



**PENGARUH PENCAMPURAN ZAT ADITIF (FENOL) TERHADAP SIFAT FISIK
PELUMAS BEKAS PADA MOTOR BENSIN 4 TAK DI PANGKALAN**

**PENDARATAN IKAN (PPI) TANJUNG LUAR, LOMBOK TIMUR, NUSA
TENGGARA BARAT**

SKRIPSI

**PROGRAM STUDI PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN JURUSAN
PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN**

Oleh :

ETIKA ARIYANTI HIDAYAT

NIM. 115080201111004



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2015



**PENGARUH PENCAMPURAN ZAT ADITIF (FENOL) TERHADAP SIFAT FISIK
PELUMAS BEKAS PADA MOTOR BENSIN 4 TAK DI PANGKALAN**

**PENDARATAN IKAN (PPI) TANJUNG LUAR, LOMBOK TIMUR, NUSA
TENGGARA BARAT**

SKRIPSI

**PROGRAM STUDI PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN JURUSAN
PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan di Fakultas
Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya**

Oleh :

**ETIKA ARIYANTI HIDAYAT
NIM. 115080201111004**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG
2015**

**SKRIPSI****PENGARUH PENCAMPURAN ZAT ADITIF (FENOL) TERHADAP SIFAT FISIK
PELUMAS BEKAS PADA MOTOR BENSIN 4 TAK DI PANGKALAN
PENDARATAN IKAN (PPI) TANJUNG LUAR, LOMBOK TIMUR, NUSA
TENGGARA BARAT****OLEH:****ETIKA ARIYANTI HIDAYAT****NIM. 115080201111004****Telah dipertahankan didepan penguji****Pada tanggal 15 Juli 2015****Dan dinyatakan telah memenuhi syarat****Dosen Penguji I****(Dr. D. Bambang Setiono, S.PI, MT)****NIP. 19510511197603 1 002****Tanggal:****Dosen Penguji II****(Sunardi, ST, MT)****NIP. 19800605200604 1 004****Tanggal:****Menyetujui,****Dosen Pembimbing I,****(Dr. Ali Muntaha, A.Pi, S.Pi, MT)****NIP. 19600408 198603 1 003****Tanggal:****Dosen Pembimbing II****(Ir. Alfian Jauhari, MS)****NIP. 19600401 198701 1 002****Tanggal:****Mengetahui,
Ketua Jurusan PSPK****(Dr. Ir. Daduk Setyohadi, MP)****NIP. 19630608 1987303 1 003****Tanggal:**



PERNYATAAN ORISINILITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis benar-benar merupakan hasil karya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila terbukti atau dapat dibuktikan bahwa skripsi ini adalah hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 15 Juni 2015
Mahasiswa

Etika Ariyanti Hidayat

RINGKASAN

Etika Ariyanti Hidayat. Pengaruh Pencampuran Aditif (Fenol) terhadap Pelumas Bekas pada Motor Bensin 4 Tak di Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Tanjung Luar, Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat. (Dibawah bimbingan Bapak **Dr. Ali Muntaha, A.Pi, S.Pi, MT** dan **Ir. Alfian Jauhari, MS**).

Minyak pelumas merupakan salah satu produk minyak bumi yang hampir semua mesin-mesin dipastikan menggunakannya. Minyak pelumas memiliki fungsi untuk melindungi mesin dari keausan dengan mencegah kontak langsung antara dua permukaan yang bergesekan. Pelumas yang digunakan mempunyai jangka waktu pemakaian tertentu tergantung dari kerja mesin. Minyak pelumas yang sudah terpakai disebut minyak pelumas bekas. Pelumas bekas mengalami penurunan komposisi, perubahan susunan kimia, fisik, dan mekanis, maka akan lebih aman dan tepat apabila minyak pelumas bekas dapat diolah kembali menjadi bahan yang bermanfaat. Salah satu *alternative* pemanfaatannya melalui proses daur ulang yaitu pemisahan material yang tidak diinginkan seperti air dan sedimen.

Komposisi utama minyak pelumas yaitu *base oil* dan aditif. Zat aditif merupakan senyawa kimia yang sengaja ditambahkan didalam minyak pelumas. Zat aditif sering disebut juga dengan *vitamin*. Fenol merupakan salah satu jenis aditif yang bisa dicampurkan kedalam minyak pelumas sebagai vitamin untuk memperbaiki sifat-sifat tertentu dari minyak pelumas bekas. Sehingga penulis terdorong untuk melakukan penelitian atau pengujian tentang Pengaruh Pencampuran Zat Aditif (Fenol) terhadap Sifat Fisik Pelumas Bekas pada Motor Bensin 4 Tak dengan analisis yang digunakan yaitu analisis fisika.

Tujuan penelitian tentang Pengaruh Pencampuran Zat Aditif (Fenol) terhadap Sifat Fisik Pelumas Bekas yaitu mengetahui kondisi pelumas bekas hasil dari uji jelaga, sulfasi, dan oksidasi. Mengetahui titik nyala pelumas bekas setelah dicampurkan dengan zat aditif.

Metode penelitian dibagi menjadi dua tahapan. Penelitian tahap pertama dilakukan dengan metode deskriptif. Metode deskriptif yaitu pengumpulan data dengan cara pengambilan data sekunder dan primer. Data sekunder penelitian bersumber dari buku dan literatur/ jurnal, sedangkan data primer adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan langsung di lapangan oleh orang yang melakukan penelitian (Qomarudin, 2012). Data primer penelitian diperoleh dengan melakukan observasi dan wawancara serta pengisian kuisioner untuk memperoleh data terkait jenis mesin dan standar pelumas yang digunakan pada mesin kapal 4 tak di PPI Tanjung Luar, Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat.

Penelitian tahap kedua dilakukan dengan metode eksperimen. Penelitian eksperimen adalah penelitian yang dilakukan secara sengaja oleh peneliti dengan cara memberikan *treatment*/ perlakuan tertentu (Jaedun, 2011). Penelitian tahap kedua dibagi menjadi dua tahapan uji. Tahapan uji pertama dilakukan pengujian pada pelumas baru dan bekas dengan melakukan uji parameter-parameter seperti uji jelaga, sulfasi, dan oksidasi. Hasil uji menentukan jenis aditif yang digunakan yaitu fenol. Tahapan uji kedua yaitu dilakukan uji titik nyala hasil pencampuran *base oil* dengan aditif. Pencampuran dilakukan dengan metode pengulangan untuk mendapatkan informasi error, Analisis yang digunakan Rancang Acak Lengkap (RAL). Data RAL diolah/ dianalisis menggunakan *One Way Anova* dengan bantuan *software* SPSS 16. Hasil analisis dilanjutkan dengan test Post Hoc untuk mengetahui pengaruh beda





nyata pada setiap perlakuan. Pengambilan keputusan Jika probabilitasnya $F_{hitung} < F_{tabel}$ atau probabilitasnya > 0.05 maka H_0 di terima, jika probabilitasnya $F_{hitung} > F_{tabel}$ atau probabilitasnya < 0.05 maka H_0 di tolak. Tingkat ketelitian yang diambil 5%.

Hasil penelitian tahap pertama didapatkan data kapal dan mesin KM. Wah Baloang yang menjadi objek dalam penelitian. KM. Wah Baloang merupakan kapal transportasi. Spesifikasi kapal memiliki panjang 9.15 m, lebar 2.35 m, tinggi 0.85 m, dan dengan berat keseluruhan kapal yaitu 2 GT. Tenaga penggerak KM. Wah Baloang berupa *marine engine*. Merk mesin Yamaha F200B/FL200B, tipe mesin 24 Valve DOHC Direct Action 60 Deg V6, dan memiliki daya 200 HP. Pelumas yang digunakan yaitu Mesran Super SAE 20W-50, Yamalube, dan AHM Oil MPX-1.

Penelitian tahap kedua, sampel pelumas yang digunakan yaitu oli bekas dengan merk Mesran Super SAE 20W-50. Pengujian pertama pada penelitian tahap kedua dilakukan uji oli baru sebagai pembandingan oli bekas. Hasil analisis terhadap oli baru dengan parameter uji seperti jelaga dengan nilai < 0.02 , sulfasi < 0.02 , dan oksidasi < 0.02 . Hasil analisis oli bekas setelah pemakaian 2000 km dengan parameter uji yang sama yaitu uji jelaga memiliki nilai < 0.02 , sulfasi 0.03, dan oksidasi < 0.02 . Kondisi pelumas bekas menunjukkan sedikitnya atau lemahnya aditif yang dapat menetralkan asam dan kandungan sulfur yang diakibatkan proses pembakaran. Oleh sebab itu, dilakukan penambahan fenol sebagai vitamin bagi pelumas bekas.

Pengujian kedua dilakukan perlakuan pencampuran aditif dengan range sekitar 0% (kontrol atau tanpa aditif), 11%, 12%, 13%, 14%, dan 15% kedalam 65 ml oli bekas. Respon pelumas bekas setelah penambahan aditif (fenol) pada setiap perlakuan mampu menaikkan titik nyala. Perlakuan A (0%) tanpa aditif mencapai suhu 88°C setiap pengulangan, Perlakuan B (11%) 91°C, 92°C, 94°C, perlakuan C (12%) 95°C, 104°C, dan 108°C, perlakuan D (13%) 113°C, 120°C, dan 127°C, perlakuan E (14%) 129°C, 130°C, dan 138°C, dan perlakuan F (15%) 140°C, 143°C, dan 154°C. Titik nyala yang dihasilkan setiap perlakuan masih dibawah standar kelayakan penggunaan pelumas. *Material Safety Data Sheet* (MSDS) 20W-50 *Motor Oil* titik nyala pelumas harus mencapai $< 150^\circ\text{C}$. Analisis pada Anova menunjukkan Sig. < 0.05 yaitu $0.000 < 0.05$ maka H_0 di tolak yang artinya H_1 diterima yaitu ada pengaruh pencampuran zat aditif terhadap sifat fisik pelumas bekas. Besar respon pelumas bekas berdasarkan perhitungan permodelan regresi yaitu 99.4%.

Oli bekas tanpa tambahan aditif (fenol 0%) titik nyala 88°C mengalami kenaikan suhu setelah penambahan aditif (fenol 15%) titik nyala 154°C interval kenaikan sebesar 66°C, dengan perhitungan model matematis diperkirakan mampu bertahan selama 131 jam 8 menit. Hasil tersebut tidak bisa dijadikan acuan yang valid, maka diperlukan pengujian pada mesin untuk mengetahui lama waktu pemakaian oli bekas dengan campuran aditif.



KATA PENGANTAR

Bismillah,

Assalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarakatuh. Alhamdulillahirobbil' alamin, Segala Puji Bagi Allah SWT yang Maha kaya atas segala ilmunya, yang Maha berkehendak atas segala izin-izinya, yang Maha penyayang atas segala keridhoan dan kemudahan-Nya.

Tiada kata yang paling indah selain ucapan Alhamdulillah atas kemudahan yang diberikan kepada saya selaku penulis, serta ucapan syukur atas terselesaikannya penulisan Laporan Penelitian Tugas Akhir (Skripsi) sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang yang berjudul "**Pengaruh Pencampuran Zat Aditif (Fenol) terhadap Sifat Fisik Pelumas Bekas pada Motor Bensin 4 Tak di Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Tanjung Luar, Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat**" dibawah bimbingan Bapak Dr. Ali Muntaha, A.Pi, S.Pi, MT dan Ir. Alfian Jauhari MS.

Penulis menyadari bahwa kepenulisan dan bahasan pada laporan masih jauh dari sempurna dan membutuhkan saran serta masukan dari semua pihak demi kepentingan bersama. Semoga laporan ini bermanfaat dan dapat memberikan informasi bagi semua pihak yang membutuhkan, khususnya mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang.

Malang, 15 Juni 2015

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya sampaikan ucapan terima kasih atas segala dukungan dan doa. Saya ucapkan, kepada:

1. Kedua orang tua tercinta yang selalu mendoakan serta dukungan baik dalam bentuk material, kasih sayang, dll. Saudaraku Beni Ari Hidayattullloh dan Niney Wardyanti Hidayat yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan semangat.
2. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang tempat menuntut ilmu selama 4 tahun. Alhamdulillah banyak ilmu yang diperoleh dan semoga bermanfaat. Jurusan Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan dan Ilmu Kelautan Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan merupakan konsentrasi program studi yang dipilih.
3. Bapak Sunardi, ST, MT selaku Ketua Program Studi PSP dan dosen penguji yang memberikan bimbingan untuk melengkapi isi dari laporan penelitian.
4. Bapak Dr. D. Bambang Setiono, S.Pi, MT selaku dosen penguji yang memberikan bimbingan untuk melengkapi isi dari laporan penelitian.
5. Bapak Dr. Ali Muntaha, A.Pi, S.Pi, MT dan Ir. Alfian Jauhari MS selaku dosen pembimbing Skripsi yang memberikan arahan, dan pengetahuan dalam kepenulisan laporan.
6. Kepala PPI Tanjung Luar dan Bapak Galih atas bantuan informasi, arahan, pengetahuan dalam penelitian lapang.
7. Bapak Lalu Najamuddin yang bersedia memberikan informasi tentang kapal dan mesin kapal.
8. *Rivia Rellen* sahabat terbaik untuk diajak keliling "merubah oli baru menjadi oli bekas",
9. *Syarifa Hidayati* yang bersedia membantu saat penelitian di Laboratorium dari pagi-malem,
10. *Emma Zahra* dan *Suyati Ningsih* yang memberikan arahan dalam pengerjaan,





11. *Anis Infitharika* dan *Ratna Trishaningrum* pembangkit semangat dalam pengerjaan laporan, dan teman-teman seperjuangan. Skripsi semua angkatan PSP'11. Mari segera lulus ©

Penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat khususnya para pembaca dalam menambah wawasan.

Malang, 15 Juni 2015

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	1
HALAMAN PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
UCAPAN TERIMAKASIH	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
DAFTAR ISI	
1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan	4
1.5. Hipotesis	5
1.6. Kegunaan	5
1.7. Tempat dan Waktu	5
2. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Prinsip Kerja Motor Bensin 4 Tak	7
2.2. Pengertian Minyak Pelumas	9
2.3. Fungsi Pelumas	10
2.4. Kategori Pelumas	12
2.5. Waktu Pergantian Pelumas	15
2.6. Pelumas Bekas	17
2.7. Pengertian Zat Aditif	20
2.8. Macam – macam Zat Aditif	21
2.9. Reklamasi Pelumas Bekas	25
2.10. Pengujian Pelumas	28
3. METODOLOGI	33
3.1. Materi Penelitian	33
3.2. Bahan dan Alat Penelitian	33

Halaman

Repository Universitas Brawijaya

3.3. Rancangan Penelitian	34
3.3.1. Penelitian Tahap Pertama	34
3.3.2. Penelitian Tahap Kedua	37
3.3.2.1. Tahap Pengujian Pertama	38
3.3.2.2. Tahap Pengujian Kedua	40
3.4. Prosedur Parameter Analisis Fisika	48
4. Hasil dan Pembahasan	50
4.1. Keadaan Umum PPI Tanjung Luar	50
4.2. Hasil Penelitian Tahap Pertama	51
4.3. Hasil Penelitian Tahap Kedua	55
4.3.1. Hasil Uji Tahap Pertama	55
4.3.2. Hasil Uji Tahap Kedua	59
5. Kesimpulan dan Saran	69
5.1. Kesimpulan	69
5.2. Saran	70
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN	75

Repository Universitas Brawijaya



DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1. Jadwal Pelaksanaan Penelitian..... 6

Tabel 2. Perawatan Sistem Pelumasan pada KM, Trevally..... 16

Tabel 3. Jenis-jenis Aditif Pelumas 23

Tabel 4. Tabulasi Data dalam Penelitian..... 41

Tabel 5. Data Spesifikasi Kapal..... 51

Tabel 6. Data Spesifikasi Mesin..... 52

Tabel 7. *Typical Characteristics* SAE 20W-50..... 54

Tabel 8. Hasil Analisis Oli Baru dengan Parameter Uji (Jelaga, Sulfasi, dan Oksidasi) 55

Tabel 9. Hasil Analisis Oli Bekas dengan Parameter Uji (Jelaga, Sulfasi, dan Oksidasi) 56

Tabel 10. Hasil Pencampuran Aditif (Fenol) terhadap Pelumas Bekas 59

Tabel 11. Kemampuan Bertahan Pelumas Berdasarkan Titik Nyala setelah Penambahan Aditif (Fenol)..... 62

Tabel 12. *Test of Homogeneity of Variances*..... 66

Tabel 13. ANOVA..... 66



DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 1. Prinsip Kerja Motor 4 Tak.....	8
Gambar 2. Kategori Pelumas Oli Berdasarkan SAE	13
Gambar 3. Maintenance (Sumber: <i>Yamaha Motor Corporation</i> , 2002)	16
Gambar 4. Bahan Penelitian Tahap 1 (Deskriptif).....	36
Gambar 5. Bagan Operasional Penelitian Tahap 2 (Eksperimen).....	45
Gambar 6. Bagan Operasional Penelitian Tahap 2 (Eksperimen).....	47
Gambar 7. KM. Wah Baloang (Dokumentasi, 2014)	51
Gambar 8. Mesin Penggerak KM. Wah Baloang (Dokumentasi, 2014)	53
Gambar 9. Grafiik Penurunan TBN Pelumas	57
Gambar 10. Kenaikan Nilai TAN Pelumas.....	58
Gambar 11. Grafik Pengamatan Pengaruh Pencampuran Aditif (Fenol) terhadap Pelumas Bekas	60
Gambar 12. Grafik Rata-rata Respon Perlakuan	63
Gambar 13. <i>Plot of flash point (°C) against additive concentration</i>	64
Gambar 14. Grafik Perbandingan Titik Nyala.....	65
Gambar 15. Grafik Persentase Respon Perlakuan	67



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Kuisisioner Data Spesifikasi Kapal dan Spesifikasi Mesin.....	75
Lampiran 2. Peta Lokasi Pengambilan Data (PPI Tanjung Luar Lombok Timur).....	76
Lampiran 3. Kondisi Umum Lokasi Pengambilan Data	77
Lampiran 4. Kapal dan Mesin Kapal	78
Lampiran 5. Pengujian Tahap Pertama.....	79
Lampiran 6. Penelitian Tahap Kedua.....	80
Lampiran 7. Alat Pengujian Titik Nyala.....	82
Lampiran 8. Data Hasil Analisis ANOVA SPSS 16.....	84
Lampiran 9. Perhitungan Matematis Lama Pemakaian Oli Berdasarkan Titik Nyala.....	97
Lampiran 10. Hasil Perhitungan Regresi Excel.....	99
Lampiran 11. Hasil Uji Oli Baru SAE 20W-50.....	101
Lampiran 13. Hasil Uji Oli Bekas SAE 20W-50.....	102
Lampiran 14. Hasil Uji Titik Nyala	103
Lampiran 15. Surat Keterangan PPI Tanjung Luar.....	104
Lampiran 16. Surat Keterangan Laboratorium Motor Bakar, Universitas Barawijaya.....	105



PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Minyak pelumas adalah salah satu produk minyak bumi yang masih mengandung senyawa-senyawa aromatik dengan indeks viskositas yang rendah, hampir semua mesin-mesin dipastikan menggunakan minyak pelumas. Fungsi minyak pelumas adalah mencegah kontak langsung antara dua permukaan yang bergesekan. Minyak pelumas yang digunakan mempunyai jangka waktu pemakaian tertentu, tergantung dari kerja mesin. Minyak pelumas yang telah digunakan dalam waktu cukup lama akan mengalami perubahan komposisi atau susunan kimia, selain itu juga akan mengalami perubahan sifat fisik, maupun mekanis, hal ini disebabkan karena pengaruh tekanan dan suhu selama penggunaan dan juga kotoran-kotoran yang masuk kedalam minyak pelumas itu sendiri. Minyak pelumas bekas yang dikeluarkan dari peralatan biasanya dibuang begitu saja bahkan ada yang dimanfaatkan kembali tanpa melalui proses daur ulang yang benar. Minyak pelumas bekas yang dibuang akan lebih aman dan tepat apabila minyak pelumas bekas dapat diolah kembali menjadi bahan yang bermanfaat (Sani, 2010).

Meningkatnya penggunaan mesin-mesin pabrik, sarana transportasi bermotor dan lain-lain, menyebabkan kebutuhan penggunaan pelumas akan meningkat. Tingginya kebutuhan minyak pelumas akan menimbulkan dampak lingkungan yang berbahaya antara lain peningkatan jumlah minyak pelumas bekas hasil aktifikasi permesinan akibat adanya proses reaksi oksidasi dan dekomposisi suhu tinggi. Minyak pelumas hasil daur ulang mempunyai mutu jauh di bawah minyak pelumas baru. Rendahnya mutu pelumas pada minyak hasil daur ulang sehingga dibutuhkannya penambahan suatu aditif (Siswanti, 2010).



Minyak pelumas memiliki komposisi utama yaitu base oil dan aditif. Masing-masing pelumas mengandung jenis zat aditif yang berbeda. Pengolahan minyak pelumas bekas menjadi bahan dasar pelumas baru dapat dilakukan dengan berbagai metode. Salah satu alternatif pemanfaatan dari besarnya jumlah minyak pelumas bekas adalah melalui proses daur ulang yaitu pemisahan material yang tidak diinginkan dari pelumas seperti penyingkiran air dan sedimen (Windarti, 2008).

Minyak pelumas banyak menimbulkan dampak negatif bagi pengguna yang kurang paham akan pelumas yang mereka gunakan, agar penggunaan minyak pelumas tidak menimbulkan kerugian atau pemborosan bagi pemakai, maka pemilihan formulasi minyak pelumas harus cocok dengan mesin serta kondisi kerjanya. Adanya banyak formulasi minyak pelumas serta aditif yang dipasarkan sekarang ini, kadang kala membuat para pemakai gundah dan bingung. Semakin kompleks lagi permasalahannya karena pada umumnya aditif yang dipasarkan tersebut banyak mengkaitkan manfaatnya terhadap pemakaian bahan bakar (*fuel consumption*) (Maimuzar, dan Hanwar, 2005).

Aditif minyak pelumas adalah senyawa kimia yang ditambahkan ke dalam minyak pelumas dengan maksud untuk mendapatkan mutu minyak pelumas yang baik dalam pemakaiannya, meningkatkan daya kerja mesin, memperpanjang efisiensi kerja mesin, serta memperpanjang masa pemeliharaan. Aditif tersebut mempunyai persyaratan sebagai berikut: dapat larut dalam minyak pelumas, stabil untuk waktu yang lama, tidak mempunyai bau yang menyengat, serta tidak merusak mesin (Siswanti, 2010).

Banyak peneliti telah melakukan penelitian untuk memurnikan kembali minyak pelumas bekas, ataupun tentang pengaruh penambahan berbagai jenis zat aditif. Penelitian sebelumnya telah dilakukan oleh Sani (2010) lebih ditekankan pada pengaruh pelarut fenol pada reklamasi minyak pelumas bekas.



Penelitian tersebut minyak pelumas bekas mengalami *treatment* atau pembersihan menggunakan pelarut fenol. Fenol yang digunakan merupakan salah satu jenis aditif yang bisa dicampurkan kedalam minyak pelumas sebagai vitamin untuk memperbaiki sifat-sifat tertentu dari minyak pelumas bekas. Sehingga penulis terdorong untuk melakukan penelitian atau pengujian tentang Pengaruh Pencampuran Zat Aditif (Fenol) terhadap Sifat Fisik Pelumas Bekas pada Motor Bensin 4 Tak di Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Tanjung Luar, Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat, dengan analisis yang digunakan yaitu analisis fisika.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, peneliti merumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah kondisi minyak pelumas bekas hasil dari uji jelaga, oksidasi, dan sulfasi?
2. Bagaimanakah titik nyala minyak pelumas bekas setelah ditambahkan dengan zat aditif?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan sifat fisik terhadap minyak pelumas bekas yang sudah ditambahkan dengan zat aditif dan tanpa zat aditif. Perlakuan tahap pertama terlebih dahulu dilakukan pengujian fisik pada pelumas pelumas baru dan pelumas bekas. Perlakuan pertama yang dilakukan yaitu pengujian untuk mengetahui kondisi penurunan terhadap pelumas bekas dengan dilakukan tiga parameter uji awal diantaranya yaitu uji jelaga, sulfasi, dan oksidasi, pengujian terhadap pelumas baru dilakukan sebagai pembandingan, pengujian dilakukan untuk mengetahui jenis aditif yang tepat berdasarkan kondisi penurunan pelumas bekas. Berdasarkan hasil uji awal yaitu uji jelaga, sulfasi, dan oksidasi diperoleh jenis zat aditif yaitu fenol.



Dilakukan pembersihan minyak pelumas bekas dengan metode ekstraksi padat-cair yaitu proses pemisahan zat yang dapat larut atau *solute* dari suatu campuran dengan padatan lain yang tidak dapat larut (*inert*) dengan menggunakan pelarut (*solvent*). Alkohol berfungsi sebagai pelarut pada proses ekstraksi. *Bentonite* sebagai lempung atau padatan yang berfungsi untuk mengikat air, kotoran dan memulihkan kembali warna dari pelumas bekas. Hasil proses ekstraksi diperoleh minyak hasil pembersihan. Pencampuran minyak hasil pembersihan dengan aditif. Hasil pencampuran dilanjutkan dengan uji fisik terhadap pelumas bekas yang sudah dicampurkan zat aditif (fenol). Uji fisik yang dilakukan yaitu uji titik nyala.

Jenis pelumas yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu pelumas dengan standar SAE yaitu SAE 20W-50 setelah pemakaian 2000 KM, dan zat aditif yang digunakan hanya 1 jenis zat aditif yaitu fenol. Aditif telah disesuaikan dengan hasil pengujian pertama pada pelumas yang sudah terpakai/ bekas sebagai pengganti sifat utama dari pelumas bekas tersebut. Variabel diluar ketentuan bukan merupakan bagian dari penelitian ini.

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui kondisi pelumas bekas hasil dari uji jelaga, sulfasi, dan oksidasi.
2. Mengetahui titik nyala pelumas bekas setelah dicampurkan dengan zat aditif.



1.5. Hipotesis

Hipotesis untuk pelumas:

H0: Diduga tidak ada pengaruh pencampuran zat aditif terhadap sifat fisik pelumas bekas.

H1: Diduga ada pengaruh pencampuran zat aditif terhadap sifat fisik pelumas bekas.

1.6. Kegunaan

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi pemberi informasi terkait pengaruh pemberian zat aditif terhadap kinerja pelumas bekas pada motor bensin

4 tak, dapat digunakan pada kegiatan pelumasan untuk menjaga serta memperpanjang usia pemakaian terhadap mesin baik motor bensin maupun

motor diesel yang dapat dirasakan keuntungannya oleh masyarakat luas, sebagai ilmu pengetahuan yang berguna dalam dunia pendidikan, serta

mahasiswa dapat berperan langsung dalam menerapkan ilmu pengetahuan yang didapatkan dibangku perkuliahan yang nantinya dapat diharapkan bermanfaat

bagi diri sendiri khususnya dan masyarakat pada umumnya.

1.7. Tempat dan Waktu

Penelitian tahap pertama dilaksanakan pada 22 - 29 Desember 2014 di Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Tanjung Luar, Kabupaten Lombok Timur, Nusa

Tenggara Barat. Penelitian tahap kedua atau eksperimen dilakukan pada bulan Maret- April 2015 di Laboratorium Biokimia dan Nutrisi Ikan, Fakultas Perikanan

dan Ilmu Kelautan, dan Laboratorium Motor Bakar Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang.



Tabel 1. Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No	Kegiatan	Waktu													
		November		Desember				Maret				April			
		3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Pembuatan Proposal														
2.	Pelaksanaan Penelitian														
3.	Penyusunan Laporan dan Konsultasi														



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Prinsip Kerja Motor Bensin 4 Tak

Endayani dan Toni (2011), menjelaskan bahwa pada motor bakar 4 langkah dalam satu siklus terdiri dari 4 kali langkah torak dan menghasilkan 2 kali putaran mesin dalam setiap siklusnya. Prinsip kerjanya sebagai berikut:

1. Langkah Hisap

Langkah ini dimulai ketika torak berada di Titik Mati Atas (TMA) bergerak menuju Titik Mati Bawah (TMB). Katup hisap dalam keadaan terbuka sedangkan katup buang dalam keadaan tertutup. Gerakan torak dari TMA ke TMB menyebabkan terjadinya pembesaran volume dalam ruang silinder yang diikuti dengan penurunan tekanan. Pembesaran volume menyebabkan aliran campuran bahan bakar dan udara dari karburator masuk kedalam ruang silinder. Tekanan di dalam karburator adalah tekanan udara luar. Akhir dari langkah hisap yaitu katup hisap dalam keadaan terbuka dan katup buang dalam keadaan tertutup.

2. Langkah Kompresi

Campuran bahan bakar dan udara di dalam silinder tertekan akibat kembalinya torak dari TMB bergerak menuju TMA. Katup hisap dan katup buang dalam keadaan tertutup. Campuran udara dan bahan bakar yang tertekan ini akan berada dalam *volume clearance*, sehingga temperatur dan tekanan dalam ruang silinder akan naik. Sesaat sebelum akhir langkah kompresi, campuran udara dan bahan bakar dinyalakan dengan loncatan bunga api busi yang terletak pada kepala silinder. Torak masih terus bergerak menuju TMA volume ruang bakar menjadi semakin kecil sehingga tekanan dan temperatur di dalam ruang bakar akan semakin tinggi.



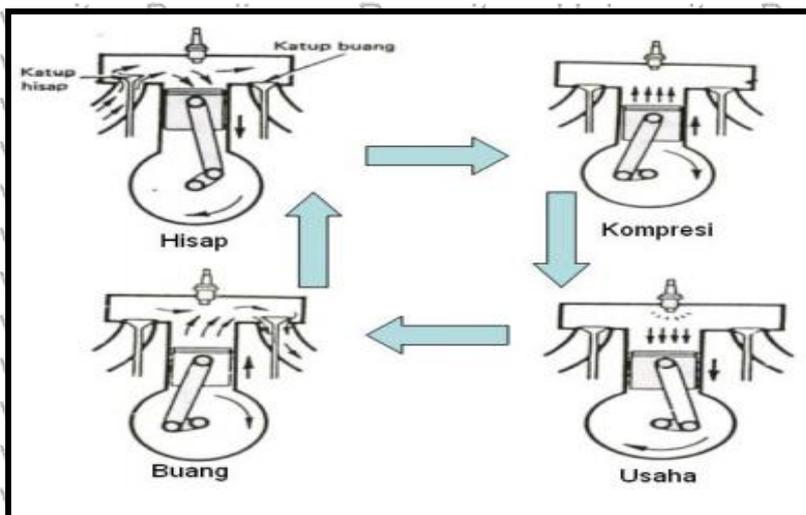
3. Langkah Usaha

Torak mencapai TMA, dan gas hasil pembakaran yang mempunyai tekanan tinggi mampu mendorong torak bergerak dari TMA menuju TMB, katup hisap dan katup buang dalam keadaan tertutup. Pergerakan torak dari TMA menuju TMB merupakan langkah kerja atau langkah ekspansi, dimana gas pembakaran di dalam silinder bertambah besar volumenya dan tekanannya akan turun.

4. Langkah Buang

Pada akhir dari langkah kerja dimana torak sesaat sebelum mencapai TMB katup buang akan terbuka sedangkan katup hisap dalam keadaan tertutup. Torak bergerak kembali dari TMB menuju TMA mendesak gas pembakaran keluar dari ruang bakar melalui saluran buang untuk diteruskan ke atmosfer.

Wiratmaja (2010) menyatakan bahwa motor bensin empat langkah memerlukan empat kali langkah torak atau dua kali putaran poros engkol untuk menyelesaikan satu siklus kerja. Keempat langkah tersebut adalah: langkah hisap, langkah kompresi, langkah kerja, dan langkah pembuangan. Tirtoatmodjo dan Willyant (2000) menggambarkan langkah tersebut seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Prinsip Kerja Motor 4 Tak



Motor bensin (*spark Ignition*) adalah suatu tipe mesin pembakaran dalam (*Internal Combustion Engine*) yang dapat mengubah energi panas dari bahan bakar menjadi energi mekanik berupa daya poros pada putaran poros engkol.

Energi panas diperoleh dari pembakaran bahan bakar dengan udara yang terjadi pada ruang bakar (*Combustion Chamber*) dengan bantuan bunga api yang berasal dari percikan busi untuk menghasilkan gas pembakaran. Pembakaran pada motor bensin diawali oleh percikan bunga api listrik dari busi yang terjadi pada saat beberapa derajat poros engkol sebelum torak mencapai titik mati atas, membakar campuran bahan bakar udara yang telah dikompresikan oleh gerakan torak dari titik mati bawah menuju titik mati atas.

Kelebihan motor bensin adalah getarannya lebih halus dan pada ukuran dan kapasitas yang sama mesin motor bensin lebih ringan, sedangkan kekurangan motor bensin antara lain:

1. Motor bensin tidak tahan bekerja terus-menerus dalam waktu yang lama sedangkan diesel sebaliknya.
2. Motor bensin peka pada suhu yang tinggi terutama komponen sistem pengapiannya, sedangkan motor diesel tahan bekerja pada suhu yang tinggi.
3. Bahan bakar motor bensin harus bermutu baik karena peka terhadap bahan bakar, beda dengan dengan motor diesel hampir dapat menggunakan bahan bakar dari berbagai jenis dan mutu (Girsang, 2012).

2.2. Pengertian Minyak Pelumas

Minyak pelumas adalah salah satu produk minyak bumi yang masih mengandung senyawa-senyawa aromatik dengan indek viskositas yang rendah.

Hampir semua mesin-mesin dipastikan menggunakan minyak pelumas. Minyak pelumas merupakan sarana pokok dari suatu mesin untuk dapat beroperasi



secara optimal. Pelumas mempunyai peranan yang besar terhadap operasi mesin, untuk dapat menentukan jenis pelumas yang tepat digunakan pada suatu sistem mesin, perlu diketahui beberapa parameter mesin yang antara lain: kondisi kerja, suhu, dan tekanan di daerah yang memerlukan pelumasan. Daerah yang bersuhu rendah tentu akan menggunakan pelumas yang lain dengan daerah yang bersuhu tinggi, demikian pula dengan daerah yang berkondisi kerja berat akan menggunakan pelumas yang lain pula dengan daerah yang berkondisi kerja ringan. Minyak pelumas yang dipergunakan mesin-mesin industri atau kendaraan berasal dari *lube oil stock*. *Lube oil stock* adalah fraksi dari minyak mentah yang mempunyai titik didih yang tinggi $+700^{\circ}\text{F}$. Umumnya semua minyak bumi dapat diolah menjadi pelumas, tetapi tidak semua minyak bumi menghasilkan minyak pelumas secara ekonomis menguntungkan. Jadi diperlukan suatu evaluasi yang sempurna dari minyak bumi atau minyak mentah tersebut (Sani, 2010).

2.3. Fungsi Pelumas

Nugroho (2012) menjelaskan tentang fungsi utama suatu pelumas adalah untuk mengendalikan fraksi dan keausan, namun pelumas juga melakukan beberapa fungsi lain yang bervariasi tergantung pelumas tersebut diaplikasikan, misalkan saja:

1. Pencegahan Korosi

Peranan pelumas dalam mencegah korosi, pelumas berfungsi sebagai *preservative*. Pada saat mesin bekerja pelumas melapisi bagian mesin dengan lapisan pelindung yang mengandung aditif untuk menetralkan bahan korosif. Kemampuan pelumas untuk mengendalikan korosi tergantung pada ketebalan lapisan fluida dan komposisi kimianya.

2. Pengurangan Panas

Salah satu fungsi pelumas yang lain adalah sebagai pendingin, dimana pelumas tersebut mampu menghilangkan panas yang dihasilkan baik dari



gesekan atau sumber lain seperti pembakaran atau kontak dengan zat tinggi.

Perubahan suhu dan oksidatif material akan menurunkan efisiensi pelumas.

Maimuzar dan Oong (2005) menyatakan komponen mesin yang bergerak

perlu dilumasi untuk mengurangi kerugian akibat gesekan. Bahan pelumas

tersebut berperan sebagai pengganti permukaan bidang gesek, karena dua

bidang yang saling membuat gerak relatif sesamanya akan menimbulkan

gesekan! Dampak tersebut banyak terdapat pada motor bensin misalnya antara

piston dengan dinding silindernya, antara poros engkol dengan *bearing*, antara

cam shaft dengan *tappet*, antara pena piston dengan *bushing*, dan sebagainya.

Fungsi minyak pelumas dalam operasi mesin (motor) adalah:

1. Mengurangi keausan dan kerugian daya gesek.
2. Sebagai perapat antara dua benda yang bergesekan.
3. Meredam kejutan-kejutan antara dua bidang yang bergesekan.
4. Membantu sistem pendinginan mesin karena pelumas juga menyerap panas.
5. Membantu membersihkan bidang-bidang lumas dengan cara menghanyutkan kotoran atau serpihan akibat gesekan kedalam ruang penampung pelumas (karter).

Selanjutnya minyak pelumas dapat memenuhi fungsi dengan syarat-syarat sebagai berikut:

1. Mempunyai viskositas (kekentalan) yang cocok. Khusus mengenai viskositas (kekentalan), ukurannya dinyatakan dengan *Society of Automotive Engineer (SAE)*, yaitu semakin kental minyak pelumas, semakin tinggilah SAEnya.
2. Mempunyai daya sekat yaitu minyak pelumas harus dapat melekat pada bidang yang dilumasi.



3. Dapat membentuk lapisan tipis (*oil film*) agar sentuhan langsung antar logam dapat dihindari.
4. Dapat mencegah timbulnya karat pada logam yang dilumasi.
5. Titik alirnya rendah yaitu agar minyak pelumas tetap dapat mengalir walaupun suhu kerjanya rendah.
6. Titik nyalanya tinggi yaitu agar minyak pelumas tidak mudah terbakar karena suhu kerja mesin.
7. Tahan terhadap pembentukan endapan partikel tertentu dalam air, udara, bahan dan gas-gas hasil pembakaran.
8. Mempunyai kemampuan untuk atau menghanyutkan partikel-partikel kecil tanpa menimbulkan pengendapan.
9. Tidak berbuih (tidak berbusa) dan tidak beracun.

2.4. Kategori Pelumas

Jenis pelumas dibedakan sesuai dengan tingkat kekentalannya pada angka ukuran SAE. Semakin tinggi SAEnya maka pelumas akan semakin kental, sebaliknya bila pada angka ukuran SAEnya semakin rendah maka pelumas semakin encer. Kekentalan pelumas mempengaruhi konsumsi bahan bakar kendaraan, mengingat pelumas juga menimbulkan hambatan pada gerak komponen mesin. Semakin tinggi viskos pelumas, konsumsi bahan bakar akan semakin tinggi karena menimbulkan hambatan yang lebih tinggi. Penggunaan jenis pelumas mesin yang tepat akan memperpanjang umur servis mesin serta mengurangi konsumsi bahan bakar. Terdapat tujuh jenis kekentalan sesuai dengan kategori SAE yaitu 5W, 10W, 20W, 20, 30, 40 dan 50. Pengelompokan ketujuh jenis kekentalan ini telah lama digunakan secara luas serta populer diseluh dunia (Abul, dkk, 2013).

SAE Viscosity Grade	Viscosity Range*		
	Centipoise (cP) @ -18°C (ASTM D2602) Max	Centistokes (cSt) @ 100°C (ASTM D445)	
		Min	Max
5W	1250	3.8	—
10W	2500	4.1	—
20W ^b	10,000	5.6	—
20	—	5.6	less than 9.3
30	—	9.3	less than 12.5
40	—	12.5	less than 16.3
50	—	16.3	less than 21.9

*Note: 1 cP = 1 mPa s; 1 cSt = 1 mm²/s.
^bSAE 15W may be used to identify SAE 20W oils which have a maximum viscosity at -18°C of 5000 cP.

Gambar 2. Kategori Pelumas Oli Berdasarkan SAE

Firmansyah (2006) memaparkan bahwa klasifikasi lain yang dibuat berdasarkan *American Petroleum Institute* (API) yang dibuat untuk menunjukkan kinerja minyak pelumas berdasarkan atas penggunaan dan beban. Standar API dibuat untuk motor bensin, pada motor bensin diberi kode S (*service* atau *spark*). Huruf awal tersebut akan diikuti dengan alphabet yang dimulai dengan huruf A untuk spesifikasi minyak pelumas awal (SA). Tingkat kinerja minyak pelumas mesin terakhir adalah SL. Beberapa jenis pelumas berdasarkan kategori "S" diantaranya yaitu:

1. SA spesifikasi lama (tidak digunakan lagi).
2. SB digunakan untuk motor bensin dengan tugas ringan (jarang digunakan).
3. SC digunakan untuk mesin kendaraan buatan tahun 1964-1967.
4. SD digunakan untuk mesin kendaraan buatan antara tahun 1968-1970.
5. SE digunakan untuk mesin kendaraan buatan tahun 1971 ke atas.
6. SF digunakan untuk mesin kendaraan buatan tahun 1980 ke atas.
7. SG digunakan untuk mesin kendaraan buatan tahun 1989 ke atas.



8. SH digunakan untuk mesin kendaraan buatan tahun 1993 ke atas.

9. SJ digunakan untuk mesin kendaraan buatan tahun 1997 ke atas.

10. SL digunakan untuk mesin kendaraan buatan tahun 2001 ke atas.

Minyak pelumas untuk motor diesel diberi kode C (*commercial* atau *compression*) dengan diikuti secara alfabetis:

1. CA digunakan untuk motor diesel dengan tugas ringan (tidak digunakan lagi).

2. CB digunakan untuk motor diesel dengan tugas ringan (tidak digunakan lagi).

3. CC digunakan untuk motor diesel dengan tugas sedang sampai berat.

4. CD digunakan untuk motor diesel dengan tugas berat yang dilengkapi dengan "super charger atau turbocharger".

5. CD-II digunakan untuk motor diesel 2 langkah.

6. CE digunakan untuk motor diesel dengan tugas berat dengan "turbo/super charger" (tidak digunakan lagi).

7. CF digunakan untuk motor diesel buatan 1994 ke atas.

8. CF-2 digunakan untuk motor diesel 2 langkah.

9. CF-4 digunakan untuk motor diesel empat langkah dengan tugas berat buatan tahun 1990 dan beroperasi dengan kecepatan tinggi.

10. CG-4 digunakan untuk motor diesel empat langkah dengan tugas berat buatan tahun 1994 dan beroperasi dengan kecepatan tinggi serta beban berat.

11. CI-4 digunakan untuk motor diesel empat langkah tugas berat yang memenuhi standar emisi gas buang.



2.5. Waktu Pergantian Pelumas

Menurut Info Otomotif (2014), jangka waktu penggantian pelumasan dilakukan sesuai dengan jarak tempuh dan waktu pemakaian, seperti berikut:

1. Setiap 750 km atau seminggu sekali dilakukan pemeriksaan pelumasan minyak mesin. Pemeriksaan dilakukan dengan menggunakan tongkat celup untuk mengetahui jumlah minyak pelumas yang masih tersedia.
2. Setiap 3 bulan ± selama 450 jam kerja mesin mengganti minyak mesin $\frac{3}{4}$ liter
3. Setiap 10000 km atau 6 bulan sekali melakukan pemeriksaan kembali terhadap permukaan minyak, dan tinggi permukaan harus 6 mm di bawah lubang tutup isi. Serta mengganti elemen saringan minyak dan bersihkan. Pergantianpun dilakukan setiap 20.000 km atau setahun sekali dan setiap 50.000 km atau 30 bulan sekali.

Biasanya pabrik pembuat mesin, baik itu pabrik pembuat mesin bermotor atau pabrik mesin industri memberi petunjuk jenis pelumas yang direkomendasikan untuk digunakan. Petunjuk tersebut sangat rinci hingga mencantumkan dalam jangka waktu tertentu pelumas harus diganti.

Pemakaian pelumas harus dipantau secara terus menerus untuk memastikan tidak adanya gangguan yang terjadi pada saat proses pelumasan, seperti adanya kebocoran yaitu semprotan dari bensin atau air yang menyebabkan mencairnya minyak pelumas atau filter oli tidak dapat bekerja secara baik. Windarti (2008) menjelaskan bahwa faktor yang mempengaruhi kerusakan pelumas yaitu jenis mesin yang digunakan, umur mesin, model pelumasan dll. Penurunan kualitas pelumas tersebut akan sangat membahayakan kerja mesin sehingga harus dilakukan penggantian dengan minyak pelumas baru. Pergantian terhadap pelumas sudah terdapat pada

petunjuk perawatan mesin. Periodik perawatan mesin Yamaha F200B/FL200B, dapat dilihat pada Gambar 3.

Item	Remarks	Interval					Refer page
		Initial 10 hours (after break-in)	50 hours (3 months)	100 hours (6 months)	200 hours (1 year)	400 hours (2 years)	
Cowling	Inspection	● (before each use)					4-34
Fuel system	Inspection	● (before each use)					4-16
Fuel filter (Water separator)	Inspection	● (before each use)					4-17
	Cleaning	●		●			
Fuel tank *1	Inspection				●	—	
Engine oil	Inspection	● (before each use)					4-19
	Change	●		●			
Outboard motor exterior	Inspection	● (before each use)					4-34
Gear oil	Change	●		●		4-27	
Propeller	Inspection	● (before each use)					4-25
Cooling water passages *2	Flushing	● (after each use)					4-5, 4-33
Spark plugs	Cleaning/Adjustment/ Replacement	●			●	4-14	
Greasing points	Greasing			●		4-13	

*1. If a portable fuel tank is equipped.
*2. When operating in salt water, turbid or muddy water, the engine should be flushed with clean water after each use.

Gambar 3. Maintenance (Sumber: Yamaha Motor Corporation, 2002)

Berikut perawatan sistem pelumasan yang dilakukan pada KM. Treavally berdasarkan Periodic Maintenance Table Yanmar Diesel Engine Operation Manual Book model 6HA-THE, 6HA-DTE:

Tabel 2. Perawatan Sistem Pelumasan pada KM. Treavally

No	Nama Komponen	Prosedur	Interval Waktu (jam kerja mesin)				Jenis pelumas
			100	120	250	500	
1	Karter Pelumas Mesin	Periksa Minyak Pelumas	V				
		Ganti Minyak Pelumas		V			MM



		Cuci Karter Pelumas & Filter Isap Minyak Pelumas						
2	Filter Minyak pelumas	Ganti Elemen Filter		V		V		
		Cuci Rumah Filter	*	V				
3	Pendingin Minyak Pelumas	Cuci				V		

Keterangan : V = pada umumnya, * = perawatan pertama pada mesin baru atau setelah reparasi besar.

2.6. Pelumas Bekas

Minyak lumas oli merupakan cairan kental yang digunakan sebagai pelicin, pelindung, pembersih yang berfungsi untuk mencegah terjadinya gesekan antar logam didalam mesin seminimal mungkin. Setelah dipakai beberapa waktu performanya menjadi berkurang yang akhirnya perlu diganti dengan yang baru.

Oli yang sudah tidak digunakan disebut oli bekas. Didalam oli bekas terkandung bahan hidrokarbon, bahan kimia aditif dan sejumlah sisa hasil pembakaran yang bersifat asam, korosif, dan kersinogen (Hudoyo, dkk., 2013).

Pelumas bekas dihasilkan dari berbagai aktivitas manusia seperti perindustrian, pertambangan, dan perbengkelan. Minyak pelumas bekas termasuk dalam limbah B3 yang mudah terbakar dan meledak sehingga apabila tidak ditangani pengelolaan dan pembuangannya maka akan membahayakan manusia dan lingkungan (P3KNLH, 2008).



Menurut Suyanto (2015), bahwa untuk mengetahui kondisi dari minyak pelumas bekas dan mempermudah dalam pemilihan dari zat aditif yang akan digunakan maka akan dilakukan berbagai macam pengujian. Parameter-parameter yang akan di uji untuk pelumas bekas yaitu seperti:

1. Uji Jelaga

Jelaga adalah hasil dari proses pembakaran, yang terdiri dari karbon (terutama hasil pembakaran bahan bakar yang kurang sempurna). Setiap pelumas mesin memiliki aditif berupa dispersants yang berfungsi mengurangi jelaga agar membentuk suspensi, dan mencegahnya menjadi gumpalan. Bila aditif tersebut hilang, maka jelaga akan berkumpul dan saling melekat membentuk partikel yang lebih besar. Ketika hal ini terjadi, keausan mesin akan segera meningkat, dan terjadi penyumbatan pada saringan oli.

2. Uji Oksidasi

Oksidasi oli terjadi ketika molekul-molekul oksigen di dalam bak penampungan bereaksi dengan oli (terutama aditif oli), sehingga merubah formulasi oli tersebut. Proses ini berlangsung seperti proses terjadinya karat, dimana besi dengan oksigen saling bereaksi. Penyebab yang mempercepat terjadinya oksigen dalam sistem pendinginan, dan mesin dalam kondisi beban kerja berlebihan dan pemakaian oli melampaui batas yang dianjurkan.

3. Uji Sulfasi

Sulfasi merupakan produk pembakaran. Oksida-oksida sulfur terbentuk ketika bahan bakar yang mengandung sulfur terbakar dan bereaksi dengan air hingga terbentuk asam (*sulfuric acids* dan *sulfurous acids*). Asam-asam tersebut sangat berbahaya karena bersifat korosif.

Kurniawan (2015) menjelaskan kondisi pelumas baru berdasarkan kandungan Total Acid Number (TAN), Total Base Number (TBN), dan n-Pentane

Insoluble:



Total Acid Number (TAN) menunjukkan kondisi oksidasi oli. Nilai TAN meningkat, menunjukkan kerusakan (*deterioration*) oli dan penurunan *performanance* oli. TAN menunjukan berat potassium (KOH) dalam mg yang diperlukan untuk menetralkan asam yang terkandung dalam 1 g oli dinyatakan mg.KOH/g. Aditif memiliki keasaman yang lemah, umumnya nilai TAN oli baru adalah 2-4 mg.KOH/g. Penyebab terjadinya oksidasi yaitu oksidasi melalui kontak dengan air atau udara, peningkatan oksidasi karena masuknya partikel-partikel metal, dan peningkatan oksidasi akibat kenaikan temperature oli. Nilai TAN diatas 8 (max 8) akan mengakibatkan metal mengelupas, rusak, dan keuasan abnormal.

Nilai TBN menunjukkan sifat alkali dari aditif didalam oli. Angka TBN menyatakan jumlah basa untuk menetralsir acid karena adanya sulfur. Nilai TBN oli baru pada umumnya adalah 6.0-13.0 mg.KOH/g. Angka TBN dibawah 2.0 kinerja penetral asam dari oli hilang dan dengan cepat meningkatkan korosif dan terjadi keuasan. Zuhdi dan Muhd (2005) menjelaskan kenaikan nilai TBN pada minyak pelumas bekas yang telah dioperasikan akibat reaksi awal zat aditif terhadap oksidasi hasil pembakaran pada motor diesel, reaksi ini nantinya akan menurunkan nilai dari TBN karena bereaksi untuk menetralsir sifat asam dari oksidasi, penurunan nilai TBN tidak boleh kurang dari setengah jumlah nilai awal. Jumlah TBN yang tinggi pada proses treatment akan menimbulkan timbulnya kerak hitam dinding sebelah dalam frame/crank case, karena senyawa calsium/barium/magnesium akan menempel pada dinding sebelah dalam frame/ crank case. TBN yang besar pada minyak pelumas bekas karena sifat bahan bakarnya yang basa sehingga sifat ini menambah kebasaan dari TBN yang terkandung dalam minyak pelumas bekas ketika mesin menggunakan bahan bakar JME.



Nilai n-pentane insoluble berhubungan dengan jumlah jelaga (soot) didalam oli mesin. Meningkatnya jelaga dalam oli, kondisi oli memburuk, dan nilai TAN meingkat. Nilai n-pentane insoluble melebihi batas, akan menimbulkan kerusakan bearing-bearing, piston dan liner rusak atau filter buntu. Banyaknya jelaga diakibatkan karena kualitas fuel yang rendah, atau pembakaran tidak sempurna karena kerusakan pompa injeksi dan nozle/injector karena air sistem buntu.

2.7. Pengertian Zat Aditif

Zat aditif merupakan bahan yang ditambahkan pada bahan bakar kendaraan bermotor, baik mesin bensin maupun mesin diesel. Zat aditif sering disebut juga dengan *fuel vitamin*. Zat aditif digunakan untuk memberikan peningkatan sifat dasar tertentu yang telah dimilikinya seperti aditif anti detonasi. Bensin untuk bahan bakar mesin bensin dan mesin pesawat terbang. Manfaat dari zat aditif untuk meningkatkan *performance* mesin mulai dari durabilitas, akselerasi sampai *power* mesin (Endyani, dan Toni, 2011).

Menurut Pasaribu (2011), aditif minyak pelumas (*oil additives*) atau bahan tambahan minyak pelumas yang disebut dengan *oil treatment* adalah jenis zat kimia yang jika ditambahkan ke dalam minyak pelumas baik yang memiliki bahan dasar (*base oil*) minyak bumi maupun sintetis akan mempertinggi atau memperbaiki sifat yang ada dari minyak pelumas tersebut. Atau dapat juga memberikan sifat yang baru pada minyak pelumas yang tidak dimiliki sebelumnya. Minyak pelumas awalnya ada yang diberikan aditif, namun dalam jumlah yang sangat sedikit, agar terjaga keseimbangan komposisi kimia dalam pelumas. Penambahan aditif haruslah dalam takaran yang sesuai dengan rekomendasi pabrikan pembuat aditif tersebut.



Aditif untuk minyak pelumas modern ditentukan berdasarkan riset ilmiah selama bertahun-tahun, dirumuskan untuk memenuhi kebutuhan yang ekstrim dari mesin-mesin yang modern untuk melayani unjuk kerja mesin dalam kondisi berat, suhu operasi yang luas, kecepatan luncur pada bantalan, dan roda gigi yang lebih tinggi. Formulasi dan pembuatan minyak pelumas yang mengandung aditif bukanlah suatu hal yang mudah dengan hanya mencampurkan anti-oksidan atau dipersan pada minyak dasar (*base oil* atau *straight mineral oil*) atau kombinasi dari minyak dasar saja. Dalam keadaan sebenarnya, setiap minyak mineral mempunyai respon yang berlain-lainan terhadap aditif tertentu, oleh sebab itu pula diadakan penelitian di dalam formulasi untuk mendapatkan formula yang tepat (Wartawan, 1983).

2.8. Macam-macam Zat Aditif

Menurut Wartawan (1983), aditif tidak hanya dianggap sebagai bahan korektif pada sifat-sifat alamiah dari minyak pelumas, tetapi kegunaannya lebih luas lagi karena memungkinkan pemakaian minyak pelumas pada tingkat unjuk kerja yang tidak akan mungkin dapat dicapai dengan hanya menggunakan minyak mineral murni, maka minyak pelumas dapat memenuhi kebutuhan mesin-mesin yang selalu berkembang. Aditif-aditif yang diperdagangkan diantaranya yaitu:

1. Deterjen

Deterjen yang digunakan saat ini merupakan nama penting dari salah satu jenis zat aditif minyak pelumas, deterjen merupakan suatu aditif dalam bentuk ikatan kimia yang memberikan kemampuan menghindari atau mengurangi timbulnya deposit endapan dari ruang bakar maupun dari bagian mesin lainnya di mana mesin beroperasi pada suhu tinggi. Walaupun aditif ini efektif digunakan untuk menjaga kebersihan piston dan memperpanjang umur mesin diesel sebelum turun mesin (*overhaul*) aditif-aditif ini korosif terhadap bantalan logam



yang peka, dan hal ini dapat diatasi secara memuaskan oleh aditif pelindung (*inhibitor*) yang diperoleh pada waktu itu.

2. Dipersan

Dipersan adalah zat aditif yang mampu mendispers lumpur yang terbentuk pada suhu rendah di dalam karter mesin bensin. Lumpur yang terbentuk itu terdiri dari campuran karbon, kumpulan hasil pembakaran, bahan bakar yang tidak turut terbakar, residu Pb anti-*knock* dan air, yang sebagian besar terjadi pada operasi penggunaan kendaraan yang beroperasi untuk jarak pendek.

3. Pelindung korosi

Pelindung korosi atau *corrosion inhibitor* adalah kata yang digunakan di dalam industry aditif untuk bahan yang melindungi komponen metal *nonferroua* (bukan besi) yang mudah terkena korosi pada mesin, terutama bantalan yang perlu bertahan terhadap kontaminasi asam dari minyak pelumas, sedangkan yang dimaksud dengan pelindung karat (*rust inhibitor*) adalah istilah yang digunakan untuk bahan yang melindungi permukaan logam besi terhadap timbulnya karat.

4. Anti-oksidan

Menurut teori peroksida ini maka suatu anti oksidan yang efektif adalah bahan yang dapat mengurangi peroksida yang kemudian akan dapat menghentikan reaksi berantai yang terjadi. Anti oksidan diduga merupakan bahan yang paling luas digunakan pada bermacam-macam minyak pelumas dibandingkan dengan aditif-aditif lainnya. Aditif ini banyak digunakan di dalam minyak pelumas karter untuk berbagai minyak pelumas mesin berpiston maupun dalam minyak dalam minyak pelumas turbin uap, minyak pelumas turbin gas, minyak pelumas pesawat jet, gemuk dan minyak hidrolis.

5. Indeks Viskositas Improver

Aditif peningkat indeks kekentalan sangat diperlukan dalam minyak lumas otomotif untuk menjaga kestabilan viskositas minyak lumas tersebut terhadap



perubahan suhu. Jenis aditif di atas biasanya berupa polimer organik yang sifatnya cenderung mengembang pada suhu yang meningkat, dengan demikian akan mempertahankan viskositas larutannya (Iman, 2006).

6. Aditif tekanan ekstrim

Di bawah pengaruh kondisi kerja yang paling hebat, seperti pada pemotongan logam atau roda gigi yang mengalami beban kejut, aditif tekanan ekstrim digunakan. Tekanan aditif ekstrim ini merupakan senyawa minyak yang dapat larut dan biasanya mengandung zat belerang, *chlorin* atau *fosfor* yang bereaksi dengan permukaan bantalan pada temperatur tinggi yang timbul dimana lapisan tipis minyak pelumas pecah, membentuk zat lapisan tipis yang titik cairnya tinggi antara permukaan-permukaan yang berkontak.

7. Aditif-aditif lainnya seperti anti karat, anti busa, anti denyit, dan lain sebagainya.

Kualitas pelumas yang tinggi tidak saja melalui pemurnian pengolahan fraksi pelumas tetapi juga dengan menambahkan bahan kimia tertentu, yang disebut aditif. Aditif yang ditambahkan ke dalam pelumas memiliki tujuan yang berbeda seperti antioksidan, peningkatan indeks viskositas, detergensi, dan sebagainya. Aditif harus mempunyai beberapa sifat umum yang disyaratkan oleh minyak dasar mineral, antara lain larut dalam minyak dasar mineral ataupun minyak dasar sintetis (Wartawan, 1998).

Tabel 3. Jenis-jenis Aditif Pelumas (Majalah Lemigas Pertamina (1986), dalam Siswanti, 2010)

No	Jenis Aditif	Senyawa	Kegunaan
1	Dispersan/ Deterjen	Alkil poliarnit, produk alkil P2S5, metal sulfonat, ikatan oprganik boron.	Menjaga kebersihan mesin dengan melarutkan kotoran yang masuk
2	Indeks viskositas improver	Polimeta crylate, polimer butilena, polimerasi olefin, polimer alkali, styrene, phenol.	Memperkecil perubahan viskositas

3	Penghalang oksidasi	Dithio phosphate zinc, hindred phenol, amin aromatic, nitrobenzene.	Menghalangi terjadinya oksidasi pelumas agar tidak terbentuk endapan
4	Penghalang korosi	Dithio phosphate zinc, metal phenolate, basic metal sulfonate	Menghalangi terjadinya korosi pada bantalan dan bagian mesin lainnya
5	Pour point depressant	Poly metharylate, alkil naftalene atau phenol	Menurunkan titik tuang
6	Penghalang busa	Polimer silicon	Untuk menghalangi terbentuknya busa
7	Mempertahan viskositas	Nitrobenzene, olefin. Isoolefin. Polimer, akilat styrene	Untuk mempertahankan indeks viskositas terhadap perubahan suhu

Apabila dalam pencampuran menggunakan fenol dan nitrobenzene, sebaiknya dicampur pada suhu 70°C yang merupakan suhu optimal, dimana kedua jenis aditif tersebut sudah larut dalam minyak pelumas.

Dalam penelitian ini jenis aditif yang digunakan yaitu fenol, penggunaan fenol disesuaikan berdasarkan hasil pengujian pertama terhadap kondisi penurunan minyak pelumas bekas, ketersediaan jenis aditif dipasaran, dan fenol mempunyai beberapa kelebihan untuk pelumas bekas yaitu untuk memperkecil perubahan viskositas, menghalangi perubahan oksidasi, dan menurunkan titik tuang. Sani (2010) menyatakan bahwa sifat fenol diantaranya:

- Berwarna putih
- Berbentuk kristal
- Warnanya dapat berubah menjadi pink atau merah bila tidak murni atau jika ada pengaruh cahaya
- Meyerap air dari udara dan cenderung membentuk cairan
- Berbau khas
- Larut dalam *alcohol, airm ether, choloroform, carbon disulfit, petrololatum*



- Densitas 1,07 gr/cc

- *Melting point* 42,5-15^oC dan *boiling point* 182^oC.

Sukirno (2015) menyatakan bahwa campuran kompleks aditif yang ditambahkan ke dalam minyak dasar untuk mendapatkan tingkat kinerja yang diinginkan. Campuran kompleks sebagai berikut:

- Dispersant 35-60%

- Detergent 25-35%

- Antiwear 15-20%

- Others 5-15%

2.9. Reklamasi Minyak Pelumas Bekas

Sani (2010) menjelaskan bahwa reklamasi minyak pelumas bekas adalah proses perubahan fisik minyak pelumas bekas menjadi minyak pelumas yang dapat dimanfaatkan kembali, yang bertujuan untuk membuang semua bahan pencemar yang tidak dapat larut sehingga minyak dapat digunakan kembali untuk keperluan lain. Reklamasi minyak pelumas bekas dapat dilakukan dengan proses ekstraksi. Ekstraksi adalah suatu cara untuk memisahkan suatu zat dari campurannya dengan menggunakan cairan pelarut (*solvent*) tertentu yang mempunyai daya melarutkan zat tersebut, sedangkan zat lain tidak ikut larut. Bila ditinjau dari bahan yang hendak di ekstraksi maka proses ekstraksi dapat digolongkan dalam:

a. Ekstraksi padat cair

Ekstraksi padat cair yang dikenal dengan nama "*Leaching*" adalah proses pemisahan zat yang dapat larut atau solute dari suatu campuran dengan padatan lain, yang tidak dapat larut (*inert*) dengan menggunakan pelarut (*solvent*). Operasi ekstraksi padat-cair direalisasikan dengan mengontakkan antara padatan dan pelarut sehingga diperoleh larutan yang diinginkan, kemudian dipisahkan dari

padatan sisanya, pada saat pengontakkan terjadi mekanisme yang berlangsung adalah peristiwa pelarutan dan peristiwa difusi.

b. Ekstraksi Cair-cair

Ekstraksi cair-cair adalah pemisahan dua komponen atau lebih zat cair dengan zat cair. Bila pemisahan dengan distribusi tidak efektif atau sangat sulit, maka ekstraksi zat cair merupakan alternative utama. Campuran dari zat yang titik didihnya berdekatan atau zat yang tidak dapat menahan suhu distilasi biarpun dalam keadaan vakum sekalipun, biasanya dipisahkan dari ketidakmurniannya dengan cara ekstraksi yang menggunakan perbedaan kimia sebagai pengganti perbedaan tekanan uap.

Pelumas yang telah terpakai masih mengandung air dan kontaminan seperti senyawa klorida, fosfor, Ca dan Zn yang berasal dari bahan aditif serta logam Fe, Ni, Cr, Mg dan sebagainya yang berasal dari proses pembakaran. Logam yang dihasilkan dari proses pembakaran dapat dihilangkan melalui serangkaian proses absorpsi dan destilasi. Absorpsi merupakan salah satu operasi pemisah dalam industry kimia di mana suatu campuran gas dikontakkan dengan suatu cairan penyerap yang sesuai, sehingga satu atau lebih komponen dalam campuran dapat terserap. Absorpsi pada pelumas bekas merupakan penyerapan kotoran yang terkandung dalam pelumas bekas dengan cara mengontakkan pelumas bekas dengan arang yang diaktifkan, dan terus diaduk dan dipanaskan, sedangkan proses destilasi adalah proses limbah oli disuling pada tekanan atmosfer, fraksi-fraksi minyak pelumas akan mencapai suhu yang lebih tinggi dan zat-zat hidrokarbon mulai terurai (antara suhu 345-400°C). Hasil proses destilasi ini berupa tetesan minyak yang keluar dari outlet tabung destilasi (Yanuar, dkk., 2015).



Vakum distilasi dan hidrogenasi adalah dua metode lain yang dapat digunakan untuk daur ulang oli bekas. Proses *The Kinetics Teknologi Internasional* (KTI) adalah kombinasi dari distilasi vakum dan hidrofinsing. Metode ini menghilangkan sebagian besar kontaminan dari limbah minyak. Proses ini dimulai dengan distilasi atmosfer untuk menghilangkan air dan cahaya hidrokarbon. Hal ini kemudian diikuti dengan distilasi vakum pada suhu 250°C. Tahap terakhir adalah hidrogenasi produk untuk menghilangkan sulfur, nitrogen dan senyawa oksigen. Tahap ini juga digunakan untuk meningkatkan warna dan bau minyak. Produk ini dapat menjadi standar mutu (Gp.I) dengan hasil sekitar 82% dan mengurangi polusi oleh-produk. Kerugian dari metode ini adalah biaya investasi yang tinggi (Hamawand, dkk., 2013). Saadah (2013) menjelaskan tiga tahapan daur ulang oli bekas yaitu cara pertama daur ulang oli bekas menggunakan asam kuat untuk memisahkan kotoran dalam oli bekas, kemudian dilakukan pemucatan dengan lempung. Cara kedua campuran pelarut *alcohol* dan keton digunakan untuk memisahkan kotoran dalam oli bekas. Campuran pelarut dan pelumas bekas yang telah dipisahkan di fraksionasi untuk memisahkan kembali pelarut dari oli bekas, kemudian dilakukan proses pemucatan dan proses blending serta reformulasi untuk menghasilkan pelumas siap pakai. Cara ketiga digunakan senyawa fosfat dan selanjutnya dilakukan proses perkolasi dan dengan lempung serta diikuti proses hidrogenasi.

Penelitian menggunakan pelarut alkohol yang digunakan dalam proses pembersihan sampel dengan metode ekstraksi padat cair. Sifat-sifat alkohol sebagai yaitu alkohol adalah senyawa hidrokarbon berupa gugus hidroksil (-OH) dengan 2 atom karbon (C). Dalam dunia perdagangan yang disebut alkohol adalah etanol atau etil alkohol atau metil karbinol dengan rumus kimia C_2H_5OH . Etanol disebut juga etil alkohol dengan rumus kimia C_2H_5OH atau CH_3CH_2OH



dengan titik didihnya 78,4° C. Etanol memiliki sifat tidak berwarna, volatil dan dapat bercampur dengan air (Purba, 2009).

Bentonite merupakan bahan baku untuk pembuatan *bleaching earth*. Pada proses *bleaching bentonite* berfungsi sebagai *bleaching earth* yang diperoleh dengan aktivasi pada kondisi asam. *Bleaching earth* berupa *clay* yang dalam keadaan alami atau setelah aktivasi mempunyai kemampuan untuk mengabsorb zat warna dan zat-zat yang tidak diinginkan dalam minyak pada proses pengolahan *edible oil*. Fungsi utama dari *bleaching earth* adalah untuk meningkatkan kualitas, rasa, bau, dan kestabilan produk akhir yang dihasilkan. (Tanjaya, dkk., 2006).

2.10. Pengujian Pelumas

Naibaho (2008) menjelaskan bahwa menganalisis hasil-hasil minyak bumi sesuai dengan spesifikasinya telah diterapkan untuk minyak tertentu. Sifat fisik dan sifat kimia dari produksi minyak bumi dapat dianalisis dengan menggunakan beberapa parameter antara lain:

1. *Flash Point By Able Apparatus* IP-170

Metode ini digunakan untuk pengujian dalam menentukan titik nyala dari suatu produk minyak bumi yang mempunyai *Flash Point* (titik nyala) antara 0 sampai 160°F.

2. *Flash Point* ASTM D-92

Metode ini digunakan untuk menentukan titik nyala dan titik api dari semua hasil minyak bumi, pelumas atau contoh suatu minyak yang mempunyai titik nyala terbuka (*open cup*).

3. *Flash Point* PM ASTM D-92-78

Metode *flash point* PM ini biasanya digunakan untuk menerangkan pengujian titik nyala dari suatu minyak bakar, minyak yang kental atau suspensi padat.

4. *Specific Gravity* ASTM D-1298-80

Specific gravity adalah perbandingan berat dan jumlah volume tertentu suatu zat terhadap berat dari volume yang sama dengan air. Metode ini digunakan untuk menentukan *specific gravity* dengan menggunakan alat *hydrometer* dari suatu contoh minyak bumi.

5. *Distillation Of Petroleum Product* ASTM D-86

Destilasi adalah pemisahan fraksi-fraksi minyak berdasarkan perbedaan titik didihnya dengan suhu tertentu. Metode ini digunakan untuk memisahkan fraksi-fraksi minyak berdasarkan titik didihnya mulai dari *Initial Boiling Point* (IBP) sampai *End Point* (EP).

6. *ASTM colour Of Petroleum Product* ASTM D-1500

Metode ini digunakan untuk pengujian warna secara visual dari jenis minyak pelumas dan solar serta minyak bumi yang lain.

7. *Reid Vapour Pressure* ASTM D-232

Adalah tekanan uap yang dihasilkan oleh suatu zat karena dipanaskan pada temperatur tertentu. Metode ini digunakan untuk menerangkan pengujian *Reid Vapour Pressure* (RVP) dari *gasoline*, *crude oil volatile* dari produk *petroleum volatile* LPG yang mudah menguap pada temperatur 100°F.

8. *Kinematic Viscosity*

Kinematic viscosity digunakan untuk mengukur kekentalan dari suatu cairan atau minyak sebagai perbandingan waktu dalam aliran detik. *Kinematic viscosity* adalah angka yang menunjukkan lamanya aliran yang dialami oleh cairan atau minyak bumi itu sendiri.

9. *Sulfur content* ASTM D- 1551

Metode ini digunakan untuk mengetahui kandungan sulfur yang terdapat dalam sampel minyak bumi. Kandungan sulfur dalam tangki penimbunan minyak bumi dapat menghindari terjadinya perkaratan dalam tangki penimbunan minyak bumi.





10. *Water Content* ASTM

Adalah banyak kandungan air yang terdapat dalam *crude oil* serta produk-produk lainnya. Metode *water content* digunakan untuk menganalisis kandungan air yang terdapat dalam minyak bumi seperti solar *carosine*, premium dan minyak pelumas lainnya.

Sifat-sifat dasar minyak pelumas yang perlu diperhatikan dan dilakukan dalam setiap analisis pengujian untuk pelumas diantaranya yaitu:

1. Viskositas minyak pelumas

Viskositas adalah sifat yang sangat penting dalam minyak pelumas.

Viskositas minyak pelumas menunjukkan kemampuan dan kemudahan minyak pelumas mengalir. Tantangan minyak pelumas adalah mengalir dengan mudah pada waktu *start* serta memberikan perlindungan yang baik terhadap komponen-komponen mesin yang bergerak terutama pada temperatur operasi yang relatif tinggi. Viskositas minyak pelumas diukur pada suhu tertentu untuk menentukan kemampuan pelumas mengalir melalui alat viskosimeter standar.

2. Indeks viskositas

Indeks viskositas merupakan konstanta yang menunjukkan pengaruh temperatur terhadap viskositas. Indeks viskositas besar berarti pengaruh temperatur terhadap perubahan viskositas rendah atau stabil viskositas kecil berarti pengaruh temperatur terhadap viskositas tinggi.

3. Titik nyala minyak pelumas

Titik nyala minyak pelumas adalah suhu dimana uap dipermukaan minyak pelumas itu mulai dapat terbakar. Titik nyala merupakan temperatur minyak pelumas menguap bercampur udara dan terbakar.

Minyak pelumas dengan titik nyala rendah menunjukkan banyak komponen-komponen yang rendah. Minyak pelumas yang baik memerlukan titik nyala yang tinggi karena jika rendah akan terbakar ketika melumasi mesin.



4. Titik tuang minyak pelumas

Titik tuang minyak pelumas merupakan kemampuan minyak pelumas dalam mengisi celah-celah yang akan dilumasi. Pada keadaan suhu rendah minyak pelumas tidak dapat mengalir karena pengaruh densitas. Kondisi ini juga mempengaruhi ketebalan lapisan minyak pelumas. Diharapkan dalam segala keadaan bagian permukaan yang saling bergesekan dapat terlumasi.

Sifat ini sangat penting untuk melindungi permukaan pada saat mulai bergerak yaitu pada saat minyak pelumas belum cukup banyak saat pompa minyak belum bekerja sebagaimana mestinya. Titik tuang merupakan temperatur terendah pada saat yang sama minyak tidak mengalami kesulitan dapat dituang dari kontainer atau wadah.

5. Kestabilan minyak pelumas

Kestabilan minyak pelumas dimaksudkan tidak terjadi perubahan komponen komponen pada waktu disimpan lama. Komponen-komponen yang menyebabkan tidak stabil biasanya senyawa tak jenuh karena bersifat mudah teroksidasi, sehingga menyebabkan terjadinya gumpalan-gumpalan pada minyak pelumas.

6. Nilai karbon minyak pelumas

Nilai karbon pada minyak pelumas menjelaskan jumlah karbon yang terbentuk pada saat dipanaskan pada suhu tinggi. Semakin banyak jumlah karbon yang terbentuk dari hasil pembakaran, menandakan minyak pelumas tersebut kurang baik. Hal ini disebabkan banyaknya karbon hasil pembakaran menyebabkan terhambatnya saluran pelumasan dan dapat berakibat kemacetan pada komponen-komponen yang bergerak. Minyak pelumas yang baik adalah minyak pelumas yang sedikit terjadinya pembentukan karbonnya.



7. Daya emulsi minyak pelumas

Daya emulsi minyak pelumas merupakan suatu kemampuan minyak pelumas untuk memisahkan diri (tidak tercampur) dengan air. Semakin tinggi daya emulsi semakin baik kualitas minyak pelumas.



3. METODOLOGI

3.1. Materi Penelitian

Materi yang diteliti dalam penelitian ini yaitu tentang pengaruh fisik terhadap sifat pelumas bekas setelah ditambahkan dengan zat aditif, pelumas bekas tersebut mengalami perlakuan pencampuran sesuai dengan formulasi pencampuran yang sudah ditentukan. Penelitian menggunakan parameter uji titik nyala sebagai analisis perubahan fisik pada pelumas bekas.

3.2. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu:

1. Oli baru standar SAE (SAE 20W-50) sebagai sampel pembandingan oli bekas pada uji jelaga, sulfasi, dan oksidasi.
2. Oli bekas Standar SAE (SAE 20W-50) sebagai sampel percobaan yang akan dicampurkan dengan zat aditif
3. Zat aditif (Fenol) sebagai zat penguat yang akan dicampurkan dengan pelumas bekas.
4. Alkohol sebagai pelarut dalam proses ekstraksi padat - cair.
5. Bentonite sebagai lempung untuk mengikat air atau sebagai padatan dalam proses ekstraksi padat-cair.

Alat yang digunakan dalam penelitian yaitu:

1. *Stopwatch* sebagai alat untuk menghitung waktu
2. Gelas ukur alat untuk menghitung volume oli
3. Jarum suntik alat untuk mengambil oli/sampel
4. Spatula untuk mengaduk sampel
5. *Hotplate* untuk memanaskan sampel
6. Labu *Erlenmeyer* sebagai tempat mereaksikan sampel
7. Timbangan digital untuk menimbang berat sampel



8. *Beaker glass* sebagai wadah untuk memanaskan sampel.

9. Kertas saring *whattman* 41 untuk menyaring sampel.

10. *Buchner* sebagai alat untuk membantu proses penyaringan sampel.

11. Kertas label untuk menandai sampel.

3.3. Rancangan Penelitian

3.3.1. Penelitian Tahap Pertama

Metode penelitian tahap pertama dilakukan dengan metode deskriptif.

Soendari (2007) Penelitian deskriptif adalah penelitian yang berusaha

mendeskripsikan suatu gejala, peristiwa, kejadian. Penelitian deskriptif

memusatkan perhatian kepada pemecahan masalah-masalah aktual

sebagaimana adanya pada saat penelitian dilaksanakan. Peneliti berusaha

memotret peristiwa dan kejadian yang menjadi pusat perhatiannya, kemudian

menggambarkan atau melukiskannya sebagaimana adanya, sehingga

pemanfaatan temuan penelitian ini berlaku pada saat itu pula yang belum tentu

relevan, sedangkan Setyawan (2009) menambahkan bahwa penelitian deskriptif

adalah suatu penelitian yang dilakukan dengan tujuan utama untuk memberikan

gambaran atau deskripsi tentang suatu keadaan secara objektif dan merupakan

cara untuk menemukan makna baru, menjelaskan sebuah kondisi keberadaan,

menentukan frekuensi kemunculan sesuatu, dan mengkatagorikan informasi.

Penelitian deskriptif dilakukan dengan memperhatikan aspek-aspek tertentu dan

menunjukkan hubungan antara berbagai variabel.

Cara pengumpulan data deskriptif adalah:

1. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan dari berbagai sumber untuk mendukung penelitian yang diperoleh dari perpustakaan, dan atau

berbagai hasil laporan penelitian terdahulu misalnya hasil penelitian lembaga/instansi seperti BPS, media masa, lembaga pemerintahan atau swasta,



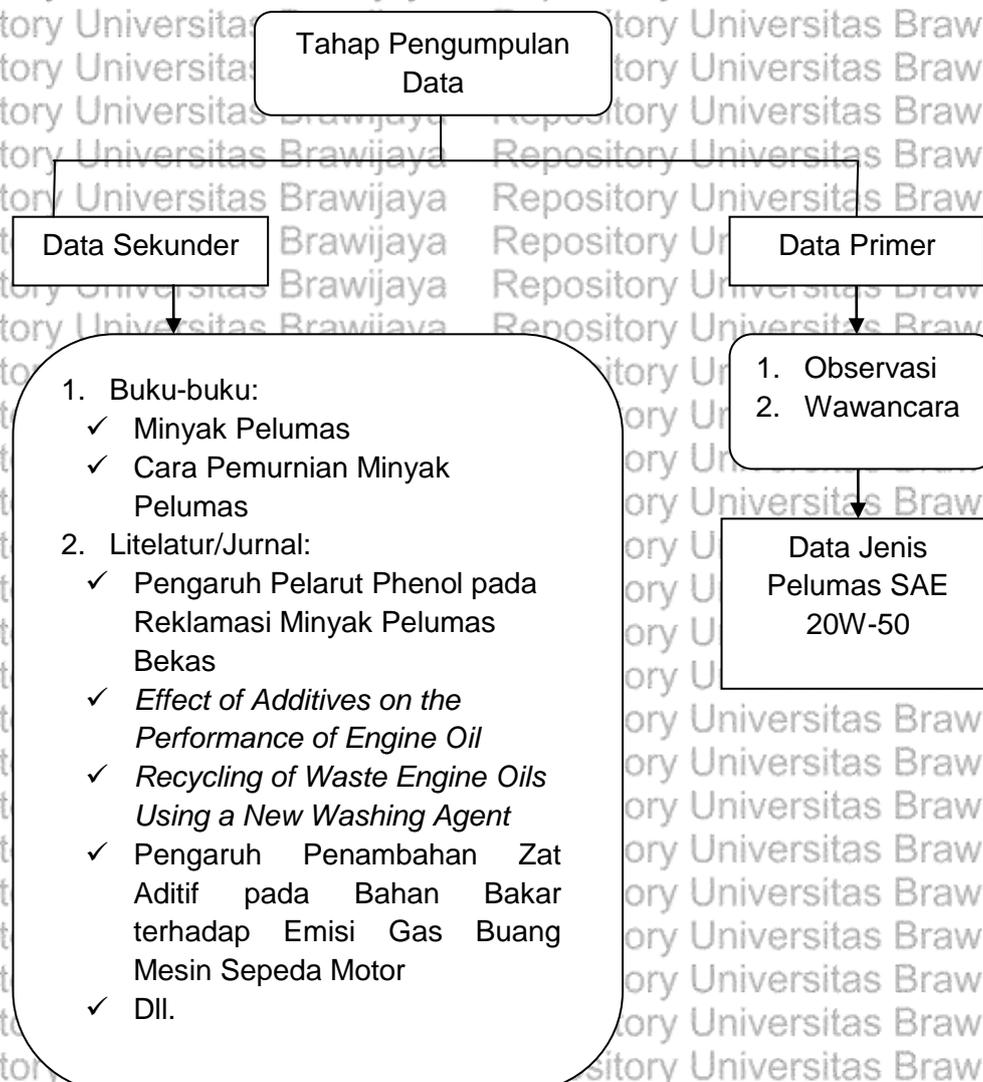
dan sebagainya. Faradina (2010) menjelaskan bahwa data sekunder merupakan informasi yang dikumpulkan bukan hanya untuk kepentingan studi yang sedang dilakukan tetapi untuk beberapa tujuan lainnya. Data sekunder digunakan untuk memberikan gambaran tambahan, pelengkap atau proses lebih lanjut. Fokus perhatian dalam penggunaan data sekunder adalah sumber data, batasan konsep yang digunakan, dan tingkat ketelitian dalam pengumpulan data.

2. Data Primer

Data primer adalah data yang langsung dikumpulkan oleh orang yang berkepentingan atau yang menggunakan data tersebut. Data yang diperoleh seperti hasil wawancara atau pengisian kuisioner (dapat dilihat pada lampiran 1) yang biasa dilakukan peneliti. Metode pengumpulan data primer, peneliti atau observer melakukan sendiri penelitian/observasi di lapangan maupun di laboratorium. Pelaksanaannya dapat berupa survei atau percobaan (eksperimen).

Qomaruddin (2012) menjelaskan bahwa data primer adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan langsung di lapangan oleh orang yang melakukan penelitian atau yang bersangkutan. Data primer disebut juga data asli atau data baru. Data primer dalam kegiatan penelitian ini dilakukan dengan melakukan observasi dan wawancara atau pengisian kuisioner untuk memperoleh data terkait jenis mesin dan standar pelumas yang digunakan oleh nelayan di PPI Tanjung Luar, Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat. Mania (2008) menyatakan bahwa secara umum, observasi merupakan cara atau metode menghimpun keterangan atau data yang dilakukan dengan mengadakan pengamatan dan pencatatan secara sistematis terhadap fenomena yang sedang dijadikan sasaran pengamatan. Sehubungan dengan fungsinya sebagai pengumpul data, maka observasi harus dilakukan secara sistematis dan terarah, bukan dengan cara kebetulan saja. Wawancara adalah kegiatan tanya jawab dengan seseorang untuk mendapatkan suatu informasi mengenai keterangan atau pendapat tentang suatu hal atau masalah.

Beberapa format wawancara berdasarkan fungsinya diantaranya yaitu wawancara riset yaitu kegiatan wawancara yang dilakukan sebagai metode memperoleh data atau informasi tertentu tentang suatu fenomena yang diteliti, wawancara *diagnostic* atau *assessment* yaitu wawancara yang berfungsi untuk melakukan pemeriksaan psikologis, dan wawancara terapiutik biasanya terjadi dalam *helping relationship*, fungsinya untuk konseling, terapi pemulihan dan bentuk pendampingan psikologis lainnya (Yesicha, 2005). Kerangka berpikir pengambilan data dalam penelitian tahap pertama yang dapat digambarkan dalam bentuk bagan penelitian pada Gambar 4.



Gambar 4. Bagan Penelitian Tahap 1 (Deskriptif)



Data sekunder dalam kegiatan penelitian tahap pertama bersumber dari berbagai buku dan literatur/ jurnal penelitian terdahulu berkaitan dengan minyak pelumas, dan cara pemurnian minyak pelumas, sedangkan pendukung dari literatur/ jurnal yaitu seperti hasil penelitian dari Sani (2010) tentang Pengaruh Pelarut Phenol pada Reklamasi Minyak Pelumas Bekas, Endyani, Endah. D, dan Toni D.P (2011) tentang Pengaruh Penambahan Zat Aditif pada Bahan Bakar terhadap Emisi Gas Buang Mesin Sepeda Motor, dll, sedangkan data primer pengambilan data dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Observasi secara langsung untuk mengetahui kondisi lapang tempat pengambilan data yang bertempat di Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Tanjung Luar, Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat.
2. Wawancara dilakukan dengan pemberian kuisisioner kepada pemilik kapal yaitu kepada Bapak Lalu Najamudin guna mendapatkan data tentang spesifikasi mesin dan data jenis standar pelumas yang biasanya digunakan dan yang dijadikan sebagai objek dalam penelitian.

3.3.2. Penelitian Tahap Kedua (Inti)

Metode penelitian tahap kedua dilakukan dengan metode eksperimen. Metode penelitian dengan eksperimen menurut Amat Jaedun (2011), menyatakan bahwa penelitian eksperimen adalah penelitian yang dilakukan terhadap variabel yang data-datanya belum ada sehingga perlu dilakukan proses manipulasi melalui pemberian *treatment*/ perlakuan tertentu terhadap subjek penelitian yang kemudian diamati/ diukur dampaknya (data yang akan datang). Penelitian eksperimen juga merupakan penelitian yang dilakukan secara sengaja oleh peneliti dengan cara memberikan *treatment*/ perlakuan tertentu terhadap subjek penelitian guna membangkitkan sesuatu kejadian/ keadaan yang akan diteliti bagaimana akibatnya.



3.3.2.1. Tahap Pengujian Pertama

Pengujian tahap awal ini dilakukan pengujian pelumas bekas mesin 4 tak untuk mengetahui penurunan kondisi pelumas bekas dengan melakukan uji parameter - parameter seperti uji jelaga, sulfasi, dan oksidasi. Pengujian tahap pertama menyiapkan 2 sampel oli yaitu pelumas baru dan pelumas bekas. Sampel pertama yaitu pelumas bekas diuji kan beberapa parameter yang sudah ditentukan, sedangkan hasil uji oli baru menjadi data perbandingan. Hasil uji tersebut diambil kesimpulan berdasarkan penurunan yang terjadi pada pelumas bekas. Kesimpulan tersebut menentukan jenis zat aditif yang digunakan yaitu fenol.

Pencampuran aditif (fenol) dengan pelumas bekas dilakukan setelah pelumas bekas dibersihkan dengan metode ekstraksi padat-cair. Berikut langkah pembersihan minyak pelumas bekas Mesran Super SAE 20W-50:

1. Pelumas bekas diukur menggunakan gelas ukur dengan volume sesuai dengan perbandingan yang diinginkan dengan volume pelarut.
2. Pelumas bekas ditambahkan dengan pelarut alkohol (dengan perbandingan 1:3 yaitu mencampurkan 50 ml pelarut alkohol dengan 150 ml pelumas bekas). Pelumas dipanaskan dengan *hotplate* pada suhu 50°C selama 15 menit diaduk. Selanjutnya ditambahkan bentonite ± 2 gram sebagai padatan yang berfungsi sebagai pemulih kembali warna pelumas dan sebagai pengikat air, kemudian diaduk kembali pada suhu 50°C selama 15 menit. Sani (2010) temperatur ekstraksi dijaga pada rentang suhu 50-100°C. pada umumnya semakin tinggi suhu proses ekstraksi akan memperbesar difusifitas sehingga perpindahan material dari



permukaan partikel ke dalam larutan bertambah cepat dan jumlahnya semakin banyak.

3. Pelumas didiamkan atau didinginkan selama $\pm 2 \times 24$ jam untuk proses pengendapan kotoran. Kemudian dilakukan penyaringan untuk pemisahan residu dan filtrat.

4. Filtrat yang masih mengandung pelarut dilakukan pemisahan dengan metode *evaporation* menggunakan alat *rotary evaporation*. Pelarut yang masih tercampur dalam pelumas diuapkan sesuai dengan titik didih dari pelarut ($78,37^\circ\text{C}$). Hasil yang diambil yaitu berupa minyak (*base oil*).

5. Filtrat yang sudah dibersihkan, dilakukan proses pencampuran dengan aditif sesuai dengan formulasi yang sudah ditentukan.

Proses pembersihan minyak pelumas diatas, mengacu pada prosedur yang dilakukan oleh Siswanti (2010) dalam penelitiannya tentang Pengaruh Penambahan Aditif Proses Daur Ulang Minyak Pelumas Bekas terhadap Sifat-sifat Fisis. Proses daur ulang yang dilakukan yaitu sebagai berikut:

1. Minyak pelumas bekas dicampur asam sulfat pekat dengan perbandingan 5:1.

2. Diaduk, kemudian didiamkan sampai terbentuk dua lapisan.

3. Lapisan atas dipisahkan, kemudian dicuci dengan menggunakan larutan deterjen dan ditambahkan pemecah emulsi CaCl_2 diaduk, kemudian didiamkan sampai terbentuk dua lapisan.

4. Lapisan atas merupakan minyak pelumas hasil daur ulang, kemudian dipisahkan.



3.3.3.2. Tahap Pengujian Kedua

Tahap penelitian kedua dilakukan pencampuran terhadap pelumas bekas yang sudah dibersihkan dengan aditif. Perlakuan pencampuran dalam penelitian ini dilakukan dengan cara mencampurkan zat aditif terhadap pelumas bekas SAE 20W-50 yang sudah dibersihkan, hasil pencampuran dilakukan pengujian yaitu uji titik nyala. Pencampuran dilakukan dengan metode pengulangan untuk mendapatkan informasi *error* pada setiap perlakuan sebagai koreksi. Analisis yang digunakan yaitu analisis Rancangan

Acak Lengkap (RAL) sederhana karena tidak ada faktor lain yang dapat mempengaruhi di luar faktor yang diujikan. Rumus pengulangan yang digunakan yaitu (Siregar, 2011):

$$(t-1)(r-1) \geq 15$$

Keterangan :

t : Jumlah perlakuan dalam penelitian.

r : Jumlah perlakuan ulang (sampel).

Dengan nilai t (jumlah perlakuan dalam penelitian) yaitu 6 dan nilai r (jumlah perlakuan ulang (sampel)) yang akan dicari, maka diperoleh:

$$(t-1)(r-1) \geq 15$$

$$(6-1)(r-1) \geq 15$$

$$5(r-1) \geq 15$$

$$5r - 5 \geq 15$$

$$5r \geq 15 + 5$$

$$5r \geq 20$$

$$r \geq 4$$



Berdasarkan hasil perhitungan diatas maka dalam penelitian dilakukan 4 kali pengulangan untuk 6 taraf perlakuan. Pelaksanaan penelitian terhalangi oleh berbagai macam aspek seperti biaya, keterbatasan alat, dan bahan, oleh sebab itu pengulangan dilakukan sebanyak 3 kali untuk 6 taraf perlakuan. Lebih jelasnya dapat dilihat dari tabulasi data seperti Tabel 4 dibawah ini

Tabel 4. Tabulasi Data dalam Penelitian

Taraf	Pengulangan			Hasil	Rata-Rata
	1	2	3		
A	A1	A2	A3		A1234
B	B1	B2	B3		B1234
C	C1	C2	C3		C1234
D	D1	D2	D3		D1234
E	F1	F2	F3		E1234
F	G1	G2	G3		F1234

Keterangan:

A : Taraf pelumas tanpa zat aditif (0%) sebagai control

B : Taraf pelumas dengan campuran 11% zat aditif

C : Taraf pelumas dengan campuran 12% zat aditif

D : Taraf pelumas dengan campuran 13% zat aditif

E : Taraf pelumas dengan campuran 14% zat aditif

F : Taraf pelumas dengan campuran 15% zat aditif

1 – 3 : Jumlah pengulangan yang akan dilakukan

Sedangkan rumus liniernya yaitu:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + \sum s_{ijk}$$

Keterangan :

Y_{ijk} : Hasil pengamatan pada taraf ke- i , dan ke- j pada perlakuan ke- k

μ : Rataan umum

A_i : Pengaruh faktor A pada taraf ke - i



B_j : Pengaruh faktor B pada taraf ke - j

(AB)_{ij}: interaksi antara A dan B pada faktor A taraf ke-l, faktor B taraf ke-j

Jika hasil dalam penelitian ini menunjukkan adanya pengaruh beda nyata atau sangat nyata pada rata-rata pencampuran, maka penelitian dilanjutkan dengan uji homogeniti untuk mengetahui setiap pencampuran memiliki varian yang sama (homogen), dasar pengambilan keputusan: Jika probabilitasnya (Sig) > 0.05 maka varain bersifat homogen. Jika probabilitasnya (Sig) < 0.05 maka tidak homogen, dan uji Beda Nyata Terkecil (BNT), dasar pengambilan keputusan: Jika probabilitasnya $F_{hitung} < F_{tabel}$ atau probabilitasnya > 0,05 maka H_0 di terima, jika probabilitasnya $F_{hitung} > F_{tabel}$ atau probabilitasnya < 0,05 maka H_0 di tolak. Tingkat ketelitian 95% ($\alpha = 0.05$) untuk masing-masing pengujian. Menurut Wibirama (2014), anova dapat digunakan untuk menganalisa sejumlah sampel dengan jumlah data yang sama pada tiap-tiap kelompok sampel, atau dengan jumlah data yang berbeda. Dilanjutkan dengan perhitungan model regresi bertujuan untuk mengetahui besar pengaruh variable x terhadap variable y.

Penelitian membutuhkan ± 1170 ml atau ± 1.17 liter pelumas bekas yang sudah dibersihkan untuk 6 taraf sampel yang diambil dalam penellitian, sehingga dalam 1 sampel akan membutuhkan ± 65 ml pelumas/ sampel yang dicampurkan persenan zat aditif yang diambil yaitu dengan range sekitar 0% tanpa zat aditif sebagai kontrol, 11%, 12%, 13%, 14%, dan 15%. Range tersebut telah disesuaikan berdasarkan paket aditif yaitu campuran kompleks aditif yang ditambahkan dalam minyak dasar untuk mendapatkan tingkat kinerja yang diinginkan. Berikut langkah-langkah pencampuran base oil dengan zat aditif (fenol):

1. Pencampuran dilakukan dengan perbandingan 1:6, 1:5,4, 1:5, 1:4,64, dan 1:4,33 (dengan formulasi sebenarnya yaitu range aditif



11%, 12%, 13%, 14%, dan 15% + 1170 ml pelumas bekas yang sudah dibersihkan).

2. Minyak pelumas bekas yang sudah dibersihkan dipanaskan bersamaan dengan zat aditif (fenol) pada suhu $\pm 70^{\circ}\text{C}$ dan diaduk selama ± 30 menit.

3. Kemudian didiamkan atau didinginkan..

4. Perlakuan dilakukan seterusnya sesuai dengan formulasi perbandingan yang sudah ditentukan.

5. Hasil pencampuran dilakukan analisis sifat fisik untuk mengetahui perubahan fisik dari pelumas bekas tersebut yang sudah ditambahkan dengan aditif.

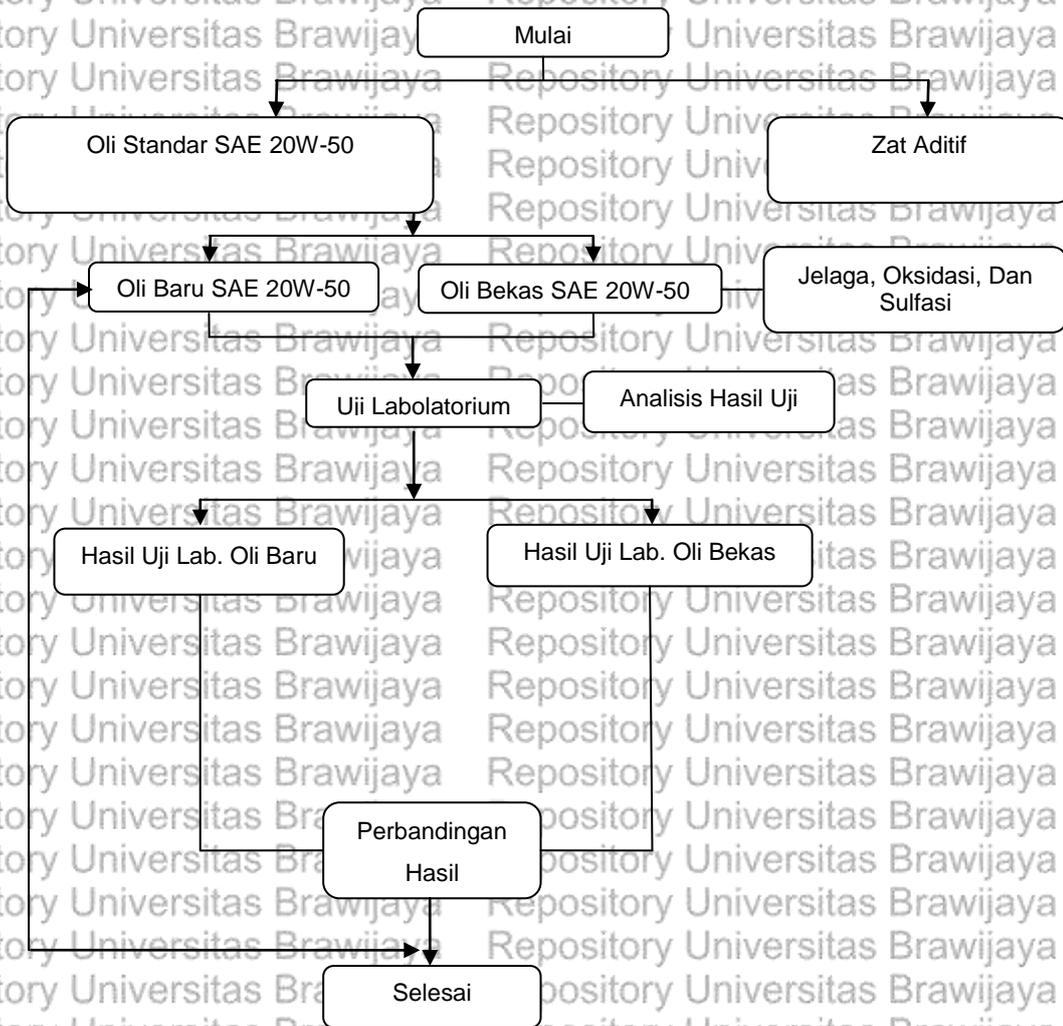
Proses pencampuran zat aditif dengan minyak pelumas diatas, mengacu pada prosedur yang dilakukan oleh Siswanti (2010) dalam penelitiannya tentang Pengaruh Penambahan Aditif Proses Daur Ulang Minyak Pelumas Bekas terhadap Sifat-sifat Fisis. Proses pencampuran yang dilakukan yaitu sebagai berikut:

1. Campuran aditif fenol dan nitrobenzene 1:1 dicampur dengan minyak pelumas bekas hasil daur ulang dengan perbandingan 1:1, 1:25:1, 1:5:1, 2:1, 2.5:1, dipanaskan pada suhu 70°C .

2. Proses pencampuran dilakukan pengadukan secara terus menerus selama 30 menit, kemudian didiamkan.

3. Hasil pencampuran dilakukan pengujian pada mesin gergaji kayu dengan pemakaian 1 jam.

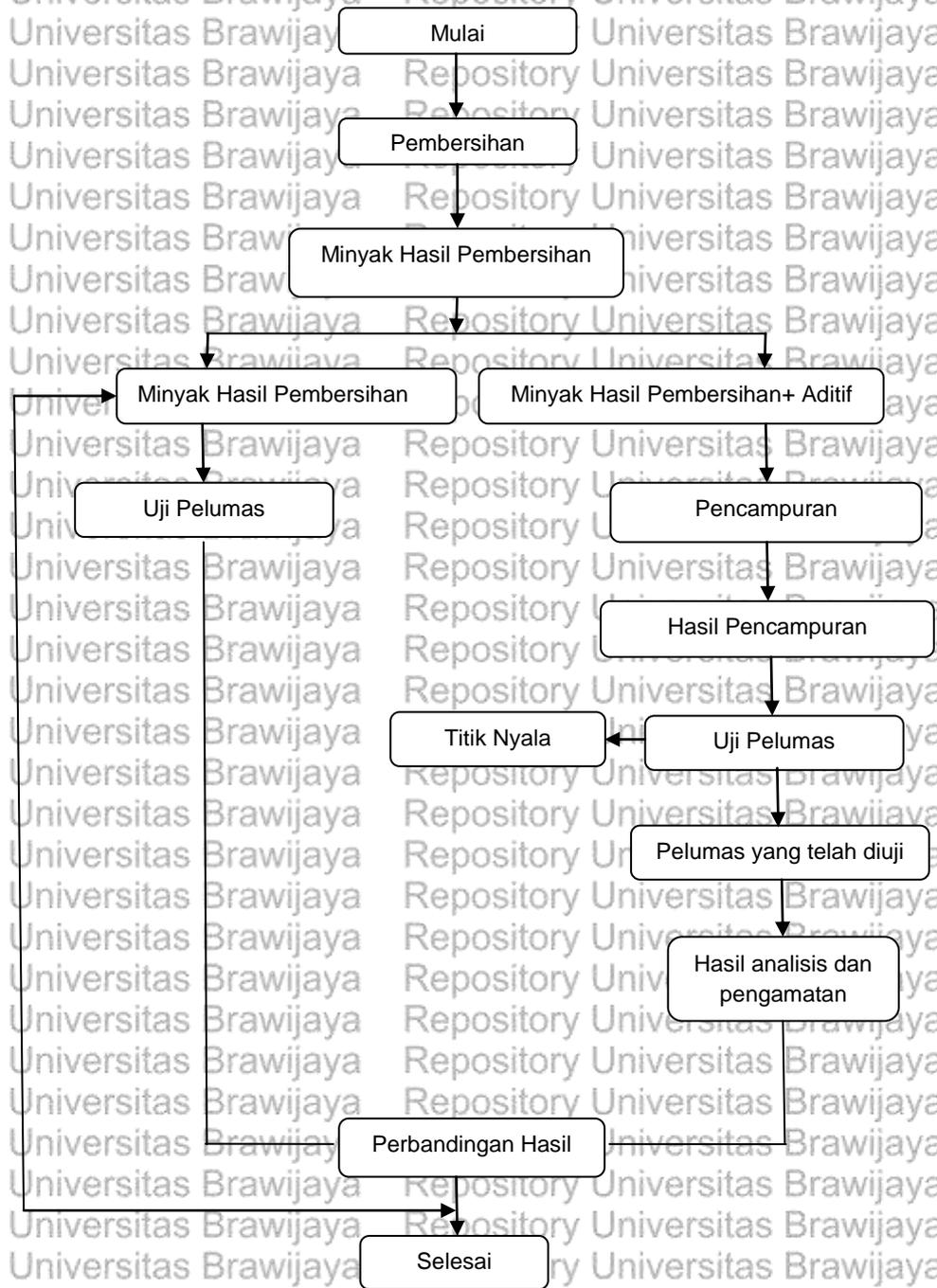
Analisis yang digunakan untuk mengetahui perubahan sifat fisik dari pelumas bekas yang dicampurkan dengan aditif, dilakukan uji fisik yaitu uji titik nyala pelumas. Uji titik nyala pelumas menjadi salah satu indikator terpenting dalam minyak pelumas yang menunjukkan suhu yang aman dalam



Gambar 5. Bagan Operasional Penelitian Tahap 2 (Eksperimen)



Berdasarkan tahapan penelitian pada Gambar 5, dapat dijelaskan bahwa penelitian tentang pengaruh pencampuran zat aditif terhadap kinerja pelumas pada motor bensin 4 tak dilakukan dengan menggunakan metode eksperimen dengan uji di labolatorium, tahapan ini dimulai dengan penyediaan bahan-bahan yang digunakan sebagai objek yang diteliti. Bahan-bahan yang dipersiapkan diantaranya yaitu pelumas, baik pelumas baru maupun pelumas bekas dengan merk dan standar yang sama yaitu standar SAE. Pengujian tahap pertama dilakukan pada pelumas baru, selanjutnya dilakukan pengujian terhadap pelumas bekas. Kondisi pelumas yang telah digunakan pada mesin dapat dikatakan telah menurun apabila pelumas tersebut telah kehilangan kemampuannya untuk melumasi atau melindungi komponen-komponen mesin dari keausan. Parameter pengujian yang akan diuji, untuk mengetahui penurunan tersebut yaitu pengujian jelaga, oksidasi, dan sulfasi. Hasil uji labolatorium pelumas baru dan bekas akan dilakukan perbandingan. Hasil uji terhadap pelumas bekas sudah diketahui dan didapatkan data-data analisisnya maka bisa ditentukan jenis dari zat aditif yang digunakan sebagai pengganti atau penguat sifat utama dari pelumas. Jika hasil analisis oli bekas tidak sesuai atau kurang diyakini, maka hasil analisis oli baru menjadi landasan pengambilan keputusan.



Gambar 6. Bagan Operasional Penelitian Tahap 2 (Eksperimen)



Gambar 6 menjelaskan bahwa, sebelum dilakukan pencampuran, pelumas bekas harus dibersihkan terlebih dahulu dengan metode ekstraksi padat-cair dengan bantuan alkohol sebagai pelarut dan bentonite sebagai padatan. Hasil dari proses pembersihan dilakukan pencampuran dengan zat aditif yang sudah ditentukan. Pencampuran minyak hasil pembersihan dengan aditif dilakukan pengujian sifat fisik untuk mengetahui pengaruh penambahan dari aditif tersebut. Pengujian yang dilakukan yaitu uji titik nyala. Pelumas bekas yang sudah dibersihkan tanpa aditif dilakukan pengujian yang sama sebagai data pembandingan. Jika analisis hasil pencampuran aditif dengan oli bekas tidak signifikan, maka hasil analisis oli bekas tanpa menjadi landasan pengambilan keputusan bahwa tidak ada pengaruh pencampuran aditif (fenol) terhadap oli bekas.

3.4. Prosedur Parameter Analisis Fisika

1. Uji Nyala

Tahap pengujian ini dilakukan pengujian terhadap titik nyala pelumas dalam temperatur minimal atau suhu rendah yang merupakan kemampuan pada minyak pelumas mudah terbakar atau tidak mudah terbakar saat terkena temperatur operasi mesin. Pengujian akan dilakukan dengan menggunakan alat *Cleveland Open Cup* (COC) yang terdiri dari cawan, peralatan pemanas, aplikator api penguji pemanas dan menyangga tempat *thermometer*, selain itu juga dibutuhkan tabung gas, dan korek api.

Prosedur kerja dalam penelitian ini akan dilakukan dengan cara sebagai berikut berdasarkan *Anonymous* (2015):

Cara Kerja

1. Masukkan bahan uji (Cairan) sebanyak 70 ml (sebatas garis ukur / tabung)
2. Masukkan tabung tersebut ke alat uji
3. Masukkan temperature ke bahan uji (alat uji)



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Keadaan Umum PPI Tanjung Luar

Daerah Tanjung Luar pada awalnya hanya merupakan suatu tempat konsentrasi masyarakat pesisir/ nelayan yang berdomisili dan melakukan aktivitasnya di daerah teluk. Aktivitas yang dilakukan adalah berupa kegiatan penangkapan, pendaratan ikan, dan bongkar muat perahu-perahu barang di wilayah teluk yang oleh masyarakat setempat dikenal dengan nama Areal Teluk Jukung yang meliputi areal Kedome, Tanjung Luar, Pijot, Lungkak, Telong-elong, serta areal pulau-pulau kecil yang berada di sekitarnya seperti Gili Maringkek, Gili Belek dll. Aktivitas ini telah berlangsung lama secara turun-temurun, bahkan sejak jaman penjajahan Belanda.

Pada tahun 1991/1992 melalui dana LOAN INF-15 OECF Jepang TPI Tanjung Luar dibangun dengan dilengkapi sarana dan prasarana penunjang sehingga statusnya meningkat menjadi Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Tanjung Luar. PPI Tanjung Luar diresmikan pada tanggal 17 Desember 1993 oleh Gubernur Prov. NTB.

PPI Tanjung Luar merupakan Pangkalan Pendaratan Ikan yang berada di Kawasan Teluk Jukung dengan areal yang berada di Kampung Tengah dan kampung Koko, Desa Tanjung Luar, Kecamatan Keruak, Kabupaten Lombok Timur dengan posisi geografis S = 08°46.45' dan E = 116°31.32'. Jarak ke Ibu kota Kecamatan sejauh 6 km, jarak ke Ibukota Kabupaten 17 km, dan Jarak ke Ibukota Provinsi sejauh 65 km. Jumlah Nelayan yang berada di sekitar PPI Tanjung Luar sebanyak 4.571 orang yang terdiri dari Nelayan Pemilik 2.975 orang, Pengusaha Nelayan 26 orang dan Buruh/ Bakul Nelayan sebanyak 1.582 orang. Salah satu pelabuhan/tempat pendaratan ikan yang sangat potensial di Propinsi Nusa Tenggara Barat dan perlu ditingkatkan baik fungsi dan

kapasitasnya adalah Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Tanjung Luar yang berada di Kabupaten Lombok Timur. Armada Perikanan yang berada di sekitar PPI Tanjung Luar terdiri dari perahu tanpa motor 32 unit, perahu mesin katingting 1.211 unit, perahu motor tempel 147 unit, kapal motor 3 – 10 GT 152 unit.

4.2. Hasil Penelitian Tahap Pertama

Tabel 5. Data Spesifikasi Kapal

No	Nama Variabel	Keterangan
1	Nama Pemilik	H. Lalu Najamudin
2	Nama Kapal/ Tanda Selar	KM. Wah Baloang
3	Panjang	9.15 m
4	Lebar	2.35 m
5	Tinggi	0.85 m
6	GT Kapal	2 GT
7	Jenis Kapal	Transportasi

Sumber: Data Primer (2014)

Data primer yang didapatkan dalam penelitian tahap pertama merupakan hasil wawancara tentang data spesifikasi kapal. Data spesifikasi kapal yang digunakan yaitu kapal *speed boat* KM. Wah Baloang, dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. KM. Wah Baloang (Dokumentasi, 2014)

KM. Wah Baloang merupakan kapal transportasi yang digunakan untuk penyebrangan dengan tujuan pariwisata, kapal ini juga sering digunakan dalam kegiatan perikanan yaitu *sport fishing* oleh masyarakat sekitar ataupun pengunjung dari luar daerah. KM. Wah Baloang memiliki panjang kapal sekitar 9.15 m, lebar 2.35 m, tinggi 0.85 m, dan dengan berat keseluruhan kapal yaitu sekitar 2 GT.

Tabel 6. Data Spesifikasi Mesin

No	Nama Variabel	Keterangan
1	Nama Mesin	Yamaha F200B/FL200B
2	Tipe Mesin	24 Valve DOHC <i>Direct Action</i> 60 Deg V6
3	Jenis Mesin	<i>Marine Engine</i>
4	Daya	200 HP
5	Putaran	4500-5500 rpm
6	<i>Displacement</i>	3352 cc
7	<i>Bore x Stroke</i>	94 x 80.5 mm
8	Jumlah Silinder	6
9	Sistem <i>Starting</i>	<i>Electronic fuel injection</i>
10	Sistem Pembakaran	<i>TCI Micro Computer</i>
11	Sistem Pendingin	Langsung
12	Sistem Pelumasan	Basah
13	Bahan Bakar	Bensin
14	Standar Pelumas	SAE 20W-50, SAE 5W-15, SAE 10W-50
15	Jenis Pelumas	API service SG/CD, MA, JASO MA
16	Jumlah Pemakaian	66 ltr/hari

Sumber. Data Primer (2014)

KM. Wah Baloang merupakan kapal transportasi yang menggunakan tenaga penggerak berupa *marine engine*. Mesin yang digunakan yaitu dengan jenis mesin motor tempel yang digunakan untuk menggerakkan kapal. Merk mesin yang digunakan yaitu Yamaha F200B/FL200B, tipe mesin 24 Valve DOHC *Direct Action* 60 Deg V6, dan memiliki daya sekitar 200 HP. Jenis pelumas yang digunakan pada mesin dengan tipe yang sama ada 3 macam jenis pelumas. Pemakaian terhadap pelumas tidak disesuaikan terhadap merk dan tipe mesin.

Pelumas yang digunakan yaitu SAE 20W-50, SAE 5W-15, dan SAE 10W-50.

Penggunaan pelumas yang tidak disesuaikan dengan merk dan tipe mesin akan mempengaruhi kualitas dari pelumas bekas yang dihasilkan. Mesin penggerak KM. Wah Baloang dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Mesin Penggerak KM. Wah Baloang (Dokumentasi, 2014)

Penelitian tahap kedua, sampel pelumas yang digunakan yaitu oli bekas dengan SAE 20W-50. SAE 20W-50 adalah pelumas mesin bensin yang diproduksi dari bahan dasar pelumas berkualitas tinggi. Mengandung aditif deterjent, dispersant, anti oksidasi, anti aus, dan mempunyai sifat-sifat melindungi dan memelihara kebersihan torak, mencegah terbentuknya *sludge* (endapan lumpur), mampu mengurangi keausan pada bagian-bagian yang bergerak terutama pada katup dengan baik. SAE 20W-50 mengandung bahan aditif khusus sehingga memiliki kekentalan ganda (*multigrade*), menjadikan pelumas ini mudah bersikulasi. Mesin mudah dihidupkan pada waktu mesin dingin dan suhu rendah serta tetap mempunyai kekentalan yang sangat baik saat pengoprasian pada suhu tinggi dan kecepatan yang tinggi (Pertamina Lubricant, 2015).

Tabel 7. *Typical Characteristics* SAE 20W-50 (MSDS, 2015).

No	Characteristics	Test Method	SAE 20W-50
1	SAE viscosity grade	-	20W-50
2	Density at 15°C, Kg/l	ASTM D-4052	0.875-20
3	Kinematic viscosity at 40°C	ASTM D-445	162
4	Kinematic viscosity at 100°C	ASTM D-445	18.5
5	ASTM Colour	ASTM D-1500	L3.0 / Light Brown
6	Flash Point (COC) °C	ASTM D-92	227 / >150

Tabel 7 *Typical Characteristics* SAE 20W-50 berdasarkan MSDS

kependekan dari *material safety data sheet* memuat informasi mengenai sifat-sifat zat kimia, hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan zat kimia, pertolongan apabila terjadi kecelakaan, dan penanganan zat yang berbahaya, menunjukkan bahwa minyak pelumas tersebut mudah menyesuaikan terhadap kondisi dari temperatur. Berikut analisis berdasarkan *Typical Characteristics* SAE 20W-50 yang mengacu pada Nurfajarini (2014) menyatakan kekentalan SAE 20W menunjukkan tingkat kekentalan pada suhu/ temperatur rendah, sedangkan 50 menunjukkan bahwa tingkat kekentalan tersebut tetep terjaga pada suhu tinggi saat mesin beroperasi. Dilihat dari viskositas kinematik pada temperatur yang berbeda, suhu 40°C tingkat kekentalan SAE 20W-50 yaitu mencapai angka 162 pada suhu ini oli masih bisa mengalir dan dapat melumasi bagian mesin, sedangkan pada suhu 100°C tingkat kekentalannya mencapai angka 18.5 pada suhu tersebut minyak pelumas sangat encer sehingga bisa dikatakan minyak pelumas tersebut mampu melumasi seluruh bagian mesin. Angka tingkat kekentalan tersebut dikhawatirkan mesin cepat panas dan cepat terjadi keausan.

Warna memiliki angka L 3.0/ *light brown* artinya warna minyak pelumas dengan SAE 20W-50 berwarna coklat mengkilap. Tingkat kecerahan dari warna memiliki parameter yaitu L 1.0 untuk warna yang paling terang. Semakin tinggi angka maka warna pelumas semakin gelap.

Flash point atau titik nyala, menunjukkan suhu terendah minyak pelumas tersebut dapat terbakar. Titik nyala dari pelumas mencapai angka 227°C , jika lebih dari suhu tersebut maka pelumas akan terbakar.

Penelitian tentang Pengaruh Pencampuran Aditif (Fenol) terhadap Sifat Fisik Pelumas Bekas, analisis lebih difokuskan pada *Flash Point* atau titik nyala dari pelumas bekas setelah pemakaian 2000 KM dengan standar pelumas yaitu SAE 20W-50 dengan tambahan aditif.

4.3. Hasil Penelitian Tahap Kedua

4.3.1. Hasil Uji Tahap Pertama

Hasil penelitian pada analisis uji oli baru dan oli bekas dengan masing-masing parameter uji yaitu Jelaga, Sulfasi, dan Oksidasi dapat dilihat pada Tabel 8 dan Tabel 9, sebagai berikut:

Tabel 8. Hasil Analisis Oli Baru dengan Parameter Uji (Jelaga, Sulfasi, dan Oksidasi) (*Oil Analysis Report PT. Petrolab service*)

No	Parameter	Unit	Metode	Hasil
1	FTIR:			
	Jelaga	Abs/0.1 mm	ASTME 2412-10	<0.02
	Sulfasi	Abs/0.1 mm	ASTME 2412-10	<0.02
	Oksidasi	Abs/0.1 mm	ASTME 2412-10	<0.02

Sumber. Data Primer *Oil Analysis Report PT. Petrolab service* (2015)

Hasil analisis terhadap oli baru dengan parameter uji seperti jelaga dengan nilai <0.02 hal ini membuktikan bahwa kualitas oli masih bagus karena oli baru belum mengalami proses pembakaran yang menimbulkan meningkatnya jelaga pada oli. Nilai sulfasi <0.02 angka ini menunjukkan kualitas dari oli baru memiliki TBN yang rendah. Nilai *Total Base Number* (TBN) untuk oli baru pada umumnya adalah 6.0-13.0 mg KOH/g (Kurniawan, 2013). Bila angka TBN dibawah 2.0 maka didalam oli baru mengandung penetral asam yang sangat rendah dan akan cepat hilang dari oli hal ini akan mengakibatkan tingkat korosif yang tinggi dan cepat terjadi keausan. Nilai Oksidasi menunjukkan *Total Acid Number* (TAN) pada oli.

Nilai TAN pada oli baru menunjukkan angka <0.02 menunjukkan oli tersebut memiliki aditif dengan tingkat keasamaan yang lemah, umumnya nilai TAN oli baru adalah 2-4 mg KOH/g. Jika angka TAN meningkat di atas 8 (max 8) maka akan mengakibatkan keausan dan penurunan *performance* oli (Kurniawan, 2013). Berdasarkan hasil data analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa kandungan aditif yang mengandung anti korosi dan peningkatan *performance* oli sangat rendah sehingga akan berpengaruh terhadap kinerja mesin dan kondisi penurunan dari oli bekasnya, dan dapat diduga oli baru lebih banyak mengandung aditif jenis dispersan/ deterjen daripada jenis aditif anti korosi. Aditif jenis dispersan berfungsi menjaga kebersihan mesin dengan melarutkan kotoran yang masuk atau anti jelaga.

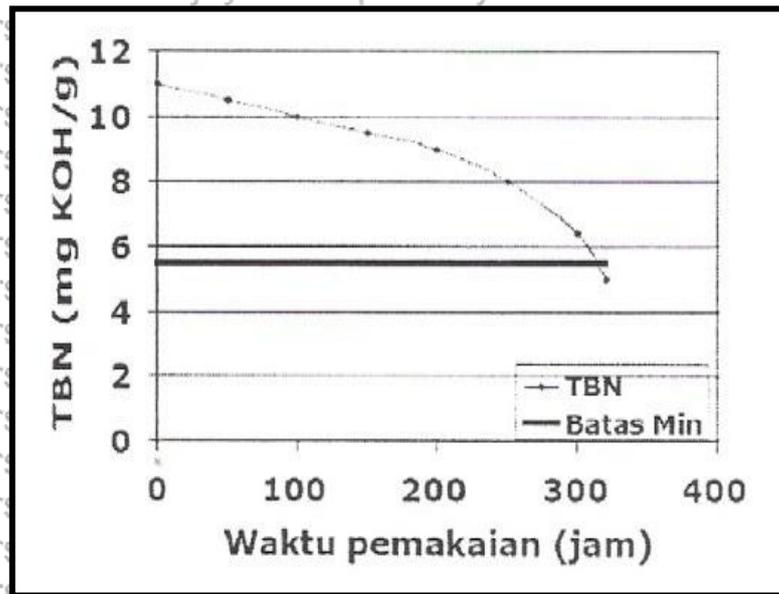
Tabel 9. Hasil Analisis Oli Bekas dengan Parameter Uji (Jelaga, Sulfasi, dan Oksidasi) (*Oil Analysis Report PT. Petrolab service*)

No	Parameter	Unit	Metode	Hasil
1	FTIR:			
	Jelaga	Abs/0.1 mm	ASTME 2412-10	<0.02
	Sulfasi	Abs/0.1 mm	ASTME 2412-10	0.03
	Oksidasi	Abs/0.1 mm	ASTME 2412-10	<0.02

Sumber: Data Primer *Oil Analysis Report PT. Petrolab service* (2015)

Hasil analisis oli bekas setelah pemakaian 2000 km dengan parameter uji yang sama dengan oli baru yaitu uji jelaga, sulfasi, dan oksidasi. Hasil uji jelaga memiliki nilai <0.02 memiliki nilai yang sama dengan nilai jelaga pada oli baru walaupun setelah pemakaian selama 2000 km. Angka tersebut membuktikan bahwa aditif jenis dispersan pada oli mampu menyerap kotoran yang masuk sehingga kondisi mesin tetap dalam keadaan bersih. Nilai sulfasi oli bekas menunjukkan 0.03, menunjukkan nilai TBN pada oli bekas mengalami kenaikan. artinya TBN yang besar pada minyak pelumas kemungkinan diakibatkan karena pada pelumas bekas terdapat bahan bakar yang ikut tercampur, bahan bakar tersebut memiliki sifat basa sehingga sifat ini menambah kebasaan dari TBN

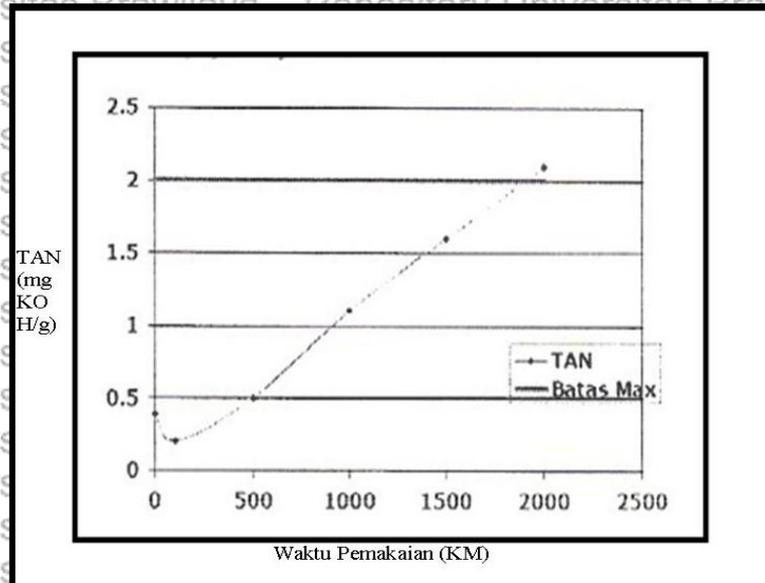
yang terkandung pada pelumas bekas. Analisa ini didukung oleh peneliti terdahulu Zuhdi dan Wisnu (2005). Jika pada oli memiliki nilai TBN sesuai dengan standar nilai TBN pada motor bensin yaitu sebesar 6-13 mg/KOH, maka akan mampu menetralkan adanya reaksi yang menyebabkan meningkatnya TBN secara abnormal yang ditandai penurunan TBN berdasarkan jam kerja mesin yang digambarkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafiik Penurunan TBN Pelumas (Elisa, 2015)

Nilai oksidasi menunjukkan *Total Acid Number* (TAN) pada oli. Nilai TAN pada oli bekas menunjukkan angka <0.02 , kandungan TAN pada oli baru maupun oli bekas menunjukkan angka atau taraf yang sama artinya kebutuhan nilai TAN pada pelumas tidak terlalu tinggi. Berdasarkan nilai TAN pada oli bekas, maka dapat disimpulkan setelah pemakaian 2000 km tidak mempengaruhi nilai oksidasi karena kondisi mesin masih bagus, oli tidak mengalami kontak langsung dengan air atau udara, tidak ada partikel-partikel metal yang masuk kedalam mesin, dan kenaikan temperatur oli tidak terlalu tinggi. Jika nilai TAN tinggi maka akan mengakibatkan pada *bearing* metal akan mengelupas, dan menimbulkan kerusakan atau keausan yang abnormal. Nilai TAN pada pelumas haruslah

konstan sesuai dengan kebutuhan pelumas tersebut. Analisis ini didukung oleh faktor penyebab terjadinya oksidasi (Kurniawan, 2013). Peningkatan nilai TAN pada pelumas yang telah lama digunakan (*used oil*) mengindikasikan terbentuknya asam lemah dan pada nilai tertentu menunjukkan pelumas sudah tidak dapat digunakan lagi (Elisa, 2015), yang digambarkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Kenaikan Nilai TAN Pelumas

Hasil pengujian dari kondisi pelumas baru dan pelumas bekas dan hasil analisis yang sudah dilakukan berdasarkan uji jelaga, sulfasi, dan oksidasi.

Pelumas dengan standar SAE 20W-50 memiliki jenis aditif deterjen yang lebih dominan dibandingkan dengan aditif yang lainnya sehingga mempengaruhi penurunan dari oli bekas yang dihasilkan. Kondisi pelumas bekas menunjukkan sedikitnya atau lemahnya aditif yang dapat menetralsir asam dan kandungan sulfur yang diakibatkan proses pembakaran. Lemahnya aditif yang berfungsi untuk menetralsir asam dan kandungan sulfur akan mengakibatkan terjadinya korosi dan keausan pada mesin jika oli bekas tersebut digunakan kembali tanpa ada penanganan. Kondisi penurunan pada pelumas bekas standar SAE 20W-50 menunjukkan perlunya penambahan aditif yang berfungsi untuk menambah sifat-

sifat yang belum terdapat didalam oli atau berfungsi sebagai vitamin untuk memperkuat sifat fisik dari pelumas bekas yang sudah mengalami penurunan, sehingga pemilihan aditif anti korosi atau anti oksidasi sangat diperlukan dalam pencampuran pada penelitian tahap kedua sebagai vitamin untuk menambah sifat-sifat yang belum terdapat pada oli. Keterbatasan, ketersediaan aditif anti korosi dan anti oksidasi tidak dapat mendukung keberlangsungan untuk melanjutkan ke tahap pengujian kedua terhadap hasil pencampuran aditif dengan oli bekas, sehingga penambahan aditif yang dipilih yaitu aditif fenol memiliki tujuan untuk memperkuat sifat fisik dari pelumas bekas.

4.3.2. Hasil Uji Tahap Kedua

Hasil penelitian pada data tahapan uji kedua yaitu hasil pencampuran aditif (fenol) terhadap pelumas dengan analisis fisika dapat dilihat pada Tabel dan Gambar, sebagai berikut:

Tabel 10. Hasil Pencampuran Aditif (Fenol) terhadap Pelumas Bekas

Tarf	Pengulangan			Hasil	Rata-Rata
	1	2	3		
A (0%)	88 ^o C	88 ^o C	88 ^o C	264 ^o C	88 ^o C
B (11%)	91 ^o C	92 ^o C	94 ^o C	277 ^o C	92.33 ^o C
C (12%)	95 ^o C	104 ^o C	108 ^o C	307 ^o C	102.33 ^o C
D (13%)	113 ^o C	120 ^o C	127 ^o C	360 ^o C	120 ^o C
E (14%)	129 ^o C	130 ^o C	138 ^o C	397 ^o C	132.33 ^o C
F (15%)	140 ^o C	143 ^o C	154 ^o C	437 ^o C	145.67 ^o C

Sumber. Data Primer (Eksperimen) (2015)

Keterangan:

A : Tarf pelumas tanpa zat aditif (0%) sebagai control

B : Tarf pelumas dengan campuran 11% zat aditif

C : Tarf pelumas dengan campuran 12% zat aditif

D : Tarf pelumas dengan campuran 13% zat aditif

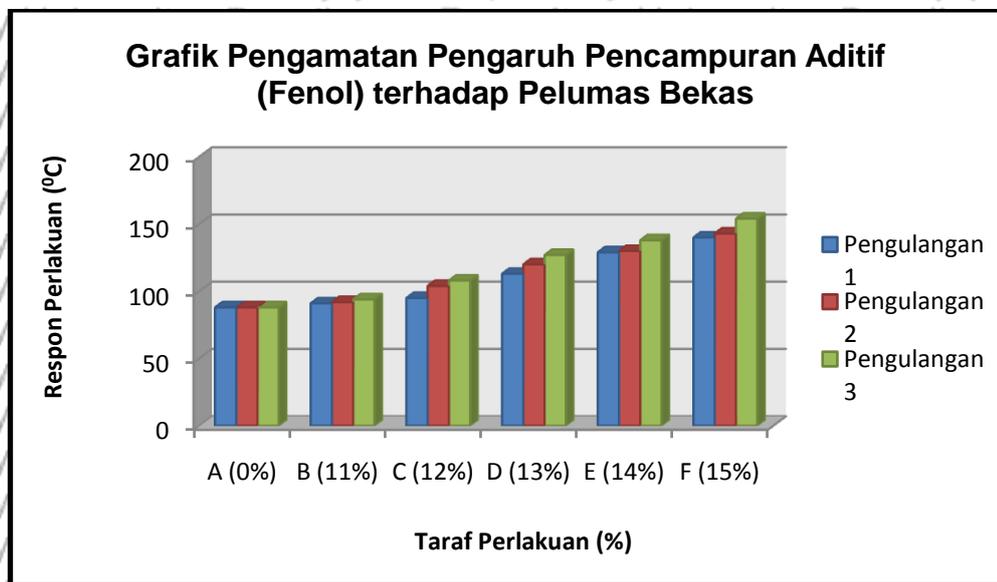
E : Tarf pelumas dengan campuran 14% zat aditif



F : Taraf pelumas dengan campuran 15% zat aditif

1 – 3 : Jumlah pengulangan yang akan dilakukan

Tabel 10 hasil pencampuran aditif (fenol) terhadap pelumas bekas menunjukkan taraf pemberian aditif dan respon setiap perlakuan terhadap titik nyala dari pelumas bekas. Taraf pemberian aditif telah disesuaikan dengan paket kompleks pemberian aditif sesuai dengan kinerja yang diinginkan dan berdasarkan hasil uji jelaga, sulfasi, dan oksidasi. Perlakuan dalam pencampuran aditif dilakukan dengan range sekitar 0% (kontrol atau tanpa aditif), 11%, 12%, 13%, 14%, dan 15% kedalam 65 ml oli bekas. Pencampuran aditif dengan pelumas bekas dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali dan 6 perlakuan, fungsi dari pengulangan dalam penelitian yaitu memberikan suatu dugaan dari error percobaan. Pengaruh pemberian aditif (fenol) terhadap pelumas bekas dapat dilihat jelas dari perlakuan A-F dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 11. Grafik Pengamatan Pengaruh Pencampuran Aditif (Fenol) terhadap Pelumas Bekas (Sumber: Data Primer (Data Excel), 2015)

Gambar 11 memperlihatkan tingkat respon pelumas bekas setelah ditambahkan dengan aditif (fenol). Perlakuan pertama tanpa aditif (fenol), titik



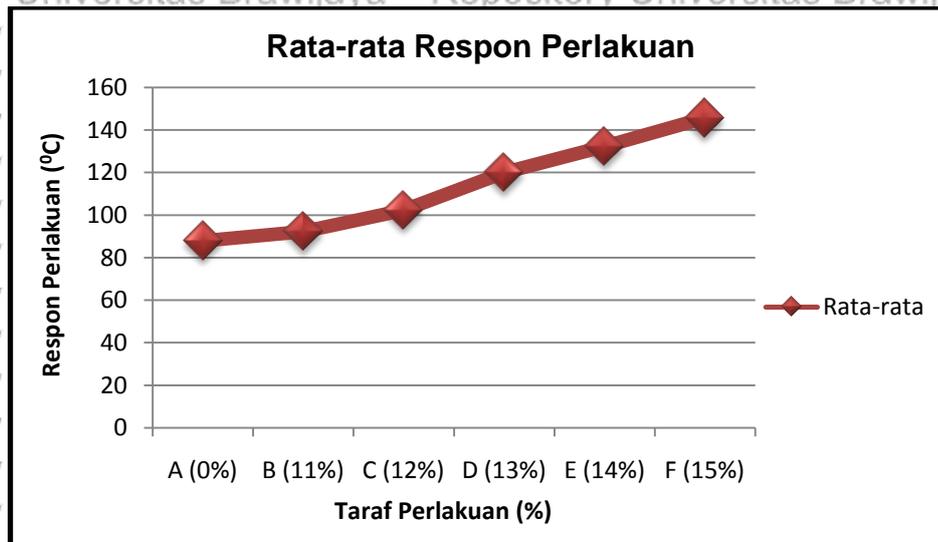
nyala pelumas mencapai suhu 88°C dari sekian pengulangan, titik nyala pelumas bekas tanpa aditif menunjukkan bahwa pelumas tersebut sangat mudah terbakar karena memiliki suhu yang sangat rendah dan tidak sesuai standar dalam penggunaan pelumasan, sehingga dapat dikatakan pelumas tersebut tidak dapat digunakan untuk pelumasan mesin. Perlakuan B (11%), yaitu penambahan aditif (fenol) sebesar 11% mampu meningkatkan titik nyala terlihat pada setiap pengulangan yaitu 91°C , 92°C , 94°C , perlakuan C (12%) 95°C , 104°C , dan 108°C , perlakuan D (13%) 113°C , 120°C , dan 127°C , perlakuan E (14%) 129°C , 130°C , dan 138°C , dan perlakuan F (15%) 140°C , 143°C , dan 154°C . Grafik menunjukkan peningkatan titik nyala terjadi pada semua perlakuan baik pada perlakuan ketiga, keempat, kelima, dan keenam, yaitu dengan penambahan aditif 12%, 13%, 14%, dan 15%. Suhu titik nyala terendah terlihat pada perlakuan A (0%) tanpa aditif mencapai suhu 88°C setiap pengulangan, sedangkan suhu tertinggi dicapai pada perlakuan F (15%) pada pengulangan ketiga mencapai suhu 154°C mengalami kenaikan 66°C . Info Otomotif (2014) menjelaskan bahwa pergantian oli dilakukan setelah waktu pemakaian 3 bulan dengan waktu kerja mesin selama 450 jam. Berdasarkan waktu kerja mesin dapat dibuat model matematis untuk mengetahui lama waktu pemakaian dengan titik nyala pada oli. Titik nyala oli baru mencapai 227°C diasumsikan pemakaian selama 450 jam maka setiap 1°C mampu bertahan selama 2 jam 38 menit. Oli bekas tanpa tambahan aditif (fenol 0%) titik nyala 88°C mengalami kenaikan suhu setelah penambahan aditif (fenol 15%) titik nyala 154°C interval kenaikan sebesar 66°C , dengan perhitungan model matematis diperkirakan mampu bertahan selama 131 jam 8 menit. Perhitungan model matematis dapat dilihat pada Lampiran 9. Kemampuan zat aditif (fenol) dalam meningkatkan titik nyala dari pelumas bekas dilihat dari lama waktu pemakaian berdasarkan jam kerja mesin, jika diasumsikan titik nyala pelumas baru dapat digunakan selama 450 jam kerja mesin seperti

pada Lampiran 9, maka kemampuan titik nyala yang dihasilkan pelumas bekas setelah penambahan aditif (fenol) dapat dilihat pada Tabel 11, perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 9.

Tabel 11. Kemampuan Bertahan Pelumas Berdasarkan Titik Nyala setelah Penambahan Aditif (Fenol)

Taraf	Kemampuan Titik Nyala (Jam)			Hasil
	Pengulangan			
	1	2	3	
A (0%)	169.84 jam	169.84 jam	169.84 jam	509.52 jam
B (11%)	180.18 jam	182.16 jam	186.12 jam	548.46 jam
C (12%)	188.10 jam	205.92 jam	213.84 jam	607.86 jam
D (13%)	223.74 jam	237.60 jam	251.46 jam	712.8 jam
E (14%)	255.42 jam	257.40 jam	273.24 jam	786.06 jam
F (15%)	277.2 jam	283.14 jam	304.92 jam	865.26 jam

Hasil tersebut tidak bisa dijadikan acuan yang valid, maka diperlukan pengujian pada mesin untuk mengetahui lama waktu pemakaian oli bekas dengan campuran aditif. Suhu titik nyala yang dihasilkan setiap perlakuan dalam pengulangan menunjukkan suhu terendah minyak pelumas tersebut dapat menyala, jika pembakaran pada mesin melebihi suhu titik nyala tersebut maka mesin akan terbakar. Peningkatan tersebut memiliki tingkat perbedaan yang sangat terlihat jelas. Perbedaan tingkat kenaikan dari setiap perlakuan mempengaruhi nilai rata-rata dari setiap pengulangan yang dapat dilihat pada Gambar 8.



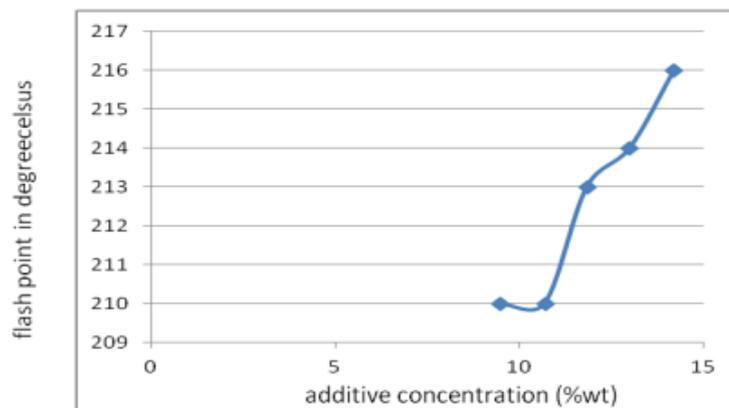
Gambar 12. Grafik Rata-rata Respon Perlakuan
(Sumber: Data Primer (Data Excel), 2015)

Gambar 12 menunjukkan tingkat rata-rata respon pelumas bekas setelah penambahan aditif (fenol) pada setiap perlakuan. Respon pelumas bekas tanpa aditif (fenol) pada perlakuan A (0%) menunjukkan tingkat titik nyala terendah hanya mencapai suhu rata-rata 88°C , kemudian mengalami kenaikan rata-rata pada perlakuan B (11%) mencapai suhu rata-rata 92.33°C , C (12%) mencapai suhu rata-rata 102.33°C , D (13%) mencapai suhu rata-rata 120°C , E (14%) mencapai suhu rata-rata 132.33°C , dan F (15%) mencapai suhu rata-rata 145.67°C . Kenaikan suhu titik nyala pada setiap perlakuan dan pengulangan terlihat adanya pengaruh pada setiap perlakuan. Semakin besar perbandingan aditif dan minyak pelumas, titik nyala pelumas akan semakin besar. Penambahan aditif pada minyak pelumas akan menambah rantai karbon, semakin panjang rantai karbon maka titik nyala menjadi semakin tinggi (Siswanti, 2010), namun titik nyala yang dihasilkan setiap perlakuan masih dibawah standar kelayakan penggunaan pelumas. Standar internasional untuk titik nyala pelumas bekas minimum mencapai suhu 200°C (Sari, 2012) dan berdasarkan *Material Safety Data Sheet (MSDS) 20W-50 Motor Oil* titik nyala pelumas harus mencapai $< 150^{\circ}\text{C}$. Rendahnya titik nyala yang dihasilkan pada pelumas bekas yang

dicampurkan aditif (fenol), diakibatkan karena diduga masih ada kandungan alkohol pada oli, besar kecilnya titik nyala pada setiap perlakuan bukan sesuatu yang diinginkan dalam penelitian. Penggunaan pelarut akan mengakibatkan penurunan terhadap titik nyala (Syahputra dan Suhartini, 2013).

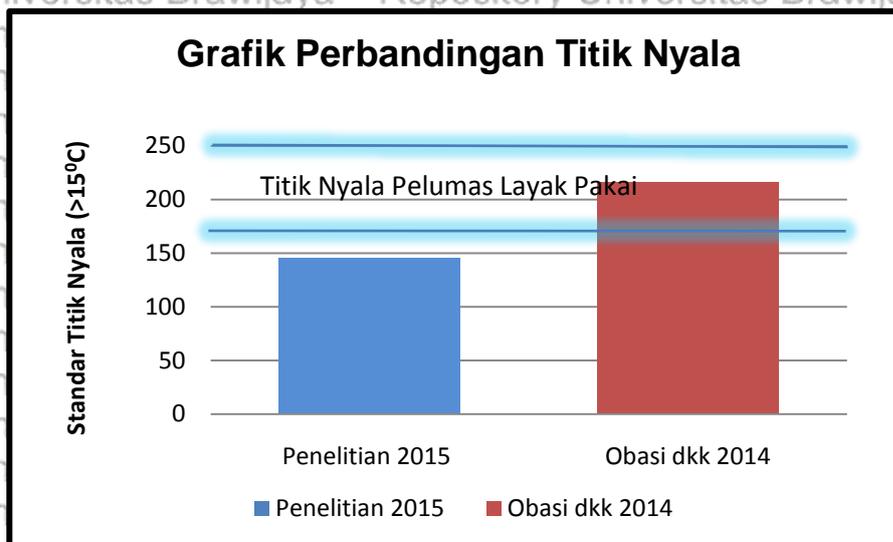
Kenaikan titik nyala setiap taraf pemberian aditif didukung oleh Obasi dkk (2014) menyatakan titik nyala adalah suhu terendah dari oli mesin. Titik nyala hanya nilai tertentu untuk penjaga aman salah satu sifat fisik pelumas. Gambar 11 di bawah ini menunjukkan hasil percobaan konsentrasi aditif yang dicampur pada oli mesin yang menunjukkan tingkat titik nyala. Berdasarkan gambar, peningkatan konsentrasi aditif meningkatkan titik nyala minyak.

Fig 1.3: Plot of flash point ($^{\circ}\text{C}$) against additive concentration (%wt)



Gambar 13. *Plot of flash point ($^{\circ}\text{C}$) against additive concentration*

Standar kelayakan titik nyala pelumas harus mencapai suhu $>150^{\circ}\text{C}$, penelitian menunjukkan pada taraf perlakuan aditif fenol 15% hampir mendekati angka kelayakan dengan suhu titik nyala pada setiap pengulangan yaitu 140°C , 143°C , dan 154°C dengan rata-rata 145.67°C . Rata-rata suhu titik nyala pada taraf pemberian aditif fenol 15% jika dibandingkan dengan suhu titik nyala penelitian terdahulu yaitu percobaan yang dilakukan oleh Obasi dkk (2014) dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Grafik Perbandingan Titik Nyala
(Sumber: Data Primer (Data Excel), 2015)

Gambar 14 menunjukkan perbandingan titik nyala pada penelitian dengan penelitian terdahulu yang mengacu pada Gambar 13 dengan titik nyala tertinggi terlihat pada perlakuan pemberian sekitar 14% aditif dengan titik nyala 216°C, sehingga dapat disimpulkan gambar grafik diatas memperlihatkan hasil penelitian Obasi dkk (2014) lebih baik karena titik nyala pelumas yang dihasilkan mencapai angka kelayakan penggunaan pelumas.

Penelitian menunjukkan adanya pengaruh beda nyata atau sangat nyata pada rata-rata perlakuan, maka penelitian dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dalam uji ANOVA. Uji ANOVA terdapat uji homogeniti yaitu uji perbedaan varians pada data sebelum dilakukan uji ANOVA. Tujuan dari homogeniti untuk mengetahui apakah semua pencampuran memiliki varian sama atau semua pencampuran tidak memiliki varian sama untuk setiap perlakuan. Jika $\text{Sig.} > \alpha 5\% (0,05)$ maka semua varian pencampuran sama, sedangkan jika $\text{Sig.} < \alpha 5\% (0,05)$ maka semua pencampuran memiliki varian tidak sama. Hasil uji dapat dilihat pada Tabel 12 *Output Test of Homogeneity of Variances*.

Tabel 12. *Test of Homogeneity of Variances*

Pengulangan			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.520	5	12	.088

Tabel 12 *Output Test of Homogeneity of Variances* menunjukkan nilai hasil uji homogeniti (perbedaan varian). Uji homogeniti dengan nilai signifikan 0,088.

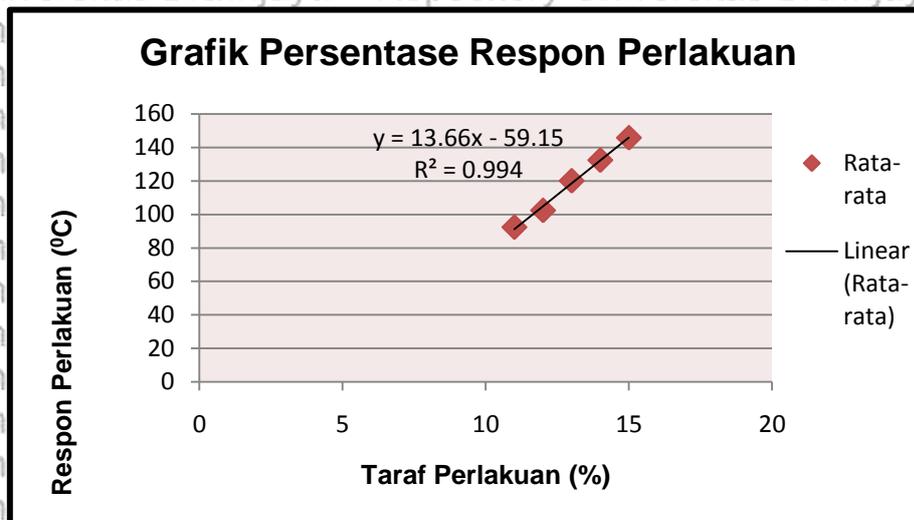
Nilai signifikan diatas 0.05, dapat dikatakan $0,088 > 0,05$ maka semua pencampuran memiliki varian sama atau homogen. $Sig > 0,05$ mengartikan bahwa telah terpenuhi sebagai syarat dilakukan uji anova karena semua varian sama atau homogen, maka pengujian dengan anova valid untuk dilakukan. Uji anova dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. ANOVA

ANOVA					
Pengulangan	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	7963.778	5	1592.756	54.818	.000
Within Groups	348.667	12	29.056		
Total	8312.444	17			

Berdasarkan hipotesis H_0 : Diduga tidak ada pengaruh pencampuran zat aditif terhadap sifat fisik pelumas bekas, dan H_1 : Diduga ada pengaruh pencampuran zat aditif terhadap sifat fisik pelumas bekas. Dasar pengambilan keputusan: Jika probabilitasnya $F_{hitung} < F_{tabel}$ atau probabilitasnya $> 0,05$ maka H_0 di terima. Jika probabilitasnya $F_{hitung} > F_{tabel}$ atau probabilitasnya $< 0,05$ maka H_0 di tolak. Hasil uji Anova pada Tabel 12, menunjukkan $Sig. < 0,05$ yaitu $0,000 < 0,05$ maka H_0 di tolak yang artinya H_1 diterima yaitu ada pengaruh pencampuran zat aditif terhadap sifat fisik pelumas bekas. Uji anova menunjukkan adanya pengaruh pencampuran aditif, sehingga pengujian dibuktikan pada uji Post Hoc dengan metode LSD. Uji *Post Hoc* dapat dilihat pada Lampiran 7. Lampiran 7

memperlihatkan hasil uji lanjutan dari anova yaitu uji *post hoc*. Terdapat tanda *) yang mengartikan bahwa adanya perbedaan pengaruh pemberian aditif (fenol) pada setiap perlakuan signifikan. Terlihat juga pada nilai sig dari setiap perlakuan, jika sig. <0.05 maka ada pengaruh beda nyata. Besar persentase pengaruh pemberian aditif terhadap sifat fisik pelumas bekas SAE 20W-50, dapat dilihat dari hasil perhitungan regresi pada Gambar 15.



Gambar 15. Grafik Persentase Respon Perlakuan

Gambar 15 menunjukkan perhitungan dengan model regresi terhadap besar persentase respon pelumas bekas SAE 20W-50 setelah penambahan zat aditif (fenol) dengan range 11-15%. Grafik menunjukkan nilai koefisien b yaitu 59.15 (positif) maka model regresi bernilai positif atau searah artinya jika nilai variable (x) semakin besar maka nilai variable y juga semakin besar. Kolom Sig pada Anova yang dapat dilihat pada Lampiran 10 menunjukkan Sig < 0.05 artinya terdapat pengaruh yang signifikan terhadap pemberian aditif (fenol). Grafik menunjukkan nilai koefisien korelasi atau R square yaitu R=0.944 jika dibandingkan dengan table interpretasi yang dapat dilihat pada Lampiran 10 nilai R berada diantara nilai 0.80 – 1.000 maka dapat disimpulkan hubungan antara variabel x dan y adalah sangat kuat. Besar pengaruh yang dapat dihitung



5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan tujuan, dan data pengamatan dalam penelitian tentang Pengaruh Pencampuran Zat Aditif (Fenol) terhadap Sifat Fisik Pelumas Bekas pada Motor Bensin 4 Tak di Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Tanjung Luar, Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat yang dilaksanakan pada bulan Maret – April 2015, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Berdasarkan hasil uji beberapa parameter yaitu jelaga, sulfasi, oksidasi terhadap kondisi penurunan pelumas bekas setelah pemakaian 2000 km yaitu tingkat jelaga $<0,02\%$ memiliki nilai yang sama dengan nilai jelaga pada oli baru walaupun setelah pemakaian selama 2000 km. Angka tersebut membuktikan bahwa aditif jenis dispersan pada oli mampu menyerap kotoran yang masuk sehingga kondisi mesin tetap dalam keadaan bersih, sulfasi 0.03% menunjukkan nilai TBN pada oli bekas mengalami kenaikan, artinya TBN yang besar pada minyak pelumas kemungkinan diakibatkan karena pada pelumas bekas terdapat bahan bakar yang ikut tercampur, dan oksidasi $<0,02\%$ Nilai oksidasi menunjukkan Total Acid Number (TAN) pada oli. Kandungan TAN pada oli baru maupun oli bekas menunjukkan angka atau taraf yang sama artinya kebutuhan nilai TAN pada pelumas tidak terlalu tinggi.

- Hasil uji anova menunjukkan H1 diterima yaitu adanya pengaruh pencampuran aditif (fenol) terhadap sifat fisik pelumas bekas. Taraf perlakuan pemberian aditif (fenol) dengan range 11%, 12%, 13%, 14%, dan 15% mampu menaikkan suhu titik nyala pelumas bekas. Titik nyala setiap perlakuan menunjukkan suhu terendah minyak pelumas dapat menyala, jika lebih dari suhu tersebut maka pelumas akan terbakar. Suhu titik nyala setiap



perlakuan masih dibawah standar internasional, sehingga pelumas tersebut belum bisa digunakan. Pemodelan matematis dapat memperkirakan lama waktu pemakaian oli berdasarkan kenaikan titik nyala. Oli bekas tanpa tambahan aditif (fenol 0%) titik nyala 88°C mengalami kenaikan suhu setelah penambahan aditif (fenol 15%) titik nyala 154°C interval kenaikan sebesar 66°C , dengan perhitungan model matematis diperkirakan mampu bertahan selama 131 jam 8 menit. Hasil perhitungan regresi menunjukkan aditif (fenol) memberikan pengaruh terhadap sifat fisik pelumas bekas sebesar 99.4% sedangkan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain.

5.2. Saran

Berdasarkan permasalahan yang terjadi pada penelitian, maka dapat disarankan:

- Diperlukan pengujian lanjutan terhadap uji jelaga, sulfasi dan oksidasi pada oli bekas SAE 20W-50 setelah pemakaian 5000 km .
- Rendahnya titik nyala yang dihasilkan pada setiap perlakuan menunjukkan dalam penelitian selanjutnya diperlukan perlakuan yang lebih baik lagi, misalnya pada proses ekstraksi pelarut harus dipisahkan menggunakan alat yang lebih memadai agar mampu menghasilkan *base oil* dengan kualitas baik. Hasil perhitungan model matematis terhadap titik nyala tidak bisa dijadikan acuan yang valid, maka diperlukan pengujian pada mesin untuk mengetahui lama waktu pemakaian oli bekas dengan campuran aditif.



DAFTAR PUSTAKA

Abul, dkk. 2013. Pengaruh Jenis Pelumas Mesin terhadap Konsumsi Bahan Bakar Sepeda Motor. Semarang. Universitas Wahid Hasyim. Vol. 9, No. 2, Oktober 2013, Hal. 31-33 ISSN 0216-7395

Anonymous. 2015. Spesifikasi Alat Motor Bakar. Malang. Universitas Brawijaya

Anonymous. 2015. Motor Oil Viscosity Grades Explained in Layman's Terms www.upmpg.com. Diakses pada tanggal 31 Juni 2015.

Dharmanto, Agung. 2009. Pengujian Karakteristik Fisika dan Kimia Minyak Pelumas. Bandung. ITB

Elisa. 2015. *Rencana Program Kegiatan Pembelajaran Mingguan (RPKPM)*. Jogjakarta. UGM

Endyani, Endah. D, dan Toni D.P. 2011. *Pengaruh Penambahan Zat Aditif pada Bahan Bakar terhadap Emisi Gas Buang Mesin Sepeda Motor*. Malang. Universitas Widyagama. Vol. 3 No. 1/Hal 29 – 34. Diakses pada tanggal 1 November 2014.

Firmansyah, I. 2006. *Analisis Sistem Pelumasan pada Mesin Honda CIVIC 16 Valve*. Semarang. Universitas Negeri Semarang

Girsang, J.M, 2012. *Motor Diesel*. Sumatera. Universitas Sumatera Utara. <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/34223/4/Chapter%20II.pdf>. Diakses pada tanggal 10 November 2014.

Hamawand, Ihsan, dkk., 2013. *Recycling of Waste Engine Oils Using a New Washing Agent*. Iraq. University of Koya. *Energies* 2013, 6, 1023-1049; doi:10.3390/en6021023

Hudoyo, Roy, dkk. 2013. *Penentuan batas Maksimal Kontaminan Air pada Oli Murni untuk Memenuhi Standar Kelayakan Bahan Bakar*. Semarang. Universitas Kristen Satya Wacana

Iman, M. Chairil. 2006. *Kopolimer Karet Alam-Stirena Irradiasi sebagai Aditif Minyak Lumas: Peningkatan Indeks Viskositas*. Bogor. IPB

Infofootomotif, 2014. *Perawatan Mobil*. <http://www.oto.co.id/infofootomotif.html>. Diakses pada tanggal 19 Agustus 2014.

Jaedun, Amat. 2011. *Metodologi Penelitian Eksperimen*. Yogyakarta. Fakultas Teknik UNY

Kurniawan, Ade. 2013. *Oil (Lubrication System)*. <https://www.scribd.com/doc/134366406/Oil>. Diakses pada tanggal 1 April 2015.

Maimuzar, dan Oong Hanwar. 2005. *Pengaruh Pencampuran Oli Treatment dengan Minyak Pelumas Mesin terhadap Konsumsi Bahan Bakar pada Motor Bensin*. Padang. Universitas Andalas. ISSN : 1858-3709. Diakses pada tanggal 1 November 2014.

Mania, S. 2008. *Observasi sebagai Alat Evaluasi dalam Dunia Pendidikan dan Pengajaran*. Makassar. UIN Alauddin Makassar. Vol. 11 No. 2 Desember 2008: 220-233.

Naibaho. 2008. *Pengaruh Viskositas dan Tekanan Terhadap Jumlah Persen Volum Fraksi Bensin*. Sumatera. Universitas Sumatera Utara

Nasution, Emma.Z. 2003. *Manfaat dari Beberapa Jenis Bleaching Earth terhadap Warna CPO (Crude Palm Oil)*. Sumatera Utara. Universitas Sumatera Utara. Jurnal Sains Kimia Vol 7, No. 2, 2003: 31-35.

Nugroho, S. R. 2012. *Identifikasi Fisik Viskositas Oli Mesin Kendaraan Bermotor terhadap Fungsi Suhu dengan Menggunakan Laser Helium Neon*. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Nurfajarini, H.F. 2014. *Teori Dasar Pelumas*. Bandung. Politeknik Negeri Bandung

Obasi, A.U, dkk,. 2014. *Effect of Additives on the Performance of Engine Oil*. Nigeria. *International Journal of Engineering and Technology Research* Vol. 2, No. 9, October 2014, pp. 1 -11, ISSN: 2327-0349 (Online)

Pratiwi, Yuzana. 2013. *Pengolahan Minyak Pelumas Bekas Menggunakan Metode Acid Clay Treatment*. Kalimantan Barat. Universitas Tanjungpura. VOLUME 13 NOMOR 1

P3KNLH. 2008. *Modul Diklat Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, Identifikasi Jenis dan Karakteristik Limbah Bahan Berbahaya dan*





Beracon. Jakarta. Pusat Pendidikan dan Pelatihan Kementerian Negara Lingkungan Hidup.

Purba, RP. 2009. *Sifat Fisik dan Kimia Etanol*. Jogjakarta. Universitas Atmajaya Jogjakarta.

Raharjo. 2009. *Pemanfaatan Oli Bekas dengan Pencampuran Minyak Tanah sebagai Bahan Bakar pada Atomizing Burner*. Surakarta. Universitas Sebelas Maret Surakarta. Vol. 10, No. 2, 2009: 156-168. Diakses pada tanggal 10 November 2014

Saadah, A.S. 2013. *3R Limbah Oli*. Bandung. Politeknik Negeri Bandung

Saleh, Salmani. 2013. *Perhitungan Biaya Alat*. https://salmanisaleh.files.wordpress.com/2013/09/3_ptm-perhitungan-biaya-alat.pdf. Diakses pada 23 April 2015

Sani. 2010. *Pengaruh Pelarut Phenol pada Reklamasi Minyak Pelumas Bekas*. Surabaya. Penerbit Unesa University Press. ISBN : 978-602-8915-63-2. Diakses pada tanggal 1 November 2014.

Siregar. 2011. *Metodologi Penelitian*. Sumatera. Universitas Sumatera Utara.

Siswanti. 2010. *Pengaruh Pencampuran Aditif Proses Daur Ulang Minyak Pelumas Bekas terhadap Sifat-sifat*. Yogyakarta. Universitas Pembangunan Nasional. Volume X Nomor 2.

Soendari, T. 2015. *Metode Penelitian Deskriptif*. Bandung. Universitas Pendidikan Indonesia

Sukirno. 2015. *Pelumasan dan Teknologi Pelumas*. Jakarta. Universitas Indonesia

Suyanto, Agus. 2015. *Zat Aditif*. Magelang. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Magelang

Syahputra dan Suhartini. 2013. *Peningkatan Stabilitas Viskositas Pelumas Hidrolik dari Kopolimer Lateks Karet Alam-Stirena*. Jakarta. Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi - Badan Tenaga Nuklir Nasional Lebak Bulus Raya. Vol. 15, No. 1, Maret 2013: 60 – 64



Tanjaya, Alien, dkk. 2006. *Aktivasi Bentonite Alam Pacitan sebagai Bahan Penjerapan pada Proses Pemurnian Minyak Kelapa Sawit*. Universitas Katolik Widya Mandala. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, vol. 5 no. 2 Agustus 2006 : 429-434

Tirtoatmodjo dan Willyanto. 2000. Peningkatan Unjuk Kerja Motor Bensin Empat Langkah dengan Penggunaan Busi Splitfire SF392D dan Kabel Busi Hurricane. Universitas Kristen Petra. *JURNAL TEKNIK MESIN* Vol. 2, No. 2, Oktober 2000: 114 – 120

Wartawan, Anton.L. 1983. *Minyak Pelumas Pengetahuan Dasar & Cara Penggunaan*. Jakarta. PT Gramedia

Wartawan A. 1998. *Pelumas Otomotif dan Industri*. Jakarta. Balai Pustaka.

Windarti, Aries.T. 2008. *Identifikasi Senyawa Penanda dalam Pelumas Hasil Daur Ulang (Recycle) menggunakan Ekstraksi Metil Etil Keton dengan Penambahan Demulsifier CaCl₂ Anhidrat melalui Analisa KG-SM*. Surabaya. ITS

Wiratmaja, I. Gede. 2010. *Analisa Unjuk Kerja Motor Bensin Akibat Pemakaian Biogasoline*. Bali. Universitas Udayana. Vol. 4 No.1.

Yamaha Motor Corporation. 2002. F200B, LF200B, LF225B Owners's Manual. USA. http://www.yamaha-motor.com/assets/service/manuals/2003/lit-18626-05-11_423.pdf. Diakses pada 23 April 2015

Yanuar, dkk. 2015. *Proses Adsorpsi dan Distilasi Satu Tabung Melalui Uji Karakteristik Emisi Limbah Oli Sebagai Bahan Bakar Alternatif*. Riau. Universitas Riau

Yesicha, C. 2005. *Tehnik Wawancara*. Riau. Universitas Riau

Zuhdi, Aguk, dan Wisnu Hakiki. 2005. *Pengaruh Penggunaan Jelantah Methyl Ester sebagai Bahan Bakar Supelemen terhadap Ketahanan Motor Diesel*. Surabaya. ITS



Lampiran 1. Kuisisioner Data Spesifikasi Kapal dan Spesifikasi Mesin

No	Nama Variabel	Keterangan
1	Nama Pemilik	
2	Nama Kapal/ Tanda Selar	
3	Panjang	
4	Lebar	
5	Tinggi	
6	GT Kapal	
7	Nama Alat Tangkap	

Tabel Lampiran 1: Data Spesifikasi Kapal

No	Nama Variabel	Keterangan
1	Nama Mesin	
2	Tipe Mesin	
3	Jenis Mesin	
4	Daya	
5	Putaran	
6	Jumlah Silinder	
7	Sistem <i>Starting</i>	
8	Sistem Pendingin	
9	Sistem Pelumasan	
10	Bahan Bakar	
11	Tipe Pelumas	
12	Jenis Pelumas	

Tabel Lampiran 1: Data Spesifikasi Mesin

Lampiran 2. Peta Lokasi Pengambilan Data (PPI Tanjung Luar Lombok Timur)

PETA PPI TANJUNG LUAR, KECAMATAN KERUAK, KABUPATEN LOMBOK TIMUR, NTB



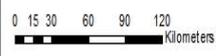
LEGENDA

 PANGKALAN PENDARATAN IKAN



SUMBER PETA :
GOOGLE MAP

SKALA PETA :



DISUSUN OLEH :
ETIKA ARIYANTI HIDAYAT
115080201111004
PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2015

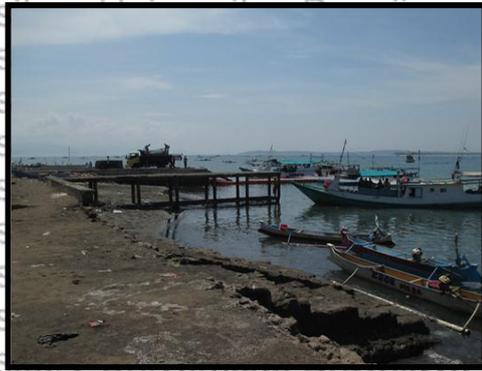
Lampiran 1: Peta PPI Tanjung Luar Kec. Keruak Kab. Lombok Timur NTB (Sumber: Bapeda Provinsi NTB, 2013)



Lampiran 3. Kondisi Umum Lokasi Pengambilan Data



Lampiran 3: Dermaga Barat (Sumber: Dokumentasi PPI Tanjung Luar, 2014)



Lampiran 3: Dermaga Barat (Sumber: Dokumentasi PPI Tanjung Luar, 2014)



Lampiran 3: Dermaga Barat (Sumber: Dokumentasi PPI Tanjung Luar, 2014)



Lampiran 3: Kondisi Slipway (Sumber: Dokumentasi PPI Tanjung Luar, 2014)



Lampiran 4. Kapal dan Mesin Kapal



Lampiran 3: KM. Wah Baloang (Dokumentasi, 2014)



Lampiran 4: Speed Boat 2 mesin (Dokumentasi, 2014)



Lampiran 4: Mesin KM. Wah Baloang (Dokumentasi, 2014)



Lampiran 4: Mesin KM. Wah Baloang (Dokumentasi, 2014)



Lampiran 5. Pengujian Tahap Pertama



Lampiran 5: Alat-alat proses penyaringan (Dokumentasi, 2015)



Lampiran 5: Penyaringan oli bekas (Dokumentasi, 2015)



Lampiran 5: oli bekas yang sudah disaring (Dokumentasi, 2015)



Lampiran 5: oli baru dan oli bekas uji tahap pertama (Dokumentasi, 2015)



Lampiran 6: Penelitian Tahap Kedua



Lampiran 6: campuran oli dengan pelarut (Dokumentasi, 2015)



Lampiran 6: Pemanasan oli dengan pelarut (Dokumentasi, 2015)



Lampiran 6: Bentonite (padatan) (Dokumentasi, 2015)



Lampiran 6: Ekstraksi padat-cair (Dokumentasi, 2015)



Lampiran 6: Proses pengendapan (Dokumentasi, 2015)



Lampiran 6: Hasil proses pengendapan (Dokumentasi, 2015)



Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya



Lampiran 6: Penyaringan hasil ekstraksi (Dokumentasi, 2015)



Lampiran 6: oli hasil penyaringan (Dokumentasi, 2015)



Lampiran 6: Penimbangan sampel oli (Dokumentasi, 2015)



Lampiran 6: Fenol (Dokumentasi, 2015)



Lampiran 6: Fenol dan pelumas bekas (Dokumentasi, 2015)



Lampiran 6: Pemanasan oli yang sudah dibersihkan (Dokumentasi, 2015)

Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya
 Repository Universitas Brawijaya



Lampiran 7. Alat Pengujian Titik Nyala



Lampiran 7: Alat uji titik nyala oli (Dokumentasi, 2015)



Lampiran 7: Tempat sampel titik nyala oli (Dokumentasi, 2015)



Lampiran 7: Penutup alat uji titik nyala (Dokumentasi, 2015)



Lampiran 7: Alat uji titik nyala (Dokumentasi, 2015)



Lampiran 7: Pengaduk alat uji titik nyala (Dokumentasi, 2015)



Lampiran 7: Serangkaian alat uji titik nyala (Dokumentasi, 2015)



Lampiran 7: Alat uji titik nyala
(Dokumentasi, 2015)



Lampiran 7: Alat uji titik nyala
(Dokumentasi, 2015)



Lampiran 7: Thermometer digital
(Dokumentasi, 2015)



Lampiran 7: Pencatatan suhu
pengujian (Dokumentasi, 2015)



Lampiran 8. Data Hasil Analisis ANOVA SPSS 16

Perlakuan

Case Processing Summary							
	Perlakuan	Cases					
		Valid		Missing		Total	
		N	Percent	N	Percent	N	Percent
Pengulangan	Perlakuan A	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	Perlakuan B	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	Perlakuan C	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	Perlakuan D	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	Perlakuan E	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	Perlakuan F	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%

Lampiran 8: Data hasil analisis anova spss 16 (Data primer, 2015)

Descriptives ^a					
	Perlakuan		Statistic	Std. Error	
Pengulangan	Perlakuan B	Mean	92.3333	.88192	
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	88.5388	
			Upper Bound	96.1279	
		5% Trimmed Mean	.		
		Median	92.0000		
		Variance	2.333		
		Std. Deviation	1.52753		
		Minimum	91.00		
		Maximum	94.00		
		Range	3.00		
		Interquartile Range	.		
		Skewness	.935	1.225	
	Kurtosis	.	.		
Perlakuan C	Mean		1.0233E2	3.84419	
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	85.7931		
		Upper Bound	1.1887E2		
	5% Trimmed Mean	.			
Median		1.0400E2			



	Variance		44.333	
	Std. Deviation		6.65833	
	Minimum		95.00	
	Maximum		108.00	
	Range		13.00	
	Interquartile Range		.	
	Skewness		-1.056	1.225
	Kurtosis		.	.
Perlakuan D	Mean		1.2000E2	4.04145
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	1.0261E2	
		Upper Bound	1.3739E2	
	5% Trimmed Mean		.	
	Median		1.2000E2	
	Variance		49.000	
	Std. Deviation		7.00000	
	Minimum		113.00	
	Maximum		127.00	
	Range		14.00	
	Interquartile Range		.	
	Skewness		.000	1.225
	Kurtosis		.	.
Perlakuan E	Mean		1.3233E2	2.84800
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	1.2008E2	
		Upper Bound	1.4459E2	
	5% Trimmed Mean		.	
	Median		1.3000E2	
	Variance		24.333	
	Std. Deviation		4.93288	
	Minimum		129.00	
	Maximum		138.00	
	Range		9.00	
	Interquartile Range		.	
	Skewness		1.652	1.225
	Kurtosis		.	.
Perlakuan F	Mean		1.4567E2	4.25572
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	1.2736E2	
		Upper Bound	1.6398E2	
	5% Trimmed Mean		.	
	Median		1.4300E2	
	Variance		54.333	



		Std. Deviation	7.37111	
		Minimum	140.00	
		Maximum	154.00	
		Range	14.00	
		Interquartile Range	.	
		Skewness	1.415	1.225
		Kurtosis	.	.
a. Pengulangan is constant when Perlakuan = Perlakuan A. It has been omitted.				

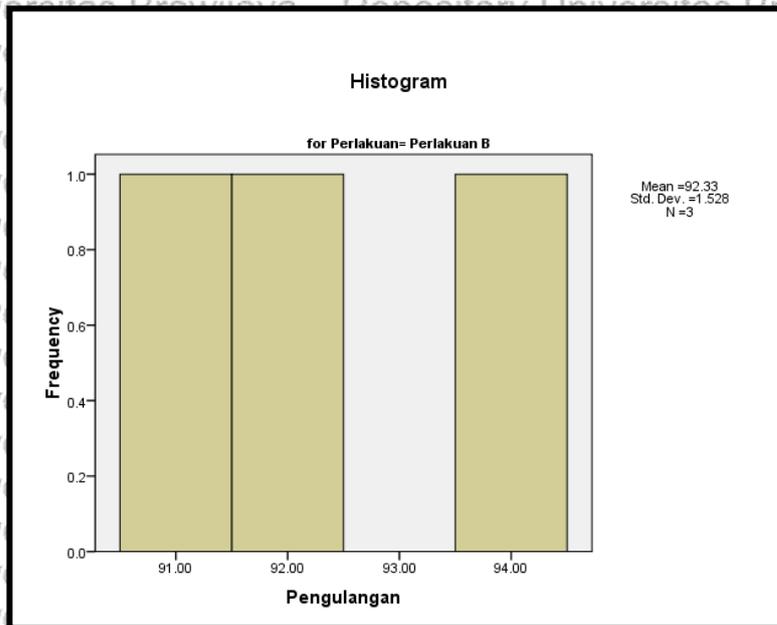
Lampiran 8: Data hasil analisis anova spss 16 (Data primer, 2015)

Tests of Normality ^b							
	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Pengulangan	Perlakuan B	.253	3	.	.964	3	.637
	Perlakuan C	.265	3	.	.953	3	.583
	Perlakuan D	.175	3	.	1.000	3	1.000
	Perlakuan E	.349	3	.	.832	3	.194
	Perlakuan F	.308	3	.	.902	3	.391
a. Lilliefors Significance Correction							
b. Pengulangan is constant when Perlakuan = Perlakuan A. It has been omitted.							

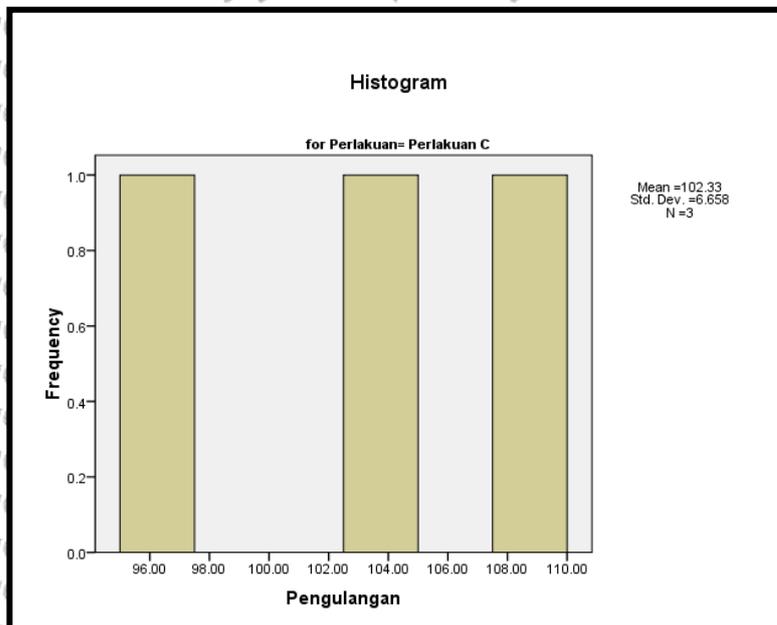
Lampiran 8: Data hasil analisis anova spss 16 (Data primer, 2015)



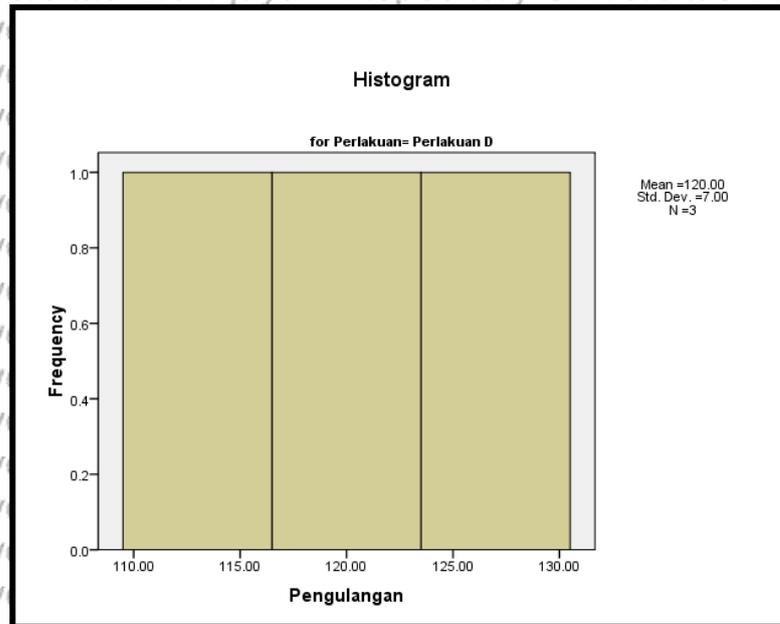
PENGULANGAN



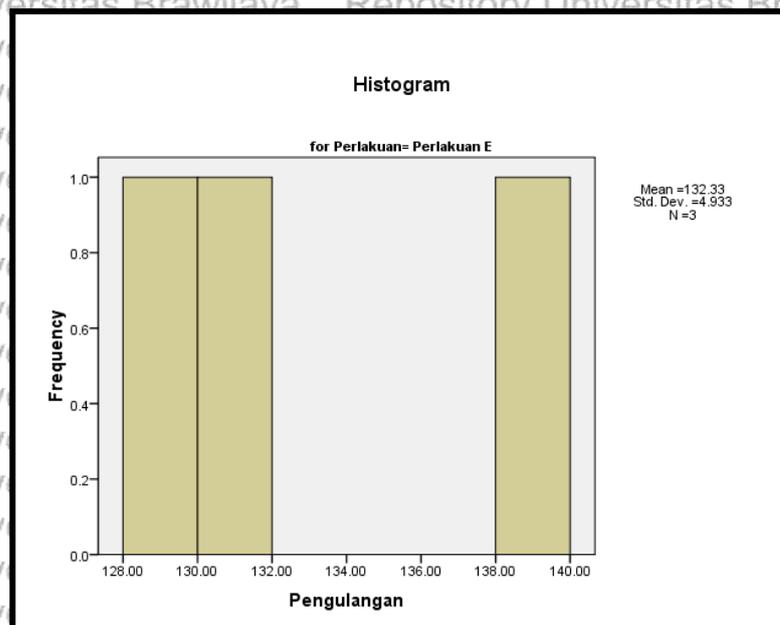
Lampiran 8: Histogram Perlakuan B (11%)



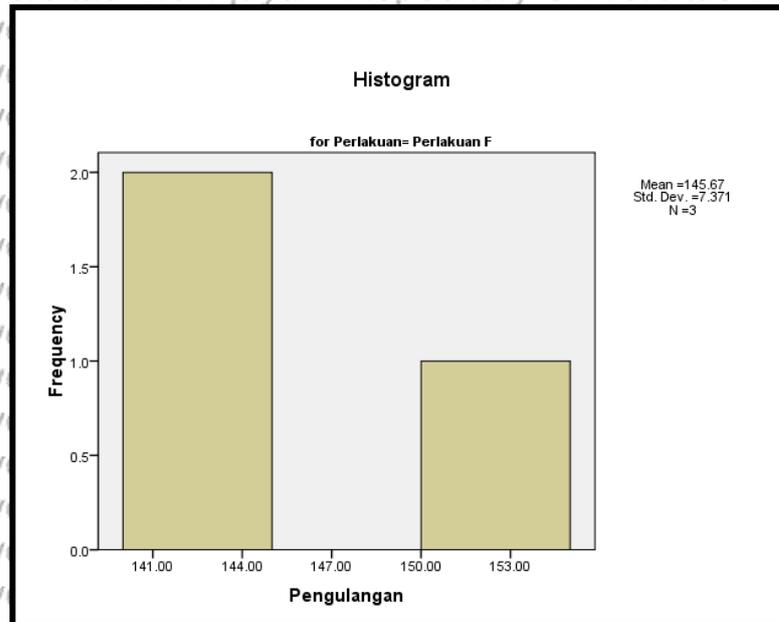
Lampiran 8: Histogram Perlakuan C (12%)



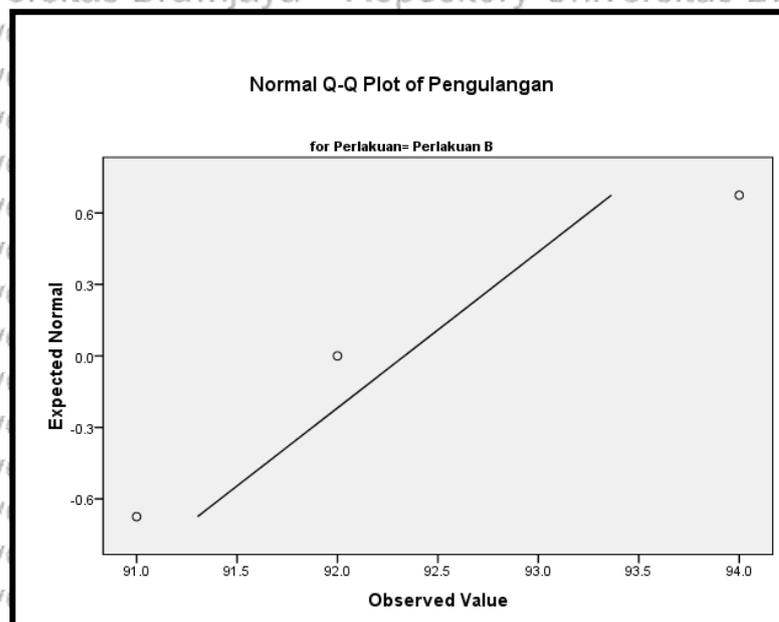
Lampiran 8: Histogram Perlakuan D (13%)



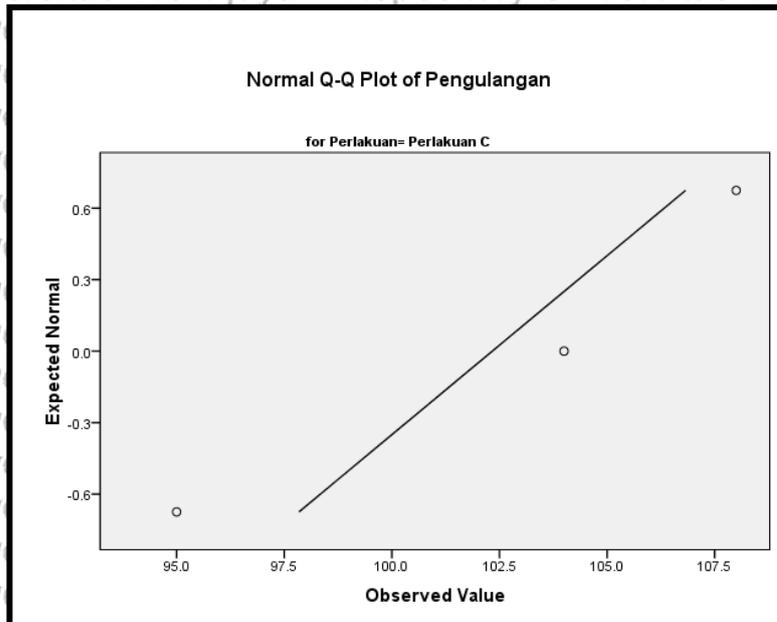
Lampiran 8: Histogram Perlakuan E (14%)



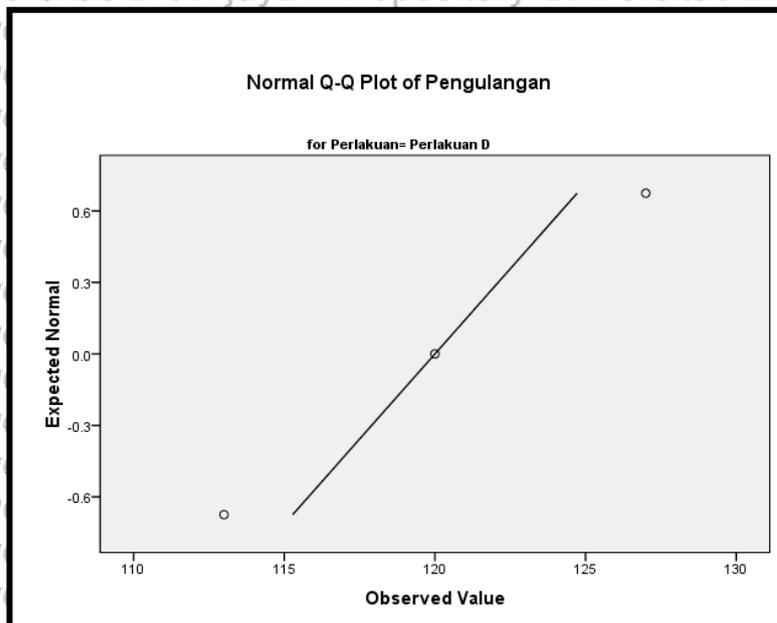
Lampiran 8: Histogram Perlakuan F (15%)



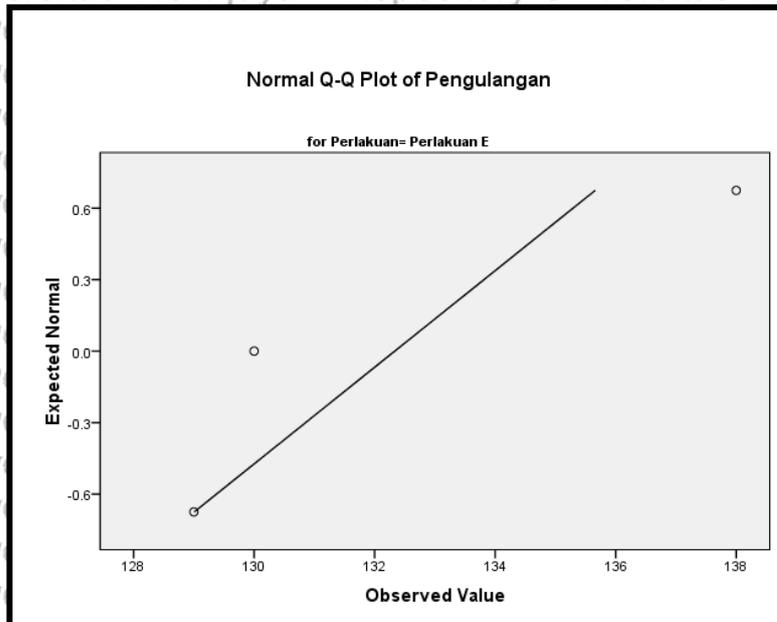
Lampiran 8: Normal Q-Q Plot Perlakuan B (11%)



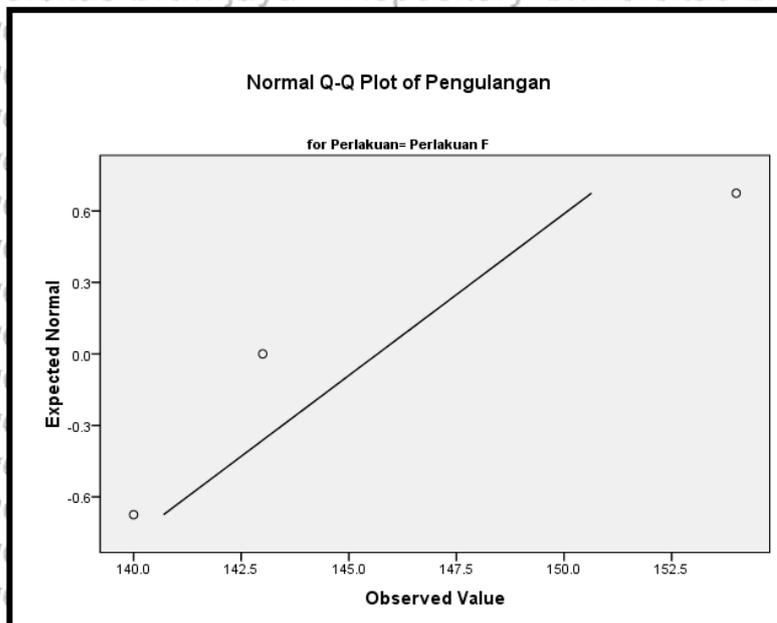
Lampiran 8: Normal Q-Q Plot Perlakuan C (12%)



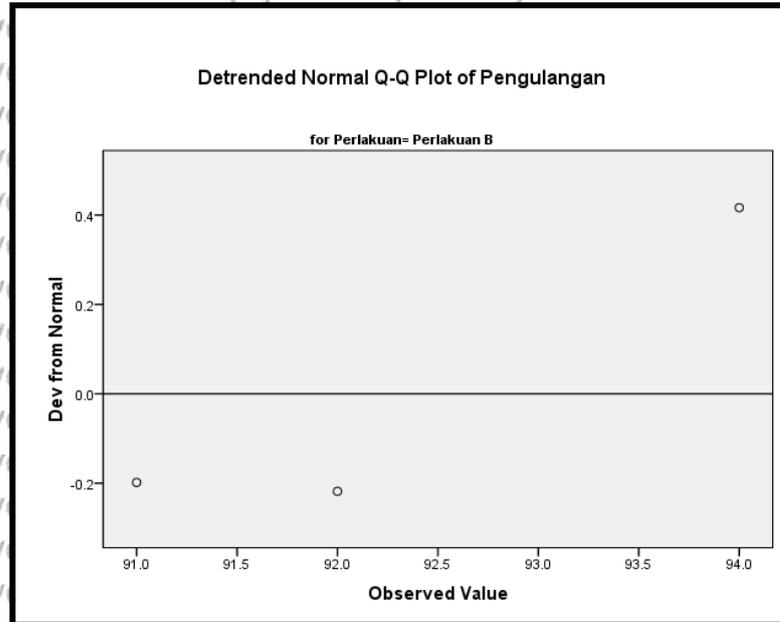
Lampiran 8: Normal Q-Q Plot Perlakuan D (13%)



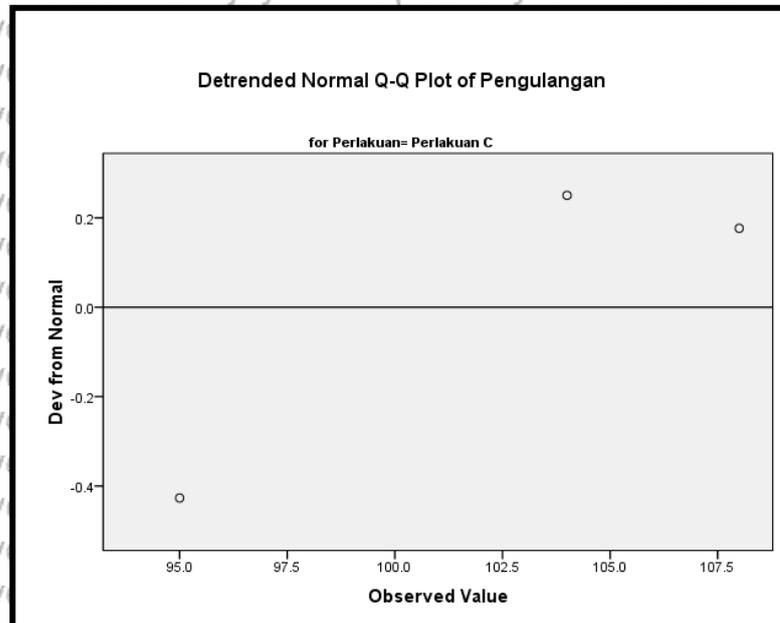
Lampiran 8: Normal Q-Q Plot Perlakuan E (14%)



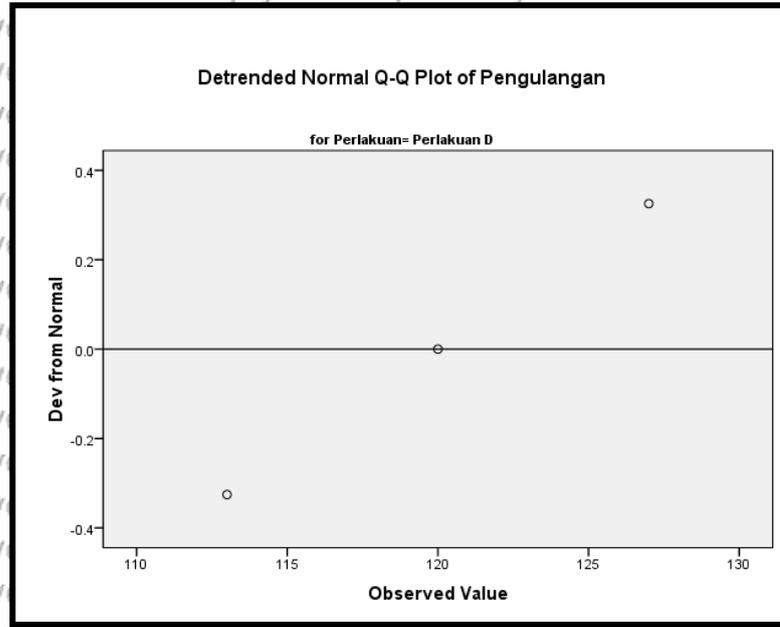
Lampiran 8: Normal Q-Q Plot Perlakuan F (15%)



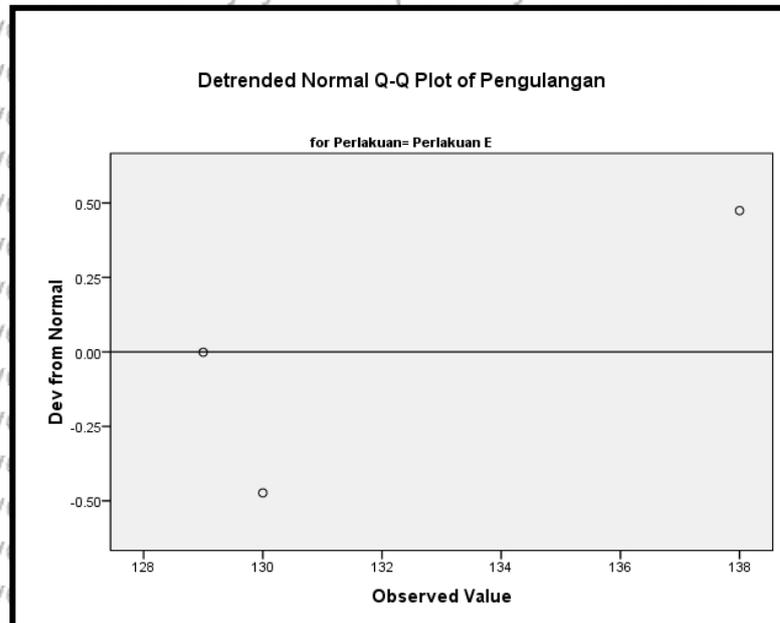
Lampiran 8: Detrended Normal Q-Q Plot Perlakuan B (11%)



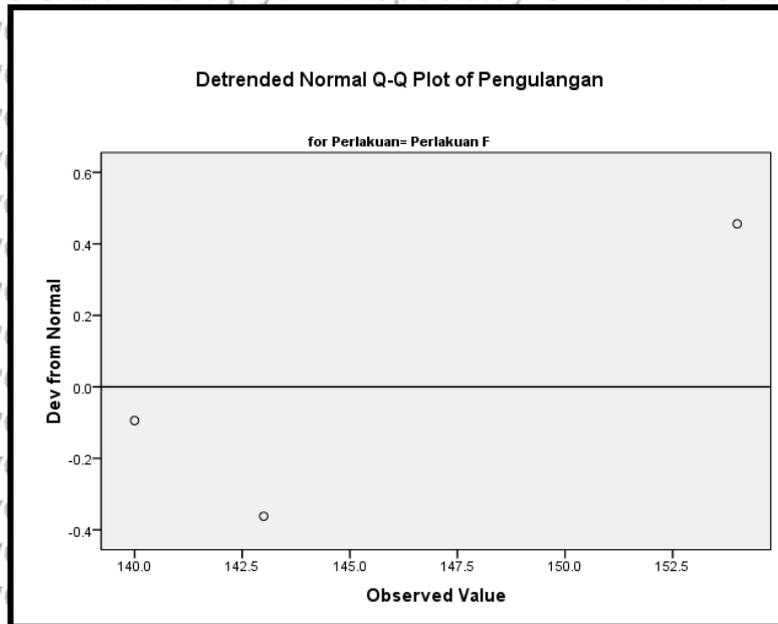
Lampiran 8: Detrended Normal Q-Q Plot Perlakuan C (12%)



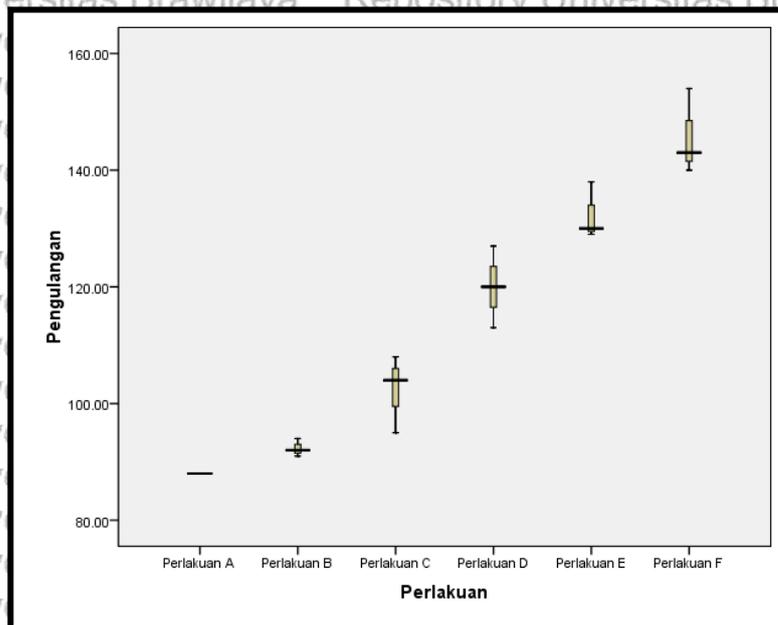
Lampiran 8: Detrended Normal Q-Q Plot Perlakuan D (13%)



Lampiran 8: Detrended Normal Q-Q Plot Perlakuan E (14%)



Lampiran 8: Detrended Normal Q-Q Plot Perlakuan F (15%)



Lampiran 8: Perlakuan

Test of Homogeneity of Variances			
Pengulangan			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.520	5	12	.088

Lampiran 8: Homogeneity of Variances ANOVA SPSS 16

ANOVA					
Pengulangan					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	7963.778	5	1592.756	54.818	.000
Within Groups	348.667	12	29.056		
Total	8312.444	17			

Lampiran 8: ANOVA SPSS 16

Multiple Comparisons						
LSD						
(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Perlakuan A	Perlakuan B	-4.33333	4.40118	.344	-13.9227	5.2560
	Perlakuan C	-14.33333*	4.40118	.007	-23.9227	-4.7440
	Perlakuan D	-32.00000*	4.40118	.000	-41.5893	-22.4107
	Perlakuan E	-44.33333*	4.40118	.000	-53.9227	-34.7440
	Perlakuan F	-57.66667*	4.40118	.000	-67.2560	-48.0773
Perlakuan B	Perlakuan A	4.33333	4.40118	.344	-5.2560	13.9227
	Perlakuan C	-10.00000*	4.40118	.042	-19.5893	-.4107
	Perlakuan D	-27.66667*	4.40118	.000	-37.2560	-18.0773
	Perlakuan E	-40.00000*	4.40118	.000	-49.5893	-30.4107
	Perlakuan F	-53.33333*	4.40118	.000	-62.9227	-43.7440
Perlakuan C	Perlakuan A	14.33333*	4.40118	.007	4.7440	23.9227
	Perlakuan B	10.00000*	4.40118	.042	.4107	19.5893



	Perlakuan D	-17.66667 [*]	4.40118	.002	-27.2560	-8.0773
	Perlakuan E	-30.00000 [*]	4.40118	.000	-39.5893	-20.4107
	Perlakuan F	-43.33333 [*]	4.40118	.000	-52.9227	-33.7440
Perlakuan D	Perlakuan A	32.00000 [*]	4.40118	.000	22.4107	41.5893
	Perlakuan B	27.66667 [*]	4.40118	.000	18.0773	37.2560
	Perlakuan C	17.66667 [*]	4.40118	.002	8.0773	27.2560
	Perlakuan E	-12.33333 [*]	4.40118	.016	-21.9227	-2.7440
	Perlakuan F	-25.66667 [*]	4.40118	.000	-35.2560	-16.0773
	Perlakuan E	Perlakuan A	44.33333 [*]	4.40118	.000	34.7440
Perlakuan B		40.00000 [*]	4.40118	.000	30.4107	49.5893
Perlakuan C		30.00000 [*]	4.40118	.000	20.4107	39.5893
Perlakuan D		12.33333 [*]	4.40118	.016	2.7440	21.9227
Perlakuan F		-13.33333 [*]	4.40118	.010	-22.9227	-3.7440
Perlakuan F	Perlakuan A	57.66667 [*]	4.40118	.000	48.0773	67.2560
	Perlakuan B	53.33333 [*]	4.40118	.000	43.7440	62.9227
	Perlakuan C	43.33333 [*]	4.40118	.000	33.7440	52.9227
	Perlakuan D	25.66667 [*]	4.40118	.000	16.0773	35.2560
	Perlakuan E	13.33333 [*]	4.40118	.010	3.7440	22.9227
*. The mean difference is significant at the 0.05 level.						

Lampiran 8: Post Hoc Test



Lampiran 9. Perhitungan Model Matematis Lama Pemakaian Oli berdasarkan Titik Nyala

Diketahui:

- Titik nyala oli baru: 227°C (Diasumsikan mampu bertahan selama 450 jam kerja mesin)
- Titik nyala oli bekas tanpa aditif (0%): 88°C
- Titik nyala oli bekas aditif (fenol 15%): 154°C

Ditanyakan:

- Berapa lama kemampuan kerja oli bekas dengan tambahan aditif (fenol 15%)?

Jawab:

- Interval kenaikan suhu:

$$= \text{Titik nyala oli bekas aditif (fenol 15\%)} - \text{Titik nyala oli bekas tanpa aditif (0\%)}$$

$$= 154^{\circ}\text{C} - 88^{\circ}\text{C}$$

$$= 66^{\circ}\text{C}$$
- Kemampuan setiap 1°C (Diasumsikan mampu bertahan selama 450 jam kerja mesin)

$$= \frac{\text{Jam Kerja Mesin}}{\text{Titik Nyala Oli Baru}} = \frac{450 \text{ jam}}{227 \text{ C}} = 1.98 \text{ jam/C} \text{ (2 jam 38 menit)}$$
- Interval kenaikan 66°C mampu bertahan:

$$= 66^{\circ}\text{C} \times 1.98 \text{ jam/C}$$

$$= 130.68 \text{ jam (131 jam 8 menit)}$$

Perhitungan Tabel 11:

- Taraf perlakuan 0% zat aditif (fenol)
 Pengulangan pertama

$$= 88^{\circ}\text{C} \times 1.98 \text{ jam/C}$$

$$= 169.84 \text{ jam}$$
- Taraf perlakuan 11% zat aditif (fenol)
 Pengulangan pertama

$$= 91^{\circ}\text{C} \times 1.98 \text{ jam/C}$$

$$= 180.18 \text{ jam}$$
 Pengulangan kedua

$$= 92^{\circ}\text{C} \times 1.98 \text{ jam/C}$$

$$= 182.16 \text{ jam}$$
- Pengulangan ketiga

$$= 94^{\circ}\text{C} \times 1.98 \text{ jam/C}$$

$$= 186.12 \text{ jam}$$



- Taraf perlakuan 12% zat aditif (fenol)

Pengulangan pertama

$$= 95^{\circ}\text{C} \times 1.98 \frac{\text{jam}}{^{\circ}\text{C}}$$

$$= 188.1 \text{ jam}$$

Pengulangan ketiga

$$= 108^{\circ}\text{C} \times 1.98 \frac{\text{jam}}{^{\circ}\text{C}}$$

$$= 213.84 \text{ jam}$$

- Taraf perlakuan 13% zat aditif (fenol)

Pengulangan pertama

$$= 113^{\circ}\text{C} \times 1.98 \frac{\text{jam}}{^{\circ}\text{C}}$$

$$= 223.74 \text{ jam}$$

Pengulangan ketiga

$$= 127^{\circ}\text{C} \times 1.98 \frac{\text{jam}}{^{\circ}\text{C}}$$

$$= 251.46 \text{ jam}$$

- Taraf perlakuan 14% zat aditif (fenol)

Pengulangan pertama

$$= 129^{\circ}\text{C} \times 1.98 \frac{\text{jam}}{^{\circ}\text{C}}$$

$$= 255.42 \text{ jam}$$

Pengulangan ketiga

$$= 138^{\circ}\text{C} \times 1.98 \frac{\text{jam}}{^{\circ}\text{C}}$$

$$= 273.24 \text{ jam}$$

- Taraf perlakuan 15% zat aditif (fenol)

Pengulangan pertama

$$= 140^{\circ}\text{C} \times 1.98 \frac{\text{jam}}{^{\circ}\text{C}}$$

$$= 277.20 \text{ jam}$$

Pengulangan ketiga

$$= 154^{\circ}\text{C} \times 1.98 \frac{\text{jam}}{^{\circ}\text{C}}$$

$$= 304.92 \text{ jam}$$

Pengulangan kedua

$$= 104^{\circ}\text{C} \times 1.98 \frac{\text{jam}}{^{\circ}\text{C}}$$

$$= 205.92 \text{ jam}$$

Pengulangan kedua

$$= 120^{\circ}\text{C} \times 1.98 \frac{\text{jam}}{^{\circ}\text{C}}$$

$$= 237.60 \text{ jam}$$

pengulangan kedua

$$= 130^{\circ}\text{C} \times 1.98 \frac{\text{jam}}{^{\circ}\text{C}}$$

$$= 257.40 \text{ jam}$$

pengulangan kedua

$$= 143^{\circ}\text{C} \times 1.98 \frac{\text{jam}}{^{\circ}\text{C}}$$

$$= 283.14 \text{ jam}$$

Lampiran 10. Hasil Perhitungan Regresi Excel

Regression Statistics	
Multiple R	0.997356
R Square	0.994719
Adjusted R Square	0.992959
Standard Error	1.818263
Observations	5

Lampiran 10. Perhitungan Regresi

ANOVA					Significance F
	df	SS	MS	F	F
Regression	1	1868.142	1868.142	565.0626	0.000163
Residual	3	9.91824	3.30608		
Total	4	1878.06			

Lampiran 10. Anova Hasil Regresi

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-59.152	7.518907	-7.8671	0.004279	83.0805	35.2235	83.0805	-35.2235
Variable 1	13.668	0.574985	23.77105	0.000163	11.83814	15.49786	11.83814	15.49786

Perhitungan Respon Pemberian Aditif:

Diketahui $Y = bx + a$

$$Y = 13.668x - 59.152$$

Keterangan:

Y = Variabel dependen (nilai yang diprediksi)

X = Variabel Independen

a = Konstanta (nilai Y apabila X=0)

b = Koefisien regresi (bernilai +/-)



Tabel Interpretasi Winarno (2012).

Interpretasi	Keterangan
0.00 – 0.194	Sangat rendah
0.20 – 0.399	Rendah
0.40 – 0.599	Sedang
0.60 – 0.799	Kuat
0.80 – 1.000	Sangat kuat

Nilai koefisien korelasi $R=0.994719$ jika dibandingkan dengan table interpretasi diatas. Nilai R berada pada diantara nilai 0.80 – 1.000, maka dapat disimpulkan hubungan antara x dan y sangat kuat. Besar pengaruh yang dapat dihitung menggunakan rumus koefisien penentu (KP) (Winarno,2012), sebagai berikut:

$$\text{Dirumuskan } KP = R^2 \times 100\%$$

$$\text{Atau } KP = R \text{ square} \times 100\%$$

$$= 0.994 \times 100\%$$

$$= 99.4\%$$

Artinya: Aditif (fenol) memberikan pengaruh terhadap sifat fisik pelumas bekas sebesar 99.4% sedangkan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain.



Lampiran 11. Hasil Uji Oli Baru SAE 20W-50

101



**Lube and Fuel Laboratory Consultant
PT. Petrolab Services**

OIL ANALYSIS REPORT

No. 00284NED0002/15

Jakarta, 27 February 2015

Nama Pelanggan (Customer Name) : IBU ETIKA

Alamat (Address) : -

Telepon/Fax (Phone/Fax) : -

Unit Pelanggan (Account) : IBU ETIKA

Nama Sampel (Sample Name) : SAE 20W-50

No. Lab. (Lab. No.) : 00215/O/L/15

Tgl. Pengambilan Sampel (Sampling date) : -

Tgl. Penerimaan Sampel (Received date) : 23 February 2015

Tgl. Analisis (Analysis date) : 23 - 27 February 2015

Overall Analysis Result

Item : Jan. Kuria Manis (Running Hours) : NEW OIL

Item : Pabrik Manis (Eng. Model) : -

Item : Tipe Manis (Eng. Type Model) : -

Item : No. Seri (Serial Number) : -

Item : Lokasi Manis (Eng. Location) : -

No	PARAMETER	Unit	Method	RESULT	Typical
1	FTIR :				
	Soot	Abs/1mm	ASTM E 2412-10	< 0,02	-
	Oxidation	Abs/1mm	ASTM E 2412-10	< 0,02	-
	Nitration	Abs/1mm	ASTM E 2412-10	< 0,02	-
	Sulfation	Abs/1mm	ASTM E 2412-10	< 0,02	-
	Fuel Dilution	%	ASTM E 2412-10	0	-
	Glycol	%	ASTM E 2412-10	0	-
	Water Content	%	ASTM E 2412-10	0	-

Keterangan:
(Remarks)

Manager Teknik



Catatan: Data analisis hanya berlaku untuk sampel yang diuji di Laboratorium PT. Petrolab Services
(Note) Pengiriman tidak dilayani setelah 30 hari dari tanggal report diterbitkan.

PT PETROLAB Services
 Jl. Ploengan Lama II No. 38 Jakarta Timur 12010, Telp. +62 21 4711700, Fax +62 21 4713888
 www.petrolab.co.id www.petrolab.com

Page 1 of 1



Lampiran 12. Hasil Uji Oli Bekas SAE 20W-50

**Lube and Fuel Laboratory Consultant
PT. PetroLab Services**

OIL ANALYSIS REPORT

No. 90267NEON092/15
Jakarta, 27 February 2015

<table border="0" style="width: 100%;"> <tr><td style="width: 30%;">Nama Pelanggan (Customer Name)</td><td>: IBU ETIKA</td></tr> <tr><td>Alamat (Address)</td><td>: -</td></tr> <tr><td>Telepon/Fax (Phone/Fax)</td><td>: -</td></tr> <tr><td>Unit Pelanggan (Address)</td><td>: IBU ETIKA</td></tr> <tr><td>Nama Sampel (Sample Name)</td><td>: SAE 20W-50</td></tr> <tr><td>No. Lab. (Lab. No.)</td><td>: 90215/O/L/15</td></tr> <tr><td>Tgl. Pengambilan Sampel (Sampling date)</td><td>: -</td></tr> <tr><td>Tgl. Pengiriman Sampel (Packaging date)</td><td>: 23 February 2015</td></tr> <tr><td>Tgl. Analisis (Analysis date)</td><td>: 23 - 27 February 2015</td></tr> </table>	Nama Pelanggan (Customer Name)	: IBU ETIKA	Alamat (Address)	: -	Telepon/Fax (Phone/Fax)	: -	Unit Pelanggan (Address)	: IBU ETIKA	Nama Sampel (Sample Name)	: SAE 20W-50	No. Lab. (Lab. No.)	: 90215/O/L/15	Tgl. Pengambilan Sampel (Sampling date)	: -	Tgl. Pengiriman Sampel (Packaging date)	: 23 February 2015	Tgl. Analisis (Analysis date)	: 23 - 27 February 2015	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr><td style="width: 50%;">Jenis Kertas Minyak (Fluorine Heavy)</td><td>: USED OIL</td></tr> <tr><td>Pemrosesan Minyak (Eng. Marker)</td><td>: -</td></tr> <tr><td>Tipe Minyak (Eng. Type/Grade)</td><td>: -</td></tr> <tr><td>No. Seri (Serial Number)</td><td>: -</td></tr> <tr><td>Lokasi Minyak (Eng. Location)</td><td>: -</td></tr> </table>	Jenis Kertas Minyak (Fluorine Heavy)	: USED OIL	Pemrosesan Minyak (Eng. Marker)	: -	Tipe Minyak (Eng. Type/Grade)	: -	No. Seri (Serial Number)	: -	Lokasi Minyak (Eng. Location)	: -
Nama Pelanggan (Customer Name)	: IBU ETIKA																												
Alamat (Address)	: -																												
Telepon/Fax (Phone/Fax)	: -																												
Unit Pelanggan (Address)	: IBU ETIKA																												
Nama Sampel (Sample Name)	: SAE 20W-50																												
No. Lab. (Lab. No.)	: 90215/O/L/15																												
Tgl. Pengambilan Sampel (Sampling date)	: -																												
Tgl. Pengiriman Sampel (Packaging date)	: 23 February 2015																												
Tgl. Analisis (Analysis date)	: 23 - 27 February 2015																												
Jenis Kertas Minyak (Fluorine Heavy)	: USED OIL																												
Pemrosesan Minyak (Eng. Marker)	: -																												
Tipe Minyak (Eng. Type/Grade)	: -																												
No. Seri (Serial Number)	: -																												
Lokasi Minyak (Eng. Location)	: -																												

Overall Analysis Result

No	PARAMETER	Unit	Method	RESULT	Typical
1	FTIR :				
	Soot	Abs/0,1mm	ASTM E 2412-10	< 0,02	-
	Oxidation	Abs/0,1mm	ASTM E 2412-10	< 0,02	-
	Nitration	Abs/0,1mm	ASTM E 2412-10	0,03	-
	Sulfation	Abs/0,1mm	ASTM E 2412-10	0,03	-
	Fuel Dilution	%	ASTM E 2412-10	0	-
	Oilcut	%	ASTM E 2412-10	0	-
	Water Content	%	ASTM E 2412-10	0	-

Keterangan:
(Remarks)

Manager Teknik,

ASHER SSI
RKS 10010104

Catatan: Data analisa hanya berlaku untuk sampel yang diuji di Laboratorium PT. PetroLab Services
Nota: Pengiriman tidak dibayar sebelum 30 hari dari tanggal report diterbitkan.

PT PETROLAB SERVICES
 Jl. Ploeggen Lane 9 No. 38 Jakarta Timur 10260, Telp: +62 21 4717021, Fax: +62 21 4718988
 petrolab@ptps.com.id, www.petrolab.com.id

Page 1 of 1

Lampiran 13. Hasil Uji Titik Nyala



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN MESIN
LABORATORIUM MOTOR BAKAR
Jl. Mayjen Haryono 167 Malang 65145 Telp. 0341-554291 pes.1222
Cel_mesinUB@yahoo.co.id



DATA HASIL PENGUJIAN :

No	Bahan / Kode Bahan	Titik Nyala / Flash Point (°C)
1	Controler	88
2	B11 (11%)	91
3	B12 (11%)	92
4	B13 (11%)	94
5	C11 (12%)	95
6	C12 (12%)	104
7	C13 (12%)	108
8	D11 (13%)	113
9	D12 (13%)	120
10	D13 (13%)	127
11	E11 (14%)	129
12	E12 (14%)	130
13	E13 (14%)	138
14	F11 (15%)	140
15	F12 (15%)	143
16	F13 (15%)	154

Malang, 6 April 2015
Laboran Lab. Motor Bakar

Eko Slamet Mujiyanto
NIK. 810228 06 2 1 0175



Lampira 14. Surat Keterangan PPI Tanjung Luar



PEMERINTAH PROPINSI NUSA TENGGARA BARAT
DINAS KELAUTAN DAN PERIKANAN
PANGKALAN PENDARATAN IKAN (PPI)
Jalan Dermaga Lama Desa Tanjung Luar – Lombok Timur

Tanjung Luar, 29 Desember 2014

SURAT KETERANGAN

Nomor : 032/PPI/Dislutkan NTB/XII/2014

Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Tanjung Luar dengan surat ini menyatakan bahwa :

Nama : ETIKA ARIYANTI HIDAYAT
NIM : 115080201111004
Universitas : UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG
Fakultas/Prog.Studi : PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN (PSP)

Telah melakukan Survey Penelitian/ Skripsi tentang PENGARUH PENCAMPURAN ZAT ADITIF TERHADAP KINERJA PELUMAS BEKAS PADA MOTOR BENSIN (4 TAK) DI PANGKALAN PENDARATAN IKAN (PPI) TANJUNG LUAR KABUPATEN LOMBOK TIMUR, NUSA TENGGARA BARAT.

Waktu Penelitian : 22 s/d 29 Desember 2014

Demikian keterangan ini kami berikan untuk di pergunakan sebagaimana mestinya.



Eka Armusadi S.Pi
NIP. 19710519 200701 1 013

Lampiran 15. Surat Keterangan Laboratorium Motor Bakar, Universitas Brawijaya



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN MESIN
LABORATORIUM MOTOR BAKAR
Jl. Mayjen Haryono 167 Malang 65145 Telp. 0341-554291 pes.1222
Cel_mesinUB@yahoo.co.id



SURAT KETERANGAN
No : 004/GNP/IV/Lab MB/2015

Yang bertanda tangan dibawah ini menerangkan bahwa :

No.	Nama	NIM
1.	Etika Aryanti Hidayat	115080201111004

dari Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya.

Telah melakukan / menggunakan Fasilitas Flash Point Tester dalam rangka penyelesaian **Tugas Akhir / Skripsi** yang dilaksanakan pada tanggal 1-2 April 2015 di Laboratorium Motor Bakar Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

Demikian surat keterangan yang kami buat supaya digunakan sebaik-baiknya.

Malang, 6 April 2015
Mengetahui,
Ka. Lab. Motor Bakar



Dr. Eng. Mega Nur Sasongko, ST., MT
NIP.:19740930 200012 1 001