

## PEMANFAATAN BAHAN BAKAR POLYPROPYLENE DENGAN ZAT ADITIF BERVARIASI PADA MOTOR BAKAR

Adityo<sup>1</sup>, Dwi Djoko Suranto<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Mesin Otomotif, Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Jember  
Email : adityo@polije.ac.id<sup>1</sup>, dwidjokosuranto@gmail.com

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan bahan bakar polypropylene sebagai bahan bakar alternatif. Dengan melimpahnya sampah plastik di sekitar kita, sampah tersebut dapat dijadikan bahan baku bahan bakar alternatif dengan proses pirolisis. Hal tersebut dilakukan dengan memisahkan senyawa hidrokarbon dalam polypropylene pembentuk plastik. Dalam kenyataannya tanpa proses lanjutan setelah pemanasan awal bahan bakar tersebut belum mampu memberikan hasil optimal ketika digunakan. Adapun upaya sederhana meningkatkan kemampuan bahan bakar polypropylene ini dengan menambahkan zat aditif. Dalam pengujian bahan bakar polypropylene ini digunakan sepeda motor bermesin bensin yang diuji unjuk kerja pada dinamometer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya terbesar diperoleh pada pengujian dengan campuran bahan bakar VP-Power dengan polypropylene dan oli sintetis yaitu sebesar 34,7 Hp.

Kata kunci: bahan bakar polypropylene, mesin bensin dua tak, zat aditif, dynotest.

### PENDAHULUAN

Unjuk kerja motor bakar berupa torsi maupun daya dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya bahan bakar yang digunakan. Penggunaan bahan bakar secara langsung berhubungan dengan proses pembakaran di dalam silinder mesin. Penggunaan bahan bakar juga dapat divariasikan dengan penambahan zat aditif dengan maksud meningkatkan kemampuan unjuk kerja motor bakar. Bahan bakar polypropylene telah diteliti oleh beberapa peneliti. Salah satu penelitian telah dilakukan dengan mengolah sampah plastik polipropilena (pp) menjadi bahan bakar minyak dengan metode perengkahan katalitik menggunakan katalis sintetis [1]. Polipropilena atau polipropena (PP) adalah sebuah polimer termo-plastik yang dibuat oleh industri kimia dan digunakan dalam berbagai aplikasi [2]. Telah diteliti tentang pengaruh campuran bahan bakar premium dengan plastik polypropilene (PP) hasil pirolisis terhadap nilai kalor bahan bakar [3]. Penelitian lain menyatakan bahwa plastik terbuat dapat terbuat dari hidrokarbon

yang murah dan mudah didapat serta mengurangi jumlah sampah dengan meneliti produksi bahan bakar mesin dari sampah plastik pirolisis dan evaluasi performa pada mesin diesel [4]. Selanjutnya bahan bakar polypropylene, dapat diteliti penggunaannya sebagai bahan bakar alternatif pada motor bensin. Dalam rangka mengoptimalkan unjuk kerja mesin, perlu proses pembakaran yang lebih baik. Proses pembakaran dapat menjadi lebih baik dengan penggunaan bahan bakar yang ditambahkan dengan zat aditif. Penambahan zat aditif dilakukan dengan maksud sebagai activator untuk menambah sifat reaktif sehingga flameable. Secara umum, zat aditif dibedakan menjadi dua yaitu zat aditif sintetis atau buatan dan zat aditif alami. Zat aditif biasa diperoleh dari metabolisme mikroorganisme seperti yang dijelaskan pada penelitian tentang bahan bakar bio yang terbuat dari mikroba sebagai aditif anti-knock [5]. Zat aditif merupakan bahan yang ditambahkan pada bahan bakar kendaraan bermotor, baik mesin bensin maupun mesin diesel [6]. Salah satu penelitian tentang

penggunaan zat aditif telah menginvestigasi dampak beberapa aditif pada unjuk kerja motor bensin [7]. Zat aditif yang digunakan dalam penelitian tersebut dipilah menjadi tiga yaitu gasoline additive, gasoline booster, dan octane booster.

Dari uraian tersebut, peneliti tertarik untuk mengetahui unjuk kerja mesin sepeda motor yaitu daya dan torsi yang menggunakan bahan bakar polypropylene dengan diberi beberapa variasi campuran zat aditif.

## METODE PENELITIAN

### 1. Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam penelitian eksperimen, dengan melakukan pengamatan langsung pada hasil pengujian material. Penelitian dilakukan dengan membandingkan hasil unjuk kerja mesin berdasarkan konsumsi campuran bahan bakar *polypropylene* dengan zat aditif secara bervariasi (variasi volume maupun jenis zat aditif).

### 2. Peralatan

Adapun mesin dan peralatan yang digunakan untuk penelitian antara lain sebagai berikut.

- a. Mesin Dua Langkah Tipe KW6 Merk Honda
  - 1) Diameter x langkah : 59 mm x 54,5 mm
  - 2) Sistem pendingin : Cairan (radiator)
  - 3) Sistem kelistrikan : DC 12 V, 6,5 A
  - 4) Karburator : Keihin SPJ 39 mm (pilot jet 55, main jet 160)
- b. Dinamometer dengan spesifikasi sebagai berikut:
  - 1) Measurement item : Speed, RPM, Acceleration, Torque, Power
  - 2) Data transfer : RS232 – USB
  - 3) Maximum torque : 50 Nm
  - 4) Maximum RPM : 20.000 rpm
  - 5) Maximum power : 50 HP
  - 6) Maximum speed : 350 km/jam
  - 7) Diameter roller : 25 cm
  - 8) Berat roller : 154 kg
  - 9) Inertia roller : 1.2 Kg.m<sup>2</sup>

- 10) Lebar : 97 Cm
- 11) Panjang : 195 Cm
- 12) Aplikasi yang digunakan : *Hofmann Werkstatt-Technik*

- c. Zat aditif
  - 1) R-30 Rotary
  - 2) Octane Up (Octane Booster)
  - 3) Aceton 75%
- d. Minyak lumas mesin dua langkah sintetis (oli samping)
- e. Bahan bakar yang digunakan VP Power dan *Polypropylene*
- f. Gelas ukur

### 3. Prosedur Penelitian

Seluruh pengambilan data dilakukan di atas peralatan *dynotest* yang terlebih dahulu sepeda motor diposisikan dengan roda belakang tepat di atas roller dan bodi pada sepeda motor diikat dengan sabuk pengikat pada dinamometer.

### 4. Tahap Persiapan Penelitian

Setelah proses penyusunan peralatan dan motor uji sudah terpasang dengan baik pada dinamometer, dilakukan proses pengecekan pada kondisi pemasangan motor terhadap alat ukur dan tachometer yang terletak pada dinamometer.

### 5. Tahap Penelitian

- a. Tahapan proses uji torsi dan daya pada mesin bensin dua langkah tipe KW6 147cc menggunakan silinder blok model dua lubang saluran buang berbahan bakar campuran VP-Power dan *polypropylene* serta oli samping :
  - 1) Menggunakan silinder blok model dua lubang saluran buang pada mesin.
  - 2) Menggunakan bahan bakar campuran VP-Power (2000 ml), *polypropylene* (2000ml) dan oli samping (40 ml).
  - 3) Menghidupkan mesin.

- 4) Memulai pengujian atau proses pengambilan data untuk torsi dan daya oleh dinamometer.
  - 5) Setelah mengetahui torsi dan daya, menghentikan proses pengambilan data pada mesin dinamometer.
  - 6) Menyimpan data yang diperoleh.
  - 7) Mengulangi langkah 2 – 6 secara berurutan sebanyak lima kali penyimpanan data.
- b. Tahapan proses uji torsi dan daya pada mesin bensin dua langkah tipe KW6 147cc menggunakan silinder blok model dua lubang saluran buang berbahan bakar campuran VP-Power dan *polypropylene* serta aditif (R30 Rotary) :
- 1) Menggunakan silinder blok model dua lubang saluran buang pada mesin.
  - 2) Menggunakan bahan bakar campuran VP-Power (2000ml), *polypropylene* (2000ml) dan aditif (20 ml).
  - 3) Menghidupkan mesin.
  - 4) Memulai pengujian atau proses pengambilan data untuk torsi dan daya oleh dinamometer.
  - 5) Setelah mengetahui torsi dan daya, menghentikan proses pengambilan data pada mesin dinamometer.
  - 6) Menyimpan data yang diperoleh.
  - 7) Mengulangi langkah 2 – 6 secara berurutan sebanyak lima kali penyimpanan data.
- c. Tahapan proses uji torsi dan daya pada mesin bensin dua langkah tipe KW6 147cc menggunakan silinder blok model dua lubang saluran buang berbahan bakar campuran VP-Power dan *polypropylene* serta *octanebooster* (OctaneUp) :
- 1) Menggunakan silinder blok model dua lubang saluran buang pada mesin.
  - 2) Menggunakan bahan bakar campuran VP-Power (2000ml), *polypropylene* (2000ml) dan *octanebooster* (25ml).
  - 3) Menghidupkan mesin.
- d. Tahapan proses uji torsi dan daya pada mesin bensin dua langkah tipe KW6 147cc menggunakan silinder blok model dua lubang saluran buang berbahan bakar campuran VP-Power dan *polypropylene* serta *acethon*:
- 1) Menggunakan silinder blok model dua lubang saluran buang pada mesin.
  - 2) Menggunakan bahan bakar campuran VP-Power (2000ml), *polypropylene* (2000ml) dan *acethon* (25ml).
  - 3) Menghidupkan mesin.
  - 4) Memulai pengujian atau proses pengambilan data untuk torsi dan daya oleh dinamometer.
  - 5) Setelah mengetahui torsi dan daya, menghentikan proses pengambilan data pada mesin dinamometer.
  - 6) Menyimpan data yang diperoleh.
  - 7) Mengulangi langkah 2 – 6 secara berurutan sebanyak lima kali penyimpanan data.
- e. Tahapan proses uji torsi dan daya pada mesin bensin dua langkah tipe KW6 147cc menggunakan silinder blok model dua lubang saluran buang berbahan bakar campuran VP-Power dan *polypropylene* serta campuran aditif dan *acethon*:
- 1) Menggunakan silinder blok model dua lubang saluran buang pada mesin.
  - 2) Menggunakan bahan bakar campuran VP-Power (2000ml), *polypropylene* (2000ml) dan campuran aditif (20 ml) dan *acethon* (25 ml).
  - 3) Menghidupkan mesin.

- 4) Memulai pengujian atau proses pengambilan data untuk torsi dan daya oleh dinamometer.
  - 5) Setelah mengetahui torsi dan daya, menghentikan proses pengambilan data pada mesin dinamometer.
  - 6) Menyimpan data yang diperoleh.
  - 7) Mengulangi langkah 2 – 6 secara berurutan sebanyak lima kali penyimpanan data.
- f. Tahapan proses uji torsi dan daya pada mesin bensin dua langkah tipe KW6 147cc menggunakan silinder blok model dua lubang saluran buang berbahan bakar campuran VP-Power dan *polypropylene* serta campuran aditif dan *octanebooster*:
- 1) Menggunakan silinder blok model dua lubang saluran buang pada mesin.
  - 2) Menggunakan bahan bakar campuran VP-Power (2000ml), *polypropylene* (2000ml) dan campuran aditif (20ml) dan *octanebooster* (25 ml).
  - 3) Menghidupkan mesin.
  - 4) Memulai pengujian atau proses pengambilan data untuk torsi dan daya oleh dinamometer.
  - 5) Setelah mengetahui torsi dan daya, menghentikan proses pengambilan data pada mesin dinamometer.
  - 6) Menyimpan data yang diperoleh.
  - 7) Mengulangi langkah 2 – 6 secara berurutan sebanyak lima kali penyimpanan data.
- g. Tahapan proses uji torsi dan daya pada mesin bensin dua langkah tipe KW6 147cc menggunakan silinder blok model dua lubang saluran buang berbahan bakar campuran VP-Power dan *polypropylene* serta campuran *acethon* dan *octanebooster*:
- 1) Menggunakan silinder blok model dua lubang saluran buang pada mesin.
  - 2) Menggunakan bahan bakar campuran VP-Power (2000ml), *polypropylene* (2000ml) dan campuran *acethon* (20 ml) dan *octanebooster* (25ml).

- 3) Menghidupkan mesin.
- 4) Memulai pengujian atau proses pengambilan data untuk torsi dan daya oleh dinamometer.
- 5) Setelah mengetahui torsi dan daya, menghentikan proses pengambilan data pada mesin dinamometer.
- 6) Menyimpan data yang diperoleh.
- 7) Mengulangi langkah 2 – 6 secara berurutan sebanyak lima kali penyimpanan data.

## 7. Pengambilan Data Penelitian

Data yang diambil berupa inputan putaran mesin, torsi dan daya masing masing berdasarkan impuls yang diinputkan berdasarkan masing-masing sensor yang selanjutnya direkam dalam internal memory pada dinamometer. Pembahasan dilakukan dengan menganalisa dan membandingkan data yang terekam pada dinamometer.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Hasil Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan campuran bahan bakar *polypropylene* dengan zat aditif bervariasi yang meningkatkan performa mesin. Adapun data yang diperoleh sebagai berikut:

#### 1.1. Data Hasil Pengujian VP-Power dan Polypropylene serta oli samping

Data hasil pengujian standar dapat dilihat pada Tabel 1. berikut:

Tabel 1. Hasil Pengujian *Standart*

| Pengujian    | Hasil Pengukuran              |                              |                             |
|--------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
|              | Engine power (corrected) (hp) | Engine power (measured) (hp) | Wheel power (measured) (hp) |
| Standart (1) | 26,4                          | 25,5                         | 21,7                        |
| Standart (2) | 28,7                          | 27,5                         | 18,9                        |

|                 |      |      |      |
|-----------------|------|------|------|
| Standart<br>(3) | 34,7 | 33,3 | 20,7 |
| Standart<br>(4) | 28,2 | 27,0 | 17,6 |
| Standart<br>(5) | 27,8 | 26,6 | 22,4 |

#### 1.2. Data Hasil Pengujian VP-Power dan Polypropylene serta Aditif

Data hasil pengujian standar dapat dilihat pada Tabel 2. berikut:

Tabel 2. Hasil Pengujian VP-Power dan Polypropylene serta aditif

| Pengujian  | Hasil Pengukuran              |                              |                             |
|------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
|            | Engine power (corrected) (hp) | Engine power (measured) (hp) | Wheel power (measured) (hp) |
| Aditif (1) | 26,4                          | 25,2                         | 20,7                        |
| Aditif (2) | 30,1                          | 28,7                         | 22,5                        |
| Aditif (3) | 27,4                          | 26,1                         | 20,8                        |
| Aditif (4) | 27,3                          | 26,0                         | 20,4                        |
| Aditif (5) | 24,8                          | 23,6                         | 18,1                        |

#### 1.3. Data Hasil Pengujian VP-Power dan Polypropylene serta Octanebooster

Data hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3. berikut:

Tabel 3. Hasil Pengujian VP-Power dan Polypropylene serta Octanebooster

| Pengujian | Hasil Pengukuran              |                              |                             |
|-----------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
|           | Engine power (corrected) (hp) | Engine power (measured) (hp) | Wheel power (measured) (hp) |

|                    |      |      |      |
|--------------------|------|------|------|
| Octane booster (1) | 25,8 | 24,8 | 20,2 |
| Octane booster (2) | 24,7 | 23,6 | 18,2 |
| Octane booster (3) | 26,0 | 24,8 | 19,3 |
| Octane booster (4) | 27,2 | 26,0 | 20,4 |
| Octane booster (5) | 26,7 | 25,5 | 21,1 |

#### 1.4. Data Hasil Pengujian VP-Power dan Polypropylene serta Acethon

Data hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4. berikut:

Tabel 4. Hasil Pengujian VP-Power dan Polypropylene serta Acethon

| Pengujian   | Hasil Pengukuran              |                              |                             |
|-------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
|             | Engine power (corrected) (hp) | Engine power (measured) (hp) | Wheel power (measured) (hp) |
| Acethon (1) | 22,5                          | 21,5                         | 15,8                        |
| Acethon (2) | 24,2                          | 23,1                         | 17,3                        |
| Acethon (3) | 24,3                          | 23,2                         | 16,5                        |
| Acethon (4) | 26,0                          | 24,8                         | 18,5                        |
| Acethon (5) | 24,3                          | 23,2                         | 17,6                        |

#### 1.5. Data Hasil Pengujian VP-Power dan Polypropylene serta Aditif plus Octanebooster

Data hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5. berikut:

Tabel 5. Hasil Uji VP-Power dan Polypropylene serta Aditif plus *Octanebooster* (Ad+Ob)

| Pengujian   | Hasil Pengukuran              |                              |                             |
|-------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
|             | Engine power (corrected) (hp) | Engine power (measured) (hp) | Wheel power (measured) (hp) |
| (Ad+Ob) (1) | 28,4                          | 27,1                         | 18,4                        |
| (Ad+Ob) (2) | 25,0                          | 23,9                         | 19,0                        |
| (Ad+Ob) (3) | 25,9                          | 24,7                         | 19,6                        |
| (Ad+Ob) (4) | 25,6                          | 24,4                         | 19,3                        |
| (Ad+Ob) (5) | 25,7                          | 24,5                         | 20,0                        |

1.6. Data Hasil Pengujian VP-Power dan Polypropylene serta Aditif plus Acethon  
Data hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 6. berikut:

Tabel 6. Hasil Uji VP-Power dan *Polypropylene* serta Aditif plus *Acethon* (Ad+Ac)

| Pengujian   | Hasil Pengukuran              |                              |                             |
|-------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
|             | Engine power (corrected) (hp) | Engine power (measured) (hp) | Wheel power (measured) (hp) |
| (Ad+Ac) (1) | 23,8                          | 22,7                         | 16,8                        |
| (Ad+Ac) (2) | 22,4                          | 21,3                         | 18,6                        |
| (Ad+Ac) (3) | 22,4                          | 21,3                         | 18,6                        |
| (Ad+Ac) (4) | 21,9                          | 20,9                         | 14,2                        |
| (Ad+Ac) (5) | 24,8                          | 23,7                         | 18,4                        |

1.7. Data Hasil Pengujian VP-Power dan Polypropylene serta Octanebooster plus Acethon

Data hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 7. berikut:

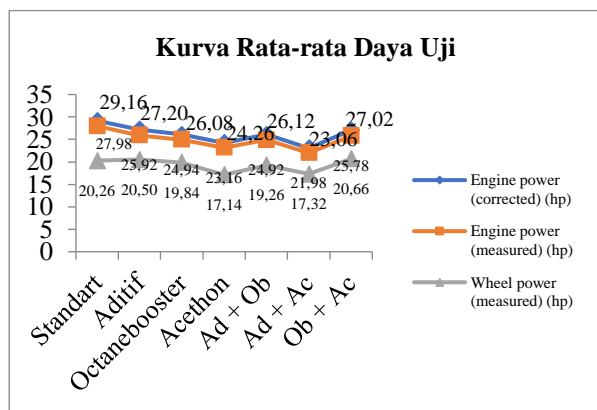
Tabel 7. Hasil Uji VP-Power dan *Polypropylene* serta *Octanebooster* plus *Acethon* (Ob+Ac)

| Pengujian   | Hasil Pengukuran              |                              |                             |
|-------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
|             | Engine power (corrected) (hp) | Engine power (measured) (hp) | Wheel power (measured) (hp) |
| (Ob+Ac) (1) | 27,5                          | 26,3                         | 21,5                        |
| (Ob+Ac) (2) | 28,0                          | 26,7                         | 21,1                        |
| (Ob+Ac) (3) | 26,6                          | 25,3                         | 21,3                        |
| (Ob+Ac) (4) | 27,6                          | 26,3                         | 20,5                        |
| (Ob+Ac) (5) | 25,4                          | 24,3                         | 18,9                        |

## 2. Pembahasan

Penelitian dilakukan untuk melihat hasil uji performa mesin bensin berbahan bakar campur (bahan bakar standar dengan bahan bakar olahan sampah plastik / *polypropylene*). Selain itu digunakan variasi tambahan pada campuran yang digunakan, berupa zat aditif, *octanebooster*, serta acethon untuk diketahui bagaimana performa mesin. Kelemahan yang ditemui dalam pelaksanaan penelitian ini ialah kurangnya pengkondisian sistem pendinginan dan pemasangan corong pada saluran buang mempengaruhi gas hasil pembakaran.

Berdasarkan hasil pengujian, dapat dilihat grafik rata-rata masing-masing percobaan sebagai berikut.



Gambar 1. Kurva rata-rata daya uji

Berdasarkan grafik rata-rata daya yang dihasilkan tiap perlakuan, diperoleh rata-rata daya tertinggi pada perlakuan dengan campuran bahan bakar VP-Power dan *polypropylene* (PP) serta oli samping sintetis, dengan nilai rerata 29,16 Hp. Sedangkan rata-rata daya terendah terjadi pada perlakuan dengan campuran bahan bakar VP-Power dan *polypropylene* serta aditif plus acethon, dengan nilai rerata sebesar 23,06 Hp.

Pada perlakuan VP-Power+PP+oli sintesis diperoleh rerata daya sebesar 29,16 Hp dengan daya tertinggi dihasilkan pada pengambilan data ketiga sebesar 34,7 Hp. Daya terendah pada perlakuan ini diperoleh sebesar 26,4 Hp pada pengambilan data pertama.

Pada perlakuan VP+PP+Ad diperoleh daya terbesar senilai 30,1 Hp pada pengulangan kedua. Sedangkan daya terendah senilai 24,6 Hp pada pengulangan kelima. Sedangkan pada perlakuan VP+PP+Ob diperoleh daya terbesar senilai 27,2 pada pengulangan keempat. Nilai terendah sebesar 24,7 Hp pada pengulangan kedua. Pada perlakuan VP+PP+Ac diperoleh daya terbesar senilai 26,0 Hp pada pengulangan keempat. Nilai daya terendah sebesar 22,5 Hp pada pengulangan pertama. Pada perlakuan VP+PP+Ad+Ob diperoleh daya tertinggi senilai 28,4 Hp, pada pengulangan pertama. Sedangkan daya terendah diperoleh daya senilai 25,0 Hp, pada pengulangan kedua.

Pada perlakuan dengan kombinasi VP+PP+Ad+Ac diperoleh daya tertinggi sebesar 24,8 Hp pada pengulangan kelima. Sedangkan

daya terendah sebesar 21,9 Hp pada pengulangan keempat. Pada kombinasi VP+PP+Ob+Ac diperoleh daya terbesar senilai 28,0 Hp pada pengulangan kedua, daya terendah diperoleh senilai 25,4 Hp pada pengulangan kelima.

Hasil pengujian dengan campuran bahan bakar VP-Power dengan *polypropylene* dan oli sintetis memberikan daya terbesar yaitu sebesar 34,7 Hp. Hal ini menunjukkan bahwa cukup dengan tambahan oli sintetis, *polypropylene* sudah mampu berikan manfaat yang baik terhadap peningkatan performa mesin. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang telah memberikan salah satu simpulan bahwa suatu minyak pelumas dengan angka kinematic viscosity (tahanan laju permukaan) yang kecil dan viscosity index yang besar akan menghasilkan daya dan torsi yang besar (*performance* mesin yang bagus) [8].

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, disimpulkan bahwa daya terbesar diperoleh pada pengujian dengan campuran bahan bakar VP-Power dengan *polypropylene* dan oli sintetis yaitu sebesar 34,7 Hp.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Wahyudi, Z. Zultiniar, and E. Saputra, "Pengolahan Sampah Plastik Polypropylene (PP) Menjadi Bahan Bakar Minyak dengan Metode Perengkahan Katalitik Menggunakan Katalis Zeolit X," J. Rekayasa Kim. Lingkung., vol. 11, no. 1, p. 17, Jun. 2016, doi: 10.23955/rkl.v11i1.2958.
- [2] "Polipropilena." <https://id.wikipedia.org/wiki/Polipropilena>.
- [3] B. Azzamataufiq and W. Pratama, "Pengaruh Campuran Bahan Bakar Premium Dengan Plastik Polypropylene (

PP ) Hasil Piropilis Terhadap Nilai Kalor Bahan Bakar,” *Jur. Tek.*, pp. 5–10, 2016.

- [4] A. Verma, A. Raghuvansi, M. A. Quraishi, J. V Tirkey, and C. Verma, “Engine Fuel Production from Waste plastic Pyrolysis (WPO) and Performance Evaluation in a CI engine with Diesel Blend,” *J. Mater. Environ. Sci*, vol. 9, no. 6, pp. 1712–1721, 2018, doi: 10.26872/jmes.2018.9.6.191.
- [5] J. H. Mack, V. H. Rapp, M. Broeckelmann, T. S. Lee, and R. W. Dibble, “Investigation of biofuels from microorganism metabolism for use as anti-knock additives,” *Fuel*, vol. 117, no. PARTB, pp. 939–943, 2014, doi: 10.1016/j.fuel.2013.10.024.
- [6] I. Dwi Endyani and T. D. Putra, “Pengaruh Penambahan Zat Aditif pada Bahan Bakar terhadap Emisi Gas Buang Mesin Sepeda Motor,” *PROTON*, vol. 3, no. 1, pp. 29–34, 2011.
- [7] N. M. Muhaisen and R. A. Hokoma, “The effect of fuel additives on spark ignition, and their implications on engine performance: an experimental study,” *Lect. Notes Mech. Eng.*, vol. 789, pp. 245–253, 2015, doi: 10.1007/978-3-319-17527-0\_24.
- [8] Saifudin, S. (2013). Pengaruh Variasi Jenis Oli Samping (Oil Mixture) Terhadap Prestasi Mesin Dan Emisi Gas Buang Pada Kendaraan Bermotor 2 Tak. ReTII.