

The Effect of Bore Up and Stroke Up on SOHC Engines on Maximum Power and Torque as well as Fuel Consumption Using XX-AKR RON 92 and XX-RON 92 on GL Series 264 CC Engines

[Pengaruh Bore Up Dan Stroke Up Pada Mesin SOHC Terhadap Daya Dan Torsi Maksimum Serta Konsumsi Bahan Bakar Menggunakan XX- AKR RON 92 dan XX-RON 92 Pada Mesin GL Series 264 CC]

Gilang Januar Andrian ¹⁾, Mulyadi ²⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: mulyadi@umsida.ac.id

Abstract. *Motorcycle engine performance improvement is often done through cylinder capacity modification, one of which is the bore up and stroke up method. This study aims to analyze the effect of applying bore up and stroke up on maximum power and torque in a GL Series SOHC engine with a capacity of 264 cc. The research method used is an experimental method, where testing is carried out on a standard engine and an engine with modified bore and stroke. Power and torque data collection is carried out using a dynamometer or dynotest at various engine speeds. The results show that increasing the cylinder diameter (bore up) and piston stroke length (stroke up) significantly increases cylinder capacity, thus having a direct impact on increasing maximum power and torque of the engine. The modified engine shows an increase in torque at low to medium revs and an increase in maximum power at high revs compared to the standard engine. However, this modification also has the potential to increase mechanical loads and fuel consumption. Therefore, the application of bore up and stroke up needs to be adjusted to the engine component specifications to maintain engine performance and reliability.*

Keywords - *Bore up, Stroke up, SOHC engine, Engine power, Engine torque, GL Series 264 cc*

Abstrak. *Peningkatan performa mesin sepeda motor sering dilakukan melalui modifikasi kapasitas silinder, salah satunya dengan metode bore up dan stroke up. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penerapan bore up dan stroke up terhadap daya dan torsi maksimum pada mesin SOHC tipe GL Series dengan kapasitas 264 cc. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen, di mana pengujian dilakukan pada mesin standar dan mesin yang telah dimodifikasi bore dan stroke-nya. Pengambilan data daya dan torsi dilakukan menggunakan alat dynamometer atau dynotest pada berbagai putaran mesin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan diameter silinder (bore up) dan panjang langkah piston (stroke up) secara signifikan meningkatkan kapasitas silinder, sehingga berdampak langsung pada kenaikan daya dan torsi maksimum mesin. Mesin hasil modifikasi menunjukkan peningkatan torsi pada putaran rendah hingga menengah serta peningkatan daya maksimum pada putaran tinggi dibandingkan mesin standar. Namun demikian, modifikasi ini juga berpotensi meningkatkan beban mekanis dan konsumsi bahan bakar. Oleh karena itu, penerapan bore up dan stroke up perlu disesuaikan dengan spesifikasi komponen mesin agar performa dan keandalan mesin tetap terjaga.*

Kata Kunci - *Bore up, Stroke up, Mesin SOHC, Daya mesin, Torsi mesin, GL Series 264 cc*

I. PENDAHULUAN

Dalam bidang otomotif, performa mesin menjadi salah satu elemen kunci yang sangat diperhatikan oleh produsen maupun pengguna kendaraan, terutama sepeda motor. Daya berkaitan dengan kecepatan maksimum, sedangkan torsi berperan penting dalam akselerasi dan kemampuan menanjak serta *top speed*. Oleh karena itu, peningkatan daya dan torsi merupakan fokus utama dalam upaya modifikasi mesin.[1]. Salah satu tipe mesin yang banyak diaplikasikan pada sepeda motor adalah mesin *SOHC* (*Single Overhead Camshaft*). Mesin ini memiliki desain yang lebih sederhana dan biaya operasional yang jauh lebih terjangkau dibandingkan *DOHC*, namun dari segi performa, terutama pada putaran tinggi, *SOHC* sering kali dianggap kurang optimal.[2].

Untuk meningkatkan kinerja mesin *SOHC*, modifikasi teknis seperti *bore up* dan *stroke up* kerap dilakukan. *Bore up* adalah proses memperbesar diameter silinder, sementara *stroke up* dilakukan dengan menambah Panjang langkah piston dengan cara umumnya yaitu menggeser posisi *Big Pen* menjauh dari poros standar. Kedua metode ini bertujuan untuk meningkatkan kapasitas silinder mesin sehingga diharapkan dapat menghasilkan daya dan torsi yang lebih besar.[3]. Meskipun secara teori modifikasi tersebut dapat meningkatkan performa secara signifikan, dalam praktiknya hasil yang diperoleh lebih bervariasi. Faktor-faktor seperti kompresi, rasio bahan bakar dan udara, serta keseimbangan antar komponen juga berpengaruh. Jika tidak dilakukan dengan perhitungan yang matang, modifikasi ini justru mengakibatkan kerusakan pada mesin ataupun penurunan efisiensi.[4].

Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis secara rinci bagaimana pengaruh *bore* dan *stroke* terhadap performa mesin *SOHC*, khususnya terhadap daya dan torsi maksimum[5]. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi teknis yang bermanfaat, baik bagi dunia akademik maupun dibidang otomotif dan bengkel modifikasi. Selain daya dan torsi, konsumsi bahan bakar merupakan parameter penting dalam evaluasi kinerja mesin pembakaran dalam. Konsumsi bahan bakar menunjukkan tingkat efisiensi mesin dalam mengubah energi kimia bahan bakar menjadi energi mekanik. Mesin dengan performa tinggi namun konsumsi bahan bakar yang berlebihan dinilai kurang efisien, sehingga analisis konsumsi bahan bakar perlu dilakukan secara bersamaan dengan pengujian daya dan torsi.

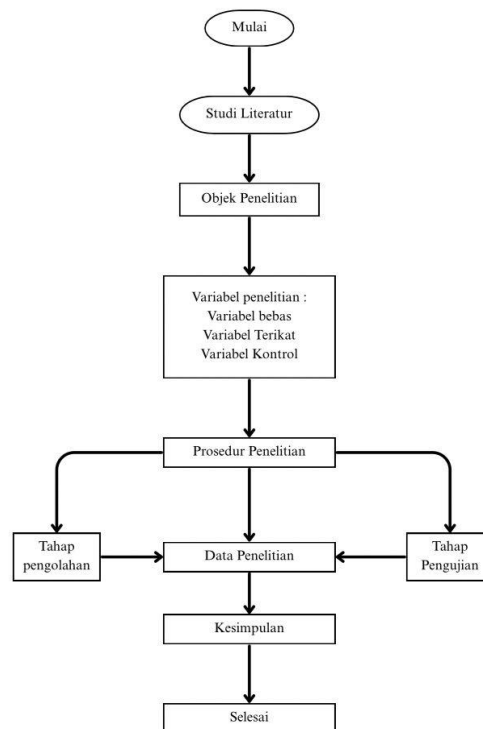
Pada mesin sepeda motor empat langkah, konsumsi bahan bakar dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti kapasitas silinder, perbandingan kompresi, sistem pengapian, karakteristik pembakaran, serta jenis bahan bakar yang digunakan[6]. Modifikasi *bore up* dan *stroke up* yang bertujuan meningkatkan kapasitas silinder dan performa mesin umumnya berdampak langsung terhadap peningkatan kebutuhan bahan bakar. Oleh karena itu, pengujian konsumsi bahan bakar diperlukan untuk mengetahui sejauh mana peningkatan performa mesin masih berada dalam batas efisiensi yang dapat diterima.

Jenis bahan bakar bensin yang digunakan juga sangat mempengaruhi proses pembakaran di dalam ruang bakar. Salah satu parameter utama bahan bakar bensin adalah nilai Research Octane Number (RON), yang menunjukkan kemampuan bahan bakar menahan detonasi atau knocking[7]. Mesin dengan rasio kompresi menengah hingga tinggi memerlukan bahan bakar dengan nilai oktan yang sesuai agar pembakaran berlangsung optimal dan tidak merusak komponen mesin[8]. Di Indonesia, bahan bakar bensin dengan RON 92 yang umum digunakan antara lain XX RON 92 dan XX AKR 92. XX RON 92 merupakan bahan bakar produksi PT PerXX yang dirancang untuk kendaraan bermotor dengan kebutuhan oktan menengah hingga tinggi. XX RON 92 dilengkapi dengan aditif yang berfungsi membantu menjaga kebersihan sistem bahan bakar, meningkatkan kualitas pembakaran, serta mengurangi emisi gas buang[9].

Penelitian ini mengkaji pengaruh modifikasi *bore up* dan *stroke up* terhadap performa mesin *SOHC*, yang meliputi daya maksimum, torsi maksimum, serta konsumsi bahan bakar. Selain itu, penelitian ini juga menganalisis perbandingan penggunaan bahan bakar beroktan 92, yaitu XX RON 92 dan XX-AKR 92, terhadap hasil performa dan efisiensi mesin setelah dilakukan modifikasi. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berfokus pada peningkatan performa mesin, tetapi juga mempertimbangkan aspek efisiensi bahan bakar sebagai parameter penting dalam evaluasi kinerja mesin

II. METODE

Penelitian ini termasuk dalam kategori eksperimen kuantitatif, yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh perubahan dimensi *bore* dan *stroke* pada mesin SOHC terhadap output daya dan torsi maksimum. Penelitian dilakukan dengan menguji performa mesin menggunakan alat uji *dyno test*. Metode penelitian ini, membahas secara sistematis



tentang tahapan-tahapan penelitian yang dilakukan. Tahapan-tahapan penelitian ditunjukkan pada gambar berikut :

Gambar 1. Diagram alir penelitian

Pada penelitian dan pengujian yang dilakukan di bengkel RAT Motorsport By pass juanda dengan tujuan mendapatkan hasil uji yang terbaik dari motor untuk melihat *horsepower*, *torque* dan *SFC (Specific Fuel Consumption)* pada motor dengan mengubah ukuran *piston* dan *stroke*. Adapun alur yang digunakan pada penelitian ini yaitu mulai dari studi literatur yang memiliki tujuan sebagai dasar dari penelitian sebelum melanjutkan pada tahap persiapan alat dan bahan dalam proses melakukan modifikasi dan proses *dynotest*. Jika tahap sebelumnya selesai analisa data akan dilakukan untuk memperoleh hasil dari penelitian tersebut. Semua tahapan tersebut dilakukan secara sistematis dan runtut agar diperoleh hasil yang diinginkan.

Peneliti melakukan kajian terhadap modifikasi mesin SOHC melalui Teknik *bore up* dan *stroke up* untuk meningkatkan daya dan torsi maksimum. *Bore up* dilakukan dengan memperbesar diameter silinder, sehingga kapasitas ruang bakar bertambah dan tenaga mesin meningkat, meskipun beresiko terhadap ketahanan dinding silinder. Oleh karena itu mengganti boring dengan diameter dengan jarak aman. *Stroke up* memperpanjang langkah piston untuk meningkatkan torsi pada putaran rendah, namun dapat menurunkan batas *RPM* maksimum. Evaluasi hasil modifikasi dilakukan menggunakan *dynotest*, yang mengukur daya dan torsi maksimum.

Mesin SOHC (*Single Overhead Camshaft*)

Mesin SOHC merupakan jenis mesin dengan satu noken as (camshaft) yang terletak di atas kepala silinder dan langsung menggerakkan katup masuk dan buang. Desain ini umum digunakan pada sepeda motor karena konstruksinya yang sederhana, biaya produksi yang lebih rendah, dan efisiensi bahan bakar yang cukup baik. Kelebihan mesin SOHC

- Desain lebih ringkas
- Perawatan lebih mudah
- Lebih ringan dibandingkan DOHC

Namun, mesin SOHC memiliki keterbatasan dalam efisiensi volumetric pada putaran tinggi, sehingga modifikasi seperti *bore up* dan *stroke up* menjadi salah satu cara untuk meningkatkan performa. [10]

Konsep *Stroke up*

Stroke up adalah modifikasi pada camshaft agar panjang langkah piston (*stroke*) menjadi lebih panjang. Peningkatan *stroke* akan menaikkan volume mesin dan torsi yang dihasilkan pada putaran rendah hingga menengah. [11]

Keuntungan *stroke up* :

- Torsi meningkat terutama pada *RPM* rendah
- Kapasitas mesin bertambah
- Efektif untuk penggunaan harian atau medan menanjak

Namun, *stroke up* juga dapat meningkatkan getaran mesin dan menurunkan *RPM* maksimum akibat gaya inersia yang lebih besar.

Hubungan Volume Silinder dengan Performa Mesin

Performa mesin (daya dan torsi) sangat dipengaruhi oleh kapasitas volume silinder. Persamaan volume silinder secara umum adalah :

$$V = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times S \times N$$

Keterangan :

- D = diameter piston (*bore*)
- S = panjang langkah piston (*stroke*)
- N = jumlah silinder

Dengan menaikkan nilai D (*Bore up*) dan S (*stroke up*), maka nilai V meningkat, sehingga potensi tenaga dan torsi juga bertambah.

Konsep *Bore up*

Bore up adalah Teknik memperbesar silinder mesin dengan mengganti piston dan liner menjadi lebih besar. Dengan meningkatnya volume silinder, kapasitas mesin (cc) pun naik sehingga memungkinkan pembakaran lebih banyak campuran udara dan bahan bakar [12]

Efek dari *bore up* :

1. Volume ruang bakar bertambah
2. Potensi peningkatan tenaga dan torsi
3. Meningkatkan kecepatan puncak piston

Namun, *bore up* yang berlebihan dapat menyebabkan penipisan dinding silinder dan peningkatan resiko *overheat*.

Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah mesin bensin 4-tak berbasis karburator, silinder tunggal, berteknologi SOHC (*Single Overhead Camshaft*) yang umum digunakan pada sepeda motor. Mesin ini akan dimodifikasi sesuai dengan tahapan sebagai berikut :

- Mesin dengan *bore up* 68mm (diameter silinder diperbesar)
- Mesin dengan *stroke up* 73mm (panjang langkah piston diperbesar)

Variabel Penelitian

Variabel Bebas

Dalam penelitian ini adalah kedua modifikasi ini merupakan faktor yang sengaja dimanipulasi dalam penelitian untuk mengetahui pengaruhnya terhadap performa mesin, khususnya terhadap daya maksimum dan torsi maksimum yang dihasilkan. Dengan kata lain, variabel bebas dalam penelitian ini adalah perubahan pada ukuran bore 68mm pada (gambar 1) dan bore 63,5mm pada (gambar 2).



Gambar 1. Piston berdiameter 68 mm



Gambar 2. Askruk dengan stroke 73 mm

Dalam penelitian ini, modifikasi bore up dijadikan sebagai variabel bebas karena merupakan faktor yang secara sengaja diubah untuk menganalisis pengaruhnya terhadap performa mesin. Variabel bebas tersebut berupa perubahan dimensi boring silinder dari ukuran standar, yaitu diameter dalam 63,5 mm dan diameter luar 69 mm pada gambar 4, menjadi diameter dalam 68 mm dan diameter luar 74 mm pada gambar 4. Perubahan ini bertujuan agar piston berdiameter 68mm bisa di aplikasikan pada liner boring dan mengurangi *overheat* pada mesin dikarenakan ukuran liner boring lebih tebal.



Gambar 3. Silinder berdiameter dalam 68 mm dan diameter luar 74mm



Gambar 4. Diameter standar 63,5 mm dan diameter luar 69,5mm

Modifikasi crankshaft dari stroke 49,5 mm (pada gambar 6) menjadi 73 mm pada (gambar 5) dilakukan dengan mengubah posisi pen kruk as, menyesuaikan stang piston, piston, serta komponen pendukung lainnya. Tujuan utama dari modifikasi ini adalah untuk meningkatkan kapasitas silinder, sehingga menghasilkan torsi dan daya yang lebih besar, serta mengubah karakter mesin menjadi lebih kuat pada putaran rendah hingga menengah.



Gambar 5. Askruk dengan stroke 73 mm



Gambar 6. Askruk dengan stroke 49,5 mm

Variabel Terikat

Dalam penelitian ini melakukan pengukuran pada daya (Horsepower/HP),torsi (Newtonmeter/Nm) dan *SFC* saat mesin dijalankan diatas *dynotest*

Alat dan Bahan

- Mesin SOHC yang sudah modif
- Piston dan silinder yang sudah diperbesar
- Crankshaft yang sudah *stroke up*
- *Dynotest*
- Bahan bakar bensin XX RON 92 - XX AKR(RON 92)
- Peralatan bengkel (kunci,dll)



Gambar 7. Bahan bakar XX RON -92 dan XX-AKR 92

Sistem Pengkabutan (Karburator)

Untuk mesin standar menggunakan karburator OEM dari original honda pada gambar 8

- Ukuran venturi karburator
 - Diameter venturi 26mm
- Ukuran skep (Throtthle valve)
 - Diameter skep : 26mm
 - Tipe skep : skep bulat (round slide)



Gambar 8.Karburator OEM honda megapro

Untuk mesin yang sudah dilakukan permodifan menggunakan karburator PWK ukuran 32mm yang sudah dilakukan reamer atau perbesar venturi menjadi 34mm pada gambar 9, pwk ada sistem cutway (0,5-0,6)[13]

- Ukuran venturi karburator
 - Diameter venturi 32mm > 34mm
- Ukuran skep (Throttle valve)
 - Diameter skep : 34mm
 - Tipe skep : skep kotak (Flat slide)



Gambar 9.Karburator PWK 32

Prosedur Penelitian

1. Persiapan Mesin Modifikasi

- Pastikan mesin dalam kondisi sehat. Lakukan uji dyno untuk memperoleh nilai daya dan torsi.

2. Modifikasi Bore up

Ganti liner yang sesuai dengan diameter piston dengan liner dalam yang sudah dilakukan pengkolteran yang berdiameter 68mm dan liner luar yang berdiameter 73mm agar toleransi lebih banyak untuk meminimalisir *overheat* pada mesin. Serta melakukan *frais* pada *crankcase* yang awalnya 70mm menjadi 74mm.

3. Modifikasi *stroke up*

- Pasang *crankshaft stroke up* pada mesin.
- Uji performa mesin dengan *dynotest*.

4. Pencatatan dan Pengolahan Data

- Catat hasil daya dari *crankshaft* dan *bore up* yang dihasilkan pada mesin standar
- Catat hasil torsi dari *crankshaft* dan *bore up* yang dihasilkan pada mesin yang sudah dilakukan proses *bore up* dan *stroke up*.

Tahap Pengujian

1. Menjalankan mesin selama ± 10 menit untuk memastikan suhu kerja stabil pada gambar 10.
2. Melakukan pengujian daya dan torsi menggunakan alat *dyno*.

3. Pengujian dilakukan 10 kali dengan mesin yang sudah dilakukan modif *bore up* dan *stroke up* 5 kali, dan mesin yang masih standar 5 kali
4. Mencatat hasil pengujian daya dan torsi pada berbagai putaran mesin (*RPM*) dengan mengambil 3 *running dynotest* terbaik.



Gambar 10. Melakukan proses *dynotest*

Tahap Pengolahan dan Analisis Data

1. Mengambil rata-rata dari hasil 2-3 kali pengujian pada masing-masing konfigurasi.
2. Menyusun data dalam bentuk grafik dan tabel daya, torsi serta *RPM* nya.
3. Menganalisis perbedaan performa mesin antara mesin standar untuk melihat pengaruh *bore up* dan *stroke up*.
4. Menarik kesimpulan berdasarkan hasil pengujian.

Desain Eksperimen

Penelitian dilakukan dengan metode eksperimen mesin *SOHC* dengan silinder tunggal dengan mesin standar yang sudah di modifikasi dengan sistem *bore up* dan *stroke up*. Berikut tabel parameter jika dihitung secara rinci dari awal mesin standar hingga yang sudah diterapkan metode *bore up* dan *stroke up* :

No	Kondisi Mesin	Bore (mm)	Stroke (mm)	Volume Silinder (cc)
1	Standar	63,5	49,5	156,68
2	<i>Bore up + Stroke up</i>	68	73	264,97

Perhitungan Torsi dan Daya

Pengujian kinerja mesin atau performa mesin adalah proses untuk mengetahui seberapa baik mesin mengubah bahan bakar menjadi energi, yang mencakup daya kuda, torsi, efisiensi bahan bakar, dan responsivitas. Ini adalah indikator kinerja keseluruhan kendaraan, seperti seberapa cepat ia berakselerasi dan seberapa efisien menggunakan bahan bakar.

- Torsi

Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja yakni menggerakkan atau memindahkan mobil atau motor dari kondisi diam hingga berjalan. Torsi dapat diartikan juga dengan gaya putar yang dihasilkan mesin, torsi menunjukkan kemampuan mesin untuk menghasilkan akselerasi dan mengatasi beban. Torsi ialah perkalian antara gaya pembakaran pada torak dikalikan dengan jari-jari poros engkol.

Torsi dapat diperoleh dari hasil kali antara gaya dengan jarak.

$$T = F \times b \text{ (N.m)}$$

Dimana:

T = Torsi benda berputar (N.m)

F = adalah gaya sentrifugal dari benda yang berputar (N)

B = adalah jarak benda ke pusat rotasi (m)

Torsi pada pengujian dengan alat dynamometer diperoleh dari daya motor yang memutar roda belakang motor yang bersinggungan dengan silinder pejal sebagai beban. Pada silinder ini terdapat sensor yang dihubungkan dengan alat konsul GUI yang selanjutnya diterjemahkan pada komputer.

- Daya

Daya mesin adalah kemampuan mesin untuk menghasilkan torsi maksimal pada putaran tertentu. Daya menjelaskan bersanya output kerja mesin yang berhubungan dengan waktu atau rata-rata kerja yang dihasilkan. Pada motor mesin, break horsepower (BHP) merupakan besaran untuk mengindikasikan horsepower aktual yang dihasilkan oleh mesin. BHP biasanya diukur dengan peralatan pengukur daya yang ditempatkan pada driveshaft mesin.

$$P = \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{60 \cdot 1000}$$

Dimana:

P = Daya (kW)

T = Torsi benda berputar (N.m)

n = Putaran mesin (rpm)

- Full Consumption (FC)

Full consumption (FC) atau konsumsi bahan bakar total adalah jumlah total bahan bakar yang dikonsumsi oleh mesin per satuan waktu, misalnya per jam. Metrik ini mengukur laju aliran massa bahan bakar yang masuk ke mesin untuk menghasilkan daya dalam periode waktu tertentu.

$$FC = V2 - V1$$

Dimana:

FC = Full consumption (liter)

V1 = Volume bahan bakar awal (liter)

V2 = Volume bahan bakar akhir (liter)

- *Spesifik Fuel Consumption (SFC)*

Konsumsi bahan bakar spesifik adalah suatu parameter yang dipakai sebagai ukuran pemakaian bahan bakar yang terpakai perjam, menit atau detik untuk setiap daya yang dihasilkan. Perhitungan konsumsi bahan bakar spesifik ini digunakan untuk mengetahui jumlah bahan bakar yang dibutuhkan pada kecepatan tertentu.

$$\text{Konsumsi} \left(\frac{L}{kWh} \right) = \frac{\text{Total bahan bakar (liter)}}{\text{Daya (kW)} \times \text{waktu(hour)}}$$

Dimana:

L/kWh = Jumlah bahan bakar yang digunakan

Hour = Waktu operasi

kW = Daya satuan *kiloWatt*

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada hasil proses *dynotest* yang saya lakukan yang bertempat di bengkel RAT Motor Sport. Pada proses jian *dynotest* digunakan untuk mendapatkan hasil torsi, daya, dan SFC dengan bahan bakar XX RON 92 dan XX-AKR yang masing-masing dengan RON 92[14] pada mesin yang sudah dimodif maupun yang masih belum dilakukan (standart), pengujian *dynotest* dilakukan sebanyak 5 kali setiap mesin nya dengan 2 bahan bakar yang berbeda. Berikut tabel hasil *dynotest* pada mesin yang sudah dilakukan modif *bore up* dan *stroke up* pada tabel berikut..

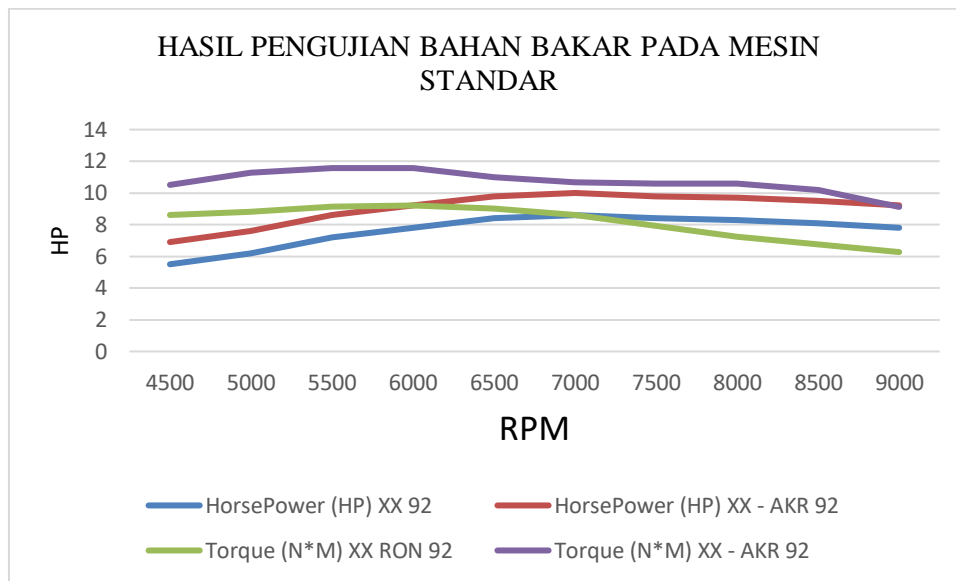
A. Hasil Torsi, Daya , dan SFC Pengujian Dynotest dengan Mesin Standar

Tabel 1. Hasil Dynotest Bahan Bakar XXX RON 92 dan XX-AKR RON 92

RPM	HorsePower (HP)		Torque (N*M)	
	XX RON 92	XX - AKR 92	XX RON 92	XX - AKR 92
4500	5,5	6,9	8,62	10,49
5000	6,2	7,6	8,82	11,27
5500	7,2	8,6	9,12	11,57
6000	7,8	9,2	9,21	11,57
6500	8,4	9,8	9,02	10,98
7000	8,6	10	8,62	10,68
7500	8,4	9,8	7,94	10,59
8000	8,3	9,7	7,25	10,59
8500	8,1	9,5	6,76	10,19
9000	7,8	9,2	6,27	9,12

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 1s, performa mesin dengan penggunaan bahan bakar XX-AKR 92 menunjukkan hasil yang lebih unggul dibandingkan XX RON 92 pada seluruh rentang putaran mesin. Daya yang dihasilkan XX -AKR 92 secara konsisten lebih tinggi, dimulai dari 6,9 HP pada 4500 RPM hingga mencapai puncaknya sebesar 10 HP pada 7000 RPM. Sementara itu, XX RON 92 hanya mencapai daya maksimum sebesar 8,6 HP pada putaran yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa karakter pembakaran XX-AKR 92 mampu menghasilkan tenaga yang lebih besar pada setiap kondisi kerja mesin. Puncak performa daya untuk kedua bahan bakar terjadi pada kisaran 6500–7000 RPM, yang menjadi titik optimal kerja mesin.

Dari sisi torsi, XX-AKR 92 juga menunjukkan keunggulan yang signifikan dibandingkan XX RON 92. Torsi maksimum XX-AKR 92 mencapai 11,57 Nm pada 5500–6000 RPM, sedangkan XX RON 92 hanya mencapai sekitar 9,21 Nm pada 6000 RPM. Torsi yang lebih besar ini memberikan dampak langsung terhadap akselerasi mesin yang lebih responsif, terutama pada putaran menengah. Secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa XX-AKR 92 tidak hanya meningkatkan daya, tetapi juga memberikan efisiensi dan respons mesin yang lebih baik dibandingkan XX RON 92, dengan performa optimal berada pada rentang putaran menengah, yaitu sekitar 5500 hingga 7000 RPM



Gambar 11. Grafik Hasil *Dynotest* Bahan Bakar XX RON 92 dengan XX – AKR RON 92 pada mesin standar

Hasil grafik menunjukkan bahwa performa mesin meningkat seiring kenaikan putaran mesin hingga mencapai titik optimum, kemudian mengalami penurunan pada putaran tinggi. Daya maksimum terjadi pada kisaran 6500–7000 RPM, di mana XX RON 92 mencapai sekitar 8,6 HP, sedangkan XX - AKR 92 mencapai hingga 10 HP. Setelah melewati titik tersebut, daya cenderung menurun, yang menandakan efisiensi volumetrik dan proses pembakaran mulai berkurang pada putaran tinggi.

Sementara itu, torsi maksimum terjadi pada putaran lebih rendah, yaitu sekitar 5500–6000 RPM. XX - AKR 92 menghasilkan torsi tertinggi sebesar 11,57 Nm, sedangkan XX RON 92 hanya mencapai sekitar 9,21 Nm. Hal ini menunjukkan bahwa karakter mesin lebih kuat pada putaran menengah, sehingga memberikan akselerasi yang lebih responsif. Secara keseluruhan, grafik memperlihatkan bahwa XX - AKR 92 unggul pada seluruh rentang RPM, baik dari sisi daya maupun torsi, serta menghasilkan performa mesin yang lebih optimal dibandingkan XX RON 92.

Tabel 3. *Specific Fuel Consumption (SFC)* hasil *Dynotest* di Mesin Standar

RPM	<i>SFC (Specific Fuel Consumption) L/Kwh</i>	
	XX RON - 92	XX-AKR 92
4500	0,366	0,259
5000	0,325	0,235
5500	0,279	0,208
6000	0,258	0,194
6500	0,240	0,182
7000	0,234	0,179
7500	0,240	0,182
8000	0,242	0,184
8500	0,248	0,188
9000	0,258	0,194

Berdasarkan data SFC (Specific Fuel Consumption) dalam satuan L/kWh, terlihat bahwa kedua bahan bakar menunjukkan pola yang serupa, yaitu nilai SFC cenderung menurun dari putaran rendah (4500 rpm) menuju putaran menengah (6500-7000 rpm), kemudian relatif stabil dan sedikit meningkat pada putaran tinggi. Pada XX RON 92, nilai SFC tertinggi terjadi pada 4500 sebesar 0,37L/kWh. Hal ini menunjukkan bahwa efisiensi terbaik mesin dengan XX RON 92 terjadi pada putaran menengah, dimana pembakaran lebih optimal dan daya yang dihasilkan lebih maksimal dibanding konsumsi bahan bakarnya.

Sementara itu, menggunakan bahan bakar XX-AKR menunjukkan nilai SFC yang lebih rendah pada seluruh rentang RPM dibandingkan XX RON 92. Nilai terendah XX-AKR berada pada kisaran 6500-8000 rpm sebesar 0,18 L/kWh, sedangkan nilai tertinggi berada pada 4500 rpm sebesar 0,26 L/kWh. Perbedaan ini menunjukkan bahwa pada kondisi pengujian tersebut, XX-AKR lebih efisien dalam menghasilkan daya terhadap konsumsi bahan bakar. Secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa kedua bahan bakar memiliki efisiensi optimal pada putaran menengah, namun XX-AKR memberikan performa konsumsi bahan bakar yang lebih baik dibandingkan XX RON 92 pada mesin standar yang diuji.

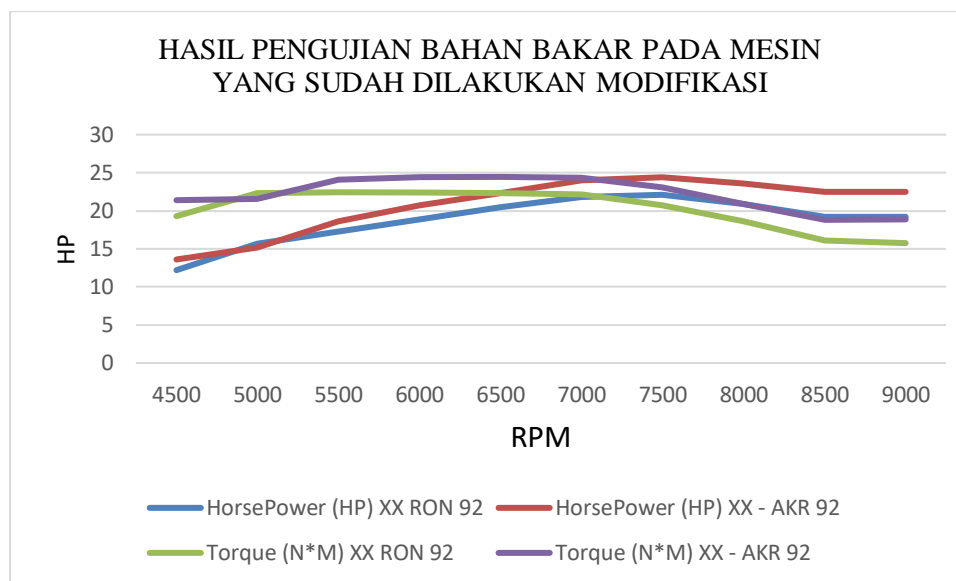
B. Hasil Torsi, Daya , dan SFC Pengujian Dynotest dengan Mesin yang Sudah Dimodifikasi

Tabel 2. Hasil *Dynotest* Bahan Bakar XX RON 92 dan XX – AKR RON 92

RPM	HorsePower (HP)		Torque (N*M)	
	XX RON 92	XX - AKR 92	XX RON 92	XX - AKR 92
4500	12,2	13,6	19,26	21,41
5000	15,7	15,2	22,31	21,52
5500	17,3	18,6	22,43	24,05
6000	18,9	20,7	22,37	24,44
6500	20,5	22,3	22,32	24,45
7000	21,8	24	22,19	24,36
7500	22,1	24,4	20,73	23,09
8000	20,9	23,6	18,59	20,92
8500	19,2	22,5	16,09	18,81
9000	19,2	22,5	15,75	18,88

Berdasarkan data pengujian pada tabel 2, performa mesin setelah modifikasi menunjukkan peningkatan yang sangat signifikan pada seluruh rentang putaran mesin. Daya maksimum terus meningkat seiring kenaikan RPM hingga mencapai puncaknya pada 7500 RPM, yaitu sebesar 22,1 HP untuk XX RON 92 dan 24,4 HP untuk XX-AKR 92. Setelah melewati titik tersebut, daya mulai mengalami penurunan pada putaran tinggi, yang menandakan bahwa efisiensi pembakaran dan pengisian silinder mulai menurun. Secara keseluruhan, bahan bakar XX-AKR 92 menunjukkan performa daya yang lebih tinggi dibandingkan XX RON 92 pada hampir semua putaran mesin.

Dari sisi torsi, nilai maksimum dicapai pada putaran menengah, yaitu sekitar 6000–6500 RPM, dengan hasil tertinggi sebesar 22,43 Nm pada XX RON 92 dan 24,45 Nm pada XX-AKR 92. Hal ini menunjukkan bahwa mesin memiliki karakter tenaga yang kuat pada putaran menengah, sehingga menghasilkan akselerasi yang lebih responsif. Setelah melewati putaran tersebut, torsi cenderung menurun secara bertahap hingga putaran tinggi. Secara keseluruhan, grafik menunjukkan bahwa XX-AKR 92 unggul baik dalam daya maupun torsi, serta memberikan performa mesin yang lebih optimal, terutama pada rentang putaran menengah hingga mendekati putaran maksimum.



Gambar 6. Grafik hasil *Dynotest* Bahan Bakar XX RON 92 dan XX – AKR 92 pada mesin modif

Berdasarkan hasil pengujian dyno, modifikasi mesin melalui bore up dan stroke up terbukti mampu meningkatkan performa secara signifikan. Daya maksimum mesin mencapai puncaknya pada 7500 RPM, yaitu sebesar 22,1 HP untuk XX RON 92 dan 24,4 HP untuk XX-AKR 92. Peningkatan ini menunjukkan bahwa bertambahnya kapasitas silinder berdampak langsung terhadap kenaikan output tenaga mesin. Setelah melewati putaran tersebut, daya mengalami penurunan secara bertahap akibat menurunnya efisiensi pembakaran pada putaran tinggi.

Dari sisi torsi, nilai maksimum dicapai pada putaran menengah, yaitu sekitar 6000–6500 RPM, dengan hasil tertinggi sebesar 22,43 Nm (XX RON 92) dan 24,45 Nm (XX-AKR 92). Hal ini menunjukkan bahwa mesin hasil modifikasi memiliki karakter tenaga yang kuat pada putaran menengah, sehingga menghasilkan akselerasi yang lebih responsif dan bertenaga. Secara keseluruhan, hasil dyno menegaskan bahwa modifikasi mesin secara signifikan meningkatkan daya dan torsi, serta bahan bakar XX-AKR 92 memberikan performa yang lebih optimal dibandingkan XX RON 92 pada seluruh rentang putaran mesin.

Tabel 3. *Specific Fuel Consumption (SFC) Hasil dynotest Mesin Bore up dan Stroke up*

RPM	<i>SFC (Specific Fuel Consumption) L/Kwh</i>	
	XX RON 92	XX-AKR
4500	0,330	0,237
5000	0,256	0,212
5500	0,233	0,173
6000	0,213	0,155
6500	0,196	0,144
7000	0,184	0,134
7500	0,182	0,132
8000	0,193	0,136
8500	0,210	0,143
9000	0,210	0,143

Berdasarkan tabel perbandingan SFC (Specific Fuel Consumption) dalam satuan L.kWh terlihat nilai SFC pada bahan bakar XX-AKR lebih rendah dibandingkan XX RON 92 pada seluruh rentang RPM. Karena SFC menunjukkan jumlah bahan bakar yang dibutuhkan untuk menghasilkan daya 1 kWh, maka semakin kecil nilai sfc semakin efisien juga penggunaan bahan bakar. Pada 4500 RPM misalnya, XX RON 92 memiliki SFC sebesar 0,33 L/kWh, sedangkan XX-AKR hanya 0,237 L/kWh, menunjukkan XX-AKR lebih hemat dalam menghasilkan daya pada putaran rendah.

Nilai SFC terendah kedua bahan bakar ini terjadi pada putaran menengah-tinggi. XX RON 92 mencapai nilai minimum 0,182 L/Kwh pada 7500 RPM, sedangkan XX-AKR mencapai nilai minimum yang lebih rendah yaitu 0,132 L/kWh pada 7500 RPM. Perbedaan ini menunjukkan bahwa XX-AKR memiliki efisiensi pembakaran yang lebih baik pada kondisi daya maksimum mesin. Secara konsisten, selisih efisiensi antara keduanya sekitar 0,04-0,10 L/kWh di setiap putaran.

Secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa XX-AKR memberikan konsumsi bahan bakar spesifik yang lebih rendah dibandingkan XX RON 92, sehingga lebih efisien dalam menghasilkan daya mesin. Efisiensi terbaik kedua bahan bakar berada pada rentang 6500-7500 RPM, namun XX-AKR tetap menunjukkan performa konsumsi yang lebih ekonomis pada seluruh variasi putaran mesin.

IV. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa modifikasi mesin melalui metode bore up dan stroke up memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap peningkatan performa mesin SOHC. Peningkatan diameter silinder dan panjang langkah piston menyebabkan kapasitas mesin bertambah secara drastis, sehingga mampu meningkatkan daya maksimum dari sekitar 8,6 HP pada kondisi standar menjadi 22–24,4 HP setelah modifikasi. Selain itu, torsi maksimum juga mengalami peningkatan yang besar, dari 9,21 Nm menjadi sekitar 22–24,45 Nm, yang berdampak langsung pada akselerasi kendaraan menjadi lebih responsif dan bertenaga, terutama pada putaran menengah. Karakteristik mesin juga berubah, di mana performa optimal dicapai pada rentang 5500 hingga 7500 RPM. Peningkatan ini turut didukung oleh penggunaan karburator dengan diameter venturi lebih besar (PWK 32 yang diperbesar menjadi 34 mm), yang mampu menyuplai campuran udara dan bahan bakar lebih banyak sehingga pembakaran menjadi lebih optimal.

Dari sisi bahan bakar, meskipun memiliki nilai oktan yang sama (RON 92), XX-AKR 92 menunjukkan performa yang lebih unggul dibandingkan XX RON 92, baik dari segi daya, torsi, maupun efisiensi bahan bakar. Hal ini dibuktikan dengan nilai Specific Fuel Consumption (SFC) yang lebih rendah pada XX-AKR, yang menandakan penggunaan bahan bakar lebih efisien dalam menghasilkan tenaga. Efisiensi terbaik untuk kedua bahan bakar terjadi pada putaran menengah, yaitu sekitar 6500 hingga 7500 RPM, di mana keseimbangan antara konsumsi bahan bakar dan

tenaga berada pada kondisi optimal. Secara keseluruhan, kombinasi modifikasi bore up dan stroke up, penggunaan karburator berdiameter lebih besar, serta pemilihan bahan bakar yang tepat terbukti mampu meningkatkan performa mesin secara signifikan. Namun, modifikasi ini tetap memerlukan perencanaan dan perhitungan yang matang agar tidak menimbulkan dampak negatif seperti peningkatan konsumsi bahan bakar berlebih maupun penurunan ketahanan mesin dalam jangka panjang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan syukur peneliti panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat serta karunia-Nya, sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan penuh semangat. Peneliti dengan tulus menyampaikan terima kasih yang mendalam kepada kedua orang tua serta saudara yang senantiasa memberikan doa, dukungan, dan motivasi, yang menjadi kekuatan utama selama proses penyusunan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga peneliti sampaikan kepada sahabat-sahabat yang selalu memberikan dorongan serta semangat tinggi, sehingga seluruh tahapan penelitian

REFERENSI

- [1] F. Majedi and I. Puspitasari, "Optimasi Daya dan Torsi pada Motor 4 Tak dengan Modifikasi Crankshaft dan Porting pada Cylinder Head," 2017.
- [2] M. Bahruddin, J. T. Mesin, F. Teknik, and U. N. Surabaya, "PENGARUH PENGGUNAAN SOHC DAN DOHC PADA MESIN HONDA GL-PRO 250 CC TERHADAP PERFORMA MESIN Warju," vol. 12, pp. 6–13, 2022.
- [3] Y. A. Fahrezi, B. Y. Nugroho, and Y. A. Wicaksono, "Pengaruh Stroke Up Pada Mesin Bensin 160 Cc Terhadap Hasil Uji Daya , Torsi Dan Penggunaan Bahan Bakar the Effect of Stroke Up Gasoline Engine 160 Cc By Testing on," vol. 1, no. 1, pp. 26–31, 2022.
- [4] Z. Sinaga, A. Muhazir, and M. H. H. G, "Peningkatan Performansi Motor dan Analisis Kegagalan Sparepart Racing Pada Proses Perakitan Menggunakan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)," vol. 10, no. 2, pp. 503–514, 2024.
- [5] F. R. Prameswara, L. Hakim, and A. I. Dyah, "PENGARUH BORE UP TERHADAP KINERJA MESIN SEPEDA MOTOR YAMAHA MIO SMILE 113 CC TAHUN 2012."
- [6] F. A. Azhar, "Pengaruh Perubahan Sistem Pemasukan Bahan Bakar dan Rasio Kompresi Motor Bakar 4-Tak Single Cylinder terhadap Torsi dan Daya," *Jurnal Teknik Terapan*, vol. 2, no. 1, May 2023, doi: 10.25047/jteta.v2i1.21.
- [7] "56-211-1-PB".
- [8] "admin,+Journal+manager,+Sutrisno_Setya+Nugraha+24-34".
- [9] "38-131-1-PB".
- [10] Hariyanto, "Analisis Unjuk Kerja Antara Sistem Sohc (Single Over Head Camshaft) Dengan Dohc (Double Over Head Camshaft) Pada Sepeda Motor 4 Tak Kapasitas 150 Cc," *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 1, no. 1, pp. 60–66, 2020.
- [11] M. K. H. Nugroho, "Pengaruh Stroke Up Terhadap Performa Mesin Pada Sepeda Motor 4 Langkah Yang Menggunakan Bahan Bakar Pertamina , Pertamina Plus Dan Bensol," *Jurnal Teknik Mesin*, p. 111, 2016.
- [12] I. P. Wijaya and N. Robbi, "MODIFIKASI BORE UP UNTUK PENINGKATAN PERFORMA MESIN PADA MOTOR HONDA CB 125SE," pp. 40–43.
- [13] M. Rafi Agristi and D. Mustofa Kamal, "ANALISIS PERBANDINGAN KARBURATOR STANDART DENGAN KARBURATOR RACING (PE28) TERHADAP TORSI PADA MESIN SEPEDA MOTOR SUPRA X 125."
- [14] "MI-088".
- [15] F. Yuanda and A. Fathoni, "Analisis Dampak Perubahan Diameter 0,50 mm Volume Silinder Sepeda Motor 110 cc," 2025.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

