

## PENGARUH PENCAMPURAN BAHAN BAKAR PERTALITE DAN POLYPROPYLENE TERHADAP KINERJA MESIN PADA MOTOR METIC 110CC KONVENSIONAL

- 1) Mahasiswa Prodi Mesin,  
Universitas Muhammadiyah  
Jember, JL.Karimata No.49  
Kecamatan Sumbersari  
Jember Jawa Timur,  
Indonesia.
- 2,3) Dosen Prodi Mesin,  
Universitas Muhammadiyah  
Jember, JL.Karimata No.49  
Kecamatan Sumbersari  
Jember Jawa Timur,  
Indonesia.

**Hendra Sanjaya<sup>1)</sup>, Nely Ana Mufarida<sup>2)</sup>, Kosjoko<sup>3)</sup>**

Corresponding email<sup>1)</sup> :  
[nelyana@unmuhjember.ac.id](mailto:nelyana@unmuhjember.ac.id)

Received: xx Juni TT

Accepted:

Published:

©20xx Politala Press.  
All Rights Reserved.

**Abstrak.** Peningkatan konsumsi bahan bakar minyak bumi di Indonesia menurut data dari Badan Pengatur Hilir Minyak dan Gas Bumi (BPH Migas) mencatat pada tahun 2016 kenaikan bahan bakar jenis pertalite yang sebelumnya 48 kiloliter menjadi 55 kiloliter di tahun 2017. sehingga dengan adanya peningkatan tersebut akan dilakukan penelitian mengenai bagaimana pengaruh bahan bakar polypropylene terhadap torsi, daya pada motor metic 110 cc konvensional dan berapa nilai uji kinerja mesin oleh bahan bakar yang dicampur polypropylene. Metode yang digunakan adalah jenis eksperimental dan melakukan uji performa motor berbahan bakar pertalite dan bahan bakar plastic jenis polypropylene (PP) seperti Torsi dan Daya menggunakan alat Dynotest. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh pada torsi dan daya pada motor matic 110 cc konvensional. Dan yang terakhir Torsi tertinggi pada penggunaan polypropylene 25% dengan torsi maksimal 10.10 NM dan daya tertinggi pada penggunaan polypropylene 15% dengan daya maksimal 6.9 Hp.

**Kata Kunci :** Polypropylene, Torsi, Daya, Dynotest

**Abstract.** The increase in consumption of petroleum fuel in Indonesia according to data from the Downstream Oil and Gas Regulatory Agency (BPH Migas) noted that in 2016 the increase in pertalite type fuel which was previously 48 kiloliters to 55 kiloliters in 2017. about how the influence of polypropylene fuel on torque, power on a conventional 110 cc metic motor and what is the value of the engine performance test by fuel mixed with polypropylene. The method used is an experimental type and performs a performance test of the motor with pertalite fuel and polypropylene (PP) plastic fuel such as Torque and Power using the Dynotest tool. The results of the research show that there is an influence on torque and power on a conventional 110 cc automatic motor. And lastly, the highest torque is in the use of 25% polypropylene with a maximum torque of 10.10 NM and the highest power is in the use of 15% polypropylene with a maximum power of 6.9 Hp.

**Keywords :** Polypropylene, Torque, Power, Dynotest

To cite this article: xxx. DOI:

**\*highlight merah diedit oleh editor jurnal**

### 1. Pendahuluan

Peningkatan konsumsi bahan bakar minyak bumi di Indonesia menurut data dari Badan Pengatur Hilir Minyak dan Gas Bumi (BPH Migas) mencatat pada tahun 2016 kenaikan bahan bakar jenis pertalite yang sebelumnya 48 kiloliter menjadi 55 kiloliter di tahun 2017[1]. Pertalite merupakan jenis bahan bakar minyak

yang memiliki standar mutu (spesifikasi) bahan bakar minyak jenis bensin dengan RON (*Research Octane Number*) 90 yang dipasarkan di dalam negeri. Memiliki keunggulan antara lain lebih bersih daripada premium karena pertalite memiliki nilai oktan diatas premium. Menurut data ESDM cadangan minyak Indonesia hanya tersisa sekitar 9 miliar barel. Apabila terus dikonsumsi, maka akan diperkirakan cadangan minyak ini akan habis dalam dua dekade mendatang. Oleh karena itu perlu dicari sumber-sumber bahan bakar alternatif yang bersifat terbarukan (*renewable*) dan ramah lingkungan [2].

Untuk mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap bahan bakar fosil, salah satu alternatif yang bisa digunakan adalah dengan menggunakan bahan bakar campuran antara bahan bakar pertalite dengan bahan bakar polypropylene dari proses pirolisis sampah plastik. Berdasarkan data Jambeck, menyebutkan bahwa Indonesia berada di peringkat kedua dunia penghasil sampah plastik ke laut yang mencapai sebesar 187,2 juta ton setelah Cina yang mencapai 262,9 juta ton. Plastik diperkirakan membutuhkan 100 hingga 500 tahun hingga dapat terdekomposisi (terurai) dengan sempurna.

Salah satu manfaat sampah plastik adalah dengan mengonversinya menjadi minyak menggunakan sistem pirolisis. Pirolisis adalah proses dekomposisi suatu bahan pada suhu tinggi yang berlangsung tanpa adanya udara atau dengan udara terbatas. Minyak hasil pirolisis sampah plastik akan diolah lebih lanjut menjadi produk siap pakai sesuai dengan hasil karakterisasinya seperti menjadi bahan bakar gasolin, solar, atau pelarut (*solvent*).

Penelitian ini bertujuan mengetahui unjuk kerja mesin motor keadaan standar pabrikan dengan mencampurkan bahan bakar pertalite dan bahan bakar propylene dari hasil pirolisis sampah plastik menjadi bahan bakar dengan mesin motor metic 110cc yang diuji menggunakan dynotest.

## 2. Tinjauan Pustaka (opsional) Plastik

Plastik merupakan senyawa polimer yang unsur penyusun utamanya adalah Karbon dan Hidrogen. Untuk membuat plastik, salah satu bahan baku yang sering digunakan adalah Naphta, yaitu bahan yang dihasilkan dari penyulingan minyak bumi atau gas alam. Sebagai gambaran, untuk membuat 1kg plastik memerlukan 1,75 kg minyak bumi, untuk memenuhi kebutuhan bahan bakunya maupun kebutuhan energy prosesnya (Kumar dkk., 2011). Plastik dapat dikelompokkan menjadi dua macam yaitu thermoplastic dan thermosetting. thermoplastic adalah jenis yang memungkinkan untuk didaur ulang. Jenis plastik yang dapat didaur ulang diberi kode berupa nomor untuk memudahkan dalam mengidentifikasi dan penggunaannya (lihat Tabel 1.).

**Tabel 1.** Jenis jenis plastik, kode dan kegunaannya

NO	JENIS PLASTIK	PENGGUNAAN
1.	PET (Polyethylene Terephthalate)	botol kemasan air mineral, botol minyak goreng, jus, botol sambal, botol obat, dan botol kosmetik
2.	HDPE (High Density Polyethylene)	botol obat, botol susu cair, jerigen pelumas, dan botol kosmetik
3.	PVC (Polyvinyl Chloride)	pipa selang air, pipa bangunan, mainan, taplak meja dari plastik, botol shampo, dan botol sambal
4.	LDPE (Low Density Polyethylene)	kantong kresek, tutup plastik, plastic pembungkus daging beku, dan berbagai macam plastik tipis lainnya
5.	PP (Polypropylene)	cup plastik, tutup botol dari plastik, mainan anak, dan margarine
6.	PS (Polystyrene)	kotak CD, sendok dan garpu plastik, gelas plastik, atau tempat makanan dari styrofoam, dan tempat makan plastik transparan
7.	Other (O)	jenis plastik lainnya selain nomor kode 1-6 botol susu bayi, plastik kemasan, gallon air minum, suku cadang mobil, alat-alat rumah tangga, komputer, alat-alat elektronik, sikat gigi, dan mainan lego

Polypropylene adalah merupakan suatu komoditas yang menarik dari polimer termoplastik. Ketertarikan terhadap polypropylene ini ditimbulkan karena adanya aplikasi dalam bidang komposit, bioteknologi, teknologi serbuk, bidang elektronik dan pendukung katalisasi untuk bioreaktor dan pada pengeringan air [3]. Polypropylene mempunyai titik leleh yang cukup tinggi (190 - 2000 C), sedangkan titik kristalisasinya antara 130 – 1350 C. Polypropylene mempunyai ketahanan terhadap bahan kimia (*chemical resistance*) yang tinggi, tetapi ketahanan pukul (*impact strength*) nya rendah. Polypropylene (PP) memiliki beberapa tipe antara lain PP *Homopolymer*, P *Copolymer*, P *Homopolymer* vs PP *Copolymer*, PP.

## Pirolisis

Pirolisis merupakan proses peruraian bahan organik secara termal tanpa adanya oksigen dengan produk berupa cairan, gas dan padatan. Pirolisis tidak melepaskan polutan berupa partikel dan CO<sup>2</sup> ke atmosfer sehingga

praktis tidak mengganggu lingkungan. Proses pirolisis berlangsung pada suatu reaktor terfluidisasi (Fluidized Bed Reactor). Fluidized Bed Reactor adalah jenis reaktor kimia yang digunakan untuk mereaksikan bahan kimia dalam keadaan banyak fasa.

Dalam penelitian ini dikembangkan alat pengolah limbah plastik sederhana berbasis teknologi pirolisis skala laboratorium. Selanjutnya 12 dilakukan pengujian alat pada bahan baku limbah plastik yang mudah dijumpai dan dilanjutkan dengan analisis hasil proses tersebut. Pirolisis merupakan proses degradasi termal menggunakan bahan bakar yang berbentuk padat pada kondisi dengan oksigen terbatas [4].

Tingkatan Pirolisis dalam pirolisis terdapat dua tingkatan proses, yaitu pirolisis primer dan pirolisis sekunder. Pirolisis primer adalah pirolisis yang terjadi pada bahan baku dan berlangsung pada suhu kurang dari 600 oC, hasil penguraian yang utama adalah karbon (arang). Pirolisis primer dibedakan atas pirolisis primer lambat dan cepat. Pirolisis primer lambat terjadi pada proses pembuatan arang. Pada laju pemanasan lambat (suhu 150 oC – 300 oC) reaksi utama yang terjadi adalah dehidrasi (kehilangan kandungan air), dan hasil reaksi keseluruhan adalah karbon padatan (C=arang), air (H<sub>2</sub>O), karbon monoksida (CO) dan karbonmonoksida (CO<sub>2</sub>). Pirolisis primer cepat terjadi pada suhu lebih dari 300 oC dan menghasilkan gas, karbon padatan (arang) dan uap.

### Bahan Bakar

Berdasarkan bentuk atau wujudnya bahan bakar dibagi menjadi dua jenis, antara lain bahan bakar padat dan bahan bakar cair. Bahan bakar padat merupakan bahan bakar berbentuk padat, dan kebanyakan menjadi sumber energi panas. Misalnya kayu dan batu bara. Berdasarkan nilai kalornya batu bara dapat dikelompokkan menjadi beberapa kelas antara lain :

**Tabel 2.** Kisaran nilai kalor

Kelas	Kisaran nilai kalor (dalam kkal/kg)
A	Lebih dari 6200
B	5600-6200
C	4940-5600
D	4200-4940
E	3360-4200
F	2400-3360
G	1300-2400

Bahan bakar cair adalah bahan bakar yang berbentuk cair, bahan bakar cair yang paling populer adalah bahan bakar minyak atau BBM. BBM seperti bensin dan solar adalah bahan bakar cair yang biasa digunakan untuk kendaraan bermotor. Sifat bahan bakar cair antara lain densitas, *specific gravity*, viskositas, titik nyala, panas jenis, nilai kalor, residu karbon

### Bahan Bakar cair (Pertalite)

Menurut Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), Sudirman Said, Pertalite merupakan produk yang lebih bersih dan ramah terhadap lingkungan. Kualitas dari Pertalite yang lebih bagus, serta diproduksi untuk cocok dengan segala jenis kendaraan. Pertalite adalah bahan bakar minyak dari Pertamina dengan RON 90. RON 90 membuat pembakaran pada mesin kendaraan dengan teknologi terkini lebih baik dibandingkan dengan Premium yang memiliki RON 88. Sehingga sesuai digunakan untuk kendaraan roda dua, hingga kendaraan multi purpose vehicle ukuran menengah. Beberapa keunggulan pertalite versi Pertamina antara lain lebih bersih ketimbang premium karena memiliki RON di atas 88, Dibanderol dengan harga lebih murah dari pertamax., Memiliki warna hijau dengan penampilan visual jernih dan terang, Tidak ada kandungan timbal serta memiliki kandungan sulfur maksimal 0,05% m/m atau setara dengan 500 ppm.

### Dynotest

Dyno test itu adalah serangkaian uji coba untuk mengetahui performa mesin. Sebetulnya ada 2 jenis, yakni engine dyno dan chassis dyno. *Engine dyno* mengukur daya dan torsi pada flywheel, sedangkan *chassis dyno* mengukur dayadan torsi dengan mesin dan seluruh sasis kendaraan dalam keadaan lengkap terpasang. yang diukur pada Dynotest adalah RPM (Rotation Per Minute), Torque, dan Power yang merupakan fungsi dari RPM dan Torque. Pada saat pengujian dengan menggunakan Dynotest, kita akan menggunakan satu kendaraan yang sama, satu pengendara yang sama tanpa ada perubahan apapun pada kendaraan, baik itu penggantian oli, penggantian onderdil kendaraan ataupun penggantian-penggantian lainnya termasuk penetapan suhu kendaraan pada saat pengujian. Waktu untuk pengujian harus relatif singkat yaitu sekitar satu jam agar faktor-faktor yang mempengaruhi kendaraan dapat diabaikan dan hanya berfokus pada pengujian bahan bakar saja

Parameter penting dalam motor bensin adalah torsi dan daya mesin, karena kedua parameter inilah yang dapat digunakan sebagai penentu besarnya performa yang dihasilkan. Torsi dan daya adalah ukuran yang menggambarkan *output* kinerja dari motor pembakaran dalam. Torsi adalah suatu ukuran kemampuan motor untuk menghasilkan kerja. Besaran torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi

yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya [5]. Adapun perumusan dari torsi adalah sebagai berikut:

$$T = F \times b \quad (N.m) \quad (1)$$

Keterangan:

T= Torsi benda berputar (N.m)

F= Gaya sentrifugal dari benda yang berputar (N)

b= Jarak benda ke pusat rotasi (m)

Untuk daya mesin, daya sebagai hasil dari kerja, atau dengan kata lain daya merupakan kerja atau energi yang dihasilkan mesin persatuan waktu mesin itu sedang beroperasi. Perhitungan besar daya pada motor empat langkah digunakan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{60} \times N \cdot \frac{m}{s} \quad (HP) \quad (2)$$

Keterangan:

P= Daya (HP)

n = Putaran mesin (rpm)

T= Torsi (N.m)

### 3. Metodologi

Penelitian yang digunakan ini termasuk dalam jenis penelitian eksperimen yang dilaksanakan pada bulan November sampai Desember di Laboratorium Mesin Otomotif Politeknik Negeri Jember dan Uji Prestasi Mesin di Laboratorium Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Jember pada bulan Agustus 2022. Alat dan bahan yang digunakan antara lain bahan bakar (Polypropylene), pentalite dan Sepeda motor matic 110 cc dengan spesifikasi tipe mesin 4 langkah (SOHC 2-Klep pendingin udara), Diameter x langkah (50.0 x 57.9 mm), Volume Silinder (113.7 CC), Perbandingan Kompresi (8.8 :1). Prosedur yang dilakukan dalam penelitian ini adalah melakukan persiapan bahan, Menyiapkan bahan bakar PP (Polypropylene), yang dicampur dengan bahan bakar pentalite sesuai perlakuan variasi, Menyiapkan software dan hardware Dynotest, Menaikan kendaraan ke atas Dynotest, Memasang semua hardware Dynotest, Menghidupkan blower atau pendingin, Pengambilan data menggunakan Dynotest sesuai variasi bahan bakar yang sudah ditentukan, RPM yang digunakan untuk pengambilan data diawali dengan start 3000rpm dan di akhiri dengan 7000rpm sesuai dengan standrat pengambilan data pada alat Dynotest, Setelah semua varian bahan bakar sudah terpenuhi pengambilan datanya matikan blower pendingin, Lepas semua hardware Dynotest pada kendaraan, Turunkan kendaraan dari Dynotest, dan terakhir matikan software/pc Dynotest.

Pengujian yang digunakan dalam penelitian ini adalah melakukan uji performa motor berbahan bakar pentalite dan bahan bakar plastic jenis polypropylene (PP) seperti Torsi dan Daya menggunakan alat Dynotest. Setelah itu dianalisa guna untuk mengetahui apakah penelitian yang telah dilakukan dapat diterima atau tidak sesuai dengan kajian literatur yang telah dipaparkan sebelumnya

### 4. Hasil dan Pembahasan

#### Blending

Tiga sampel dicampur, masing-masing dengan konsentrasi yang berbeda., maka didapatkan campuran bahan bakar sebanyak 100ml pada masing-masing sampel . Proses *blending* bahan dan alat yang akan digunakan yaitu:

Tabel 3. Alat dan bahan penelitian

ALAT	BAHAN
Gelas ukur Buret Tools set	Pentalite Polypropylene (PP)

Proses blending dilakukan dengan memasukan Polypropylene (PP) dan pentalite ke dalam gelas ukur sesuai dengan perbandingan kosentrasi bahan bakar masing-masing sebanyak 100ml antara Polypropylene (PP) dengan sampel PP15%+Pentalite 85%, PP20%+Pentalite 80%, dan PP25%+Pentalite 75%. campuran bahan bakar ini kemudian dimasukan ke dalam buret ukur kemudian dialirkan kedalam karburator motor metic 110cc yang akan diujikan dan dilakukan pengambilan data dengan menggunakan dynotest.

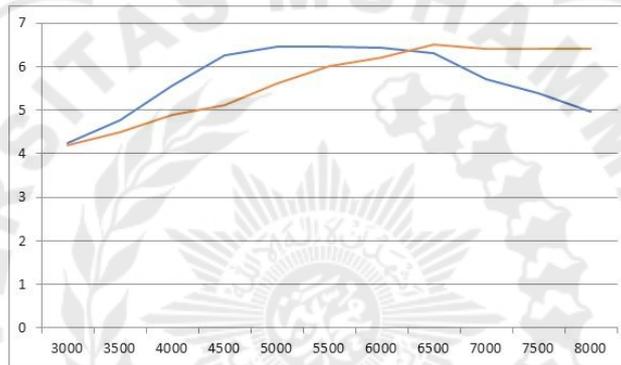


**Gambar 1.** Pencampuran bahan bakar pertalite dengan polypropylene

### Analisa Data Hasil Pengujian

Tahap selanjutnya adalah membandingkan hasil pengujian dengan mengukur torsi dan daya yang dihasilkan saat menggunakan bahan bakar yang telah dicampur dengan polypropylene setelah melakukan campuran pertalite dan polypropylene (PP).

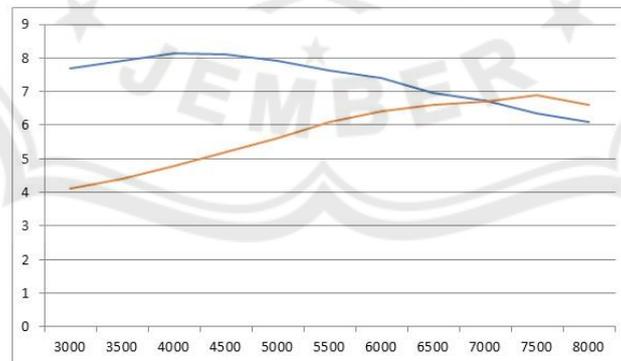
1. Torsi dan Daya bahan bakar Pertalite Rata-rata Mesin metic 110cc



**Gambar 2.** Grafik pertalite 100%

Gambar diatas menunjukkan performa pertalite tanpa campuran bahan bakar Polypropylene (PP), torsi tertinggi yang didapatkan 6,49 NM dan daya tertinggi yang didapatkan 6,5 Hp

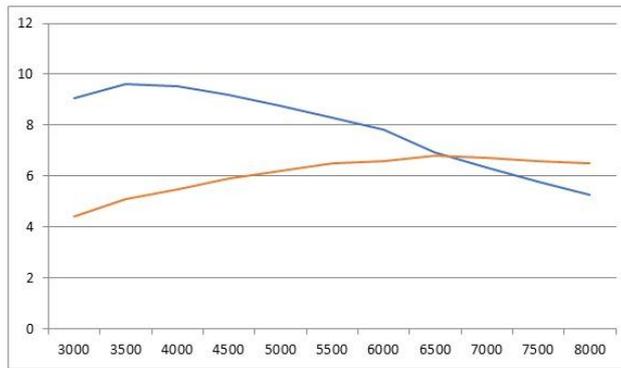
2. Torsi dan Daya bahan bakar PP15% + Pertalite 85% Rata-rata Mesin metic 110cc



**Gambar 3.** Grafik PP15% + Pertalite 85%

Gambardiatas menunjukkan performa PP15 bahan bakar Polypropylene (PP) 15%+Pertalite 85% torsi tertinggi yang didapatkan 8.14 NM dan daya tertinggi yang didapatkan 6.9 Hp pada Rpm 4000-4500.

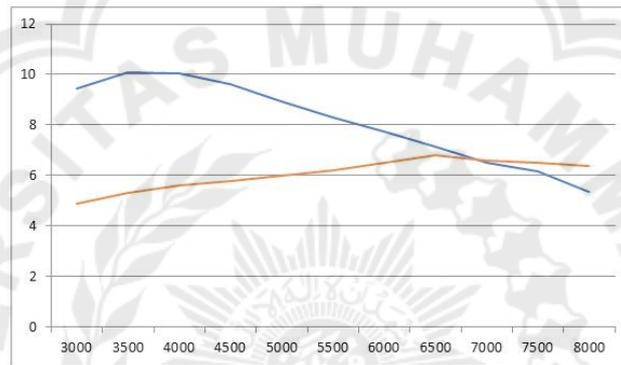
3. Torsi dan Daya bahan bakar PP20 Rata-rata Mesin metic 110cc



**Gambar 4.** Grafik PP20% + Peralite 80%

Gambardiatas menunjukan performa PP20 bahan bakar Polypropylene (PP) 20%, torsi tertinggi yang didapatkan 9.61 NM pada Rpm 4000-4500 dan daya tertinggi yang didapatkan 6.9 Hp pada Rpm 3500-4000.

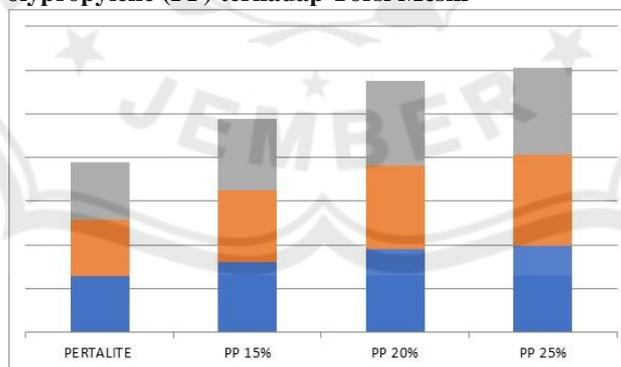
4. Torsi dan Daya bahan bakar PP25 Rata-rata Mesin metic 110cc



**Gambar 5.** Grafik PP25% + Peralite 75%

Gambardiatas menunjukan performa PP20 bahan bakar Polypropylene (PP) 20%, torsi tertinggi yang didapatkan 10.10 NM pada Rpm 3500 dan daya tertinggi yang didapatkan 6.2 Hp pada Rpm 6000-6500

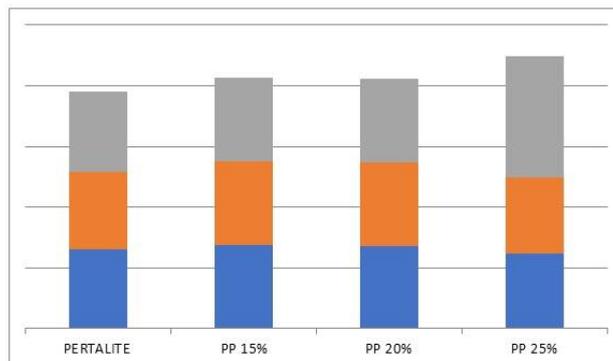
**Pengaruh Penambahan Polypropylene (PP) terhadap Torsi Mesin**



**Gambar 6.** Grafik Pengaruh Penambahan Polypropylene (PP) terhadap Torsi Mesin

Grafik pada Gambar 6. Menunjukkan bahwa penambahan bahan bakar pertalite ke PP25% menghasilkan peningkatan torsi. Kemampuan mesin untuk menghasilkan torsi, yang merupakan pengukuran energi. satuan Hp (horse power). Menurut penelitian [6]. mengacu pada spesifikasi bahan bakar mesin matic 110cc, yang menyatakan dapat menghasilkan torsi maksimum 6,6 NM. Peningkatan 25% pada polypropylene memiliki dampak nyata pada peningkatan torsi, mencapai torsi maksimum 10,43 NM, dan peningkatan torsi ini berdampak pada hasil kinerja mesin

**Pengaruh Penambahan Polypropylene (PP) terhadap Daya Mesin**



**Gambar 7. Grafik Pengaruh Penambahan Polypropylene (PP) terhadap Daya Mesin**

Grafik padangambar 7.Menunjukkan bahwanterjadi peningkatanidaya padanpencampuran bahan bakar pertalite dengan PP25%. Mengacu pada spesifikasi mesin metic 110cc dengannbahan bakarnpertalite yangnmampu menghasilkanidaya maksimal 6.6 Hp. Penambahan Polypropylene sebesar 25% menunjukkan pengaruh yang signifikan dalam peningkatan daya maksimal 6.9 Hp dan mempengaruhi hasil performa mesin. Dayaisemakin naikseiringndengan naiknyaiputaran mesiniterhadap bahan bakar kendaraan bermotor khususnya pada motor metic 110cc yang digunakan sebagai alat uji pada penelitian ini

## 5. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dalam penelitian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa Adanya pengaruh pada torsi dengan hasil maksimal 6.46 NM. Penambahan Polypropylene sebesar 25% menunjukkan pengaruh yang signifikan dalam peningkatan torsi dengan torsi maksimal 10.10 NM. Adanya pengaruh pada daya pencampuran bahan bakar pertalite tertinggi yaitu PP25% dengan hasil maksimal 6.5 Hp. Penambahan Polypropylene sebesar 25% menunjukkan pengaruh yang signifikan dalam peningkatan daya maksimal 6.8 Hp dan mempengaruhi hasil performa mesin. Dan yang terakhir Torsi tertinggi pada penggunaan polypropylene 25% dengan torsi maksimal 10.10 NM dan daya tertinggi pada penggunaan polypropylene 15% dengan daya maksimal 6.9 Hp

## 6. Saran (Opsional)

Disarankan untuk menggunakan bahan bakar dengan campuran 25% pertalite dan 25% polypropylene untuk mencapai performa mesin terbaik dan Penting untuk dilakukan pemeriksaan tambahan pada pengoperasian motor yang menggunakan bahan bakar Polypropylene.

## Ucapan Terima Kasih (Opsional)

Saya ingin berterima kasih kepada Dosen pembimbing saya yang telah mengarahkan penelitian ini sehingga dihasilkan karya yang berjudul "Pengaruh Pencampuran Bahan Bakar Pertalite Dan Polypropylene Terhadap Kinerja Mesin Pada Motor Metic 110cc Konvensional".Serta banyak mengucapkan rasa terimakasih kepada Kampus Universitas Muhammadiyah Jember yang telah memfasilitasi pendidikan dan penelitian saya selama saya melakukan studi.

## Daftar Pustaka

- [1] SK Dirjen Migas No.313.K/10/DJM.T/2013. Tentang Standar dan Mutu(Spesifikasi) Bahan Bakar Minyak Jenis PERTALITE
- [2] Wiratmaja. 2010. Bioteknologi Dalam Bahan Bakar Nonfosil. Yogyakarta: Andi.
- [3] Palk, E. M. (2016). Pengolahan Limbah Polypropylene sebagai bahan bakar minyak (BBM) dengan proses Pyrolysis. *seminar nasional Teknik Kimia Teknologi Oleo Petro Kimia Indonesia*. Pekanbaru
- [4] Di Blasi. 2008. Bioteknologi Dalam Bahan Bakar Nonfosil. Yogyakarta: Andi.
- [5] Raharto Dan karnowo. 2008. *Teknik uji prestasi mesin*. Yogyakarta: PenerbitAlfabet 93
- [6] Tharir, R., Alwathan, & Mustafa. (2013). Spesifikasi dan Analisa Kualitas Bahan Bakar Hasil Pirolysis Sampah Plastik jenis Polypropylene. *Jurnal Teknologi Pengolahan Limbah*.