



Analisis Pengaruh Modifikasi Ecu Dan Variasi Busi Terhadap *Performance Engine 150cc*

Aep Surahto¹⁾, Fathoni¹⁾, Qamaruddin²⁾, Riswan Abdul Gani¹⁾, Budi Santoso¹⁾, Delvis Agusman³⁾, Sefrian Rizki Bintoro⁴⁾, Nur Chalik⁵⁾ Riyan Ariyansah³⁾).

¹⁾Program studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Indonesia, Jl. Cut Mutia No.83, RT.04/RW.09, Margahayu, Kec. Bekasi Tim., Kota Bks, Jawa Barat 17113

²⁾Program Studi Transportasi laut, Sekolah Tinggi Ilmu Maritim, Jl. Pacuan Kuda Raya No.1-5, RT.1/RW.15, Pulo Mas, Kec. Pulo Gadung, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 13210

³⁾Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka 3, Jalan Tanah Merdeka No. 6, RT. 10/RW. 5, Rambutan, Kec. Ciracas, Kota Jakarta Timur, 13830.

⁴⁾Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto 53122, Indonesia.

⁵⁾Program Studi Sistem Informatika, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka 3, Jalan Tanah Merdeka No. 6, RT. 10/RW. 5, Rambutan, Kec. Ciracas, Kota Jakarta Timur, 13830.

e-mail : riyan_ariyansah@uhamka.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh rasio udara-bahan bakar (λ) terhadap performa mesin bensin 150 cc dengan memvariasikan pengaturan ECU dan jenis busi. Nilai λ merupakan perbandingan antara Air Fuel Ratio (AFR) aktual dengan AFR stoikiometri, yang berperan penting dalam menentukan efisiensi pembakaran, daya, torsi, konsumsi bahan bakar, serta emisi gas buang. Pada penelitian ini dilakukan pengujian menggunakan metode dyno test untuk memperoleh data daya (horse power) dan torsi (torque) pada berbagai nilai λ . Pengaturan campuran bahan bakar dilakukan melalui modifikasi ECU, sedangkan percikan api pembakaran dioptimalkan dengan penggunaan busi tipe berbeda. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai λ yang sedikit lebih rendah dari 1 (campuran kaya) menghasilkan daya dan torsi puncak yang lebih tinggi dibandingkan nilai λ mendekati 1 (stoikiometri) maupun lebih dari 1 (campuran miskin). Pada pengaturan terbaik, diperoleh torsi maksimum sebesar 80,86 Nm pada 7769 RPM dan daya maksimum sebesar 15,6 HP pada 9819 RPM. Temuan ini mengindikasikan bahwa pengaturan λ yang tepat, didukung oleh pengaturan ECU dan pemilihan busi yang sesuai, dapat meningkatkan performa mesin secara signifikan. Penelitian ini dapat menjadi referensi bagi praktisi dan akademisi dalam mengoptimalkan sistem pembakaran untuk efisiensi dan performa mesin yang lebih baik.

Kata Kunci: λ , AFR, ECU, busi, performa mesin.

ABSTRACT

This study aims to analyze the effect of the air-fuel ratio (λ) on the performance of a 150cc gasoline engine by varying the ECU settings and spark plug types. Lambda value is the ratio between the actual Air Fuel Ratio (AFR) and the stoichiometric AFR, which plays an important role in determining combustion efficiency, power, torque, fuel consumption, and exhaust emissions. In this study, testing was carried out using the dyno test method to obtain power (horsepower) and torque data at various lambda values. The fuel mixture adjustment was carried out through ECU modification, while the ignition spark was optimized by using different spark plug types. The test results show that a lambda value slightly lower than 1 (rich mixture) produces higher peak power and torque compared to a lambda value close to 1 (stoichiometric) or greater than 1 (lean mixture). In the optimal setting, a maximum torque of 80.86 Nm was achieved at 7769 RPM, and a maximum power of 15.6 HP was achieved at 9819 RPM. These findings indicate that precise lambda tuning, supported by appropriate ECU settings and spark plug selection, can significantly enhance engine performance. This research can serve as a reference for practitioners and academics in optimizing the combustion system for improved efficiency and engine performance.

Keywords: λ , AFR, ECU, spark plug, engine performance.

1. Pendahuluan

Performa mesin sepeda motor sangat dipengaruhi oleh kualitas proses pembakaran yang terjadi di dalam ruang bakar [1][2]. Proses ini dikendalikan oleh beberapa komponen utama, di antaranya Electronic Control Unit (ECU) yang mengatur suplai bahan bakar dan waktu pengapian, serta busi yang berfungsi sebagai pemicu pembakaran melalui percikan api [3]. Optimalisasi kedua komponen tersebut menjadi faktor penting dalam meningkatkan efisiensi pembakaran dan output performa mesin berupa daya dan torsi [4][5].

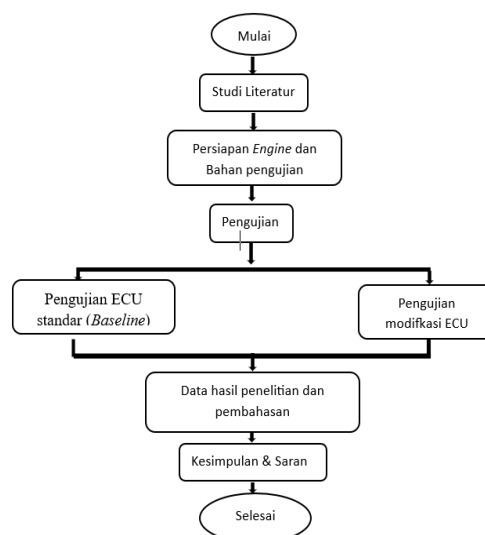
Seiring berkembangnya teknologi otomotif, modifikasi ECU banyak dilakukan untuk meningkatkan performa mesin melalui pengaturan ulang parameter seperti rasio udara-bahan bakar dan ignition timing [6][7]. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa remapping ECU mampu meningkatkan daya mesin serta efisiensi bahan bakar [8]. Selain itu, penggunaan busi dengan material elektroda seperti iridium juga diketahui dapat menghasilkan percikan api yang lebih stabil dan konsisten dibandingkan busi konvensional, sehingga meningkatkan kualitas pembakaran [9].

Namun demikian, sebagian besar penelitian sebelumnya hanya berfokus pada satu variabel, yaitu modifikasi ECU atau variasi busi secara terpisah [10]. Kajian yang mengkombinasikan kedua variabel tersebut dalam satu sistem pengujian masih terbatas, khususnya pada mesin sepeda motor berkapasitas 150 cc [11]. Padahal, interaksi antara sistem kontrol elektronik dan sistem pengapian berpotensi memberikan peningkatan performa yang lebih signifikan dibandingkan pengujian secara terpisah [12].

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh modifikasi ECU dan variasi busi terhadap performa mesin sepeda motor 150 cc menggunakan metode dyno test [13]. Parameter yang dianalisis meliputi daya (horse power) dan torsi (Nm) untuk mengetahui peningkatan performa yang dihasilkan dari setiap variasi perlakuan [14].

2. Metode

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen untuk menganalisis pengaruh modifikasi Electronic Control Unit (ECU) dan variasi busi terhadap performa mesin sepeda motor 150 cc. Pengujian dilakukan menggunakan alat dynamometer (dyno test) untuk mengukur parameter performa mesin secara langsung [15]. Diagram alir penelitian terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian.

Objek penelitian adalah sepeda motor 150 cc dengan kondisi standar pabrikan. Mesin yang digunakan merupakan mesin bensin 4 langkah dengan sistem injeksi bahan bakar dan pengapian elektronik. Penelitian dilakukan dengan tiga kondisi pengujian, yaitu:

1. Kondisi standar (ECU standar dan busi standar)
2. Penggunaan busi iridium
3. Penggunaan busi iridium dengan ignition booster sebagai bentuk modifikasi ECU

Peralatan utama yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- Dynamometer (dyno test) untuk mengukur daya dan torsi
- ECU standar dan ignition booster untuk modifikasi sistem pengapian
- Busi standar dan busi iridium
- Perangkat komputer untuk pencatatan dan analisis data

Prosedur pengujian dilakukan sebagai berikut:

1. Mesin diuji dalam kondisi standar untuk memperoleh data baseline.
2. Busi diganti dengan busi iridium dan dilakukan pengujian ulang.
3. Sistem pengapian dimodifikasi menggunakan ignition booster, kemudian dilakukan pengujian kembali.
4. Pada setiap kondisi, pengujian dilakukan pada berbagai putaran mesin (RPM) untuk memperoleh data daya dan torsi.

Parameter yang diukur dalam penelitian ini meliputi:

- Daya mesin (horse power)
- Torsi mesin (Nm)
- Putaran mesin (RPM)

Data hasil pengujian dianalisis secara komparatif dengan membandingkan nilai daya dan torsi pada setiap variasi pengujian. Analisis dilakukan untuk mengetahui peningkatan performa mesin akibat penggunaan busi iridium dan modifikasi ECU.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis Data Performa Mesin

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan komponen berbeda terhadap performa mesin sepeda motor CBR 150cc. Terdapat tiga perlakuan pengujian yang dilakukan, yaitu:

1. Pengujian standar (busi standar).
2. Pengujian dengan busi iridium.
3. Pengujian dengan busi iridium serta *ignition booster*.

Setiap pengujian diukur menggunakan alat *dyno test* untuk mengetahui nilai torsi (Nm), tenaga (*horse power*), serta putaran mesin (RPM). Hasilnya dianalisis untuk mengetahui peningkatan performa dari masing-masing perlakuan.

3.2 Hasil Pengujian Data Torsi, Power Dan Rpm (*Rotation Per Minute*)

Hasil pengujian performa mesin sepeda motor 150 cc pada tiga kondisi pengujian ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Pengujian dari ke 3 Busi

JENIS PENGUJIAN	HORSE POWER MAKSIMUM (HP/RPM)	TORSI MAKSIMUM (NM/RPM)
Standar (Busi Standar)	15.4 HP / 9902 RPM	80.79 Nm / 7842 RPM
Busi Iridium	15.6 HP / 9819 RPM	80.86 Nm / 7934 RPM
Busi Iridium + <i>Ignition Booster</i>	15.8 HP / 9877 RPM	82.06 Nm / 7769 RPM

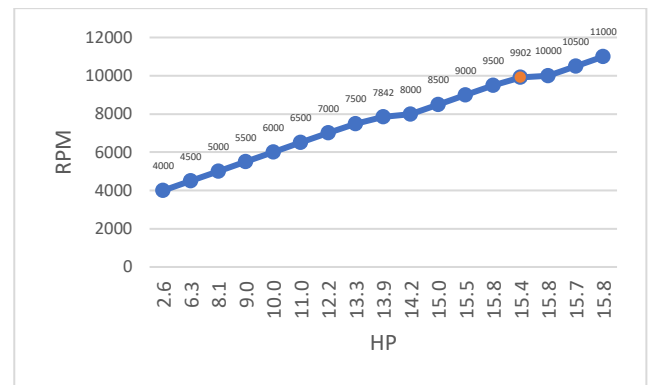
3.3 Hasil Pengujian Standar

Pada pengujian kondisi standar, hasil pengujian daya dan torsi mesin ditunjukkan pada Tabel 2, lalu Gambar 2 dan 3. Berdasarkan data tersebut, mesin menghasilkan daya maksimum sebesar 15,4 HP pada 9902 RPM dan torsi maksimum sebesar 80,79 Nm pada 7842 RPM.

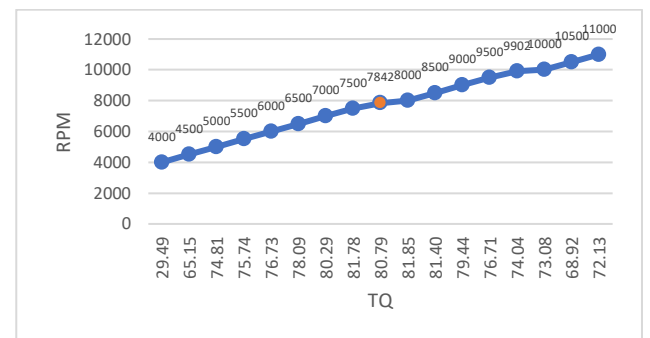
Tabel 2. Data Hasil Pengujian Standar

RPM	Horse Power	Torque	Horse Power (AN-1)	Lamda (AN-1)
4000	2.6	29.49	1906.4	11.34
4500	6.3	65.15	4730.3	11.34
5000	8.1	74.81	6034.9	11.34
5500	9.0	75.74	6716.4	11.34
6000	10.0	76.73	7428.5	11.34
6500	11.0	78.09	8194.8	11.34
7000	12.2	80.29	9064.2	11.34
7500	13.3	81.78	9899.7	11.34
7842	13.9	80.79	10320.8	11.35
8000	14.2	81.85	10545.5	11.34
8500	15.0	81.40	11161.6	11.35
9000	15.5	79.44	11537.7	11.34
9500	15.8	76.71	11241.4	11.34
9902	15.4	74.04	11790.2	11.34
10000	15.8	73.08	11768.2	11.35
10500	15.7	68.92	11677.7	11.34
11000	15.8	72.13	11777.8	11.34

Berdasarkan Gambar 2, terlihat bahwa daya meningkat seiring dengan kenaikan putaran mesin hingga mencapai titik maksimum, kemudian cenderung stabil dan menurun pada putaran tinggi. Hal ini menunjukkan karakteristik umum mesin bensin, di mana peningkatan RPM meningkatkan frekuensi pembakaran [16].



Gambar 2. Hasil Pengujian Standar (HP)



Gambar 3. Hasil Pengujian Standar (TQ)

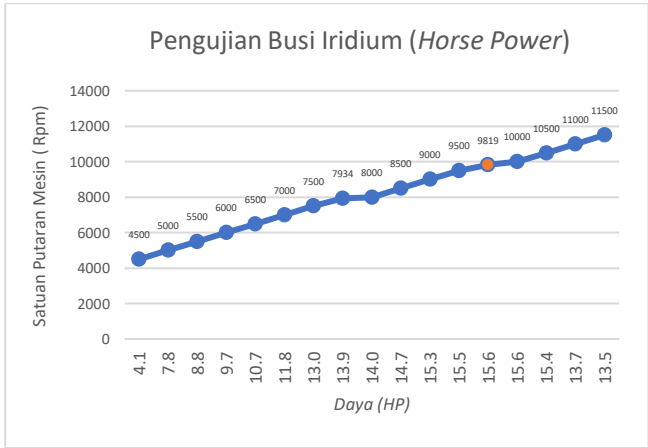
Sementara itu, berdasarkan Gambar 3, torsi maksimum terjadi pada putaran menengah. Hal ini menunjukkan bahwa efisiensi pembakaran paling optimal terjadi pada rentang RPM tersebut [17].

3.4 Hasil Pengujian Busi Iridium

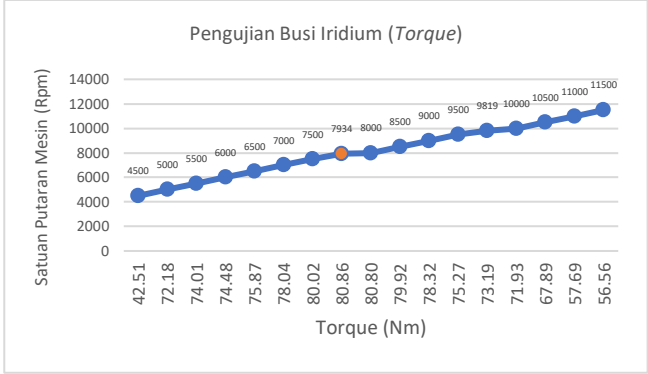
Hasil pengujian menggunakan busi iridium ditampilkan pada Tabel 3 dan Gambar 4 dan 5.

Tabel 3 Data Hasil Pengujian Busi Iridium

RPM	Horse Power	Torque	Horse Power (AN-1)	Lambda (AN-1)
4000	2.6	29.49	1906.4	11.34
4500	6.3	65.15	4730.3	11.34
5000	8.1	74.81	6034.9	11.34
5500	9.0	75.74	6716.4	11.34
6000	10.0	76.73	7428.5	11.34
6500	11.0	78.09	8194.8	11.34
7000	12.2	80.29	9064.2	11.34
7500	13.3	81.78	9899.7	11.34
7842	13.9	80.79	10320.8	11.35
8000	14.2	81.85	10545.5	11.34
8500	15.0	81.40	11161.6	11.35
9000	15.5	79.44	11537.7	11.34
9500	15.8	76.71	11241.4	11.34
9902	15.4	74.04	11790.2	11.34
10000	15.8	73.08	11768.2	11.35
10500	15.7	68.92	11677.7	11.34
11000	15.8	72.13	11777.8	11.34



Gambar 4. Pengujian Busi Iridium (Horse Power)



Gambar 5. Pengujian Busi Iridium (Torque)

Berdasarkan data tersebut, daya maksimum meningkat menjadi 15,6 HP pada 9819 RPM, sedangkan torsi maksimum mencapai 80,86 Nm pada 7934 RPM.

Berdasarkan Gambar 4, terlihat adanya peningkatan kurva daya dibandingkan kondisi standar. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan busi iridium mampu meningkatkan performa mesin [15].

Selain itu, berdasarkan Gambar 5, peningkatan torsi juga terjadi meskipun tidak terlalu signifikan. Hal ini disebabkan oleh percikan api yang lebih stabil sehingga meningkatkan efisiensi pembakaran [17].

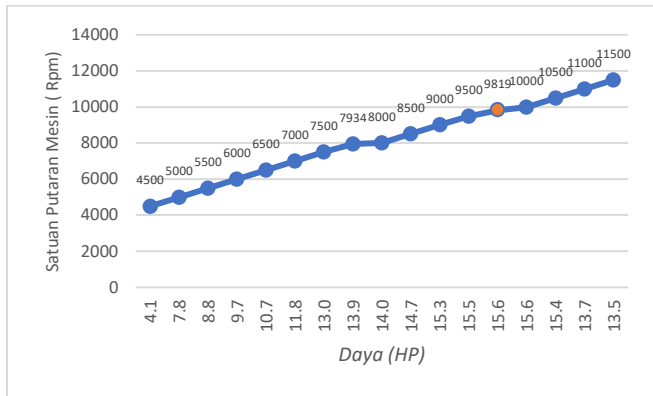
3.4 Hasil Pengujian Busi Iridium Serta Ignition Booster

Hasil pengujian kombinasi busi iridium dan ignition booster ditunjukkan pada Tabel 4 dan Gambar 6 dan 7. Berdasarkan data tersebut, diperoleh daya maksimum sebesar 15,8 HP pada 9877 RPM dan torsi maksimum sebesar 82,06 Nm pada 7769 RPM

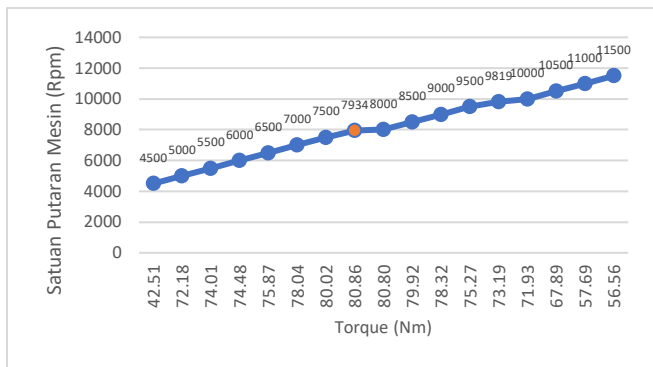
Tabel 4 Data Hasil Pengujian Busi Iridium serta Ignition Booster

RPM	Horse Power	Torque	Horse Power (AN-1)	Lambda (AN-1)
4500	4.1	42.51	3087.6	11.35
5000	7.8	72.18	5836.0	11.34
5500	8.8	74.01	6581.9	11.35
6000	9.7	74.48	7222.1	11.35
6500	10.7	75.87	7959.3	11.35
7000	11.8	78.04	8809.5	11.35
7500	13.0	80.02	9677.3	11.35
7934	13.9	80.86	10354.2	11.35
8000	14.0	80.80	10429.4	11.35
8500	14.7	79.92	10969.3	11.35
9000	15.3	78.32	11375.6	11.35
9500	15.5	75.27	11545.1	11.35
9819	15.6	73.19	11601.4	11.35

10000	15.6	71.93	11595.7	11.35
10500	15.4	67.89	11484.2	11.35
11000	13.7	57.69	10224.3	11.35
11500	13.5	56.56	10046.2	11.34



Gambar 6. Pengujian Busi Iridium (Horse Power)



Gambar 7. Pengujian Busi Iridium (Torque)

Berdasarkan Gambar 6, terlihat bahwa kurva daya dan torsi mengalami peningkatan yang lebih signifikan dibandingkan kondisi sebelumnya. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi sistem pengapian memberikan pengaruh besar terhadap performa mesin [15].

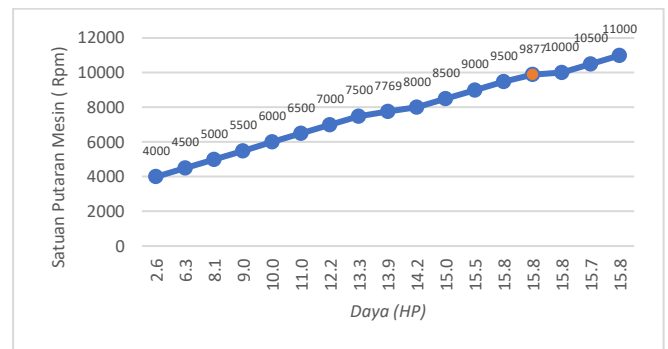
Selain itu, berdasarkan Gambar 7, peningkatan torsi yang cukup signifikan menunjukkan bahwa tekanan pembakaran meningkat akibat energi pengapian yang lebih besar [17].

3.5 Hasil Data Compare

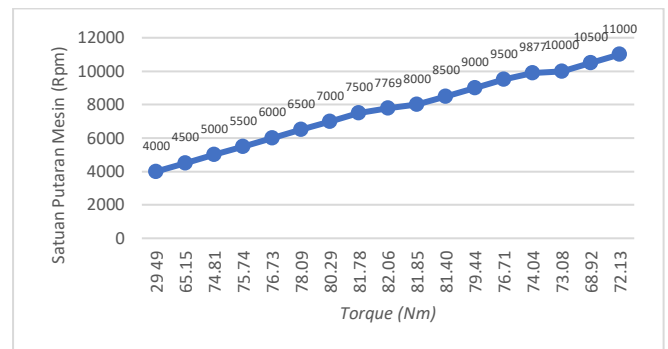
Perbandingan hasil pengujian ketiga kondisi ditampilkan pada Tabel 5 dan Gambar 8 dan 9. Berdasarkan data tersebut, terlihat bahwa setiap variasi memberikan peningkatan performa mesin.

Tabel 5 Hasil Data Compare

RPM	Horse Power	Torque	Horse Power (AN-1)	Lambda (AN-1)
4000	2.6	29.49	1906.4	11.34
4500	6.3	65.15	4730.3	11.34
5000	8.1	74.81	6034.9	11.34
5500	9.0	75.74	6716.4	11.34
6000	10.0	76.73	7428.5	11.34
6500	11.0	78.09	8194.8	11.34
7000	12.2	80.29	9064.2	11.34
7500	13.3	81.78	9899.7	11.34
7769	13.9	82.06	10320.8	11.35
8000	14.2	81.85	10545.5	11.34
8500	15.0	81.40	11161.6	11.35
9000	15.5	79.44	11537.7	11.34
9500	15.8	76.71	11741.4	11.34
9877	15.8	74.04	11790.2	11.34
10000	15.8	73.08	11768.2	11.35
10500	15.7	68.92	11677.7	11.34
11000	15.8	72.13	11777.8	11.34



Gambar 8. Data Compare (Horse Power)



Gambar 9. Data Compare (Torque)

Berdasarkan Gambar 8, kurva daya dan torsi menunjukkan bahwa kombinasi busi iridium dan ignition booster menghasilkan performa tertinggi dibandingkan kondisi lainnya [15].

Sementara itu, berdasarkan Gambar 9, peningkatan daya dan torsi terjadi secara bertahap dari kondisi standar hingga kondisi modifikasi. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan kualitas percikan api dan energi pengapian berpengaruh langsung terhadap performa mesin [17].

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa modifikasi *Electronic Control Unit* (ECU) dan variasi jenis busi berpengaruh positif terhadap peningkatan performa mesin sepeda motor 150 cc. Pada kondisi standar, mesin menghasilkan daya maksimum sebesar 15,4 HP pada 9902 RPM dan torsi maksimum sebesar 80,79 Nm pada 7842 RPM. Penggunaan busi iridium meningkatkan performa mesin dengan menghasilkan daya maksimum 15,6 HP pada 9819 RPM dan torsi maksimum 80,86 Nm pada 7934 RPM, sedangkan kombinasi busi iridium dan *ignition booster* memberikan hasil terbaik dengan daya maksimum sebesar 15,8 HP pada 9877 RPM dan torsi maksimum sebesar 82,06 Nm pada 7769 RPM. Hasil tersebut menunjukkan bahwa optimasi sistem pengapian melalui modifikasi ECU dan penggunaan busi iridium mampu meningkatkan kualitas proses pembakaran sehingga menghasilkan peningkatan daya dan torsi mesin. Penelitian ini memberikan kontribusi sebagai referensi dalam pengembangan sistem pengapian kendaraan bermotor, khususnya dalam menentukan kombinasi pengaturan ECU dan jenis busi yang optimal untuk meningkatkan performa mesin, serta dapat menjadi dasar bagi penelitian selanjutnya mengenai efisiensi bahan bakar, emisi gas buang, dan keandalan mesin guna mendukung pengembangan teknologi kendaraan yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak bengkel Mahendra Motor Sport yang telah menyediakan fasilitas pengujian dyno test serta semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] N. Saidatin and H. Syafik, "Experimental Study of Spark Ignition Engine Performance under Different Electronic Control Units , Hole Injectors and Spark Plugs," vol. 06, no. 06, pp. 8–11, 2023, doi: 10.31284/j.jmesi.2023.v3i1.2992.
- [2] I. R. A. Jurnal *et al.*, "Investigating Engine Performance Alteration and Emissions Characteristic of ECU Remapping in a 150cc Four-stroke Single Overhead Camshaft Engine System Penelitian Perubahan Kinerja Mesin dan Karakteristik Emisi pada Remapping ECU pada Sistem Mesin 150cc Empat Tak dengan Satu Poros Nocken Atas," vol. 5, no. 1, pp. 101–114, 2026.
- [3] I. I. Projektovanja *et al.*, "FOR DUAL SPARK-PLUG IGNITION INTERNAL SPARK-PLUG IGNITION INTERNAL COMBUSTION ENGINE," vol. 20, no. 2022, pp. 195–205, 2023, doi: 10.5937/jaes0-28542.
- [4] R. Stone, *Introduction to Internal Combustion Engines*. Palgrave Macmillan, 2012. doi: 10.1007/s13201-025-02446-w.
- [5] P. Science, E. S. Division, and L. Berkeley, "Pengaruh Waktu Penginjeksian terhadap Unjuk Kerja Motor Diesel 1 Silinder dengan Bahan Bakar Campuran Biodiesel dan Etanol," *AutoMech J. Tek. Mesin*, vol. 5, no. 1, pp. 4–6, 2025, doi: 10.24269/jtm.v5i01.10028.
- [6] W. W. Pulkrabek, *Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine*. Pearson, 2003. doi: 10.1007/s13201-025-02446-w.
- [7] E. B. Moustafa, "Enhancing Automotive Performance : A Comparative Study of Spark Plug Electrode Configurations on Engine Behaviour and Emission Characteristics," vol. 4, no. 5, pp. 1–16, 2025, doi: 10.1175/JAS-D-20-0301.1.
- [8] A. K. Kumar, R. Singh, and P. Sharma, "Effect of ECU remapping on engine performance and emissions," *Int. J. Automot. Eng.*, vol. 10, no. 2, pp. 120–128, 2020, doi: 10.1016/j.jajp.2025.100329.
- [9] D. Sari, M. Yusuf, and H. Prasetyo, "Analysis of spark plug materials on combustion efficiency of gasoline engines," *J. Mech. Eng. Res.*, vol. 12, no. 1, pp. 45–52, 2021, doi: 10.1016/j.jajp.2025.100329.
- [10] M. Rahman, S. Ahmed, and K. Hossain, "Optimization of air-fuel ratio for performance improvement in gasoline engines," *Energy Procedia*, vol. 160, no. 09, pp. 765–772, 2019, doi: 10.3390/ma18091932.
- [11] H. Zhao, *Advanced Direct Injection Combustion Engine Technologies*. Woodhead Publishing, 2010. doi: 10.1007/s13201-025-02446-w.
- [12] A. Hassan, M. Ali, and R. Khan, "Performance analysis of iridium spark plugs in SI engines," *Int. J. Engine Res.*, vol. 22, no. 5, pp. 1500–1508, 2021, doi: 10.1016/j.jajp.2025.100329.
- [13] J. B. Heywood, *Internal Combustion Engine Fundamentals*. New York: McGraw-Hill, 1988. doi: 10.1007/s13201-025-02446-w.
- [14] Y. A. Cengel and M. A. Boles, *Thermodynamics: An Engineering Approach*. McGraw-Hill, 2015. doi:

10.1007/s13201-025-02446-w.

- [15] M. S. Al, R. Aziz, A. Choirul, N. Wahyudi, R. Mekar, and R. Vito, "Performance of Using Spark Plugs and Fuels Variations on 4-Stroke Motorcycle Engines," vol. 08, no. 01, pp. 6–10, 2022, doi: 10.31284/j.jmesi.2023.v3i1.2992.
- [16] P. Mesin *et al.*, "Pengaruh Re-Mapping Ecu Dan Variasi Busi Terhadap dengan sistem EFI menyebabkan sepeda teknisi di bengkel Crazyfast Speedshop EFI akan mengalami penurunan performa motor Honda Beat 110 CC tahun 2019 . remapping ECU dengan mapping bahan pendekatan dalam pe," vol. 7, no. 1, pp. 5–8, 2025, doi: 10.23887/jptk-undiksha.v17i1.23057.
- [17] A. Birkavs and R. Smigins, "Effect of single-contact spark plug electrode gap on composition of engine exhaust emissions," vol. 05, no. 02, pp. 353–358, 2021, doi: 10.22616/ERDev.2021.20.TF074.