

Analisis Variasi Nilai *Cetane* dan *Timing* Penginjeksian Bahan Bakar Terhadap Kinerja Mesin Diesel

Ratna Monasari^{1*}, Alfian Seina Kurniawan², Nike Nur Farida³, Setia Abikusna⁴, Ahmad Hanif Firdaus⁵

^{1,2,3,5}Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang

Jl. Sukarno Hatta No. 9 Kota Malang, Jawa Timur, Indonesia

⁴Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Politeknik Astra

Jl. Gaharu Blok F3 Delta Silicon II Cikarang Selatan, Jawa Barat, Indonesia

*Corresponding author: rmonasari@polinema.ac.id

Abstract

The widespread use of diesel vehicles in Indonesia has led to a diverse range of fuel preferences in the market. Different types of diesel fuel offer varying advantages, primarily due to their cetane number. The cetane number significantly influences the combustion process within a diesel engine. Moreover, the fuel injection timing can impact the engine's power output. To optimize fuel injection timing, it's essential to adjust it according to the cetane number of the fuel used. This process is known as engine tuning. This study aimed to investigate the effects of variations in cetane number and fuel injection timing on engine power and specific fuel consumption (SFC). The experimental testing was conducted on a chassis dynamometer, with fuel injection timing adjusted around 2-4 degrees before the top dead center for each fuel variation. The findings revealed that a well-tuned diesel engine can achieve a power increase of up to 196.4% compared to standard conditions.

Keywords: cetane number, timing injection, engine performance

Abstrak

Tingginya penggunaan kendaraan diesel di Indonesia memberikan preferensi bahan bakar yang berbeda di pasaran. Beragam jenis bahan bakar diesel tersebut memiliki berbagai keunggulannya masing-masing dengan nilai *cetane* yang berbeda. Nilai *cetane* pada bahan bakar diesel sangat berpengaruh dalam proses pembakaran yang terjadi. Selain hal tersebut, waktu penginjeksian bahan bakar yang terlalu cepat atau lambat juga dapat mempengaruhi daya yang dihasilkan oleh mesin diesel. Untuk mengatur waktu penginjeksian bahan bakar perlu disesuaikan dengan nilai *cetane* bahan bakar yang digunakan. Proses ini disebut dengan engine tuning. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh variasi nilai *cetane* dan waktu penginjeksian bahan bakar terhadap daya dan SFC yang dihasilkan. Metode pengujian eksperimental dilakukan dengan menguji mesin uji pada sasis dinamometer. Waktu penginjeksian bahan bakar dilakukan sekitar 2 – 4⁰ piston mendekati titik mati atas dari setiap variasi bahan bakar. Dalam penelitian ini diperoleh bahwa kinerja terbaik pada sebuah mesin diesel yang dilakukan proses tuning dapat meningkatkan daya yang dihasilkan sebesar 196,4% dari kondisi standar.

Kata kunci: nilai *cetane*, *timing* penginjeksian, kinerja mesin

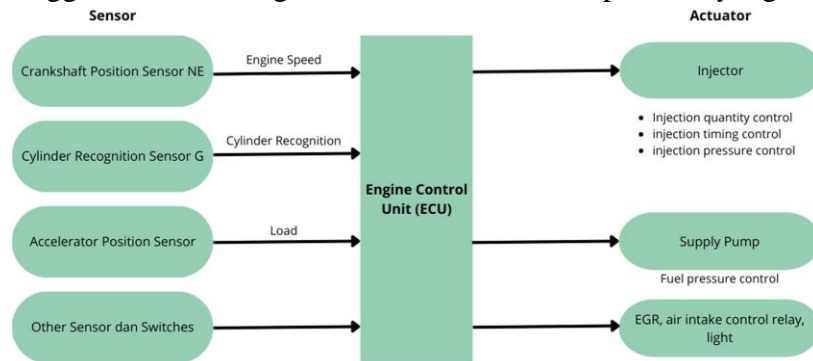
1. Pendahuluan

Kendaraan diesel di Indonesia masih menjadi salah satu pilihan bagi masyarakat kendati saat ini sudah memasuki era kendaraan listrik. Hal tersebut terjadi karena mesin diesel dinilai memiliki efisiensi yang tinggi serta tenaga yang lebih besar dibandingkan dengan kendaraan mesin pembakaran dalam lain seperti motor bensin. Efisiensi termal yang tinggi pada mesin diesel dinilai dapat menghasilkan kinerja mesin yang lebih tinggi serta penggunaan bahan bakar yang lebih efisien. [1]

Mesin diesel merupakan sebuah mesin dengan proses pembakaran yang terjadi di dalam mesin itu sendiri atau dikenal dengan istilah *internal combustion engine*. Pembakaran yang terjadi pada mesin diesel terjadi akibat kompresi yang tinggi sehingga bahan bakar yang disemprotkan dapat terbakar dengan sendirinya dalam ruang bakar [2]. Jika dibandingkan dengan mesin bensin yang memiliki rasio kompresi sekitar 6,5 sampai 12:1, mesin diesel dianggap lebih unggul dengan rasio kompresi yang lebih tinggi hingga 30:1 [3].

Awal mula sistem pembakaran pada mesin diesel terjadi secara konvensional yang pengontrolannya menggunakan sistem mekanikal pada komponen – komponen engine itu sendiri. Hal ini dinilai kurang efektif sehingga seiring dengan berkembangnya teknologi yang ada, mesin diesel saat ini menggunakan teknologi diesel

common rail yang pengendalian sistemnya dilakukan oleh *Engine Control Unit* (ECU) [4]. Sistem *common rail* yang ada pada mesin diesel mengambil alih kontrol mekanik yang selama ini ada pada diesel konvensional. ECU merupakan kontrol yang akan menggerakkan aktuator untuk melakukan perintah yang diberikan



Gambar 1. Skema kontrol elektronik diesel

berdasarkan informasi yang diberikan oleh sensor – sensor yang bekerja. Pada prinsipnya sistem *common rail* pada diesel ini bekerja mirip dengan sistem EFI pada mesin bensin yang mengatur aliran bahan bakar dan waktu penginjeksian serta jumlah bahan bakar yang diinjeksikan melalui pipa rail. [5]

Rangkaian sistem bahan bakar pada mesin diesel *common rail* menggunakan perangkat yang terintegrasi dengan rangkaian elektronik, sehingga dalam melakukan injeksi bahan bakar volume maupun waktu penginjeksian dapat diatur dengan tepat. Sistem yang bekerja dalam penyaluran bahan bakar terdiri dari saluran bertekanan rendah dan saluran bertekanan tinggi. Pada saluran bahan bakar bertekanan rendah, aliran bahan bakar dimulai dari tangki yang kemudian melewati filter menuju ke pompa bahan bakar tekanan tinggi. Terdapat juga saluran pengembali bahan bakar menuju rangki. Sementara pada saluran tekanan tinggi, bahan bakar yang sebelumnya dipompa oleh pompa tekanan tinggi dialirkan menuju injektor melewati rail [6][7][8].

Selain ECU, komponen kontrol elektronik lainnya yang terdapat pada mesin diesel *common rail* adalah sensor dan

aktuator. Sensor yang mengirimkan informasi mengenai kondisi kerja dari mesin diantaranya CMP, CKP, sensor posisi pedal, sensor temperatur udara, *boost pressure sensor* dan sensor tekanan bahan bakar. Sementara ECU berfungsi sebagai komputer yang mengolah informasi yang dikirimkan oleh sensor untuk menentukan tekanan bahan bakar, volume bahan bakar, dan waktu penginjeksian. Kemudian ECU akan memberikan perintah untuk menggerakkan aktuator seperti injektor, *pressure limiter valve* dan komponen lainnya [9].

Sistem *common rail* sendiri merupakan sebuah sistem kontrol bahan bakar pada mesin diesel. Sistem ini menggantikan sistem diesel konvensional yang menggunakan *injection pump* dengan tipe plunger untuk memasok bahan bakar bertekanan tinggi ke dalam *rail*. Pada *supply pump* terdapat *feed pump* yang berfungsi untuk mengalirkan bahan bakar dari tangki menuju *plunger chamber*. *Supply pump* juga dilengkapi dengan *suction control valve* yang mengatur pasokan bahan bakar. Selain itu juga terdapat *fuel temperature sensor* untuk mendeteksi suhu bahan bakar. Sistem *common rail* juga mampu menahan tekanan bahan bakar sehingga ukuran molekul bahan bakar menjadi lebih kecil. Hal ini dapat

mengurangi emisi gas buang yang dihasilkan mesin diesel dengan teknologi *common rail* [10].

Bahan bakar memiliki peranan penting dalam menghasilkan kinerja sebuah mesin pembakaran dalam [11]. Pada mesin diesel terdapat beberapa jenis bahan bakar yang memiliki tolak ukur pada kualitasnya yang sering disebut dengan istilah nilai *cetane*. Nilai *cetane* sendiri merupakan waktu jeda pada bahan bakar untuk mulai terbakar setelah disemprotkan ke dalam ruang bakar. Semakin tinggi nilai *cetane* suatu bahan bakar maka jeda waktu bahan bakar untuk mulai terbakar semakin singkat, sehingga waktu yang diperlukan bahan bakar untuk habis terbakar semakin lama. Hal ini menyebabkan pembakaran terjadi secara sempurna. [12]

Untuk memperoleh kinerja mesin diesel yang optimal maka penggunaan bahan bakar dengan nilai *cetane* tertentu harus disesuaikan dengan *timing* penginjeksian bahan bakar. Tekanan pada ruang bakar saat terjadinya proses penginjeksian akan sangat mempengaruhi hasil pembakaran itu sendiri. Kinerja terbaik mesin diesel akan diperoleh apabila proses pemasukan bahan bakar dilakukan sesaat sebelum piston mencapai posisi Titik Mati Atas (TMA). Pada kondisi ini tekanan pada ruang bakar tinggi, sehingga saat bahan bakar mulai diinjeksikan terdapat jeda waktu bahan bakar untuk mulai terbakar. Kondisi ini tentunya dipengaruhi oleh nilai *cetane* pada setiap variasi bahan bakar yang ada. Kinerja mesin paling optimal diperoleh ketika penginjeksian bahan bakar dilakukan pada saat posisi piston 10^0 sebelum mencapai TMA, dibandingkan dengan waktu penginjeksian standar pada posisi piston 15^0 sebelum TMA.

Pada bahan bakar dengan nilai *cetane* 50 – 53 menghasilkan daya rata – rata paling tinggi dibandingkan dengan bahan bakar yang memiliki nilai *cetane* dibawahnya. Hal ini juga dibuktikan dalam penelitian lain yang memiliki kesimpulan bahwa semakin tinggi nilai *cetane* akan menaikkan efisiensi termal dan

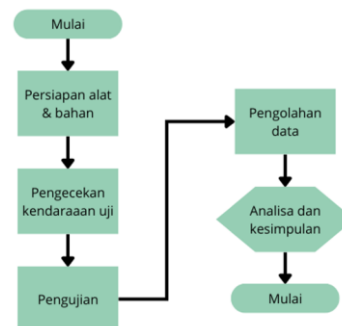
mempersingkat durasi pembakaran, sehingga menghasilkan emisi gas HC yang lebih rendah. [13]

Terdapat juga studi yang membahas pengaruh tekanan bahan bakar yang masuk ke dalam ruang bakar terhadap daya yang dihasilkan, kadar opasitas dan kebisingan mesin diesel *common rail* yang telah dilakukan manipulasi pada pemasukan tekanan bahan bakar. Studi tersebut menyatakan bahwa terdapat pengaruh dengan peningkatan daya mesin serta menurunnya kadar opasitas dan kebisingan pada mesin [14].

Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan, belum terdapat studi mengenai *timing* penginjeksian bahan bakar terhadap kinerja mesin diesel dengan teknologi *common rail*. Oleh karena itu penelitian kali ini membahas pengaruh nilai *cetane* bahan bakar dan *timing* penginjeksian terhadap kinerja mesin diesel *common rail* 6 silinder.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen terhadap kinerja mesin diesel *common rail* 6 silinder 4.200 cc dari berbagai variasi nilai *cetane* bahan bakar dan *timing* penginjeksiannya. Pengujian dilakukan pada kondisi lingkungan yang sama serta saluran bahan bakar yang selalu dibilas setiap pergantian bahan bakar. Pengumpulan data dilakukan dengan pengujian menggunakan alat *chassis dynamometer* untuk mengukur kinerja, dalam hal ini daya kendaraan.



Gambar 2. Alur Penelitian

Dalam tahap menganalisa data dilakukan dengan metode statistik deskriptif

yang membandingkan grafik hasil pengujian untuk memperoleh kesimpulan.

2.1 Variabel penelitian

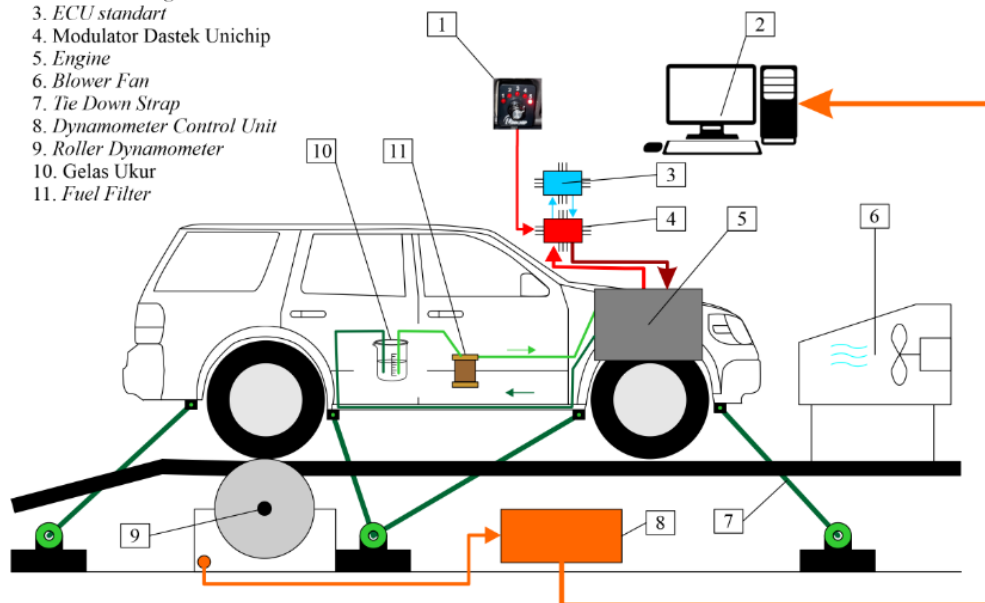
Dalam penelitian ini variable bebas yang digunakan ialah nilai *cetane* bahan bakar diesel (48, 51 dan 53), selain itu *timing* penginjeksian bahan bakar juga diatur untuk menjadi variable bebas. Sementara daya mesin merupakan variabel terikat yang akan dianalisa untuk menentukan pengaruh variabel bebas terhadap kinerja mesin diesel yang diujikan.

2.2 Setting peralatan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Keterangan :

1. Map Selector Switch
2. PC Monitoring
3. ECU standart
4. Modulator Dastek Unichip
5. Engine
6. Blower Fan
7. Tie Down Strap
8. Dynamometer Control Unit
9. Roller Dynamometer
10. Gelas Ukur
11. Fuel Filter



Gambar 3. Setting peralata

Tahap pengujian dibagi menjadi beberapa tahapan. Tahap pertama yaitu mempersiapkan kendaraan uji. Ditahap ini dilakukan proses pengecekan keseluruhan terhadap kondisi kendaraan uji guna memastikan bahwa kendaraan dalam kondisi prima untuk dilakukan pengujian. Tahap selanjutnya merupakan set up kendaraan pada alat *chassis dynamometer*. Kendaraan dinaikkan ke *chassis dynamometer* yang kemudian dihubungkan pada beberapa komponen uji seperti

Mesin diesel *common rail* 1HD-FTE 6 silinder *inline*, bahan bakar diesel, *chassis dynamometer*, modulator dastek unichip dan *scan tool*.

Gambar 3 merupakan setting peralatan yang dilakukan pada penelitian ini. Mobil sebagai kendaraan uji dipasang pada *chassis dynamometer*, roda mobil diikat dengan *tie down strap* pada 4 titik sudut untuk menghindari slip dan bergeser saat proses pengujian. Monitoring PC digunakan untuk melihat hasil pengujian daya, sedangkan *map selector switch* digunakan untuk mengubah *timing* penginjeksian bahan bakar pada kendaraan.

modulator dastek, komputer uji dan komponen lainnya. Setelah dipastikan bahwa pengujian aman dilakukan, selanjutnya masuk ke tahap pengujian. Tahap pengujian dilakukan untuk pengujian *power run* dan konsumsi bahan bakar. Pengujian *power run* dilakukan untuk mengetahui tenaga maksimal yang dapat dihasilkan kendaraan. Proses ini dilakukan sebanyak tiga kali untuk setiap variabel bahan bakar. Pengujian pertama dilakukan pada kondisi standar untuk memperoleh

spesifikasi standar kendaraan uji. Selanjutnya dilakukan proses pengujian dengan berbagai variabel. Proses pergantian variabel *timing* penginjeksian bahan bakar dilakukan dengan cara memutar selektor yang telah dipasang pada kendaraan uji. Terdapat 5 posisi selektor untuk menentukan *timing* penginjeksian, posisi 5 merupakan posisi penginjeksian bahan bakar sesuai dengan standar dan posisi 1 merupakan *timing* penginjeksian yang sudah dilakukan modifikasi. Modifikasi yang dilakukan berupa mengubah *timing* penginjeksian bahan bakar dan jumlah bahan bakar yang disemprotkan. Sedangkan pada tahap pengujian konsumsi bahan bakar dilakukan dengan menggunakan gelas ukur untuk melihat jumlah bahan bakar yang habis terpakai pada kondisi tertentu. Selanjutnya nilai dari konsumsi bahan bakar ini akan dihitung untuk *menentukan specific fuel consumption* (SFC).

Data yang diperoleh dari hasil pengujian akan dianalisis menggunakan metode statistik deskriptif dimana hasil pengujian dibuat dalam bentuk grafik akan dibandingkan dengan kondisi standar kendaraan sehingga dapat mengetahui perbedaan yang dihasilkan terhadap eksperimen yang dilakukan.

3. Hasil dan Pembahasan

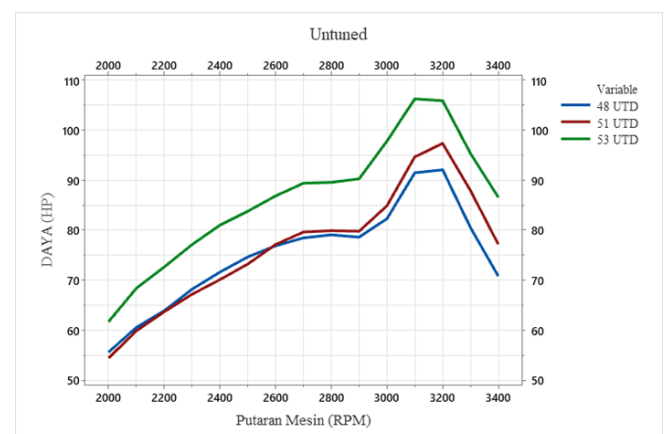
Hasil Pengujian Daya

Tabel 1. Tabel hasil pengujian daya kondisi standar

Putaran mesin	Kondisi standar		
	Daya tiap variasi bahan bakar (HP)		
	48	51	53
2000	55,63	54,45	61,72
2100	60,58	59,89	68,41
2200	63,90	63,70	72,65
2300	68,20	67,20	77,13
2400	71,63	70,12	81,00
2500	74,65	73,23	83,79
2600	76,87	77,13	86,84
2700	78,46	79,63	89,38
2800	79,07	79,90	89,55
2900	78,59	79,79	90,26
3000	82,29	84,88	97,79
3100	91,46	94,65	106,23
3200	92,06	97,33	105,87
3300	80,52	87,91	95,33
3400	70,82	77,17	86,57

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 1 yang dilakukan pada kondisi uji standar terhadap tiga variasi bahan bakar diperoleh bahwa bahan bakar dengan nilai *cetane* 53 menghasilkan daya tertinggi sebesar 106,23 HP pada putaran mesin 3100 rpm, sedangkan daya terendah terdapat pada jenis bahan bakar dengan nilai *cetane* 48 yang mampu menghasilkan daya 92,06 HP pada putaran mesin 3200 rpm.

Dari hasil yang diperoleh seperti pada Gambar 4 dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai *cetane* bahan bakar maka energi yang terkandung dalam bahan bakar tersebut semakin besar [15]. Kandungan energi yang besar tersebut berasal dari rantai karbon yang lebih panjang sehingga apabila dibakar pelepasan energi yang terjadi lebih besar, yang akan mengakibatkan daya kendaraan yang dihasilkan akan meningkat.



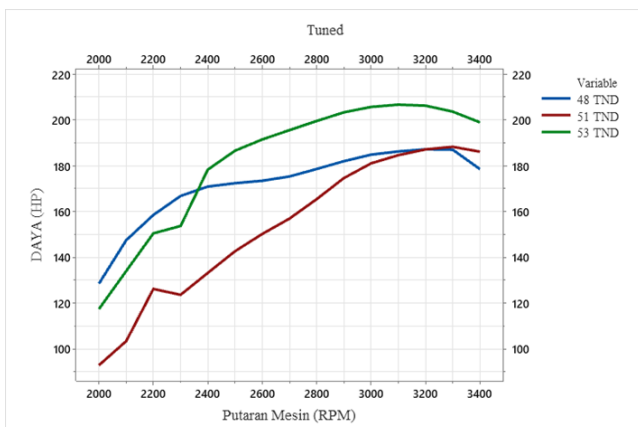
Gambar 4. Pengujian standar

Tabel 2. Tabel hasil pengujian daya kondisi *tuning*

Putaran mesin	Kondisi tuned		
	Daya tiap variasi bahan bakar (HP)		
	48	51	53
2000	128,39	92,77	117,30
2100	147,34	103,25	133,87
2200	158,37	126,07	150,33
2300	166,67	123,50	153,57
2400	170,77	133,07	178,17
2500	172,23	142,53	186,43
2600	173,30	150,07	191,33
2700	175,17	156,77	195,40
2800	178,43	165,27	199,40
2900	181,83	174,47	203,17
3000	184,70	180,90	205,53
3100	186,10	184,47	206,53
3200	187,03	187,00	206,10
3300	186,87	182,13	203,50
3400	178,40	186,00	198,80

Jika dibandingkan dengan pengujian terhadap jenis bahan bakar yang dilakukan proses *tuning* seperti pada Tabel 2, maka hasil terbaik diperoleh pada penggunaan bahan bakar bernilai *cetane* 53 dengan daya sebesar 206,53 HP pada putaran mesin 3100 rpm. Sedangkan variasi bahan bakar dengan nilai *cetane* 51 dan 48 menghasilkan daya yang hampir sama yaitu sebesar 187,03 HP dan 187 HP pada putaran mesin 3200 rpm.

Perbedaan daya yang dihasilkan bila dilihat pada Gambar 5 dari kondisi pengujian standar dengan tuning memiliki selisih daya yang cukup besar, lebih dari 100 HP pada setiap variasi bahan bakar. Hal ini menunjukkan bahwa dengan dilakukannya modifikasi perubahan *timing* penginjeksian pada mesin diesel sangat mempengaruhi proses pembakaran dan hasil tenaga yang dihasilkan.

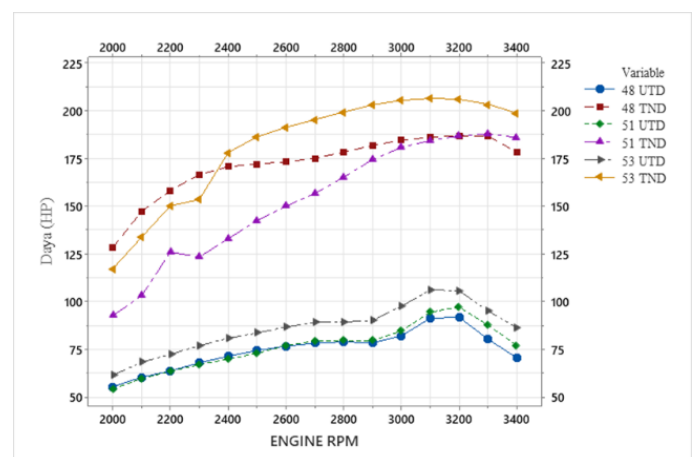


Gambar 5. Pengujian dengan tuning

Pengujian yang dilakukan modifikasi menghasilkan kenaikan daya pada putaran mesin 2000 sampai 3000 rpm. Pada bahan bakar solar dengan nilai *cetane* 48 daya yang dihasilkan lebih tinggi. Keadaan ini menjadi sebuah keunggulan pada bahan bakar tersebut apabila kendaraan beroperasi pada kondisi putaran mesin tersebut. Kenaikan daya pada kondisi ini dipengaruhi karena faktor kondisi mesin dengan suhu yang tinggi. Ketika proses pengujian bahan bakar dengan nilai *cetane* 48 dilakukan pada siklus paling akhir setelah pengujian dengan variasi nilai *cetane* 53 dan 51 dilakukan, sehingga temperatur mesin cenderung lebih tinggi dari pengujian

sebelumnya. Hal ini tentu dapat mempengaruhi massa jenis bahan bakar, apabila temperatur mesin semakin tinggi maka massa jenis bahan bakar akan semakin menurun yang menyebabkan bahan bakar lebih cepat tercabut dan proses pembakaran terjadi lebih cepat dengan daya yang dihasilkan lebih tinggi.

Di sisi lain bahan bakar dengan nilai *cetane* 53 mengungguli seluruh hasil daya yang dihasilkan pada kondisi standar maupun modifikasi pada *timing* penginjeksian. Hal ini terjadi karena bahan bakar dengan nilai *cetane* 53 memiliki nilai *cetane* yang paling tinggi dibandingkan dengan bahan bakar lain. Tingginya nilai *cetane* menjadikan proses pembakaran dalam ruang bakar berlangsung secara lebih efisien.



Gambar 6. Perbandingan hasil uji

Secara keseluruhan pada Gambar 6 pengujian yang dilakukan dengan prosedur tuning mampu meningkatkan daya sebesar 196,48%, hampir mencapai dua kali lipat dari kondisi pengujian standar. Hal ini terjadi karena saat kondisi *tuning* jumlah bahan bakar yang diinjeksikan ditingkatkan sebesar 40% dari kondisi standar. Peningkatan jumlah volume bahan bakar yang diinjeksikan mengakibatkan tekanan pada ruang bakar menjadi lebih tinggi dan panas yang dihasilkan lebih besar, sehingga detonasi yang terjadi lebih besar dan menghasilkan daya mesin yang lebih besar pula. Penambahan volume penginjeksian bahan bakar ini juga bersamaan dengan memajukan *timing* penginjeksian bahan

bakar antara 2 sampai 4 derajat sebelum piston mencapai titik mati atas (TMA). Memajukan *timing* penginjeksian bahan bakar bertujuan agar pembentukan tekanan dan pencampuran bahan bakar pada ruang bakar terjadi lebih awal, sehingga bahan bakar dapat mencapai tekanan maksimal saat proses pembakaran dan daya mesin yang dihasilkan meningkat.

Hasil Pengujian SFC

Hasil pengujian SFC dilakukan dengan membandingkan konsumsi bahan bakar pada setiap variasi dalam 60 detik per siklusnya. Nilai pada tabel 1 kemudian dihitung untuk memperoleh *specific fuel consumption* (SFC) pada kondisi pengujian standar dan *tuning*. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 2 dan tabel 3.

Tabel 3. Tabel hasil pengujian konsumsi bahan bakar

BB	Standar				Tuning			
	Volume (ml)				Volume (ml)			
	1	2	dV	Avg	1	2	dV	Avg
48	1280	1060	220	220	1900	1720	180	180
	1040	820	220		1700	1520	180	
	800	580	220		1500	1320	180	
51	1260	1060	200	203,3	1940	1720	220	180
	1020	810	210		1680	1520	160	
	720	520	200		1500	1340	160	
53	1240	1020	220	206,6	1940	1800	140	153,3
	980	780	200		1720	1580	140	
	720	520	200		1480	1300	180	

Tabel 4. Tabel hasil perhitungan SFC standar

BB	Sgr (Kg/l)	t (s)	Avg (l)	Pe		mf	SFC
				HP	kW		
48	0,8425		0,22	92	68,6	0,0111	0,162
51	0,8475	60	0,203	97,3	72,5	0,0103	0,142
53	0,840		0,206	106	79	0,0104	0,131

Tabel 5. Tabel hasil perhitungan SFC tuning

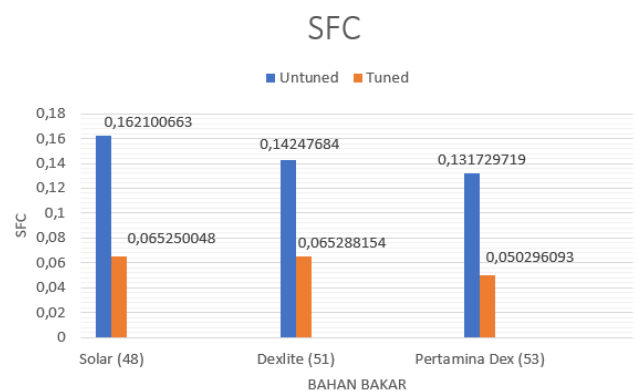
BB	Sgr (Kg/l)	t (s)	Avg (l)	Pe		mf	SFC
				HP	kW		
48	0,8425		0,18	187	139,4	0,0090	0,0652
51	0,8475	60	0,18	188	140,2	0,0091	0,0652
53	0,840		0,153	206	153,6	0,0077	0,0503

Perbandingan konsumsi bahan bakar dalam SFC pada pengujian standar dan tuning dapat dilihat pada gambar 7, bahwa perbedaan antara kondisi standar dan *tuning* memiliki perbedaan yang cukup signifikan. Perbedaan ini diakibatkan karena daya yang dihasilkan pada kendaraan di pengujian standar dan telah *dituning* memiliki perbedaan tenaga yang cukup jauh juga sehingga nilai SFC juga berbeda jauh.

Nilai SFC terendah ditemukan pada kondisi pengujian *tuning* pada bahan bakar dengan nilai *cetane* 53 yaitu sebesar 0,0502 gr/kWh, sementara pada bahan bakar dengan nilai *cetane* 51 dan 48 memiliki nilai yang hampir sama sebesar 0,065 gr/kWh.

Nilai SFC tertinggi diperoleh pada bahan bakar dengan nilai *cetane* 48 pada kondisi pengujian standar yaitu sebesar 0,162 gr/kWh. Hal ini menunjukkan bahwa bahan bakar dengan nilai *cetane* 48 jauh lebih tidak efisien dibandingkan dengan bahan bakar lain.

Bahan bakar dengan nilai *cetane* 53 pada saat pengujian dengan kondisi *tuning* memiliki nilai SFC paling rendah, hal ini disebabkan daya yang dihasilkan oleh bahan bakar tersebut sangat tinggi. Jika ditinjau dari perhitungan SFC, bahan bakar dengan nilai *cetane* 53 menjadi bahan bakar yang paling efisien. Semakin rendah nilai SFC maka semakin efisien pembakaran pada mesin tersebut. Pada kondisi pengujian standar memiliki selisih hampir dua kali lipat dikarenakan tenaga yang dihasilkan tidak cukup besar sehingga perhitungan nilai SFC menjadi lebih besar.



Gambar 7. Perbandingan SFC

Bahan bakar dengan nilai *cetane* 48 jika dibandingkan dengan variasi nilai *cetane* 53 memiliki kelemahan yaitu kandungan polutan yang lebih tinggi nilainya. Kandungan polutan tersebut dapat menyumbat saluran bahan bakar pada mesin dan merusak bagian komponen mesin yang berhubungan dengan bahan bakar seperti *filter*, *high pressure pump* dan *injector nozzle*. Kerusakan pada komponen tersebut

dapat mengakibatkan penurunan kinerja mesin.

4. Kesimpulan

Variasi nilai cetane memiliki pengaruh yang signifikan terhadap daya yang dihasilkan. Nilai cetane mempengaruhi durasi dari waktu penyalan atau ignition delay yang semakin tinggi nilai cetane maka waktu yang diperlukan bahan bakar untuk mulai menyala akan semakin singkat sehingga campuran bahan bakar dan udara memiliki waktu lebih lama untuk terbakar habis. Sebaliknya bila nilai cetane semakin rendah maka waktu yang diperlukan bahan bakar untuk mulai menyala semakin lama sehingga waktu yang tersisa untuk bahan bakar habis terbakar akan menjadi lebih pendek, hal ini mengakibatkan adanya bahan bakar yang belum habis terbakar dan akan ikut terbuang.

Sementara timing penginjeksian juga mempengaruhi daya yang dihasilkan dari proses pembakaran. Timing penginjeksian sangat berpengaruh terhadap pembakaran karena mesin diesel merupakan mesin dengan metode penyalan compression ignition sehingga diperlukan tekanan tinggi untuk menyalakan campuran udara dan bahan bakar. Dengan pergeseran 2 – 4 derajat sebelum piston mencapai titik mati atas akan menyebabkan peningkatan tekanan dalam ruang bakar yang akan menjadikan proses pembakaran yang lebih sempurna.

Dengan mengkombinasikan nilai cetane dan timing penginjeksian mampu menghasilkan daya yang lebih optimal. Daya yang diperoleh dari pengujian dengan nilai cetane 48 pada kondisi tuning sebesar 187,03 HP, nilai tersebut mampu menyaingi daya yang dihasilkan pada pengujian dengan nilai cetane 51. Penyesuaian timing penginjeksian dengan nilai cetane bahan bakar yang digunakan sangat berpengaruh terhadap daya yang dihasilkan. Bahan bakar dengan nilai *cetane* yang lebih tinggi memiliki *Ignition Delay* yang lebih cepat sehingga memungkinkan penyemprotan bahan bakar dilakukan lebih mendekati

TMA yang akan meningkatkan tekanan dalam ruang bakar menjadi lebih tinggi. Sedangkan bahan bakar dengan nilai *cetane* yang lebih rendah memiliki *Ignition Delay* yang lebih lama sehingga bahan bakar memerlukan waktu yang lebih untuk mulai terbakar. Bahan bakar dengan nilai *cetane* yang lebih rendah tetap bisa disemprotkan lebih mendekati TMA akan tetapi daya yang dihasilkan tidak akan lebih tinggi dibanding dengan bahan bakar dengan nilai *cetane* yang lebih tinggi karena apabila bahan bakar dengan nilai *cetane* rendah disemprotkan lebih mendekati TMA campuran bahan bakar dan udara tidak memiliki cukup waktu untuk habis terbakar yang mengakibatkan terdapat bahan bakar yang belum habis terbakar ikut terbuang. Hasil terbaik dalam penelitian ini diperoleh pada variasi nilai cetane 53 dengan kondisi tuning yang menghasilkan daya sebesar 206,53 HP dan nilai SFC 0,0502 gr/kWh. Selisih rata-rata daya yang dihasilkan dari kondisi pengujian standar dengan tuning sebesar ± 95 HP atau dapat dikatakan dengan melakukan penyesuaian timing penginjeksian bahan bakar dapat meningkatkan daya yang dihasilkan sebesar 196,48% dari kondisi standar. Dengan peningkatan daya yang terjadi akan menghasilkan nilai SFC yang lebih rendah pula.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih penulis hanturkan kepada Politeknik Negeri Malang atas bantuan pembiayaan yang diberikan melalui DIPA Nomor SP DIPA 023.18.2.677606 / 2024.

Referensi

- [1] I. M. Muliatna. dkk., *Berbahan Dasar Kuningan dan Glasswool Terhadap Reduksi Kebisingan Mesin Diesel Izusu C190*. Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (PPM), Bogor: Institut Pertanian Bogor, 2018, 669-679
- [2] Heywood, John B. 2018. *Internal Combustion Engine Fundamentals*.

- 2nd ed. New York: McGraw-Hill Education.
- [3] Srivastava, A.K., et al., 2017. Effect of compression ratio on performance, emission and combustion characteristics of diesel – acetylene - fuelled single-cylinder stationary CI engine. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 19, pp.1361-1372.
- [4] Habib, Z.U., 2019. Analisis pengaruh kualitas bahan bakar dan kerja pompa bahan bakar terhadap kerja injector dan strategi optimasi kerja injector di mv. Kt 02 (politeknik ilmu pelayaran semarang).
- [5] Basner M., et al., 2014, Auditory and non-auditory effects of noise on health, *Lancet* (London, England), 383(9925), 1325–1332.
- [6] Singh D., et al., 2018, A review of adverse effects of road traffic noise on human health, *Fluctuation and Noise Letters*, 17(01), 1830001.
- [7] Tambe M.P., et al., 2016, Analysis of exhaust system- ' semiactive muffler', *International Journal of Innovative Research in Science Monthly Peer Reviewed Journal*, 5(2), 1366–1376.
- [8] Yao J., et al., 2017, Radiation noise separation of internal combustion engine based on gammatone-robustica method, *Shock and vibration*, 1–14.
- [9] Warju., 2013. *Teknologi Reduksi Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor, Edisi Pertama.*, Unesa University Press.
- [10] Li, Z., Liu, G., et al., 2018. Effects of the variation in diesel fuel components on the particulate matter and unregulated gaseous emissions from a common rail diesel engine. *Fuel*, 232, pp.279-289.
- [11] Monasari, R., Qosim, N., et al., 2020. Analisa Emisi Campuran Bahan Bakar Bensin–Bioetanol dengan Zat Aditif Pada Performa Mesin Spark Ignition 125cc. In *Seminar Nasional Teknologi Terapan (MESIN)* (Vol. 6, No. 1, pp. 28-32).
- [12] Ickes, A.M., et al., 2009. Effect of fuel cetane number on a premixed diesel combustion mode. *International Journal of Engine Research*, 10(4), pp.251-263.
- [13] Sharma, A. and Murugan, S., 2015. Combustion, performance and emission characteristics of a DI diesel engine fuelled with non-petroleum fuel: a study on the role of fuel injection timing. *Journal of the Energy Institute*, 88(4), pp.364-375.
- [14] Monasari, R., et al., 2023. Pengaruh Manipulator Tekanan Bahan Bakar Mesin Diesel Common Rail Ditinjau Dari Kebisingan & Emisi Gas Buang. *Auto Tech: Jurnal Pendidikan Teknik Otomotif Universitas Muhammadiyah Purworejo*, 18(1), pp.1-9.
- [15] Cappenberg, A.D., 2017. Pengaruh penggunaan bahan bakar solar, biosolar dan pertamina dex terhadap prestasi motor diesel silinder tunggal. *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur*, pp.70-74.