



Analisis pengaturan sudut pengapian dan durasi injeksi terhadap torsi motor bensin volume 2000 cm³

M. Bayu Satrio Widjatmiko¹, Listiyono²

^{1,2}Politeknik Negeri Malang

bayusatriowidjatmiko@gmail.com¹, listiyono@polinema.ac.id²

Info Artikel :

Diterima :

15 Oktober 2023

Disetujui :

14 November 2023

Dipublikasikan :

25 November 2023

ABSTRAK

Perkembangan teknologi di bidang otomotif mendorong masyarakat untuk menciptakan berbagai inovasi salah satunya alat transportasi yaitu kendaraan Multi Purpose Vehicle (MPV). Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui apakah ada pengaruh yang signifikan dengan dilakukannya kalibrasi atau remapping ECU standar pabrikan terhadap torsi pada motor bensin 4 silinder 2000 cm³. Penelitian ini menggunakan metode desain eksperimental. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah remapping sudut pengapian (std, std +2°, std +4°) dan durasi injeksi (std, std +2 Ms, std +4 Ms). Hasil penelitian diperoleh nilai sudut pengapian std +2° dan durasi injeksi std +2 Ms merupakan variasi yang menghasilkan torsi paling optimal yaitu sebesar 176 Nm. Pada sudut pengapian std +4° dan durasi injeksi std +2 Ms; sudut pengapian std +2° dan durasi injeksi std +4Ms; sudut pengapian std +4° dan durasi injeksi std +4 Ms, nilai torsi yang dihasilkan cenderung menurun.

Kata Kunci: Unit kontrol, Kendaraan tujuan, Pemetaan ulang, Torsi

ABSTRACT

The development of technology in the automotive field encourages people to create various innovations, one of which is a means of transportation, namely a Multi Purpose Vehicle (MPV). The purpose of this study is to determine whether there is a significant effect by calibrating or remapping the manufacturer's standard ECU on torque on a 4-cylinder 2000 cm³ gasoline motor. This study uses an experimental design method. The independent variables in this study are ignition angle remapping (std, std +2°, std +4°) and injection duration (std, std +2 Ms, std +4 Ms). The results showed that the std +2° ignition angle and std +2 Ms injection duration are variations that produce the most optimal torque of 176 Nm. At std +4° ignition angle and std +2 Ms injection duration; std +2° ignition angle and std +4Ms injection duration; std +4° ignition angle and std +4 Ms injection duration, the torque value produced tends to decrease..

Keywords: Control unit, Purpose vehicle, Remapping, Torsi



©2022 Penulis. Diterbitkan oleh Arka Institute. Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International License.
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di bidang otomotif mendorong masyarakat untuk menciptakan berbagai inovasi salah satunya alat transportasi yaitu kendaraan Multi Purpose Vehicle (MPV). Banyaknya perusahaan otomotif yang mengeluarkan berbagai jenis kendaraan multi purpose vehicle, mulai dari konvensional, sistem karburator hingga teknologi terkini yaitu EFI atau Electronic system Injeksi Bahan Bakar. Istilah EFI adalah teknologi yang dapat mengontrol campuran bahan bakar dan udara yang masuk ke ruang bakar dengan tepat dan dikontrol secara elektronik. Teknologi EFI memiliki keunggulan dibandingkan dengan sistem karburator, antara lain pada proses pencampuran bahan bakar dan udara yang lebih baik karena dikendalikan menggunakan Electronic Control Unit (ECU) (Wahyudi, 2016).

Pada sistem EFI, campuran bahan bakar yang masuk ke ruang bakar dikendalikan sesuai dengan lama penginjeksian melalui komponen injektor. Prinsip injektor berfungsi untuk menyemprotkan bahan bakar menjadi partikel sehingga proses pembakaran menjadi lebih optimal. Campuran bahan bakar dan udara yang masuk ke ruang bakar dikontrol melalui ECU. Perhitungan ini didapat dari sensor yang mendeteksi kondisi dan suhu mesin. Dalam dunia otomotif, banyak bermunculan berbagai cara untuk meningkatkan kinerja mesin injeksi. Salah satunya adalah dengan menata ulang atau remapping data ECU. Pengaturan – pengaturan atau penataan ulang dalam ECU disebut engine remapping, hal ini penting dilakukan untuk mesin yang sudah digunakan lebih dari 5 tahun, settingan ECU pabrikan yang

kurang menghasilkan kinerja motor bensin yang baik (dibatasi oleh pabrikan), serta terjadi hal – hal kerusakan pada sensor dan actuator pada mesin sehingga performa mesin mengalami penurunan. Dalam melakukan remapping ECU perlu tindakan khusus, baik secara mekanis maupun secara komputasi.

Peningkatan performa mesin dapat dilakukan dengan cara mereset ECU standar yaitu melalui remapping ECU atau bisa dikatakan dengan mereset setting pabrik sesuai dengan yang diinginkan pengguna sehingga mendapatkan performa terbaik. Sampai saat ini belum didapatkan remapping ECU yang tepat dan dapat menghasilkan performa mesin yang terbaik. Banyak orang yang memodifikasi kendaraan MPV dengan mengganti komponen atau remapping ECU tanpa mengetahui seberapa besar pengaruhnya terhadap performa yang dihasilkan dan konsumsi bahan bakar. Dengan melakukan pemetaan ulang maka akan diperoleh hasil yang maksimal dan performa ECU akan mempengaruhi mesin baik pada putaran mesin rendah maupun putaran mesin tinggi dengan melihat spesifikasi kendaraan dan jenis mesin yang digunakan.

Penelitian yang dilakukan oleh Setyo dan Utoro (2017) menyimpulkan dalam penelitiannya. Bahwa pola mapping BRT 3 dengan pola bahan bakar yang cenderung kurus (lean combustion) dan pengapian yang tepat, akan menghasilkan kerja mesin yang optimal, daya tertinggi 19,6 HP dan torsi tertingginya adalah 11,57 Nm. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Widiyanto, dkk. (2022) menyimpulkan bahwa Sepeda motor menggunakan ECU Standar RPM 11000 menghasilkan daya tertinggi 14,7 HP pada putaran mesin 9500 RPM dan torsi tertinggi 13,21 Nm pada putaran mesin 7000 RPM. Setelah ECU diremapping daya tertinggi 15,3 HP pada RPM 9500 dan torsi tertinggi 13,65 Nm pada RPM 7000 pada variasi perubahan 1 yaitu 11500 RPM. Ada perbedaan kenaikan daya sebesar 0,6 HP dan torsi sebesar 0.41 Nm. Berdasarkan uraian di atas maka untuk mengatasi permasalahan tersebut, peneliti tertarik melakukan penelitian dengan judul Analisis Pengaturan Sudut Pengapian dan Durasi Injeksi terhadap Torsi Motor Bensin Volume 2000 cm³. Dari permasalahan yang terjadi, penulis memberikan solusi dengan melakukan remapping ECU motor bensin EFI, serta memberikan analisis, kekurangan dan kelebihan dari remapping ECU. Peneliti akan melakukan pengujian dengan cara membandingkan antara ECU standar dengan ECU standar yang telah di remapping. Tetapi apakah dengan penataan ulang data ECU tersebut akan langsung berpengaruh terhadap peningkatan performa kendaraan MPV tersebut, atau harus ada penyesuaian lagi baik dari settingan ECU ataupun sparepart motor bensin yang merupakan suatu permasalahan

METODE PENELITIAN

Metode pengambilan data Daya dan Torsi Diambil dari bentuk grafik – grafik yang tertera di monitor alat dynotest kemudian di print dengan menekan tombol print yang ada pada monitor alat dynotest. Pada penelitian yang dilakukan terdapat sebuah metode pengolahan data guna memperoleh keterangan yang jelas dan spesifik. Pengolahan data pada penelitian ini menggunakan anova factorial yang diolah menggunakan perangkat lunak. Metode yang digunakan untuk menganalisa hasil penelitian ini adalah analisis deskriptif, analisis deskriptif merupakan metode penelitian dengan cara mengumpulkan data sesuai dengan yang sebenarnya kemudian data tersebut disusun, diolah dan dianalisis untuk dapat memberikan gambaran terhadap permasalahan yang ada. Hasil dari penelitian akan dibuat dalam bentuk table dan grafik menggunakan Microsoft Word atau Microsoft Excel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perubahan Sudut Pengapian dan Durasi Injeksi terhadap Torsi

Pengujian dilakukan untuk mencari nilai torsi dengan merubah sudut pengapian dan durasi injeksi. Sebagaimana sub – sub bab 3.6.1 tentang variabel bebas, variasi sudut pengapian adalah std, std +2, dan std +4; sedangkan untuk durasi injeksinya adalah std, std +2ms, dan std +4ms. Masing-masing perubahan tersebut kemudian diuji menggunakan *dynamometer* sebagaimana Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Perubahan Sudut Pengapian dan Durasi Injeksi terhadap Torsi

Rpm	Durasi Injeksi	Sudut Pengapian	1	2	3	Rata-rata
2500	Std	Std	165	164	166	165
		std +2°	169	169	168	169
		std +4°	167	169	170	169

Rpm	Durasi Injeksi	Sudut Pengapian	1	2	3	Rata-rata	
3000	std +2ms	Std	171	172	172	172	
		std +2°	173	173	174	173	
		std +4°	171	172	172	172	
	std +4ms	Std	171	173	172	172	
		std +2°	168	168	168	168	
		std +4°	168	169	169	169	
	Std	std +2ms	Std	169	169	168	169
			std +2°	171	171	172	172
		std +4ms	std +2°	172	171	172	172
			std +4°	172	173	173	173
		Std	std +2°	174	174	174	174
			std +4°	173	172	173	173
3500	std +2ms	Std	175	176	175	176	
		std +2°	176	176	177	176	
		std +4°	176	176	176	176	
	std +4ms	Std	170	171	170	170	
		std +2°	173	172	173	173	
		std +4°	175	175	175	175	
	Std	std +2ms	Std	175	175	175	175
			std +2°	176	176	177	176
		std +4ms	std +2°	175	176	176	176
			std +4°	178	178	178	178
		Std	std +2°	179	178	179	179
			std +4°	179	179	179	179
4000	std +2ms	Std	171	170	171	171	
		std +2°	174	175	174	174	
		std +4°	176	176	176	176	
	std +4ms	Std	178	178	178	178	
		std +2°	179	178	179	179	
		std +4°	179	179	179	179	
	Std	std +2ms	Std	170	170	171	171
			std +2°	173	172	174	173
		std +4ms	std +2°	174	174	174	174
			std +4°	176	176	176	176
		Std	std +2°	178	178	178	178
			std +4°	179	179	179	179
4500	std +2ms	Std	179	179	180	179	
		std +2°	180	180	181	181	
		std +4°	180	181	182	181	
	std +4ms	Std	170	170	171	171	
		std +2°	173	172	174	173	
		std +4°	174	174	174	174	
Std	std +2ms	Std	176	176	177	177	
		std +2°	178	177	178	178	
	std +4ms	std +2°	177	177	177	177	
Std	std +2°	179	178	179	179		
	std +4ms	std +2°	179	179	179	179	
Std	std +2°	179	179	179	179		
	std +4ms	std +4°	179	179	180	179	

Rpm	Durasi Injeksi	Sudut Pengapian	1	2	3	Rata-rata	
5000	Std	Std	166	166	166	166	
		std +2°	168	169	169	169	
		std +4°	170	170	171	170	
	std +2ms	Std	171	172	172	172	
		std +2°	172	172	173	172	
		std +4°	172	172	172	172	
		Std	175	175	176	175	
		std +2°	176	176	176	176	
		std +4°	176	177	177	176	
	5500	Std	Std	158	158	158	158
			std +2°	161	162	162	162
			std +4°	163	163	164	163
std +2ms		Std	165	164	165	164	
		std +2°	165	165	165	165	
		std +4°	165	165	165	165	
		Std	166	166	166	166	
		std +2°	168	168	168	168	
		std +4°	168	168	169	168	
6000		Std	Std	132	132	132	132
			std +2°	133	133	133	133
			std +4°	134	134	134	134
	std +2ms	Std	138	137	138	138	
		std +2°	137	138	137	137	
		std +4°	138	138	138	138	
		Std	131	131	131	131	
		std +2°	136	136	136	136	
		std +4°	139	139	139	139	

Dari semua data yang ada pada tabel 4.1, untuk mempermudah analisis data, maka diambil nilai rerata tertinggi pada rpm 2500, 3500, 4500, 5500, berikut adalah rerata nilai torsi tertinggi sebagaimana tabel 4.2

Tabel 2 Rerata nilai torsi tertinggi

rpm	Durasi Injeksi	Sudut Pengapian	1	2	3	Rata-rata
	std	std	165	170	170	168
		std +2°	169	173	173	172
		std +4°	167	175	174	172
	std +2ms	std	171	175	176	174
		std +2°	173	176	178	176
		std +4°	171	175	177	174
		std	171	178	179	176
		std +2°	168	179	179	175
		std +4°	168	179	179	175

Pengolahan dan Analisis Data Penelitian

Untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh perubahan sudut pengapian dan durasi injeksi terhadap torsi motor bensin 2000 cm³, maka harus dilakukan analisa statistik menggunakan *anova*. Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui apakah dengan merubah sudut pengapian dan durasi injeksi dapat mempengaruhi nilai torsi motor bensin 2000 cm³ hasil *anova* sebagaimana Tabel 3.

Tabel 3 Analysis of Variance Two Factor

Source	Df	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Durasi Injeksi	2	153,56	76,778	3,84	0,041
Sudut Pengapian	2	20,67	10,333	0,52	0,605
2-Way Interactions	4	38,44	9,611	0,48	0,,750
Durasi Injeksi Sudut Pengapian	4	38,44	9,611	0,48	0,,750
Error	18	360,00	20,000		
Total	26	572,67			

Dari Tabel 3, hasil analisa *anova two way* menggunakan Minitab21. Untuk mengetahui bahwa diterima atau ditolaknya hipotesis maka perlu membandingkan hasil F_{hitung} dengan F_{tabel} sebagaimana Tabel 4.

Tabel 4 Perbandingan F_{hitung} dengan F_{tabel}

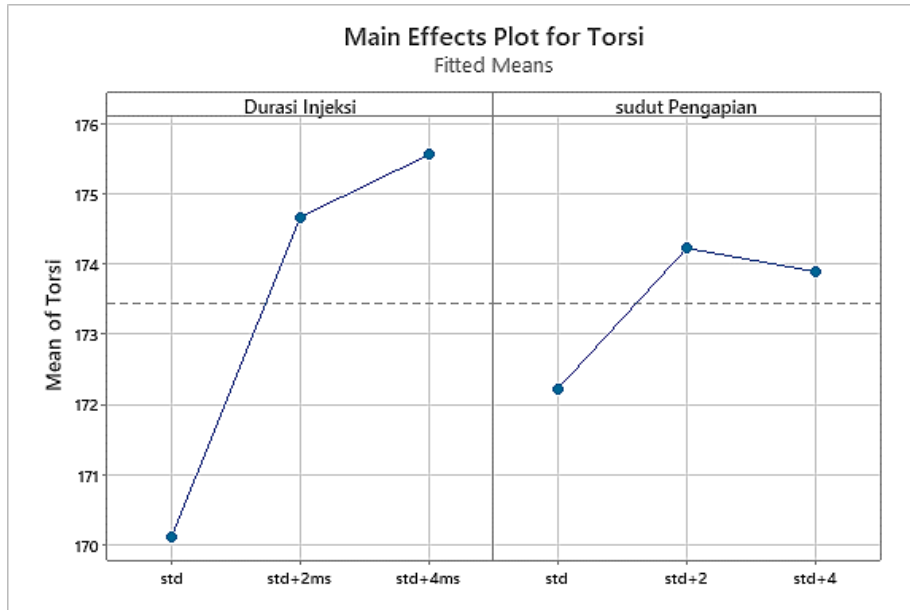
	F_{hitung} (minitab21)	F_{tabel}	Keterangan
Variabel Bebas A/Sudut Pengapian	0,52	$F(0,05;2;18) = 3,55$	$F_{hitung} < F_{tabel}$
Variabel Bebas B/Durasi Injeksi	3,84	$F(0,05;2;18) = 3,55$	$F_{hitung} > F_{tabel}$
Interaksi variabel bebas Sudut Pengapian dan Durasi Injeksi	0,48	$F(0,05;4;18) = 2,93$	$F_{hitung} < F_{tabel}$

Jadi F_{hitung} untuk faktor sudut pengapian = $0,52 < F_{tabel} = 3,55$ maka H_{01} diterima dan H_{11} ditolak yang artinya tidak terdapat pengaruh yang signifikan dari perubahan sudut pengapian terhadap torsi. Untuk F_{hitung} faktor durasi injeksi = $3,84 > F_{tabel} = 3,55$ maka H_{02} diterima dan H_{12} ditolak yang artinya terdapat pengaruh perubahan durasi injeksi terhadap torsi. Selanjutnya untuk F_{hitung} faktor interaksi antara sudut pengapian dan durasi injeksi = $0,48 < F_{tabel} = 2,93$, maka H_{03} diterima dan H_{13} ditolak yang artinya tidak terdapat interaksi sudut pengapian dan durasi injeksi terhadap torsi sehingga menunjukkan tidak terdapat pengaruh dari variabel lain yang tidak dibahas pada penelitian.

Tabel 5 Model of Sumary R-sq

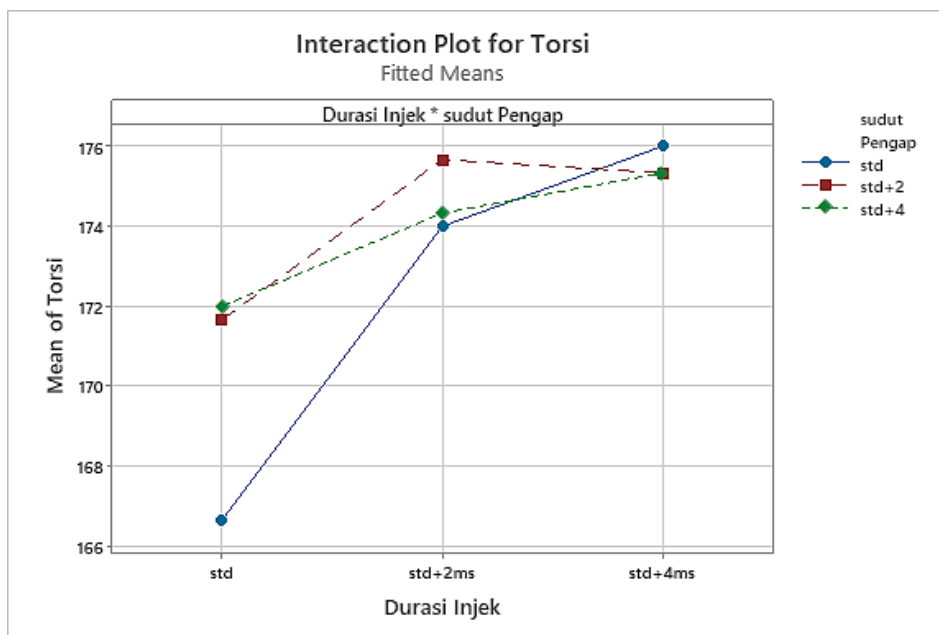
S	R-sq	R-sq (adj)	R-sq (pred)
4,47214	37,14%	9,,20%	0,00%

Pada koefisien R-sq, apabila nilainya semakin mendekati 100%, maka dapat diartikan bahwa variabel bebas memiliki pengaruh signifikan terhadap variabel terikat. Pada hasil pengolahan data koefisien R-sq sebagaimana Tabel 4.6 memiliki nilai 37,14%, maka dapat diartikan bahwa variabel bebas memiliki pengaruh senilai 37,14% terhadap torsi.



Gambar 1 Main Effects Plot

Pada Gambar 1 memiliki dua garis, yaitu vertikal dan horizontal, garis vertikal merupakan variabel terikat dan garis horizontal merupakan variabel bebas. Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa perubahan sudut pengapian std +2 dan perubahan durasi injeksi std +4ms menghasilkan torsi tertinggi, sedangkan sudut pengapian std dan durasi injeksi std menghasilkan torsi terendah.



Gambar 2 Plot Interaksi Sudut Pengapian dan Durasi Injeksi

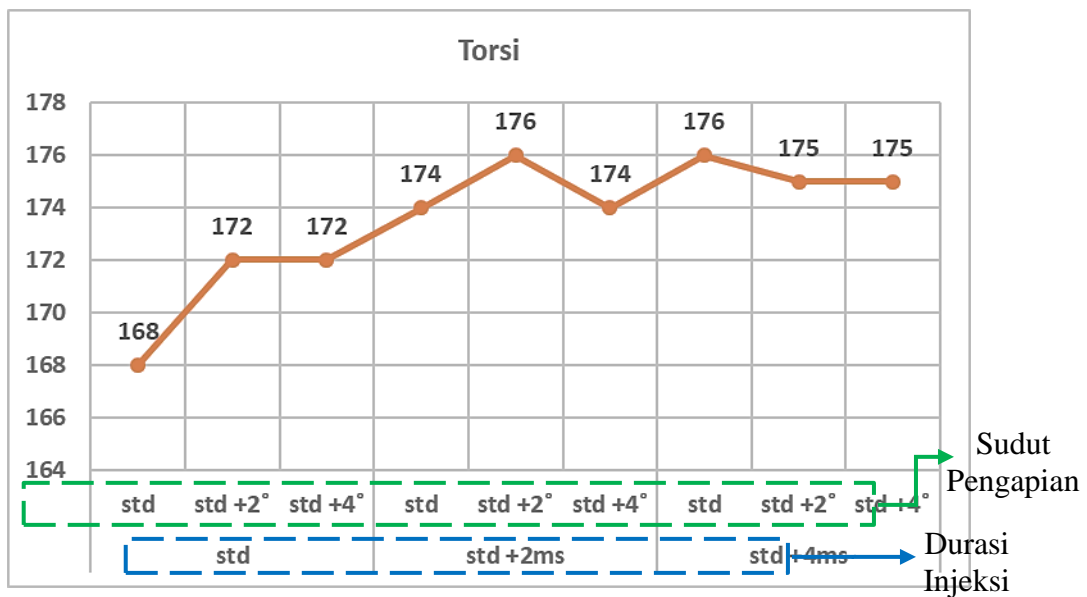
Pada Gambar 2 menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara sudut pengapian dan durasi injeksi terhadap torsi pada durasi injeksi std dan sudut pengapian std memiliki nilai torsi senilai (168 Nm). Sedangkan durasi injeksi std+2ms dan sudut pengapian std menghasilkan torsi senilai (174 Nm). Selanjutnya pada durasi injeksi std+4ms dan sudut pengapian std didapatkan torsi senilai(176 Nm).

Pembahasan

Dari pengolahan dan analisis data penelitian diatas, maka hasil tersebut dapat dibahas sebagai berikut:

Tabel 6 Rerata Torsi pada Perubahan Sudut Pengapian dan Durasi Injeksi

Durasi Injeksi	Sudut Pengapian	1	2	3	Rata-rata
Std	Std	165	170	170	168
	std +2°	169	173	173	172
	std +4°	167	175	174	172
std +2ms	Std	171	175	176	174
	std +2°	173	176	178	176
	std +4°	171	175	177	174
std +4ms	Std	171	178	179	176
	std +2°	168	179	179	175
	std +4°	168	179	179	175



Gambar 3 Grafik Torsi Kendaraan

Yuniarto, dkk. (2018) menjelaskan bahwa pengapian yang tepat mempengaruhi pembakaran. Hasil reaksi pembakaran tergantung pada komposisi dan kualitas proses pembakaran. Pembakaran terjadi saat piston bergerak sebelum TMA, sehingga penyalaan harus terjadi sebelum TMA. Sudut pengapian antara 8° hingga 10° sebelum TMA, karena pengaturan sudut yang disesuaikan akan menghasilkan tenaga yang optimal. Adriaansz, dkk. (2021) menjelaskan bahwa semakin lama injektor diberikan sinyal (durasi injeksi), semakin banyak bahan bakar yang diinjeksikan. Semakin pendek waktu injektor diberikan sinyal, semakin sedikit bahan bakar yang diinjeksikan. Sebagaimana Gambar 3 menunjukkan bahwa perbandingan nilai torsi dari perubahan sudut pengapian (std, std +2, std +2) dan perubahan durasi injeksi (std, std +2ms, std +4ms). Durasi injeksi std +2ms dan sudut pengapian std +2° memiliki nilai torsi tertinggi yaitu 176 Nm, pada durasi injeksi std + 4ms dan sudut pengapian std juga memiliki torsi sebesar 176 Nm. Artinya pengaturan sudut pengapian yang tepat yaitu dengan memajukan sudut pengapian, akan menghasilkan torsi yang optimal. Sebagaimana gambar 4.4, dengan memajukan sudut pengapian yang sesuai (tidak teralu maju), torsi yang dihasilkan akan lebih optimal, reaksi pembakaran dan kualitas proses pembakaran akan lebih baik dari kondisi standar. Penambahan durasi injeksi yang tepat akan menghasilkan tekanan pembakaran yang tinggi, sehingga menghasilkan torsi yang optimal.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan diatas maka dapat disimpulkan bahwa perubahan sudut pengapian pada motor bensin 2000 cm³ tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap torsi. Sebagaimana sub bab 4.2 tentang pembahasan pada grafik, torsi tertinggi dihasilkan pada sudut pengapian std +2, dan cenderung menurun pada sudut pengapian std +4. Dikuatkan dengan hasil analisis anova, jadi F_{hitung} untuk faktor sudut pengapian = $0,52 < F_{tabel} = 3,55$ maka H_{01} diterima dan H_{11} ditolak, artinya tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap torsi dengan perubahan durasi injeksi. Terdapat pengaruh perubahan durasi injeksi terhadap torsi motor bensin 2000 cm³ yaitu semakin banyak injektor menginjeksikan bahan bakar, semakin tinggi nilai torsi yang dihasilkan. Sebagaimana sub bab 4.2 tentang pembahasan pada grafik, torsi tertinggi dihasilkan pada durasi injeksi std +2ms dan std +4 ms. Dikuatkan dengan hasil analisis anova, jadi F_{hitung} untuk faktor durasi injeksi = $3,84 > F_{tabel} = 3,55$ maka H_{02} ditolak dan H_{12} diterima, artinya terdapat pengaruh perubahan durasi injeksi terhadap torsi. Perubahan sudut pengapian dan durasi injeksi tidak memberikan interaksi yang signifikan terhadap torsi motor bensin 2000 cm³. Dikuatkan dengan hasil analisis anova F_{hitung} faktor interaksi antara sudut pengapian dan durasi injeksi adalah = $0,48 < F_{tabel} = 2,93$, maka H_{03} diterima dan H_{13} ditolak yang artinya tidak adanya interaksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriaansz, R. K., & Lewerissa, Y. J. (2021). Analisis Perbandingan Penyemprotan Injektor Ymjet-Fi. *Jurnal Voering*, 6(2), 72-80.
- Arends, Berenschot. 1980. *Motor Bensin*. Jakarta : Erlangga.
- Arismandar W. 1998. *Penggerak Mula Motor Bakar Torak*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Aziz, S. A. F. (2020). *Studi Eksperimental Pengaruh Mapping Sudut Pengapian Dan Bahan Bakar Terhadap Performa Mesin Motor Matic Injeksi* (Doctoral dissertation, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya).
- Budianto, B., Ismet, F., & Fernandez, D. (2015). Pengaruh Perubahan Waktu Pengapian Terhadap Daya Dengan Menggunakan Bahan Bakar Premium Dan Pertamina Pada Mobil Toyota Kijang Krista 1 RZ 2.0 EFI. *Automotive Engineering Education Journals*, 4(3).
- Hidayat, Wahyu ST. (2012). *Motor Bensin Modern*. Jakarta:Rineka Cipta.
- Majid, M. A., Saputra, T. J., & Dewi, R. P. (2022, August). Analisis Performa Sepeda Motor Trail 150 Cc Dengan Menggunakan Electronic Control Unit (Ecu) Standar Dan Electronic Control Unit (Ecu) Standar Remapping. In *Senaster" Seminar Nasional Riset Teknologi Terapan"* (Vol. 1, No. 1).
- Mintoro, S. (2017, November). Optimasi Kinerja ECU (Electronic Control Unit) Melalui Pemrograman Remapping Pada Mesin EFI. In *Prosiding Seminar Nasional Darmajaya* (Vol. 1, No. 1, pp. 458-471).
- Pambayun, N. A. Y., Sukoco, S., Suyanto, W., & Sudarwanto, S. (2018). Konsep Modifikasi Untuk Meningkatkan Daya Mesin Sepeda Motor. *Jurnal Pendidikan Vokasi Otomotif*, 1(1), 38-53.
- Putra, W. T. (2017). Pengaruh Jenis Busi Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Dan Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor Honda Revo Fit 110 cc. Turbo. *Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 5(2).
- Seto, H. P. (2015). Peningkatan Pemahaman Materi Pembelajaran tentang Sistem EFI (Electronic Fuel Injection) Menggunakan Media Elektronik Berbasis Android pada Siswa Kelas XII TKR SMK Negeri 1 Tengarang. Universitas Negeri Semarang.
- Setiyo, M., & Utoro, L. (2017). Re-Mapping Engine Control Unit (ECU) Untuk Menaikkan Unjuk Kerja Mesin Sepeda Motor. *Sintek Jurnal: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 11(2), 62-68.
- Wahyudi, N. 2016. Studi Eksperimen Pengaruh Variasi Perubahan Sudut Injektor pada System EFI Terhadap Performa Motor 4 Langkah. *Journal of Electrical Electronic Control and Automotive Engineering (JEECAE)* Vol.1 No.1

- Widianto, A., Winardi, Y., & Malyadi, M. (2022). Pengaruh perubahan remapping ecu terhadap torsi dan daya pada sepeda motor honda cb 150 r. *AutoMech: Jurnal Teknik Mesin*, 2(02).
- Winoko, Y. A., & Kasjianto, S. (2017). *Pengujian Daya dan Emisi Gas Buang*. Politeknik Negeri Malang Press.
- Winoko, Y. A., & Kasjianto, S. (2018). *Pengujian Daya dan Emisi Gas Buang (Edisi Revisi)*. Politeknik Negeri Malang Press.
- Winoko, Y. A., & Santoso, N. (2019). *Motor Bakar*. Politeknik Negeri Malang Press.