AEEJ : Journal of Automotive Engineering and Vocational Education
Volume: 05, Number: 02, 2024
ISSN: 2722-4031 [online]; 2722-404X [printed]
DOI: https://doi.org/10.24036/aeej.v5i2.239

The Effect of Adding Cetane Booster and Water Methanol Injection (WMI) on Torque and Power in Diesel Engine

Pengaruh Penambahan *Cetane Booster* dan *Water Methanol Injection* (WMI) Terhadap Torsi dan Daya pada Engine Diesel

Rahmat[1]*, Samsul Hadi[1]

Abstract

The research method used is an experimental method to determine the effect of Water Methanol Injection on power and torque in Diesel Engines. The test used a four-wheeled motor vehicle type Elf Long 2771 CC engine with the fuel used Diesel B30, with three variations in WMI percentage, namely 10%, 30% and 50% without Cetane Booster and with a booster. The tests carried out were Power and Torque Tests, with maximum results at 2500 RPM Power at a WMI percentage of 30% with the addition of a 150ml booster of 77.19 and Torque of 234.43. Testing was carried out at 1500 to 2500 rpm with 500 rpm increments using a dyno test tool. To process data using Two Way Anova or commonly called 2-way Anova. So, it can be concluded that the use of a mixture of methanol and water increased power and torque, although not too big, whereas adding a booster of 150ml had a big influence on the power and torque test results.

Keywords
Water Methanol Injection, Engine Diesel, Cetane Booster

Abstrak

Metode penelitian yang digunakan adalah metode experiment untuk mengetahui pengaruh Water Methanol Injection pada daya dan torsi pada Engine Diesel. Pengujian menggunakan kendaraan bermotor roda empat jenis mesin elf long 2771 CC dengan bahan bakar yang digunakan Solar B30, dengan tiga variasi presentase WMI yaitu 10%, 30%, dan 50% tanpa Cetane Booster dan dengan booster. Pengujian yang dilakukan adalah Uji Daya dan Torsi, dengan hasil maksimal pada Daya RPM 2500 pada presentase WMI sebesar 30% dengan penambahan cetane booster 150ml adalah 77,19 dan pada Torsi sebesar 234,43. Pengujian dilakukan tiga kali percobaan disetiap RPM dan setiap konsentrasi pada rpm 1500 sampai 2500 rpm dengan kenaikan 500 rpm menggunakan alat dyno test. Untuk mengolah data menggunakan Two Way Anova atau biasa disebut dengan Anova 2 arah. Maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan campuran methanol dan air pada daya dan torsi mengalami kenaikan jika kadar air lebih tinggi, sedangkan dengan penambahan booster sebesar 150ml memiliki pengaruh yang besar pada hasil pengujian daya dan torsi.

Kata Kunci
Water Methanol Injection, Engine Diesel, Cetane Booster

[1] *Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang*
Jl. Soekarno Hatta No. 9 Malang, Jawa Timur, Indonesia

* *Akbarsigit87@gmail.com*

Submitted : July 11, 2024. Accepted : September 09, 2024. Published : 31 December , 2024

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi pada kendaraan bermotor, salah satu teknologi yang menarik perhatian dalam konteks ini adalah penggunaan *water methanol injection* (WMI) pada mesin diesel. *Water methanol injection* adalah sistem yang memasukkan campuran air dan metanol ke dalam ruang bakar mesin dengan tujuan meningkatkan performa dan efisiensi mesin.

Metanol dapat digunakan dengan mencampurkannya dengan bensin atau dipakai sendirian (metanol murni). Sebagai senyawanya sendiri, metanol dapat dicampurkan dengan bahan bakar minyak (BBM) yang mampu menghasilkan panas yang lebih besar daripada BBM [1]. WMI bekerja dengan cara menurunkan suhu ruang bakar yang tinggi tersebut, yaitu akibat udara yang dihisap mesin menjadi dingin karena bercampur dengan kabut air, dengan demikian dapat memperlambat terbakarnya bahan bakar. Hal Ini menguntungkan, karena timing pengapian bisa dibuat lebih maju (advance) tanpa gejala *knocking* (ngelitik), dan tenaga yang dihasilkan mesin menjadi lebih besar. Secara teori, butir halus air akan terpecah menjadi uap pada suhu ruang bakar yang sangat panas, inilah yang menghasilkan tenaga tambahan ekstra bagi mesin [2].

Sistem pembakaran mesin diesel yang tidak menggunakan busi (compression ignition) menjadikan mesin diesel juga banyak digunakan, karena efisiensi termal menjadi lebih baik dengan tercapainya tekanan awal yang tinggi pada proses pembakaran [3]. Perkembangan mesin diesel yang menggunakan bahan bakar alternatif metanol sampai saat ini terus menunjukkan adanya peningkatan [4]. Bahan bakar yang berkualitas tinggi tentu memiliki harga yang tinggi pula. Untuk itu perlu inovasi salah satunya dengan penambahan zat adiktif pada bahan bakar berkualitas rendah untuk meningkatkan kualitas dan juga ekonimis dalam segi harga salah satu zat adiktif yang dapat ditambahakan ke bahan bakar adalah *cetane boster*.

Water Methanol Injection (WMI)

Metanol merupakan alkohol alifatik dengan rumus molekul CH3OH yang reaktifitasnya ditentukan oleh gugus hidroksinya [5] dan juga dikenal sebagai alkohol kayu, asam karbinat, dan metil alkohol. Cairan beracun, mudah terbakar, dan relatif mudah menguap ini terjadi secara alami. selain menggunakan air, melainkan juga ditambah Alkohol untuk menghasilkan tenaga yang lebih besar. Water injection dapat dilakukan untuk menghemat bahan bakar, mengurangi polusi udara dan meningkatkan daya mesin [6]. Hal inilah yang menyebabkan sering juga disebut dengan istilah *Water Alcohol Injection*. Campuran *Alkohol / Methanol* bisa dibuat dengan komposisi 1:5 sampai 1:3 terhadap air [2]. Methanol memiliki rumus kimia CH_3OH yang dapat digunakan sebagai campuran bahan bakar, pendingin serta campuran dalam air pada perbandingan berapapun yang digunakan [7].

$$2CH3OH + 3\,O2 \;\; 2\,CO2 + 4\,H2O \qquad (1)$$

Daya

Daya adalah energy yang dikomsumsi untuk melakukan usaha [8]. Satuan Internasional untuk daya adalah joule/sekon (J/s) atau W (watt), satuan daya lainnya yang sering digunakan adalah daya kuda atau *horsepower* (hp), dimana1 hp = 745.7 watt.

$$P = \frac{\text{n x T}}{5252}\ (\text{HP}) \qquad (2)$$

P = Daya (HP)
n = Putaran Mesin (rpm)
T = Torsi Mesin (N.m)

Torsi

Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja, jadi torsi adalah suatu energi [9]. Pada penerapan di motor bakar, Torsi mesin dihasilkan pada langkah kompresi, campuran bahan bakar dan udara masuk ke dalam silinder, akibat dari kompresi terjadinya ledakan didalam silinder sehingga mendorong piston ke bawah yang menghasilkan tenaga untuk memutar poros engkol dan didistribusikan ke roda penggerak [10].

$$T = \frac{5252 \text{ x Ne}}{\text{n}} \qquad (3)$$

T = Torsi (N.m)
Ne = Daya (HP)
n = Putaran mesin (rpm)

Mesin Diesel

Mesin Diesel adalah alat yang dapat menghasilkan tenaga serta dapat mengkonversi sumber energi panas menjadi suatu daya tenaga mekanik melalui sistem pembakaran bahan bakar [11]. Jika dilihat berdasarkan jenis pembakaran motor bakarnya di bedakan menjadi beberapa macam yaitu sistem motor pembakaran dalam (*internal combustion engines*) dan sistem motor pembakaran luar (*external combustion engines*). Mesin pembakaran dalam merupakan mesin yang mengubah energy panas menjadi energi mekanik atau mengubah energi kimia dari bahan bakar menjadi energi Gerak [12]. Prinsip kerja motor Diesel sederhananya adalah dapat dijelaskan sebagai berikut, yaitu solah yang dialirkan dari boost pump dihisap masuk kedalam silinder, lalu udara murni dihisap dan dikompresikan pada 8°-12° sebelum piston mencapai titik mati, kemudian bahan bakar dikabutkan maka terjadi pembakaran. Gerakan naik turun pada torah dapat diubah menjadi gerak putar pada poros oleh connecting rod [13].

Cetane Booster

Peningkatan mutu bahan bakar dapat dengan menggunakan *cetane number* yang tinggi maupun dengan c*etane booster* [14]. Dengan campuran 50L bio solar dan 150 ml (*Cetane boster*). Tujuan dari penambahan *cetane number* untuk mempengaruhi daya anti knocking atau daya letup dari solar [15] dan meningkatkan performa dari mesin diesel dan untuk dapat mengatahui seberapa berpengaruh penambahan *cetane booster* sesudah dan sebelum ditambahkan cetane booster pada daya dan torsi.

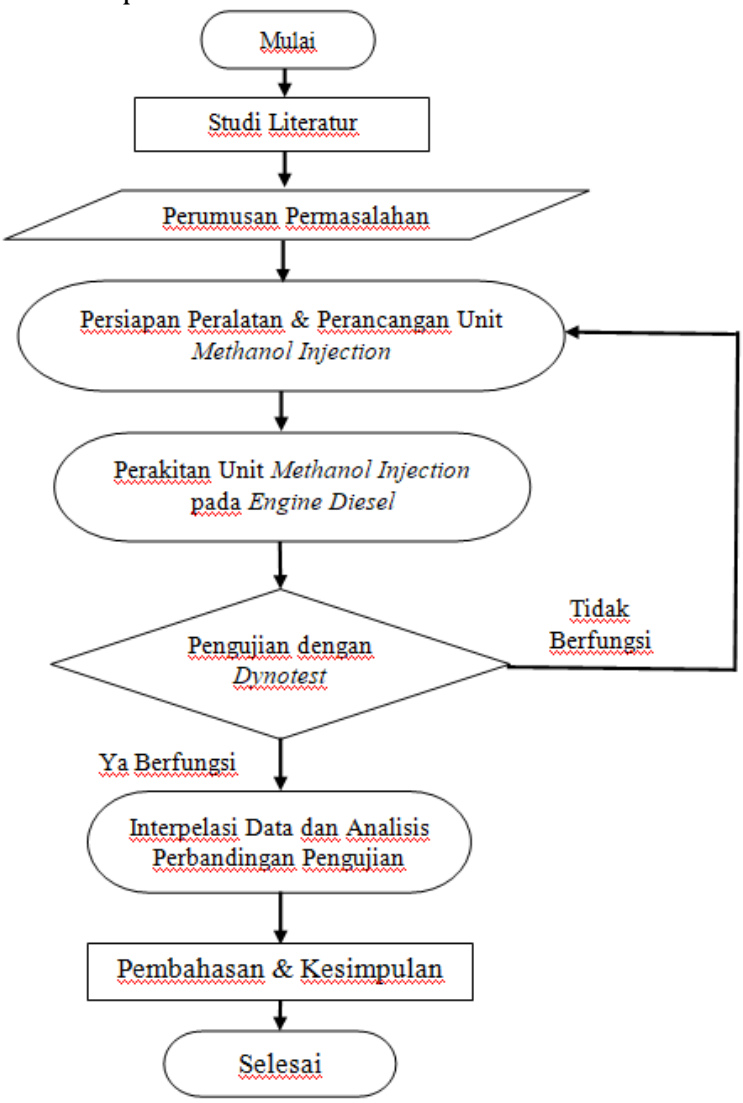
METODE

Jenis penelitian yang digunakan yaitu penelitian eksperimen kuantitatif yaitu pembuatan alat *Water Methanol Injection* (WMI). Alat ini berfungsi untuk menghilangkan knocking / detonasi pada ruang bakar yang memiliki kompresi tinggi. *Water Methanol Injectio*n (WMI) bekerja dengan menginjeksikan campuran air dan methanol ke dalam intake manifold sehingga campuran air dan methanol yang telah berbentuk partikel-partikel sangat kecil dan bercampur dengan udara, secara bersamaan mengalir masuk kedalam ruang bakar.Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengunaan water methanol injection dan dengan penambahan cetane booster terhadap daya dan torsi pada mobil Isuzu elf tahun2018. Pengujian dilakukan pada setiap RPM dan konsentrasi masing-masing tiga kali pengujian. Spesifikasi kendaran uji dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Mobil

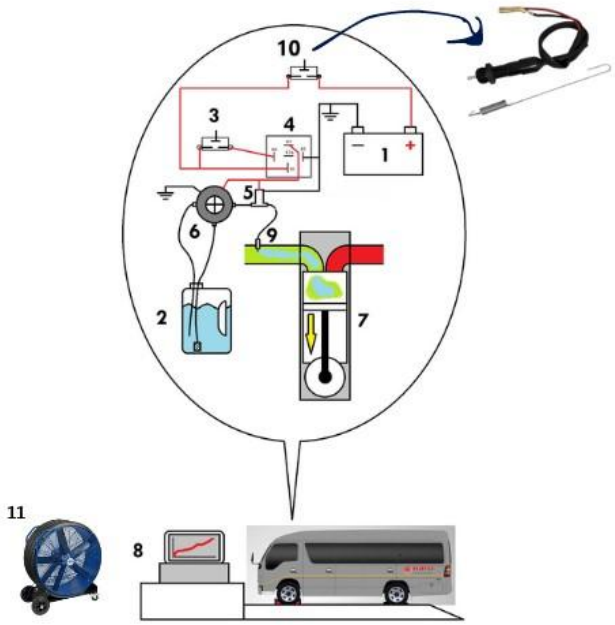
Spesifikasi	Keterangan	
Jenis Mesin	Diesel	
Kode Mesin	4JB-1TC	
Kapasitas Mesin	2.771cc	
Jumlah Silinder	4	
Jumlah Katup	16	Intake: 8
		Exhaust: 8
Diameter* Langkah	93 x 102 mm	
Tenaga Maksimum	100/3400 (PS/rpm)	
Torsi Maksimum	22.5/2000-3200 (Kgm/rpm)	

Gambar 1 berikut ini adalah kerangka berfikir yang digunakan untuk memulai pengambilan data dari awal sampai akhir:



Gambar 1. Kerangka Berfikir

Skema pemasangan WMI dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini, dimana setinggan penelitian Switch no 10 ini dikaitkan ke pedal gas sehingga ketika pedal gas diinjak maka WMI akan aktif menginjeksikan campuran methanol dan air.



Gambar 2. Setinggan Peralatan
1)Aki, 2) Water methanol, 3) Switch ON OFF, 4) Relay, 5) Selenoid valve, 6) Pompa bahan bakar elektronik, 7) Engine Diesel ELF, 8) Dyno Test, 9) Nozzle, 10) Switch WMI, 11) Kipas Angin

Teknik analisis data

1. Data hasil dari pengujian akan direkap dan diolah dalam bentuk tabel.
2. Kemudian data pada tabel diubah kedalam data grafik sebagai perbandingan.
3. Analisis data penelitian ini menggunakan Two Way Anova biasa disebut juga dengan Anova 2 arah.
4. Setelah itu disimpulkan data dan variable yang terbaik sebagai hasil akhir dari penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

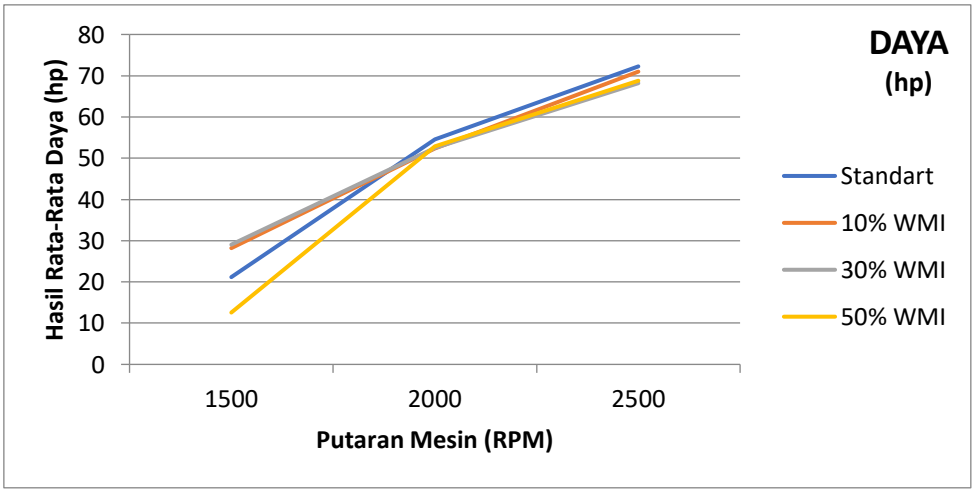
Dari hasil penelitian yang telah dilakukan tentang pengaruh penggunaan water methanol injection dan dengan penambahan cetane boster terhadap daya dan torsi maka di dapat hasil data berupa tabel dan grafik. Hasil Tahap 1 Campuran Methanol dan air pengujian daya pada Engine Diesel dengan penambahan Booster. Pengujian Daya dari campuran methanol, air dan penambahan *booster* dilakukan dengan pengujian dynotest, dengan tiga konsetrasi dan putaran per menit (RPM) yang berbeda. Konsetrasi yang digiunakan dalam percobaan adalah (10% methanol dan 90% air), (30% methanol dan 70 air), dan (50% methanol dan 50 air), sedangkan untuk RPM menggunakan 1500 RPM, 2000 RPM, dan 2500 RPM melakukan dengan tiga kali pengulangan. Pergujian pertama dengan cara melakukan tiga kali pengujian di RPM 1500 tanpa campuran methanol, air dan *booster*. Pengujian pada 1500 RPM konsetrasi 10% Methanol, 90% air tanpa campuran booster juga dilakukan dalam tiga kali pengujian, dan selanjutnya dengan dengan ditambahan Booster. Untuk konsetrasi 30% methanol, 70% Air tanpa campuran booster, selanjutnya dengan penambahan Booster. Konsetrasi yang terakhir 50% methanol,

50% Air tanpa penambahan booster, dan selanjutnya dengan tambahan booster. Pada setiap pengujian WMI tanpa booster mengalami kenaikan pada konsetrasi air yang lebih tinggi dan pada konsentrasi 50% methanol dan 50% air mengalami penurunan, sedangkan dengan campuran WMI dengan penambahan cetane booster mengalami kenaikan terkecuali pada RPM 1500 pada konsentrasi 50% methanol dan 50% air. Data hasil pengujian dengan berbagai varian dan dengan penambahan booster pada tiga variasi RPM yang berbeda dengan tiga kali pengujian dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil uji daya WMI dan Cetane Booster

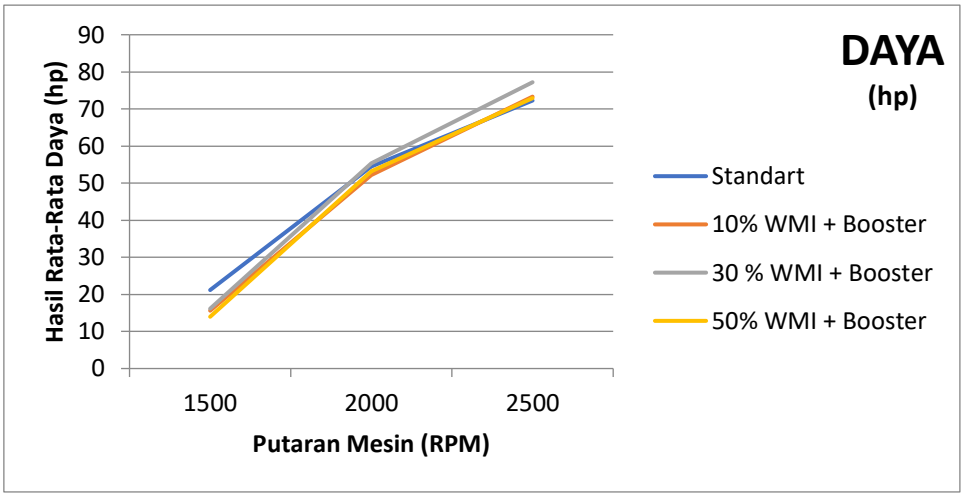
Putaran Mesin (RPM)	Bahan Bakar						
	Standart (hp)	10% WMI (hp)	10% WMI + Booster (hp)	30% WMI (hp)	30% WMI + Booster (hp)	50% WMI (hp)	50% WMI + Booster (hp)
1500	27,05	31,44	17,22	31,85	16,46	15,71	11,96
	15,22	28,9	11,31	30.36	14,75	10,01	18,48
	21,21	24,22	18,29	24,92	17,2	11,99	11,44
Rata-Rata	21,16	28,19	15,61	29,04	16,14	12,57	13,96
2000	52,26	52,6	50,69	51,4	53,55	52,01	54,84
	52,84	52,69	51,11	53,42	56,19	53,15	51,9
	58,49	51,63	54,52	52,48	56,11	53,35	52,92
Rata-Rata	54,53	52,31	52,11	52,43	55,28	52,84	53,22
2500	69,75	70,49	77,92	68,49	77,03	66,35	74,33
	74,58	71,99	68,84	70,37	74,83	72,74	76,26
	72,46	70,48	73,16	65,67	79,72	67,24	68,12
Rata-Rata	72,26	70,99	73,31	68,18	77,19	68,78	72,91

Gambar 2 adalah grafik hasil rata-rata daya campuran methanol dan air tanpa penambahan cetane booster pada tiga RPM dan empat variasi perbandingan bahan bakar :



Gambar 2. Rata-Rata Grafik Campuran WMI Pengujian Daya pada Engine Diesel.

Gambar 3 adalah grafik hasil rata-rata daya campuran methanol dan air dengan penambahan cetane booster pada tiga RPM dan empat variasi perbandingan bahan bakar :



Gambar 3. Rata-Rata Grafik Campuran WMI Pengujian Daya dengan Penambahan Booster pada Engine Diesel

Pengujian daya Campuran Methanol dan Air pada tiga konsentrasi dan grafik pengujian daya Campuran Methanol, Air dengan penambahan Booster sebesar 150 ml. Bisa diliat pada kedua grafik bahwa dengan penambahan booster pada pengujian tersebut, dapat meningkatkan daya pada mesin. Penambahan senyawa booster pada konsentrasi 30% menghasilkan perubahan daya. Pada Rpm 1500, daya menjadi turun setelah ditambahkan Booster dari 29,04 menjadi 16,14. Sedangkan pada 2000 RPM mengalami kenaikan dari 52,43 menjadi 55,28. Pada 2500 RPM juga mengalami kenaikan dari 68,18 menjadi 77,19. Dari data ini dapat disimpulakan, penambahan booster pada konsentrasi 30% memiliki efek pada daya pada RPM yang lebih tinggi. Hal ini dilandasi karena senyawa booster yang memiliki sifat mudah terbakar akan mempengaruhi kinerja mesin diesel. Jika bahan bakar ditambahkan booster akan menyala lebih cepat serta proses pembakaran yang lebih efisien, sehingga dapat meningkatkan tenaga mesin. Lazimnya, mesin diesel akan mencapai pembakaran efisien saat menggunakan bahan bakar booster. Hasil uji torsi dapat dilihat pada Table 3.

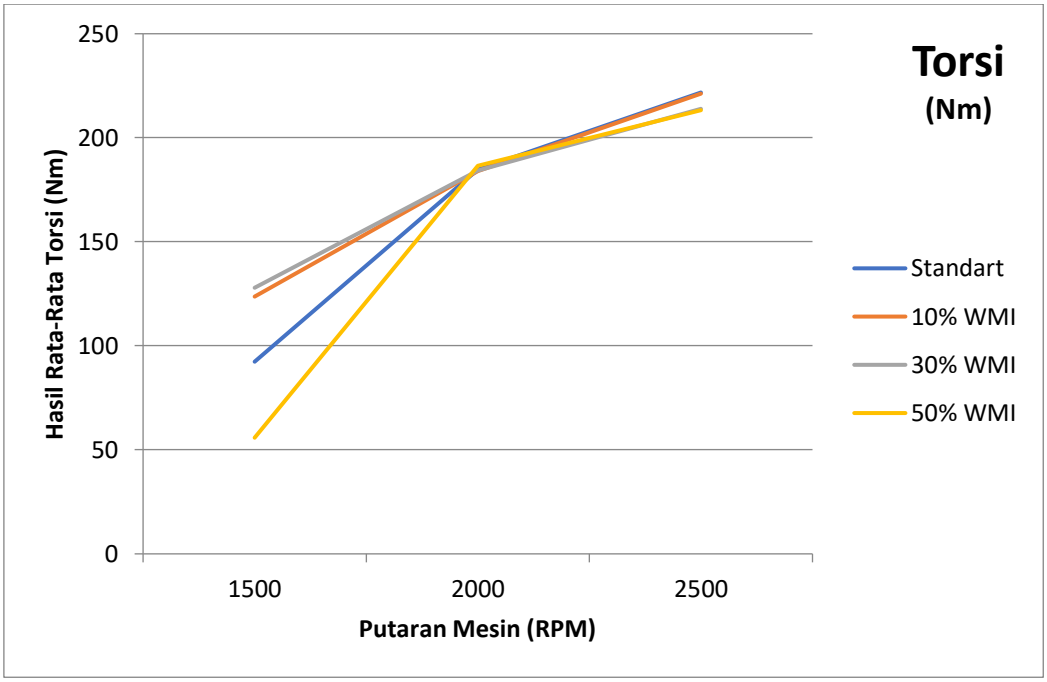
Tabel 3. *Hasil uji torsi WMI dan Cetane Booster*

Putaran Mesin (RPM)	**Bahan Bakar**						
	Standart (N.m)	**10% WMI (N.m)**	**10% WMI + Booster (N.m)**	**30% WMI (N.m)**	**30% WMI + Booster (N.m)**	**50% WMI (N.m)**	**50% WMI + Booster (N.m)**
1500	117,48	138,47	76,43	138,77	73,67	69,97	54,12
	67,24	127,25	49,55	135,65	66,44	44,67	78,83
	92,4	105,27	81,91	109,31	77,9	52,84	49,96
Rata-Rata	92,37	123,66	69,30	127,91	72,67	55,83	60,97
2000	183,84	184,3	180,15	180,41	188,24	182,76	191,83
	185,8	185,01	181	187,53	196,08	186,96	182,5
	184,5	182,42	191,19	186,82	196,95	190,13	188,55
Rata-Rata	184,71	183,91	184,11	184,92	193,76	186,62	187,63
2500	217,04	218,92	229,69	212,44	232,82	203,76	228,87
	225,96	223,97	217,3	219,49	230,42	220,25	230,52
	222,27	220,71	227,47	209,79	240,04	215,78	219,03
Rata-Rata	221,76	221,20	224,82	213,91	234,43	213,26	226,14

Tabel 3 adalah tabel pengambilan data dengan berbagai varian dan dengan penambahan booster pada tiga variasi RPM yang berbeda dengan tiga kali pengujian. Pengambilan data untuk uji torsi dengan campuran methanol, air dan booster. Dalam pengujian ini juga dilakukan dengan pengujian pada tiga konsetrsi dan RPM yang berbeda, yaitu pada konsetrasi 10%, 30%, dan 50%, pada 1500 RPM, 2000 RPM, dan 2500 RPM. Setiap konsetrasi dan setiap RPM dilakukan dengan tiga kali pengujian yang berbeda, agar data yang dihasilkan lebih pasti dan dapat dipercaya keakuratannya.

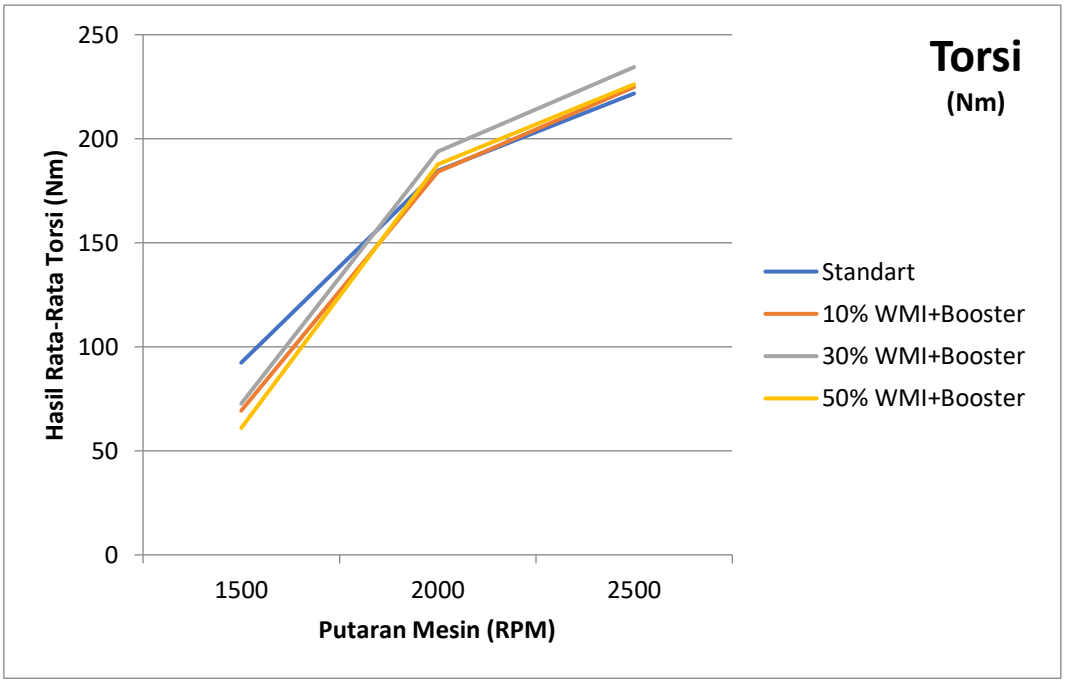
Secara keseluruhan, menggambarkan bahwa daya mesin dapat dipengaruhi oleh putaran mesin per menit atau revolution per minute (RPM) dan kosentrasi methanol dan juga booster. Namun efeknya tidak selalu linier dan variasi daya yang kompleks terjadi tergantung pada kondisi yang diperlukan. Dengan pemahaman ini, dapat merancang operasi mesin yang lebih efesien dan optimal dalam berbagai kondisi.

Pada setiap pengujian WMI tanpa booster mengalami kenaikan pada konsetrasi air yang lebih tinggi dan pada konsentrasi 50% methanol dan 50% air mengalami penurunan, sedangkan dengan campuran WMI dengan penambahan cetane booster mengalami kenaikan terkecuali pada RPM 1500 pada konsentrasi 50% methanol dan 50% air. Gambar 4 adalah grafik hasil rata-rata torsi campuran methanol dan air tanpa penambahan cetane booster pada tiga RPM dan empat variasi perbandingan bahan bakar :



Gambar 4. Rata-Rata Hasil Torsi pengaruh WMI pada engine diesel

Gambar 5 adalah grafik hasil rata-rata torsi campuran methanol dan air dengan penambahan cetane booster pada tiga RPM dan empat variasi perbandingan bahan bakar :



Gambar 5. Rata-Rata Hasil Torsi pengaruh WMI dengan penambahan cetane booster pada engine diesel

Hasil pengujian torsi pada Gambar 5 adalah pengujian torsi pada campuran Methanol, Air dengan penambahan Bosster sebesar 150ml. RPM 1500, RPM 2000, RPM 2500 dalam keadaan standart mengalami kenaikan yang signifikan dengan mengalami peningkatan yang tidak jauh berbeda dari data sebelumnya, sementara pada konsentrasi 10%, 30%, dan 50% WMI tanpa penambahan booster juga mengalami kenaikan yang signifikan. Sedangkan dari data ini, jika konsetrasi 10%, 30%, dan 50% dengan penambahan *booster*. RPM 1500 mengalami penurunan pada konsetrasi 10% dari 123,66 Nm menjadi 69,30 Nm, konsetrasi 30% dari 17,91 Nm menjadi 72,67 Nm, sedangkan pada RPM 1500 pada konsentrasi 50% jika ditambahkan booster mengalami kenaikan dari 55,83 Nm menjadi 60,97 Nm. Dalam data ini juga menunjukan pada 2000 RPM dan 2500 RPM pada konsentrasi 10% (10% Methanol, 90% Air), 30% (30% Methanol, 70% Air), dan 50% (50% Methanol, 50% Air) setelah ditambahkan booster mengalami kenaikan yang signifikan.

Kesimpulan dari data ini adalah pengujian torsi dalam diesel engine sangat dipengaruhi oleh RPM mesin dan konsentrasi awal methanol. Penambahan methanol pada konsetrasi yang berbeda dapat menghasilkan konsetrasi yang bervariasi pada RPM yang berbeda. Oleh karena itu pada pengaturan mesin, perlu pertimbangan baik RPM mesin maupun konsentrasi nmethanol yang digunakan untuk mengoptimalkan efisiensi dan kinerja mesin. Pemahaman ini menjadi penting dalam sebuah industri yang menggunakan methanol sebagai bahan bakar.

Pembahasan

Sesuai dengan tujuan penelitian untuk mencari pengaruh penggunaan water methanol injection dan penambahan cetane boster pada engine diesel 4JB-1TC 2.771 cc terhadap daya dan torsi, yang dalam hal ini menggunakan mobil elf tahun 2018 dengan pengujian daya dan torsi menggunakan alat uji dyno test untuk pengujian ini dilakukan 3 kali pengujian.

Analisis Data Hasil Tahap 1 Campuran Methanol dan Air pada Pengujian Daya dengan Penambahan Booster.

Perbandingan hasil Daya pada RPM menunjukkan peningkatan yang signifikan terhadap penambahan RPM, perbedaan daya yang lebih besar terlihat pada RPM 2000 sebesar 52,43 hp dan RPM 2500 sebesar 68,18 hp dengan selisih hasil mencapai 15,75 hp. Pengaruh Kadar

Methanol dan Air terlihat bahwa campuran methanol dan Air semakin tinggi maka semakin besar peningkatan daya yang terjadi, bisa dilihat pada pengujian RPM 2500 mengalami peningkatan dari kadar methanol 30% dan Air 70% dengan daya 68,18 hp sedangkan pada kadar methanol 50% dan air 50% memiliki daya sebesar 68,78 hp. Penambahan booster pada pengujian ini dapat meningkatkan daya yang lebih besar dari pada tanpa penambahan Booster, bisa dilihat pada RPM 2000 dengan campuran Methanol dan Air tanpa booster pada konsentrasi 30% adalah 52,43 hp, jika setelah ditambahkan Bosster 150ml daya akan meningkat menjadi 55,28 hp pada RPM ini.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa berdasarkan perbandingan data pengujian tahap 1 dengan campuran methanol, Air dan Booster, penggunaan campuran Methanol sebagai bahan bakar pada mobil diesel menghasilkan peningkatan daya mesin pada beberapa tingkat pada konsentrasi dan RPM yang diuji. Semakin tinggi perbandingan campuran antara methanol dan air pada RPM yang berbeda, maka akan ada peningkatan daya pada pengujian. Dengan penambahan booster menunjukan peningkatan daya yang lebih signifikan dibandingkan tanpa penambahan booster.

Analisis Data Hasil Tahap 2 Campuran Methanol dan Air pada Pengujian Daya dengan Penambahan Booster

Perbandingan Hasil Torsi pada RPM 1500 terlihat bahwa torsi dengan campuran methanol dan air dengan kadar methanol 10% dan Air 90% adalah 123,66 Nm, sedangkan pada RPM 2000 adalah 183,91 Nm pada konsentrasi yang sama menunjukkan peningkatan jika RPM semakin tinggi.pengaruh kadar methanol dan air juga mempengaruhi pengujian, dengan bertambahnya kadar methanol dan air semakin besar peningkatan torsi dan bisa dilihat pada RPM 2000 mengalami peningkatan torsi dari campuran methanol kadar 30% dan Air 70% dengan hasil 184,92 Nm, sedamgkan pada methanol 50% dan Air 50% memiliki hasil 186,62 Nm ini menunjukan kadar mempengaruhi hasil. Penambahan booster pada pengujian ini dapat meningkatkan daya yang lebih besar dari pada tanpa penambahan Booster bisa dilihat pada RPM 2000 dengan campuran methanol dan air tanpa booster pada konsentrasi 30% adalah 184,92 Nm, jika setelah ditambahkan booster torsi akan meningkat menjadi 193,76 Nm pda RPM ini.

Sehingga dapat disimpulkan berdasarkan perbandingan data hasil pengujian Torsi pada tahap 2 campuran methanol, air dan tanpa penambahan booster serta dengan penambahan booster pada RPM, dapat menghasilkan peningkatan Torsi mesin pada semua tingkat RPM yang di ujj. Semakin tinggi perbandingan antara methanol dan air, Torsi akan meningkat. Begitu juga dengan penambahan booster disetiap konsentrasi yang berbeda mengalami kenaikan yang signifikan terhadap Torsi yang diuji.

Analisis data penelitian ini menggunakan anova dua arah pada SPSS dengan nilai signifikan sebesar 0.05 sebagai nilai maksimum dari kesalahan hipotesis yang akan diterima. Pada analisis anova dua arah menunjukkan bahwa variasi campuran bahan bakar dan putaran mesin, serta interaksi antara keduannya memiliki pengaruh signifikan pada daya mesin. Variasi campuran bahan bakar memiliki nilai F 4,380 > Sig 0,002, yang menunjukkan bahwa variasi campuran bahan bakar memiliki pengaruh signifikan terhadap daya mesin. Pada putaran mesin, nilai F 1613,841 > Sig 0,000, yang menunjukkan bahwa putaran mesin berpengaruh signifikan terhadap daya mesin. Interaksi jenis bahan bakar dan putaran mesin memiliki nilai F 7,036 > Sig 0,000, sehingga terlibat bahwa interaksi campuran bahan bakar dan putaran mesin memiliki pengaruh yang signifikan terhadap daya mesin. Data analisis Anova dapat dilihat pada Tabel 4 dan 5 berikut.

Tabel 4. Analisis ANOVA Daya

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Daya					
Source	**Type III Sum of Squares**	**df**	**Mean Square**	**F**	**Sig.**
Corrected Model	30659.713[a]	20	1532.986	166.920	.000
Intercept	146583.995	1	146583.995	15960.867	.000
RPM	29642.915	2	14821.458	1613.841	.000
BB	241.346	6	40.224	4.380	.002
RPM * BB	775.452	12	64.621	7.036	.000
Error	385.726	42	9.184		
Total	177629.434	63			
Corrected Total	31045.439	62			
a. R Squared = ,988 (Adjusted R Squared = ,982)					

Tabel 5. Analisis ANOVA Torsi

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Torsi					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	205011.576[a]	20	10250.579	313.657	.000
Intercept	1714066.379	1	1714066.379	52448.670	.000
BB	2296.145	6	382.691	11.710	.000
RPM	198971.641	2	99485.820	3044.164	.000
BB * RPM	3743.791	12	311.983	9.546	.000
Error	1372.595	42	32.681		
Total	1920450.550	63			
Corrected Total	206384.171	62			
a. R Squared = ,993 (Adjusted R Squared = ,990)					

Analisis data penelitian ini menggunakan anova dua arah pada SPSS dengan nilai signifikan sebesar 0.05 sebagai nilai maksimum dari kesalahan hipotesis yang akan diterima. Pada analisis anova dua arah menunjukkan bahwa variasi campuran bahan bakar dan putaran mesin, serta interaksi antara keduannya memiliki pengaruh signifikan pada torsi mesin. Variasi campuran bahan bakar memiliki nilai F 7,321 > Sig 0,000, yang menunjukkan bahwa variasi campuran bahan bakar memiliki pengaruh signifikan terhadap Torsi mesin. Pada putaran mesin, nilai F 968,797 > Sig 0,000, yang menunjukkan bahwa putaran mesin berpengaruh signifikan terhadap torsi mesin. Interaksi jenis bahan bakar dan putaran mesin memiliki nilai F 10,024 > Sig 0,000, sehingga terlibat bahwa interaksi campuran bahan bakar dan putaran mesin memiliki pengaruh yang signifikan terhadap torsi mesin.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian yang dilakukan dan dijabarkan dibab sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan campuran methanol dan air pada daya dan torsi mengalami bahwa penggunaan campuran methanol dan air pada daya dan torsi mengalami kenaikan jika kadar air lebih tinggi, sedangkan dengan penambahan booster sebesar 150ml memiliki pengaruh yang besar pada hasil pengujian daya dan torsi. Sedangkan dengan penambahan booster sebesar 150ml memiliki pengaruh yang besar pada hasil pengujian daya dan torsi. Perbandingan antara standart dengan campuran methanol, air dan booster

menunjukkan daya dan torsi mengalami kenaikan pada kadar methanol dan air tertentu. Mengalami kenaikan tertinggi pada konsentrasi 30% methanol dan 70% air dengan penambahan booster mengalami kenaikan maksimum pada RPM 2500 dengan nilai daya 4,93 hp dan Torsi 12,67 nm. Penggunaan campuran booster memiliki pengaruh yang signifikan terhadap daya dan torsi pada campuran methanol dan air. Pengaruh Booster pada Daya: Penambahan booster pada pengujian daya menghasilkan peningkatan yang terkecuali pada RPM 1500 dengan konsentrasi 50% methano dan 50% air dari pengujian tanpa penambahan booster, hal ini terjadi hampir disemua tingkatan RPM. Pengaruh Booster pada Torsi: Penambahan booster pada pengujian Torsi menghasilkan peningkatan Torsi yang lebih besar dibandingan tanpa penggunaan booster, hal ini juga terjadi hampir disemua tingkatan RPM.

Saran

Untuk penelitian lebih lanjut dapat lebih baik lagi penyusun memberikan saran bahwa analisis lebih lanjut mungkin diperlukan untuk memahami efek WMI (*Water Methanol Injection)* pada berbagai kecepatan putaran mesin RPM kondisi operasional yang berbeda. Selain persentase campuran metanol-air, dapat juga memperhatikan variabel lain yang dapat mempengaruhi pengujian ini, seperti, tekanan mesin, dan jenis bahan bakar lainnya.

DAFTAR RUJUKAN

[1] S. H. Susilo, M. F. Suharono, H. Rarindo, and H. Wicaksono, "Analisa Campuran Metanol–Pertalite Terhadap Kinerja Dan Suhu Kerja Motor," *J. Energi dan Teknol. Manufaktur*, vol. 3, no. 01, pp. 27–34, 2020, doi: 10.33795/jetm.v3i01.53.

[2] F. Saftari, *Utak-atik otomotif berbagai pengalaman ala saft7.com*. 2006.

[3] F. A. Budiman, A. Septiyanto, Sudiyono, A. D. N. I. Musyono, and R. Setiadi, "Analisis Tegangan von Mises dan Safety Factor pada Chassis Kendaraan Listrik Febrian Arif Budiman dkk / Jurnal Rekayasa Mesin," *Rekayasa Mesin*, vol. 16, no. 1, pp. 100–108, 2021.

[4] X. Zhen and Y. Wang, "An overview of methanol as an internal combustion engine fuel," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 52, pp. 477–493, 2015, doi: 10.1016/j.rser.2015.07.083.

[5] A. M Mustika, "Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Metil Metakrilat Dari Bahan Baku Metanol Dan Asam Metakrilat Menggunakan Proses Esterifikasi Dengan Kapasitas 70.000 Ton/Tahun.," *Univ. Jambi.*, no. 1901, pp. 1–16, 2021.

[6] M. Noval *et al.*, "Pengembangan Water Injection System Pada Sepeda," *J. Mesin*, 2012.

[7] D. Antoni, M. B. R. Wijaya, and A. Septiyanto, "Pengaruh Variasi Larutan Water Injection Pada Intake Manifold Terhadap Performa," *Saintekno Vol. 15 No.2 Desember 2017*, vol. 15, pp. 137–146, 2017.

[8] E. Kusbiyantoro, *Analisa Tegangan Tidak Seimbang Terhadap Torsi dan Daya Motor Induksi Tiga Fasa Dengan Software Matlab*. 2021.

[9] M. D. Rahman, N. A. Wigraha, and G. Widayana, "Pengaruh Ukuran Katup Terhadap Torsi Dan Daya Pada Sepeda Motor Honda Supra Fit," *J. Pendidik. Tek. Mesin Undiksha*, vol. 5, no. 3, pp. 45–54, 2019, doi: 10.23887/jjtm.v5i3.20283.

[10] Miftakhurrozaq, "Pengaruh Variasi Panjang Kampas Ganda Terhadap Torsi Dan Daya Mesin Speda Motor Vario 125 Tahun 2016," *J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 21, no. 4, pp. 5–25, 2020.

[11] Muchlisinalahuddin, "Analisis Prestasi Mesin Motor Bakar Diesel Type Pauss Model 175A Untuk Bahan Bakar Solar Dan Bio Solar," vol. I, no. 2, pp. 221–226, 2018.

[12] David Firdaus Bijaksana Sianturi and Dr. Tulus Burhanuddin Sitorus, ST., MT, "Kajian Performansi Mesin Diesel 1 Silinder Menggunakan Bahan Bakar Campuran Solar Dan Biodiesel Minyak Kanola Dengan Hi-Cester," *Dinamis*, vol. 8, no. 1, p. 15, 2020, doi:

10.32734/dinamis.v8i1.7232.
[13] E. Saepuloh, "PENGARUH PUTARAN MESIN (Rpm) TERHADAP LAJU KONSUMSI BAHAN BAKAR PADA MOBIL NISAN CWM 330," pp. 1–18, 2017, [Online]. Available: http://repository.unmuhpnk.ac.id/135/1/JURNAL EEP SAEPULOH.pdf
[14] R. G. I. P. B. U. Subroto, "STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH PENAMBAHAN ZAT ADITIF PTT DIESEL FUEL CONDITIONER TERHADAP PEFORMA MESIN DIESEL," *Fak. Tek. UMS*, pp. 1–6, 2023.
[15] U. S. Dharma, E. Nugroho, and M. Fatkuahman, "Analisa Kinerja Mesin Diesel Berbahan Bakar," *J. Tek. Mesin Univ. Muhammadiyah Metro*, vol. 7, no. 1, pp. 1–10, 2018

Halaman ini sengaja dikosongkan