ISSN J-MEEG 4 (1) (2025) 394 – 404

JURNAL TEKNIK MESIN
JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING (J-MEEG)
http://jurnal.polinema.ac.id/index.php/j-meeg

ANALISIS PERBEDAAN *OVERLAP CAMSHAFT DURATION* TERHADAP DAYA DAN TORSI SEPEDA MOTOR SATU SILINDER 110 CC

(ANALYSIS OF THE DIFFERENCES OVERLAP CAMSHAFT DURATION ON POWER 110 CC ONE CYLINDER MOTORCYCLE)

Muhammad Nurfirmansyah[(1)], Ahmad Hanif Firdaus[(1)]

[(1)] Teknik Otomotif Elektronik , Politeknik Negeri Malang
JL. Soekarno Hatta No. 09 Malang - 651411

Email*:* *hanif.ahmad@polinema.ac.id*

Diterima: 6 Juli 2024. Disetujui: 15 Mei 2025. Dipublikasikan: 30 Mei 2025

ABSTRAK

Penggunaan kendaraan dengan usia pakai yang lama secara berkelanjutan dapat menurunkan performa kendaraan karena part kendaraan yang terus menerus bergesekan akan mengalami keausan. Penurunan performa mesin menjadi faktor utama yang mendorong dilakukannya modifikasi. Hal bisa dilakukan guna meningkatkan performa kendaraan terutama daya dan torsi yaitu dengan memvariasikan durasi *overlap* camshaft. Efek dari durasi overlap camshaft menjadikan waktu terbukanya katup masuk dan katup buang semakin lama sehingga proses bilas dan scavenging ruang bakar di rpm tinggi semakin baik dan mesin terasa lebih optimal. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan kinerja mesin bensin yang didapatkan antara durasi *overlap camshaft* standar dengan modifikasi. Metode penelitian ini menggunakan metode kuantitatif eksperimen, parameter yang digunakan untuk pengujian adalah variasi durasi overlap camshaft yaitu 12^o, 15^o, 18^o (standar), 23^o, 28^o dan rentang rpm 5500, 6000, 6500, 7000, 7500, 8000, 8500. Hasil penelitian menunjukkan bahwa torsi dan daya terbaik didapat pada variasi durasi *overlap camshaft* 28^o dengan daya 7,45 (hp) pada putaran mesin 7500 rpm dan torsi 7,82 (Nm) pada putaran mesin 6500 rpm.

Kata Kunci: *Camshaft, Overlap,* Daya, Torsi, Sepeda Motor.

ABSTRACT

Continuous use of vehicles with a long service life can reduce vehicle performance because vehicle parts that continuously rub against each other will experience wear. Decreased engine performance is the main factor that drives modifications. This can be done to improve vehicle performance, especially power and torque, namely by varying the camshaft overlap duration. The effect of the camshaft overlap duration makes the intake and exhaust valves open longer so that the combustion chamber flushing and scavenging process at high rpm is better and the engine feels more optimal. The purpose of this study was to compare the performance of gasoline engines obtained between standard and modified camshaft overlap durations. This research method uses a quantitative experimental method, the parameters used for testing are variations in camshaft overlap duration, namely 12^o, 15^o, 18^o (standard), 23^o, 28^o and rpm ranges of 5500, 6000, 6500, 7000, 7500, 8000, 8500. The results of the study showed that the best torque and power were obtained at a variation of camshaft overlap duration of 28^o with a power of 7.45 (hp) at 7500 rpm and a torque of 7.82 (Nm) at 6500 rpm.

Keywords: Camshaft, Overlap, Power, Motorcycle.

`

PENDAHULUAN

Kendaraan dengan usia pakai lama tentu akan mengalami penurunan performa dikarenakan part *engine* pada kendaraan mengalami gesekan secara terus menerus tentu akan menyebabkan kerenggangan dan keausan oleh karena itu kondisi performa pada kendaraan akan menurun. Menurut Yulianto dan Santoso (2023) untuk menjaga kendaraan tetap optimal saat digunakan tentu perlu adanya modifikasi agar performa pada kendaraan tetap maksimal saat digunakan walaupun kendaraan sudah tidak baru lagi [1].

Menurut Y. A. Winoko et al., (2018) motor bensin adalah jenis mesin yang tenaga utamanya dihasilkan dari pembakaran dalam di ruang bakar *(Internal Combustion Engine)* yaitu menggunakan campuran udara dan bahan bakar (bensin) serta pemantik api (busi). Proses konversi energi motor bensin bermula dari energi kimia (bahan bakar) dan diubah menjadi panas (pembakaran) selanjutnya menjadi energi mekanik (putaran mesin) [2].

Untuk mengurangi penurunan performa tersebut dilakukan penelitian modifikasi *overlap camshaft duration* pada camshaft sepeda motor akan memliki pengaruh terhadap lamanya waktu katup terbuka saat katup *intake* dan katup *exhaust* membuka secara bersama-sama sehingga pembilasan udara pada ruang bakar semakin baik dapat meningkatkan daya kendaraan. Hal ini sesuai dengan penelitian Wihardanto et al., (2018) yang mendapatkan kesimpulan peningkatan daya lebih besar Pada kondisi 27^o (Nilai OEM) daya maksimum sebesar 13,6 hp @ 9.500 RPM, torsi maksimum sebesar 11,84 Nm @ 8.000 RPM. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kondisi 30^o menghasilkan daya maksimum sebesar 14,15 Hp @ 10.000 RPM dan merupakan yang terbesar diantara variasi derajat overlap camshaft yang diuji. Kondisi 23^o menghasilkan torsi maksimum sebesar 12,15 Nm @ 7.500 RPM dan merupakan yang terbesar diantara variasi derajat overlap camshaft yang diuji [3].

Pada mesin bensin *camshaft* adalah komponen berfungsi mengatur durasi gerakan katup hisap dan buang. Menurut Des Hammil (How To Choose Camshaft And Time Them For Maximum Power,1998) agar dapat mengatur sirkulasi masuk campuran udara dan bahan bakar ke ruang bakar serta mengatur keluarnya gas buang hasil proses pembakaran. Pengaturan gerakan katup ini berpengaruh terhadap kinerja mesin meliputi daya, torsi, konsumsi bahan bakar, tekanan efektif rerata dan efisiensi serta gas buang hasil pembakaran [4].

Menurut Ghaly dan Winoko (2019) *Overlap camshaft* adalah kondisi saat katup intake dan exhaust terbuka bersamaan, terjadi antara akhir langkah buang dan awal langkah hisap. Fenomena ini mempengaruhi jumlah campuran udara-bahan bakar yang masuk ke silinder, berdampak pada efisiensi volumetrik yang kemudian mengubah torsi, daya, dan tekanan rata-rata silinder saat langkah kerja [5].

Menurut Rahmad, (2019) durasi *overlap* juga berpengaruh terhadap pembilasan atau *scavenge* pada ruang bakar, semakin lama

`

katup terbuka saat *overlap* maka akan semakin baik pembilasan pada ruang silinder. Pembilasan yang baik dapat membantu mengeluarkan gas buang yang panas dari silinder dengan baik. Dengan mengurangi jumlah gas buang yang tersisa, temperatur awal di dalam silinder saat campuran baru masuk akan lebih rendah. Temperatur yang lebih rendah dapat membantu mencegah pre-ignition (pembakaran prematur) dan knocking (detonasi), yang dapat merusak mesin dan mengurangi efisiensi pembakaran [6].

Penelitian Izzat, Dkk. (2019) menyampaikan bahwa meningkatkan durasi overlap camshaft dapat menyebabkan back pressure tinggi, sehingga gas buang yang seharusnya keluar bisa terdorong kembali ke ruang bakar (backflow), mengurangi efisiensi pembilasan dan mencemari campuran udara-bahan bakar, yang menurunkan kinerja mesin. Namun, pada putaran tinggi, tekanan di silinder lebih rendah dibanding intake manifold, sehingga risiko backflow berkurang dan pembilasan lebih efektif [7].

Penelitian Wihardanto et al., (2018) menyampaikan *Overlap camshaft duration* dapat diketahui dengan cara menghitung (Buka Katup Masuk + Tutup Katup Buang) [3].

Penelitian ini bertujuan ingin mengetahui dan menganalisis Pengaruh Variasi *Overlap Camshaft Duration* Terhadap Kinerja Motor Bensin Satu Silinder 110 dengan metode eksperimen dynotest untuk mengetahui Torsi, Daya. Perbedaan antara penelitian terdahulu dengan penelitian yang akan dilakukan terhadap pada variabel bebasnya yaitu durasi overlap camshaft dan kendaraan yang digunakan dengan transmisi matic CVT. Hasil yang diharapkan dalam penelitian ini dengan memvariasikan overlap camshaft duration dapat meningkatkan torsi, daya.

MATERIAL DAN METODOLOGI

Penelitian ini merupakan penelitian dengan meotode kuantitatif eksperimen. Penelitian ini menggunakan variabel bebas pemvariasian *overlap camshaft duration* dengan metode *full throthle* pada kendaraan pada putaran mesin.

A. Waktu dan tempat dilakukanya penelitian ini yaitu:

   Waktu : Maret 2024 – Mei 2024

   Tempat : POLINEMA

   Ketinggian : 460 mdpl

   Kelembaban : 74%-82% RH

B. Spesifikasi Kendaraan

Gambar 1. Sepeda Motor 110CC

Tabel 1. Tabel Spesifikasi Sepeda Motor

	Mesin Bensin
Merek Kendaraan	Honda Beat Tahun 2014
Tipe Mesin	4 Langkah, SOHC, 2 Katup, Berpendingin Kipas
Diameter x Langkah	50 x 55 mm
Volume	108 cm3
Daya Maksimum	6,27 kW (8,52 hp) / 8.000 rpm
Torsi Maksimum	8,68 Nm (0,89 kgf.m) 6500 rpm
Rasio Kompresi	9,2 :1
Sistem Bahan Bakar	Injeksi
Tipe Transmisi	Otomatis, V-*Matic*
Tipe Stater	Elektrik & Pedal
Odo Meter	48.000 km

`

(Sumber: Manual Book Honda Beat, 2012)

C. Spesifikasi Dynotest

Gambar 2. Dynotest BRT Super Dyno Inersia 50 LA

Tabel 2. Tabel Spesifikasi Dynotest

Dynotest BRT Super Dyno Inersia 50 LA	
Torsi Maksimal	100 ft.lbs/ 135,58 N.m
Daya Maksimal	200 hp
Kecepatan Maksimal	200 KPH/200 km/jam
AFR *Sensor*	2 *Channel* AFR *Sensor*
Diameter *Roller*	305 mm
Akurasi Kecepatan *Roller*	+- 1/100 TH MPH
Berat Total	350kg
Front Wheel Bracket	*Adjustable*
Software	BRT *Software Control & Interface*

Variabel pada penelitian ini menggunakan perbandingan *overlap camshaft duration* standar dan modifikasi, adanya variabel penelitian ditujukan sebagai pembatas dan fokus terhadap variabel pada penelitian ini, variabel penelitian ini sebagai berikut:

1. Variabel Bebas
   a. Variasi *overlap camshaft duration* 12º, 15º, 18º (standar), 23º, dan 28º.
2. Variabel Terikat
   a. Daya (Hp
3. Variabel Kontrol
   a. Bahan Bakar Oktan 92
   b. Motor Bensin 110 cc

Metode pengambilan data dari *overlap camshaft duration* dilakukan pada kendaraan dengan memasang *camshaft* dengan variasi *overlap* 12º, 15º, 23º, dan 28º pada *head cylinder* secara bergantian untuk dilakukan pengujian dengan menggunakan uji dynotest untuk mengetahui daya (hp) dan torsi (N.m) pada kendaraan. Sebelum dilakukanya proses pada pengambilan data penyusun memulai langkah dari persiapan setting peralatan penelitian dan memastikan alat dan bahan sudah berfungsi secara baik. Berikut adalah tahapan yang dilakukan sebelum pengujian :

1. Mulai merupakan awal proses pengadaan alat dan pemodifikasian dengan berbagai persiapan.
2. Studi literatur yang dibutuhkan dalam penyusunan skripsi yaitu dasar teori terkait dengan pengaruh *overlap camshaft duration* terhadap daya dan torsi.
3. Persiapan pengujian yaitu sebelum kendaraan dilakukan pengujian dynotest sebaiknya dilakukan perawatan berkala guna menghasilkan daya yang optimal serta menyiapkan alat-alat dan bahan yang akan dilakukan pengujian
4. Setting peralatan, pemasangan *camshaft* modifikasi ke dalam *head cylinder* kendaraan, sebelum pengujian dilakukan dial camshaft untuk mengetahui apakah *overlap camshaft duration* sudah seperti yang direncanakan.

`

Gambar 3. Camshaft Modifikasi

5. Pengujian dilakukan dengan metode *dynotest* dari camshaft standar 18º dan modifikasi *camshaft overlap duration* 12º, 15º, 23º, dan 28º.

Gambar 4. Pengujian Dynotest

6. Menghidupkan mesin kendaraan dan melakukan pengujian dengan metode full throtle.
7. Melakukan pengujian 3 kali pada setiap variasi.
8. Untuk jeda pengujian per *camshaft* satu hari untuk satu pengujian dikarenakan perlunya pembongkaran head kendaraan dan setting ulang *camshaft* menggunakan dial indikator.
9. Setelah data didapatkan mesin dimatikan dan memindahkan data ke komputer.

Gambar 5. Hasil Uji Dynotest

10. Melakukan pengolahan data untuk menganalisa data yang diperoleh dengan aplikasi microsoft Excel pada laptop
11. Kemudian kesimpulan terhadap seluruh proses yang telah dilakukan

Data spesifikasi *camshaft* standar.

In Open : 11º Sebelum TMA

Ex Open : 35º Sebelum TMB

In Close : 40º Setelah TMB

Ex Close : 17º Setelah TMA

Overlap = *In Open* + *Ex Close*

=11º + 17º = 28º

Tabel 3. Tabel Spesifikasi Camshaft Duration Penelitian

No	Intake Valve			Exhaust Valve			*Overlap Duration*
	Open	*Close*	Duration	*Open*	*Close*	Duration	*In Open + Ex Close*
1	5º	27º	215º	31º	7º	222º	12º
2	5º	29º	215º	31º	10º	225º	15º
3	6º	30º	216º	35º	12º	227º	(Standar) 18º
4	10º	31º	220º	34º	13º	228º	23º
5	12º	36º	222º	38º	16º	231º	28º

Dalam Buku Arends (1997:18) daya adalah jumlah usaha yang dilakukan sebuah motor dalam waktu jam. Satuan daya adalah tenaga kuda (horsepower) Performa sepeda motor dapat diukur dengan menggunakan dynamometer [8].

Dalam Penelitian Adryansa dan Firdaus (2024) daya poros dapat dihiutngmenggunakan rumus sebagai

`

berikut [9]:

$$Ne = \frac{2\pi \times n \times T}{60} \quad (1)$$

Dengan:

P = Daya (Watt)

T = Torsi (Nm)

n = Putaran mesin (rpm)

Menurut A. Winoko dan Wijaya (2023) torsi ialah gaya piston saat bergerak turun dikalikan dengan jarak dari tengah poros engkol ke tengah crank pin. Torsi yang dibutuhkan untuk menggerakkan piston dari posisi diam ke posisi bergerak dikenal sebagai gaya piston [10].

$$\mathbf{T} = \frac{\mathbf{60\ x\ Ne}}{\mathbf{2\ \pi\ x\ n}} \quad (2)$$

Dengan:

T = Torsi (Nm)

Ne = Daya efektif (Kw)

n = Putaran mesin (rpm)

60 = konversi satuan menit ke detik

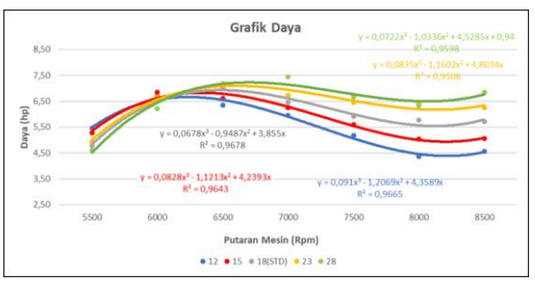
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini diambil dari experiment dynotest yang dilakukan di Politeknik Negeri Malang dengan alat dynotest tipe BRT Super Dyno Inersia 50 LA dan menggunakan kendaraan sepeda motor Honda Beat 110cc tahun 2014 untuk mengetahui hasil dari pengujian *Overlap camshaft duration.* Pada data percobaan dynotest diperoleh data daya dan torsi dari rentan rpm 5500 rpm hingga 8500 rpm dapat dilihat dibawah ini.

Tabel 4. Data daya hasil uji *dynotest Daya*

Durasi *Overlap Camshaft*		Putaran Mesin (Rpm)	Daya (Hp)			
			1	2	3	Rata Rata
	Overlap Standar 18°	5500	4,87	4,65	4,81	4,78
		6000	6,55	6,57	6,63	6,58
		6500	6,51	6,5	6,56	6,52
		7000	5,74	5,82	5,69	5,75
		7500	5,42	5,49	5,35	5,42
		8000	5,25	5,22	5,35	5,27
		8500	4,78	4,94	5,02	4,91
	Overlap 12°	5500	5,5	5,43	5,42	5,45
		6000	5,58	5,78	5,76	5,71
		6500	5,73	5,54	5,68	5,65
		7000	5,09	5,1	5,29	5,16
		7500	4,59	4,6	4,82	4,67
		8000	3,43	4,05	4,11	3,86
		8500	2,17	3,52	2,9	2,86
	Overlap 15°	5500	5,43	5,2	4,58	5,07
		6000	6,75	6,87	6,94	6,85
		6500	5,93	5,96	6,19	6,03
		7000	5,2	5,39	5,47	5,35
		7500	4,96	5,13	5,21	5,10
		8000	4,38	4,54	4,72	4,55
		8500	3,34	3,65	3,68	3,56
	Overlap 23°	5500	4,6	5,2	5,2	5,00
		6000	6,67	6,74	6,57	6,66
		6500	7,24	7,16	7,14	7,18
		7000	6,98	6,67	6,79	6,81
		7500	6,37	6,5	6,5	6,46
		8000	6,35	6,52	6,39	6,42
		8500	5,79	6,27	6,11	6,06
	Overlap 28°	5500	4,59	4,6	4,64	4,61
		6000	6,59	6,01	6,02	6,21
		6500	7,2	7,14	7,15	7,16
		7000	7,58	7,33	7,45	7,45
		7500	6,1	6,31	6,32	6,24
		8000	6,14	6,34	6,53	6,34
		8500	7,15	6,63	6,77	6,85

Dari Tabel 4 di atas dapat dilihat daya hasil uji dynotest dari pengaruh variasi durasi *overlap camshaft* yang dihasilkan oleh sepeda motor beat 110cc, menggunakan bahan bakar oktan 92 diperoleh data daya rata- rata paling tinggi pada variasi *overlap* 28º sebesar 7,45 (Hp) pada putaran mesin 7000 rpm.



Gambar 6. Grafik Daya Uji Dynotest

Lalu untuk Gambar 6 adalah data perolehan uji dynotest dari variasi *overlap camshaft duration* bahwa perubahan daya yang dihasilkan setiap variasi pada setiap putaran mesin dari variasi durasi *overlap*

`

camshaft dilihat dari trendline grafik cenderung naik lalu hingga puncak tertinggi lalu turun mengikutin putaran mesin yang terus bertambah. Dilihat dari grafik pada gambar 6 yang membedakan dari masing masing variasi durasi *overlap camshaft* terletak pada tenaganya pada putaran atas. Dapat dilihat dari trendline grafik, durasi *overlap camshaft* dengan variasi 28^{o} (garis grafik hijau) menghasilkan kenaikan tenaga yang paling baik pada pada putaran mesin 5500rpm – 8500rpm.

Tabel 5. Data hasil uji *Anova Two Way* Daya MiniTab

ANOVA

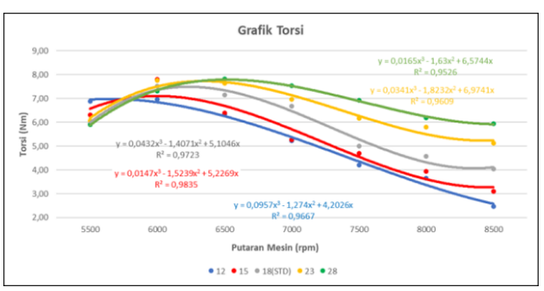
Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Putaran Mesin	40,634	6	6,772	162,133	0,00005	2,231
Variasi Camshaft	44,531	4	11,133	266,521	0,00001	2,503
Interaction	32,880	24	1,370	32,798	0,00045	1,674
Error	2,924	70	0,042			
Total	120,969139	104				

Penghitungan hipotesis berdasarkan data tabel anova di atas. Jika F > F crit dan P-Value < nilai probabilitas (0,05), maka H1 diterima dan H0 ditolak, jika F < F crit dan P-value > nilai probabilitas (0,05), maka H0 diterima dan H1 ditolak. Data Data Putaran Mesin nilai F = 162,133 > F crit = 2,231 dan P-Value = 0,01< nilai probabilitas (0,05), maka H1 diterima dan H0 ditolak artinya terdapat perbedaan yang signifikan pada penggantian variasi durasi overlap *camshaft* terhadap kenaikan putaran mesin. Sedangkan data Durasi Overlap Camshaft F = 266,521> F crit = 2,503 P-Value = 0,01< nilai probabilitas (0,05), maka H1 diterima dan H0 ditolak artinya terdapat perbedaan yang signifikan pada penggantian variasi durasi overlap *camshaft* pada daya yang dihasilkan.

Tabel 6. Data Torsi hasil uji *dynotest* Torsi

Durasi *Overlap Camshaft*		Putaran Mesin (Rpm)	Torsi (N.m)			
			1	2	3	Rata Rata
	Overlap Standar 18^{o}	5500	6,05	5,77	5,98	5,93
		6000	7,62	7,53	7,59	7,58
		6500	7,22	7,31	7,15	7,23
		7000	5,66	5,74	5,62	5,67
		7500	4,99	5,06	4,93	4,99
		8000	4,54	4,52	4,63	4,56
		8500	4	4,03	4,1	4,04
	Overlap 12^{o}	5500	6,95	6,87	6,85	6,89
		6000	6,51	6,75	6,72	6,66
		6500	6,21	6	6,16	6,12
		7000	5,16	5,17	5,36	5,23
		7500	4,37	4,38	4,59	4,45
		8000	3,1	3,65	3,7	3,48
		8500	1,89	3,02	2,5	2,47
	Overlap 15^{o}	5500	6,75	6,47	5,69	6,30
		6000	7,73	7,87	7,8	7,80
		6500	6,28	6,31	6,56	6,38
		7000	5,13	5,31	5,39	5,28
		7500	4,57	4,73	4,81	4,70
		8000	3,8	3,93	4,09	3,94
		8500	2,72	2,98	3	2,90
	Overlap 23^{o}	5500	5,74	6,53	6,53	6,27
		6000	7,78	7,79	7,7	7,76
		6500	7,81	7,72	7,7	7,74
		7000	6,98	6,75	6,87	6,87
		7500	6,08	6,2	6,2	6,16
		8000	5,74	5,89	5,78	5,80
		8500	5	5,4	5,26	5,22
	Overlap 28^{o}	5500	5,77	5,93	5,99	5,90
		6000	7,7	7,1	7,11	7,30
		6500	7,82	7,8	7,84	7,82
		7000	7,89	7,65	7,66	7,73
		7500	6,42	5,97	5,98	6,12
		8000	6,54	5,62	5,8	5,99
		8500	6,05	5,53	5,65	5,74

Dari Tabel 6 di atas dapat dilihat data torsi hasil uji dynotest dari pengaruh variasi durasi *overlap camshaft* yang dihasilkan oleh sepeda motor beat 110 cc, menggunakan bahan bakar oktan 92 diperoleh data torsi rata- rata paling tinggi pada variasi *overlap* 28^{o} sebesar 7,82 (N.m) pada putaran mesin 6500 rpm.



Gambar 7. Grafik Daya Uji Dynotest

Dari Gambar 7 berdasarkan data perolehan uji dynotest dari variasi durasi overlap camshaft bahwa terdapat perubahan torsi pada setiap putaran mesin

`

dari variasi durasi overlap camshaft dilihat dari trendline grafik cenderung menurun. Trendline grafik menunjukan bahwa grafik torsi cenderung naik pada putaran 5500rpm hingga putaran 6500rpm lalu turun hingga putaran 8500. Dapat dilihat dari trendline grafik, durasi overlap camshaft dengan variasi 28^{o} (garis grafik hijau) menghasilkan trendline grafik torsi yang paling baik.

Hubungan dari durasi overlap pendek (garis grafik biru dan merah) dengan torsi dan daya yaitu pada putaran mesin rendah cenderung meningkat. Hal ini dikarenakan saat durasi overlap waktu buka tutup katup yang cepat menyebabkan penutupan katup lebih awal dapat mengurangi terjadinya backflow (aliran balik) gas buang ke dalam silider dimana tekanan di sistem knalpot cenderung lebih tinggi dibanding tekanan didalam silinder yang bisa menyebabkan gas buang terdorong kembali jika katup buang lambat menutup sesuai dengan Penelitian Izzat et al., (2019) [7].

Hal ini meningkatkan efisiensi pengisian silinder pada putaran rendah, memungkinkan lebih banyak campuran bahan bakar dibakar secara dibakar efektif sehingga menghasilkan pembakaran lebih optimal dan menghasilkan torsi dan daya tinggi. Namun pada putaran menengah hingga putaran tinggi durasi overlap yang pendek bisa membatasi jumlah campuran udara dan bahan bakar yang masuk ke silinder dikarenakan waktu buka tutup katup saat durasi overlap relatif cepat dan penutupan katup lebih cepat dapat mengurangi efisiensi pembilasan pada ruang bakar karena campuran udara yang masuk kedalam silinder terdesak oleh gas yang sudah terbakar tapi tidak dapat keluar akibat penutupan katup buang terlalu cepat menutup sehingga suhu dan tekanan didalam silinder meningkat mendadak dan terjadi pembakaran tidak sempurna yaitu detonasi atau knocking yang dapat mengurangi torsi dan daya pada kecepatan tinggi. Selain itu dampak lain akan meyebabkan tekanan dan suhu pada ruang bakar tinggi menimbulkan pre ignition yang dapat menurunkan kinerja mesin.

Untuk durasi overlap panjang (garis grafik hijau dan kuning) hubungan dengan torsi dan daya pada putaran mesin rendah cenderung rendah, hal ini dikarenakan pada putaran mesin rendah mekanisme katup saat durasi overlap waktu buka tutup katup yang relatif lama dan penutupan katup lebih terlambat menutup dapat memicu terjadinya backflow (aliran balik) gas buang ke dalam silider dimana tekanan di sistem knalpot cenderung lebih tinggi dibanding tekanan didalam silinder yang bisa menyebabkan gas buang terdorong kembali jika katup buang lambat menutup. Hal ini dapat mengurangi efisiensi pembilasan pada putaran rendah, memungkinkan campuran udara dan bahan bakar yang masuk tercampur dengan sisa gas buang yang bercampur didalam sillinder sehingga pembakaran tidak efektif dan menghasilkan torsi dan daya rendah. Pada putaran mesin tinggi, durasi overlap panjang cenderung meningkatkan torsi dan daya, hal ini dikarenakan saat durasi overlap waktu buka tutup katup lebih lama sehingga hisapan campuran udara dan bahan bakar yang masuk ke ruang silinder

`

lebih banyak selama durasi overlap dan pada putaran tinggi tekanan di dalam silinder saat durasi overlap lebih rendah dibandingkan dengan tekanan di intake manifold, yang mengurangi risiko backflow (aliran balik) gas buang ke dalam silinder. Hal ini tentu dapat meningkatkan efisiensi pembilasan ruang bakar lebih baik yang tidak menimbulkan kotoran atau jelaga yang banyak sehingga bisa mengurangi pembakaran tidak sempurna akibat detonasi atau knocking seperti pada Penelitian Rahmad (2019) [6].

Hal ini juga membantu dalam mengisi silinder lebih penuh dengan campuran udara bahan bakar segar sehingga efisiensi volumetrik meningkat dan dapat meningkatkan tekanan pembakaran dalam silinder saat pembakaran terjadi, dan menghasilkan torsi dan daya yang tinggi. Selain itu pembilasan yang baik akan menjaga suhu mesin tetap terjaga dan mencegah terjadinya pre ignition yang disebabkan oleh tekanan dan suhu pada ruang bakar terlalu tinggi.

Tabel 7. Data hasil uji *Anova Two Way* Torsi MiniTab

ANOVA

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Putaran Mesin	130,5671	6	21,761	458,389	0,0000	2,231
Variasi Camshaft	42,856	4	10,714	225,688	0,0000	2,502
Interaction	28,831	24	1,201	25,304	0,0000	1,673
Error	3,323	70	0,047			
Total	205,578	104				

Penghitungan hipotesis berdasarkan data tabel anova di atas. Jika F > F crit dan P-Value < nilai probabilitas (0,05), maka H1 diterima dan H0 ditolak, jika F < F crit dan P-value > nilai probabilitas (0,05), maka H0 diterima dan H1 ditolak. Data Data Putaran Mesin nilai F = 665,417 > F crit = 2,231 dan P-Value = 0,00< nilai probabilitas (0,05), maka H1 diterima dan H0 ditolak artinya terdapat perbedaan yang signifikan pada penggantian variasi durasi overlap *camshaft* terhadap kenaikan putaran mesin. Sedangkan data Durasi Overlap Camshaft F = 272,844> F crit = 2,503 P-Value = 0,00< nilai probabilitas (0,05), maka H1 diterima dan H0 ditolak artinya terdapat perbedaan yang signifikan pada penggantian variasi durasi overlap *camshaft* pada torsi yang dihasilkan.

KESIMPULAN

Hasil pengujian menunjukkan bahwa perubahan durasi *overlap camshaft* menghasilkan peningkatan torsi dan daya, dengan variasi tertinggi *overlap camshaft duration* 28^{o} menghasilkan kenaikan torsi 3,99% dari standart yaitu 7,82 Nm pada putaran 6500 rpm dan kenaikan daya lebih besar 13,22% sebesar 7,45 hp pada putaran 7000 rpm. Pada variasi 23^{o} menghasilkan kenaikan torsi 3,15% dari standart yaitu 7,76 Nm pada putaran 6000 rpm dan kenaikan daya 9,06% sebesar 7,18 hp pada putaran 6500 rpm. Pada variasi 15^{o} menghasilkan kenaikan torsi 3,72% dari standart yaitu 7,80 Nm pada putaran 6000 rpm dan kenaikan daya 4,10% sebesar 6,85 hp pada putaran mesin 6000 rpm. Pada variasi 12^{o} penurunan torsi 13,32% dari standart yaitu 5,71 Nm pada putaran 6000 rpm dan penurunan daya 13,32% sebesar 5,71 hp pada putaran mesin 6000 rpm.

`

SARAN

1. Dengan merubah durasi overlap camshaft sudah cukup memberikan peningkatan pada performa mesin, tetapi alangkah baiknya dimbangi dengan perubahan pada volume silinder dan memperbesar saluran masuk dan keluar pembakaran supaya performa yang dihasilkan semakin baik.
2. Untuk penelitian selanjutnya di sarankan untuk menambahkan variabel lain guna mendapatkan hasil yang optimal serta pengujian pada kendaraan dengan volume silinder lebih besar.
3. Perlunya komparasi dengan sepeda motor sejenis dengan keadaan seperti baru.
4. Untuk penelitian selanjutnya disarankan dengan kendaraan jarak tempuh pada kendaraan lebih baru.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Yulianto, F. A., & Santoso. (2023). Pengaruh Tekanan Fuel Pump Dan Jumlah Lubang Injector Terhadap Performa Motor 150cc. J-MEEG 3(1), 43–49.

[2] Winoko, Y. A., Kasijanto, & Santoso. (2018). Pengujian Daya dan Emisi Gas Buang (Edisi Revisi). Polinema Press.

[3] Wihardanto, B., Ruslan, W., & Setyanto, D. (2018). Correlation between Camshaft Overlap Degree and Power , Torque and Fuel Consumption on 150 CC Four Stroke One Cylinder Otto Engine. International Journal of Applied Engineering, 13(12), 10598–10603.

[4] Des, H. (1998) How to Choose Camshaft & Time Them For Maximum Power. SpeedPro Series.

[5] Ghaly, M. S., & Winoko, Y. A. (2019). Analisis Perubahan Diameter Base Circle Camshaft Terhadap Daya Dan Torsi Pada Sepeda Motor. Jurnal Flywheel, 10(2), 7–12.https://ejournal.itn.ac.id/index.php/flywheel/article/view/742

[6] Rahmad, A. (2019). Pengaruh Variasi Penyetelan Celah Katup Masuk Terhadap Prestasi Mesin Dan Emisi Gas Buang Pada Mesin Tipe G15a Skripsi. Fakultas Teknik Universitas Medan Area, 1–79.

[7] Izzat, N. M. M., Murali, R., Jin Wei, L., Hashim, M. A. S., Chala, G. T., & Ern, C. C. (2019). A Short Review on Factors that Impact the Backpressure of exhaust manifold of spark ignition engine. INTI JOURNAL | EISSN, 2019(July), 20.

[8] Arends, B. (1997). Motor Bakar. Jakarta : Gelora Aksara Pratama, 1980.

[9] Adryansa, I., & Firdaus, A. H. (2024). the Effect of Variation of Percentage of Green Banana Peel Bioethanol in Pertamax Fuel on Gasoline Motor Power. Jurnal Teknik Mesin, 3(1), 288–292. https://doi.org/10.33795/j-meeg.v3i1.3926

[10] Winoko, Y. A., & Wijaya, F. S. (2023). The Effect of Variations in Spark Plug Electrode Tips on Power and BMEP of Motorcycle Engines.

SSRG International Journal of Mechanical Engineering, 10(7), 14–19.https://doi.org/10.14445/23488360/IJME-V10I7P102