

STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH PERFORMA MOTOR EMPAT LANGKAH MENGGUNAKAN INJEKTOR DELAPAN *HOLE* DENGAN VARIASI TEKANAN *FUELPUMP*

Zaka Bintang Anggoro, Ir. Sartono Putro, M.T.

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan Injektor 8 *hole* dengan variasi tekanan *fuelpump* 2,5 bar, 3,5 bar dan 4 bar terhadap performa mesin sepeda motor matic empat langkah berkapasitas 150cc. Parameter utama yang diuji meliputi torsi, daya, dan konsumsi bahan bakar spesifik (KBBS) dengan bahan bakar Pertamina RON 92. Pengujian dilakukan menggunakan alat *dynotest* untuk memperoleh data daya dan torsi, serta alat uji KBBS untuk menghitung konsumsi bahan bakar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan Injektor 8 *hole* dengan variasi tekanan *fuelpump* 3,5 bar dapat meningkatkan performa mesin secara signifikan dibandingkan kondisi standar. Torsi tertinggi diperoleh pada variasi tekanan *fuelpump* 3,5 bar sebesar 24,77 Nm pada putaran 2756 rpm, sedangkan daya tertinggi sebesar 9,9 HP pada putaran 2912 rpm. Namun, variasi tekanan *fuelpump* 2,5 memiliki konsumsi bahan bakar paling efisien dengan KBBS sebesar 0,12882 kg/HP.jam. Dapat disimpulkan bahwa peningkatan tekanan *fuelpump* dapat meningkatkan performa daya, torsi tetapi konsumsi bahan bakar juga meningkat, sedangkan penurunan tekanan *fuelpump* dapat menurunkan performa daya, torsi dan menjadikan konsumsi bahan bakar menjadi lebih efisien.

Kata kunci : injektor 8 *hole*, tekanan *fuel pump*, performa mesin, konsumsi bahan bakar

Abstract

This study aims to determine the effect of using an 8-hole injector with fuel pump pressure variations of 2.5 bar, 3.5 bar and 4 bar on the performance of a 150cc four-stroke automatic motorcycle engine. The main parameters tested include torque, power, and specific fuel consumption (KBBS) with Pertamina RON 92 fuel. Testing was carried out using a *dynotest* tool to obtain power and torque data, as well as a KBBS test tool to calculate fuel consumption. The results showed that the use of an 8-hole injector with a variation of the fuel pump pressure of 3.5 bar can significantly improve engine performance compared to standard conditions. The highest torque was obtained at a fuel pump pressure variation of 3.5 bar of 24.77 Nm at 2756 rpm, while the highest power was 9.9 HP at 2912 rpm. However, the fuel pump pressure variation of 2.5 had the most efficient fuel consumption with a KBBS of 0.12882 kg/HP.hour. It can be concluded that increasing fuel pump pressure can improve power and torque performance, but also increase fuel consumption. While decreasing fuel pump pressure can reduce power and torque performance, resulting in more efficient fuel consumption.

Keywords : 8 hole injector, fuel pump pressure, engine performance, fuel consumption

1. PENDAHULUAN

Performa *engine* motor bakar empat langkah ditentukan oleh sinergi dari tiga sistem utama yaitu *intake*, *ignition*, dan *exhaust*. Pada bagian *intake*, aliran udara dan bahan bakar harus

dicampurkan secara homogen untuk memastikan ketersediaan campuran yang mudah terbakar. Proses *ignition* berperan penting dalam menginisiasi pembakaran melalui energi percikan api dari coil pengapian, yang memengaruhi kecepatan rambat api dan stabilitas pembakaran. Sementara itu, sistem *exhaust* memastikan hasil gas pembakaran dikeluarkan dengan optimal sehingga tidak menimbulkan back pressure yang merugikan efisiensi volumetrik mesin (Gupta, 2025).

Perkembangan teknologi sepeda motor injeksi menuntut sistem bahan bakar yang mampu memberikan performa tinggi serta konsumsi bahan bakar efisien. Pada mesin bensin empat langkah, salah satu komponen kunci adalah fuel pump yang mensuplai bahan bakar bertekanan ke injektor. Kinerja sistem suplai bahan bakar dipengaruhi desain injektor dan tekanan fuel pump. Tekanan bahan bakar memengaruhi pembentukan campuran udara-bahan bakar, berdampak langsung pada torsi, daya, dan konsumsi bahan bakar (Santoso et al., 2023).

Berbagai penelitian membuktikan variasi tekanan fuel pump berpengaruh signifikan terhadap performa mesin. Pada Honda Vario 125 cc, penurunan tekanan dari 2,94 bar ke 2,5 bar menurunkan torsi dan daya, meski konsumsi bahan bakar membaik pada kondisi tertentu (Muhammad, 2017). Peningkatan tekanan hingga 3,5 bar meningkatkan daya-torsi (Setyawan, 2017).

Komponen aftermarket seperti injektor racing dan *adjustable fuel pressure* regulator mendorong modifikasi tanpa dasar eksperimental memadai. Selain tekanan, jumlah lubang *nozzle* injektor menentukan atomisasi bahan bakar (Zareei et al., 2024). Penambahan lubang dari 3 ke 6 meningkatkan torsi, daya melalui pengabutan lebih halus. Injektor 8-hole meningkatkan atomisasi dan performa putaran rendah, tetapi kajiannya terbatas pada motor matic 150 cc (AL Amin, 2025).

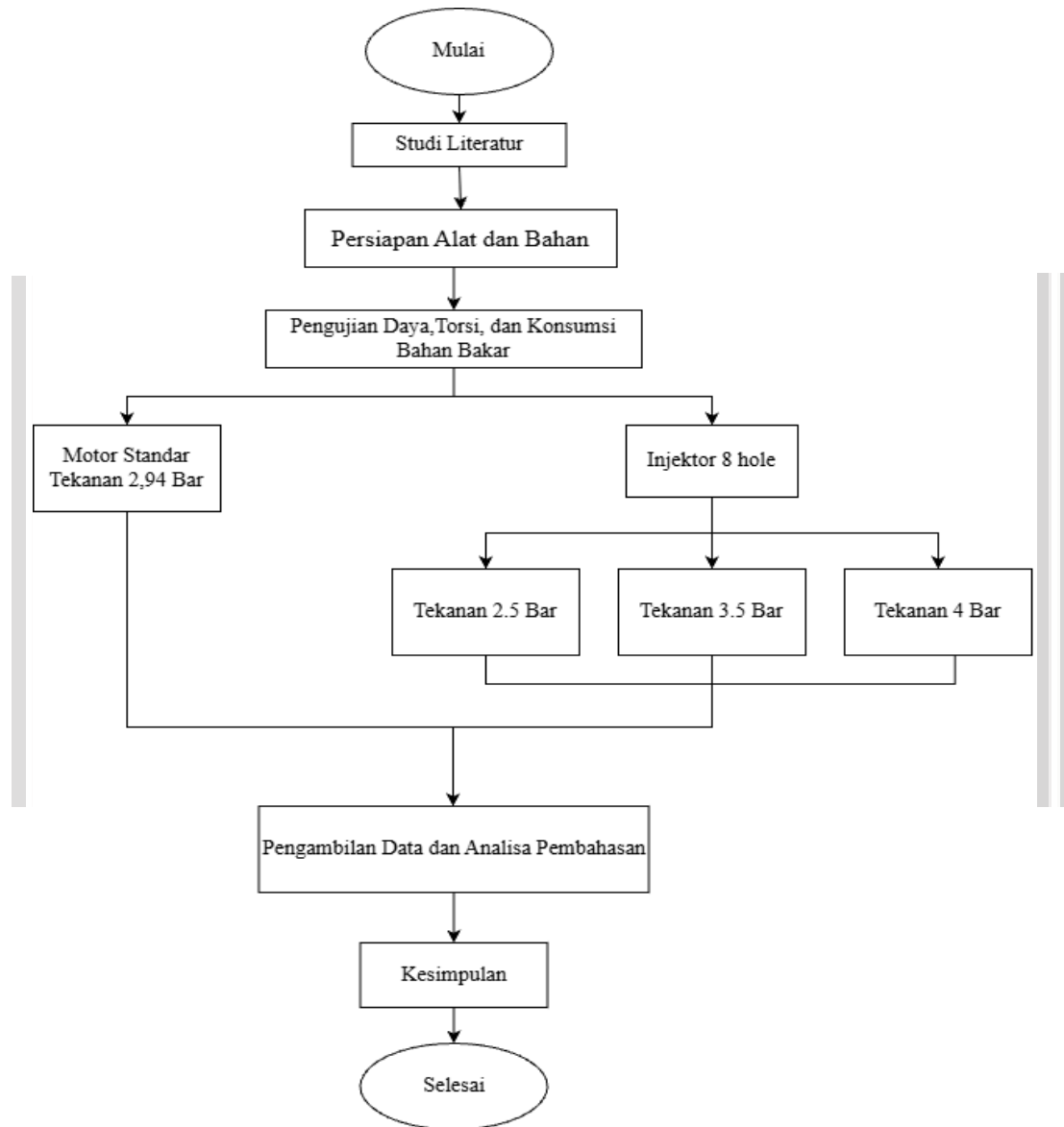
Studi terdahulu umumnya membatasi tekanan 2,5-3,5 bar atau variasi lubang injektor tanpa kombinasi hingga 4 bar pada motor 150 cc. Belum ada kajian sistematis tentang torsi, daya dan konsumsi bahan bakar pada injektor 8-hole dengan variasi tekanan tersebut pada motor matic 150 cc. Padahal, data ini krusial untuk setting tekanan aman bagi pabrikan dan modifikator.

Oleh karena itu, penelitian ini mengkaji pengaruh tekanan fuel pump 2,5 bar, 3,5 bar, dan 4 bar terhadap performa motor empat langkah 150 cc berinjektor 8-hole. Hasilnya diharapkan memberikan konfigurasi optimal performa, efisiensi bahan bakar, sebagai rujukan pendidikan, industri otomotif, dan praktisi modifikasi.

2. METODE

2.1 Diagram Alir Penelitian

Untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan tujuan, penelitian dilakukan dengan cara mengikuti alur yang telah direncanakan. Adapun diagram alir penelitian pada gambar 3.1 berikut:



Gambar 1 Diagram Alir

2.2 Alat dan Bahan

Pada penelitian ini, terdapat beberapa alat dan bahan yang digunakan dalam proses penelitian tentang pengaruh perbandingan peningkatan kinerja engine yaitu merubah volume bahan bakar dengan variasi tekanan fuelpump yang digunakan antara lain adalah:

1. Sepeda Motor empat langkah

Dalam penelitian ini akan menghitung parameter yang akan dihasilkan baik berupa daya, torsi, dan konsumsi bahan bakar pada sepeda motor metik 4 tak 150cc. Sebelum membahas lebih dalam pada penelitian ini, berikut gambar sepeda motor matic 4 tak 150cc ditunjukan pada gambar dibawahini:



Gambar 2 Sepeda Motor Vario 150cc

Tabel 1 Spesifikasi Engine Vario 150cc

Tipe mesin	4 langkah, SOHC, pendinginan cairan
Diameter x langkah	57,3 x 57,9 mm
Volume langkah	150 cc
Perbandingan kompresi	10,6 : 1
Daya maksimum	9,7 kW (13,1 PS) / 8500 rpm
Torsi Maksimum	13,4 Nm (1,37 kgf.mm) / 5000 rpm
Kapasitas minyak pelumas mesin	0,8 liter pada penggantian periode
Kopling otomatis	Automatic
Tipe transmisi	Otomatis, V-matic
Starter	Elektrik
Aki	12v – 3,5 Ah
Busi	NGK CPR9EA / Denso U27EPR9
Sistem pengapian	Full transisterized

2. Injektor 8 hole



Gambar 3 Injektor 8 Hole

Pada penelitian ini menggunakan injektor 8 lubang fungsi injektor motor adalah untuk menyemprotkan bahan bakar ke dalam ruang bakar dengan cara pengkabutan, injektor yang kami gunakan adalah merek racing Kawahara dengan jumlah 8 lubang.

3. Fuel Pressure Regulator

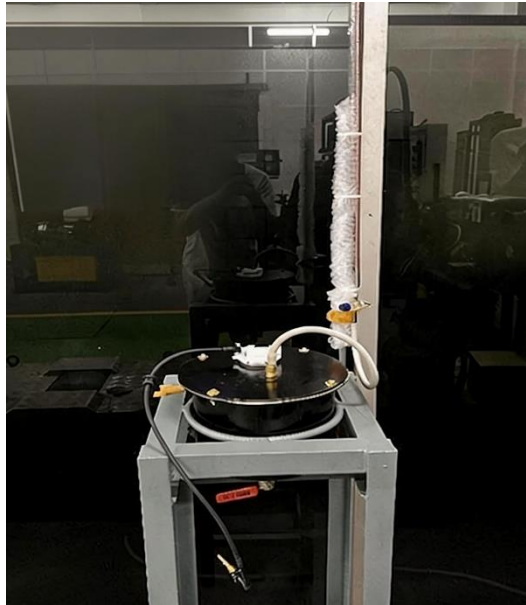


Gambar 4 FuelPressure Regulator

Fuel pressure regulator adjustable memungkinkan pengaturan tekanan bahan bakar secara presisi tanpa mengganti komponen utama motor. Alat ini penting untuk menganalisis pengaruh tekanan terhadap karakteristik semprotan injektor, atomisasi bahan bakar, dan proses pembakaran di ruang bakar.

4. Injection Fuel Consumption Gauge Test

Pada penelitian ini, alat ini digunakan untuk mengukur konsumsi bahan bakar pada motor injeksi khususnya. Pada alat ini di rancang sebagai pengganti tangki pada sepeda motor, tanpa mengubah fungsi utamanya tangki ini di lengkapi dengan alat ukur bahan bakar yang nantinya untuk menjadi parameter pengujian konsumsi bahan bakar.



Gambar 5 Injection Fuel Consumption Gauge Test

5. Dynotest

Alat untuk mengukur performa engine, khususnya daya (horsepower) dan torsi (Nm), saat motor dijalankan pada kondisi beban tertentu.



Gambar 6 Alat Dyno Test

2.3 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Bengkel NVNtech Jl. Polokarto – Rejosari, Kec. Polokarto, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah, Indonesia

2.4 Persiapan Pengujian

Variabel yang digunakan untuk melakukan penelitian adalah performa motor standar dan performa motor dengan modifikasi injektor 8 *hole* menggunakan variasi tekanan *fuel pump*. Adapun pengambilan data percobaan dilakukan dalam 3 kali percobaan, yaitu dalam kondisi motor full standar, kemudian di pasang injektor 8 *hole* dengan menggunakan variasi tekanan *fuel pump* menjadi 2,5 bar, 3,5 bar dan 4 bar.

Pada kondisi standar merupakan kondisi dimana pengambilan hasil dari torsi, daya, Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (KBBS) tidak merubah apapun. Injektor dan tekanan *fuel pump* dari motor vario 150 cc tidak di modifikasi atau merupakan asli bawaan dari motor standar tersebut. Pada kondisi berikutnya dipasangkan modifikasi injektor 8 *hole* adalah kondisi untuk bisa mengambil pengambilan data torsi, daya dan konsumsi bahan bakar spesifik (KBBS) dengan variasi tekanan *fuel pump* 2,5 bar, 3,5 bar dan 4 bar. Tahap pengambilan data setiap kondisi di beri jeda untuk menurunkan suhu pada mesin dan pada sepeda motor.

2.5 Prosedur Pengujian

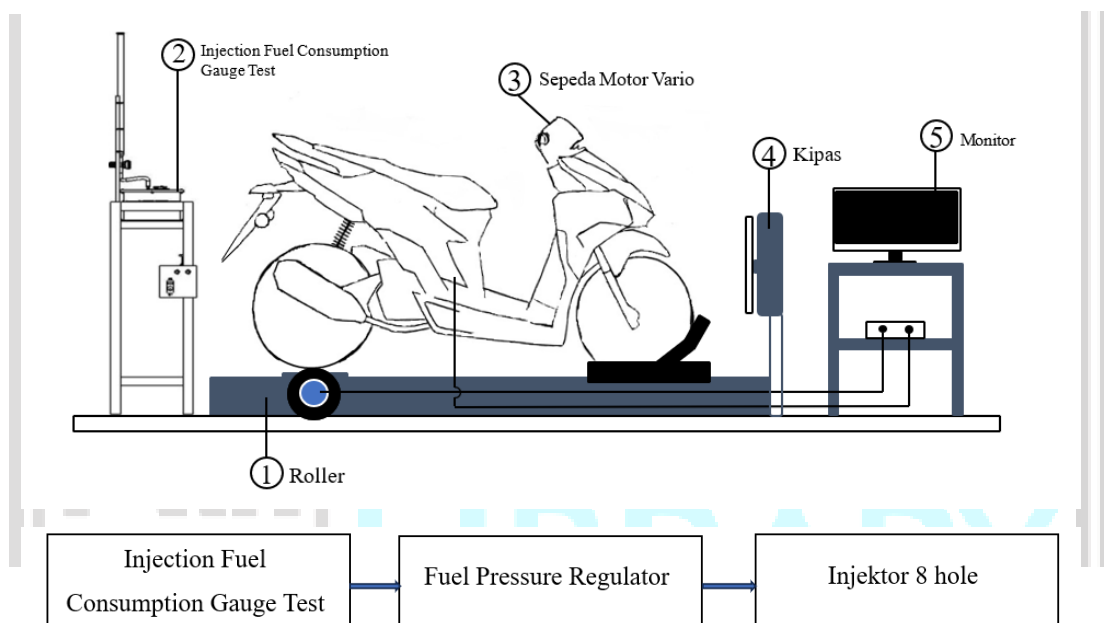
Pada pelaksanaan pengujian kali memerlukan alat uji konsumsi bahan bakar injeksi, berikut ini merupakan pelaksanaan pengujian konsumsi bahan bakar spesifik(KBBS):

1. Tahap pengujian daya dan torsi
 - a. Menyiapkan alat dan material, yaitu sepeda motor serta bahan bakar Pertamina RON 92.
 - b. Menempatkan motor pada *dyno test*, memposisikan roda belakang tepat di atas roller, dan menyesuaikan jarak roda depan agar stabil.
 - c. Melakukan *running test* pada kondisi *top gear* untuk performa maksimal, sambil menyalakan kipas pendingin mengarah ke radiator/mesin guna mencegah *overheat*.
 - d. Mencatat dan menyimpan data daya serta torsi dari monitor komputer.
 - e. Membongkar body motor, memasang injektor 8-hole dan *fuel pressure regulator*, lalu mengatur tekanan *fuel pump* menjadi 2,5 bar. Ulangi langkah c-d (3 kali pengulangan).
 - f. Mengatur tekanan *fuel pump* menjadi 3,5 bar. Ulangi langkah c-d (3 kali pengulangan).
 - g. Mengatur tekanan *fuel pump* menjadi 4 bar. Ulangi langkah c-d (3 kali pengulangan).

2. Tahapan Penelitian Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (KBBS)

- a. Menyiapkan tabung KBBS yang dilengkapi alat ukur bahan bakar, dipasang rapat di atas tangki pengganti, sambungkan selang bahan bakar ke injektor pada *throttle body*, lalu isi Pertamina RON 92 hingga ± 2 liter untuk memudahkan pembacaan.
- b. Menjalankan motor pada putaran 2000-000 rpm secara bertahap, amati penurunan volume bahan bakar pada buret sambil mengaktifkan stopwatch untuk menghitung waktu pengosongan.
- c. Mengulangi proses a-b sebanyak 3 kali untuk setiap variasi tekanan *fuel pump* (2,5 bar, 3,5 bar dan 4 bar)

2.6 Instalasi Pengujian



Gambar 7 Instalasi Pengujian

1. Menaikkan motor keatas alat *dynotest* kemudian melakukan pembongkaran body motor.
2. Tabung bahan bakar pada alat *Injection Fuel Consumption Gauge Test* diisi dengan bahan bakar sampai bahan bakar penuh,dengan tanda buret terisi bahan bakar.
3. Memasang selang bensin pada motor.
4. Memasang injektor 8 hole yang akan digunakan untuk penelitian.
5. Memasang regulator pompa bahan bakar antara *Injection Fuel Consumption Gauge Test* dan *injektor*. Memasang kabel fuel pump pada motor. Mengatur regulator pompa bahan bakar untuk mengatur tekanan bahan bakar yang akan keluar. Memeriksa tekanan pada regulator pompa bahan bakar, pastikan sesuai tekanan yang diinginkan.

6. Sebelum melakukan proses dynotest kipas harus dinyalakan untuk menjaga suhu motor.
7. Kemudian yang terakhir komputer dinyalakan dan proses dynotest dapat dilakukan untuk mengetahui nilai torsi, daya dan kbbs.

2.7 Jadwal Pengujian

Penelitian ini dilakukan dalam jangka waktu kurang lebih 6 bulan, jadwal penelitian dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 2 Jadwal Penelitian Tugas Akhir

No	Kegiatan	Bulan						
		Sep	Okt	Nov	Des	Apr	Mei	Juni
1	Studi Literatur							
2	Penyusunan Proposal Penelitian							
3	Persiapan Pengujian							
4	Pengujian dan Analisa							
5	Penyusunan Laporan Tugas Akhir							

2.8 Rancangan Analisa Data

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan hasil dari pengujian metalografi menggunakan metode uji *dynotest* dan Uji konsumsi bahan bakar.

2.8.1 Hasil Pengujian Kinerja Mesin

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan alat *Dynotest*. Uji ini akan secara otomatis menunjukkan data performa mesin. Data hasil uji performa mesin ditunjukkan pada Tabel 3.3.

Tabel 3 Data Hasil Pengujian Kinerja Mesin pada RPM 2250-6000

No	Variasi Tekanan <i>Fuel pump</i>	Percobaan	RPM	Torsi (NM)	Daya (HP)
1	Kondisi Standar	1	2250-6000	22,87	9,5
		2	2250-6000	23,03	9,6
		3	2250-6000	23,13	9,6
2	Tekanan 2,5 bar	1	2250-6000	22,49	9,5
		2	2250-6000	22,23	9,4

		3	2250-6000	22,33	9,4
3	Tekanan 3,5 bar	1	2250-6000	24,62	9,9
		2	2250-6000	24,71	9,9
		3	2250-6000	24,98	10
4	Tekanan 4 bar	1	2250-6000	24,62	9,7
		2	2250-6000	24,03	9,6
		3	2250-6000	24,09	9,7

2.8.2 Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan alat jarum suntik dan *stopwatch*. Jarum suntik yang diisi cairan bahan bakar yang dialirkan ke jalur *injector* dan *stopwatch* untuk menghitung lama waktu bahan bakar sampai titik yang ditentukan.

Data hasil pengujian konsumsi bahan bakar ditunjukkan pada Tabel 3.4.

Tabel 4 Data Hasil Pengujian KBBS

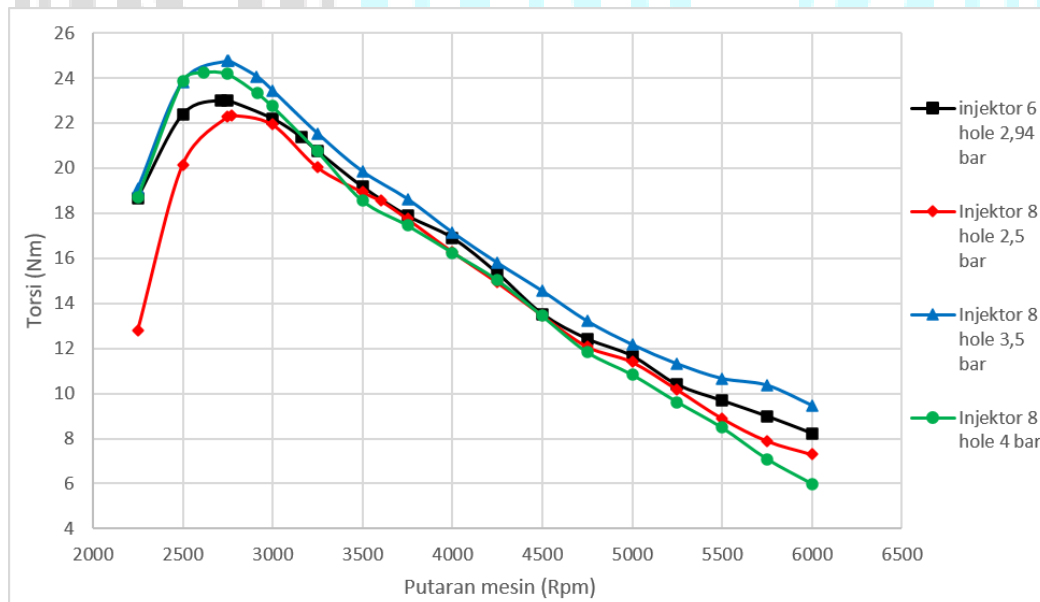
No	Variasi Tekanan <i>Fuel pump</i>	Percobaan	RPM	Jumlah BBM	Waktu
1	Kondisi Standar	1	2250-6000	40	9,4
		2	2250-6000	38	7,65
		3	2250-6000	36	7,36
2	Tekanan 2,5 bar	1	2250-6000	40	9,45
		2	2250-6000	36	7,74
		3	2250-6000	36	7,45
3	Tekanan 3,5 bar	1	2250-6000	40	7,45
		2	2250-6000	46	8,32
		3	2250-6000	42	7,86

4	Tekanan 4 bar	1	2250-6000	48	8,03
		2	2250-6000	42	7,56
		3	2250-6000	44	7,86

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Torsi

Hasil pengujian torsi pada putaran mesin 2250-6000 rpm dengan kondisi motor standar lalu menggunakan injektor 8 *hole* dengan variasi tekanan *fuelpump* 2,5 bar , tekanan *fuelpump* 3,5 bar dan tekanan *fuelpump* 4 bar ditunjukkan pada gambar 4.1



Gambar 8 Grafik Hasil Pengujian Torsi

Berdasarkan grafik diatas, menunjukkan bahwa pada kondisi standar diperoleh torsi tertinggi sebesar 23,01 Nm pada putaran 2712 rpm. Kemudian pada modifikasi injektor 8 *hole* pada variasi tekanan *fuelpump* 2.5 bar menghasilkan nilai torsi tertinggi 22,35 Nm pada putaran 2773 rpm, pada variasi tekanan *fuelpump* 3.5 menghasilkan nilai torsi tertinggi 24,77 Nm pada putaran 2756 rpm, dan pada variasi tekanan *fuelpump* 4 bar menghasilkan nilai torsi 24,24 pada putaran 2614 rpm.

Pada rentang putaran 2250–2750 rpm, seluruh variasi tekanan *fuelpump* cenderung mengalami peningkatan torsi seiring bertambahnya putaran mesin. Kondisi ini terjadi karena semakin meningkatnya putaran mesin menyebabkan laju aliran campuran udara dan bahan bakar

menuju ruang bakar semakin besar sehingga efisiensi volumetris meningkat. Pengisian silinder yang lebih baik menghasilkan tekanan pembakaran yang lebih tinggi sehingga torsi mesin ikut meningkat. Seluruh variasi mencapai torsi maksimum pada putaran sekitar 2500–2756 rpm, namun tekanan *fuelpump* 3,5 bar menghasilkan peningkatan torsi yang paling optimal, yaitu sebesar 24,77 Nm pada putaran 2756 rpm, lebih tinggi dibandingkan variasi tekanan 4 bar, 2,5 bar, maupun kondisi standar. Hal ini menunjukkan bahwa tekanan *fuelpump* 3,5 bar mampu menghasilkan debit dan tekanan penyemprotan bahan bakar yang lebih optimal sehingga atomisasi bahan bakar menjadi lebih halus dan merata. Proses pencampuran udara-bahan bakar yang lebih homogen mempercepat dan menyempurnakan proses pembakaran sehingga energi hasil pembakaran dapat dimanfaatkan secara lebih maksimal untuk menghasilkan torsi.

Berbeda dengan tekanan 3,5 bar, variasi tekanan 2,5 bar justru menghasilkan torsi paling rendah di seluruh rentang putaran, khususnya pada rpm rendah (2250 rpm) di mana torsinya hanya mencapai 12,8 Nm, jauh di bawah variasi lainnya. Hal ini terjadi karena tekanan *fuelpump* yang terlalu rendah menyebabkan debit bahan bakar yang diinjeksikan tidak mencukupi kebutuhan pembakaran, sehingga campuran menjadi terlalu kurus (*lean*) dan energi pembakaran yang dihasilkan tidak maksimal.

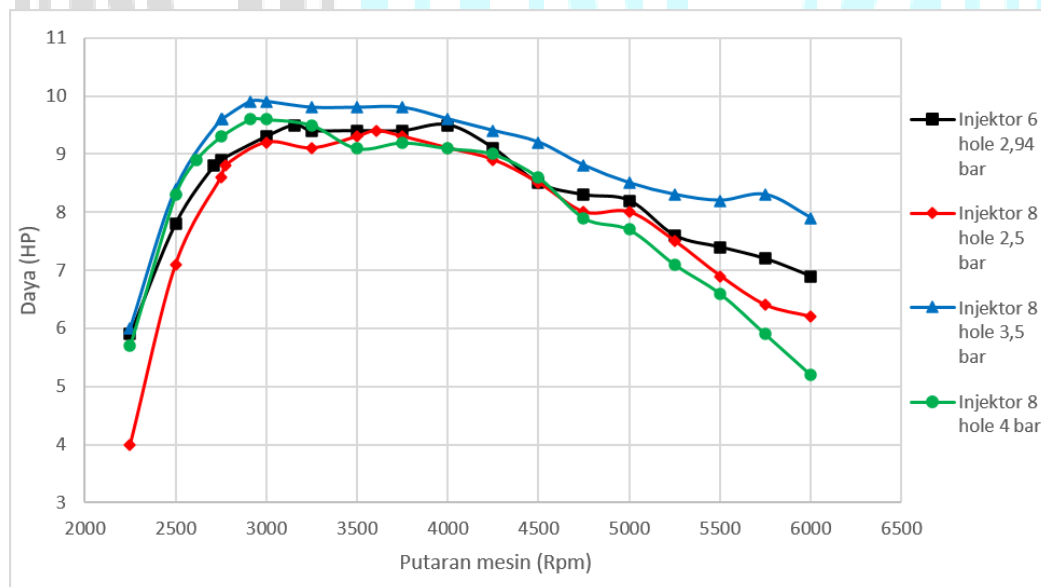
Sementara itu, pada rentang putaran 3000–6000 rpm seluruh variasi mengalami penurunan torsi akibat menurunnya efisiensi volumetris pada putaran tinggi, waktu pengisian silinder yang semakin singkat, serta waktu pembakaran yang semakin pendek sehingga tekanan pembakaran efektif berkurang. Pada rentang ini, variasi tekanan 4 bar justru mengalami penurunan torsi yang paling tajam dibandingkan variasi lainnya, bahkan menjadi yang terendah pada putaran tinggi. Kondisi ini diduga disebabkan oleh tekanan *fuelpump* yang terlalu tinggi pada putaran mesin tinggi, di mana waktu pembakaran yang tersedia semakin singkat namun debit bahan bakar yang diinjeksikan tetap besar, sehingga campuran udara-bahan bakar menjadi terlalu kaya. Campuran yang terlalu kaya tidak dapat terbakar secara sempurna dalam waktu yang singkat tersebut, sehingga energi pembakaran yang dihasilkan justru menurun. Meskipun demikian, tekanan *fuelpump* 3,5 bar tetap mampu mempertahankan nilai torsi yang relatif lebih tinggi dibandingkan variasi lainnya hingga putaran 6000 rpm, sehingga dapat dinyatakan sebagai variasi yang memberikan peningkatan torsi terbaik secara keseluruhan.

Hasil peningkatan torsi pada penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Setyawan (2017), yang menyatakan bahwa peningkatan tekanan *fuel pump* dari 2,94 bar menjadi 3,5 bar mampu meningkatkan performa torsi mesin. Selain itu, karakteristik lonjakan torsi pada putaran rendah yang kemudian menurun pada putaran tinggi menggunakan injektor 8 hole ini memperkuat temuan Amaral et al. (2023) dan Al-Amin (2025), yang

membuktikan bahwa pengaplikasian injektor delapan lubang sangat optimal dalam mendongkrak torsi pada putaran rendah hingga menengah karena menghasilkan atomisasi bahan bakar yang lebih baik, meskipun efektivitasnya cenderung menurun ketika mesin menyentuh RPM tinggi. Sebaliknya, penurunan torsi pada tekanan rendah 2,5 bar selaras dengan kajian Muhammad (2017) yang menyimpulkan bahwa penurunan tekanan *fuel pump* di bawah standar akan membatasi suplai bahan bakar sehingga menyebabkan penurunan performa torsi secara keseluruhan.

3.2 Hasil Pengujian Daya

Hasil pengujian Daya pada putaran mesin 2250-6000 rpm dengan kondisi motor standar lalu menggunakan injektor 8 *hole* dengan variasi tekanan *fuel pump* 2,5 bar , tekanan *fuel pump* 3,5 bar dan tekanan *fuel pump* 4 bar ditunjukkan pada gambar 4.2



Gambar 9 Grafik Hasil Pengujian Daya

Berdasarkan grafik diatas, menunjukkan bahwa pada kondisi standar diperoleh Daya tertingginya sebesar 9,5 HP pada putaran 3158 rpm. Kemudian pada modifikasi injektor 8 *hole* pada variasi tekanan *fuel pump* 2.5 bar menghasilkan nilai daya tertinggi 9,4 HP pada putaran 3604 rpm, pada variasi tekanan *fuel pump* 3.5 bar menghasilkan nilai daya tertinggi 9,9 HP pada putaran 2912 rpm, dan pada variasi tekanan *fuel pump* 4 bar menghasilkan nilai daya tertinggi 9,6 HP pada putaran 2913 rpm.

Pada rentang putaran 2250–3000 rpm, seluruh variasi tekanan *fuel pump* cenderung mengalami peningkatan daya yang tajam seiring bertambahnya putaran mesin. Kondisi ini terjadi karena semakin meningkatnya putaran mesin menyebabkan jumlah siklus pembakaran yang terjadi setiap satuan waktu semakin banyak. Didukung oleh proses pengisian silinder yang lebih efektif pada rentang putaran tersebut, energi hasil pembakaran meningkat sehingga daya mesin

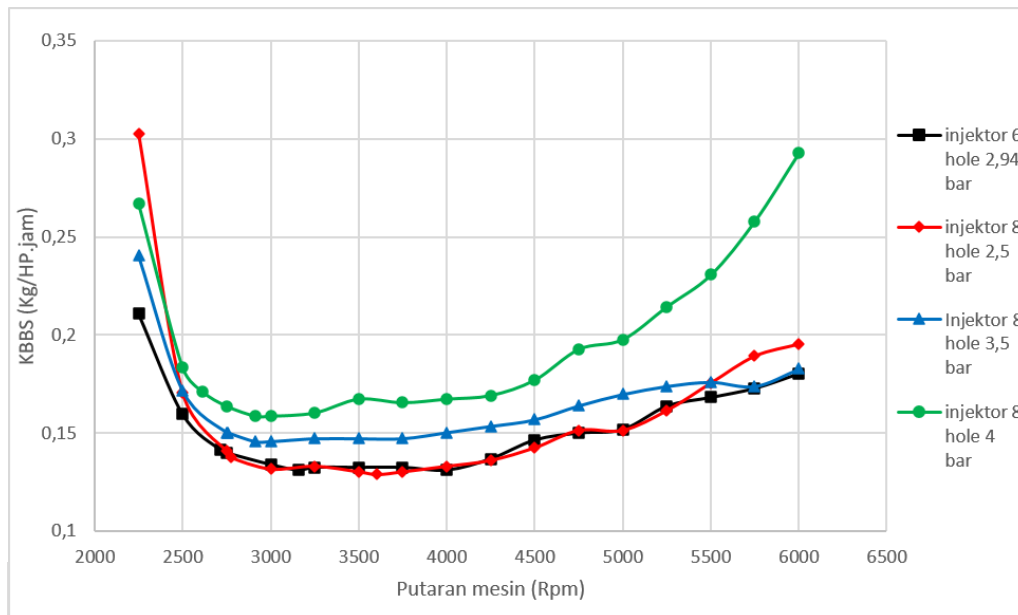
juga mengalami kenaikan. Seluruh variasi mencapai daya maksimum pada putaran sekitar 2912–3604 rpm, namun tekanan *fuelpump* 3,5 bar menghasilkan peningkatan daya yang paling optimal, yaitu sebesar 9,9 HP pada putaran 2912 rpm, lebih tinggi dibandingkan variasi tekanan 4 bar, 2,5 bar, maupun kondisi standar. Hal ini menunjukkan bahwa tekanan *fuelpump* 3,5 bar mampu menghasilkan debit dan tekanan penyemprotan bahan bakar yang optimal sehingga atomisasi bahan bakar menjadi lebih halus, pembakaran berlangsung lebih cepat dan lebih sempurna, sehingga energi yang dikonversi menjadi daya mesin pun meningkat.

Pada rentang putaran 3000–4500 rpm, terlihat bahwa nilai daya antar variasi cenderung berhimpitan dan tidak berbeda terlalu signifikan, dengan kondisi standar, tekanan 2,5 bar, dan tekanan 4 bar berada pada kisaran nilai yang relatif berdekatan (sekitar 9,1–9,5 HP), sementara tekanan 3,5 bar tetap konsisten berada di posisi teratas. Hal ini mengindikasikan bahwa pada rentang putaran menengah, perbedaan tekanan *fuelpump* belum memberikan pengaruh yang terlalu dominan terhadap daya yang dihasilkan, karena kebutuhan bahan bakar pada rentang putaran tersebut masih dapat terpenuhi secara relatif baik oleh seluruh variasi tekanan.

Fenomena peningkatan daya mesin yang optimal pada tekanan bahan bakar tinggi ini sangat sesuai dengan teori dan pembuktian dari Afrihudin et al. (2021), yang menyatakan bahwa variasi tekanan bahan bakar berpengaruh signifikan terhadap daya mesin yang dihasilkan. Peningkatan daya maksimum hingga mencapai 9,9 HP pada variasi tekanan 3,5 bar dengan injektor 8 *hole* ini juga didukung oleh penelitian Santoso et al. (2023), di mana secara umum penambahan jumlah lubang injektor (seperti penggunaan 8-*hole*) yang dikombinasikan dengan tekanan pompa bensin yang tepat terbukti memicu peningkatan daya mekanis mesin secara substansial akibat pasokan bahan bakar yang lebih melimpah dan tersebar rata. Namun, ketika tekanan dinaikkan terlalu ekstrem hingga mencapai 4 bar, daya maksimum justru mengalami penurunan menjadi 9,6 HP.

3.3 Hasil Pengujian KBBS

Hasil pengujian KBBS pada putaran mesin 2250-6000 rpm dengan kondisi motor standar lalu menggunakan injektor 8 *hole* dengan variasi tekanan *fuelpump* 2,5 bar, tekanan *fuelpump* 3,5 bar dan tekanan *fuelpump* 4 bar ditunjukkan pada gambar 4.3



Gambar 10 Grafik Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Spesifik

Berdasarkan grafik di atas, menunjukkan bahwa kondisi standar menghasilkan nilai konsumsi bahan bakar spesifik (KBBS) terendah sebesar 0,13096 kg/HP.jam pada putaran mesin sekitar 3158 rpm. Kemudian pada modifikasi injektor 8 *hole* pada variasi tekanan *fuelpump* 2,5 bar menghasilkan nilai KBBS terendah sebesar 0,12882 kg/HP.jam pada putaran mesin sekitar 3604 rpm. pada variasi tekanan *fuelpump* 3,5 menghasilkan nilai KBBS terendah sebesar 0,14576 kg/HP.jam pada putaran mesin 2912 rpm dan pada variasi tekanan *fuelpump* 4 bar menghasilkan nilai KBBS terendah 0,15857 kg/HP.jam pada putaran 2913 rpm.

Pada rentang putaran 2250–3000 rpm, seluruh variasi tekanan *fuelpump* cenderung mengalami penurunan nilai KBBS yang menunjukkan peningkatan efisiensi kerja mesin. Kondisi ini terjadi karena pada rentang putaran tersebut proses pembakaran berlangsung semakin efisien seiring meningkatnya efisiensi volumetris, sehingga energi yang dihasilkan dari setiap satuan bahan bakar semakin besar. Akibatnya, nilai konsumsi bahan bakar spesifik menurun karena mesin mampu menghasilkan daya yang lebih tinggi dengan penggunaan bahan bakar yang relatif lebih sedikit. Pada rentang ini, tekanan *fuelpump* 2,5 bar dan kondisi standar mencapai nilai KBBS terendah, yaitu berturut-turut 0,12882 kg/HP.jam dan 0,13096 kg/HP.jam, jauh lebih efisien dibandingkan tekanan 3,5 bar dan 4 bar. Hal ini menunjukkan bahwa pada tekanan yang lebih rendah, debit bahan bakar yang diinjeksikan lebih sesuai dengan kebutuhan pembakaran pada rentang putaran tersebut, sehingga tidak terjadi pemborosan bahan bakar akibat campuran yang terlalu kaya (rich).

Sebaliknya, tekanan *fuelpump* 4 bar menghasilkan nilai KBBS yang paling tinggi di hampir seluruh rentang putaran, bahkan melonjak signifikan hingga mencapai 0,29 kg/HP.jam pada

putaran 6000 rpm. Hal ini terjadi karena tekanan *fuelpump* yang terlalu tinggi menyebabkan debit bahan bakar yang diinjeksikan melebihi kebutuhan aktual mesin, sehingga campuran udara-bahan bakar menjadi terlalu kaya. Kondisi ini menyebabkan sebagian bahan bakar tidak terbakar secara sempurna, sehingga energi yang dihasilkan tidak sebanding dengan jumlah bahan bakar yang dikonsumsi, dan konsumsi bahan bakar spesifik menjadi lebih boros.

Temuan data di atas memiliki keterkaitan erat dengan tinjauan pustaka dari Muhammad (2017), yang mengemukakan bahwa penurunan tekanan *fuel pump* ke level 2,5 bar dapat memperbaiki efisiensi konsumsi bahan bakar pada kondisi operasional tertentu. Sebaliknya, tingginya angka KBBS pada pengujian tekanan 3,5 bar dan 4 bar dengan injektor 8 *hole* ini sangat sejalan dengan kesimpulan Santoso et al. (2023) serta Al-Amin (2025), yang menegaskan bahwa penggunaan komponen injektor dengan lubang yang lebih banyak (*multi-hole*) dikombinasikan dengan tekanan tinggi otomatis akan meningkatkan volume konsumsi bahan bakar secara signifikan. Peningkatan pasokan bensin ini memang diperlukan untuk mengejar target performa daya dan torsi maksimal, namun mengorbankan sisi efisiensi ekonomisnya.

4. PENUTUP

Berdasarkan hasil dan pembahasan data hasil yang sudah didapatkan pada pengujian performa sepeda motor dengan indikator performa yaitu Torsi, Daya dan Konsumsi bahan bakar dengan menggunakan modifikasi injektor 8 *hole* dengan variasi tekanan *fuelpump* 2,5 bar, tekanan *fuelpump* 3,5 bar dan tekanan *fuelpump* 4 bar dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil pengujian torsi dengan pengaturan tekanan *fuelpump* menggunakan alat *DynoTest* pada sepeda motor Vario New 150cc didapatkan nilai torsi tertinggi sebesar 24,77 Nm pada putaran 2756 rpm pada variasi tekanan *fuelpump* 3,5 bar, mengungguli kondisi standar (23,01 Nm pada 2712 rpm) serta variasi tekanan 2,5 bar dan 4 bar. Jadi, dapat disimpulkan bahwa modifikasi tekanan *fuelpump* 3,5 bar dapat mempengaruhi kenaikan nilai torsi yang dihasilkan.
2. Dari hasil pengujian daya dengan pengaturan tekanan *fuelpump* menggunakan alat *DynoTest* pada sepeda motor Vario New 150cc didapatkan nilai daya tertinggi sebesar 9,9 HP pada putaran 2912 rpm pada variasi tekanan *fuelpump* 3,5 bar, diikuti tekanan 4 bar (9,6 HP), kondisi standar (9,5 HP), dan tekanan 2,5 bar (9,4 HP). Jadi, dapat disimpulkan bahwa modifikasi tekanan *fuelpump* 3,5 bar dan 4 bar dapat mempengaruhi kenaikan nilai daya yang dihasilkan, sedangkan tekanan 2,5 bar dapat mempengaruhi penurunan daya yang dihasilkan.

3. Dari hasil pengujian Konsumsi Bahan Bakar Spesifik dengan pengaturan tekanan *fuelpump* menggunakan alat uji KBBS pada sepeda motor Vario New 150cc didapatkan nilai KBBS terendah sebesar 0,12882 kg/HP.jam pada putaran 3604 rpm pada variasi tekanan *fuelpump* 2,5 bar, mengungguli kondisi standar (0,13096 kg/HP.jam), serta lebih efisien dibandingkan tekanan 3,5 bar (0,14576 kg/HP.jam) dan tekanan 4 bar (0,15857 kg/HP.jam) yang menjadi paling boros. Jadi, dapat disimpulkan bahwa modifikasi tekanan *fuelpump* 2,5 bar dapat mempengaruhi penurunan nilai KBBS, sedangkan tekanan 3,5 bar dan 4 bar dapat mempengaruhi kenaikan nilai KBBS yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrikhudin, D., Sumarli, S., & Mindarta, E. K. (2021). Pengaruh perbedaan tekanan bahan bakar terhadap daya dan efisiensi bahan bakar pada sepeda motor automatic 110 cc fuel injection. *Jurnal Teknik Otomotif: Kajian Keilmuan dan Pengajaran*, 5(2), 19.
- Al-Amin, I. S. (2025). *Studi eksperimental pengaruh performa motor empat langkah menggunakan variasi injektor dengan bahan bakar RON 92*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Amaral, A. A. D. C., Saidatin, N., & Maulana, H. S. (2023). Experimental study of spark ignition engine performance under different electronic control units, hole injectors and spark plugs. *Journal of Mechanical Engineering*.
- Gupta, H. N. (2025). *Fundamentals of internal combustion engines*. PHI Learning Pvt. Ltd..
- Kurniawan, R. (2018). Analisis Pengaruh Penggunaan Injector terhadap Unjuk Kerja Honda Beat FI. *Jurnal Teknik Mesin UBL*, 5(2), 27–30
- Maulana, I. A., Simatupang, W., Fernandez, D., & Arif, A. (2023). Perbandingan penggunaan varian hole injektor terhadap konsumsi bahan bakar pada sepeda motor 155 cc. *Jurnal Teknologi dan Pendidikan Vokasi Indonesia*, 1(4), 463–472.
- Muhammad, A. K. (2017). *Pengaruh penurunan tekanan pompa bahan bakar terhadap performa sepeda motor 125 cc menggunakan tekanan pompa bahan bakar pneumatik* (Doctoral dissertation, Universitas Negeri Jakarta).
- Monasari, R., Firdaus, A. H., & Qosim, N. (2021). Pengaruh Penambahan Zat Aditif Pada Campuran Bahan Bakar Bensin–Bioethanol Terhadap Specific Fuel Consumption. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 9(1).
- Pakan, Y., & Fadli, E. R. (2021). Analisis Variasi Putaran terhadap Torsi dan Daya pada Motor Diesel Satu Silinder. *Jurnal Voering*, 6(1), 33–38.
- Rahman, M. D., Wigraha, N. A., Widayana, G., & Id, A. C. (2017). Pengaruh ukuran katup terhadap torsi dan daya pada sepeda motor Honda Supra Fit. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 5(2), 1-10.
- Santoso, S., Yulianto, F. A., Yudiyanto, E., Aditya, C., & Sabarudin, S. (2023). The effect of fuel pump pressure and number of injector holes on 150cc matic motorcycle performance. *Asian Journal Science and Engineering*, 2(2), 117–125.
- Sari, T. P. (2022). Siklus-Siklus Mesin Kalor.
- Setyawan, H. G. (2017). Pengaruh kenaikan tekanan pompa bahan bakar terhadap performa sepeda motor Honda 125 cc injeksi menggunakan pompa bahan bakar pneumatik [Skripsi, Universitas Negeri Jakarta].

- Syaka, D. R. B., Sugita, I. W., Yoga, N. G., & Widanarko, M. R. (2024). The Influence of Fuel Pump Pressure Variations on the Performance of 2-Stroke Gasoline Direct Injection Engines. *Jurnal Asimetrik: Jurnal Ilmiah Rekayasa & Inovasi*, 61-68.
- Hidayat, W., & Sadiana, R. (2017). *Teknologi baru motor bensin dan standar Euro*. Alfabeta.
- Zareei, J., & Alvarez, J. R. N. (2024). Analysis of the effect of the number of injector nozzles on the pressure and heat transfer coefficient in a hydrogen-diesel mixture diesel engine. *International Journal of Hydrogen Energy*, 67, 1148-1156.

