

Pengujian Campuran Bahan Bakar Minyak Plastik Pada Motor Diesel

Eko Arif Syaefuddin, Zulfiati, Ahmad Kholil,
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta
e-mail : eko_arif_syaefuddin@yahoo.com, ahmadkholil@unj.ac.id

Abstrak

Sampah plastik seperti kantong kresek, gelas plastik, botol plastik dll merupakan limbah yang berasal dari minyak bumi. Jumlahnya banyak disekitar kita. Limbah plastik ini bisa dikembalikan lagi menjadi minyak plastik dengan cara memanaskan kembali plastik tersebut diruang tanpa oksigen agar menguap dan terdestilasi menjadi minyak.

Penelitian ini bertujuan menguji kadar kadar gas buang dari beberapa campuran minyak plastik menggunakan motor diesel. Pengujian dilakukan pada motor diesel menggunakan campuran bahan bakar dengan kadar minyak plastik 10 %, 20 %, 30 % dan 40 %. Setelah dilakukan pengujian, hasilnya suhu kerja mesin relatif stabil seiring bertambahnya kadar minyak plastik. Tingkat opasitas gas buang mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya kadar minyak plastik. Pada pengujian opasitas mesin diesel, hasil terbaik didapat dengan menggunakan bahan bakar campuran 40% dengan putaran mesin stasioner 865-885 rpm dengan opasitas rata-rata sebesar 17,448%.

Kata kunci : minyak plastik, campuran, mesin diesel

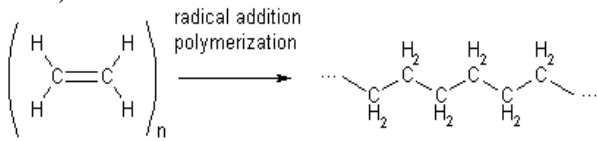
1. Pendahuluan

Energi adalah salah satu bagian terpenting dalam kehidupan manusia karena hampir semua aktivitas manusia selalu membutuhkan energi, tetapi beberapa tahun terakhir ini energi merupakan persoalan yang sangat penting di dunia. Energi fosil khususnya minyak bumi, merupakan sumber energi utama dan sumber devisa negara-negara penghasil minyak. Namun demikian, cadangan minyak bumi di dunia jumlahnya terbatas karena minyak bumi adalah sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui. Eksplorasi sumber minyak baru harus diawasi dengan ketat sementara, kebutuhan manusia akan energi semakin meningkat sejalan dengan laju pertumbuhan ekonomi dan pertambahan jumlah penduduk. Plastik merupakan salah satu bahan yang dihasilkan dari minyak bumi. Sampah plastik merupakan masalah bagi banyak negara karena plastik tidak dapat terurai di alam, maka sampah plastik harus didaur ulang. Karena tingginya jumlah sampah plastik yang dihasilkan daripada jumlah yang didaur ulang, menyebabkan plastik banyak yang menumpuk, plastik yang menumpuk adalah plastik yang digunakan sebagai pengemas makanan dan minuman. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengatasi permasalahan di atas yaitu dengan membuat energi alternatif dengan memanfaatkan limbah plastik menjadi bahan bakar

minyak solar yang dapat digunakan pada mesin diesel.

Sampah plastik adalah barang yang dapat merusak lingkungan, karena plastik merupakan polimer yang tidak terdegradasi di alam, sehingga sampah plastik akan menyebabkan degradasi fungsinya, tetapi karena sifatnya plastis, maka plastik ini menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari kehidupan manusia, diantaranya sebagai pengemas khususnya jenis plastik polietilen. Banyak cara yang telah ditempuh untuk mengulanginya, diantaranya adalah dengan proses daur ulang, tetapi karena plastik termasuk jenis polimer tinggi, maka jika didaur ulang terus-menerus akan mudah rusak dan tidak dapat dicetak lagi sehingga di masa yang akan datang akan banyak limbah berupa plastik ini. Plastik merupakan material yang mudah untuk diproduksi dan dapat bertahan dalam waktu yang cukup lama sehingga membutuhkan waktu puluhan tahun bahkan sampai ratusan tahun untuk terurai secara sempurna. Dalam proses penguraiannya ini yang akan menghasilkan beberapa zat kimia yang dapat membahayakan atmosfer dan memicunya pemanasan global (*global warming*). Ini adalah salah satu penyebab bagi para pecinta lingkungan mengkritik tentang pemanfaatan dan jumlah pemakaian plastik yang tidak terkendali.

Polietilen/politenterjadidaripolimerisasi etilen, polimerdasardicampurdenganbermacam-macam tambahan untuk menghasilkan bahan yang cocok untuk dituang (Hari Amanto dan Daryanto, 2006).



Gambar 1. Polimerisasi Dari Etilen Menjadi Polietilen

Minyak solar adalah bahan bakar minyak jenis *distillate* dan berwarna kuning coklat yang jernih (E. Karyanto, 2008). Bahan bakar minyak solar adalah jenis bahan bakar yang digunakan untuk mesin diesel. Penggunaan bahan bakar minyak solar banyak digunakan oleh masyarakat untuk kebutuhan bahan bakar kendaraan dan industri. Hidrokarbon juga merupakan bahan dasar untuk pembuatan plastik dan polimer. Karena persamaan struktur kimia inilah plastik polietilen akan dicoba dibuat sebagai bahan campuran untuk minyak solar. Bahan bakar minyak solar yang baik harus memenuhi kriteria standar yang telah ditentukan, baik untuk kinerja mesin maupun untuk lingkungan akibat gas buang maupun asap yang dihasilkan dari knalpot kendaraan.

Mesin diesel banyak sekali digunakan pada kendaraan dan industri karena efisiensi panas, daya dan torsi, dan konsumsi bahan bakar yang baik, sehingga kebutuhan minyak solar semakin meningkat. Oleh sebab itu dibutuhkan pencarian bahan bakar diesel alternatif selain dari hasil kilangan yaitu dengan cara menggunakan limbah plastik untuk bahan campuran minyak solar yang setara dengan minyak solar dari hasil kilangan dan mengurangi polusi sampah plastik yang ada dan mengurangi penggunaan minyak solar dari hasil kilangan. Cara yang dilakukan untuk menghasilkan minyak solar dari limbah plastik ini dengan cara mendistilasi plastik sampai berbentuk minyak. Agar minyak dari distilasi plastik bisa digunakan harus dicampur dengan minyak solar dengan perbandingan tertentu, agar bisa digunakan pada mesin diesel.

2. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

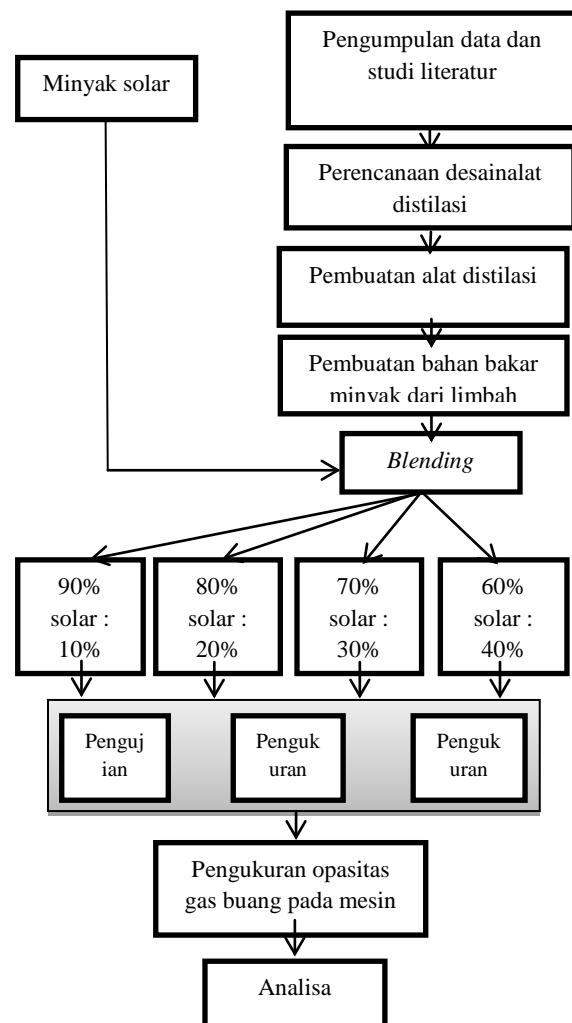
1. Mengatasi masalah lingkungan yang diakibatkan oleh penumpukan limbah plastik.
2. Memanfaatkan bahan bakar minyak dari limbah plastik polietilen sebagai bahan bakar alternatif campuran pada bahan bakar mesin diesel.

3. Mencari perbandingan campuran bahan bakar minyak solar dengan minyak distilasi plastik yang optimal.

3. Teknik Analisis Data

Data yang dikumpulkan pada eksperimen dan pengukuran akan dianalisis dengan menggunakan standar pengujian dan standar pengukuran. Adapun langkah-langkah pengolahan data sebagai berikut:

1. Menentukan kadar campuran antara minyak solar dengan minyak distilasi plastik.
2. Melakukan uji nilai kalor bahan bakar.
3. Mengukur viskositas dan massa jenis dari minyak solar, minyak distilasi plastik, dan campuran antara minyak solar dengan minyak distilasi plastik.
4. Mengukur kadar opasitas gas buang yang dikeluarkan melalui pipa gas buang dan diukur dengan *diesel smoke meter*.



dengan volume 1 liter yang akan diisi dengan air yang berfungsi sebagai kondensor uap dari hasil distilasi.

Gambar 2. Diagram Alur Penelitian

4. Aplikasi Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen laboratorium dan analisis, yaitu membuat desain alat distilasi, membuat perbandingan campuran bahan bakar dengan metode *blending* dan mengetahui karakteristik bahan bakar dari limbah plastik polietilen, mengujinya pada mesin diesel dalam proses eksperimen.

ANALISA HASIL PENELITIAN

A. Proses Pembuatan Alat Distilasi Plastik Polietilen

1. Pembuatan Pemanas Distilasi

Pemanas distilasi yang digunakan sebagai alat untuk memanaskan plastik polietilen dari berbentuk padat kemudian diubah menjadi bentuk cair menggunakan dua buah pemanas *rice cooker* dengan daya 600 Watt dan 300 Watt. Pemanas terbuat dari material krom-besi-aluminium, pemanas memiliki ketahanan dengan temperatur 350°C dan mempunyai diameter 160 mm. Pemanas dirangkai menggunakan termokopel tipe K dan termokontrol agar lebih mudah mengatur temperatur saat mengoperasikan alat distilasi. Kabel yang digunakan untuk pemanas adalah kabel tahan panas dengan diameter 1,5 mm yang dihubungkan langsung dengan panel kontrol temperatur.

2. Pembuatan Tungku Pemanas Distilasi

Rangka tungku pemanas distilasi menggunakan tabung udara *jet pump* yang dibelah menjadi dua bagian, yaitu bagian atas dan bagian bawah. Bagian bawah memiliki diameter 260 mm dengan tinggi 300 mm, dan bagian atas memiliki diameter 260 mm dengan tinggi 150 mm. Tungku dicor dengan menggunakan *sika grout* 215 setebal 90 mm yang berfungsi sebagai penyekat panas di dalam tungku.

3. Pembuatan Alat Distilasi

Alat distilasi terdiri dari tiga bagian, yaitu tabung reaktor, pipa distilasi, dan bejana penampung hasil distilasi. Tabung reaktor yang digunakan berbahan dari seng dengan diameter 150 mm, tinggi 155 mm dan tebal 1,5 mm dengan volume 2,73 liter. Bagian atas tabung reaktor dilubangi untuk memasukan pipa distilasi ke dalam tabung reaktor. Pipa distilasi terbuat dari pipa besi dengan diameter ¾ inci dengan tebal 2 mm, berfungsi sebagai alat untuk mengalirkan uap dari tabung reaktor ke dalam bejana penampungan. Bejana penampung yang digunakan pada alat distilasi adalah gelas labu

4. Perhitungan Kelistrikan Alat Distilasi

a. Daya pemanas

$$P_{\text{total}} = P_1 + P_2$$

$$P_{\text{total}} = 600\text{W} + 300\text{W}$$

$$P_{\text{total}} = 900\text{W} = 0,9 \text{ kW}$$

b. Tahanan pemanas

$$R = \frac{V^2}{P}$$

$$R = \frac{220^2}{900}$$

$$R = 53,777 \Omega$$

c. Kuat arus

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \phi}$$

$$I = \frac{900}{220 \cdot 0,7}$$

$$I = \frac{900}{154}$$

$$I = 5,844 \text{ A}$$

$\cos \phi$ adalah faktor daya=0,7

Jadi MCB yang dipakai untuk pemanas adalah MCB 6 A.

d. Konsumsi pemakaian listrik

Diketahui: daya yang dibutuhkan untuk temperatur 250°C adalah 900W waktu yang dibutuhkan untuk satu kali distilasi 3,5 jam=210 menit

$$\text{kWh} = \frac{P}{1000} \times \frac{h}{60}$$

$$\text{kWh} = \frac{900}{1000} \times \frac{210}{60}$$

$$\text{kWh} = 3,15 \text{ kWh}$$

Jadi konsumsi listrik selama 210 menit adalah 3,15 kWh

Untuk menghitung besarnya biaya yang dikeluarkan saat mengoperasikan alat, ditetapkan batas daya sebesar 1300 VA pada golongan tarif R-1/TR pada sistem prabayar sebesar Rp790/kWh (sesuai dengan Peraturan Presiden No. 8 Tahun 2011 Tentang Tarif Dasar Listrik Untuk Keperluan Rumah Tangga) maka jumlah biayanya adalah:
Biaya = Besarnya konsumsi listrik x Tarif dasar listrik

$$\text{Biaya} = 3,15 \text{ kWh} \times \text{Rp } 790$$

$$\text{Biaya} = \text{Rp } 2.488,5$$

Jadi biaya yang harus dikeluarkan pada satu kali operasional alat distilasi selama 210 menit adalah sebesar Rp 2.488,5.

e. Kalor yang dihasilkan pemanas

Diketahui: $P=900\text{W}$ dan $t=3,5 \text{ jam}=12600 \text{ detik}$

$$Q = 0,24 \times P \times t$$

$$Q = 0,24 \times 900 \text{ Watt} \times 12600 \text{ detik}$$

$$Q = 2721600 \text{ Kalori}$$

$$= 2721,6 \text{ kilo Kalori}$$

Jadi kalor yang dihasilkan pemanas selama 3,5 jam adalah 2721,6 kilo Kalori

B. Proses Pembuatan Minyak Distilasi Plastik Polietilen

Untuk menghasilkan minyak distilasi dari limbah plastik polietilen agar dapat digunakan sebagai bahan campuran dengan minyak solar dilakukan dengan cara mendistilasi plastik polietilen menjadi minyak dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Tahap awal:

- Siapkan alat distilasi yang akan digunakan dan periksa rangkaian kelistrikan.
- Siapkan tabung reaktor dan pipa distilasi.
- Bersihkan limbah gelas air mineral dengan cara dicuci dan buang plastik bagian atasnya kemudian dikeringkan dengan cara dijemur dengan panas matahari.
- Potong limbah gelas air mineral yang sudah bersih menjadi bagian yang lebih kecil, pemotongan bisa dilakukan dengan menggunakan gunting maupun mesin penghancur plastik.
- Masukkan potongan limbah air mineral ke dalam tabung reaktor, dan pastikan tabung reaktor tertutup dengan rapat dan tidak ada kebocoran.

2. Tahap distilasi:

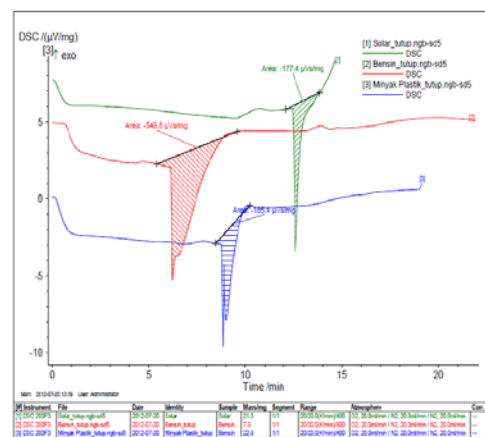
- Masukkan tabung reaktor ke dalam tungku pemanas dan tutup tungku pemanas kemudian dikunci dengan baut.
- Pastikan pipa distilasi pada dudukan tungku pemanas pada keadaan stabil dan periksa sambungan-sambungan pada pipa distilasi tidak ada kebocoran.
- Siapkan bejana yang telah diisi dengan air dan tempatkan pipa keluaran distilasi dalam bejana tersebut (bejana berfungsi sebagai kondensor dan penampung minyak dari hasil distilasi).
- Colokkan kabel pemanas pada arus listrik, hidupkan MCB pada kotak panel, atur termokontrol pada temperatur 250°C lalu tekan tombol *set*, dan hidupkan saklar pemanas pada posisi *on* (perhatikan nyala lampu pilot, warna hijau untuk *stand by* dan pemanas tidak bekerja, dan warna merah untuk keadaan pemanas bekerja).
- Alat pemanas bekerja selama 2,5 jam (150 menit) untuk mendistilasi limbah gelas air mineral sebanyak 1 kg (gunakan *masker* selama proses ini).
- Setelah melewati waktu selama 2,5 jam (150 menit), maka akan timbul gelembung-gelembung uap pada bejana kondensor dan

waktu yang dibutuhkan sampai semua proses distilasi selesai selama 1 jam, biarkan sampai uap habis dengan sendirinya. Jadi total waktu yang diburuhkan adalah 3,5 jam (210 menit) uap dari distilasi plastik akan terpisah dengan air karena perbedaan berat jenis.

- Pastikan mematikan pemanas sampai uap yang dihasilkan pada bejana kondensor sudah benar-benar habis (berhenti menghasilkan gelembung uap), karena apabila pemanas dimatikan saat uap belum habis maka akan terjadi tekanan balik yang tinggi pada tabung reaktor sehingga bisa menyebabkan ledakan pada tabung reaktor.
 - Dalam penelitian ini 1 kg plastik polietilen yang didistilasi menghasilkan ± 1 liter minyak distilasi plastik.
- ### 3. Tahap akhir:
- Pisahkan minyak dari distilasi plastik dengan air.
 - Saring minyak distilasi plastik dari kotoran agar lebih bersih dari kotoran.
 - Simpan minyak distilasi plastik pada tempat yang kedap udara agar tidak menguap.
 - Bersihkan tabung reaktor dari residu hasil distilasi plastik polietilen.

D. Nilai Kalor

Hasil pengujian nilai kalor bakar digambarkan di dalam grafik DSC berbanding dengan waktu.



Gambar 2.
Skala

Pengukuran Nilai Kalor Bakar Dengan DSC.

E. Massa Jenis

Pengukuran massa jenis menggunakan piknometer kapasitas volume 5 ml dengan temperatur ruang 25°C diukur dengan digital balance ketelitian 0,01 mg dengan langkah sebagai berikut:

- Siapkan semua sampel yang akan diuji pada masing-masing gelas ukur sebanyak 6 ml pada suhu ruang 25°C dan tutup rapat agar tidak terjadi penguapan.

2. Timbang besar massa piknometer menggunakan *digital balance*, pastikan piknometer dalam keadaan kering dan bersih dan catat massanya.
3. Timbang massa piknometer berisi aquades penuh, pastikan tidak ada udara yang terperangkap pada tutup piknometer dan catat massanya.
4. Bersihkan piknometer dari sampel dengan air hangat dan sabun lalu bilas dengan aquades, pastikan sebelum memasukkan sampel berikutnya, piknometer dalam keadaan kering dan bersih.
5. Timbang semua sampel dan catat massanya.

Tabel 1. Hasil Penguukuran Massa Jenis

| No. | Nama sampel | ρ (g/ml) |
|-----|--------------------------|---------------|
| 1 | Aquades | 1,0269 |
| 2 | Minyak solar | 0,8712 |
| 3 | Minyak distilasi plastik | 0,7719 |
| 4 | C 10 | 0,8595 |
| 5 | C 20 | 0,8520 |
| 6 | C 30 | 0,8409 |
| 7 | C 40 | 0,8306 |

F. Viskositas

Pengukuran viskositas dengan menggunakan viskometer ostwald menggunakan temperatur ruang 25°C menggunakan aquades sebagai pembandingnya dilakukan dengan langkah sebagai berikut:

1. Tentukan massa jenis sampel yang akan ditentukan viskositasnya menggunakan piknometer dan *digital balance*.
2. Masukkan zat cair ke dalam viscometer Ostwald sebanyak 5 ml dengan menggunakan pipet.
3. Sedot sampel melalui pipa ukur viskometer hingga melewati batas ukur yang paling atas.
4. Pasang *stopwatch*, mulai saat sampel turun dari tanda batas itu dan berhenti saat sampel berada di tanda batas bagian bawahnya.
5. Catat berapa lama zat cair itu turun.
6. Ulangi sampai 3 kali pengukuran.
7. Bersihkan dan keringkan viskometer sebelum mengukur sampel berikutnya agar tidak terkontaminasi dengan sampel sebelumnya.
8. Ulangi dengan sampel yang lain dengan langkah yang sama.

Tabel 2. Nilai Viskositas

| No. | Sampel | Viskositas |
|-----|--------|------------|
|-----|--------|------------|

| | | (cp) |
|---|--------------------------|--------|
| 1 | Minyak solar | 3,0036 |
| 2 | Minyak distilasi plastik | 0,7412 |
| 3 | C 10 | 2,5516 |
| 4 | C 20 | 2,2559 |
| 5 | C 30 | 1,9081 |
| 6 | C 40 | 1,6786 |

G. Opasitas Gas Buang

Penggunaan bahan bakar C 40

Tabel 3. Pengukuran Opasitas Menggunakan C 40.

| Bahan Bakar (volume 1 liter) | RP M | Waktu (menit ke-) | Temperatur Mesin (°C) | Opasitas (%) |
|------------------------------|------|-------------------|-----------------------|--------------|
| C 40 | 875 | 1 | 94 | 17,48 |
| | 870 | 2 | 115 | 17,49 |
| | 865 | 3 | 130 | 17,45 |
| | 870 | 4 | 137 | 17,43 |
| | 880 | 5 | 145 | 17,44 |
| | 885 | 6 | 150 | 17,46 |
| | 875 | 7 | 163 | 17,41 |
| | 865 | 8 | 168 | 17,43 |
| | 870 | 9 | 175 | 17,44 |
| | 870 | 10 | 192 | 17,45 |
| Opasitas rata-rata | | | | 17,448 |

Jadi hasil pengukuran opasitas gas buang menggunakan bahan bakar C 40 mempunyai tingkat opasitas gas buang rata-rata sebesar 17,448% dengan putaran mesin stasioner sebesar 865-885 rpm selama 10 menit.

KESIMPULAN

1. Limbah plastik polietilen dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif mesin diesel dengan metode *blending*.
2. Untuk menghasilkan minyak distilasi dari plastik polietilen dibutuhkan temperatur minimal 250°C dalam waktu 2,5 jam dan didapatkan sebanyak ± 1 liter minyak distilasi plastik.
3. Daya pemanas untuk alat distilasi adalah 350 Watt dengan tahanan pemanas sebesar 138,28 Ω dan kuat arus sebesar 2,27 A.
4. Besarnya konsumsi listrik yang dibutuhkan pemanas selama 2,5 jam dengan temperatur 250°C adalah 0,875 kWh dengan biaya sebesar Rp 2.488,5 dan nilai kalor yang dihasilkan pemanas 756 kilo Kalori.
5. Pengujian nilai kalor bakar menggunakan *Differential Scanning Calorimetry* (DSC) pada

jangkauan temperatur 20°-400°C didapatkan nilai kalor bakar untuk minyak solar sebesar -177,4 $\mu\text{V}/\text{mg}$ dan untuk minyak distilasi plastik -185,4 $\mu\text{V}/\text{mg}$.

6. Pengukuran massa jenis bahan bakar menggunakan piknometer didapatkan data, minyak solar 0,8712 g/ml, minyak distilasi plastik 0,7719 g/ml. Untuk bahan bakar campuran C 10 0,8595 g/ml, C 20 0,8520 g/ml, C 30 0,8409 g/ml dan C 40 0,8306 g/ml. Pengukuran dengan skala derajat API didapatkan data, minyak solar sebesar 30,9196, C 10 sebesar 33,1305, C 20 sebesar 34,5798, C 30 sebesar 36,7720, dan C 40 sebesar 38,8587.
7. Untuk hasil pengukuran viskositas menggunakan viskometer Ostwald pada bahan bakar campuran didapatkan besarnya viskositas untuk C 10 sebesar 2,5516 cp, C 20 sebesar 2,2559 cp, C 30 sebesar 1,9081 dan C 40 sebesar 1,6786 cp.
8. Pada pengujian opasitas mesin diesel, hasil terbaik didapat dengan menggunakan bahan bakar C 40 dengan putaran mesin stasioner 865-885 rpm didapatkan opasitas rata-rata sebesar 17,448%.

DAFTAR PUSTAKA

- Bresnick, Stephen. 2002. *Intisari Fisika*. Jakarta: Hipokrates.
- Bresnick, Stephen. 2004. *Intisari Kimia Organik*. Jakarta: Hipokrates.
- Dorel Feldman dan Anton J. Hartomo. 1995. *Bahan Polimer Konstruksi Bangunan*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- E. Karyanto. 2008. *Penuntun Pratikum Mesin Diesel Volume 1*. Jakarta: Restu Agung.
- Hari Amanto dan Daryanto. 2006. *Ilmu Bahan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Kadir, Abdul Wahab Abdoel. 2004. *Dasar-Dasar Perminyakan Untuk Pekerja Non Teknis*. Jakarta: Perca.
- Keenan, Kleinfelter, Wood dan A. Hadyana Pudjaatmaka. 1992. *Kimia Untuk Universitas Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Mukhibin. 2011. *Mengubah Oli Bekas Menjadi Solar*. Yogyakarta: Pustaka Solomon.
- Stevens, Malcolm P. 2001. *Kimia Polimer*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Sudjadi. 1988. *Metode Pemisahan*. Yogyakarta: Kanisius.