

# **KORELASI KANDUNGAN UNSUR LOGAM DENGAN ANGKA BASA TOTAL PADA PELUMAS ENDURO BERDASARKAN JARAK TEMPUH SEPEDA MOTOR**

**MELKHIOR FELIX SITOMPUL**



**PROGRAM STUDI ANALISIS KIMIA  
SEKOLAH VOKASI  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2026**



## @Hak cipta milik IPB University

### Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## PERNYATAAN MENGENAI LAPORAN PROYEK AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa proyek tugas akhir dengan judul “Korelasi Kandungan Unsur Logam dengan Angka Basa Total pada Pelumas Enduro Berdasarkan Jarak Tempuh Sepeda Motor” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir laporan akhir ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2026

Melkhior Felix Sitompul  
J0412221031

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
  2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## @Hak cipta milik IPB University

### Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## ABSTRAK

MELKHIOR FELIX SITOMPUL. Korelasi Kandungan Unsur Logam dengan Angka Basa Total pada Pelumas Enduro Berdasarkan Jarak Tempuh Sepeda Motor. Dibimbing oleh BUDI ARIFIN dan ANGGITA VENINGTIA SARI.

Pelumas berperan penting dalam menjaga kinerja mesin, tetapi kualitasnya menurun selama pemakaian akibat oksidasi, konsumsi aditif, dan kontaminasi logam. Penelitian ini bertujuan menentukan karakteristik kualitas pelumas Enduro *Matic-V* SAE 10W-40 dan Enduro *Racing* SAE 10W-40 pada kondisi *fresh oil* dan *used oil*, serta menganalisis hubungan *Total Base Number* (TBN) dengan kandungan unsur logam berdasarkan variasi jarak tempuh. Analisis dilakukan menggunakan metode ASTM melalui ICP-OES, TBN, FTIR dan viskositas kinematik pada sampel *fresh oil*, 250 km, 500 km, dan 1000 km dengan tujuh kali ulangan, kemudian dianalisis menggunakan korelasi pearson dan ANOVA. Nilai TBN menurun seiring bertambahnya jarak tempuh dan diikuti perubahan logam aditif maupun kontaminan. Ca dan Zn berkorelasi signifikan terhadap TBN ( $p < 0,05$ ), sedangkan Cu, Fe, Si, dan Na umumnya tidak signifikan ( $p > 0,05$ ). Peningkatan parameter jelaga, oksidasi, nitrasi, sulfasi, dan air serta perubahan viskositas menunjukkan penurunan kualitas pelumas dan ketahanan aditif.

Kata kunci: FTIR, ICP-OES, pelumas Enduro, TBN, viskositas kinematik.

## ABSTRACT

MELKHIOR FELIX SITOMPUL. Correlation Between Metal Element Content and Base Number in Pertamina Enduro Lubricants Based on Motorcycle Mileage Variations. Supervised by BUDI ARIFIN and ANGGITA VENINGTIA SARI.

Lubricants play an important role in maintaining engine performance; however, their quality deteriorates during service due to oxidation, additive depletion, and metal contamination. This study aimed to determine the quality characteristics of Enduro *Matic-V* SAE 10W-40 and Enduro *Racing* SAE 10W-40 lubricants under fresh oil and used oil conditions, and to analyze the relationship between the Total Base Number (TBN) and metal element content based on mileage variations. Analyses were conducted according to ASTM methods using ICP-OES, TBN determination, FTIR, and kinematic viscosity testing on fresh oil samples and used oil samples collected at 250 km, 500 km, and 1000 km, with seven replications for each condition. The data were subsequently analyzed using Pearson correlation and ANOVA. TBN values decreased with increasing mileage and were accompanied by changes in both additive and contaminant metal contents. Calcium (Ca) and zinc (Zn) showed significant correlations with TBN ( $p < 0.05$ ), whereas copper (Cu), iron (Fe), silicon (Si), and sodium (Na) generally showed no significant correlations ( $p > 0.05$ ). Increases in oxidation, soot, nitration, sulfation, and water parameters, together with changes in viscosity, indicated a decline in lubricant quality and additive durability.

**Keywords:** Enduro lubricant, FTIR, ICP-OES, kinematic viscosity, TBN



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026  
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

*Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.*

*Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.*

# **KORELASI KANDUNGAN UNSUR LOGAM DENGAN ANGKA BASA TOTAL PADA PELUMAS ENDURO BERDASARKAN VARIASI JARAK TEMPUH SEPEDA MOTOR**

**MELKHIOR FELIX SITOMPUL**

Laporan Proyek Akhir  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Terapan pada  
Program Studi Analisis Kimia

**PROGRAM STUDI ANALISIS KIMIA  
SEKOLAH VOKASI  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Penguji pada ujian Laporan Akhir:  
Dr. Sri Mulijani M.Si.



IPB University  
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University





**Judul Proyek Akhir : Korelasi Kandungan Unsur Logam dengan Angka Basa Total pada Pelumas Enduro Berdasarkan Jarak Tempuh Sepeda Motor**

**Nama** : Mekhior Felix Sitompul  
**NIM** : J0412221031

@Hak cipta milik IPB University

**Disetujui oleh**

**Pembimbing 1:**  
**Dr. Budi Arifin, S.Si., M.Si**

**Pembimbing 2:**  
**Anggita Veningtia Sari S.T., M.T**

**Diketahui oleh**

**Ketua Program Studi:**  
**Dr. Farida Laila, S.Si., M.Si.**  
**NIP. 197611032014092002**

**Dekan Sekolah Vokasi:**  
**Dr. Ir. Aceng Hidayat, M.T.**  
**NIP 196607171992031003**



**Tanggal Ujian: 28 Juli 2026**

**Tanggal Lulus :**

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Judul yang dipilih dalam penelitian ini, dan akan dilaksanakan pada bulan Januari 2026 sampai bulan Maret 2026 ialah “Korelasi Kandungan Unsur Logam dengan Angka Basa Total pada Pelumas Enduro Berdasarkan Jarak Tempuh Sepeda Motor”.

Penulis mengucapkan terimakasih terutama kepada Tuhan Yesus Kristus atas segala berkat dan karunia-Nya, kemudian kepada Bapak Dr. Budi Arifin S.Si.,M.Si dan Ibu Anggita Veningtia Sari S.T., M.T yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada seluruh karyawan dan analis di PT Pertamina Lubricants Jakarta Utara, Plumpang (Laboratorium Oil Clinic) yang banyak membantu selama penelitian dan pengumpulan data. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada Ayah, Ibu dan Adik atas segala do’a dan semangatnya. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada keluarga besar Thomas Kusyono terkhusus untuk keluarga bude Lis dan Mba Vita atas segala bantuan baik berupa kebutuhan finansial maupun non-finansial, kemudian Aqila, Grace, dan Wahyu yang sudah membantu dalam penyusunan formating. Paling akhir dan terpenting penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih sebesar-besarnya kepada diri sendiri atas dedikasi dan semua usaha yang telah dilakukan untuk bisa bertanggung jawab terhadap semua kesempatan yang diberikan.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2026

*Melkhior Felix Sitompul*



## @Hak cipta milik IPB University

### Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## DAFTAR ISI

|                                                                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| DAFTAR ISI                                                                                                                        | ix |
| DAFTAR GAMBAR                                                                                                                     | x  |
| DAFTAR TABEL                                                                                                                      | xi |
| DAFTAR PERSAMAAN                                                                                                                  | xi |
| DAFTAR LAMPIRAN                                                                                                                   | xi |
| I PENDAHULUAN                                                                                                                     | 1  |
| 1.1 Latar Belakang                                                                                                                | 1  |
| 1.2 Rumusan Masalah                                                                                                               | 2  |
| 1.3 Tujuan                                                                                                                        | 3  |
| 1.4 Manfaat                                                                                                                       | 3  |
| II TINJAUAN PUSTAKA                                                                                                               | 4  |
| 2.1 Pelumas Enduro PT Pertamina Lubricants                                                                                        | 4  |
| 2.2 <i>Fresh Oil</i> dan <i>Used Oil</i>                                                                                          | 5  |
| 2.3 Zat Aditif dan Logam Kontaminan                                                                                               | 6  |
| 2.4 <i>Inductively Coupled Plasma–Optical Emission Spectroscopy</i> (ICP-OES)                                                     | 8  |
| 2.5 <i>Total Base Number</i> (TBN)                                                                                                | 10 |
| 2.6 <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i> (FTIR)                                                                         | 11 |
| 2.7 Viskositas Kinematik                                                                                                          | 14 |
| III METODE                                                                                                                        | 17 |
| 3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian                                                                                                   | 17 |
| 3.2 Alat dan Bahan                                                                                                                | 17 |
| 3.3 Prosedur Kerja                                                                                                                | 17 |
| IV HASIL DAN PEMBAHASAN                                                                                                           | 21 |
| 4.1 Preparasi Sampel dan Karakteristik Pelumas                                                                                    | 21 |
| 4.2 Perubahan kandungan logam aditif kalsium (Ca), molibdenum (Mo), fosforus (P), dan zink (Zn)                                   | 21 |
| 4.3 Hubungan kandungan logam kontaminan <i>cuprum</i> (Cu), <i>ferrum</i> (Fe), silikon (Si), dan natrium (Na) terhadap nilai TBN | 25 |
| 4.4 Hubungan Kandungan Logam Aditif terhadap Nilai TBN                                                                            | 30 |
| 4.5 Hubungan Kandungan Logam Kontaminan terhadap Nilai TBN                                                                        | 33 |
| 4.6 Analisis Kondisi dan Umur Pakai Pelumas Enduro <i>Matic-V</i> SAE 10W-40 dan Enduro <i>Racing</i> SAE 10W-40                  | 35 |
| V SIMPULAN DAN SARAN                                                                                                              | 38 |
| 5.1 Simpulan                                                                                                                      | 38 |
| 5.2 Saran                                                                                                                         | 38 |
| DAFTAR PUSTAKA                                                                                                                    | 39 |
| LAMPIRAN                                                                                                                          | 46 |
| RIWAYAT HIDUP                                                                                                                     | 66 |



## DAFTAR GAMBAR

|      |                                                                                                                                                                                          |    |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1  | Pelumas <i>Matic-V</i> SAE 10W-40 (a) dan <i>Racing</i> SAE 10W-40 (b)<br>(PT Pertamina Lubricants 2023)                                                                                 | 4  |
| 2.2  | Jenis aditif pada pelumas dan fungsinya (Sniderman 2017)                                                                                                                                 | 7  |
| 2.3  | Skema proses ICP-OES (Kuptsov <i>et al.</i> 2021)                                                                                                                                        | 10 |
| 2.4  | Pembacaan spektrum FTIR pada pelumas (ASTM E2412-10-2018)                                                                                                                                | 12 |
| 2.5  | Contoh struktur senyawa pelumas yang sulfur dan nitrogen<br>(Smith <i>et al.</i> 2008)                                                                                                   | 13 |
| 2.6  | Skema pengukuran menggunakan FTIR <i>OilExpress 4 Auto Sampler</i><br>(Fahelbom <i>et al.</i> 2022)                                                                                      | 14 |
| 2.7  | Perbandingan karakteristik aliran fluida pada viskositas tinggi dan<br>viskositas rendah                                                                                                 | 15 |
| 2.8  | <i>Cross arm viscometer</i> (ASTM D7279-2020)                                                                                                                                            | 15 |
| 3.1  | Skema tahapan penelitian                                                                                                                                                                 | 18 |
| 4.1  | Karakteristik visual <i>fresh oil</i> dan <i>used oil</i> sampel Enduro SAE 10W-40                                                                                                       | 21 |
| 4.2  | Struktur awal MoDTC sebagai aditif dalam pelumas (Carlos <i>et al.</i> 2021)                                                                                                             | 23 |
| 4.3  | Struktur ZDDP (Davide <i>et al.</i> 2025)                                                                                                                                                | 23 |
| 4.4  | Mekanisme degradasi pemutusan ikatan P-S pada degradasi ZDDP<br>(David 2015)                                                                                                             | 24 |
| 4.5  | Skematik pembentukan lapisan fosfat ( <i>phosphate tribofilm</i> ) pada<br>permukaan logam (Huaigang <i>et al.</i> 2022)                                                                 | 24 |
| 4.6  | Perubahan kandungan logam kontaminan pada pelumas Enduro <i>Matic-V</i><br>SAE 10W-40 (a) dan Enduro <i>Racing</i> SAE 10W-40 (b)                                                        | 25 |
| 4.7  | Mekanisme penipisan lapisan pelumas selama proses pelumasan (a) dan<br>pelepasan partikel logam Cu akibat keausan (b) (Tippayawong dan<br>Sooksarn 2010; Calabokis <i>et al.</i> 2022)   | 26 |
| 4.8  | Pelepasan partikel Cu, Cu <sub>2</sub> O, dan CuO dari permukaan logam<br>teroksidasi (Calabokis <i>et al.</i> 2022)                                                                     | 27 |
| 4.9  | Keausan permukaan logam dan pelepasan partikel Fe kedalam pelumas<br>(Yao <i>et al.</i> 2023)                                                                                            | 27 |
| 4.10 | Pembentukan lapisan oksida dan pelepasan partikel Fe, FeO, dan Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>dari permukaan logam (Yao <i>et al.</i> 2021)                                           | 28 |
| 4.11 | Masuknya partikel silika (SiO <sub>2</sub> ) ke dalam sistem pelumasan melalui<br>udara lingkungan (Bao <i>et al.</i> 2017)                                                              | 28 |
| 4.12 | Pengikisan permukaan logam akibat partikel SiO <sub>2</sub> dalam pelumas<br>(Bao <i>et al.</i> 2016)                                                                                    | 29 |
| 4.13 | Masuknya oksigen ke dalam minyak dasar pelumas sebagai tahap awal<br>oksidasi (Totten 2016)                                                                                              | 29 |
| 4.14 | Hubungan viskositas kinematik pada suhu 40 °C dan 100 °C terhadap<br>jarak tempuh kendaraan pada pelumas Enduro <i>Matic-V</i> SAE 10W-40 (a)<br>dan Enduro <i>Racing</i> SAE 10W-40 (b) | 32 |
| 4.15 | Kurva regresi polinomial hubungan nilai TBN terhadap jarak tempuh<br>kendaraan pada pelumas Enduro <i>Matic-V</i> SAE 10W-40 (a) dan Enduro<br><i>Racing</i> SAE 10W-40 (b)              | 35 |



|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.16 Grafik titrasi potensiometri penentuan nilai TBN dan titik ekuivalen | 37 |
|---------------------------------------------------------------------------|----|

## DAFTAR TABEL

|                                                                                                                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1 Panjang gelombang ICP-OES berdasarkan ASTM D5185                                                                                                                        | 9  |
| 2.2 Rentang bilangan gelombang parameter jelaga, oksidasi, sulfasi, nitridasi, dan air (ASTM E2412-10-2018)                                                                 | 12 |
| 4.1 Hubungan nilai TBN dengan logam aditif pada pelumas Enduro <i>Matic-V</i> SAE 10W-40                                                                                    | 30 |
| 4.2 Hubungan nilai TBN dengan logam aditif pada pelumas Enduro <i>Matic-V</i> SAE 10W-40 (Lanjutan)                                                                         | 31 |
| 4.3 Hubungan nilai TBN dengan logam aditif pada pelumas Enduro <i>Racing</i> SAE 10W-40                                                                                     | 31 |
| 4.4 Hasil analisis FTIR parameter jelaga, oksidasi, nitridasi, sulfasi, dan air pada pelumas Enduro <i>Matic-V</i> SAE 10W-40 dan Enduro <i>Racing</i> SAE 10W-40           | 31 |
| 4.5 Hasil analisis FTIR parameter jelaga oksidasi, nitridasi, sulfasi, dan air pada pelumas Enduro <i>Matic-V</i> SAE 10W-40 dan Enduro <i>Racing</i> SAE 10W-40 (Lanjutan) | 32 |
| 4.6 Hubungan nilai TBN dengan logam kontaminan pada pelumas Enduro <i>Matic-V</i> SAE 10W-40                                                                                | 33 |
| 4.7 Hubungan nilai TBN dengan logam kontaminan pada pelumas Enduro <i>Racing</i> SAE 10W-40                                                                                 | 34 |

## DAFTAR PERSAMAAN

|                                                                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 Reaksi asam perklorat dengan kalium hidrogen ftalat membentuk garam kalium perklorat dan asam ftalat                  | 11 |
| 2 Perhitungan nilai TBN dalam pelumas (ASTM D2896-2021)                                                                 | 19 |
| 3 Perhitungan nilai viskositas kinematik dalam pelumas (ASTM D7279-2020)                                                | 19 |
| 4 Reaksi netralisasi senyawa asam oleh aditif basa berbasis kalsium                                                     | 23 |
| 5 Pembentukan MoS <sub>2</sub> dan produk oksidasi dari degradasi MoDTC                                                 | 23 |
| 6 Reaksi oksidasi tembaga membentuk tembaga (I) oksida (CuO) (a) dan tembaga (II) oksida (CuO) (b)                      | 26 |
| 7 Reaksi oksidasi besi membentuk besi (II) oksida (FeO) (a) dan besi (III) oksida (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) (b) | 27 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|                                                                                                                                                                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 Proses pengisian sampel fresh oil dan pengambilan sampel <i>used oil</i> pada pelumas Enduro <i>Matic-V</i> SAE 10W-40 dan Enduro <i>Racing</i> SAE 10W-40 untuk variasi jarak tempuh 250 km (a), 500 km (b), dan 1000 km (c) | 47 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|



|    |                                                                                                                                                                                                                                   |    |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2  | Nilai verifikasi standar <i>Certified Reference Material</i> (CRM) 3000 mg/kg dan 30 mg/kg pada pengujian <i>fresh oil</i> , 250 km, 500 km, 1000 km pelumas Enduro <i>Matic-V</i> SAE 10W-40 dan Enduro <i>Racing</i> SAE 10W-40 | 48 |
| 3  | Data pengulangan 7 kali pengujian unsur logam aditif dan logam kontaminan pada sampel <i>fresh oil</i> pelumas Enduro <i>Matic-V</i> SAE 10W-40 dan Enduro <i>Racing</i> SAE 10W-40                                               | 50 |
| 4  | Data pengulangan 7 kali pengujian unsur logam aditif dan logam kontaminan pada sampel <i>used oil</i> (250 km) pelumas Enduro <i>Matic-V</i> SAE 10W-40 dan Enduro <i>Racing</i> SAE 10W-40                                       | 51 |
| 5  | Data pengulangan 7 kali pengujian unsur logam aditif dan logam kontaminan pada sampel <i>used oil</i> (500 km) pelumas Enduro <i>Matic-V</i> SAE 10W-40 dan Enduro <i>Racing</i> SAE 10W-40                                       | 52 |
| 6  | Data pengulangan 7 kali pengujian unsur logam aditif dan logam kontaminan pada sampel <i>used oil</i> (1000 km) pelumas Enduro <i>Matic-V</i> SAE 10W-40 dan Enduro <i>Racing</i> SAE 10W-40                                      | 53 |
| 7  | Data standardisasi larutan $\text{HClO}_4$ 0,1 N dan pengujian TBN pada sampel <i>fresh oil</i> pelumas Enduro <i>Matic-V</i> SAE 10W-40 dan Enduro <i>Racing</i> SAE 10W-40                                                      | 54 |
| 8  | Data standardisasi larutan $\text{HClO}_4$ 0,1 N dan pengujian TBN pada sampel <i>used oil</i> (250; 500; 1000 km) pelumas Enduro <i>Matic-V</i> SAE 10W-40 dan Enduro <i>Racing</i> SAE 10W-40                                   | 56 |
| 9  | Perhitungan persamaan regresi linear untuk prediksi umur pelumas Enduro <i>Matic-V</i> SAE 10W-40 dan Enduro <i>Racing</i> SAE 10W-40                                                                                             | 59 |
| 10 | Data pengujian FTIR sebanyak 7 kali ulangan pada sampel <i>fresh oil</i> , 250 km, 500 km, 1000 km pelumas Enduro <i>Matic-V</i> SAE 10W-40 dan Enduro <i>Racing</i> SAE 10W-40                                                   | 60 |
| 11 | Data pengujian viskositas 40 °C dan 100 °C sebanyak 7 kali ulangan pada sampel <i>fresh oil</i> pelumas Enduro <i>Matic-V</i> SAE 10W-40 dan Enduro <i>Racing</i> SAE 10W-40                                                      | 63 |
| 12 | Data pengujian viskositas 40 °C dan 100 °C sebanyak 7 kali ulangan pada sampel <i>used oil</i> (250 km, 500 km, 1000 km) pelumas Enduro <i>Matic-V</i> SAE 10W-40 dan Enduro <i>Racing</i> SAE 10W-40                             | 64 |

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.