



## Analisis Perbandingan Bahan Bakar Bioetanol Dari Limbah Kulit Singkong Dengan Pertamax Terhadap Performa Mesin Sepeda Motor Matic

Wahyu Sadewo<sup>1)</sup>, Kuntang Winangun<sup>2)</sup>, Yoyok Winardi<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup>Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Ponorogo, Jl. BudiUtomo, No. 10, Ronowijayan, Ponorogo 63471

e-mail: [wahyu.sadewo018@gmail.com](mailto:wahyu.sadewo018@gmail.com)

### ABSTRAK

Perkembangan dunia otomotif sangatlah pesat di Indonesia terdapat beberapa jenis kategori motor di antaranya motor *matic*. Dari motor *matic* ini sangat diperhatikan adanya fenomena dengan jumlah konsumsi bahan bakar. Penelitian ini menggunakan bahan bakar bioetanol dari limbah kulit singkong dengan campuran pertamax. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana performa mesin dan konsumsi bahan bakar pada sepeda motor *matic* 4 tak menggunakan tiga variasi campuran bioetanol dan pertamax dengan perbandingan (20%:80%, 40%:60, 60%:40%). Dari hasil pengujian daya torsi nilai tertinggi pada 12,43 Nm pada campuran bioetanol 20%. Hasil dari daya dengan nilai tertinggi 13,32 Hp pada campuran bioetanol 20%. Hasil dari konsumsi bahan bakar terendah pada campuran bioetanol 20% dengan nilai 0,110 lt. Pada hasil emisi HC nilai terendah didapatkan pada campuran bioetanol 20% dengan nilai 977 ppm. Hasil CO yang dihasilkan nilai terendah pada campuran bioetanol 20% dengan nilai 0,39% vol. Pada hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwasanya penggunaan campuran 20% lebih baik dikarenakan torsi dan daya yang dihasilkan lebih tinggi dan konsumsi bahan bakar yang dihasilkan campuran 20% lebih rendah dibandingkan dengan campuran 40%, campuran 60%, dan pertamax murni.

**Kata kunci:** Bioetanol, Daya, Torsi, Konsumsi Bahan Bakar, Emisi Gas Buang

### ABSTRACT

The development of the automotive world is very rapid. In Indonesia, there are several types of motorbikes, including automatic motorbikes. From this automatic motorbike, it is very important to pay attention to the phenomenon with the fuel consumption. This research uses bioethanol fuel from cassava peel waste with a mixture of pertamax. This research aims to find out how the engine performance and fuel consumption on 4-stroke automatic motorbikes uses the three variations of bioethanol and pertamax mixture with a ratio of (20%:80%, 40%:60%, 60%:40%). From the result, the highest torque value was 12.43 Nm in the 20% bioethanol mixture. The result of power with the highest value is 13.32 hp on a 20% bioethanol mixture. The result of the lowest fuel consumption are in the 20 % bioethanol mixture with a value of 0.110 l. In the HC emission result, the lowest value was obtained in a 20% bioethanol mixture with a value of 977 ppm. The co yield produced was the lowest in the 20% bioethanol mixture with a value of 0,39% vol. From the results of this research, it can be concluded that using a 20% mixture is better because the torque and power produced are higher and the fuel consumption produced by the 20% mixture is lower compared to the 40% mixture, 60% mixture and pure pertamax.

**Key words:** Bioethanol, Power, Torque, Fuel Consumption, Exhaust Gas Emissions

### 1. Pendahuluan

Dunia otomotif kini mengalami perkembangan yang sangat pesat. Di Indonesia terdapat berbagai macam kategori motor diantaranya adalah motor matik, motor bebek, motor *sport*. Sebagian besar masyarakat Indonesia memilih motor yang lebih mudah

untuk digunakan, nyaman, dan praktis yakni motor matik. Dalam pemakaian sehari-hari, kini motor matik banyak diminati bila dibandingkan dengan motor bebek dan motor *sport*[1].

Penggunaan bakar bakar BBM khususnya pada masyarakat yang berada di Indonesia setiap tahunnya mengalami lonjakan. Hal tersebut berbanding terbalik dengan ketersediaan bakar bakar yang ada di Indonesia. Bahan bakar fosil sendiri kini masih digunakan, dan adanya ketergantungan terhadap penggunaan bahan bakar fosil tersebut mengakibatkan ketersediaannya mengalami penurunan[2].

Bioetanol adalah bahan bakar yang terbuat dari sumber pati sehingga bioetanol dijadikan sebagai bahan alternatif yang ramah terhadap lingkungan. Pembuatan bioetanol memanfaatkan limbah yang mudah ditemukan di lingkungan salah satunya adalah limbah kulit singkong yang mengandung karbohidrat untuk kemudian difermentasi dengan bantuan mikroorganisme[3]

Singkong sering disebut sebagai ubi kayu. Masyarakat pada umumnya sebagai pengganti makan pokok atau pun mengolah tanaman tersebut menjadi tepung tapioka. Singkong adalah tanaman yang mempunyai sumber pati cukup tinggi. Namun, limbah dari kulit singkonglah yang bermanfaat untuk menjadi bahan utama dalam membuat bioetanol. Tersedianya tanaman singkong yang melimpah seringkali hanya dimanfaatkan sebagai pakan ternak atau hanya dibuang sehingga pemanfaatannya pun belum maksimal. Alternatif bahan bakar yang berasal dari tumbuh-tumbuhan disebut sebagai bioetanol[4]

## 2. Metode

Metode yang digunakan pada penelitian ini berupa metode eksperimen yang melibatkan pengukuran dan pengujian langsung pada objek yang diteliti dengan mencatat data torsi, daya, konsumsi bahan bakar, dan emisi gas buang dengan kondisi mesin standar. Pada penelitian ini terfokus pada pengaruh penggunaan bioethanol limbah kulit singkong dan bahan bakar pertamax serta yang akan diamati adalah performa motor serta emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar motor Honda Vario 150 Led Old dengan menggunakan perbandingan 3 variasi campuran pertamax dan bioethanol yaitu 20% : 80%, 40% : 60%, dan 60% : 40%. Pengujian konsumsi bahan bakar dilaksanakan selama 30 menit pada rpm 1500 dalam kondisi motor diam. Performa motor diketahui melalui pengujian daya (P), torsi (T), sedangkan pengamatan lain dilakukan terhadap emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi sepeda motor Honda vario 150 led old, alat dynamometer, gelas ukur 500 ml, alcohol meter, thermometer, timbangan, panci, batang pengaduk, kompor listrik, dan pompa eksternal. Sedangkan bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi limbah kulit sigkong 5000 gr, HCL, NaOH, dan *Saccharomyces Cerevisiae*.

Pengujian ini yang pertama dilakukan yaitu tahap pendahuluan atau pembuatan tepung kulit singkong, pada tahap ini kulit singkong yang masih dibersihkan dari kulit cokelat yang tipis kemudian dicuci menggunakan air yang bersih. Selanjutnya potong kulit tersebut menjadi bagian-bagian kecil. Keringkan kulit ubi kayu (singkong)

dibawah terik matahari, haluskan kulitnya yang telah kering tersebut memaki *chopper* blender lalu ayak agar memperoleh tepung dengan hasil yang lebih halus.

Tahap Hidrolisis asam dengan HCL, Hal yang dilakukan pada tahap ini adalah menimbang kulit singkong sebanyak 250 gram dan selanjutnya pasang alat hidrolisis. Masukkan sebanyak 0,1 N larutan asam klorida ke dalam gelas kimia lalu panaskan hingga larutan tersebut mendidih. Masukkan juga tepung dari kulit ubi kayu (singkong) ke dalam gelas kimia lalu aduk selama 1 jam memakai pengaduk merkuri. Lakukan beberapa kali hidrolisa sesuai kapasitas yang dibutuhkan. Biarkan hasil hidrolisis tersebut dingin hingga mencapai suhu kamar untuk kemudian dianalisa kadar glukosanya.

Tahap Fermentasi dengan melaksanakan kegiatan antara lain : ambil sebanyak 250 gram bubur hasil hidrolisis serta atur pH = 4,5 dengan menambahkan NaOH. Selanjutnya larutkan 15 gram urea ke dalam *aquadest* untuk ditambahkan ke dalamnya. Proses berikutnya adalah penambahan ragi *Saccharomyces cerevisiae* sebanyak 10 gram selama 1 minggu. Terlebih dahulu botol wadah fermentasi perlu untuk disterilkan lalu masukkan bubur dan tutup dengan rapat serta diamkan selama kurun waktu 1 minggu.

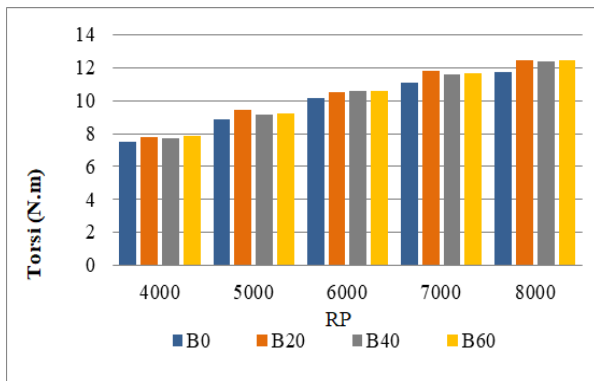
Destilasi merupakan proses pemisahan. Dalam proses tersebut dilakukan pemanasan selama 1 jam dengan suhu 78°C-80°C atau sampai tidak ada yang menetes lagi. Data yang sudah terkumpul selanjutnya ditampilkan dalam bentuk grafik dan dijelaskan dengan kalimat yang mudah dipahami.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Hasil Pengujian Torsi

Torsi merupakan tolak ukur yang mampu dilakukan oleh mesin untuk bekerja. Besaran torsi merupakan besaran yang dipergunakan untuk menunjukkan besarnya gaya dorong yang dapat dihasilkan oleh berputarnya mesin yang berputar di titik porosnya. Perhitungan torsi didapatkan dari adanya perkalian gaya dengan jarak. Torsi dinyatakan dalam satuan Newton meter (Nm) dan pengukurannya menggunakan alat dynamometer.

Uji terhadap torsi mesin dilakukan dengan menghubungkan poros mesin dan roler dynamometer, di mana hasilnya adalah adanya perputaran pada roda belakang akibat adanya daya di mana roda tersebut bersentuhan dengan silinder pejal sebagai beban. Pengujian torsi sepeda motor menggunakan bahan bakar pertamax dan campuran bioetanol 20%, 40%, dan 60%. Pengukuran torsi terhadap putaran mesin 4000-8000 rpm yang telah dihasilkan oleh adanya pengujian sebanyak 3 (tiga) kali. Selanjutnya, dilakukan analisis perbandingan antara torsi yang dihasilkan mesin pada saat menggunakan bahan bakar pertamax dan campuran bioetanol 20%, 40%, dan 60% dalam Gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3.1 Grafik Pengukuran Torsi dan putaran mesin antara bahan bakar pertamax murni dan bioethanol

pada gambar 3.1. menampilkan data bahwa ketika putaran mesin 4000 rpm menggunakan bahan bakar jenis pertamax murni, menghasilkan torsi dengan besar 7,48 N.m, sedangkan pada campuran bioetanol 20% sebesar 7,88 N.m, torsi mengalami kenaikan sebesar 7,69 N.m, dan pada campuran petamax dan bioetanol 60% menghasilkan torsi sebesar 7,85 N.m.

Torsi kembali meningkat ketika putaran 5000 rpm yang dihasilkan oleh motor *standart* sejumlah 8,90 N.m, sementara pada campuran 20% sebesar 9,46 N.m, torsi turun kembali pada campuran pertamax dan bioetanol 40% sebesar 9,18 N.m, dan pada campuran pertamax dan bioetanol 60% dihasilkan torsi sejumlah 9,21 N.m.

Saat putaran 6000 rpm yang dihasilkan motor *standart* sejumlah 10,15 N.m, sedangkan pada campuran bioetanol 20% sebesar 10,55 N.m, torsi naik kembali pada campuran 40% sebesar 7,59 N.m dan pada campuran pertamax dan bioetanol 60% menghasilkan torsi sebesar 10,58 N.m.

Pada putaran 7000 rpm yang dihasilkan motor *standart* sebesar 11,13 N.m, sedangkan pada campuran 20% sebesar 11,82 N.m, torsi naik kembali campuran pada campuran 40% sebesar 11,59 N.m dan pada campuran pertamax dan bioetanol 60% menghasilkan torsi sebesar 11,67 N.m.

Hasil perolehan torsi ketika putaran mesin 8000 rpm memakai bahan bakar Pertamax sejumlah 11,76 N.m, sementara ketika campuran bioetanol 20% sejumlah 12,43 N.m dan pada campuran pertamax dan bioetanol 40% menghasilkan torsi 12,37 N.m, kemudian pada campuran 60% terjadi penurunan sebesar 0,18 N.m menjadi 12,48 N.m.

Hasil uji menggunakan bahan bakar campuran bioetanol pada torsi menunjukkan bahwa mempengaruhi terhadap nilai torsi. Dari data tersebut, menjelaskan bahwa pada 8000 rpm bahan bakar pertamax (non bioetanol) mencapai torsi maksimal sebesar 11,76 N.m, bahan bakar campuran 20% mencapai torsi maksimum 12,43 N.m,

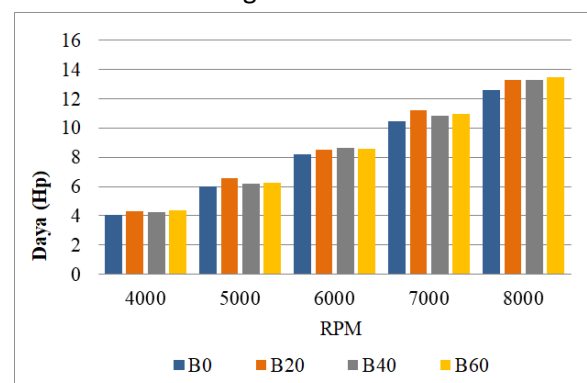
kemudian pada bahan bakar yang merupakan campuran 40% torsi maksimum yang didapat sejumlah 12,37 N.m, selanjutnya untuk bahan bakar campuran 60% torsi maksimum yang diperoleh sebesar 12,48 N.m. Terlihat bahwa pada penggunaan bahan bakar campuran dihasilkan torsi maksimum yang lebih besar apabila dibandingkan dengan pertamax murni.

Pada penelitian Javadikasgari dkk, menyatakan bahwa terjadi peningkatan torsi yang signifikan pada setiap campuran, namun penurunan torsi terjadi ketika persentase campuran antara bioetanol dan pertamax yang melebihi kapasitas 30% makin bertambah jumlahnya. Hal ini terjadi dikarenakan kadar kalor yang dimiliki bioetanol lebih rendah bila dibandingkan dengan pertamax [5].

Hal tersebut sebanding dengan penelitian Cahyono, yang menyatakan bahwa terdapat peningkatan torsi akibat adanya kinerja yang dilakukan oleh motor bensin ketika putaran rendah sampai menengah saat dilakukan penambahan bioetanol ke dalam bahan bakar pertamax [18]. Hasil Penelitian tersebut hasilnya sesuai dengan penemuan yang diperoleh dari penelitian Winoko bahwa hal tersebut terjadi karena adanya campuran bahan bakar oktan 92 yang tercampur dengan bioetanol memiliki jumlah kalor yang lebih besar apabila dibandingkan dengan bahan bakar oktan 92 yang tidak tercampur (*standart*) [6].

### 3.2 Hasil Pengujian Daya

Daya yang mengalami perubahan di tiap-tiap 1000 rpm-nya diolah menjadi grafik untuk memberi kemudahan dalam penjelasan pengaruh variasi bahan bakar di antara pertamax dan bioetanol. Hasil pengujian daya pada motor Vario 150 Led Old menggunakan *dynamometer* seperti yang diperoleh dari 3 (tiga) kali pengujian performa daya pada bahan bakar Pertamax dengan Campuran Bioetanol perbandingannya digambarkan pada Gambar 3.2 sebagai berikut.



Gambar 3.2 Grafik perbandingan pengujian daya bahan bakar pertamax murni dan campuran bioetanol

Gambar 3.2. menunjukkan daya yang dihasilkan motor standart pada 4000 rpm sebesar 4,06 Hp, sedangkan pada campuran bioetanol 20% sebesar 4,33 Hp, daya naik

kembali pada campuran pertamax dan bioetanol 40% sebesar 4,26 Hp, dan pada campuran pertamax dan bioetanol 60% menghasilkan daya sebesar 4,40 Hp.

Daya mengalami kenaikan lagi saat putaran 5000 rpm yang dihasilkan motor *standart* sejumlah 5,99 Hp, sementara campuran bioetanol 20% sebesar 6,6 Hp, daya turun kembali pada campuran pertamax dan bioetanol 40% sebesar 6,21 Hp, dan pada campuran pertamax dan bioetanol 60% memberikan hasil sejumlah 6,24 Hp.

Ketika putaran 6000 rpm yang dihasilkan motor *standart* sebesar 8,20 Hp, sedangkan pada campuran bioetanol 20% sebesar 8,52 Hp, daya naik kembali pada campuran pertamax dan bioetanol 40% sebesar 8,62 Hp, dan pada campuran pertamax dan bioetanol 60% menghasilkan daya sebesar 8,58 Hp.

Daya mulai kembali meningkat ketika putaran 7000 rpm yang diperoleh motor *standart* sejumlah 10,47 Hp, sedangkan campuran bioetanol 20% sejumlah 11,19 Hp, pada campuran bioetanol 40% sebesar 10,87 Hp, dan pada campuran pertamax dan bioetanol 60% menghasilkan 10,99 Hp.

Ketika putaran 8000 rpm yang dihasilkan motor *standart* sebesar 12,59 Hp, sedangkan pada campuran bioetanol 20% daya naik kembali menjadi 13,32 Hp, dan pada campuran bioetanol 40% sebesar 13,27 Hp, dan pada campuran pertamax dan bioetanol 60% menghasilkan 13,49 Hp.

Gambar 3.2 menjelaskan bahwa daya yang dihasilkan terhadap putaran mesin pada semua bahan bakar mulai meningkat di putaran 4000-8000 rpm. Berdasarkan hasil uji tersebut, bisa diamati bahwa terdapat daya meningkat ketika memakai bahan bakar campuran bioetanol 20% pada putaran mesin 4000-8000 rpm. Pada penelitian Cahyo menyatakan bahwa keadaan tersebut terlaksana akibat bertambahnya nilai oktan apabila bioetanol sebesar 20% tercampurkan ke dalam pertamax. Hal tersebut dapat memberikan pengaruh terhadap mutu bahan bakar dan nilai oktan pun jadi meningkat [7].

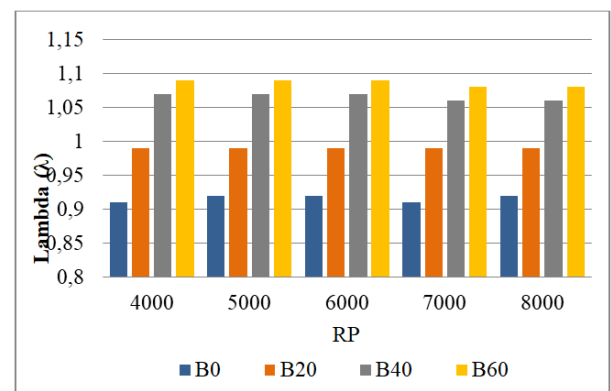
Berdasarkan spesifikasi motor yang dipakai saat penelitian, nilai bahan bakar campuran bioetanol 20% mencapai daya maksimum sebesar 13,32 Hp, kemudian untuk bahan bakar campuran bioetanol 40% daya maksimum 13,27 Hp, selanjutnya untuk bahan bakar campuran bioetanol 60% daya maksimum yang diperoleh sebesar 13,49 Hp, dan untuk bahan bakar pertamax murni memiliki daya maksimum 12,59 Hp. Artinya penggunaan bahan bakar campuran bioetanol sangat signifikan untuk menambah daya yang dihasilkan oleh motor.

Adanya peningkatan daya yang terjadi menyimpulkan bahwa hal ini relevan dengan pernyataan bahwa hubungan antara torsi dan daya sangat berpengaruh pada kinerja

motor dimana jika terjadi peningkatan torsi maka akan menambah daya mesin menjadi lebih besar. Penelitian ini relevan dengan penelitian Raka pada rpm tertinggi daya terbesar diperoleh bahan bakar campuran dibanding bahan bakar pertamax murni, hal ini disebabkan karena terjadinya penumpukan bahan bakar dari selama proses pembakaran dimana bahan bakar campuran ini nilai oktannya tinggi sehingga penumpukan bahan bakar di ruang bakar lebih banyak dari pada pertamax yang mengakibatkan hasil daya ketika akhir putaran mesin akan lebih meningkat juga [7].

### 3.3 Hasil Pengukuran Lambda

Pengukuran konsumsi bahan bakar dengan parameter lambda ( $\lambda$ ) pada saat menggunakan pertamax murni dan campuran bioetanol 20%, 40%, dan 60% dilakukan dengan putaran mesin 4000-8000 rpm yang diperoleh dari 3 (tiga) kali pengujian. Analisis dapat dilakukan menggunakan grafik pada Gambar 3.3 dibawah ini.



Gambar 3.3 Grafik pengukuran lambda

Berdasarkan Gambar 3.3 menunjukkan waktu pemakaian bahan bakar yang dihasilkan dari bahan bakar campuran pertamax serta bioethanol *standart* pada 4000 rpm menghasilkan lambda ( $\lambda$ ) sebesar 0,91, sedangkan pada campuran bioethanol 20% sebesar 0,99, lambda ( $\lambda$ ) pada campuran pertamax dan bioethanol 40% sebesar 1,07, dan pada campuran pertamax dan bioethanol 60% menghasilkan lambda ( $\lambda$ ) sebesar 1,09.

Kemudian lambda ( $\lambda$ ) pada bahan bakar pertamax pada motor standart pada putaran 5000 rpm sebesar 0,92, sedangkan pada campuran bioethanol 20% sebesar 1,00, pada campuran pertamax dan bioethanol 40% menghasilkan lambda ( $\lambda$ ) sebesar 1,07, dan pada campuran pertamax dan bioethanol 60% sebesar 1,09.

Pada putaran 6000 rpm motor standart menghasilkan lambda ( $\lambda$ ) 0,92, lambda ( $\lambda$ ) pada campuran bioethanol 20% sebesar 1,00, pada campuran pertamax dan bioethanol 40% sebesar 1,07, dan pada campuran 60% menghasilkan lambda ( $\lambda$ ) 1,09.

Pada putaran 7000 rpm lambda ( $\lambda$ ) yang di hasilkan motor standart yaitu 0,92, pada campuran pertamax dan bioethanol 20% sebesar 0,99, pada campuran bioethanol 40% sebesar 1,07, dan pada campuran pertamax dan bioethanol 60% sebesar 1,08.

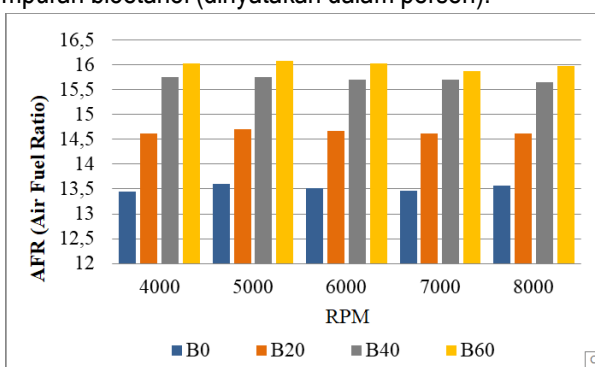
Pada putaran mesin 8000 rpm, nilai lambda ( $\lambda$ ) pada motor standart adalah 0,92, pada campuran bioethanol 20% sebesar 0,99, pada campuran 40% sebesar 1,06, dan pada campuran pertamax dan bioethanol 60% sebesar 1,09.

Analisis data tersebut menunjukkan adanya pemakaian bahan bakar campuran pertamax dan bioethanol memberikan dampak yang serupa pada nilai lambda ( $\lambda$ ) pada setiap putaran mesin yang diukur, yaitu terjadinya penurunan lambda ( $\lambda$ ). Hal ini menunjukkan adanya kecenderungan penurunan nilai lambda ( $\lambda$ ) pada berbagai putaran mesin dengan bahan bakar campuran pertamax dan bioethanol.

### 3.4 Pengukuran Air Fuel Ratio (AFR)

*Air Fuel Ratio* (AFR) adalah komparasi di antara bahan bakar serta udara agar memperoleh pembakaran sempurna. Perbandingan tersebut adalah udara sejumlah 14,7 gram dengan bahan bakar sejumlah 1 gram. Campuran kurang sempurna diperoleh ketika perbandingan bahan bakar atau  $AFR > 14,7$  gram, namun apabila perbandingan bahan bakar atau  $AFR < 14,7$  gram, maka akan diperoleh campuran yang sempurna. Keika ukuran AFR besar, maka terjadi pembakaran langsung dengan udara yang berlebih sehingga mengakibatkan borosnya konsumsi bahan bakar.

Data yang diperoleh sebagai hasil pengukuran pada motor Honda Vario 150 Led Old yang diukur dari AFR menggunakan bahan bakar pertamax dan campuran bioethanol 20%, 40%, dan 60% pada putaran mesin 4000-8000 rpm yang di peroleh dari 3 (tiga) kali pengujian. Selanjutnya dilanjutkan analisis perbandingan antara AFR pada saat menggunakan pertamax dan menggunakan campuran bioethanol. Analisis dapat dilakukan menggunakan grafik AFR (*Air Fuel Ratio*) yang ditampilkan dalam pada Gambar 3.4. Grafik AFR (*Air Fuel Ratio*) tersebut menunjukkan putaran mesin (dalam satuan RPM), banyaknya bahan bakar pertamax, dan banyaknya campuran bioethanol (dinyatakan dalam persen).



Gambar 3.4 Grafik pengukuran Air Fuel Ratio (AFR)

Ketika putaran mesin sebesar 4000 rpm, nilai AFR menggunakan bahan bakar pertamax adalah 13,45, pada campuran bioethanol 20% sebesar 14,62 Pada campuran bioethanol 40% sebesar 15,75 dan pada campuran bioethanol 60% menghasilkan AFR 16,03.

Ketika putaran mesin sebesar 5000 rpm, nilai AFR memakai bahan bakar jenis pertamax adalah 13,60, pada campuran bioethanol 20% mengalami kenaikan sebesar 1,1, menjadi 14,70, pada campuran bioethanol 40% sebesar 15,75 dan pada campuran bioethanol 60% menghasilkan AFR 16,08.

Ketika putaran mesin sebesar 6000 rpm, nilai AFR memakai bahan bakar jenis pertamax adalah 13,52, pada campuran bioethanol 20% sebesar 14,65 pada campuran 40% sebesar 15,73 dan pada campuran bioethanol 60% menghasilkan AFR 16,03.

Ketika putaran mesin sebesar 7000 rpm, nilai AFR menggunakan bahan bakar jenis pertamax yakni 13,47, pada campuran bioethanol 20% sebesar 14,56, pada campuran bioethanol 20% mengalami kenaikan sebesar 1,09, menjadi 14,56, pada campuran 40% sebesar 15,70 dan pada campuran bioethanol 60% menghasilkan AFR 15,88.

Ketika putaran mesin sebesar 8000 rpm, nilai AFR menggunakan bahan bakar pertamax adalah 13,57, pada campuran bioethanol 20% sebesar 14,62, pada campuran bioethanol 20% mengalami kenaikan sebesar 1,05, menjadi 14,62, pada campuran bioethanol 40% sebesar 15,60 dan pada campuran bioethanol 60% menghasilkan AFR 15,98.

Dari data yang diberikan dapat disimpulkan bahwa pada setiap peningkatan putaran mesin dari 4000-8000 rpm, terjadi kenaikan presentase AFR pada saat menggunakan bahan bakar campuran bioethanol. Kenaikan tersebut menunjukkan bahwa bahan bakar campuran bioethanol memiliki dampak yang kurang signifikan terhadap nilai AFR pada berbagai putaran mesin yang disebutkan. Ini menunjukkan bahwa bahan bakar campuran bioethanol mempengaruhi secara konsisten kenaikan nilai AFR pada setiap tingkatan putaran mesin yang diuji.

Berdasarkan data di atas, bisa diambil kesimpulan pada setiap peningkatan putaran mesin dari 4000-8000 rpm, terjadi peningkatan presentase AFR setelah menggunakan bahan bakar campuran bioethanol. Peningkatan tersebut menyatakan adanya pemakaian bahan bakar dengan campuran bioethanol memiliki dampak yang signifikan terhadap nilai AFR pada berbagai putaran mesin yang disebutkan. Hal tersebut menyatakan adanya pemakaian bahan bakar dengan campuran bioethanol mempengaruhi

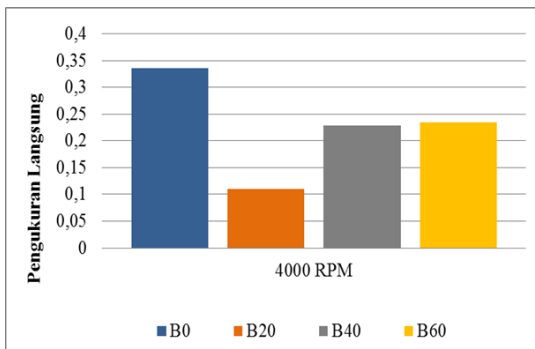


secara konsisten peningkatan nilai AFR pada setiap tingkatan putaran mesin yang diuji.

Menurut hasil pengujian AFR diketahui bahwa nilai AFR yang dikatakan sempurna yaitu dengan nilai AFR = 14,7. Ketika pemakaian bahan bakar campuran 20% dengan putaran mesin 5000 rpm yaitu dengan nilai AFR 14,7 hal ini menjelaskan bahwa hasil AFR sesuai dengan AFR ideal sebesar 14,7. Jika dibandingkan antara bahan bakar campuran bioetanol 40% dan campuran 60% jumlah AFR memperoleh nilai ukur yang besar, sehingga proses pembakaran dengan udara yang berlebih di mana hal tersebut dapat mengakibatkan borosnya pemakaian bahan bakar

### 3.5 Pengukuran Konsumsi Bahan Bakar Secara Langsung

Pemakaian bahan bakar diukur secara langsung ketika memakai bahan bakar pertamax dengan campuran bioetanol yang dilakukan pada putaran mesin (rpm) dengan waktu (Menit). Selanjutnya dilakukan analisis perbandingan konsumsi bahan bakar secara langsung (manual) pada saat penggunaan bahan bakar pertamax murni dan campuran bioetanol. Analisis dapat dilakukan menggunakan grafik pada Gambar 3.5.

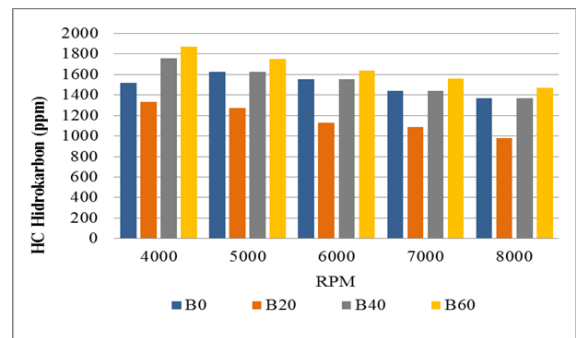


Gambar 3.5 Pengukuran langsung bahan bakar pertamax murni dan campuran bioethanol

Hasil pengujian menunjukkan penggunaan bahan bakar jenis pertamax murni, tahap awal memakai bahan bakar 4lt sedangkan setelah dilaksanakan pengujian menjadi 3,665lt dimana jumlah konsumsi bahan bakar 0,335lt, pada campuran bioetanol 20% setelah dilaksanakan pengujian menjadi 3,890lt konsumsi bahan bakar 0,110lt, pada campuran 40% setelah dilaksanakan pengujian menjadi 3,771lt konsumsi bahan bakar 0,229lt, dan pada campuran bioetanol 60% setelah dilakukan pengujian menjadi 3,765lt konsumsi bahan bakar 235lt. Hasil uji menunjukkan bahwa penggunaan bahan bakar campuran bioetanol 20% terjadi penurunan yang konsumsi bahan bakar yang signifikan. Hasil penelitian tersebut sesuai dengan penelitian Raka yang menyatakan pemakaian nilai oktan yang makin tinggi ketika putaran mesin sama, hasil pemakaian bahan bakar akan cenderung lebih sedikit[8].

### 3.6 Pengukuran Kadar Hidrokarbon (HC)

Berdasarkan hasil pengukuran emisi gas buang menurut kadar hidrokarbon (HC) di atas, maka untuk memudahkan analisis kadar HC yang didapatkan pada saat menggunakan bahan bakar pertamax dan campuran bioetanol. Data pada Tabel 4.6 selanjutnya akan dilakukan analisis kadar HC yang dihasilkan menggunakan bahan bakar pertamax dan campuran bioetanol pada putaran mesin 4000-8000 rpm disajikan dalam grafik 3.6 di bawah ini.



Gambar 3.6 Grafik emisi Hidrokarbon (HC) tanpa rpm

Ketika putaran mesin sejumlah 4000 rpm, nilai HC motor standart sebesar 1520ppm, sedangkan pada campuran bioetanol 20% mengalami penurunan sebesar 188ppm menjadi 1332ppm, pada campuran bioetanol 40% sebesar 1757ppm, dan pada campuran pertamax dan bioetanol 60% menghasilkan HC sebesar 1870ppm.

Kemudian HC pada putaran 5000 rpm pada motor standart menghasilkan sebesar 1623ppm, pada campuran sebesar 1274ppm, sedangkan pada campuran 40% sebesar 1623ppm, dan pada campuran 60% menghasilkan sebesar 1752ppm.

Pada putaran 6000 rpm yang dihasilkan motor standart sebesar 1552ppm, sedangkan pada campuran bioetanol 20% sebesar 1132ppm, pada campuran 40% sebesar 1552ppm, dan pada campuran pertamax dan bioetanol 60% sebesar 1640ppm.

Pada putaran 7000 rpm nilai HC motor standart adalah 1439ppm, pada campuran 20% sebesar 1075ppm, pada campuran 40% sebesar 1439ppm, dan pada campuran 60% menghasilkan sebesar 1560ppm.

Pada putaran 8000 rpm nilai HC yang dihasilkan motor standart sebesar 1368ppm, sedangkan pada campuran 20% mengalami penurunan menjadi 977ppm, pada campuran 40% 1368ppm, dan pada campuran pertamax dan bioetanol 60% sebesar 1473ppm.

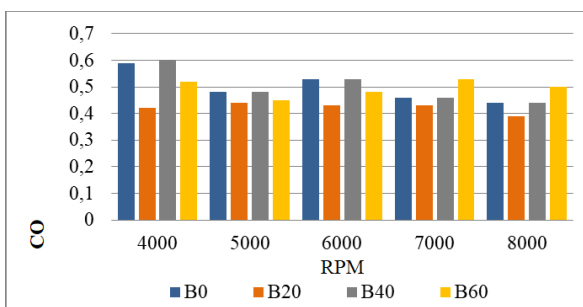
Analisa data menunjukkan bahwa emisi gas buang motor Vario 150 Led Old yang ditinjau dari kadar hidrokarbon (HC) menunjukkan bahwa kadar hidrokarbon

(HC) yang terdapat pada bahan bakar campuran 20% membuktikan bahwa bahan bakar tersebut terbakar mendekati sempurna, sehingga bahan bakar yang terdeteksi sebagai hidrokarbon pada tahap uji emisi gas buang hanya tersisa sedikit. Hal tersebut berdampak terhadap daya mesin yang memakai bahan bakar campuran sebanyak 20% hasilnya lebih tinggi apabila dibanding bahan bakar pertamax maupun bahan bakar yang memakai campuran sebanyak 40% atau 60%.

Hal ini relevan dengan penelitian Raka bahwa kadar HC gas buang memperlihatkan jumlah bahan bakar yang banyak terbuang secara cuma-cuma selama proses pembakaran sehingga berimbas terhadap keefisienan reaksi pembakaran yang terjadi pada motor tersebut. Adanya bahan bakar campuran bioetanol sebanyak 20% lebih efisien dalam pemakaiannya karena jumlah bahan bakar yang terbuang secara percuma menjadi lebih kecil. Penyebab keadaan tersebut adalah karena pembakaran terhadap bahan bakar yang mengandung campuran bioetanol 20% memperoleh hasil yang lebih sempurna apabila dibandingkan dengan bahan bakar pertamax dan campuran 40% maupun 60%. Kadar gas karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) selama proses pembakaran berimbas terhadap tenaga mesin yakni akan berkurang serta mengakibatkan peningkatan terhadap konsumsi bahan bakar [8].

### 3.7 Pengukuran Kadar Karbonmonoksida (CO)

Bahan bakar yang terbakar karena adanya pembakaran yang kurang sempurna menimbulkan adanya karbonmonoksida (CO). Hal tersebut terjadi akibat adanya campuran bahan bakar yang gemuk atau kurang memadainya proses pengapian sehingga menghasilkan karbonmonoksida (CO) sebagai emisi gas buang. Hasil yang diperoleh dari pengukuran kadar karbonmonoksida (CO) memakai bahan bakar pertamax serta campuran bioetanol terhadap putaran mesin sebesar 4000-8000 rpm pada emisi gas buang ditunjukkan dalam Gambar 3.7. berikut :



Gambar 3.7 Grafik Emisi Karbonmonoksida (CO) terhadap rpm

Ketika putaran mesin sejumlah 4000 rpm, nilai CO menggunakan bahan bakar jenis pertamax murni sebanyak 0,60% vol, sedangkan pada campuran 20% sebesar 0,42%

vol, pada campuran 40% sebesar 0,60% vol, serta pada campuran bahan bakar jenis pertamax dengan bioetanol 60% sebanyak 0,52% vol.

Ketika putaran mesin sejumlah 5000 rpm, hasil dari jumlah CO motor *standart* sebanyak 0,48% vol, pada campuran 20% sebesar 0,45% vol, sedangkan pada campuran 40% sebesar 0,48% vol, dan pada campuran 60% sebesar 0,46% vol.

Pada putaran mesin 6000 rpm, hasil dari nilai CO motor *standart* adalah 0,53% vol, pada campuran bioetanol 20% sebesar 0,43% vol, dan pada campuran 40% sebesar 0,53% vol, sedangkan pada campuran bioetanol 60% sebesar 0,48% vol.

Ketika putaran mesin sejumlah 7000 rpm, nilai CO memakai bahan bakar pertamax murni sebanyak 0,47% vol, pada campuran bioetanol 20% sebesar 0,43% vol, sedangkan pada campuran 40% sebesar 0,47% vol, dan pada campuran bioetanol 60% sebesar 0,53% vol.

Pada putaran mesin 8000 rpm, hasil dari nilai CO motor *standart* sebanyak 0,44% vol, pada campuran bioetanol 20% sebesar 0,39% vol, sedangkan pada campuran 40% sebesar 0,44% vol, dan pada campuran pertamax dan bioetanol 60% sebesar 0,50% vol.

Hasil emisi gas buang motor ditinjau dari kandungan karbonmonoksida (CO) menunjukkan bahwa CO pada pemakaian bahan bakar campuran 20% mengandung emisi CO yang lebih kecil bila dibanding pemakaian bahan bakar jenis pertamax murni. Hal tersebut dapat diamati terhadap putaran mesin 4000-8000 rpm dari semua bahan bakar menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai kandungan CO dari hasil pemakaian bahan bakar yang beragam secara signifikan. Kesimpulan yang dapat diambil adalah berdasarkan uji analisa terhadap data statistik, nilai kandungan CO sebagai hasil dari pemakaian berbagai bahan bakar tidaklah sama. Maka pada pemakaian bahan bakar B20, nilai kadar CO yang dihasilkan lebih rendah apabila dibandingkan ketika memakai bahan bakar jenis pertamax, campuran 40%, dan campuran 60%. Hal tersebut menunjukkan bahwa pemakaian bahan bakar campuran 20% mampu secara signifikan menurunkan nilai kandungan CO. Hasil yang diperoleh dari penelitian tersebut relevan dengan penelitian Yuniarto, yakni penggunaan bioetanol memiliki nilai oktan tinggi (*octane rating*) serta emisi gas buang yang rendah sehingga dapat mengurangi proses pembakaran yang gagal [9].

Berdasar atas hasil uji tersebut di atas, bisa diambil kesimpulan yakni pemakaian bahan bakar campuran bioetanol memiliki pengaruh pada torsi, daya, emisi gas buang, serta konsumsi bahan bakar motor. Hasil uji adanya pengaruh pemakaian bahan bakar campuran bioetanol

terhadap emisi gas buang yang telah terukur melalui kadar hidrokarbon (HC) maupun karbonmonoksida (CO) menunjukkan bahwa terdapat pengaruh dalam pemakaian bahan bakar campuran bioetanol terhadap kadar hidrokarbon (HC) juga karbonmonoksida (CO) motor. Emisi gas buang yang diukur dengan kadar hidrokarbon (HC) dan karbonmonoksida (CO) penggunaan bahan bakar pertamax, campuran 40%, dan campuran 60% lebih besar dari emisi gas buang yang telah diukur melalui kadar hidrokarbon (HC) serta karbonmonoksida (CO) setelah penggunaan bahan bakar campuran bioetanol 20%.

#### 4. Kesimpulan

Dengan merujuk pada hasil dan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

Torsi tertinggi diperoleh pada campuran bahan bakar B20 dan daya tertinggi dihasilkan pada campuran B20 pada 8000 rpm, dikarenakan daya dan torsi yang dihasilkan pada putaran mesin lebih tinggi dan konsumsi bahan bakar yang dihasilkan B20 lebih rendah dibandingkan dengan B40, B60, dan pertamax murni. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan bahan bakar campuran bioetanol B20 dapat meningkatkan performa mesin di sepeda motor Vario 150 Led Old.

Nilai emisi dari gas hidrokarbon (HC) terendah adalah pada campuran B20. Namun pada campuran B40 memiliki kesamaan pada nilai emisi dengan pertamax murni (B0). Pada campuran B60 memiliki nilai terendah namun nilainya lebih tinggi dari pertamax murni (B0). Untuk gas CO yang terkandung nilai terendah diperoleh pada campuran B20 nilai yang dihasilkan lebih rendah dari pertamax murni (B0), ini membuktikan pencampuran pertamax murni (B0) dengan bioetanol 20% dapat menurunkan gas CO menjadi lebih rendah dikarenakan pembakaran yang lebih sempurna.

#### Daftar Pustaka

- [1] N. Woyati, "Analisis Permintaan Sepeda Motor Matic Di Kota Semarang" *Jurnal Universitas Diponegoro* vol. 8, no. 1, 2010.
- [2] T. Produktivitas and K. Karyawan, *Jurnal Tenik "Fakultas teknik universitas pancasakti tegal 2019,"* 2019.
- [3] R. C. Krismanuel, "Analisis Bahan Bakar Bioetanol E100 Dari Limbah Kulit Pisang Terhadap Performa Mesin Sepeda Motor Matic 4 Tak," *vol. 01*, pp. 39-44, 2021.
- [4] M. A. Kholil, "Analisis Bioetanol Sebagai Bahan Bakar Alternatif" *Jurnal Program Studi Diploma Iii Teknik Elektronika,* 2011.
- [5] H. Javadikasgari, E. G. Soltesz, and A. M. Gillinov, "Surgery for Atrial Fibrillation," *Atlas of Cardiac Surgical*

*Techniques.* pp. 479-488, 2018.

- [6] Y. Agus Winoko, A. Setiawan, M. Esculenta, "Pemakaian Bioetanol pada Mesin Bensin 4-Langkah Satu Silinder," *J. Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang Semin. Nas. Rekayasa Teknol. Manufaktur*, vol. 2, no. 2022, 2022.
- [7] Cahyono, "Pengaruh Campuran Bioetanol Dengan Pertamax Terhadap Performa Mesin Motor 4," *Skripsi Jur. Tek. MESIN Fak. Tek. Universitas Negeri Semarang*, p. 76, 2015.
- [8] R. P. Perdana, B. P. Ilman, "Uji Karakteristik Daya, Torsi, Konsumsi Bahan Bakar, dan Emisi Gas Buang Motor 4 Langkah Dengan Bahan Bakar Pertamax dan Etanol," *J. Teknik*, 2022
- [9] A. Artiyani and E. S. Soedjono, "Bioetanol Dari Limbah Kulit Singkong Melalui Proses Hidrolisis Dan Fermentasi Dengan *Saccharomyces cerevisiae*," *Pros. Semin. Nas. Manaj. Teknol. XIII*, pp. 1-8, 2011.