompa oli mesin bubut ([www.en.hy-yy.com](http://www.en.hy-yy.com).)

- Filter Oli

Komponen lain yang digunakan dalam sistem pelumasan adalah filter oli. Bagian ini berfungsi sebagai filter oli agar oli tidak cepat kotor. Pelumasan tidak akan bekerja maksimal jika oli yang diproses dengan sistem ini terkontaminasi kotoran. Pelumas yang bekerja pada kendaraan tidak boleh



mengandung noda kecil. Partikel dan kotoran dalam oli dapat merusak celah mesin yang sempit. Filter oli bisa dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 4 Filter oli mesin ([www.Istockphoto.Com](http://www.Istockphoto.Com).)

- *Pressure Valve* (Katup Tekanan)

*Pressure Valve* adalah komponen pelumasan yang dimaksudkan untuk mengatur tekanan pelumasan. Penyetelan ini terutama dilakukan saat mesin berjalan dengan kecepatan tinggi. Saat mesin berputar, jumlah oli yang bergerak dari pompa oli meningkat. Meskipun galeri minyak memiliki kemampuan terbatas. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengaturan tekanan pelumasan agar tekanan hidrolik stabil. *Pressure valve* bisa dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2. 5 *Pressure Valve* oli mesin ([www.Storageitech.de](http://www.Storageitech.de).)

- *Switch Oil*

*Switch oil* merupakan sensor tekanan hidrolik digunakan untuk menentukan kerja pompa oli. Peran komponen ini adalah untuk menginformasikan apakah tekanan pompa oli cukup untuk melumasi mesin. Anda dapat melihat ini dengan menyalakan kunci kontak. Periksa dasbor

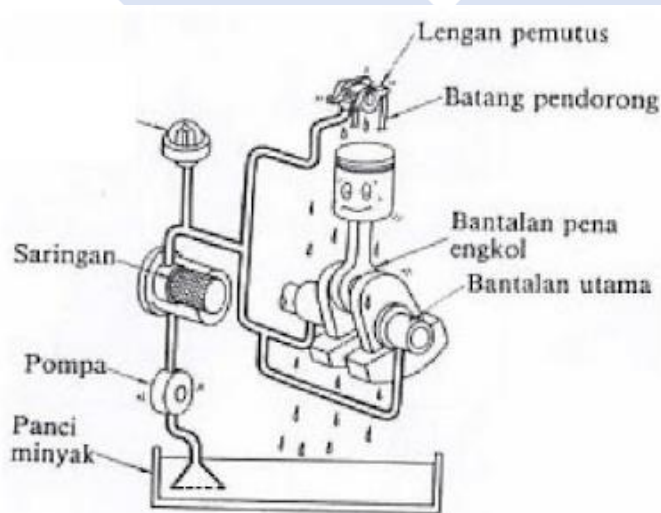
untuk melihat apakah lampu oli kendaraan menyala. Jika lampu ini menyala, berarti komponen saklar berfungsi dengan baik. Di sisi lain, saat menghidupkan mesin, lampu indikator oli harus mati. Jika lampu peringatan oli menyala saat Anda menghidupkan mesin, periksa oli mesin. *Switch oil* bisa dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2. 6 *switch oil* ([www.oreillyauto.com](http://www.oreillyauto.com).)

### 2.3. Cara Kerja Sistem Pelumasan

Dalam kondisi normal, pelumas terkumpul di dalam bak mesin yang terletak di bagian bawah mesin. Pada saat yang sama pompa pelumas adalah input yang dikendalikan oleh engkol mesin. Umumnya pompa ini menggunakan pompa sentrifugal. Ilustrasi sistem pelumasan dapat dilihat pada Gambar 2. 6.



Gambar 2. 7 Sistem Kerja Pelumas ([www.autoexpose.org/2017/08/komponen-sistem-pelumas-pada-mesin.html](http://www.autoexpose.org/2017/08/komponen-sistem-pelumas-pada-mesin.html).)

- Ketika mesin start, poros engkol akan memutar pompa oli akibatnya terjadi sedotan pada bagian inlet hose oil pump.
- Oli masuk kedalam pompa melalui *inlet valve* (katup masuk) dan pada sisi lainnya oli ditekan oleh pompa.
- Oli bertekanan tersebut mengalir melalui jalur oli masuk kedalam filter oli.
- Didalam filter, oli disaring dari berbagai kotoran dan kerak.
- Setelah disaring, oli kemudian disalurkan melalui *oil feed* menuju bagian atas mesin dan ke oil jet,
- Sampai diatas mesin, oli secara otomatis akan melumasi poros cam dan *rocker arm* selanjutnya oli kembali ke carter melalui saluran oli disamping blok silinder.
- Sementara itu, oli akan keluar dalam bentuk semprotan dari oil jet dibagian bawah silinder untuk melumasi bagian piston dan *connecting rod*.
- Dibagian poros engkol terdapat komponen *weight balance*, yang berbentuk seperti sekop. Sehingga ketika poros engkol berputar oli dari karter akan diabrak-abrik oleh *weight balance* agar tersebar ke seluruh bagian mesin.

#### **2.4. Prinsip Pelumas**

Prinsip dasar pelumasan adalah ketika gaya mendorong permukaan lain, memuncak dimana kedua permukaan terlibat dan Dengan mengatasi problematika, permukaan yang keras melepaskan sebagian puncak Permukaan yang lembut, tetapi pada saat yang sama kekurang sebagian puncaknya milik mereka Oli pelumas juga sangat menentukan kapasitas kerja suatu mesin otomotif dan industri (Jafar & Hasiah, 2022).

#### **2.5. Tolak Ukur Kualitas Pelumas**

Dalam pelumasan pasti terdapat suatu pengukuran tertentu, pengukuran pelumas yang dilakukan yaitu:

### **2.5.1 Viskositas**

Viskositas suatu fluida merupakan daya hambat yang disebabkan oleh gesekan antara molekul-molekul cairan, yang mampu menahan aliran fluida sehingga dapat dinyatakan sebagai indikator tingkat kekentalannya (Soebyakto et al., 2016). Fungsi utama minyak pelumas adalah untuk mengontrol gesekan dan aus, tetapi pelumas juga melakukan banyak fungsi independen lainnya. Misalnya, tergantung di mana pelumas diterapkan Pencegahan korosi; peran pelumas dalam mencegah korosi, peran pelumas sebagai kurator Saat mesin hidup, oli pelumas melapisi bagian-bagian mesin Memiliki lapisan pelindung dengan aditif untuk menetralkan material Korosi Kemampuan suatu pelumas untuk mengendalikan korosi bergantung pada Ketebalan lapisan cairan dan komposisi kimianya (Wahyu & Ananda, 2019).

Viskositas/Kekentalan menunjukkan ketebalan atau kemampuan untuk menahan aliran suatu cairan (umumnya kami menyebut weight viscosity dalam penjelasan tentang oli mesin). Oli cenderung menjadi encer dan mudah mengalir ketika panas dan cenderung menjadi kental dan tidak mudah mengalir ketika dingin. Tapi masing-masing kecenderungan tersebut tidak sama untuk semua oli. Ada tingkatan permulaan besar (kental) dan ada yang dibuat encer (tingkatankekentalannyarendah). Kekentalan atau berat dari oli dinyatakan oleh angka yang disebut indek kekentalan. Suatu badan internasional SAE (*Society of Automotive Engineers*) mempunyai standar kekentalan dengan awalan SAE di depan indek kekentalan (Mulyadi & Nata, 2021).

Viskositas minyak pelumas dipengaruhi oleh perubahan temperatur dan tekanan, jika temperatur minyak pelumas meningkat maka viskositas akan menurun, sebaliknya jika temperatur minyak pelumas menurun maka viskositas akan meningkat yang berarti minyak pelumas akan mengalir dengan mudah sehubungan dengan suhu rendah, akan meningkat dengan tekanan pada suhu tinggi sekitar minyak pelumas. (Syahputra & Suhartini, 2014).

### **2.5.2 Penyebab dari Viskositas rendah**

Adapun penyebab dari *viscositas* rendah, yaitu :

- Penambahan pelumas yang dilakukan tidak sesuai dengan spesifikasi (rendahnya viskositas) menyebabkan terjadinya peningkatan suhu pada bidang yang saling bergesekan.
- Pencemaran air (viskositas air yang rendah jika tercampur dengan oli) menimbulkan zat kimia dan busa.
- Pengemasan sampel yang jelek dari lapangan ke laboratorium.
- Membuat getaran yang berlebihan pada mesin.

### 2.5.3 Penyebab dari Viskositas tinggi

Ada juga penyebab dan dampak dari *viscositas* tinggi, yaitu :

- Pelumas penambah yang digunakan memiliki *viskositas* tinggi menyebabkan konsumsi energi berlebih.
- Pengemasan sampel yang kurang baik dari lapangan ke laboratorium.

Adapun batas atas dan batas bawah dalam *voscositas* tersebut ditampilkan dalam Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Batas atas dan batas bawah pelumas pada tiap viskositas (ISO 3448, 1992)

Viskositas Kinematik 40°C (Cst)		
ISO VG	Minimum	Maksimum
22	19,8	24,2
32	28,8	35,2
46	41,4	50,6

### 2.5.4 TAN (Total Acid Number)

Angka asam total (TAN) adalah ukuran kondisi pelumas (atau kondisi cairan dasar). Pelumas baru mungkin mengandung komponen asam seperti asam organik, asam anorganik, ester dan beberapa aditif asam. Kondisi pelumas dapat dievaluasi dengan mengukur nilai asam total.

Efek dari nilai TAN yang lebih tinggi adalah untuk mempercepat reaksi asam terhadap bagian-bagian mesin sehingga bagian-bagian mesin lebih cepat

rusak. Adapun standar dari nilai TAN untuk pelumas dengan nilai *viscositas* 32 bisa dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Tabel standar TAN (Essarofy et al., 2021)

Viscosity Grade at 40°C (Cst)	Water	Oxidation	TAN
(max)	(max)	(max)	(max)
35,2	28,2	1000	5

*Total Acid Number* (TAN) adalah tingkatan asam suatu pelumas yang bersumber dari zat additive (untuk *fresh oil*). Sedangkan untuk pelumas yang sudah digunakan akan terjadi peningkatan nilai TAN yang mengindikasikan terbentuknya asam lemah karena kondisi oksidasi pelumas. Nilai TAN juga menunjukkan kerusakan dan penurunan kualitas dari pelumas. Ada beberapa yang menjadi penyebab oksidasi pada pelumas antara lain adalah:

1. Teroksidasi mulalui kontak dengan air atau udara
2. Peningkatan oksidasi karena penetrasi partikel logam ke dalam pelumas.
3. Peningkatan oksidasi karena peningkatan suhu operasi pelumas (Sukartono & Basuki, 2013)

Nilai TAN dinyatakan dalam berat miligram (mg) kalium hidroksida (KOH) yang dibutuhkan untuk Menetralkan asam dan Dinyatakan dalam mg KOH/g. Jika nilai TAN lebih besar dari 8 maka akan menyebabkan lapisan timbal (timah) pada bantalan logam (plain bearing) terkelupas kemudian rusak atau menyebabkan keausan abnormal pada motor logam (Sukartono & Basuki, 2013)

## 2.6 Tujuan Pelumas

Tujuan utama pelumasan adalah untuk mengurangi gesekan, gesekan Langsung antara dua permukaan bagian mesin yang bergerak dan Jika ada lapisan pelumas di antara dua permukaan benda, maka terjadi gesekan Tidak akan lurus, tetapi memiliki lapisan pelumas di bawahnya Untuk mengurangi resistensi gesekan atau resistensi terhadap gerakan. Diikuti oleh Lebih sedikit keausan dan

lebih sedikit keausan akan memiliki manfaat ganda Antara lain, kurangi panas dan pertahankan suhu yang diinginkan Menyerap panas di sekitar komponen mesin yang dilumasi Tergantung pada pelumasan dan proses yang digunakan Keempat Melindungi dari karat, komponen mesin dengan adanya pelumas atau gemuk atau untuk melindungi permukaan logam dari proses karat (Wahyu & Ananda, 2019)

## **2.7 Minyak Nabati**

Minyak nabati atau minyak sayur adalah minyak yang Diproduksi oleh tumbuhan. Minyak Sayuran ini banyak digunakan sebagai Bahan baku karena komposisinya diperhatikan Sebagai persyaratan bahan baku minyak pelumas (Siswahyu & Hendrawat, 2013). Sifat fisik ester minyak nabati dan sifat kimianya lebih baik dari minyak pelumas. Karakter yang baik Zat cair pada suhu rendah meliputi titik tuang, titik beku, dan viskositas serta sifat tribologi (keausan) dan ketahanan terhadap zat pengoksidasi pada suhu tinggi (Santi et al., 2016).

Minyak nabati sebagai minyak pelumas memiliki beberapa keunggulan yaitu kemampuan pelumasan tinggi, indeks viskositas tinggi, Kehilangan minyak karena penguapannya rendah, degradasi tinggi dan kandungan racun yang rendah. Minyak nabati atau minyak sayur adalah pelumas dasar yang memiliki Keterbatasan, yaitu stabilitas termal, hidrolitik dan oksidatif yang rendah, karena mengandung asam lemak tak jenuh (Siskayanti & Kosim, 2017).

## **2.8 Uji Normalitas**

Tes Normalitas dilakukan pada data yang diamati sebagai sampel populasi Tujuannya adalah untuk mengetahui data yang diamati untuk setiap perlakuan distribusi normal Ini harus dilakukan karena uji-F mengasumsikan bahwa residual berdistribusi normal, Jika asumsi ini dilanggar, tes Statistik menjadi tidak valid Uji normalitas dapat dilakukan dengan Analisis grafis dan uji statistik Analisis grafis dilakukan dengan satu atau lain cara.

## 2.9 Anova

Analisis varians dilakukan untuk menentukan apakah faktor-faktor yang diteliti memiliki pengaruh yang signifikan terhadap variabel respon. Faktor yang diuji adalah waktu dan keragaman. Hipotesis yang akan diuji yaitu :

H01 : Waktu tidak berpengaruh secara signifikan terhadap nilai TAN (*Total Acid Number*) dan *viscositas*.

H11 : Waktu berpengaruh secara signifikan terhadap nilai TAN (*Total Acid Number*) dan *viscositas*.

H02 : Campuran tidak berpengaruh secara signifikan terhadap nilai TAN (*Total Acid Number*) dan *viscositas*.

H12 : Campuran tidak berpengaruh secara signifikan terhadap nilai TAN (*Total Acid Number*) dan *viscositas*.

Tabel ANOVA (Analysis of Variance) menguji keterimaan model dari sudut pandang statistik berupa analisis sumber-sumber keragaman. ANOVA juga sering diterjemahkan sebagai analisis varians.

Tabel 2. 3 *Output Anova Penjelasan Uji Regresi Excel* (Febriyanti, 2007)

ANOVA					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	0.231111111	0.231111111	772.8095115	$3.33 \times 10^{-19}$
Residual	23	0.00687822	0.00029905		
Total	24	0.23798933			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	6.3924	0.00713015	896.530974	$9.27 \times 10^{-54}$	6.377650162	6.40715	6.377650162	6.407149838
JAM OPERASI	0.0133333	0.000479626	27.7994516	$3.33 \times 10^{-19}$	0.012341152	0.014326	0.012341152	0.014325515



Tabel 2.3 menunjukkan bahwa keragaman data aktual variabel dependen (permintaan) berasal dari model regresi dan residual. Sederhananya, dalam kasus kami ada fluktuasi permintaan (variasi atau ukuran) karena fluktuasi harga dan pendapatan (model regresi) dan faktor lain yang mempengaruhi permintaan yang tidak kami perhitungkan dalam model regresi (Febriyanti, 2007)

**2.9.1. Degree of Freedom (df)**

Derajat kebebasan (df) atau derajat kebebasan total adalah n-1, dimana n adalah jumlah pengamatan. Derajat kebebasan model regresi adalah faktor atau variabel. Derajat kebebasan residu adalah residu, yaitu derajat kebebasan total - derajat kebebasan regresi. Dapat dihitung dengan persamaan :

$$df = n - 1 \dots\dots\dots(2. 1)$$

**2.9.2. Sum of Square (SS)**

Kolom SS (Sum of Squares), atau jumlah kuadrat regresi, adalah jumlah kuadrat dari prediksi variabel dependen (permintaan) dikurangi nilai permintaan rata-rata dari data aktual. Jadi pertama-tama mencari kueri rata-rata dari data asli terlebih dahulu. Kemudian setiap perkiraan permintaan dirata-ratakan dan dikuadratkan. Kemudian, semua hasil perhitungan dijumlahkan. Dapat dihitung dengan persamaan :

$$- SS_{total} = \sum_{i=1}^a \sum_{i=1}^b \sum_{i=1}^n Y_{ijk}^2 - FK \dots\dots\dots(2. 2)$$

$$- SSA_{total} = \frac{A_{1i}^2}{bn} + \frac{A_{2i}^2}{bn} + \frac{A_{3i}^2}{bn} + \frac{A_{4i}^2}{bn} + \frac{A_{5i}^2}{bn} - FK \dots\dots\dots(2. 3)$$

$$- SSA_{total} = \frac{A_{1i}^2}{bn} + \frac{A_{1i}^2}{bn} + \frac{A_{1i}^2}{bn} - FK \dots\dots\dots(2. 4)$$

$$- SS_{error} = SS_{total} - SS_{A_{total}} - SS_{B_{total}} \dots\dots\dots(2. 5)$$

**2.9.3. Mean of Square (MS)**

Kolom MS (mean square) atau rata-rata jumlah kuadrat merupakan hasil bagi antara kolom SS dan df. Dari perhitungan MS ini, dengan membagi MS regresi dengan MS residual untuk mendapatkan nilai F. Nilai F ini dikenal dengan Uji Hipotesis F Hitung dan dibandingkan dengan nilai F tabel. Jika F hitung > F

tabel maka  $H_0$  ditolak sedangkan  $F$  hitung  $< F$  tabel maka juga dapat membandingkan level sebenarnya dengan nilai p-value ( $F$  signifikan dalam terminologi Excel). Jika true level  $> p$ -value, kesimpulannya sama seperti di atas. Misalnya, mari kita atur nilai sebenarnya menjadi 5%. Karena nilai  $p$  (indeks  $F$ ) = 0,000, maka dapat disimpulkan bahwa harga dan pendapatan secara bersama-sama berpengaruh besar terhadap permintaan. Dapat dihitung dengan persamaan :

$$- MS_A = \frac{SS_A}{df_A} \dots\dots\dots(2. 6)$$

$$- MS_B = \frac{SS_B}{df_B} \dots\dots\dots(2. 7)$$

$$- MS_{error} = \frac{SS_{error}}{df_{error}} \dots\dots\dots(2. 8)$$

**2.10. Persentase kontribusi**

Persentase kontribusi adalah fungsi dari jumlah kuadrat untuk setiap item yang bermakna. Tingkat kontribusi menunjukkan kekuatan relatif Faktor atau interaksi yang mengurangi keragaman Level sebagai faktor atau interaksi yang dikendalikan dengan baik, total deviasi dapat dikurangi dengan jumlah yang ditunjukkan dengan menggunakan persentase kontribusi. Dapat dihitung dengan persamaan :

$$- SS'_{sumber} = SS_{sumber} - ( MS_{error} \times df_{sumber} ) \dots\dots\dots (2. 9)$$

$$- P_A = \frac{SS'_A}{SS_{total}} \times 100\% \dots\dots\dots(2. 10)$$

$$- P_B = \frac{SS'_B}{SS_{total}} \times 100\% \dots\dots\dots(2. 11)$$

**2.11. Mesin Bubut**

Salah Satu hal yang penting dalam pembuatan suku cadang mesin adalah produk logam atau kerja logam. ketersediaan mesin produksi, pengolahan logam akan meningkatkan Efisiensi tinggi dan presisi yang tinggi pula untuk aktif dalam Pengerjaan logam, mesin bubut dikenal dengan Fungsi dan dalam pembuatan suatu suku cadang (Lesmono & Yunus, 2013).

Mesin bubut (*turning machine*) adalah mesin perkakas yang proses kerjanya memutar benda kerja dan menyayat benda yang berputar tersebut dengan menggunakan mata potong (*tools*). Biasanya mesin ini digunakan untuk membentuk benda kerja yang berbentuk *silindris* (Safitri et al., 2012). Mesin bubut merupakan salah satu mesin yang berproses untuk membentuk benda kerja silinder, mesin ini juga dapat digunakan untuk berbagai keperluan lainnya.

Mata potong (pahat) yang digunakan untuk membentuk benda kerja berputar dengan ukuran yang sesuai keinginan. Umumnya alat bubut bersifat stasioner (tetap), namun dalam perkembangannya terdapat jenis alat bubut yang memutar alat potong sedangkan benda kerja diam.

## **2.12. GearBox**

Pada waktu melakukan pembubutan, putaran spindel utama bervariasi, putaran ini dapat diatur menurut kebutuhan. Untuk penerus daya dan putaran dari motor digunakan sabuk yang digerakkan dengan puli, perubahan kecepatan diatur dengan roda gigi yang dioperasikan dari kontrol tangan sebelah luar. Elemen-elemen transmisi yang terdapat pada gearbox adalah roda gigi lurus, pasak, poros, bantalan, tuas pengubah kecepatan dan oli sebagai pelumasannya.

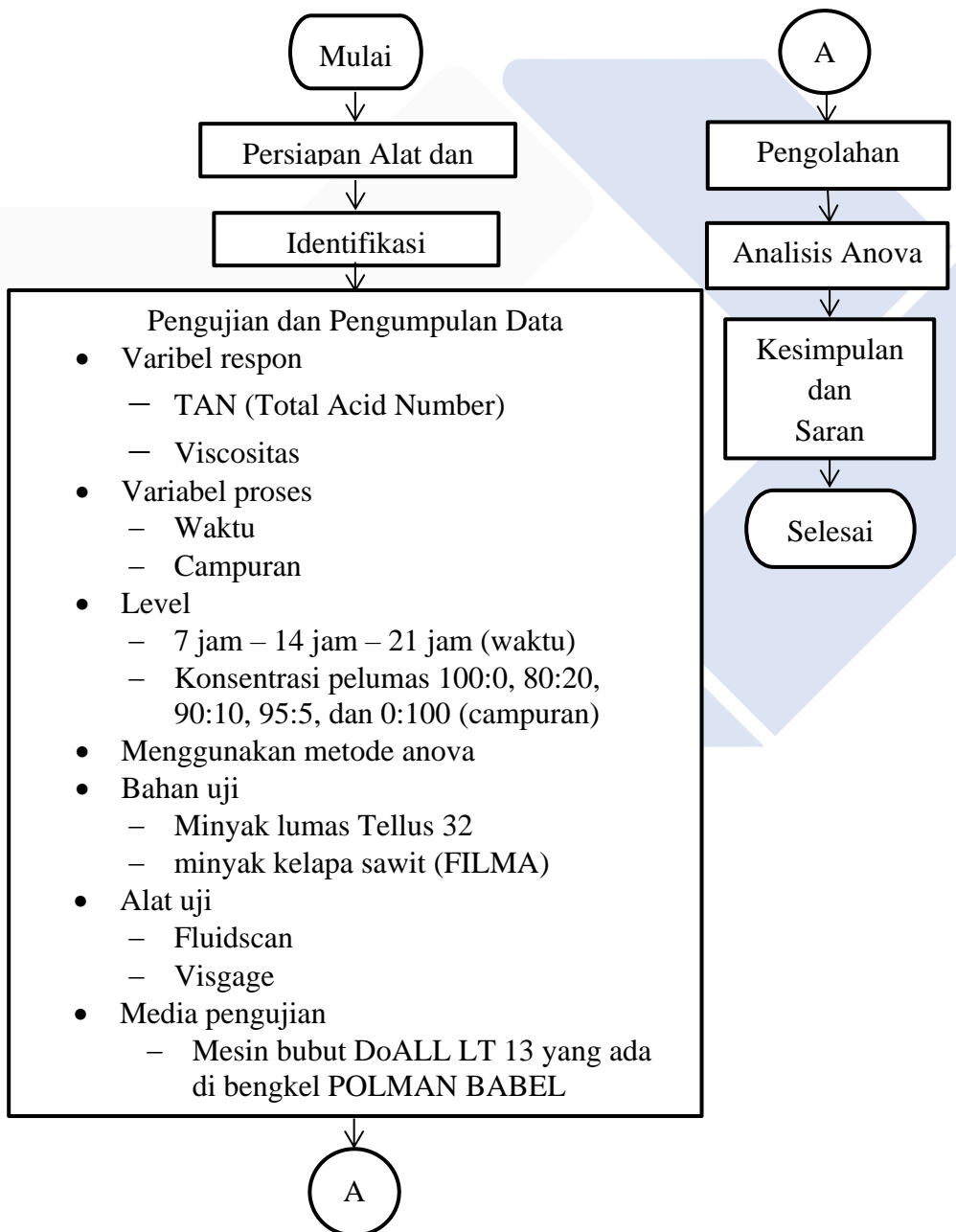
### **2.12.1. Fungsi Gearbox**

*Gearbox* adalah salah satu komponen utama motor yang disebut sebagai sistem pemindah tenaga, transmisi berfungsi untuk memindahkan dan mengubah tenaga dari motor yang berputar, yang digunakan untuk memutar spindel mesin maupun melakukan gerakan feeding. Transmisi juga berfungsi untuk mengatur kecepatan gerak dan torsi serta berbalik putaran, sehingga dapat bergerak maju dan mundur. Transmisi manual atau dikenal dengan sebutan *gearbox*. (Setiawan, 2016)

**BAB III**  
**METODE PENYELESAIAN**

**3.1 Diagram Alir**

Diagram alir (*flowchart*) merupakan diagram yang mewakili alur kerja atau proses yang menunjukkan langkah-langkah dalam melakukan suatu proses. Berikut diagram alir (*flowchart*) penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Diagram Alir atau *Flow Chart*

### 3.2 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahap, yaitu :

- **Persiapan Alat**  
Menyiapkan alat yang akan digunakan pada proses pengambilan sampel dan dilanjutkan dengan pengujian sampel tersebut.
- **Identifikasi Masalah**  
Identifikasi masalah, yaitu perbandingan *manual book* dengan berbagai literatur, hal ini dilakukan untuk memecahkan permasalahan dan menemukan teori yang tepat dalam pelaksanaan penelitian.
- **Pengujian**  
Untuk memperoleh estimasi rata-rata suatu variabel dan mengetahui korelasi antar variabel. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh nilai-nilai standar pelumas disetiap harinya.
- **Pengumpulan Data**  
Pengumpulan data sampel pelumas setiap hari, data diambil setiap satu jam sekali untuk mendapatkan nilai-nilai standar pelumas yang terjadi pada *headstock* mesin bubut.
- **Analisis Hasil Pengujian**  
Dari data tersebut akan didapatkan pengaruh variabel waktu dan campuran pelumas terhadap nilai TAN (*Total Acid Number*) dan *viscositas* dengan menggunakan metode anova serta persen kontribusi variabel waktu dan campuran terhadap nilai TAN (*Total Acid Number*) dan *viscositas*..
- **Kesimpulan**  
Bagian penutup dari penelitian yang peneliti tulis sebagai rangkuman isi dari hasil penelitian telah dijabarkan pada Bab sebelumnya.

### 3.3 Alat dan Bahan

Alat penelitian yang digunakan meliputi :

- *Fluidscan Handheld Infrared Oil Analyzer* (Penganalisis Minyak Inframerah Genggam)

Fluidscan pada penelitian ini untuk menguji/mendapatkan nilai TAN (Total Acid Number). Alat ukur fluidscan ditunjukkan pada Gambar 3. 2.



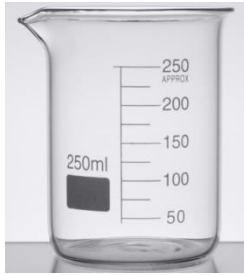
Gambar 3. 2 Fluidscan.

- *Visgage*  
*Visgage* digunakan untuk mengukur *viscositas* atau kekentalan suatu pelumas. Alat ukur ini ditunjukkan pada Gambar 3. 3.



Gambar 3. 3 *Visgage*.

- *Gelas Ukur*  
*Gelas ukur* digunakan sebagai wadah pelumas yang akan di uji. *Gelas ukur* bisa dilihat pada Gambar 3. 4.



Gambar 3. 4 Gelas Ukur

- **Termometer Digital**

Termometer digital digunakan untuk mengukur suhu pada pelumas saat dipanaskan. Alat ukur suhu ini ditunjukkan pada Gambar 3. 5.



Gambar 3. 5 Termometer Digital.

- **Kompor Listrik**

Kompor listrik dalam penelitian ini digunakan untuk memanaskan pelumas hingga suhu 40°C. Kompor listrik ditunjukkan pada Gambar 3. 6.



Gambar 3. 6 Kompor Listrik.

- Pipet Tetes

Pipet tetes digunakan untuk mengambil sedikit pelumas kemudian diteteskan pada fluidscan dan lakukan dengan hati - hati dikarenakan pipet tetes ini memiliki ukuran yang kecil dan tipis. Pipet tetes ditunjukkan pada Gambar 3. 7.



Gambar 3. 7 Pipet Tetes.

- Kunci Inggris

Kunci inggris digunakan untuk membuka penutup keran pembuangan pelumas pada *headstock*. Kunci ini di tunjukkan pada Gambar 3. 8.



Gambar 3. 8 Kunci Inggris.

- Mesin Bubut DoALL LT 13

Mesin bubut DoALL LT 13 ini sebagai media pengujian pelumas. Mesin bubut di tunjukkan pada Gambar 3. 9.





Gambar 3. 9 Mesin Bubut DoALL LT 13

Bahan penelitian yang digunakan meliputi :

- Pelumas *Shell Tellus 32*

Pelumas *Shell Tellus 32* sebagai bahan utama dalam penelitian ini. Pelumas *Shell Tellus 32* di tunjukkan pada Gambar 3. 10.



Gambar 3. 10 *Shell Tellus 32*.

- Minyak Kelapa Sawit (*FILMA*)

Minyak Kelapa Sawit sebagai bahan pencampur dalam penelitian ini. Minyak Kelapa Sawit bisa dilihat pada Gambar 3. 11.



Gambar 3. 11. Minyak Kelapa Sawit (*FILMA*).

### 3.4 Langkah-Langkah Pengambilan data atau sampel

Langkah-langkah yang dilakukan saat pengambilan data meliputi :

- Siapkan peralatan yang akan digunakan pastikan sudah dalam keadaan kering dan bersih dari sisa kontaminan.
- Campurkan minyak kelapa sawit dengan minyak *Tellus 32* ke dalam tangki *gearbox* mesin bubut DoALL LT 13 dengan konsentrasi yang telah di tentukan.
- Jalankan terlebih dahulu mesin selama 1 jam sebelum pengambilan sampel, jika mesin bubut tidak di operasikan, maka sampel tidak bisa mewakili untuk analisa. Dikarenakan pada pelumas tersebut tidak terdapat sirkulasi, panas dan reaksi kimia-fisika. Mesin bubut yang digunakan adalah mesin bubut DoALL LT 13 seperti Gambar 3. 13.



Gambar 3. 12 Mesin Bubut DoALL LT 13 Saat Beroperasi.

- Kemudian ambil pelumas dari keran headstock yang telah dibuka. Seperti ditunjukkan pada Gambar 3. 14.



Gambar 3. 13 Pengambilan sampel pelumas melalui pipa atau keran

- Lalu ambil sampel secukupnya ke dalam wadah, kemudian panaskan sampel yang telah dituangkan dalam wadah dengan kompor listrik sampai dengan suhu 40°C untuk di ukur dengan *visgage*. Sampel pelumas dan pemanasan pelumas ditunjukkan pada Gambar 3.15 dan 3. 16.



Gambar 3. 14. Sampel Pelumas



Gambar 3. 15.Pemanasan dengan kompor listrik

- Kemudian uji pelumas dengan *visgage* dan *fluidscan* (untuk *fluidscan* dilakukan pada suhu ruangan). Kemudian catat hasilnya, seperti yang dilakukan pada gambar 3.17.



Gambar 3. 16. Pengujian menggunakan *visgage* dan *fluidscan*

- Setiap memulai pengambilan sampel, pastikan wadah sampel sudah tercuci dan alat ukur dalam kondisi kering dan bersih. Hal ini dilakukan untuk menghindari kontaminasi pada sampel pelumas sebelum di uji yang mengakibatkan kesalahan analisis data.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Pengumpulan Data

Penelitian ini bersifat kuantitatif dengan data yang dihasilkan berupa angka-angka. Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan software Excel dan minitab menggunakan metode anova. Data kualitas pelumas diperoleh dari mesin DoALL LT 13 selama 105 jam operasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh serta persen kontribusi variabel campuran pelumas dan waktu terhadap nilai TAN (*Total Acid Number*) dan *viscositas*.

Penelitian ini menggunakan 2 variabel proses (waktu dan campuran), 2 respon (*Total Acid Number* dan *viscositas*), 5 konsentrasi yang berbeda (100:0, 80:20, 90:10, 95:5, dan 0:100) dan 3 level waktu yang berbeda (7 jam – 14 jam - 21 jam) per konsentrasi. Pengolahan data menggunakan metode anova yang dilakukan dengan menggunakan software minitab, untuk pengaruh dan persen kontribusi dari variabel campuran dan waktu terhadap respon. Data nilai TAN (*Total Acid Number*) dan *viscositas* di tunjukkan ada Tabel 4.1 dan 4.2.

Tabel 4. 1 Data Hasil Pengukuran nilai TAN

NILAI TAN (mg KOH/g)							
			CAMPURAN (A)				
			100:0 A <sub>1</sub>	80:20 A <sub>2</sub>	90:10 A <sub>3</sub>	95:5 A <sub>4</sub>	0:100 A <sub>5</sub>
WAKTU (B)	7 JAM B <sub>1</sub>	1	1,37	6,43	4,43	3,27	0,04
		2	1,38	6,44	4,42	3,28	0,05
		3	1,42	6,46	4,45	3,30	0,07
		4	1,44	6,46	4,45	3,34	0,07
		5	1,49	6,46	4,45	3,36	0,07
		6	1,49	6,46	4,45	3,38	0,08
		7	1,50	6,48	4,46	3,39	0,08
	14 JAM B <sub>2</sub>	8	1,53	6,49	4,47	3,39	0,10
		9	1,55	6,50	4,47	3,39	0,11
		10	1,56	6,51	4,46	3,39	0,12
		11	1,57	6,51	4,44	3,39	0,12
		12	1,58	6,53	4,45	3,40	0,13
		13	1,59	6,54	4,45	3,41	0,13
		14	1,61	6,58	4,46	3,44	0,14
	21 JAM B <sub>3</sub>	15	1,58	6,61	4,47	3,44	0,14
		16	1,58	6,60	4,47	3,44	0,14
		17	1,58	6,61	4,47	3,45	0,16
		18	1,58	6,64	4,47	3,46	0,16
		19	1,59	6,64	4,48	3,46	0,17
		20	1,59	6,65	4,48	3,46	0,17
		21	1,60	6,66	4,48	3,45	0,19

Tabel 4. 2 Data Hasil Pengukuran nilai viscositas

NILAI <i>VISCOSITAS</i> (Ns/m <sup>2</sup> )							
			CAMPURAN (A)				
			100:0 A <sub>1</sub>	80:20 A <sub>2</sub>	90:10 A <sub>3</sub>	95:5 A <sub>4</sub>	0:100 A <sub>5</sub>
WAKTU (B)	7 JAM B <sub>1</sub>	1	33,70	32,00	30,50	33,50	35,50
		2	33,70	31,50	30,00	33,70	35,50
		3	33,00	31,00	30,50	33,00	34,50
		4	32,70	31,00	30,00	32,50	34,00
		5	32,00	31,50	30,00	32,50	34,00
		6	32,00	31,00	30,50	32,30	34,00
		7	31,50	31,00	30,00	31,50	34,00
	14 JAM B <sub>2</sub>	8	31,70	31,00	29,50	31,00	33,00
		9	32,00	30,50	29,70	30,50	31,50
		10	32,50	30,00	29,50	31,50	31,50
		11	31,00	30,00	29,30	31,30	31,30
		12	32,00	30,00	29,00	31,00	31,30
		13	31,50	29,00	29,50	31,50	31,50
		14	31,70	29,50	30,00	31,50	30,00
	21 JAM B <sub>3</sub>	15	31,50	30,00	29,50	31,00	29,30
		16	30,00	30,00	28,50	29,50	28,00
		17	31,50	29,00	28,30	30,50	28,00
		18	32,00	29,50	29,00	30,00	28,30
		19	31,30	29,50	29,00	30,00	29,00
		20	31,30	28,50	28,50	29,70	29,50
		21	32,00	28,50	28,00	29,50	29,00

## 4.2 Uji normalitas

Tes Normalitas dilakukan pada data yang diamati sebagai sampel populasi. Tujuannya adalah untuk mengetahui data yang diamati untuk setiap perlakuan distribusi normal, tes ini harus dilakukan karena uji-F mengasumsikan bahwa residual berdistribusi normal. Jika asumsi ini dilanggar, tes Statistik menjadi tidak valid. Uji normalitas dapat dilakukan dengan analisis grafis dan uji statistik. Analisis grafis dilakukan dengan satu atau lain.

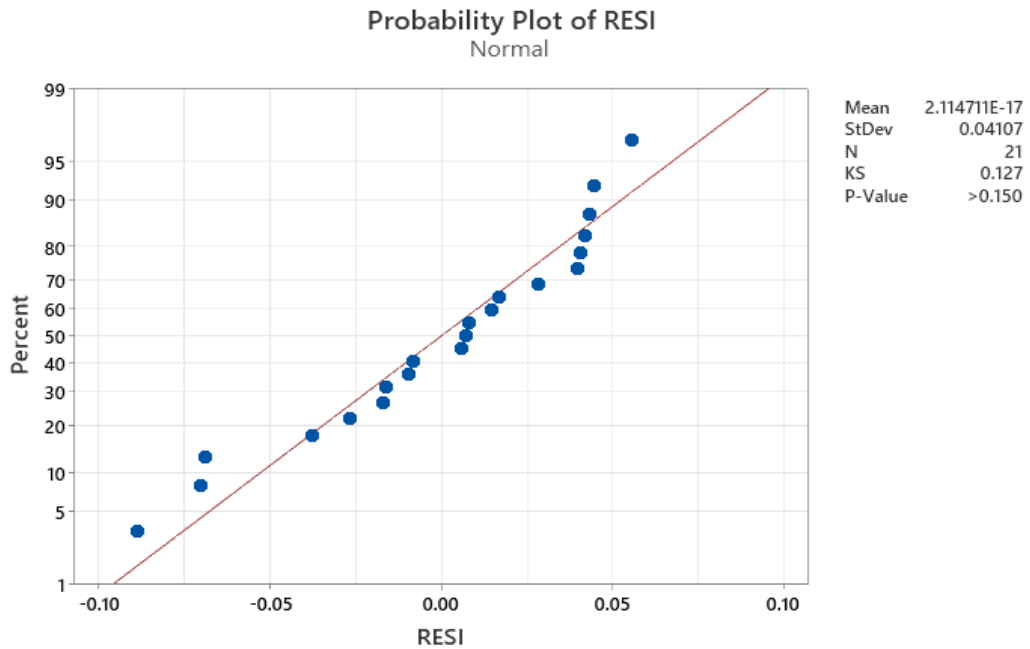
- Uji Normalitas data TAN (*Total Acid Number*) untuk variabel campuran untuk perlakuan campuran, berarti unit eksperimen mengalami perlakuan dengan campuran konsentrasi 100:0, 80:20, 90:10, 95:5, 0:100 dan waktu 7 jam – 14 jam – 21 jam per konsentrasi. Perhitungan uji normalitas secara grafik ditampilkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 3. perhitungan normalitas TAN variabel campuran dan waktu

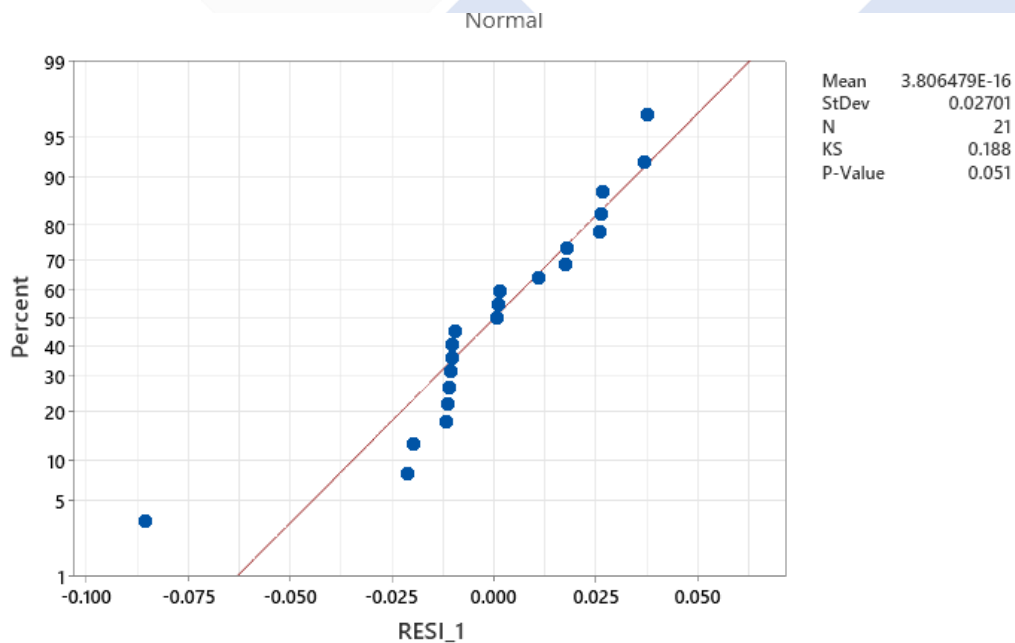
		Pk <sub>1</sub>	Pk <sub>2</sub>	Pk <sub>3</sub>	Pk <sub>4</sub>	Pk <sub>5</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>
SAMPLE (K)	1	1,37	6,43	4,43	1,37	6,43	0.01	-0.01	0.01	0.03	-0.01
	2	1,38	6,44	4,42	1,38	6,44	0.03	-0.01	0.02	0.02	0.00
	3	1,42	6,46	4,45	1,42	6,46	0.04	-0.01	0.02	0.01	0.01
	4	1,44	6,46	4,45	1,44	6,46	0.04	-0.01	0.00	0.01	0.01
	5	1,49	6,46	4,45	1,49	6,46	0.04	-0.02	-0.02	0.00	0.01
	6	1,49	6,46	4,45	1,49	6,46	0.04	-0.01	-0.01	0.00	0.01
	7	1,50	6,48	4,46	1,50	6,48	0.04	-0.01	-0.01	0.00	0.00
	8	1,53	6,49	4,47	1,53	6,49	0.06	0.02	0.00	0.03	0.01
	9	1,55	6,50	4,47	1,55	6,50	0.02	0.04	0.01	0.02	0.00
	10	1,56	6,51	4,46	1,56	6,51	0.01	0.02	0.00	0.01	0.00
	11	1,57	6,51	4,44	1,57	6,51	-0.09	-0.09	-0.02	-0.06	-0.05
	12	1,58	6,53	4,45	1,58	6,53	-0.01	0.04	0.00	0.02	0.01
	13	1,59	6,54	4,45	1,59	6,54	-0.01	0.03	0.01	0.01	0.01
	14	1,61	6,58	4,46	1,61	6,58	-0.02	0.03	0.01	0.00	0.00
	15	1,58	6,61	4,47	1,58	6,61	-0.02	0.03	0.00	-0.02	0.02
	16	1,58	6,60	4,47	1,58	6,60	0.01	-0.01	0.01	0.03	-0.01
	17	1,58	6,61	4,47	1,58	6,61	0.03	-0.01	0.02	0.02	0.00
	18	1,58	6,64	4,47	1,58	6,64	0.04	-0.01	0.02	0.01	0.01
	19	1,59	6,64	4,48	1,59	6,64	0.04	-0.01	0.00	0.01	0.01
	20	1,59	6,65	4,48	1,59	6,65	0.04	-0.02	-0.02	0.00	0.01
	21	1,60	6,66	4,48	1,60	6,66	0.04	-0.01	-0.01	0.00	0.01



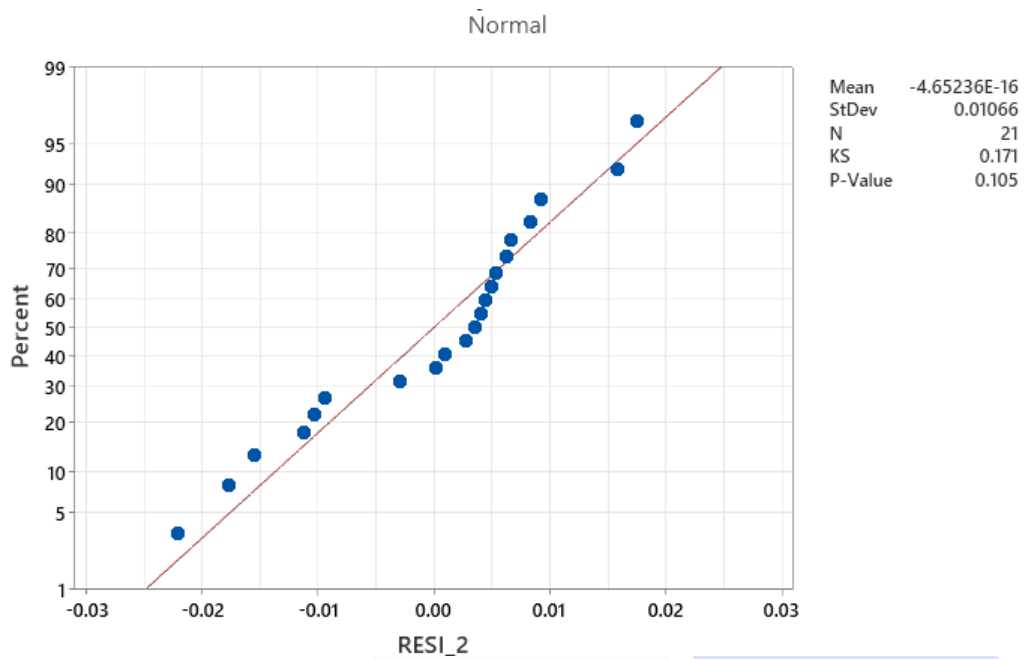
Setelah dilakukan perhitungan, maka hasil uji normalitas diplotkan secara grafik yang ditunjukkan pada grafik di bawah.



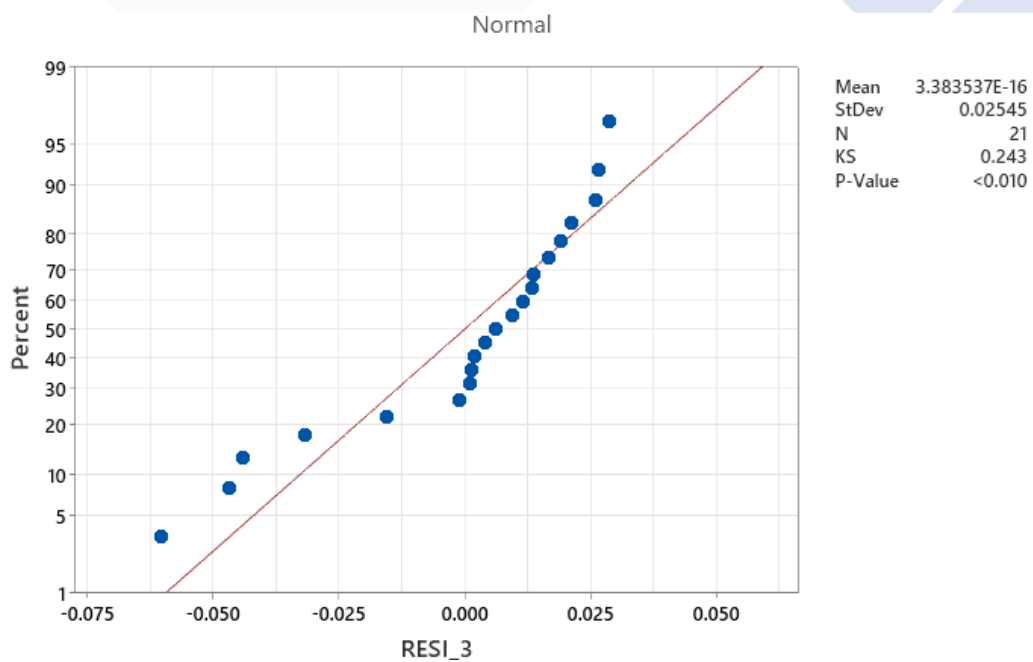
Grafik 4. 1. pengujian TAN variabel campuran dan waktu untuk konsentrasi 100:0



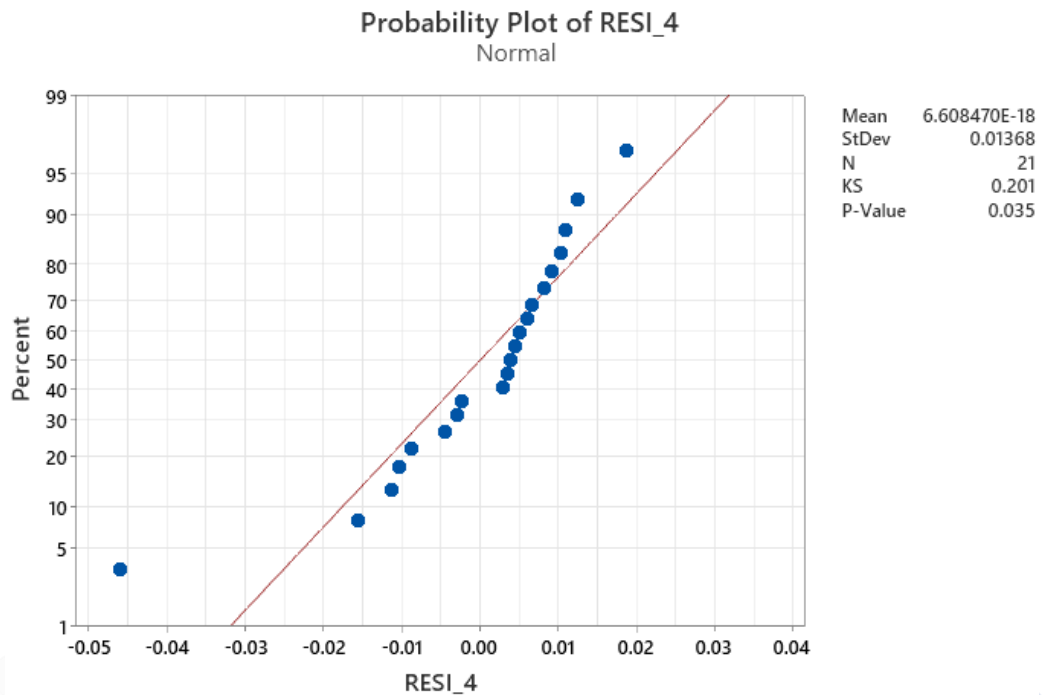
Grafik 4. 2. pengujian TAN variabel campuran dan waktu untuk konsentrasi 80:20



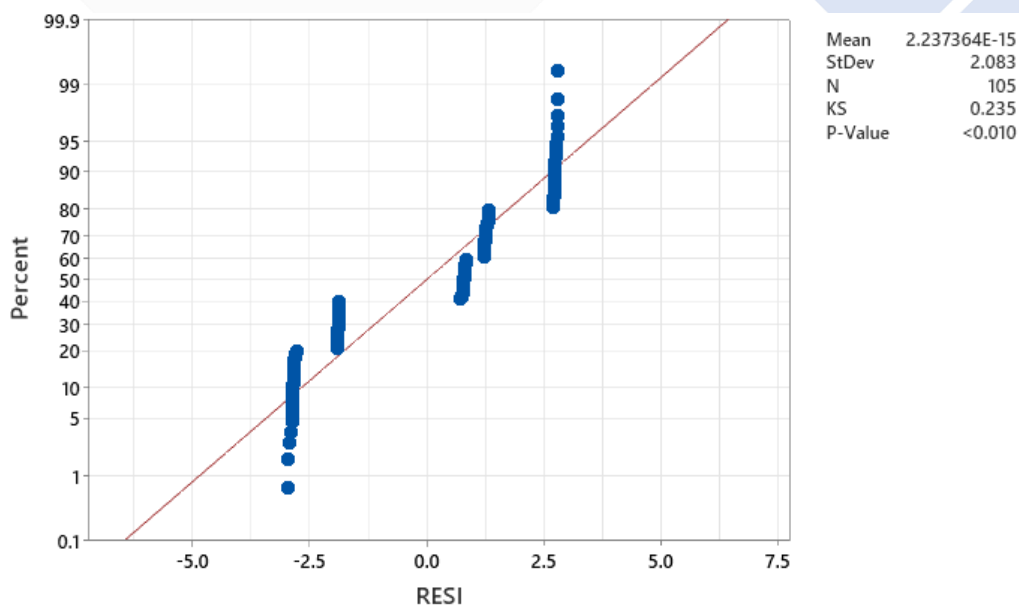
Grafik 4. 3. pengujian TAN variabel campuran dan waktu untuk konsentrasi 90:10



Grafik 4. 4. pengujian TAN variabel campuran dan waktu untuk konsentrasi 95:5



Grafik 4. 5. pengujian TAN variabel campuran dan waktu untuk konsentrasi 0:100



Grafik 4. 6 pengujian TAN variabel campuran dan waktu untuk semua konsentrasi

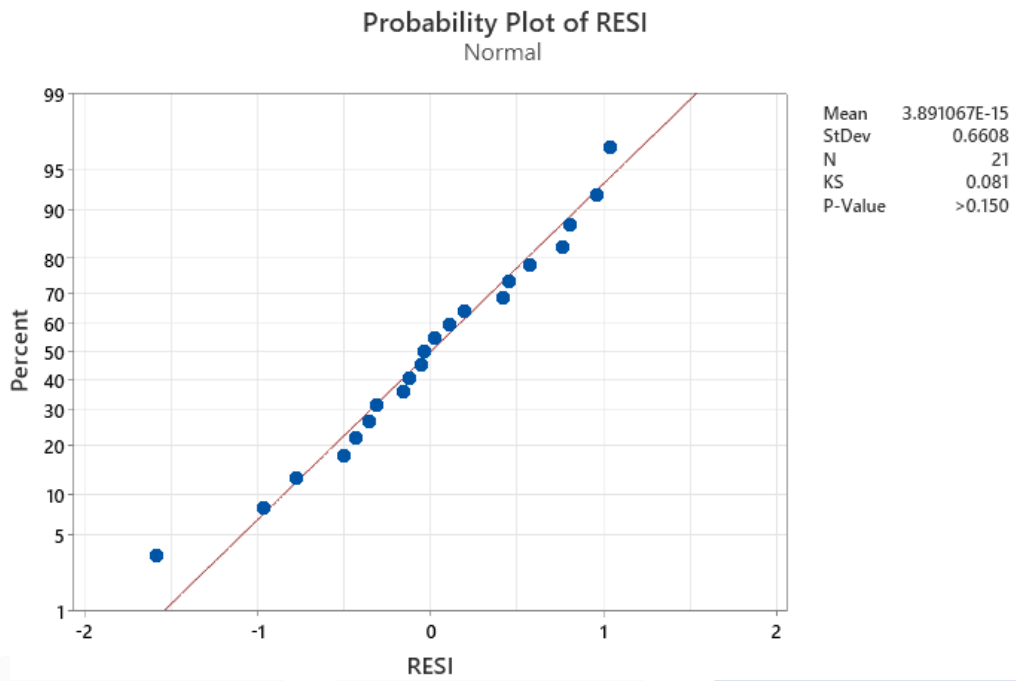
Berdasarkan grafik 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5 menentukan normalitas data ditunjukkan pada nilai p-value dan menggunakan alpha 0.05, jika nilai p-value lebih besar dari alpha maka data tersebut dikatakan normal. Apabila nilai p-value kurang dari alpha maka data tersebut tidak normal.

- Uji Normalitas untuk Perlakuan campuran untuk *viscositas*  
Perlakuan campuran berarti unit eksperimen mengalami perlakuan dengan campuran konsentrasi 100:0, 80:20, 90:10, 95:5, 0:100 dan waktu 1-25 jam per konsentrasi. Perhitungan uji normalitas secara grafik ditampilkan pada Tabel 4.2.

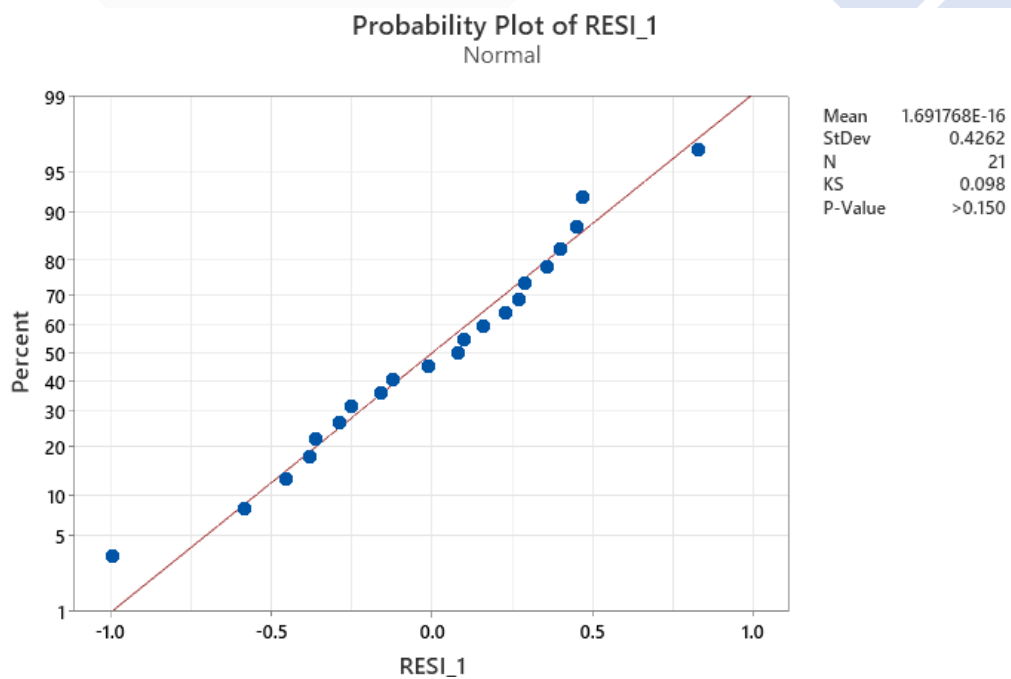
Tabel 4. 4. perhitungan normalitas perlakuan campuran dan waktu untuk *viscositas*

		$P_{k_1}$	$P_{k_2}$	$P_{k_3}$	$P_{k_4}$	$P_{k_5}$	$R_1$	$R_2$	$R_3$	$R_4$	$R_5$
SAMPLE (K)	1	33,70	32,00	30,50	33,50	35,50	-0.07	0.00	-0.01	-0.05	-0.02
	2	33,70	31,50	30,00	33,70	35,50	-0.07	0.00	-0.02	-0.04	-0.01
	3	33,00	31,00	30,50	33,00	34,50	-0.04	0.01	0.01	-0.03	0.00
	4	32,70	31,00	30,00	32,50	34,00	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
	5	32,00	31,50	30,00	32,50	34,00	0.01	-0.01	0.00	0.01	-0.01
	6	32,00	31,00	30,50	32,30	34,00	0.01	-0.02	0.00	0.03	0.00
	7	31,50	31,00	30,00	31,50	34,00	0.01	-0.01	0.01	0.03	-0.01
	8	31,70	31,00	29,50	31,00	33,00	0.03	-0.01	0.02	0.02	0.00
	9	32,00	30,50	29,70	30,50	31,50	0.04	-0.01	0.02	0.01	0.01
	10	32,50	30,00	29,50	31,50	31,50	0.04	-0.01	0.00	0.01	0.01
	11	31,00	30,00	29,30	31,30	31,30	0.04	-0.02	-0.02	0.00	0.01
	12	32,00	30,00	29,00	31,00	31,30	0.04	-0.01	-0.01	0.00	0.01
	13	31,50	29,00	29,50	31,50	31,50	0.04	-0.01	-0.01	0.00	0.00
	14	31,70	29,50	30,00	31,50	30,00	0.06	0.02	0.00	0.03	0.01
	15	31,50	30,00	29,50	31,00	29,30	0.02	0.04	0.01	0.02	0.00
	16	30,00	30,00	28,50	29,50	28,00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.00
	17	31,50	29,00	28,30	30,50	28,00	-0.09	-0.09	-0.02	-0.06	-0.05
	18	32,00	29,50	29,00	30,00	28,30	-0.01	0.04	0.00	0.02	0.01
	19	31,30	29,50	29,00	30,00	29,00	-0.01	0.03	0.01	0.01	0.01
	20	31,30	28,50	28,50	29,70	29,50	-0.02	0.03	0.01	0.00	0.00
	21	32,00	28,50	28,00	29,50	29,00	-0.02	0.03	0.00	-0.02	0.02

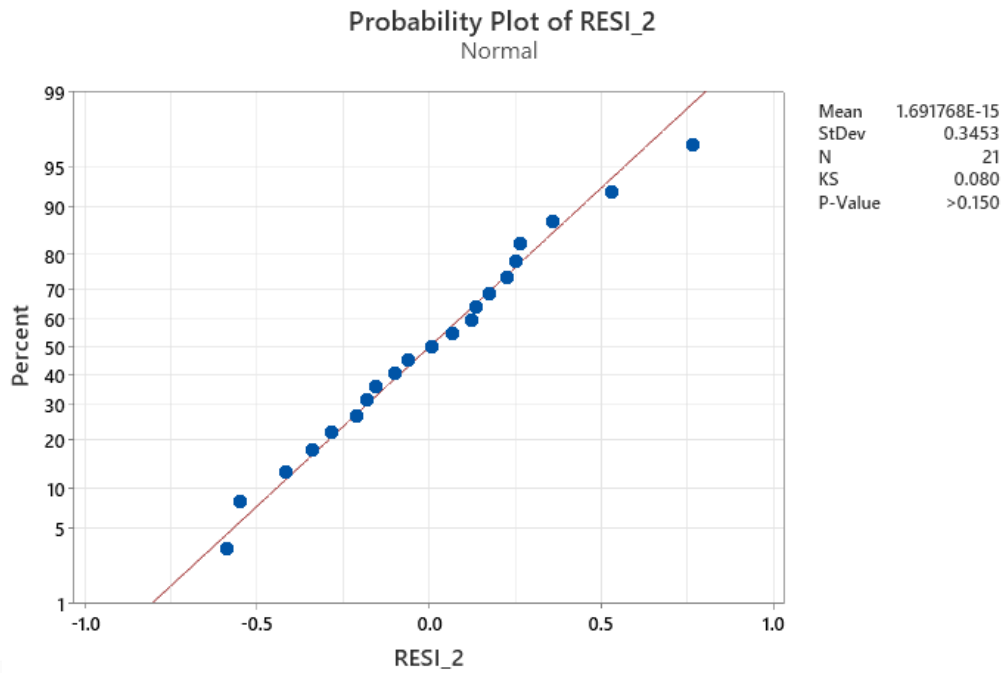
Setelah dilakukan perhitungan, maka hasil uji normalitas diplotkan secara grafik yang ditunjukkan pada grafik di bawah.



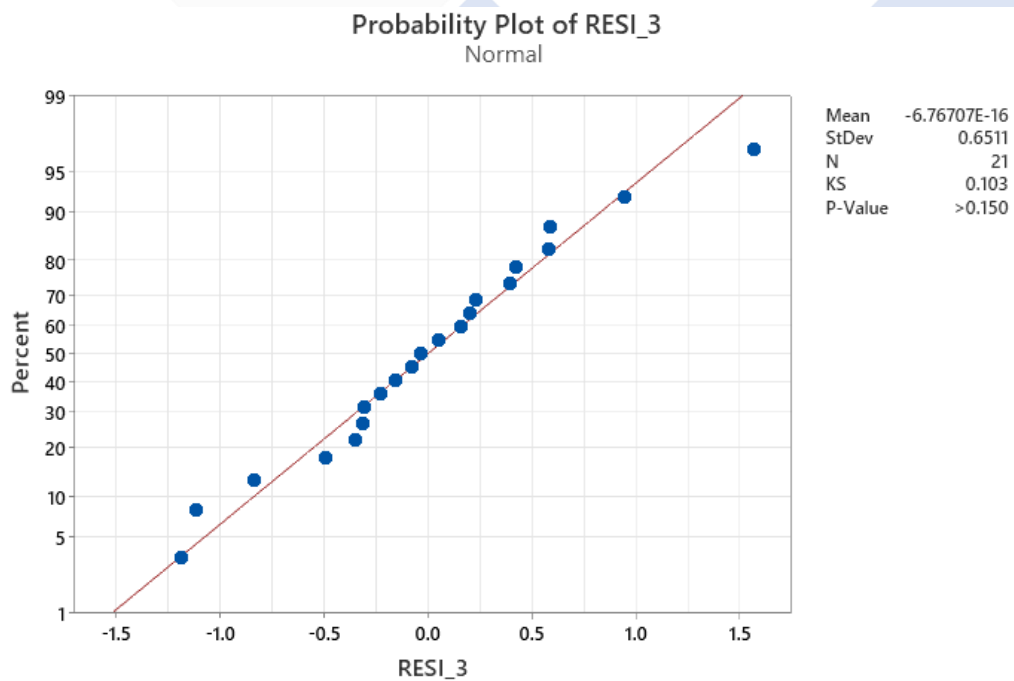
Grafik 4. 7. pengujian *viscositas* variabel campuran dan waktu untuk konsentrasi 0:100



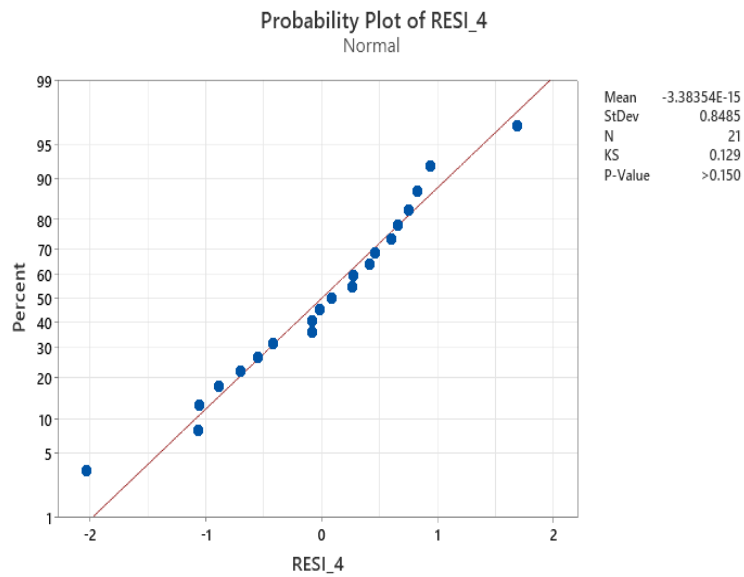
Grafik 4. 8. pengujian *viscositas* variabel campuran dan waktu untuk konsentrasi 80:20



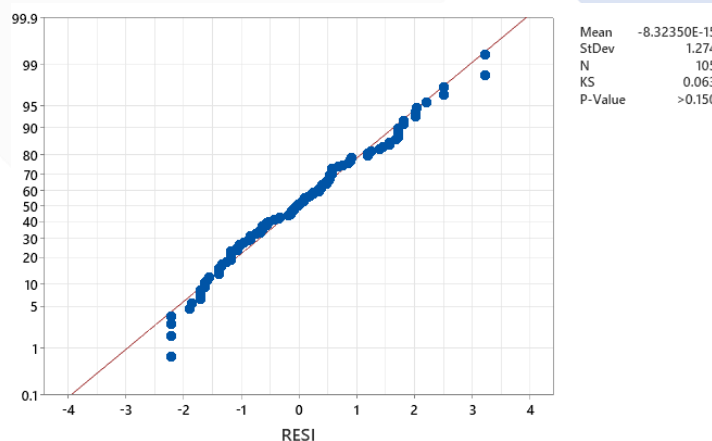
Grafik 4. 9. pengujian *viscositas* variabel campuran dan waktu untuk konsentrasi 90:10



Grafik 4. 10. pengujian *viscositas* variabel campuran dan waktu untuk konsentrasi 95:5



Grafik 4. 11. pengujian *viscositas* variabel campuran dan waktu untuk konsentrasi 0:100



Grafik 4. 12 pengujian TAN variabel campuran dan waktu untuk semua konsentrasi

Berdasarkan grafik 4.7, 4.8, 4.9, 4.10 dan 4.11 menentukan normalitas data ditunjukkan p ada nilai p-value dan menggunakan alpha 0.05, jika nilai p-value lebih besar dari alpha maka data tersebut dikatakan normal. Apabila nilai p-value kurang dari alpha maka data tersebut tidak normal.

### 4.3 Pengolahan data TAN (Total Acid Number)

Data di tampilkan dalam bentuk tabel, dalam tabel ini terdapat 2 faktor (waktu dan campuran), 8 level (campuran dengan konsentrasi 100:0, 80:20, 90:10,

95:5, 0:100 dan waktu ke-7 jam, ke-14 jam, ke-21 jam) dan 105 sampel. Pengujian menggunakan media headstock mesin bubut DoALL LT 13 yang ada di bengkel POLMAN BABEL. Data dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 5. Data Hasil Pengukuran nilai TAN

NILAI TAN (mg KOH/g)							
			CAMPURAN (A)				
			100:0 A <sub>1</sub>	80:20 A <sub>2</sub>	90:10 A <sub>3</sub>	95:5 A <sub>4</sub>	0:100 A <sub>5</sub>
WAKTU (B)	7 JAM B <sub>1</sub>	1	1,37	6,43	4,43	3,27	0,04
		2	1,38	6,44	4,42	3,28	0,05
		3	1,42	6,46	4,45	3,30	0,07
		4	1,44	6,46	4,45	3,34	0,07
		5	1,49	6,46	4,45	3,36	0,07
		6	1,49	6,46	4,45	3,38	0,08
		7	1,50	6,48	4,46	3,39	0,08
	14 JAM B <sub>2</sub>	8	1,53	6,49	4,47	3,39	0,10
		9	1,55	6,50	4,47	3,39	0,11
		10	1,56	6,51	4,46	3,39	0,12
		11	1,57	6,51	4,44	3,39	0,12
		12	1,58	6,53	4,45	3,40	0,13
		13	1,59	6,54	4,45	3,41	0,13
		14	1,61	6,58	4,46	3,44	0,14
	21 JAM B <sub>3</sub>	15	1,58	6,61	4,47	3,44	0,14
		16	1,58	6,60	4,47	3,44	0,14
		17	1,58	6,61	4,47	3,45	0,16
		18	1,58	6,64	4,47	3,46	0,16
		19	1,59	6,64	4,48	3,46	0,17
		20	1,59	6,65	4,48	3,46	0,17
		21	1,60	6,66	4,48	3,45	0,19



Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai-nilai yang dibutuhkan untuk perhitungan anova. Prosedur perhitungan nilai-nilai tersebut dijelaskan oleh pembahasan di bawah ini.

- Jumlah nilai pengukuran setiap *level* ( $J_i$ .)

– Level  $A_1$

$$A_1 = \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{1jk}$$

$$\begin{aligned} A_1 &= 1,37 + 1,38 + 1,42 + 1,44 + 1,49 + 1,49 + 1,50 + 1,53 + 1,55 + 1,56 \\ &\quad + 1,57 + 1,58 + 1,59 + 1,61 + 1,58 + 1,58 + 1,58 + 1,58 + 1,59 + 1,59 \\ &\quad + 1,60 \\ &= 32,18 \end{aligned}$$

– Level  $A_2$

$$A_2 = \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{2jk}$$

$$\begin{aligned} A_2 &= 6,43 + 6,44 + 6,46 + \dots + 6,66 \\ &= 137,26 \end{aligned}$$

– Level  $A_3$

$$A_3 = \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{3jk}$$

$$\begin{aligned} A_3 &= 4,43 + 4,42 + 4,45 + \dots + 4,48 \\ &= 93,63 \end{aligned}$$

– Level  $A_4$

$$A_4 = \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{4jk}$$

$$\begin{aligned} A_4 &= 3,27 + 3,28 + 3,30 + \dots + 3,45 \\ &= 71,29 \end{aligned}$$

- Level A<sub>5</sub>

$$A_5 = \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{5jk}$$

$$A_5 = 0,04 + 0,05 + 0,07 + \dots + 0,19 \\ = 2,44$$

- Level B<sub>1</sub>

$$B_1 = \sum_{j=1}^a \sum_{k=1}^n Y_{i1k}$$

$$B_1 = 1,37 + 6,43 + 4,43 + 3,27 + 0,04 + 1,38 + 6,44 + 4,42 + 3,28 + 0,05 \\ + 1,42 + 6,46 + 4,45 + 3,30 + 0,07 + 1,44 + 6,46 + 4,45 + 3,34 + \\ 0,07 + 1,49 + 6,46 + 4,45 + 3,36 + 0,07 + 1,49 + 6,46 + 4,45 + 3,38 \\ + 0,08 + 1,50 + 6,48 + 4,46 + 3,39 + 0,08 \\ = 110,17$$

- Level B<sub>2</sub>

$$B_2 = \sum_{j=1}^a \sum_{k=1}^n Y_{i2k}$$

$$B_2 = 1,53 + 6,49 + 4,47 + \dots + 0,14 \\ = 112,51$$

- Level B<sub>3</sub>

$$B_3 = \sum_{j=1}^a \sum_{k=1}^n Y_{i3k}$$

$$B_3 = 1,58 + 6,61 + 4,47 + \dots + 0,19 \\ = 114,12$$

• Jumlah nilai semua pengukuran (JP)

$$JP = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{ijk}$$

$$JP = 1,37 + 1,38 + 1,42 + \dots + 0,19 \\ = 336,80$$

- Jumlah kuadrat nilai semua pengukuran (JK)

$$JK = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{ijk}^2$$

$$JP = 1,37^2 + 1,38^2 + 1,42^2 + \dots + 0,19^2$$

$$= 1606,559$$

- Faktor koreksi (FK)

$$FK = \frac{JP^2}{abn} = \frac{336,80^2}{5 \times 3 \times 7} = 1080,33$$

- Sum Square total ( $SS_{total}$ )

$$SS_{total} = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{ijk}^2 - FK$$

$$SS_{total} = (1,37^2 + 1,38^2 + 1,42^2 + \dots + 0,19^2) - 1080,326$$

$$= 1606,559 - 1080,326$$

$$= 562,233$$

- Sum Square faktor campuran ( $SS_{A1}$ )

$$SS_{A1} = \frac{A_1^2}{bn} = \frac{1035,55}{3 \times 7} = 49,31$$

- Sum Square faktor campuran ( $SS_{A2}$ )

$$SS_{A2} = \frac{A_2^2}{bn} = \frac{18840,31}{3 \times 7} = 897,16$$

- Sum Square faktor campuran ( $SS_{A3}$ )

$$SS_{A3} = \frac{A_3^2}{bn} = \frac{8766,58}{3 \times 7} = 417,46$$

- Sum Square faktor campuran ( $SS_{A4}$ )

$$SS_{A4} = \frac{A_4^2}{bn} = \frac{5082,26}{3 \times 7} = 242,01$$

- Sum Square faktor campuran ( $SS_{A5}$ )

$$SS_{A5} = \frac{A_5^2}{bn} = \frac{5,95}{3 \times 7} = 0,28$$

- Sum Square faktor campuran ( $SS_{A \text{ total}}$ )

$$SSA \text{ total} = SS_{A1} + SS_{A2} + SS_{A3} + SS_{A4} + SS_{A5} - FK$$

$$= 49,31 + 897,16 + 417,46 + 242,01 + 0,28 - 1080,33$$

$$= 525,90$$

- Sum Square faktor waktu ( $SS_{B1}$ )

$$SS_{B1} = \frac{B_{1i}^2}{an} = \frac{12137,43}{5 \times 7} = 346,78$$

- Sum Square faktor waktu ( $SS_{B2}$ )

$$SS_{B2} = \frac{B_{2i}^2}{an} = \frac{12658,50}{5 \times 7} = 361,67$$

- Sum Square faktor waktu ( $SS_{B3}$ )

$$SS_{B3} = \frac{B_{3i}^2}{an} = \frac{13023,37}{5 \times 7} = 372,10$$

- Sum Square faktor waktu ( $SS_{B \text{ total}}$ )

$$SSA \text{ total} = SS_{B1} + SS_{B2} + SS_{B3} - FK$$

$$= 346,78 + 361,67 + 372,10$$

$$= 0,225$$

- Sum Square faktor *error* ( $SS_{error}$ )

$$SS_{error} = SS_{total} - SS_{A \text{ total}} - SS_{B \text{ total}}$$

$$= 562,233 - 525,90 - 0,225$$

$$= 0,11$$

- Mean Square campuran ( $MS_A$ )

$$MS_A = \frac{SS_A}{df_A} = \frac{525,90}{4} = 131,474$$

- Mean Square waktu ( $MS_B$ )

$$MS_B = \frac{SS_B}{df_B} = \frac{0,225}{2} = 0,11$$

- Mean Square *error* ( $MS_{error}$ )

$$MS_{error} = \frac{SS_{error}}{df_{error}} = \frac{0,11}{98} = 0,00$$

- F hitung faktor campuran ( $F_{hitungA}$ )

$$F_{hitungA} = \frac{MS_A}{MS_{error}} = \frac{131,474}{0,00} = 114709,96$$

- F hitung faktor waktu ( $F_{hitungB}$ )

$$F_{hitungB} = \frac{MS_B}{MS_{error}} = \frac{0,11}{0,00} = 98,34$$

Hasil perhitungan anova yang sesuai dengan pembahasan di atas, dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil perhitungan uji anova secara manual

Source	SS	df	MS	F hitung	F tabel
A	525,90	4	131,474	114709,96	3,00
B	0,225	2	0,11	98,34	6,94
Error	0,11	98	0,00		
Total	526.23	104			

Selain dengan menggunakan perhitungan secara manual seperti di atas, dapat menggunakan *software* untuk melakukan uji analisis variansi. Hasil uji anova dengan minitab ditampilkan pada Tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Hasil perhitungan menggunakan *software* minitab

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
A campuran	4	525.896	131.474	114709.96	0.000
B waktu	2	0.225	0.113	98.34	0.000
Error	98	0.112	0.001		
Lack-of-Fit	8	0.057	0.007	11.54	0.000
Pure Error	90	0.055	0.001		
Total	104	526.233			

Keputusan terhadap hipotesis nol didasarkan pada nilai  $F_{hitung}$ , yakni hipotesis nol ( $H_0$ ) ditolak jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$  dan hipotesis nol ( $H_0$ ) diterima jika  $F_{hitung} < F_{tabel}$ .  $F_{tabel}$  dilihat pada tabel distribusi F untuk *probabilitas* = 0,05. keputusan yang diambil terhadap hasil analisis variansi data nilai campuran minyak lumas Tellus 32 dengan minyak kelapa sawit terhadap TAN (Total Acid Number) dan mengetahui pengaruh waktu terhadap TAN (Total Acid Number) berdasarkan Tabel 4.6 dan 4.7 yaitu :

- Ditinjau dari faktor campuran (faktor *A*), nilai  $F_{hitung} > F_{tabel}$  sehingga  $H_0$  ditolak dan disimpulkan bahwa campuran berpengaruh secara signifikan terhadap TAN (*Total Acid Number*).
- Ditinjau dari faktor waktu (faktor *B*), nilai  $F_{hitung} > F_{tabel}$  sehingga  $H_0$  ditolak dan disimpulkan bahwa waktu berpengaruh secara signifikan terhadap TAN (*Total Acid Number*).

Penelitian ini bila dibandingkan dengan penelitian Febriyanti (2007) menghasilkan kesimpulan yang sama bahwa kedua variabel berpengaruh secara signifikan.

#### **4.4 Pengolahan data *viscositas***

Data di tampilkan dalam bentuk tabel, dalam tabel ini terdapat 2 faktor (waktu dan campuran), 8 level (campuran dengan konsentrasi 100:0, 80:20, 90:10, 95:5, 0:100 dan waktu ke-7 jam, ke-14 jam, ke-21 jam) dan 105 sampel. Pengujian menggunakan media headstock mesin bubut DoALL LT 13 yang ada di bengkel POLMAN BABEL. Data dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Data Hasil Pengukuran nilai viscositas

NILAI <i>VISCOSITAS</i> (Ns/m <sup>2</sup> )							
			CAMPURAN (A)				
			100:0 A <sub>1</sub>	80:20 A <sub>2</sub>	90:10 A <sub>3</sub>	95:5 A <sub>4</sub>	0:100 A <sub>5</sub>
WAKTU (B)	7 JAM B <sub>1</sub>	1	33,70	32,00	30,50	33,50	35,50
		2	33,70	31,50	30,00	33,70	35,50
		3	33,00	31,00	30,50	33,00	34,50
		4	32,70	31,00	30,00	32,50	34,00
		5	32,00	31,50	30,00	32,50	34,00
		6	32,00	31,00	30,50	32,30	34,00
		7	31,50	31,00	30,00	31,50	34,00
	14 JAM B <sub>2</sub>	8	31,70	31,00	29,50	31,00	33,00
		9	32,00	30,50	29,70	30,50	31,50
		10	32,50	30,00	29,50	31,50	31,50
		11	31,00	30,00	29,30	31,30	31,30
		12	32,00	30,00	29,00	31,00	31,30
		13	31,50	29,00	29,50	31,50	31,50
		14	31,70	29,50	30,00	31,50	30,00
	21 JAM B <sub>3</sub>	15	31,50	30,00	29,50	31,00	29,30
		16	30,00	30,00	28,50	29,50	28,00
		17	31,50	29,00	28,30	30,50	28,00
		18	32,00	29,50	29,00	30,00	28,30
		19	31,30	29,50	29,00	30,00	29,00
		20	31,30	28,50	28,50	29,70	29,50
		21	32,00	28,50	28,00	29,50	29,00

Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai-nilai yang dibutuhkan untuk perhitungan anova. Prosedur perhitungan nilai-nilai tersebut dijelaskan oleh pembahasan di bawah ini.

- Jumlah nilai pengukuran setiap *level* (Ji..)

- Level A<sub>1</sub>

$$A_1 = \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{1jk}$$

$$\begin{aligned} A_1 &= 33,70 + 33,70 + 33,00 + 32,70 + 32,00 + 32,00 + 31,50 + 31,70 + \\ &\quad 32,00 + 32,50 + 31,00 + 32,00 + 31,50 + 31,70 + 31,50 + 30,00 + \\ &\quad 31,50 + 32,00 + 31,30 + 31,30 + 32,00 \\ &= 670,6 \end{aligned}$$

- Level A<sub>2</sub>

$$A_2 = \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{2jk}$$

$$\begin{aligned} A_2 &= 32 + 31,5 + 31 + \dots + 28,5 \\ &= 634 \end{aligned}$$

- Level A<sub>3</sub>

$$A_3 = \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{3jk}$$

$$\begin{aligned} A_3 &= 30,5 + 30 + 30,5 + \dots + 28 \\ &= 618,8 \end{aligned}$$

- Level A<sub>4</sub>

$$A_4 = \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{4jk}$$

$$\begin{aligned} A_4 &= 33,5 + 33,7 + 33 + \dots + 29,5 \\ &= 657,5 \end{aligned}$$

- Level A<sub>5</sub>

$$A_5 = \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{5jk}$$

$$\begin{aligned} A_5 &= 35,5 + 35,5 + 34,5 + \dots + 39 \\ &= 662,7 \end{aligned}$$



– Level B<sub>1</sub>

$$B_1 = \sum_{j=1}^a \sum_{k=1}^n Y_{i1k}$$

$$\begin{aligned} B_1 &= 33,7 + 32 + 30,5 + 33,5 + 35,5 + 33,7 + 31,5 + 30 + 33,7 + 35,5 + \\ &\quad 33 + 31 + 30,5 + 33 + 34,5 + 32,7 + 31 + 30 + 32,5 + 34 + 32 + \\ &\quad 31,5 + 30 + 32,5 + 34 + 32 + 31 + 30,5 + 32,3 + 34 + 31,5 + 31 + \\ &\quad 30 + 31,5 + 34 \\ &= 1129,6 \end{aligned}$$

– Level B<sub>2</sub>

$$B_2 = \sum_{j=1}^a \sum_{k=1}^n Y_{i2k}$$

$$\begin{aligned} B_2 &= 31,7 + 31 + 29,5 + \dots + 30 \\ &= 1077,3 \end{aligned}$$

– Level B<sub>3</sub>

$$B_3 = \sum_{j=1}^a \sum_{k=1}^n Y_{i3k}$$

$$\begin{aligned} B_3 &= 31,5 + 30 + 29,5 + \dots + 29 \\ &= 1036,7 \end{aligned}$$

• Jumlah nilai semua pengukuran (JP)

$$JP = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{ijk}$$

$$\begin{aligned} JP &= 33,7 + 33,7 + 33 + \dots + 29 \\ &= 3243,6 \end{aligned}$$

• Jumlah kuadrat nilai semua pengukuran (JK)

$$JK = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{ijk}^2$$

$$\begin{aligned} JK &= 33,7^2 + 33,7^2 + 33^2 + \dots + 29^2 \\ &= 100491,82 \end{aligned}$$

- Faktor koreksi (FK)

$$FK = \frac{JP^2}{abn} = \frac{10520940.96}{5 \times 3 \times 7} = 100199.44$$

- Sum Square total ( $SS_{total}$ )

$$SS_{total} = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{ijk}^2 - FK$$

$$\begin{aligned} SS &= (33,7^2 + 33,7^2 + 33^2 + \dots + 29^2) - 100199.44 \\ &= 100491,82 - 100199,44 \\ &= 292,38 \end{aligned}$$

- Sum Square faktor campuran ( $SS_{A1}$ )

$$SS_{A1} = \frac{A_{1i}^2}{bn} = \frac{449704,36}{5 \times 7} = 21414,49$$

- Sum Square faktor campuran ( $SS_{A2}$ )

$$SS_{A2} = \frac{A_{2i}^2}{bn} = \frac{401956}{5 \times 7} = 19140,76$$

- Sum Square faktor campuran ( $SS_{A3}$ )

$$SS_{A3} = \frac{A_{3i}^2}{bn} = \frac{382913,44}{5 \times 7} = 18233,97$$

- Sum Square faktor campuran ( $SS_{A4}$ )

$$SS_{A4} = \frac{A_{4i}^2}{bn} = \frac{432306,25}{5 \times 7} = 20586,01$$

- Sum Square faktor campuran ( $SS_{A5}$ )

$$SS_{A5} = \frac{A_{5i}^2}{bn} = \frac{439171,29}{5 \times 7} = 20912,92$$

- Sum Square faktor campuran ( $SS_{A \text{ total}}$ )

$$\begin{aligned} SSA \text{ total} &= SS_{A1} + SS_{A2} + SS_{A3} + SS_{A4} + SS_{A5} - FK \\ &= 21414,49 + 19140,76 + 18233,97 + 20586,01 + 20912,92 + \\ &\quad 292,38 \\ &= 88,72 \end{aligned}$$

- Sum Square faktor waktu ( $SS_{B1}$ )

$$SS_{B1} = \frac{B_{1i}^2}{an} = \frac{127599}{5 \times 7} = 36457,03$$

- Sum Square faktor waktu ( $SS_{B2}$ )

$$SS_{B2} = \frac{B_{2i}^2}{an} = \frac{116057}{5 \times 7} = 33159,29$$

- Sum Square faktor waktu ( $SS_{B3}$ )

$$SS_{B3} = \frac{B_{3i}^2}{an} = \frac{107474,89}{5 \times 7} = 30707,05$$

- Sum Square faktor waktu ( $SS_{B \text{ total}}$ )

$$\begin{aligned} SSA \text{ total} &= SS_{B1} + SS_{B2} + SS_{B3} - FK \\ &= 36457,03 + 33159,29 + 30707,05 - 292,38 \\ &= 0,23 \end{aligned}$$

- Sum Square faktor *error* ( $SS_{error}$ )

$$\begin{aligned} SS_{error} &= SS_{total} - SS_{A \text{ total}} - SS_{B \text{ total}} \\ &= 292,38 - 88,72 - 123,94 \\ &= 79,72 \end{aligned}$$

- *Mean Square* campuran ( $MS_A$ )

$$MS_A = \frac{SS_A}{df_A} = \frac{88,72}{4} = 22,18$$

- *Mean Square* waktu ( $MS_B$ )

$$MS_B = \frac{SS_B}{df_B} = \frac{123,94}{2} = 61,97$$

- *Mean Square error* ( $MS_{error}$ )

$$MS_{error} = \frac{SS_{error}}{df_{error}} = \frac{79,72}{98} = 0,81$$

- F hitung faktor campuran ( $F_{hitungA}$ )

$$F_{hitungA} = \frac{MS_A}{MS_{error}} = \frac{22,18}{0,81} = 27,27$$

- F hitung faktor waktu ( $F_{hitungB}$ )

$$F_{hitungB} = \frac{MS_B}{MS_{error}} = \frac{61,97}{0,81} = 76,18$$

Hasil perhitungan anova yang sesuai dengan pembahasan di atas, dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Hasil perhitungan uji anova secara manual

Source	SS	df	MS	F hitung	F tabel
A	88,72	4	22,18	27,27	3,00
B	0,23	2	61,97	76,18	6,94
Error	79,72	98	0,81		
Total	292,38	104			

Selain dengan menggunakan perhitungan secara manual seperti di atas, dapat menggunakan software minitab untuk melakukan uji analisis variansi. Hasil uji anava dengan minitab ditampilkan pada Tabel 4.10.

Tabel 4. 10 Hasil perhitungan menggunakan *software* minitab

<b>Source</b>	<b>DF</b>	<b>Adj SS</b>	<b>Adj MS</b>	<b>F-Value</b>	<b>P-Value</b>
A campuran	4	88.72	22.1803	27.27	0.000
B waktu	2	123.94	61.9717	76.18	0.000
Error	98	79.72	0.8134		
Lack-of-Fit	8	46.81	5.8518	16.01	0.000
Pure Error	90	32.90	0.3656		
Total	104	292.38			

Keputusan terhadap hipotesis nol didasarkan pada nilai  $F_{hitung}$ , yakni hipotesis nol ( $H_0$ ) ditolak jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$  dan hipotesis nol ( $H_0$ ) diterima jika  $F_{hitung} < F_{tabel}$ .  $F_{tabel}$  dilihat pada tabel distribusi F untuk *probabilitas* = 0,05, keputusan yang diambil terhadap hasil analisis variansi data nilai campuran minyak lumas Tellus 32 dengan minyak kelapa sawit (FILMA) terhadap *viscositas* dan pengaruh waktu terhadap *viscositas* berdasarkan tabel 4.9 dan 4. 10 yaitu :

- Ditinjau dari faktor campuran (faktor *A*), nilai  $F_{hitung} > F_{tabel}$  sehingga  $H_0$  ditolak dan disimpulkan bahwa campuran berpengaruh secara signifikan terhadap *viscositas*.
- Ditinjau dari faktor waktu (faktor *B*), nilai  $F_{hitung} > F_{tabel}$  sehingga  $H_0$  ditolak dan disimpulkan bahwa waktu berpengaruh secara signifikan terhadap *viscositas*.

Penelitian ini bila dibandingkan dengan penelitian Febriyanti (2007) menghasilkan kesimpulan yang sama bahwa kedua variabel berpengaruh secara signifikan.

#### 4.5 Perhitungan Persentase Kontribusi (P) TAN (*Total Acid Number*)

Setelah perhitungan analisa variansi, langkah selanjutnya yaitu melakukan perhitungan kontribusi setiap faktor. Tujuan perhitungan ini untuk memastikan apakah semua faktor yang berpengaruh signifikan. Selain itu persentase kontribusi digunakan untuk melihat seberapa besar faktor tersebut memberikan kontribusi pada jumlah kuadrat totalnya.

Prosedur perhitungan persentase kontribusi dijelaskan pada pembahasan di bawah ini.

1. Hitung nilai Pure Sum of Squares (SS') setiap sumber keragaman dengan menggunakan rumus :

$$SS'_{sumber} = SS_{sumber} - (MS_{error} \times df_{sumber})$$

- Faktor campuran (A)

$$SS'_A = SS_A - (MS_{error} \times df_A)$$

$$= 525,90 - (0,001 \times 4)$$

$$= 525,89$$

- Faktor waktu (B)

$$SS'_B = SS_B - (MS_{error} \times df_B)$$

$$= 0,23 - (0,001 \times 2)$$

$$= 0,22$$

2. Bandingkan nilai Pure Sum of Squares setiap factor dengan Sum Squares Total untuk menghitung nilai kontribusi setiap sumber keragaman (PA).

– Faktor campuran (A)

$$P_A = \frac{SS'_A}{SS_{total}} \times 100\%$$

$$P_A = \frac{525,89}{526,23} \times 100\% = 99,9 \%$$

– Faktor waktu (B)

$$P_B = \frac{SS'_B}{SS_{total}} \times 100\%$$

$$P_B = \frac{0,22}{526,23} \times 100\% = 0,04\%$$

Tabel 4. 11 Perhitungan Faktor Kontribusi Sumber Keragaman TAN (Total Acid Number)

Source	SS	df	MS	F hitung	F tabel	% kontribusi
A	525,90	4	131,474	114709,96	2,105	99,9%
B	0,225	2	0,11	98,34	2,105	0,04%
Error	0,11	98	0,00			
Total	526.23	104				

Tabel 4.11 menunjukkan bahwa persentase kontribusi sumber keragaman yang dihitung memberikan pengaruh yang sedikit terhadap variabel respon. Artinya masih terdapat faktor lain yang tidak diteliti berpengaruh terhadap variabel respon.

- Perhitungan Persentase Kontribusi (P) *viscositas*

Setelah perhitungan analisa variansi, langkah selanjutnya yaitu melakukan perhitungan kontribusi setiap faktor. Tujuan perhitungan ini untuk memastikan apakah semua faktor yang berpengaruh signifikan. Selain itu persentase kontribusi digunakan untuk melihat seberapa besar faktor tersebut memberikan kontribusi pada jumlah kuadrat totalnya.

Prosedur perhitungan persentase kontribusi dijelaskan pada pembahasan di bawah ini.

1. Hitung nilai Pure Sum of Squares (SS') setiap sumber keragaman dengan menggunakan rumus :

$$SS'_{sumber} = SS_{sumber} - (MS_{error} \times df_{sumber})$$

- Faktor campuran (A)

$$SS'_A = SS_A - (MS_{error} \times df_A)$$

$$= 88,72 - (0,81 \times 4)$$

$$= 85,47$$

- Faktor waktu (B)

$$SS'_B = SS_B - (MS_{error} \times df_B)$$

$$= 123,94 - (0,81 \times 2)$$

$$= 122,32$$

2. Bandingkan nilai Pure Sum of Squares setiap factor dengan Sum Squares Total untuk menghitung nilai kontribusi setiap sumber keragaman (PA).

- Faktor campuran (A)

$$P_A = \frac{SS'_A}{SS_{total}} \times 100\%$$

$$P_A = \frac{85,47}{292,38} \times 100\% = 29,23\%$$

- Faktor waktu (B)

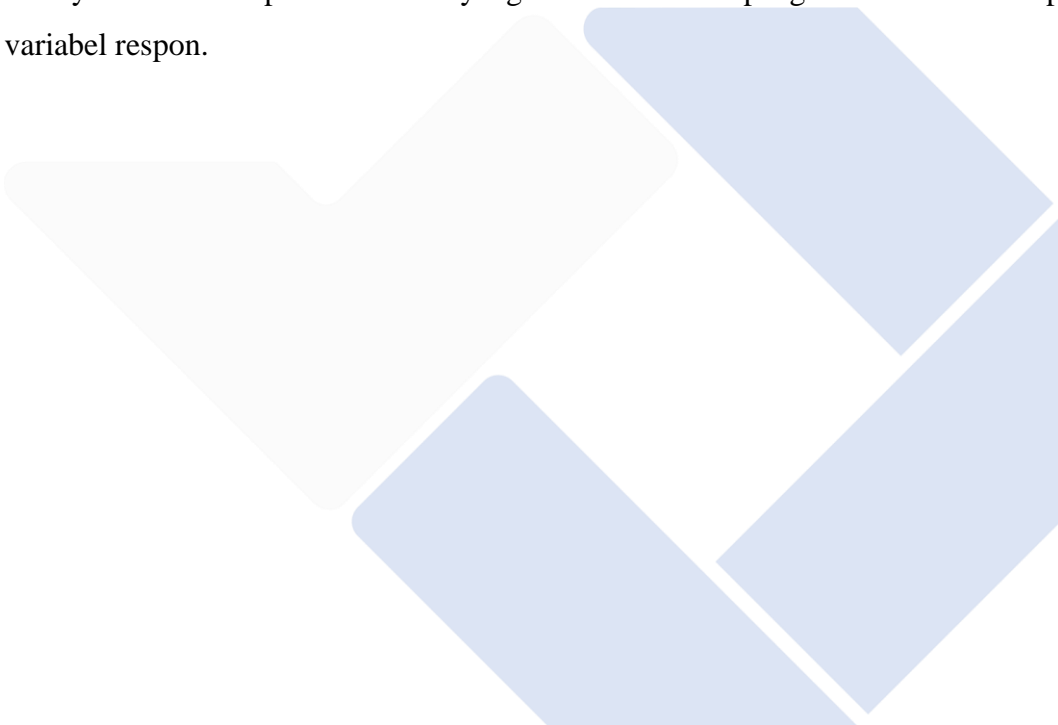
$$P_B = \frac{SS'_B}{SS_{total}} \times 100\%$$

$$P_B = \frac{122,32}{292,38} \times 100\% = 42,39\%$$

Tabel 4. 12 Perhitungan Faktor Kontribusi Sumber Keragaman

Source	SS	df	MS	F hitung	F tabel	% kontribusi
A	88,72	4	22,18	24,220	27,27	29,23%
B	0,23	2	61,97	48,470	76,18	42,39%
Error	79,72	98	0,81			
Total	292,38	104				

Tabel 4.12 menunjukkan bahwa persentase kontribusi sumber keragaman yang dihitung memberikan pengaruh yang sedikit terhadap variabel respon. Artinya masih terdapat faktor lain yang tidak diteliti berpengaruh besar terhadap variabel respon.





## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan metode analisis anova adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan uji anova yang dihasilkan kesimpulan bahwa campuran berpengaruh secara signifikan terhadap nilai TAN (*Total Acid Number*) setelah dioperasikan pada mesin bubut. Hal ini ditunjukkan ditolaknya  $H_0$  karena nilai  $F_{hitung}$  (114709,96) lebih besar dari pada  $F_{tabel}$  (3,00) sama halnya dengan nilai Viskositas karena  $F_{hitung}$  (27,27) lebih besar dari pada  $F_{tabel}$  (6,94).
2. Berdasarkan uji anova yang dihasilkan kesimpulan bahwa waktu berpengaruh secara signifikan terhadap nilai TAN (*Total Acid Number*) setelah dioperasikan pada mesin bubut. Hal ini ditunjukkan ditolaknya  $H_0$  karena nilai  $F_{hitung}$  (98,34) lebih besar dari pada  $F_{tabel}$  (3,09) sama halnya dengan nilai Viskositas karena  $F_{hitung}$  (76,18) lebih besar dari pada  $F_{tabel}$  (3,09).
3. Berdasarkan perhitungan kontribusi yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa, campuran terhadap TAN (*Total Acid Number*) berkontribusi sebesar 99,9%, sedangkan waktu terhadap TAN (*Total Acid Number*) berkontribusi sebesar 0,04%.
4. Berdasarkan perhitungan kontribusi yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa, campuran terhadap Viskositas berkontribusi sebesar 29,23%, sedangkan waktu terhadap Viskositas berkontribusi sebesar 42,39%.

#### 5.2 Saran

Saran – saran yang dapat peneliti sampaikan sebagai berikut :

1. Pihak POLMAN diharapkan lebih memperhatikan dalam perlindungan kesehatan mahasiswa praktik, yang nantinya akan melindungi mahasiswa dari kondisi lingkungan praktik yang tidak ergonomis.

2. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan mempertimbangkan parameter dan menambahkan faktor yang mempengaruhi viskositas dan TAN (*Total Acid Number*).
3. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat menambah jumlah level di setiap faktor sehingga dapat dilakukan dengan uji anova agar dapat mengetahui lever yang baik.
4. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan pada mesin yang berbeda dan dengan jumlah replikasi yang bertambah agar setiap perlakuan mendapatkan hasil yang lebih respresentatif.



## DAFTAR PUSTAKA

- Essarofy, I. A., Ariyanto, & Feriadi, I. (2021). Analisis Pengaruh Jam Operasi Berbeda Terhadap Kualitas Pelumas Tellus 32 Pada Headstock Mesin Bubut Doall Lt 13. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan2021*, 1, 100–105.
- Febriyanti, Y. (2007). *Analisis Pengaruh Temperatur Dan Kebisingan Terhadap Kerja Sistem Cardiovascular Operator Produksi (Studi Kasus PT General Electric Lighting Indonesia)*.
- Husnah, Nurlela, & Wahyudi, A. (2020). Kualitas Minyak Goreng Sebelum Dan Sesudah Dipakai Ditinjau Dari Kandungan Asam Lemak Bebas Dan Perubahan Warna. *Jurnal Redoks*, 5(2), 96. <https://doi.org/10.31851/redoks.v5i2.5036>
- Ir. Greg. Sukartono & Budi Basuki, ST., M. E. (2013). Minyak Pelumas. In *Sub – Bab Mata Kuliah Perawatan Mesin (DTM 1209)* (Issue Dtm 1209).
- ISO 3448. (1992). *Industrial liquid lubricants—ISO viscosity classification*.
- Jafar, M., & Hasiah. (2022). Analisa Naiknya Temperatur Minyak Lumas Pada Motor Induk Di Kapal MT. GAS ASAHAN. *Jurnal Karya Ilmiah Dosen Venus*, 10(September), 1–14.
- Karina, R. M., & Yuliani, C. (2022). Kompatibilitas Campuran Minyak Lumas Dasar Jenis Mineral dengan Minyak Nabati sebagai Minyak Lumas Dasar Pelumas Mesin Kendaraan Bermotor. *Lembaran Publikasi Minyak Dan Gas Bumi*, 44(3), 299–306. <https://doi.org/10.29017/lpmgb.44.3.172>
- Lesmono, I., & Yunus. (2013). Pengaruh Jenis Pahat, Kecepatan Spindel, dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Tingkat Kekasaran dan Kekerasan Permukaan Baja st. 42 pada Proses Bubut Konvensional. *Jtm*, 1(3), 48–55.
- Lumbantoruan, P., & Yulianti, E. (2016). Pengaruh Suhu terhadap Viskositas Minyak Pelumas (Oli). *Jurnal Sainmatika*, 13(2), 26–34.
- M. Syafwansyah Effendi, & Adawiyah, R. (2018). Penurunan nilai kekentalan akibat pengaruh kenaikan temperatur pada beberapa merek minyak pelumas. *Jurnal Intekna*, vol. 14 no. (1), pp. 1–9.

<https://ejurnal.poliban.ac.id/index.php/intekna/article/view/159>

- Mulyadi, & Nata, Y. (2021). Optimasi Penggunaan Viskositas Pelumas, Penyetelan Celah Katup, Dan Celah Elektroda Busi Terhadap Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor. *Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra*, 4(2), 14–20. <https://doi.org/10.52005/rekayasa.v4i2.124>
- Rio Wahyu, & Ananda. (2019). No perawatan sistem pelumas untuk mengurangi keausan komponen mesin induk pada kapal km. Sabuk nusantara 72 di pt. Janata marina indah perawatan sistem pelumas untuk mengurangi keausan komponen mesin induk pada kapal KM. *SABUK NUSANTARA 72 DI PT. JANATA M* (Vol. 4, Issue 1).
- Safitri, E. B., Rameli, M., Ak, R. E., Elektro, J. T., Industri, F. T., Teknologi, I., & Nopember, S. (2012). Implementasi Kontroler P-PI Kaskade untuk. *Jurnal Teknik Its*, 1(1), 1–6.
- Santi R, S. W., Mahreni, M., & Reningtyas, R. (2016). Biopelumas Dari Minyak Nabati (Review). *Eksergi*, 13(2), 14. <https://doi.org/10.31315/e.v13i2.1698>
- Siskayanti, R., & Kosim, M. E. (2016). Analisis Kompatibilitas Campuran Pelumas Industri (Mesin Dan Hidrolik) Dari Bahan Dasar Mineral Dan Sintetik. *Jurnal Konversi*, 5(2), 67. <https://doi.org/10.24853/konversi.5.2.67-80>
- Siskayanti, R., & Kosim, M. E. (2017). Analisis Pengaruh Perbedaan Jenis Minyak Lumas Dasar (Base oil) terhadap Mutu Pelumas Mesin. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*, November, 1–8. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/download/1940/1591>
- Siswahyu, A., & Hendrawat, T. Y. (2013). Studi Pustaka Modifikasi Minyak Nabati Sebagai Sumber Bahan Baku Pelumas Bio. *Jurnal Teknologi*, 2(2), 23–32.
- Soebyakto, Sidiq, M. F., & Samyono, D. (2016). Nilai Koefisien Viskositas Diukur Dengan Metode Bola Jatuh Dalam Fluida Viskos. *Engineering: Jurnal Bidang Teknik*, 13(2), 7–10.
- Syahputra, A. ., & Suhartini, M. (2014). Peningkatan Stabilitas Viskositas Pelumas Hidrolik dari Kopolimer Lateks Karet Alam-Stirena. *Jurnal Ilmu-*

*Ilmu Hayati Dan Fisik*, 15(1), 60–64.

Tomy Karunia Setiawan. (2016). Analisis Kerusakan Pada Gearbox Overhead Crane 10 TON DI PT. INKA (Persero) Madiun Dengan Metode Oil Used Analysis. *Skrip*, 1–63.

*Komponen Sistem Pelumas Pada Mesin + Fungsinya*, diakses pada 27 Agustus 2022, <https://www.autoexpose.org/2017/08/komponen-sistem-pelumas-pada-mesin.html>.

*pump oil*, diakses pada 27 Agustus 2022, [www.en.hy-yy.com](http://www.en.hy-yy.com). <https://en.hy-yy.com/product/149.html>

*Filter oli*, diakses pada 27 Agustus 2022, <https://www.istockphoto.com/id/foto/filter-oli-mobil-terisolasi-pada-latar-belakang-putih-suku-cadang-mobil-gm1033298590>

*switch oil*, diakses pada 27 Agustus 2022, <https://www.oreillyauto.com/detail/c/masterpro-ignition/engine-sensors---emissions/engine-switches/oil-pressure-sensor-switch/320d93409c91/masterpro-ignition-2-terminal-oil-pressure-switch/mpi0/28134>

*reliefe valve*, diakses pada 27 Agustus 2022, <https://storagetech.de/product/pressure-relief-valve-top-mounted-pipe-away-spring-loaded/>

*tanki gearbox bubut*, pada 27 Agustus 2022, <https://teknikmesinpedia.blogspot.com/2018/05/gearbox-mesin-bubut.html>