



PENGARUH *BORE UP*, VARIASI BUSI *RACING*, DAN *SILENCER FREE FLOW* TERHADAP PERFORMA SEPEDA MOTOR 135 CC

Ivan Nauval Mahaendra^{1*}, Wahyudi², & Febrian Arif Budiman³

^{1,2,&3}Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Jalan Kolonel H. R. Hadijanto, Semarang, Jawa Tengah 50229, Indonesia

*Email: ivannauval7@gmail.com

Submit: 14-07-2025; Revised: 21-07-2025; Accepted: 24-07-2025; Published: 31-07-2025

ABSTRAK: Penelitian ini bertujuan menguji pengaruh kombinasi antara *bore up*, variasi busi *racing*, dan *silencer* knalpot *free flow* terhadap daya dan torsi mesin. Metode yang digunakan dalam penelitian ini ialah metode eksperimen dengan pendekatan kuantitatif. Mengganti diameter piston *bore up* dengan ukuran 54 mm ke 62 mm menjadikan 135 cc ke 177 cc dan ditambah dengan memvariasikan busi *racing* yaitu iridium, platinum, dan panjang *silencer* knalpot *free flow* 180 mm dan 300 mm menggunakan uji *dynotest*. Hasil *bore up* busi standar dan knalpot standar torsi meningkat 15,06 Nm dan daya menjadi 12,47 kW. Kombinasi *bore up* dengan busi iridium dan *silencer* 180 mm menghasilkan performa tertinggi, yakni torsi 16,39 Nm naik 60,50% dan daya 15,58 kW naik 100%. Sementara itu, kombinasi dengan busi platinum dan *silencer* 300 mm menghasilkan torsi 16,04 Nm dan daya 14,61 kW. Temuan ini menunjukkan bahwa konfigurasi *bore up* dengan busi iridium dan *silencer* 180 mm merupakan kombinasi paling optimal dalam meningkatkan performa mesin.

Kata Kunci: *Bore Up* Mesin, Busi *Racing*, Knalpot *Free Flow*, *Silencer*, Torsi dan Daya.

ABSTRACT: This study aims to test the effect of the combination of *bore up*, variations of racing spark plugs, and *free flow* exhaust silencers on engine power and torque. The method used in this study is an experimental method with a quantitative approach. Changing the *bore up* piston diameter from 54 mm to 62 mm makes 135 cc to 177 cc and added by varying the racing spark plugs namely iridium, platinum, and the length of the *free flow* exhaust silencer 180 mm and 300 mm using a *dynotest* test. The results of the *bore up* of standard spark plugs and standard exhaust increased torque by 15.06 Nm and power to 12.47 kW. The combination of *bore up* with iridium spark plugs and 180 mm silencers produced the highest performance, namely 16.39 Nm of torque increased by 60.50% and 15.58 kW of power increased by 100%. Meanwhile, the combination with platinum spark plugs and 300 mm silencers produced 16.04 Nm of torque and 14.61 kW of power. These findings indicate that a *bore-up* configuration with iridium spark plugs and a 180 mm silencer is the most optimal combination for improving engine performance.

Keywords: *Engine Bore-Up*, *Racing Spark Plugs*, *Free-Flow Exhaust*, *Silencer*, *Torque and Power*.

How to Cite: Mahaendra, I. N., Wahyudi, W., & Budiman, F. A. (2025). Pengaruh *Bore Up*, Variasi Busi *Racing*, dan *Silencer Free Flow* terhadap Performa Sepeda Motor 135 cc. *Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan*, 5(3), 821-832. <https://doi.org/10.36312/panthera.v5i3.604>



Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan is Licensed Under a [CC BY-SA Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

PENDAHULUAN

Sepeda motor merupakan salah satu alat transportasi sehari-hari yang paling banyak diminati masyarakat di Indonesia. Seiring dengan tingginya kebutuhan mobilitas, banyak pengguna sepeda motor, khususnya masyarakat

Uniform Resource Locator: <https://e-journal.lp3kamandanu.com/index.php/panthera>



pecinta otomotif yang melakukan modifikasi guna meningkatkan performa kendaraan mereka. Mesin mengalami penurunan performa karena termakan oleh usia mengakibatkan beberapa komponen mesin menjadi aus (Fitra *et al.*, 2021).

Penurunan unjuk kerja mesin sepeda motor adalah kondisi dimana tenaga yang dihasilkan dari sebuah mesin sepeda motor berada di bawah standar yang telah ditentukan produsen pabrikan. Hal ini memicu masyarakat atau konsumen mengeluarkan ide atau inovasi untuk melakukan peningkatan atau pembaharuan spesifikasi mesin pada sepeda motor yang dimilikinya. Sehingga sepeda motor yang dimilikinya memberikan kepuasan dari segi performa.

Unjuk kerja mesin kendaraan bermotor dapat ditingkatkan dengan berbagai macam cara, namun yang banyak diminati masyarakat dan kalangan anak muda yaitu *bore up* atau meningkatkan kapasitas silinder dengan membesarkan diameter silinder piston. Selain *bore up*, terdapat beberapa upaya pendukung lain yang dapat mempengaruhi performa mesin yaitu memperlancar aliran gas buang atau menggunakan *muffler free flow*. Pada umumnya, knalpot *free flow* digunakan untuk motor balap, tetapi saat ini, *free flow* tidak digunakan untuk motor balap saja, pengendara motor biasa juga banyak memakai knalpot *free flow* (Dewanto *et al.*, 2022).

Sementara itu, pada sistem pembuangan, dimensi *silencer* knalpot *free flow* juga memegang peranan penting, seperti: panjang, pendek, besar, dan kecil dalam mengoptimalkan aliran gas buang yang berpengaruh pada tenaga dan torsi mesin. Sebenarnya, knalpot mempunyai prinsip yaitu semakin jalur pembuangan lancar, maka tenaga mesin akan keluar secara maksimal (Syaekhu *et al.*, 2022). Namun, perlu diingat bahwa aliran gas buang yang terlalu bebas tanpa perhitungan juga dapat mengurangi *back pressure* yang dibutuhkan pada putaran mesin rendah, sehingga torsi bisa menurun.

Berkaitan dengan tekanan, dengan memperpanjang knalpot bagian *muffler* akan mengakibatkan gas buang dari sistem mengalami *pressure drop* atau tekanan menurun. Dikarenakan gas buang yang melewati *silencer* dengan panjang tertentu akan mengalami gesekan antara dinding pipa dan fluida gas. Hal ini menyebabkan tekanan akan menurun, tekanan menurun ini akan mengakibatkan hambatan atau tahanan gas buang yang keluar dari sistem knalpot lebih lama. Hal ini memungkinkan gas buang yang terhambat atau tertahan pada *muffler* akan masuk ke ruang bakar kembali pada saat *overlap* katup. Dalam hal ini, katup masuk dan katup buang membuka sedikit pada akhir langkah buang secara bersamaan. Gas yang terperangkap pada saat *overlap* katup tadi akan mempengaruhi campuran baru pada saat langkah hisap yang menyebabkan perbandingan campuran antara bahan bakar dan udara atau *lean mixture* berkurang. Bahwa campuran bahan bakar dan udara ideal adalah 14,7:1 akan berubah yang menyebabkan ledakan di dalam silinder menurun tekanannya. Tekanan tersebut untuk melakukan upaya langkah tenaga yang mendorong piston dari titik mati atas ke titik mati bawah yang alhasil akan mempengaruhi daya dan torsi mesin.

Mengoptimalkan sistem pengapian juga salah satu upaya untuk melakukan peningkatan performa motor seperti busi. Campuran bahan bakar dan udara yang ideal akan menghasilkan pembakaran yang sempurna dan ramah lingkungan, namun hal itu tidak lepas dengan peranan busi sebagai salah satu komponen



proses pembakaran tersebut, dimana hasil pencampuran bahan bakar dan udara tersebut akan diberi percikan bunga api agar menyala (Prasetyo & Rifdarmon, 2020). Berkaitan dengan pengapian dan pembakaran pada langkah ekspansi atau langkah usaha, dimana busi menerima tegangan tinggi 12.000 – 25.000 volt dari koil yang disalurkan melewati kabel busi yang menciptakan loncatan bunga api ke massa busi melewati udara akan membakar campuran bahan bakar dan udara. Di dalam ruang bakar pada akhir langkah kompresi yang menyebabkan ledakan di dalam ruang silinder menciptakan tekanan tinggi yang mendorong piston dari titik mati atas atau TMA ke titik mati bawah atau TMB, yang pada akhirnya akan mempengaruhi daya dan torsi mesin.

Sistem pengapian penggunaan busi *racing* sering menjadi pilihan karena diklaim mampu meningkatkan efisiensi pembakaran dan daya mesin. Akibat semakin majunya bidang otomotif, banyak perusahaan busi memproduksi busi dengan kualitas percikan bunga api yang lebih baik dari standar. Busi *racing*, busi platinum, dan busi iridium merupakan macam-macam busi (Akhyia *et al.*, 2019). Namun terkadang banyak pecinta otomotif sering kali menyepelekan tentang *part* kecil atau komponen kecil seperti busi dan *free flow muffler*. Bahwa mengganti *part-part* kecil seperti ini mempengaruhi performa dari segi daya dan torsi.

Penelitian mengenai peningkatan performa mesin sepeda motor melalui modifikasi telah banyak dilakukan, terutama terkait *bore up*, variasi busi, dan sistem knalpot. Wijaya (2022) mengungkapkan bahwa modifikasi *bore up* dapat meningkatkan daya dan torsi mesin secara signifikan. Namun, penelitian tersebut hanya berfokus pada efek *bore up* tanpa mempertimbangkan komponen pendukung lainnya, seperti penggunaan busi *racing* dan sistem knalpot, padahal ketiga komponen tersebut saling memengaruhi kinerja mesin secara menyeluruh. Celah penelitian (*research gap*) inilah yang menjadi dasar pentingnya dilakukan kajian lebih lanjut mengenai pengaruh gabungan antara *bore up*, variasi busi *racing*, dan panjang *silencer* knalpot *free flow* terhadap performa mesin. Penelitian ini bertujuan untuk mengisi kekosongan tersebut dengan menyelidiki secara komprehensif dampak kombinasi ketiga variabel terhadap daya dan torsi mesin. Hasil penelitian ini diharapkan tidak hanya memberikan kontribusi ilmiah dalam bidang otomotif, tetapi juga menjadi referensi praktis bagi para mekanik dan penggemar modifikasi sepeda motor dalam menentukan konfigurasi komponen yang optimal untuk meningkatkan performa mesin.

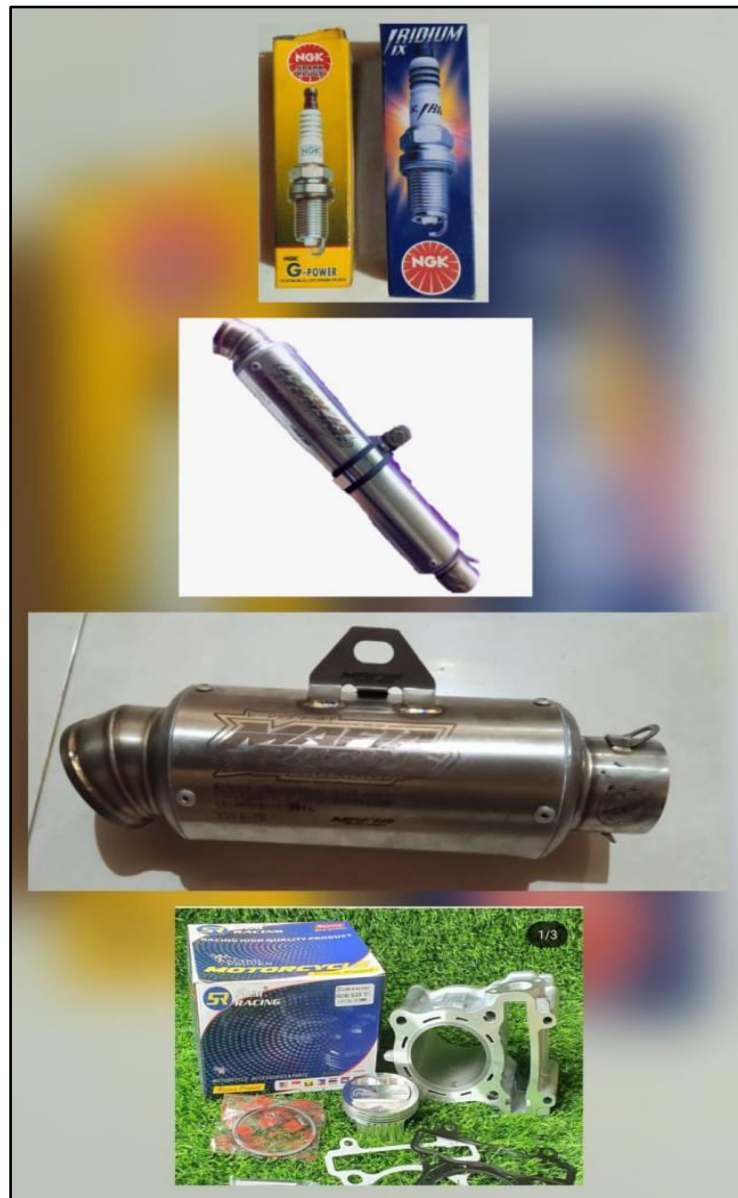
METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif, yaitu suatu pendekatan penelitian yang bersifat sistematis, terencana, dan terstruktur sejak tahap perumusan desain penelitian, yang mencakup penetapan tujuan, identifikasi subjek dan sampel penelitian, penentuan sumber data, serta pemilihan metode yang digunakan. Menurut Samsu (2017), metode penelitian eksperimen adalah salah satu jenis penelitian kuantitatif yang sering digunakan untuk mengetahui sebab akibat antara satu variabel dengan variabel yang lain.

Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Metode eksperimen digunakan untuk mengidentifikasi pengaruh variabel tertentu terhadap variabel lain dalam kondisi terkontrol secara ketat dan terkendali. Penelitian ini

menggunakan desain penelitian *true* eksperimen (penelitian eksperimen yang betul-betul dilaksanakan atau dilakukan dengan sebenarnya). Penelitian ini memiliki beberapa variabel yang diberi perlakuan dan diatur dalam kondisi terkontrol atau terstruktur.

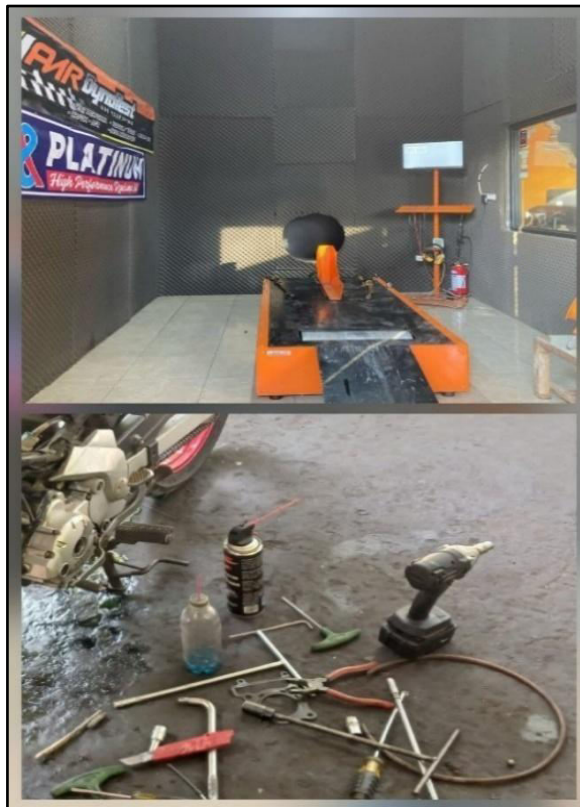
Peneliti melakukan penelitian dengan mengganti diameter piston *bore up* dengan ukuran 54 mm ke 62 mm menjadikan 135 cc ke 177 cc, dan ditambah dengan memvariasikan busi *racing* yaitu iridium, platinum, dan panjang *silencer* knalpot *free flow* 180 mm dan 300 mm, untuk meningkatkan dan menyesuaikan keefisienan performa mesin agar lebih maksimal. Peneliti menganalisis data hasil pengujian dan mengambil simpulan yang mana menambah diameter piston dan memvariasikan komponen eksternal seperti busi dan panjang *silencer* knalpot *free flow* dapat menunjang performa mesin sepeda motor tersebut.



Gambar 1. Bahan Penelitian.



Gambar 2. Bore Up.

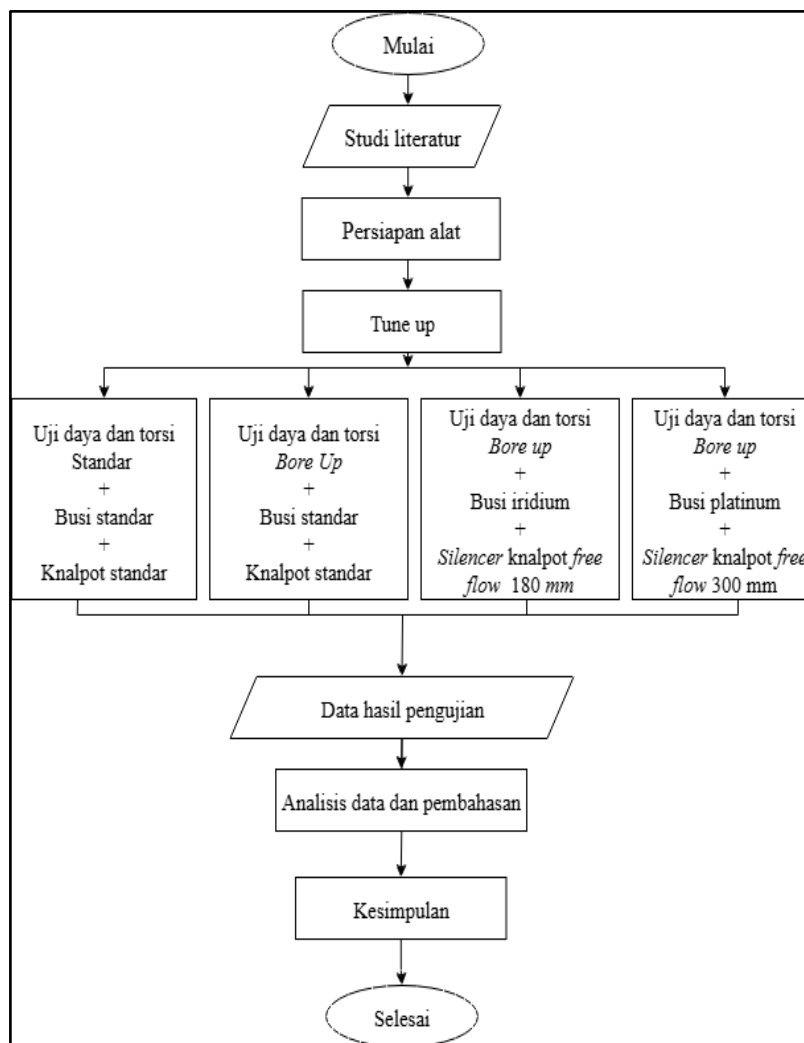


Gambar 3. Alat Penelitian.

Tahap-tahap yang dilaksanakan oleh peneliti dalam melakukan penelitian dimulai dari identifikasi masalah, studi literatur, mempersiapkan alat yaitu (satu *tool set*, *impact* elektrik beserta kunci *shock*, dan kunci torsi) dan bahan penelitian meliputi (sepeda motor Jupiter MX 135 cc tahun 2009, busi iridium NGK, busi platinum NGK, *block* 62 mm dari *brand* Sum racing, *silencer* knalpot *free flow* 180 mm dan 300 mm dari *brand* Mafia racing). Melakukan *tune up* sebelum melakukan pengujian performa, dan uji performa untuk mengetahui nilai perubahan torsi dan daya. Pengujian torsi dan daya masing-masing variasi modifikasi *bore up*. Putaran mesin paling rendah diambil di 6000 rpm dan untuk

putaran mesin paling tinggi di angka 9000 rpm rentan 500 rpm dengan mengambil 3 sampel hasil uji setiap variasi modifikasi *bore up*. Dimulai dari mesin standar, mesin *bore up* busi standar dan knalpot standar, *bore up* busi iridium dan *silencer* knalpot *free flow* 180 mm dan yang terakhir *bore up* busi platinum *silencer* 300 mm.

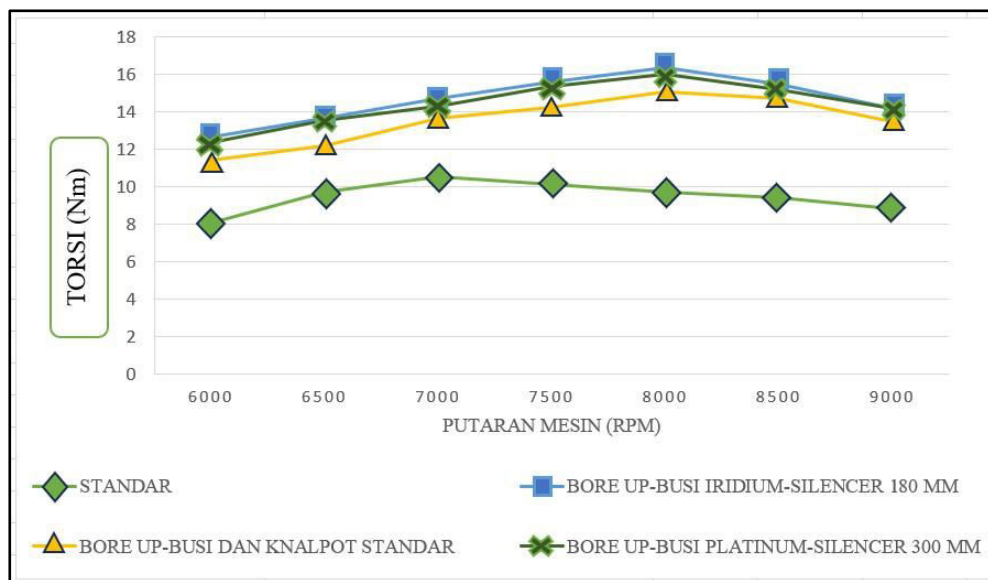
Sebelum melakukan pengujian performa, sepeda motor terlebih dahulu dilakukan *tune up* agar hasil performa mesin lebih optimal. Pada proses *tune up*, meliputi: mengganti oli mesin, pengencangan rantai roda, pengecekan air radiator, dan pembersihan komponen lainnya. Data diperoleh dan dikumpulkan dari uji performa yang dilakukan lalu dibuat grafik untuk mudah dipahami dan dianalisis. Data torsi dan daya yang diperoleh dianalisis secara deskriptif kuantitatif untuk mengetahui pengaruh masing-masing kombinasi perlakuan terhadap peningkatan performa mesin. Grafik perbandingan digunakan untuk memvisualisasikan perubahan performa antar perlakuan. Agar pelaksanaan penelitian berjalan secara sistematis dan terarah sejak tahap awal hingga akhir, maka disusunlah diagram alur penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Alur Penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian performa yang telah dilakukan, bahwa terdapat perbedaan nilai daya pada masing-masing modifikasi mesin. Perbedaan ini terlihat jelas pada penggunaan modifikasi *bore up* dengan berbagai kombinasi. Yaitu saat menggunakan modifikasi *bore up* dengan variasi busi dan knalpot standar, modifikasi *bore up* dengan busi standar dan knalpot standar, modifikasi *bore up* dengan variasi busi iridium dan *silencer* knalpot *free flow* sepanjang 180 mm, dan modifikasi *bore up* dengan variasi busi platinum dan *silencer* knalpot *free flow* sepanjang 300 mm.



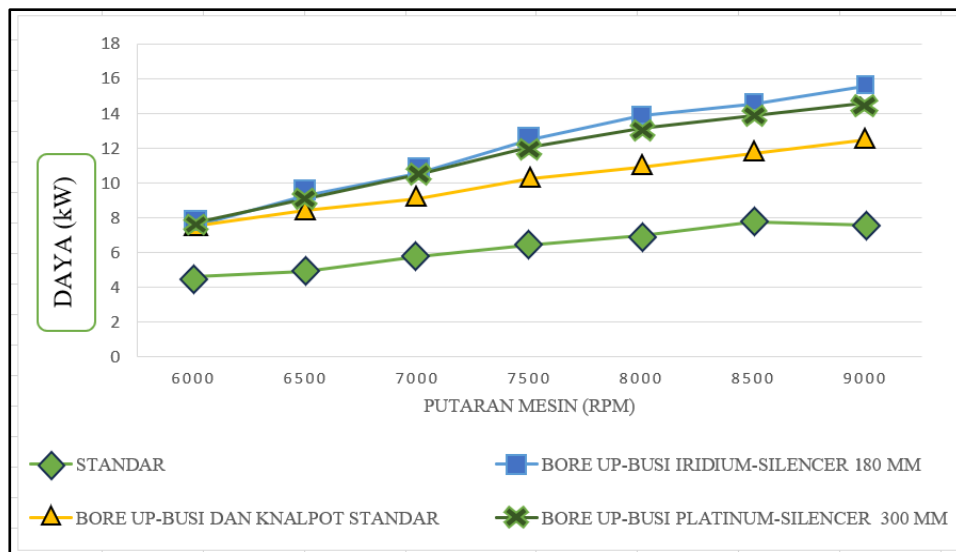
Gambar 5. Grafik Torsi.

Hasilnya telah dianalisis seperti yang terlihat pada Gambar 5, diketahui bahwa terdapat perbedaan nilai torsi yang dihasilkan. Hasilnya yaitu cenderung naik dilihat dari grafik pada Gambar 5, bahwa perubahan mesin standar ke *bore up* yang semula kapasitas mesin 135 cc menjadi 177 cc menggunakan *block* 62 mm. Meningkat tajam dari putaran rendah sampai putaran tinggi dimana persentase sampai 42,63% dimana torsi tertinggi *bore up* 15,06 Nm dengan busi standar dan knalpot standar sedangkan mesin standar torsi tertinggi hanya 10,53 Nm. Peningkatan ini menunjukkan bahwa memperbesar kapasitas ruang bakar dapat meningkatkan rasio kompresi, sehingga tekanan pembakaran juga meningkat, yang pada akhirnya meningkatkan daya dorong piston (Wijaya & Susilowati, 2022).

Pada saat modifikasi *bore up* busi standar dan knalpot standar ke *bore up* dengan variasi busi iridium dengan *silencer* 180 mm, nilai torsi maksimal yang dihasilkan sebesar 16,39 Nm pada putaran 8000 rpm naik 60,50% dari standar, ketika menggunakan modifikasi *bore up* dengan busi platinum dan knalpot *free flow silencer* 300 mm nilai torsi maksimal 15,06 Nm pada putaran mesin 8000 rpm, persentase naik sampai 60,05% dari standar. Menurut Prasetyo *et al.* (2023), knalpot *free flow* dirancang minim hambatan. Hal ini memastikan tidak terganggunya proses pembakaran oleh tekanan balik dari gas buang yang

dilepaskan. Akibatnya terjadi peningkatan efisiensi daya dan torsi yang tinggi. Dengan demikian, performa mesin menjadi lebih optimal terutama pada putaran tinggi.

Saat modifikasi *bore up* dengan variasi busi platinum dengan *silencer* 300 mm, nilai torsi maksimal yang dihasilkan sebesar 16,04 Nm, sedangkan torsi mesin modifikasi *bore up* dengan variasi busi busi iridium dengan *silencer* 180 mm dihasilkan torsi sebesar 16,36 Nm meningkat namun tidak terlalu tinggi. Menurut Tjahyono & Sutrisno (2017), faktor diameter pipa dan desain *header* lebih dominan dalam mempengaruhi karakter torsi dibandingkan dengan hanya mengubah panjang *silencer* saja. Dilihat dari kedua variasi *bore up* busi iridium dan platinum dapat menaikkan tenaga namun tidak terlalu tinggi. Menurut Lillahulhaq *et al.* (2022), semakin kecil elektroda busi yang dihasilkan ketika diberi tegangan dari rangkaian tegangan tinggi, maka akan semakin kuat pula medan listriknya yang dikeluarkan oleh busi. Artinya, elektroda pada busi standar tidak lebih baik dari busi platinum dan iridium walaupun tidak berpengaruh tinggi pada torsi karena memiliki diameter elektroda yang lebih besar, hal ini akan mengurangi kefokuskan loncatan bunga api ke arah massa busi. Namun, torsi tertinggi masih diraih modifikasi *bore up* dengan variasi busi iridium dan *silencer* knalpot *free flow* 180 mm yaitu dibandingkan mesin standar dengan persentase 60,50%. Sedangkan untuk daya juga menunjukkan peningkatan yang lebih tinggi.



Gambar 6. Grafik Daya.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa daya mesin cenderung mengalami peningkatan. Berdasarkan Gambar 6, terlihat bahwa modifikasi dari mesin standar ke *bore up*, yakni dari kapasitas awal 135 cc menjadi 177 cc dengan penggunaan *block* dengan ukuran diameter 62 mm. Menghasilkan peningkatan daya yang tinggi pada pada putaran 6000 rpm hingga 9000. Peningkatan daya mencapai 57% hingga 72%, dimana daya tertinggi setelah *bore up* mencapai 12,47 kW pada modifikasi dengan busi dan knalpot standar. Sebagai perbandingan, daya tertinggi mesin standar hanya sebesar 7,57 kW. Menurut Wijaya & Susilowati (2022),



memperbesar kapasitas mesin pada ruang bakar membuat bahan bakar dan udara yang masuk ke dalam mesin bertambah besar. Hal ini menimbulkan rasio kompresi meningkat, rasio kompresi yang meningkat akan menimbulkan tekanan pembakaran yang tinggi dan membantu piston naik turun, sehingga torsi dan daya mesin akan meningkat.

Ketika dilakukan modifikasi *bore up* dengan busi iridium dan *silencer* knalpot *free flow* sepanjang 180 mm, daya maksimum meningkat menjadi 15,58 kW naik 100% pada putaran 9000 rpm dibandingkan standar. Sementara itu, pada modifikasi *bore up* dengan busi platinum dan *silencer* knalpot *free flow* sepanjang 300 mm, daya maksimum yang dihasilkan adalah 14,61 kW pada 9000 rpm naik 93,00%. Menurut Prasetyo *et al.* (2023), knalpot *free flow* dirancang minim hambatan, hal ini memastikan tidak terganggunya proses pembakaran oleh tekanan balik dari gas buang yang dilepaskan. Akibatnya terjadi peningkatan efisiensi daya dan torsi yang tinggi. Kelancaran gas buang pada sistem knalpot akan menimbulkan kinerja mesin lebih optimal, karena gas sisa pembakaran keluar dengan lancar ke udara (Febritasari *et al.*, 2023).

Saat modifikasi *bore up* dengan variasi busi platinum dengan *silencer* 300 mm, nilai daya maksimum yang dihasilkan sebesar 14,61 kW naik 57 hingga 72. Sedangkan daya mesin modifikasi *bore up* dengan variasi busi iridium dengan *silencer* 180 mm dihasilkan daya sebesar 15,58 kW meningkat namun tidak terlalu tinggi persentase selisihnya. Menurut Tjahyono & Sutrisno (2017), faktor diameter pipa dan desain *header* lebih dominan dalam mempengaruhi karakter torsi dan daya dibandingkan hanya mengubah panjang *silencer* saja. Namun, daya maksimal tertinggi masih diraih modifikasi *bore up* dengan variasi busi iridium dan *silencer* knalpot *free flow* 180 mm. Dilihat dari kedua variasi *bore up* busi iridium dan platinum dapat menaikkan tenaga namun tidak terlalu tinggi. Menurut Lillahulhaq *et al.* (2022), semakin kecil elektroda busi yang dihasilkan ketika diberi tegangan dari rangkaian tegangan tinggi, maka akan semakin kuat pula medan listriknya yang dikeluarkan oleh busi. Artinya, elektroda pada busi standar tidak lebih baik dari busi platinum dan iridium walaupun tidak berpengaruh tinggi karena memiliki diameter elektroda yang lebih besar, hal ini akan mengurangi kefokusannya loncatan bunga api ke arah massa busi.

Secara keseluruhan, modifikasi *bore up* yang dikombinasikan dengan busi iridium dan *silencer* knalpot *free flow* sepanjang 180 mm masih menghasilkan daya tertinggi yaitu 15,58 kW, atau mengalami peningkatan daya hingga 100% dibandingkan mesin standar. Peningkatan ini lebih dominan pada daya dibandingkan torsi karena karakter mesin *overbore* cenderung menghasilkan daya maksimum yang lebih tinggi. Menurut Faizin & Aminudin (2019), mesin *overbore* memungkinkan putaran mesin yang lebih tinggi karena *stroke* yang relatif pendek mengurangi kecepatan piston dan gesekan mekanis pada rpm tinggi, sehingga mesin dapat beroperasi dengan stabil pada putaran tinggi yang berkontribusi pada peningkatan daya puncak.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa modifikasi mesin melalui metode *bore up* dari 135 cc menjadi 177 cc secara signifikan



meningkatkan performa mesin, baik dari segi torsi maupun daya. Mesin standar menghasilkan torsi maksimum sebesar 10,53 Nm pada 7000 rpm dan daya maksimum 7,57 kW. Setelah dilakukan modifikasi *bore up* menggunakan *block* silinder berdiameter 62 mm dengan tetap mempertahankan busi dan knalpot standar, torsi meningkat menjadi 15,06 Nm (naik 42,63%), dan daya mencapai 12,47 kW (peningkatan sekitar 65%). Kombinasi modifikasi *bore up* dengan busi iridium dan *silencer* knalpot *free flow* sepanjang 180 mm menunjukkan peningkatan performa tertinggi, yaitu torsi sebesar 16,39 Nm (naik 60,50%) dan daya sebesar 15,58 kW (naik 100%). Sementara itu, kombinasi *bore up* dengan busi platinum dan *silencer* 300 mm menghasilkan torsi 16,04 Nm (naik 60,05%) dan daya 14,61 kW (naik 93%). Dengan demikian, penggunaan busi iridium dan *silencer* 180 mm merupakan konfigurasi paling optimal dalam meningkatkan performa mesin hasil modifikasi.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis memberikan beberapa saran guna optimalisasi performa dan keawetan mesin. Pertama, penggunaan modifikasi *bore up* yang dipadukan dengan busi *racing* iridium serta *silencer* knalpot *free flow* sepanjang 180 mm terbukti memberikan performa yang lebih baik dibandingkan mesin standar. Oleh karena itu, disarankan untuk menggunakan *silencer* knalpot *free flow* yang lebih pendek agar peningkatan performa lebih optimal, serta memilih jenis busi dengan inti elektroda iridium guna mendukung efisiensi pembakaran. Kedua, untuk menjaga keawetan mesin *bore up* yang memiliki karakteristik lebih cepat panas akibat peningkatan rasio kompresi, penting untuk secara rutin memeriksa kualitas oli dan kondisi air radiator agar sistem pendinginan tetap bekerja secara maksimal. Terakhir, penulis menyarankan agar dilakukan penelitian lanjutan yang lebih mendalam mengenai aspek konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang, guna memberikan gambaran yang lebih menyeluruh terkait dampak modifikasi terhadap efisiensi dan lingkungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih dan apresiasi yang setinggi-tingginya kepada seluruh pihak yang telah memberikan kontribusi serta dukungan dalam proses penyelesaian penelitian ini. Ucapan terima kasih secara khusus disampaikan kepada orang tua dan saudara yang senantiasa memberikan dukungan moral maupun materiil. Terima kasih juga disampaikan kepada Bapak Wahyudi, S.Pd., M.Eng., selaku dosen pembimbing atas bimbingan dan arahannya selama proses penelitian, serta kepada Bapak Febrian Arif Budiman, S.Pd., M.Pd., selaku dosen penguji atas masukan yang sangat berharga. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Bapak Dr. Eng. Rizqi Fitri Nuryanto, S.T., M.Eng., selaku Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang atas dukungan dan fasilitas yang diberikan. Ucapan terima kasih juga diberikan kepada seluruh civitas akademika Universitas Negeri Semarang atas segala bantuan dan kesempatan yang telah diberikan. Selain itu, penulis menyampaikan apresiasi kepada Bengkel ANR



DYNO Kebumen dan Bengkel SPEEDSHOP 87 Kebumen atas kerja sama dan dukungannya dalam proses penelitian. Tak lupa, penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh teman-teman yang telah membantu dan memberikan semangat selama pelaksanaan penelitian ini. Segala bentuk dukungan yang diberikan sangat berarti dalam keberhasilan penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Akhya, R., Bugis, H., & Basori, B. (2019). Analisis Pengaruh Daya, Tingkat Kebisingan, dan Torsi Sepeda Motor 4 Tak pada Penggunaan Knalpot dengan Busi *Racing* dan Model *Free Flow*. *Nozel: Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, 01(02), 111-122. <https://doi.org/10.20961/nozel.v1i2.31412>
- Dewanto, S. G., Ranto, R., & Bugis, H. (2023). Analisa Perbandingan Knalpot Standar dan Knalpot *Free Flow* terhadap Performa Mesin 4 Langkah 155 cc. *Nozel: Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, 5(1), 56-65. <https://doi.org/10.20961/nozel.v5i1.72284>
- Faizin, K. N., & Aminudin, A. (2019). Modifikasi Mesin Motor Roda Duaseri Beat ESP 2017 Hemat Energi dengan Metode *Stroke Up* dan *Bore Up*. *Jurnal Integrasi*, 11(1), 37-41. <https://doi.org/10.30871/ji.v1i1.1175>
- Febritasari, R., Yusuf, A. A. I., Sutrisno, T. A., Widi, I. K. A., & Korawan, A. D. (2023). Analisa Pengaruh Panjang *Muffler* pada Mesin 4 Tak Berkapasitas 125cc terhadap Karakteristik Daya dan Torsi Mesin Menggunakan Pengujian *Dyno* dan Komputasi Fluida Dinamis. *Journal of Mechanical Engineering Manufactures Materials and Energy*, 7(1), 43-53. <https://doi.org/10.31289/jmemme.v7i1.7687>
- Fitra, V. A., Mahendra, S., & Ariwibowo, B. (2021). Analisis Pengaruh Variasi *Camshaft* terhadap Performa dan Emisi Gas Buang Mesin Sepeda Motor 4 Langkah 160 cc. *Journal of Vocational Education and Automotive Technology*, 3(1), 74-82.
- Lillahulhaq, Z., Mahmud, R., & Safiullah, S. (2022). The Effect of Spark Plug Ground Electrode on Spark Ignition Engine Performance. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 13(2), 523-530. <https://doi.org/10.21776/jrm.v13i2.1093>
- Prasetyo, A., & Rifdarmon, R. (2020). Analisis Variasi Penggunaan Busi pada Sepeda Motor Yamaha Vixion Tahun 2015 terhadap Daya, Torsi dan Emisi Gas Buang. *Journal of Automotive Engineering and Vocational Education*, 1(1), 31-38. <https://doi.org/10.24036/aej.v1i1.4>
- Prasetyo, B., Abdusukri, A. R., Azzindani, I., Setyawan, F., & Saputra, T. J. (2023). Pengaruh Penggunaan Knalpot Standar dan Variasi Model *Free Flow* terhadap Kinerja Mesin dan Tingkat Kebisingan pada Honda Supra X 125R. *Jurnal Penelitian Rumpun Ilmu Teknik*, 2(3), 100-110. <https://doi.org/10.55606/juprit.v2i3.2040>
- Samsu, S. (2017). *Metode Penelitian : Teori dan Aplikasi Penelitian Kualitatif, Kuantitatif, dan Mix Method serta Research and Development*. Jambi: Pusaka Jambi.
- Syaekhu, A., Apriyanto, N., & Setiawan, T. (2022). Pengaruh Penggunaan Knalpot Standar dan Knalpot *Racing R9* terhadap Emisi Gas Buang dan Tingkat Kebisingan pada Motor Vixion 2013. *Journal of Vocational*



Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan

E-ISSN 2808-246X; P-ISSN 2808-3636

Volume 5, Issue 3, July 2025; Page, 821-832

Email: pantherajurnal@gmail.com

Education and Automotive Technology, 4(1), 153-164.

Tjahyono, A. T., & Sutrisno, T. (2017). Desain *Silencer* Knalpot *Racing* untuk Suzuki Satria. *Mechanova*, 6(1), 3-9.

Wijaya, A., & Susilowati, S. E. (2024). Modifikasi *Engine* dengan *Bore Up* pada Sepeda Motor Honda *Beat Street*. *Scientica: Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi*, 2(12), 711-718.