

ANALISIS PENGARUH PENYETELAN TEKANAN NOZZLE TERHADAP PUTARAN DAN DAYA MESIN DIESEL 4 SILINDER TIPE IN LINE

NANDA GUSTIAR
SURIANTO BUYUNG
YANRI PAKAN

Program Studi Diploma IV Teknik Mesin
Politeknik Saint Paul Sorong

Email : tmpoltekstpaul22@gmail.com; nandaanggahafis@gmail.com; neniyanri@gmail.com

ABSTRAK

Kunci utama dari efisiensi dan performa optimal mesin diesel terletak pada sistem injeksi bahan bakarnya. Meskipun teori dasar mengenai sistem injeksi telah banyak diketahui, karakteristik penurunan atau peningkatan performa spesifik pada mesin diesel 4 silinder tipe in-line akibat variasi tekanan nozzle perlu diuji dan dianalisis secara empiris. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan bertujuan untuk menganalisis seberapa besar pengaruh penyetelan variasi tekanan nozzle terhadap putaran mesin dan daya yang dihasilkan, sehingga dapat ditemukan nilai penyetelan variasi tekanan nozzle yang paling optimal untuk menghasilkan performa mesin yang maksimal. Metode yang digunakan adalah eksperimen untuk mendapatkan nilai putaran dan menghitung nilai daya indikator. Hasil penelitian adalah performa tertinggi (baik dari segi putaran maupun daya) dicapai pada kondisi Tekanan Rendah (150 bar) dengan menggunakan jarak tuas gas (20 mm), yang menghasilkan putaran 2216 rpm dan daya 65,2 kW. Sebaliknya, penurunan performa paling ekstrem terjadi pada Tekanan Tinggi (200 bar) dengan jarak tuas gas (10 mm), di mana sistem hanya mampu berputar sebesar 951 rpm dengan daya drop hingga 27,9 kW. Secara keseluruhan, jika sistem ini dirancang untuk mencari efisiensi putaran dan daya yang maksimal, maka penggunaan jarak tuas gas yang lebih besar (20 mm) pada tekanan operasional yang terkendali (rendah-menengah) adalah opsi yang paling ideal.

Kata Kunci : daya indikator, tekanan, putaran, mesin diesel

ABSTRACT

The key to the efficiency and optimal performance of a diesel engine lies in its fuel injection system. Although the basic theory regarding injection systems is widely known, the specific characteristics of performance degradation or improvement in an in-line 4-cylinder diesel engine due to variations in nozzle pressure need to be empirically tested and analyzed. Therefore, this study aims to analyze the extent of the influence of adjusting nozzle pressure variations on engine speed and the resulting power, thereby identifying the most optimal nozzle pressure adjustment to achieve maximum engine performance. The method employed is an experimental approach to obtain engine speed values and calculate the indicated power. The results show that the highest performance (in terms of both engine speed and power) is achieved under Low Pressure conditions (150 bar) using a throttle lever distance of 20 mm, which produces an engine speed of 2216 rpm and a power output of 65.2 kW. Conversely, the most extreme performance degradation occurs at High Pressure (200 bar) with a throttle lever distance of 10 mm, where the system is only capable of rotating at 951 rpm with a power drop down to 27.9 kW. Overall, if the system is designed to achieve maximum efficiency in speed and power, utilizing a larger throttle lever distance (20 mm) at a controlled operating pressure (low-to-medium) is the most ideal option.

Keywords: indicated power, pressure, engine speed, diesel engine

PENDAHULUAN

Mesin diesel merupakan salah satu jenis motor pembakaran dalam (internal combustion engine) yang banyak digunakan dalam berbagai sektor, mulai dari transportasi, industri, hingga

pembangkit energi listrik skala kecil dan menengah. Popularitas mesin diesel ini didasarkan pada keunggulannya yang memiliki efisiensi termal yang tinggi, daya tahan yang kuat, serta torsi yang besar pada putaran rendah

dibandingkan dengan mesin bensin. Salah satu konfigurasi mesin diesel yang sangat populer dan banyak diaplikasikan pada kendaraan niaga maupun penumpang adalah mesin diesel 4 silinder tipe sebaris (*in-line*).

Motor diesel merupakan jenis *internal combustion engine* yang memiliki konsep pembakaran difusi atau *diffusion combustion*. Prinsip pembakaran ini bahan bakar dan pengopsidasi (udara yang mengandung oksigen) terpisah sebelum memasuki zona reaksi tempat keduanya bercampur dan terbakar. Nama lain dari Motor Diesel adalah CI (*Compression Ignition Engine*), karena prinsip kerjanya adalah dengan mengopresi udara untuk mendapatkan tekanan yang tinggi dan temperatur pembakaran bahan bakar yang dibutuhkan dapat tercapai sehingga pembakaran didalam ruang bakar dan silinder mesin dapat terjadi. (Anugrah, 2021)

Kunci utama dari efisiensi dan performa optimal mesin diesel terletak pada sistem injeksi bahan bakarnya. Berbeda dengan mesin bensin, mesin diesel mengandalkan penyalaaan kompresi (*compression ignition*), di mana bahan bakar disemprotkan langsung ke dalam ruang bakar yang berisi udara bertekanan dan bersuhu tinggi. Komponen yang bertanggung jawab penuh dalam proses pengabuan ini adalah nozzle (nosel injeksi). Nozzle berfungsi untuk mengubah bahan bakar cair bertekanan menjadi butiran-butiran halus (atomisasi) agar dapat bercampur secara homogen dengan udara di dalam ruang bakar.

Kualitas campuran udara dan bahan bakar ini sangat dipengaruhi oleh penyetelan tekanan pembukaan nozzle. Jika tekanan nozzle disetel terlalu rendah, pengabuan bahan bakar menjadi kurang sempurna (butiran terlalu besar), yang mengakibatkan pembakaran lambat, timbulnya asap hitam, dan pemborosan bahan bakar. Sebaliknya, jika tekanan nozzle terlalu tinggi, beban kerja pompa injeksi akan meningkat, dan volume bahan bakar yang diinjeksikan justru berpotensi berkurang atau waktu injeksinya menjadi terlalu singkat, yang dapat menyebabkan mesin sulit dihidupkan atau ketukan (*knocking*).

Ketidaktepatan atau Perubahan dalam penyetelan tekanan nozzle ini secara langsung akan mempengaruhi parameter performa mesin, terutama pada putaran mesin (RPM) dan daya (power) yang dihasilkan oleh mesin diesel 4 silinder tipe *in-line*. Performa yang menurun akibat penyetelan yang tidak optimal tentu akan

merugikan dari segi efisiensi operasional dan ekonomis.

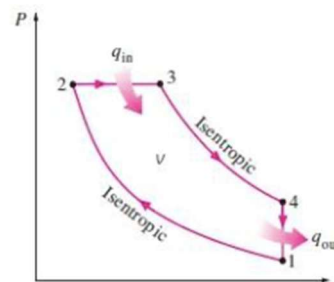
Meskipun teori dasar mengenai sistem injeksi telah banyak diketahui, karakteristik penurunan atau peningkatan performa spesifik pada mesin diesel 4 silinder tipe *in-line* akibat variasi tekanan nozzle perlu diuji dan dianalisis secara empiris. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis seberapa besar pengaruh penyetelan variasi tekanan nozzle terhadap putaran mesin dan daya yang dihasilkan, sehingga dapat ditemukan nilai penyetelan variasi tekanan nozzle yang paling optimal untuk menghasilkan performa mesin yang maksimal.

KAJIAN PUSTAKA

Pengertian Motor Diesel

Menurut Cengel, 2006, motor diesel adalah motor bakar torak yang proses penyalannya bukan menggunakan loncatan bunga api melainkan ketika torak hampir mencapai titik mati atas (TMA) bahan bakar disemprotkan ke dalam ruang bakar melalui nosel sehingga terjadilah pembakaran pada ruang bakar dan udara dalam silinder sudah mencapai temperatur tinggi. Syarat ini dapat terpenuhi apabila perbandingan kompresi yang digunakan cukup tinggi, yaitu berkisar 16-25. Siklus diesel (ideal) pembakaran tersebut dimisalkan dengan pemasukan panas pada volume konstan. (Pakan & Fadli, 2021)

Siklus diesel ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 1. Siklus Diesel (Pakan & Fadli, 2021)

Prinsip Kerja Motor Diesel

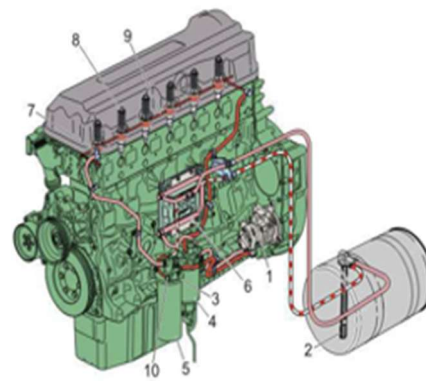
Prinsip kerja sistem pemasukan bahan bakar mesin diesel, bahan bakar disemprotkan setelah udara bersih dihisap dan dikompresikan. Bahan bakar dan udara dicampur di dalam silinder sehingga terjadi pembakaran. Bahan bakar harus dikabutkan halus, oleh pompa injeksi pada tekanan (100-250 bar).

Ada dua cara penyemprotan bahan bakar kedalam ruang bakar yaitu injeksi langsung (*direct injection*) dimana injection nozzle menyemprotkan bahan bakar langsung ke ruang bakar utama (*main combustion chamber*) pada akhir langkah kompresi. Udara tertekan dan menerima pusaran cepat akibatnya suhu dan tekanannya naik bahan bakar cepat menguap dan menyala dengan sendirinya setelah disemprotkan. Cara penyemprotan yang kedua ialah injeksi tidak langsung dimana bahan bakar disemprotkan oleh injection nozzle ke kamar depan (*precombustion chamber*). Udara yang dikompresikan oleh torak memasuki kamar pusat dan membentuk aliran turbulensi ditempat bahan bakar yang diinjeksikan. Tetapi sebagian bahan bakar yang belum terbakar akan mengalir ke ruang bakar utama melalui saluran transfer untuk menyelesaikan pembakaran.

Pada sistem bahan bakar mesin diesel, *feed pump* menghisap bahan bakar dari tangki bahan bakar. Bahan bakar disaring oleh *fuel filter* dan kandungan air yang terdapat pada bahan bakar dipisahkan oleh *fuel* sendimenter sebelum dialirkan ke pompa injeksi bahan bakar, dari pompa injeksi selanjutnya melalui pipa injeksi bahan bakar dialirkan ke injektor untuk diinjeksikan ke ruang bakar. Pada mesin diesel, alat yang berfungsi untuk menyuplai bahan bakar disebut injektor. Fungsi dari injektor tersebut adalah menyemprotkan bahan bakar yang telah menjadi kabut kedalam ruang pembakaran.

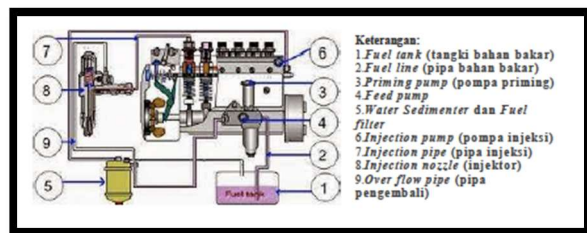
Cara kerja injektor pada umumnya adalah sebagai berikut: Bahan bakar bertekanan tinggi mengalir dari pompa injeksi melalui saluran minyak pada *nozzle holder* menuju ke *oil pool* pada bagian bawah *nozzle body*. Penginjeksian bahan bakar terjadi bila tekanan bahan bakar pada *oil pool* naik, sehingga menekan permukaan ujung needle. Bila tekanan bahan bakar melebihi kekuatan pegas, maka *nozzle needle* akan terdorong ke atas dan menyebabkan *nozzle needle* akan terlepas dari *nozzle body*. Kejadian ini menyebabkan nosel menyemprotkan bahan bakar ke dalam ruang bakar. Jika pompa injeksi berhenti mengalirkan bahan bakar, maka tekanan bahan bakar turun dan tekanan pegas mengembalikan *nozzle needle* ke posisi semula. Pada saat *needle* tertekan kuat, *nozzle body seat* akan menutup saluran bahan bakar, sehingga proses penginjeksian akan berhenti. Sebagian bahan bakar yang tersisa diantara *nozzle needle* dan *nozzle body* antara *pressure pin* dan *nozzle holder* akan melumasi semua komponen dan

kembali pada keadaan awal. (Ahmad & Sudarmanta, 2017)



1. Feed pump
2. Strainer, tank level gauge
3. Fuel Filter Housing
4. Pre-filter with water separator
5. Fuel filter
6. Engine electronic control unit cooling loop
7. Overflow valve
8. Unit injector
9. Fuel channel in the cylinder head
10. Venting valve

Gambar 2. Konstruksi Mesin Diesel (Pramono & Boedisoesetyo, 2013)



Gambar 3. Bagian-bagian Sistem Bahan Bakar Mesin Diesel (Ahmad & Sudarmanta, 2017)

Alur bahan bakar sebelum akhirnya disemprotkan melalui injektor akan melalui beberapa bagian pada bagian mesin diesel. Bahan bakar yang berada pada tangki bahan bakar (*fuel tank*) akan disedot oleh pompa bahan bakar (*feed pump*) dan dipompakan untuk disaring pada saringan bahan bakar (*fuel filter*) dan water sedimenter untuk dipisahkan kandungan air pada bahan bakar tersebut. Lalu bahan bakar akan menuju ke pompa injeksi (*injection pump*) untuk diinjeksikan melalui injektor melalui pipa injeksi (*injection pipe*) ke dalam ruang bakar. Sisa bahan bakar yang tidak tersemprot oleh injektor akan dikembalikan ke dalam tangki bahan bakar melalui *overflow pipe*. (Ahmad & Sudarmanta, 2017)

Pompa Injeksi

Motor diesel injeksi langsung maupun tidak langsung, untuk membangkitkan tekanan bahan bakar yang cukup tinggi (0 s.d 250 bar) digunakan pompa injeksi/injection pump, disamping membangkitkan tekanan tinggi pompa injeksi juga berfungsi untuk mengatur jumlah bahan bakar yang disemprotkan untuk pembakaran. (Purwanto et al., 2014)

Injektor/Nosel

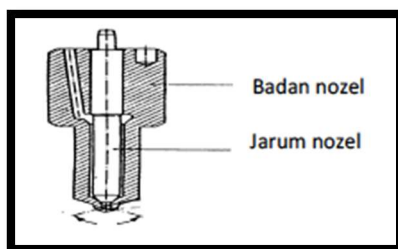
Untuk motor diesel injeksi langsung digunakan injektor/nosel type berlubang banyak/*multiple hole*, sedangkan untuk motor diesel injeksi tidak langsung/*indirect injection* digunakan injektor type satu lubang/*single hole*. Injektor/nosel adalah suatu komponen yang bertugas :

1. Memasukkan dan mendistribusikan bahan bakar kedalam silinder sesuai kebutuhan/putaran motor;
2. Mengabutkan bahan bakar yang bertekanan tinggi kedalam ruang bakar untuk pembakaran motor. (Purwanto et al., 2014)

Injektor Motor Diesel Langsung/Injektor Lubang Banyak

Pada gambar dibawah diperlihatkan gambar dari konstruksi injektor hanya pada bagian konstruksi dari bagian katup jarum injektor dengan rumahnya.

Cara kerja dari injektor adalah sebagai berikut katup jarum injektor/nosel yang mana ujung bawahnya terdiri dari dua bidang kerucut. kerucut pertama menetap/ menempel pada dudukan rumah katup jarum dan yang kedua menerima tekanan bahan bakar. Jika gaya yang ditimbulkan oleh bahan bakar melebihi tekanan pegas , maka katup jarum akan terangkat keatas sehingga akan membuka lubang injektor/nosel dan bahan bahan bakar akan tersemprot lewat lubang injektor/nosel.(Purwanto et al., 2014)



Gambar 4. Konstruksi Jarum Nosel Injeksi Langsung (Purwanto et al., 2014)

Rumus Perhitungan Daya

Daya motor merupakan salah satu parameter dalam menentukan performa motor. Pengertian dari daya itu adalah besarnya kerja motor selama kurun waktu tertentu. (Fadoli, 2012)
Rumus yang digunakan dalam perhitungan adalah:

$$P_i = \frac{P_{mi} \times L \times A \times N \times n}{2}$$

dimana,

P_i : daya indikator (Watt)

P_{mi} : tekanan indikator rata-rata (Pa)

12 – 14 kg/cm²

dipilih 13 kg/cm²

= 13 x 98066 Pa

= 1274858 Pa

L : langkah piston (m)

A : luas penampang m²

N : jumlah putaran poros engkol per sekon (rpm)

n : jumlah silinder (4 untuk mesin 4 tak)

METODOLOGI PENELITIAN

Prosedur Penelitian

Prosedur yang akan dilakukan dalam penelitian ini meliputi :

1. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan untuk mengambil data;
2. Hidupkan mesin, atur tekanan 150 bar, jarak tuas 10 mm dan ukur nilai putaran, catat hasilnya;
3. Ulangi cara ke 2 sebanyak 3x;
4. Ulangi cara ke 2 dan ke 3 untuk jarak tuas 15 mm dan 20 mm;
5. Ulangi cara ke 2 dan ke 3 untuk tekanan yang berbeda yaitu 175 bar dan 200 bar.
6. Catat semua hasilnya;
7. Hitung rata-rata putaran tiap tekanan dan jarak tuas;
8. Hitung nilai daya indicator berdasarkan variasi tekanan dan jarak tuas;
9. Buat grafik hubungan Tekanan dan putaran untuk tiap jarak tuas, serta hubungan tekanan dan daya untuk tiap jarak tuas.

PEMBAHASAN

Spesifikasi Alat

Pompa injeksi yang digunakan adalah tipe Mesin diesel 4 silinder merek Isuzu NKR 71.

Data Putaran

Data putaran yang diukur pada varian tekanan 150 bar, 175 bar dan 200 bar, untuk jarak tuas 10 mm, 15 mm dan 20 mm. Pengukuran dilakukan berulang 3x. Hasil pengukuran ditabulasikan pada tabel berikut:

Tabel 1. Data Putaran

Tekanan (bar)	Nilai Putaran (rpm) pada Jarak Tuas Gas
150	10 mm
	1250
	1250
	1245
	$\bar{N} = 1248$
	15 mm
	1800
	1850
	1850
	$\bar{N} = 1833$
	20 mm
	2200
	2200
	2250
	$\bar{N} = 2216$
175	10 mm
	1100
	1100
	1150
	$\bar{N} = 1116$
	15 mm
	1650
	1600
	1600
	$\bar{N} = 1616$
	20 mm
	2010
	2000
	2000
	$\bar{N} = 2003$
200	10 mm
	950
	950
	955
	$\bar{N} = 951$
	15 mm
	1450
	1450
	1455
	$\bar{N} = 1451$
	20 mm
	1900
	1900
	1900
	$\bar{N} = 1900$

Nilai Daya Indikator

Hasil perhitungan tekanan indikator ditabulasikan pada tabel berikut:

Tabel 2. Nilai Daya Indikator

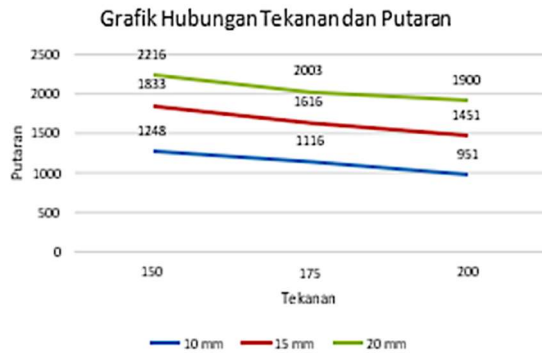
Tekanan (Bar)	Pedal Gas (mm)	Pmi (Pa)	L (m)	A (m ²)	n	N (rpm)	Daya indikator (Pi)	
							(watt)	(kw)
150 Bar	10mm	1.274.88	0,102	0,00679	4	1.248	36.730,35	36,7
	15mm	1.274.88	0,102	0,00679	4	1.833	53.947,70	53,9
	20mm	1.274.88	0,102	0,00679	4	2.216	65.219,92	65,2
175 Bar	10mm	1.274.88	0,102	0,00679	4	1.116	32.845,41	32,8
	15mm	1.274.88	0,102	0,00679	4	1.616	47.561,09	47,5
	20mm	1.274.88	0,102	0,00679	4	2.003	58.951,03	58,9
200 Bar	10mm	1.274.88	0,102	0,00679	4	951	27.989,23	27,9
	15mm	1.274.88	0,102	0,00679	4	1.451	42.704,92	42,7
	20mm	1.274.88	0,102	0,00679	4	1.900	55.919,60	55,9

Maka hubungan antara nilai Daya Indikator, Putaran, Tekanan dan Pedal gas dapat di sajikan dalam tabel berikut:

Tabel 3. Hubungan Tekanan-Putaran-Daya

Tekanan (Bar)	Pedal Gas (mm)	Putaran (rpm)	Daya Indikator (kW)
150	10 mm	1248	36,7
	15 mm	1833	53,9
	20 mm	2216	65,2
175	10 mm	1116	32,8
	15 mm	1616	47,5
	20 mm	2003	58,9
200	10 mm	951	27,9
	15 mm	1451	42,7
	20 mm	1900	55,9

Hasil perhitungan menghasilkan hubungan antara tekanan, putaran dan daya pada mesin diesel yang dinyatakan dalam grafik hubungan antara tekanan dan putaran, serta hubungan antara tekanan dan daya. Grafik hubungan dapat dilihat pada gambar 5 dan gambar 6.



Gambar 5. Grafik Hubungan Tekanan dan Putaran

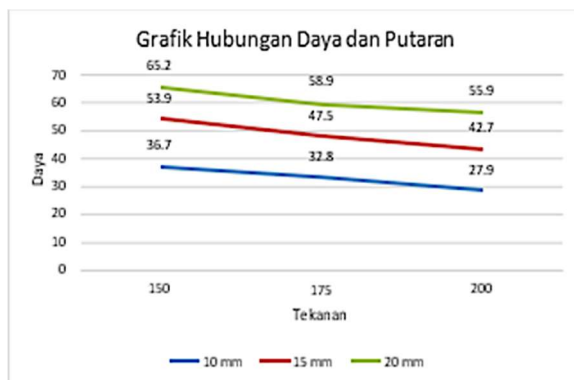
Grafik ini menunjukkan pengaruh peningkatan tekanan terhadap kecepatan putaran mesin/alat pada tiga variasi jarak tuas gas (10 mm, 15 mm, dan 20 mm). Secara keseluruhan, pada semua variasi jarak tuas gas (10 mm, 15 mm, dan 20 mm), semakin tinggi tekanan, maka kecepatan putaran justru semakin menurun. Hal ini mengindikasikan adanya peningkatan beban.

Jarak tuas gas 20 mm (Garis Hijau): Menghasilkan putaran tertinggi di setiap tingkat tekanan. Pada tekanan 150 bar, putarannya mencapai 2216 rpm, dan turun menjadi 1900 rpm pada tekanan 200 bar.

Jarak tuas gas 15 mm (Garis Merah): Berada di posisi menengah. Dimulai dari 1833 rpm (tekanan 150 bar) dan turun ke 1451 rpm (tekanan 200 bar).

Jarak tuas gas 10 mm (Garis Biru): Menghasilkan putaran terendah. Dimulai dari 1248 rpm (tekanan 150 bar) dan turun hingga 951 rpm (tekanan 200 bar).

Jarak tuas gas yang lebih besar (20 mm) secara signifikan memberikan performa putaran yang lebih tinggi dibandingkan ukuran yang lebih kecil pada tingkat tekanan yang sama.



Gambar 6. Grafik Hubungan Tekanan dan Daya

Grafik ini mengukur bagaimana daya yang dihasilkan atau dibutuhkan berubah seiring dengan meningkatnya tekanan pada tiga variasi ukuran yang sama. Sama seperti grafik putaran, semakin besar tekanan yang diberikan, daya yang tercatat justru mengalami penurunan secara konsisten di semua variasi ukuran.

Jarak tuas gas 20 mm (Garis Hijau): Menghasilkan daya tertinggi di seluruh rentang tekanan, berkisar antara 65,2 kW (pada tekanan 150 bar) hingga 55,9 kW (pada tekanan 200 bar).

Jarak tuas gas 15 mm (Garis Merah): Menghasilkan daya menengah, bergerak turun dari 53,9 kW ke 42,7 kW.

Jarak tuas gas 10 mm (Garis Biru): Menghasilkan daya paling rendah, menurun dari 36,7 kW hingga menyentuh nilai terendah di 27,9 kW pada tekanan 200 bar.

Kapasitas daya memiliki korelasi positif yang sangat kuat dengan ukuran jarak tuas gas; semakin besar ukurannya (20 mm), semakin besar pula daya yang mampu dipertahankan sistem.

PENUTUP

Perubahan nilai daya (Gambar 6) sangat linier dengan perubahan nilai putaran (Gambar 5). Ketika putaran turun akibat tekanan yang meninggi, output daya juga ikut turun. Ini sesuai dengan prinsip dasar mekanika di mana Daya (P) sering kali berbanding lurus dengan kecepatan putaran atau kecepatan sudut (ω).

Berdasarkan kedua data tersebut, performa tertinggi (baik dari segi putaran maupun daya) dicapai pada kondisi Tekanan Rendah (150 bar) dengan menggunakan jarak tuas gas (20 mm), yang menghasilkan putaran 2216 rpm dan daya 65,2 kW. Sebaliknya, penurunan performa paling ekstrem terjadi pada Tekanan Tinggi (200 bar) dengan jarak tuas gas (10 mm), di mana sistem hanya mampu berputar sebesar 951 rpm dengan daya drop hingga 27,9 kW.

Secara keseluruhan, jika sistem ini dirancang untuk mencari efisiensi putaran dan daya yang maksimal, maka penggunaan jarak tuas gas yang lebih besar (20 mm) pada tekanan operasional yang terkendali (rendah-menengah) adalah opsi yang paling ideal.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, A. S., & Sudarmanta, B. (2017). Studi eksperimen unjuk kerja mesin diesel sistem dual fuel dengan variasi tekanan

- penginjeksian pada injektor mesin yanmar TF 55R-DI. *Jurnal Teknik ITS*, 4(1), 1–6.
- Anugrah, R. A. (2021). Analisis Pengaruh Kalibrasi Pompa Injeksi Tipe Inline dan Injektor Motor Diesel Terhadap Volume dan Tekanan Penginjeksian. *Jurnal Teknik Mesin*, 10(1), 9.
- Fadoli, A. A. (2012). ANALISA PERBANDINGAN DAYA DAN KONSUMSI BAHAN BAKAR ANTARA PENGAPIAN STANDAR DENGAN PENGAPIAN MENGGUNAKAN BOOSTER PADA MESIN TOYOTA KIJANG SERI 7K. *ENGINEERING*, 4(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.
- Pramono, A., & Boedisoesetyo, E. (2013). Pengendalian Overspeed Pada Mesin Diesel. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 8(2).
- Purwanto, F., Farid, A., & Sahbana, M. A. (2014). Analisa Pengaruh Tekanan Pembukaan Injektor (Nosel) Terhadap Kinerja Mesin Pada Motor Diesel Injeksi Tidak Langsung/Indirect Injection. *Proton: Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Mesin*, 6(1), 220780.