

Analysis of Damage to the PGM-FI System in Honda Beat Motorcycle for Maintenance Actions

Analisis Kerusakan Sistem PGM FI Pada Motor Honda Beat Untuk Tindakan Perawatan

Viko Pradana Regia^{1*}, Mukhnizar¹, Rizal Abu¹

Abstract

PGM-FI technology is an electronic fuel injection system from Honda that regulates the supply of fuel and oxygen according to the engine's needs. Finding the best repair solution to address sensor issues in the PGM-FI system is a common challenge that requires a comprehensive understanding of this complex technology. This research falls into the category of technical research, aiming to comprehend the principles, causes of malfunctions, and maintenance of the PGM-FI system on the Honda Beat 110 cc. The instruments used include a tool set, multi-tester, fuel pump tester, pressure gauge, scan tool, and test materials for the Honda Beat PGM FI motorcycle. The research results identify sensor malfunctions based on the code of 7 flashes on EOT/ECT (Engine Oil/Coolant Temperature), 8 flashes on TP (Throttle Position), and 12 flashes on the fuel injection system. These malfunctions are caused by issues in the sensor circuit or resistance. Maintenance steps involve inspecting the sensors using a scan tool and clearing error codes in the ECU.

Keywords

PGM-FI, Engine, Damage, Treatment, Sensors

Abstrak

Teknologi PGM-FI merupakan sistem injeksi bahan bakar elektronik dari Honda yang mengatur pasokan bahan bakar dan oksigen sesuai kebutuhan mesin. Menemukan solusi perbaikan terbaik untuk mengatasi masalah sensor pada sistem PGM-FI merupakan tantangan umum yang memerlukan pemahaman menyeluruh tentang teknologi yang rumit ini. Penelitian ini termasuk dalam kategori penelitian teknis, dengan tujuan memahami prinsip-prinsip, penyebab kerusakan, dan perawatan sistem PGM-FI pada Honda Beat 110 cc. Instrumen yang digunakan mencakup set peralatan, multi tester, fuel pump tester, pressure gauge, scan tool, dan bahan uji untuk sepeda motor Honda Beat PGM FI. Hasil penelitian mengidentifikasi kerusakan sensor berdasarkan kode 7 kedipan pada EOT/ECT (Engine Oil/Coolant Temperature), 8 kedipan pada TP (Throttle Position), dan 12 kedipan pada sistem injeksi bahan bakar. Kerusakan ini disebabkan oleh masalah pada rangkaian atau tahanan sensor. Langkah-langkah perawatan melibatkan pemeriksaan sensor menggunakan scan tool dan menghapus kode kesalahan di ECU.

Kata Kunci

PGM-FI, Mesin, Kerusakan, Perawatan, Sensor

¹ Teknik Mesin, Universitas Ekasakti

Jln. Veteran No. 26B, Purus, Kec. Padang Barat, Kota Padang, Indonesia, 25115

* vikoprada67@gmail.com

Submitted : October 06, 2023. Accepted : November 11, 2023. Published : November 13, 2023.

PENDAHULUAN

Berbagai sektor ilmu pengetahuan dan teknologi kini mengalami kemajuan yang cukup pesat dan pertumbuhan tersebut perlu diantisipasi dan disikapi secara positif, yaitu dengan meningkatkan tingkat produktivitas dan kualitas tenaga kerja. Pekerjaan manusia menjadi lebih sederhana dengan diperkenalkannya mobil sebagai moda mobilitas berbasis darat dan air [1]. Hal ini mempunyai sejumlah dampak menguntungkan bagi keberadaan manusia. Menurut sejarah, sepeda biasa yang umum pada masa itu merupakan nenek moyang sepeda motor masa kini. Kemudian pada tahun 1868, Michaux ex Cie melakukan upaya untuk mengembangkan penemuan sepeda baru. Produsen sepeda pertama di dunia menciptakan mesin uap untuk penggerak sepeda [2].

Namun upayanya dipandang kurang efektif. Hingga Edward Butler, seorang penemu asal Inggris, mencoba melanjutkan dengan membangun kendaraan roda tiga dengan mesin pembakaran internal. Upaya ini berhasil, dan terciptalah teknologi baru yang masih digunakan sampai sekarang [3]. Untuk menggantikan mesin uap, Nikolaus Otto mampu membuat dan mematenkan mesin empat tak pada tahun 1877. Setelah dikeluarkan dari perusahaan Otto pada tahun 1880, Daimler dan Maybach akhirnya mendirikan bengkel yang dikenal dengan nama Stuttgart. Keduanya berhasil menciptakan karburator untuk mesin empat tak Otto pada tahun 1885 [4]. Keduanya sukses menciptakan mesin empat tak berkekuatan 100cc yang menggunakan kombinasi bensin dan udara melalui karburator [5].

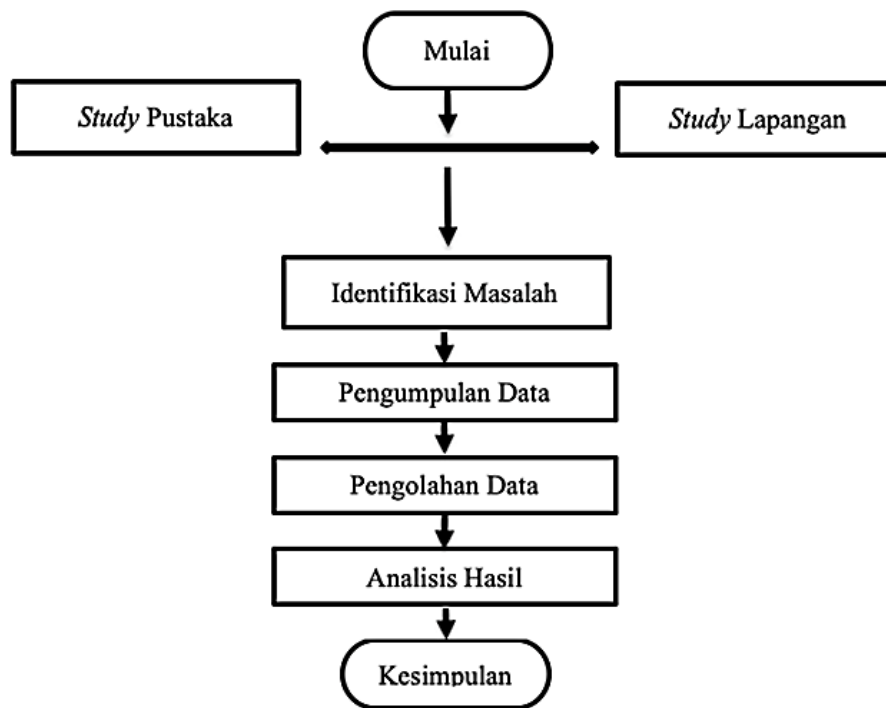
Sepeda motor modern sarat dengan teknologi mutakhir yang dapat meningkatkan kenyamanan dan keselamatan pengendara. Kontrol elektronik memungkinkan teknologi PGM-FI (*Programmed Fuel Injection*) menyediakan bahan bakar dan oksigen secara akurat sesuai dengan kebutuhan mesin di setiap keadaan [6]. Sistem injeksi ini bergantung pada fungsi berbagai komponen sensor, yang mengirimkan sinyal informasi ke modul kontrol mesin (ECM), yang kemudian mengirimkan sinyal perintah ke komponen keluaran mesin untuk menghasilkan tenaga sebesar-besarnya dengan emisi sesedikit mungkin [7]. PGMFI/PGM-FI, juga dikenal sebagai *Programmed Fuel Injection*, adalah sistem injeksi bahan bakar elektronik digital untuk mesin pembakaran internal yang ditawarkan Honda. Ini secara akurat menyalurkan bahan bakar dan oksigen sesuai dengan kebutuhan mesin di setiap keadaan [8].

Pompa bahan bakar pada PGM-FI digunakan untuk memindahkan bensin dari tangki bahan bakar ke injektor [9]. Selain itu, terdapat perbedaan pada semprotan bensin di antara keduanya. Manfaat Teknologi PGM-FI yang ramah lingkungan [10]. Sesuai dengan standar peraturan EURO 3, kombinasi sensor pintar dan konverter katalitik dapat menekan gas buang dan mengurangi emisi hingga 90% [11], [12]. Hal ini menjaga kualitas udara. efisien dengan bahan bakar. Kelemahan sistem injeksi PGM-FI adalah sangat rentan terhadap masalah kelistrikan. Hal ini dimaksudkan agar semua kontrol injeksi dapat ditenagai oleh baterai. Dibandingkan dengan sepeda motor yang menggunakan sistem karburator, sepeda motor dengan sistem injeksi membutuhkan alternator yang jauh lebih besar [13].

Bisa dikatakan bahwa motor Honda Beat telah menguasai pasar Indonesia karena banyaknya pengguna motor ini [14]. Namun sayangnya, beberapa orang mengalami masalah motor beat injeksi susah hidup atau mati tiba-tiba. Pada dasarnya, motor injeksi dibekali teknologi canggih berbasis komputer dan merupakan sebuah solusi untuk kendaraan bermotor. Teknologi injeksi menggunakan banyak sensor untuk menghitung banyaknya bahan bakar yang dibutuhkan oleh mesin sehingga lebih efektif dan efisien. Namun, setiap tipe sepeda motor pasti memiliki kelemahan.

METODE PENELITIAN

Penelitian masuk ke dalam jenis penelitian teknis [15]. Dalam penelitian ini melibatkan analisis masalah teknis pada sepeda motor dan bertujuan untuk mengidentifikasi kerusakan atau masalah yang ada. Penelitian ini bertujuan memahami prinsip, penyebab kerusakan, dan perawatan sistem PGM-FI di Honda Beat 110 cc [16]. Penelitian ini dilakukan di *Workshop* Otomotif sub jurusan sepeda motor Balai Latihan Kerja Dharmasraya dan Bengkel Sepeda Motor pada Bulan Oktober sampai dengan Desember 2022. Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan, di mana urutan tahapan sesuai petunjuk pada [Gambar 1](#).



[Gambar 1](#). Diagram Alir

Alat pengujian yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *tool set*, *multitester*, *fuel pump tester*, kompresi tester dan *scan tool zeus* MST 500. Bahan pengujian yaitu sepeda motor Honda Beat PGM FI tahun produksi 2018. Dalam penelitian ini terbagi menjadi 3 tahapan yaitu persiapan, pelaksanaan penelitian dan yang terakhir adalah penutupan.

Tahap persiapan sebelum memulai penelitian meliputi: mempersiapkan dan memeriksa peralatan yang berkaitan dengan penelitian, serta kendaraan dan pompa injeksi yang akan digunakan, dengan melakukan hal-hal sebagai berikut: 1). Persiapan kendaraan, 2). Katup mesin harus disetel ke kondisi standar yang direkomendasikan pabrik, yaitu katup *in/ex* = 0,16 0,02 mm, 3). Ukur celah busi dan pastikan antara 0,8 dan 0,9 mm. Saat mengukur tekanan kompresi mesin, unit Honda Beat PGM FI menghasilkan pembacaan pengukuran 13,5 kg f/cm² (kompresi standar: 13 2,0 kg f/cm²).

Pelaksanaan dalam penelitian adalah sebagai berikut: 1). Lakukan pengukuran tekanan bahan bakar dengan menggunakan *fuel pump tester*, dengan menghubungkan alat ukur pada selang bahan bakar dari tangki motor, lakukan kalibrasi alat ukur terlebih dahulu sebelum melakukan pengukuran, kemudian lakukan pengukuran dengan cara motor di start dan baca hasil pengukuran. Di mana spesifikasi pengukuran pada Honda Beat PGM FI adalah 43 Psi, 2). Pengukuran tahanan sensor dilakukan dengan menggunakan *multitester* digital dengan cara menghubungkan ujung-ujung kabel *multitester* digital yaitu kabel positif (merah) dipasang pada soket sensor dan kabel negatif (hitam) dipasang pada baut mesin kendaraan atau bodi

mesin, sensor yang diukur adalah, tahanan sensor injektor, tahanan sensor ISC, tahanan sensor O2, tahanan sensor CKP, tahanan *coil*, 3). Lakukan pengukuran menggunakan *Scan tool* merk Zeus MST 500, kendaraan di posisi *on* kemudian lihat kerusakan sensor pada *scan tool*, serta start mesin kendaraan. Dan lihat kondisi kendaraan saat di hidupkan pada *scan tool* dan sesuaikan dengan spesifikasi standar dan tidak ada kedipan pada MIL (*Malfunction Indicator Lamp*) Jika terjadi permasalahan pada sensor akan terbaca pada *scan tool* dan lakukan perbaikan serta reset ECU kendaraan pada sensor. 4). Tahapan Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali percobaan dengan mencatat hasil pengujian dan dituangkan ke dalam tabel

Pada langkah penutupan dalam penelitian adalah sebagai berikut: 1). Melepas instalasi peralatan percobaan, 2). Membersihkan alat-alat yang telah digunakan dan mengembalikan alat pada tempatnya, 3). Membersihkan tempat praktik.

Pengolahan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah melalui: 1). Kegiatan pengolahan data dilakukan dengan menggunakan berbagai literatur seperti buku, jurnal, internet dan sebagainya yang berkaitan dengan sistem PGM- FI sepeda motor, 2). Uji Kompresi. Kegiatan uji kompresi silinder sepeda motor Honda Beat PGM FI dengan membandingkan hasil pengumpulan data terhadap standar spesifikasi, 3). Uji Tahanan Sensor. Kegiatan uji tahanan sensor sepeda motor Honda Beat PGM FI dengan membandingkan hasil pengumpulan data terhadap standar spesifikasi, 4). Uji Analisa Kerusakan Sensor. Kegiatan uji analisa kerusakan sensor sepeda motor Honda Beat Pop PGM FI dengan membandingkan hasil pengumpulan data terhadap standar spesifikasi. Kegiatan uji analisa kerusakan sensor sepeda motor Honda Beat PGM FI dengan membandingkan hasil pengumpulan data terhadap standar spesifikasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Tekanan Kompresi terhadap Kerusakan Sistem PGM FI

Tekanan kompresi silinder sesuai dengan standar mengacu pada buku pedoman reparasi Honda PGM FI tahun 2018 yaitu 174 psi (13.5 – 20 kg/cm²) 1,196 kPa pada 600 (rpm), Pengujian Tekanan Kompresi Silinder dilakukan 3 kali pengujian menggunakan kompresi tester dengan hasil. Rata-rata Pengujian ketiga tekanan kompresi silinder Honda Beat PGM FI adalah sebesar 110 Psi (7,6 kg/cm²), sedangkan standar tekanan kompresi silinder yaitu 174 Psi (13.5 – 20 kg/cm²). Perbedaan tekanan kompresi silinder adalah 64 Psi (5,9 kg/cm²).

Semakin rendah tekanan kompresi silinder mesin dari spesifikasi standar maka semakin mempengaruhi performa sistem PGM FI, kendaraan akan kurang bertenaga, bahkan kendaraan bisa tidak hidup jika pemeriksaan tekanan kompresi kurang dari 5,0 kg/cm². Kurangnya kompresi silinder disebabkan karena terjadi kebocoran kompresi seperti kebocoran pada katub, piston gores atau aus, silinder rusak atau aus, Gasket *cylinder head* bocor, atau salah satu ring piston aus, *Connecting rod* bengkok. Perlu dilakukan perbaikan atau penggantian *sparepart* yang rusak, agar tekanan kompresi silinder normal sesuai dengan spesifikasi kendaraan. Untuk lebih jelasnya akan dipaparkan pada [Tabel 1](#).

Tabel 1. Hasil Pengujian Tekanan Kompresi

Tahap Pengujian	Hasil Pengujian Tekanan Kompresi Honda Beat PGM FI	
	Ukuran Standar Psi / (kg/cm ²)	Hasil Pengujian Psi / (kg/cm ²)
1.	(174 Psi) 13.5 – 20 kg/cm ²	(110 Psi) 7,6 kg/cm ²
2.	(174 Psi) 13.5 – 20 kg/cm ²	(110 Psi) 7,6 kg/cm ²
3.	(174 Psi) 13.5 – 20 kg/cm ²	(110 Psi) 7,6 kg/cm ²
Rata-rata ($\frac{P1+P2+P3}{3}$)	(174 Psi) 13.5 – 20 kg/cm²	(110 Psi) 7,6 kg/cm²

Analisis Tekanan Bahan Bakar Terhadap Kerusakan Sistem PGM FI

Tekanan Bahan Bakar sesuai dengan standar mengacu pada buku pedoman reparasi Honda PGM FI tahun 2018 yaitu 43 psi (294 kPa). Pengujian tekanan bahan bakar dilakukan 3 kali pengujian menggunakan *fuel pump* tester dengan hasil. Rata-rata Pengujian ketiga tekanan bahan bakar Honda Beat PGM FI adalah sebesar 40 Psi, sedangkan standar tekanan bahan bakar yaitu 43 Psi. Perbedaan tekanan bahan bakar adalah 3 Psi (masih dalam standar toleransi) yang diperbolehkan dalam *manual book*. Tekanan bahan bakar sangat mempengaruhi sistem kerja PGM FI, semakin tinggi tekanan bahan bakar mendekati spesifikasi maka semakin baik penyemprotan bahan bakar yang dilakukan oleh *fuel pump* ke injektor. Untuk lebih jelasnya akan dipaparkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Tekanan Bahan Bakar

Tahap Pengujian	Hasil Pengujian Tekanan Bahan Bakar Honda Beat PGM FI	
	Ukuran Standar (Psi)	Hasil Pengujian (Psi)
1.	43 Psi	40 Psi
2.	43 Psi	40 Psi
3.	43 Psi	40 Psi
Rata-rata ($\frac{P1+P2+P3}{3}$)	43 Psi	40 Psi

Analisis Tahanan Sensor terhadap Kerusakan Sistem PGM FI

Tahanan sensor sesuai dengan standar mengacu pada buku pedoman reparasi Honda PGM FI tahun 2018. Tahanan sensor mempengaruhi sistem kerja PGM FI, semakin besar selisih tahanan sensor dari spesifikasi standar menandakan sensor tersebut rusak dan lakukan penggantian terhadap sensor yang rusak. Pengujian tahanan sensor dilakukan 3 kali pengujian menggunakan *multitester* digital dengan hasil ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisis Tahanan Sensor

Sensor dan Aktuator	Hasil Pengukuran	Standar
Injektor	13,1 Ω	11-13 Ω
CKP (<i>Crankshaft Position Sensor</i>)	279,1 Ω	228-342 Ω
EOT (<i>Engine Oil Temperature</i>)	1,365 k Ω	2,5-2,7 k Ω
TP (<i>Throttle Position</i>)	1,406 k Ω	0,5-1,5 k Ω

Hasil pengukuran sensor dan aktuator dalam tabel menunjukkan beberapa informasi penting tentang keadaan komponen-komponen tersebut. Sensor Injektor dan CKP (*Crankshaft Position Sensor*) memperlihatkan hasil pengukuran yang sesuai dengan standar yang ditetapkan, yaitu 13,1 Ω dan 279,1 Ω , masing-masing, berada dalam kisaran yang diharapkan (11-13 Ω dan 228-342 Ω). Ini mengindikasikan bahwa resistansi kedua sensor tersebut dalam batas normal. Namun, hasil pengukuran sensor EOT (*Engine Oil Temperature*) menunjukkan tahanan yang jauh lebih rendah daripada standar. Hasil pengukuran tahanan sebesar 1,365 k Ω , yang seharusnya berada dalam kisaran 2,5-2,7 k Ω , ini menunjukkan adanya masalah. Kemungkinan besar sensor EOT tersebut mengalami kerusakan atau gangguan dalam operasinya.

Selain itu, sensor TP (*Throttle Position*) menunjukkan hasil pengukuran yang juga di luar ukuran standar. Hasil pengukuran tahanan sebesar 1,406 k Ω , yang seharusnya berada antara 0,5-1,5 k Ω , hal ini menandakan bahwa sensor TP mengalami masalah yang perlu diperbaiki atau sensor yang perlu digantikan. Kesimpulannya adalah sensor Injektor dan CKP berfungsi dengan baik sesuai standar, sementara sensor EOT dan TP menunjukkan ketidaksesuaian dengan standar, yang perlu mendapat perhatian lebih lanjut untuk mengidentifikasi dan memperbaiki masalahnya.

Analisis Pengujian Kerusakan Sistem PGM FI

Pengujian kerusakan sistem PGM FI diketahui dari kedipan lampu pada MIL (*Malfunction Indicator Light*) dan menggunakan *scan tool* zeus dengan hasil akan ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Kerusakan Sensor Sistem PGM FI

Jumlah Kedipan	Terjadi Kerusakan Pada Sensor
7 Kedipan	<i>Engine Oil Temperature</i> (EOT)
8 Kedipan	<i>Throttle Position Sensor</i> (TPS)
12 Kedipan	Injektor

Dari hasil pengujian kode kerusakan pada motor Honda Beat PGM-FI dapat diidentifikasi melalui kedipan lampu indikator PGM-FI pada odometer motor. Berikut adalah daftar kode kerusakan dan penyebabnya. Pertama, kode 7 kedipan menandakan kerusakan pada sensor EOT/ECT (*Engine Oil/Coolant Temperature*). Masalah muncul karena sensor ECT tidak berfungsi atau terjadi putus sambung (*intermittent failure*) antara soket sensor ECT dan EOT. Hal ini menyebabkan motor menjadi sulit dinyalakan pada suhu rendah. Kedua, kode 8 kedipan menandakan kerusakan pada sensor TP (*Throttle Position*). Masalah muncul karena sensor TP tidak berfungsi atau terjadi putus sambung (*intermittent failure*) antara soket sensor TP dan ECM. Ketiga, kode 12 kedipan menandakan kerusakan pada sistem injeksi bahan bakar. Masalah muncul karena terdapat kesalahan pada koneksi antara soket 33 pin ECM dengan soket 2 pin injektor atau kabel merah muda garis biru di soket ECM dan kabel merah muda garis biru di soket injektor tidak terhubung.

Kode kegagalan memungkinkan peneliti memfokuskan penyelidikan kerusakan dan menentukan apakah sensor atau sirkuit dapat menjadi sumber anomali. Untuk menentukannya harus memeriksa sirkuit dan komponen yang rusak tergantung pada kode

kegagalannya. Tergantung pada jenis kerusakan yang ditemukan, ECM akan mencatat kode kegagalan tertentu. ECM masih menyimpan kode kegagalan sebelumnya bahkan setelah sensor diperbaiki atau diganti. Gunakan metode Reset menggunakan *scan tool zeus* untuk menghapus atau menghancurkan memori yang disimpan di ECM.

Analisis Tindakan Perawatan Sistem PGM FI

Berdasarkan analisis dari 4 parameter pengujian yang telah dilakukan pada sistem PGM FI, maka yang dominan berpengaruh terhadap kerusakan sistem PGM FI adalah pada pengujian tahanan sensor, karena kerusakan tahanan sensor akan berdampak terhadap sistem kerja ECM (*Engine Control Module*) yang mempengaruhi sistem PGM FI. Tindakan perawatan yang dilakukan pada sistem PGM FI adalah untuk mencegah terjadinya kerusakan pada sistem PGM FI, hal tersebut dapat dilakukan tindakan perawatan.

Pertama, melakukan perawatan berkala pada kendaraan secara rutin sesuai dengan jadwal perawatan yang disarankan oleh produsen sangat penting. Ini termasuk penggantian oli, filter, dan komponen-komponen penting lainnya yang dapat memengaruhi kinerja sistem PGM-FI. Kedua, gunakan bahan bakar berkualitas dengan RON 92 atau lebih tinggi, seperti Pertamina. Bahan bakar berkualitas dapat membantu menjaga kebersihan sistem bahan bakar dan sensor-sensor yang terlibat dalam proses pembakaran. Ketiga, melakukan pengecekan rutin terhadap sambungan soket sensor PGM-FI. Pastikan bahwa semua soket terhubung dengan baik dan tidak ada korosi atau kotoran yang dapat mengganggu sinyal sensor. Keempat, jika melihat kedipan pada lampu MIL (*Malfunction Indicator Lamp*) atau lampu "Check Engine" segera lakukan diagnosa menggunakan *scan tool*. Kode kesalahan yang dihasilkan oleh *scan tool* dapat membantu dalam mengidentifikasi masalah spesifik dalam sistem PGM-FI dan mengambil langkah-langkah perbaikan yang sesuai.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Dari pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan beberapa hal. Pertama, prinsip kerja sistem PGM FI, adalah dengan menginjeksikan bahan bakar dengan sistem elektrik menggunakan *fuel pump* ke dalam ruang bakar, sehingga tekanan bahan bakar sangat mempengaruhi sistem kerja PGM FI, semakin tinggi tekanan bahan bakar mendekati spesifikasi maka semakin baik penyemprotan bahan bakar yang dilakukan oleh *fuel pump* ke injektor. Kedua, penyebab kerusakan sistem PGM FI berdasarkan kode kegagalan, kemungkinan terjadi kerusakan pada rangkaian ataupun tahanan sensor. Untuk mengidentifikasi kerusakan memeriksa rangkaian dan komponen yang ditemukan bermasalah berdasarkan kode kegagalan pada lampu MIL dan pemeriksaan menggunakan *scan tool*. Ketiga, prosedur perawatan sistem PGM FI dilakukan untuk mencegah kerusakan sistem tersebut adalah dengan memeriksa kegagalan pada sensor menggunakan *scan tool* dan melakukan prosedur perbaikan dengan mereset.

Saran

Rekomendasi yang diperoleh dari penelitian ini adalah perlunya dilakukan penelitian lanjutan dalam beberapa aspek, yaitu penelitian mendalam untuk memahami prinsip kerja sistem PGM FI dengan membandingkan tekanan bahan bakar. Selanjutnya, penelitian lanjutan untuk mengidentifikasi penyebab kerusakan pada sistem PGM FI melalui pengukuran tahanan sensor yang akurat. Serta, pentingnya untuk mengkaji prosedur perawatan sistem PGM FI dengan melakukan pemeriksaan menggunakan alat pemindaian (*scan tool*) dan mereset sistem dengan benar. Selain itu, penting bagi pengguna kendaraan bermotor untuk lebih cermat dan teliti dalam menjalankan perawatan berkala terhadap kendaraan mereka. Hal ini

akan membantu mencegah kerusakan lebih lanjut dan memastikan kinerja optimal kendaraan.”

DAFTAR RUJUKAN

- [1] H. Prabowo, S. Solichin, dan E. E. Poerwanto, “Analisis Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Bengkel Teknik Kendaraan Ringan SMK Turen Malang,” *Jurnal Teknik Otomotif: Kajian Keilmuan dan Pengajaran*, vol. 2, no. 2, Art. no. 2, Mar 2022, doi: 10.17977/um074v2i22018p43-48.
- [2] D. R. Zajonz, “The Paradigm Shift At Volkswagen: A Critical Analysis Of The Effects Of The Change - Strategy 2025 For The Commercial Vehicle Brand,” Universitas Gadjah Mada, 2017. Diakses: 22 Oktober 2023. [Daring]. Tersedia pada: https://etd.repository.ugm.ac.id/home/detail_pencarian/131658
- [3] A. Syari’udin, “Pengaruh PDRB (Produk Domestik Regional Bruto) Perkapita Dan Inflasi Terhadap Penjualan Otomotif di Indonesia,” *Media Ekonomi*, vol. 18, no. 1, hlm. 1, Feb 2018, doi: 10.30595/medek.v18i1.2408.
- [4] D. Nurdiansyah, S. Soeparman, dan E. Siswanto, “Comparative Study of Combustible Species for 4-stroke Otto Cycle Combustion Motor and 6-stroke MUB-2 Cycle Combustion Motor with Fuel Pertamina;,” *Procedia of Engineering and Life Science*, vol. 1, no. 2, Art. no. 2, Jul 2021, doi: 10.21070/pels.v1i2.1013.
- [5] G. Krisnadi, “Analisis Kesiapan Kompetensi Keahlian Ototronik Smk Negeri 2 Karanganyar Guna Mengikuti Perkembangan Otomotif Tahun 2012/2013,” 2013, Diakses: 22 Oktober 2023. [Daring]. Tersedia pada: <https://digilib.uns.ac.id/dokumen/33261/Analisis-Kesiapan-Kompetensi-Keahlian-Ototronik-Smk-Negeri-2-Karanganyar-Guna-Mengikuti-Perkembangan-Otomotif-Tahun-20122013>
- [6] M. S. Firmansyah, W. Purwanto, H. Maksum, A. Arif, M. Y. Setiawan, dan C. A. Gusti, “Analisis Emisi Gas Buang (CO, CO₂ dan HC) pada Sepeda Motor FI dengan Variasi Saat Pengapian, Saat Penginjeksian dan Jenis Bahan Bakar,” *JTPVI: Jurnal Teknologi dan Pendidikan Vokasi Indonesia*, vol. 1, no. 1, Art. no. 1, Feb 2023.
- [7] T. Sugiarto, D. S. Putra, W. Purwanto, dan W. Wagino, “Analisis Perubahan Output Sensor Terhadap Kerja Aktuator pada Sistem EFI (Electronic Fuel Injection),” 1, vol. 18, no. 2, Art. no. 2, Okt 2018, doi: 10.24036/invotek.v18i2.418.
- [8] M. Y. Suhaimi, “Pengaruh Pemrograman Ulang Ecu Programmable Motor 4 Langkah Modifikasi Injeksi Terhadap Performa Mesin Dengan Variasi Injection Timing, Ignition Timing dan Jenis Bahan Bakar,” skripsi, Universitas Negeri Padang, 2022. Diakses: 18 Juli 2023. [Daring]. Tersedia pada: <http://repository.unp.ac.id/40879/>
- [9] R. Lapis, R. Paslah, A. Andrizal, dan N. Hidayat, “Penggunaan ECU Standar dan Remap Pada Motor Honda Beat PGM-FI Tahun 2014 Torsi, Tenaga, Konsumsi Bahan Bakar, dan Emisi Gas Buang,” *Ensiklopedia of Journal*, vol. 5, no. 3, Art. no. 3, Feb 2023, doi: 10.33559/eoj.v5i3.1491.
- [10] R. Lapis, R. Rahman, I. Y. Basri, dan W. Afnison, “Pengaruh Diameter Variasi Throttle Body Terhadap Daya, Torsi Dan Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor Beat Pgm-Fi 110 cc Tahun 2014,” *Ensiklopedia Education Review*, vol. 4, no. 3, Art. no. 3, Des 2022, doi: 10.33559/eer.v4i3.1544.
- [11] O. A. Kurniawan, A. Arif, D. Fernandez, M. Y. Setiawan, dan H. N. Sari, “Analisis Penggunaan Hydrocarbon Crack System (HCS) Terhadap Emisi Gas Buang pada Sepeda Motor Fuel Injection,” *JTPVI: Jurnal Teknologi dan Pendidikan Vokasi Indonesia*, vol. 1, no. 4, Art. no. 4, Okt 2023, doi: 10.24036/jtpvi.v1i4.126.

-
- [12] H. Fedriansyah, W. Purwanto, W. S, dan Milana, "Optimasi Catalytic Converter dan Bahan Bakar Biogasoline Terhadap Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor 4 Langkah Dengan Metode Taguchi," *JTPVI: Jurnal Teknologi dan Pendidikan Vokasi Indonesia*, vol. 1, no. 3, Art. no. 3, Agu 2023, doi: 10.24036/jtpvi.v1i3.79.
- [13] T. Sugiarto, "Analisa Kerja Manifold Absolute Pressure (MAP) dan Kadar Kandungan Emisi Gas Buang yang Dihasilkan Pada Motor Bensin dengan Sistem Injeksi Elektronik Type D-EFI," *Elektron: Jurnal Ilmiah*, vol. 5, no. 2, Art. no. 2, Des 2013, doi: 10.30630/eji.5.2.56.
- [14] R. Rifdarmon, P. N. Zofa, E. Alwi, dan D. Fernandez, "Torsi Dan Daya Sepeda Motor Matic 4 Tak Hasil Kemiringan Sudut Drive Pulley," *Ensiklopedia Education Review*, vol. 4, no. 3, Art. no. 3, Des 2022, doi: 10.33559/eer.v4i3.1543.
- [15] K. Anwar, "Perawatan Sistem Injeksi Efi (Electronic Fuel Injection) Pada Sepeda Motor Jenis Beat 110 cc," Jan 2019. Diakses: 5 Juli 2023. [Daring]. Tersedia pada: [https://www.semanticscholar.org/paper/PERAWATAN-SISTEM-INJEKSI-EFI-\(ELECTRONIC-FUEL-PADA-Anwar/c7aeb70b73a3ae07976930eaf6b5c15b21c5b161](https://www.semanticscholar.org/paper/PERAWATAN-SISTEM-INJEKSI-EFI-(ELECTRONIC-FUEL-PADA-Anwar/c7aeb70b73a3ae07976930eaf6b5c15b21c5b161)
- [16] H. Alfiandi, "Analisis Sistem Continously Variabel Transmision (CVT) Bmotor Honda Beat PGM-FI 2014," S1, UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA, 2017. doi: 10/LAMPIRAN.pdf.

Halaman ini sengaja dikosongkan