

## PENGUJIAN PENGARUH PENAMBAHAN MATERIAL PENGOTOR OLI BEKAS JENUH SEBAGAI IDENTIFIKASI KANDUNGAN ENERGI PADA OLI MURNI

Roy Hudoyo<sup>1</sup>, Made Rai Suci Shanti. N. A<sup>2</sup>, Andreas Setiawan<sup>3</sup>  
Program Studi Fisika<sup>2</sup> dan Pendidikan Fisika<sup>1,3</sup>,  
Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Kristen Satya Wacana  
Jl. Diponegoro No. 52-60, Telp. (0298) 321212, Salatiga<sup>1,2,3</sup>

192009033@student.uksw.edu<sup>1</sup>

### ABSTRAK

Oli bekas merupakan limbah aktifitas industri yang banyak dijumpai di Indonesia. Sejauh ini metode pengolahan yang dilakukan diantaranya adalah daur ulang dan pencampuran oli tersebut dengan hidrokarbon. Pada kenyataannya metode pembakaran sederhana dapat dilakukan pada oli, meskipun ada beberapa isu belum terselesaikan seperti polusi. Terlepas dari masalah polusi dan mengingat potensi yang ada, maka penelitian ini mencoba meneliti pengaruh penambahan oli bekas jenuh terhadap kandungan energi oli campuran melalui metode WBT (Water Boiling Test). Tujuan penelitian adalah mendapatkan karakteristik energi oli murni, oli bekas dan campuran oli murni terhadap material pengotor oli bekas jenuh. Dalam hal ini dipilih material pengotor oli bekas jenuh karena didalamnya terkandung material pengotor yang merupakan parameter kualitas oli. Pengukuran dilakukan dengan membandingkan energi per satuan massa pada oli murni, oli bekas dan campuran melalui metode WBT. Oli campuran disimulasikan dengan mencampurkan oli bekas jenuh kedalam oli murni pada prosentase 0.1 sampai 1 gram dengan kenaikan 0.1 gram. Hasil penelitian menunjukkan bahwa oli murni memiliki kandungan energi rata-rata sebesar 581.76 kalori/gram dan oli bekas sebesar 346.93 kalori/gram. Semakin besar jumlah penambahan material oli bekas jenuh didalam oli murni, mengakibatkan penurunan pada kandungan energi yang terukur. Besarnya energi yang berkurang mencapai titik jenuh pada penambahan material oli bekas jenuh dengan prosentase penambahan 5%. Besarnya penurunan kandungan energi maksimum pada oli murni dicapai pada nilai energi rata-rata 350,00 kalori/gram dengan jumlah penambahan material pengotor sebesar 5% dari volume bahan bakar.

**Kata kunci :** Oli, Material Pengotor, WBT, Energi.

### PENDAHULUAN

Minyak pelumas atau oli merupakan sejenis cairan kental yang berfungsi sebagai pelicin, pelindung, pembersih, mencegah terjadinya benturan antar logam pada bagian dalam mesin seminimal mungkin. Setelah pemakaian selama beberapa waktu performanya menjadi berkurang sehingga disebut dengan oli bekas.

Dalam oli bekas terkandung sejumlah sisa hasil pembakaran yang bersifat asam, korosif, deposit, dan logam berat yang bersifat karsinogenik<sup>[1]</sup>. Satu liter dari oli bekas bisa merusak jutaan liter air segar dari sumber air dalam tanah. Apabila limbah oli bekas tumpah di tanah akan mempengaruhi air, tanah dan berbahaya bagi lingkungan. Hal inilah yang merupakan karakteristik dari Bahan Berbahaya dan Beracun (B3)<sup>[2]</sup>.

Ditinjau dari komposisi kimianya, oli bekas adalah campuran dari hidrokarbon kental ditambah berbagai bahan kimia aditif.

Limbah oli bekas dapat dimanfaatkan menjadi bahan bakar alternatif penghasil energi listrik<sup>[3]</sup>. Salah satu cara pemanfaatan limbah oli bekas sebagai bahan bakar alternatif yaitu melalui pembakaran secara kimiawi sederhana<sup>[1]</sup>.

Berlimpahnya sumber oli bekas memerlukan penanganan yang tepat dan praktis. Dengan kandungan energi yang masih cukup tinggi maka potensi oli bekas untuk dikonversi menjadi energi listrik masih cukup besar. Penanganan yang telah dilakukan sejauh ini terhadap jumlah buangan oli bekas diantaranya proses daur ulang dan pemanfaatan untuk campuran bahan bakar hidrokarbon.

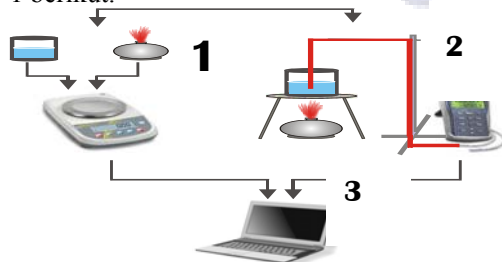
Pada proses daur ulang, oli bekas dimurnikan kembali dengan dicampurkan asam sulfat dan lempung kedalamnya, kemudian memanaskannya hingga mencapai suhu  $\geq 200^{\circ}\text{C}$  pada tempat tertutup<sup>[4]</sup>. Cara tersebut tidak praktis karena memerlukan waktu, proses dan biaya tambahan. Metode lainya adalah

pemanfaatan oli bekas sebagai bahan bakar campuran hidrokarbon dilakukan dengan mencampurkan oli bekas dengan bahan bakar lainnya seperti bensin, minyak tanah, solar dengan prosentase penambahan maksimum kurang dari 50%<sup>[5]</sup>. Dengan demikian penggunaan ini tetap tergantung dari bahan bakar fosil. Ada metode baru yang belum diaplikasikan sampai saat ini, yaitu pemanfaatan oli bekas melalui metode pembakaran sederhana dengan metode WBT. Meskipun masih ada beberapa isu yang belum terselesaikan seperti polusi.

Mengingat potensi yang ada, maka pada penelitian ini meneliti kandungan energi pada oli campuran terhadap penambahan oli bekas jenuh. Dalam hal ini dipilih material pengotor oli bekas jenuh karena didalamnya terkandung material pengotor yang merupakan parameter kualitas oli, dan mewakili kondisinya<sup>[8]</sup>. Pengukuran dilakukan dengan membandingkan energi per satuan massa pada oli murni, oli bekas dan campuran melalui metode WBT. Oli campuran disimulasikan dengan mencampurkan oli bekas jenuh kedalam oli murni pada prosentase 0.1 sampai 1 gram dengan kenaikan 0.1 gram Karakteristik pembakaran yang diuji meliputi laju pengurangan bahan bakar, energi kalor yang dihasilkan serta energi bahan bakar tiap satuan massa bahan bakar yang digunakan.

#### Metode Water Boiling Test (WBT)

Metode WBT adalah pengujian kasar proses pembakaran yang membantu perancang memahami seberapa baik transfer energi dapat dilakukan dari bahan bakar ke suatu proses pembakaran. Kelebihan metode ini selain dapat dilakukan pada semua jenis tungku, teknik pengambilan datanya cukup sederhana dan umum dipakai dalam keseharian. Rancangan penelitian dengan metode WBT dapat ditunjukkan pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Rancangan Penelitian dengan Metode WBT

Keterangan;

1. Pengukuran massa bahan bakar, wadah dan air pada kondisi sebelum dan sesudah dilakukan pembakaran.
2. Pengukuran kandungan energi melalui metode WBT dengan membakar oli secara langsung untuk menaikkan suhu air. Pembakaran menggunakan kompor sederhana dengan sumbu tunggal. Dalam percobaan ini juga digunakan seperangkat alat bakar sederhana laboratorium seperti wadah Bunsen sebagai penampung bahan bakar, kaki tiga, kassa, dan statif sebagai penahan kabel alat pengukur suhu.
3. Pengumpulan data, perhitungan dan analisa data.

Metode WBT telah memperlihatkan kegunaan bahan bakar yang dapat diprediksikan secara kasar untuk berbagai keperluan pembakaran. Dapat digunakan untuk mengukur beberapa aspek berkaitan dengan meminimalkan bahan bakar, pengukuran laju pembakaran, konsumsi spesifik bahan bakar, dan kemampuan pembakaran<sup>[6]</sup>. Perhitungan efisiensi dan kemampuan pembakaran dapat dihitung menggunakan persamaan (1) berikut ini<sup>[7]</sup>.

$$\eta = \frac{m_{air} \times (T_{1air} - T_{2air}) \times C_p}{\Delta m_{oli} \times E_{oli}} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana:

$\eta$  = efisiensi pembakaran (%)

$c_p$  = kapasitas termal spesifik air (kal/gr °C)

$m_a$  = massa air (gram)

$\Delta m_{oli}$  = massa bahan bakar yang digunakan pembakaran (gram)

$T_{a1}$  = suhu air awal (°C)

$T_{a2}$  = suhu air akhir (°C)

$E$  = nilai kalor bahan bakar (kalori)

Efisiensi termal adalah besar energi panas yang diterima wadah dibandingkan dengan energi yang dilepas oleh pembakaran oli. Energi panas dihitung dari kalor yang digunakan untuk mendidihkan dan menguapkan sekian gram air dengan persamaan (2) berikut<sup>[7]</sup>.

$$Q_{air} = m_{air} \times c_{air} \times \Delta T_{air} \quad (2)$$

$Q$  = energi kalor (Kalori)

$m$  = massa air (gram)

$\Delta T$  = perubahan/kenaikan suhu (°C)

Kemampuan pembakaran (rasio kandungan energi dari bahan bakar yang dikonsumsi selama pembakaran) dihitung dengan persamaan (3) berikut [7].

$$P = \frac{\Delta m_{oli} \times E_{oli}}{\Delta t} \quad (3)$$

P = kemampuan/daya pembakaran (Watt)  
Δt = waktu tes (sekon)

Dan besarnya kandungan energy per satuan masa bahan bakar dihitung dengan memasukan data yang ada kedalam persamaan (4) berikut.

$$E_{oli} = \frac{Q_{air}}{\Delta m_{oli}} \quad (4)$$

#### Karakteristik Oli / Minyak Pelumas

Oli memiliki variabel atau parameter yang mewakili kondisi didalamnya. Parameter kualitas oli didasarkan pada nilai [8].

1. Viskositas
  2. Kandungan air
  3. Kandungan garam
  4. Polutan padat terlarut seperti debu/kotoran dan serpihan logam
  5. Total nilai basa
  6. Total nilai asam
- Parameter-parameter tersebut akan mengalami perubahan jika terjadi kerusakan pada pelumas yang disebabkan adanya partikel asing yang terlarut, proses oksidasi, peningkatan partikel tak larut. Penurunan kualitas pelumas tersenut akan sangat membahayakan kerja mesin sehingga pelumas dikatakan bekas dan harus dilakukan penggantian dengan minyak pelumas baru.

#### Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan karakteristik energi dari oli murni, oli bekas dan campuran antara oli murni dengan oli bekas jenuh terhadap kandungan material-material pengotor yang berubah didalamnya. Manfaat dari penelitian adalah dapat digunakannya data tersebut untuk mendesain pembangkit listrik yang memanfaatkan oli bekas sebagai bahan bakarnya.

## METODOLOGI

### Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di ruang BB6, laboratorium Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga selama bulan Februari-Maret 2013. Pengujian kandungan energi dilakukan pada suhu ruang 27°C.

### Alat dan bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Alat dan bahan yang digunakan

No	Nama alat/bahan	Keterangan
1	Oli Murni	Merek "X" untuk jenis kendaraan roda dua bermesin 4 tak, SAE 20W-50
2	Oli Bekas	Oli bekas merek "X" untuk jenis kendaraan roda dua bermesin 4 tak, SAE 20W-50.
3	Material pengotor	Oli bekas merek "X" untuk jenis kendaraan roda dua bermesin 4 tak, SAE 20W-50, dengan lama pemakaian ± 6 bulan, , dipakai ± 100 km/hari
4	Alat-alat yang digunakan dalam metode WBT	statif, termokopel, wadah pembakar Bunsen dengan sumbu tunggal, kaki tiga, kasa, gelas beker dan air, pipet tetes, stopwatch, serta timbangan digital

### Prosedur penelitian

#### 1. Pengukuran Kandungan Energi pada Oli murni dan Oli bekas.

Penelitian diawali dengan melakukan pengukuran kandungan energi pada oli murni dan bekas menggunakan metode WBT mengikuti rancangan seperti yang diperlihatkan pada gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Pengukuran Kandungan Energi dengan Metode WBT

Dilanjutkan dengan pengukuran besarnya energi panas yang dihasilkan pada pembakaran oli mengikuti persamaan (2), pengukuran massa bahan bakar yang terpakai/tersisa ( $\Delta m$ ) untuk menaikkan suhu air pada suhu tertentu ( $\Delta T$ ) dapat dilakukan dengan menggunakan timbangan digital, sedangkan energi bahan bakar yang dihasilkan untuk setiap gram massa bahan bakar yang dipakai dapat dihitung mengikuti persamaan (4). Percobaan diatas digunakan untuk menentukan energi rata-rata pada oli murni dan oli bekas, yang dapat dijadikan sebagai batas acuan identifikasi.

## 2. Simulasi Pengotoran Terhadap Oli Murni.

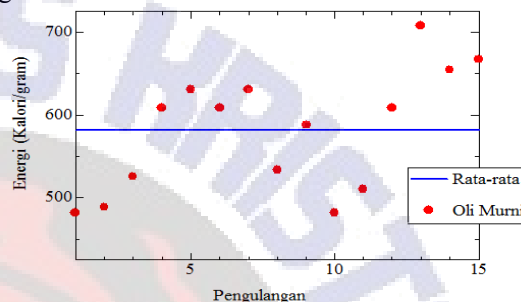
Dalam melakukan pengujian terhadap kandungan energi pada oli bekas diperlukan variabel yang terkontrol. Untuk memperoleh pengontrolan pada *grade* tertentu, akan dilakukan simulasi dengan penambahan material pengotor oli bekas jenuh pada oli murni. Penambahan material pengotor tersebut digunakan sebagai indikator perubahan kandungan energi akibat variabel yang berubah. Perubahan variabel pengotor tersebut dapat diasumsikan dengan kondisi semakin bertambahnya material pengotor akibat lama pemakaian oli murni tersebut didalam mesin.

Simulasi penambahan pengotor dilakukan dengan menambahkan material pengotor oli bekas jenuh dalam jumlah 0.1 sampai 1 gram dengan kenaikan 0.1 gram, pada penelitian ini dilakukan pada oli murni sejumlah 280.16 gram sesuai dengan kapasitas wadah yang digunakan. Dilanjutkan dengan penelitian menggunakan metode WBT untuk mengukur kandungan energi dari oli murni setelah ditambahkan material pengotor air didalamnya. Pengukuran kandungan energi pada oli setelah ditambahkan material

pengotor air ini mengikuti rancangan percobaan pada gambar 1 dan 2 diatas.

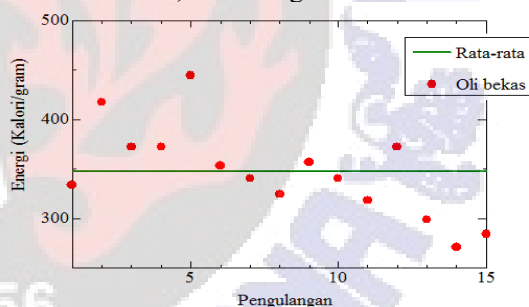
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian pengukuran kandungan energi melalui pengujian pembakaran dengan metode WBT yang telah dilakukan, diperoleh data yang dapat dilihat pada gambar berupa grafik kandungan energy pada oli murni dan oli bekas yaitu pada gambar 3 dan 4 berikut ini.

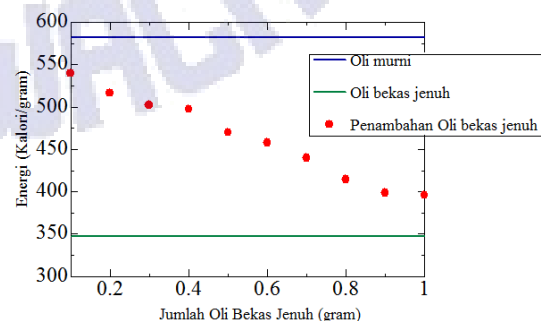


Gambar 3. Uji kandungan energi pada pembakaran oli murni

Berdasarkan gambar 3 diatas dapat diketahui bahwa sampel oli murni memiliki energi rata-rata sebesar 581,76 kalori/gram.



Gambar 4. Uji kandungan energi pada pembakaran oli bekas



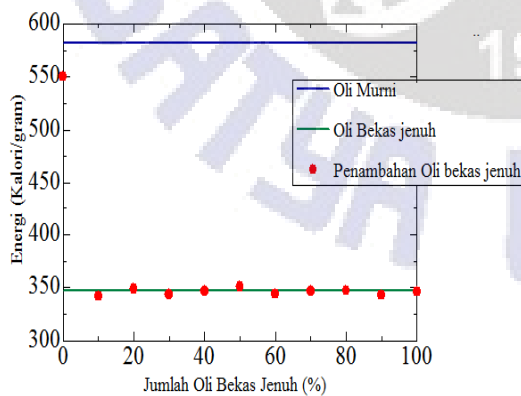
Gambar 5. Uji kandungan energi pada oli murni setelah ditambahkan variabel pengotor oli bekas jenuh



Sedangkan hasil penelitian terhadap kandungan energi pada oli murni setelah dilakukan simulasi penambahan material oli bekas jenuh dapat kita lihat pada gambar 5 di atas. Dapat diketahui bahwa penambahan material oli bekas jenuh dapat mengakibatkan kandungan energi pada oli murni berkurang. Hal tersebut dikarenakan didalam oli bekas jenuh terkandung sisa-sisa pembakaran yang bersifat korosif dan juga material-material baru yang dihasilkan akibat pemakaiannya. Timbulnya material-material sisa pembakaran didalam oli tersebut menghambat proses pembakaran. Saat pembakaran terhambat mengakibatkan penurunan kandungan energi yang terukur.

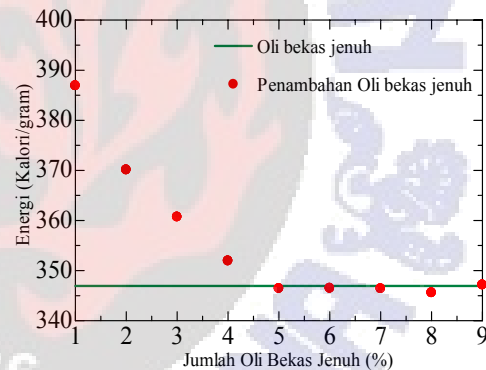
Sedangkan pada gambar 6 dibawah dapat diketahui bahwa akibat penambahan oli bekas pada oli murni dengan jumlah besar mulai dari 0% sampai dengan 100% dari volume juga mengakibatkan energi pada oli murni menurun. Besarnya penurunan energi pada bahan bakar tersebut keseluruhannya hampir konstan dengan rata-rata energi sebesar 350,00 kalori/gram.

Pada nilai kandungan energi oli sebesar 350,00 kalori/gram menunjuk pada nilai kesetaraan antara campuran oli murni dengan oli bekas jenuh terhadap kandungan energi oli bekas. Dengan demikian penambahan material pengotor oli bekas jenuh dalam jumlah/prosentase yang besar mengakibatkan kandungan energi pada oli murni menjadi jenuh, nilainya setara dengan oli bekas.



Gambar 6. Uji kandungan energi pada oli murni setelah ditambahkan variabel pengotor oli bekas jenuh dalam prosentase besar 0% sampai 100%

Sedangkan pada gambar 13 dibawah dapat diketahui bahwa tingkat kejenuhan besarnya energi kalor pada oli murni terjadi setelah ditambahkan material pengotor oli bekas jenuh dalam konsentrasi penambahan sebesar 5%. Sehingga pada konsentrasi penambahan 5% tersebut disebut dengan titik jenuh, karena setelah penambahan oli bekas jenuh sebesar 5% kedalam oli murni tidak mengakibatkan kandungan energi hasil pembakarannya menjadi berkurang, namun besarnya energi yang terukur pada oli murni tersebut menunjukkan pada kisaran energi rata-rata yang setara dengan kisaran energi yang dimiliki oli bekas jenuh tersebut. Penambahan material pengotor oli bekas ini diasumsikan mewakili material-material kotor yang timbul akibat proses pemakaian didalam mesin. Dengan demikian dapat diartikan ketika jumlah material-material pengotor lebih dari 5%, maka energi pada oli bekas memiliki harga sama seperti energi yang dimiliki oli bekas jenuh, yaitu sekitar 350,00 kalori/gram.



Gambar 7. Uji kandungan energi pada oli murni setelah ditambahkan variabel pengotor oli bekas jenuh dalam prosentase besar 1% sampai 9%

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa oli murni maupun oli bekas pada sampel penelitian memiliki potensi sebagai bahan bakar alternatif dengan kandungan energi rata-rata sebesar 581,76 sampai dengan 346,93 kalori/gram.

Semakin lama penggunaan oli murni, mengakibatkan semakin berkurangnya kandungan energi didalamnya. Hal tersebut

dikarenakan semakin bertambahnya jumlah material pengotor didalam oli yang menghambat proses pembakaran. Besarnya penurunan energi maksimum pada oli murni dicapai pada nilai energi rata-rata 350,00 kalori/gram dengan jumlah penambahan material pengotor sebesar 5% dari volume bahan bakar.

#### Saran

Dalam pengukuran kandungan energi dengan menggunakan metode WBT diperlukan sistem pembakaran yang terisolasi, sehingga energi yang terukur tidak banyak terbuang keluar sistem, terlebih pada pencapaian efisiensi pembakaran maksimum.

Pembakaran oli secara kimiawi sederhana merupakan metode yang cukup praktis, namun untuk selanjutnya perlu dipikirkan efek polusi akibat pembakarannya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Sukarmin, Drs., 2004. *Hidrokarbon dan minyak bumi*. Bagian proyek Pengembangan Kurikulum. Jakarta: DIREKTORAT Pendidikan Menengah dan Kejuruan, DEPDIKNAS.
- [2]. Fitriawan, Didit., 2010. *Studi Pengelolaan Limbah Padat & Limbah Cair PT X – Pasuruan Sebagai Upaya Penerapan Proses Produksi Bersih*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [3]. Raharjo, Wahyu. P., 2007. *Pemanfaatan TEA (Three Ethyl Amin) Dalam Proses Penjernihan Oli Bekas Sebagai Bahan Bakar Pada Peleburan Alumunium*. Jurnal Penelitian Sains dan Teknologi, Vol. 8, No. 2, 2007: 166-184, Surakarta: UNS.
- [4]. Monika, Ika dan Umar, Datin Fatia., 2008. *Pemanfaatan Bentonit Sebagai Penjernih Minyak Pelumas Bekas Hasil Proses Daur Ulang Dengan Batubara*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara, Bandung.
- [5]. Raharjo, Wahyu. P., 2009. *Pemanfaatan Oli Bekas Dengan Pencampuran Minyak Tanah Sebagai Bahan Bakar Pada Atomizing Burner*. Jurnal Penelitian Sains & Teknologi, Vol. 10, No. 2, 2009: 156-168, Surakarta: UNS.
- [6]. Sriharti, dan Salim, Takiyah., 2010. *Implementasi Teknologi Pengolahan Briket Dari Limbah Biji Jarak Pagar (Jatropha Curcas Linn) Di Desa Cimayasari Kecamatan Cipeundeuy Kabupaten Subang*. Subang: Balai Besar Pengembangan Teknologi Tepat Guna LIPI.
- [7]. Susilo, Bambang., 2007. *Pengujian Kinerja Kompor Tekan Menggunakan Bahan Bakar Alternatif Minyak Kapuk (Ceiba Petandra)*. Jurnal Teknologi Pertanian. 8(2): 119-126.
- [8]. Windarti, Aries Tri dan Burhan, R. Y. Perry., 2008. *Identifikasi Senyawa Penanda Dalam Pelumas Hasil Daur Ulang (Recycle) Menggunakan Ekstraksi Metil Etil Keton Dengan Penambahan Demulsifier CaCl<sub>2</sub> Anhidrat Melalui Analisa KG-M*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Nama Penanya : Bambang Setiahari  
Instansi : LAPAN Watukosek  
Pertanyaan :

1. Bagaimana perbandingan dengan Oli magnetized ? (Castrol Oil Magnetized)

Jawaban :

1. Tidak ada Jawabannya

Nama Penanya : I E Santoso  
Instansi : Univ. Sanata Dharma  
Pertanyaan :

1. Mengapa ada kata Indentifikasi ?
2. Ketidak pastian pengukuran ?

Jawaban :

1. Mohon maaf, ketidak pastian pengukuran belum ditambahkan
2. Karena didalam penelitian ini bukan hanya dilakukan indentifikasi terhadap dibekas saja, tetapi juga pada oil murni dan oli campuran (murni + bekas) untuk mengetahui pengaruh kontaminat terhadap kandungan untuk memilih bahan bakar yang memiliki energi sesuai dengan desain pembangkit listrik yang direncanakan untuk perbaikan akan diganti dengan Oli campuran