

Analysis Of The Effect Of Using Casting Pistons and Forged Pistons On Power and Torque On The Jupiter Z Motorcycle

[Analisa Pengaruh Penggunaan Piston Casting dan Piston Forged Terhadap Daya dan Torsi Pada Sepeda Motor Jupiter Z]

Muchamad Reysa Pahlewi¹⁾, Dr.A'rasy Fahrudin, S.T., M.T.²⁾, Ali Akbar³⁾, Mulyadi⁴⁾

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

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

³⁾Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

⁴⁾Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Email Penulis Koerspondensi: resapahlewi56@gmail.com, arasy.fahrudin@umsida.ac.id, aliakbar@umsida.ac.id, Mulyadi@umsida.ac.id,

Abstract. *The development of automotive technology is increasingly rapid, especially in the selection of materials and piston production methods that affect engine performance. This study aims to analyze the differences in power and torque produced by casting pistons and forged pistons on a 2007 Yamaha Jupiter Z motorcycle. The method used is an experiment with a dynotest tool to measure power and torque at various engine speeds (RPM). The variables tested include independent variables (piston type and RPM), dependent variables (power and torque), and control variables (motorcycle type and fuel). Data were analyzed using a descriptive method with average calculations, comparison differences, and percentage changes in performance. The results showed that forged pistons had the best performance compared to casting pistons and standard pistons, with higher power and torque especially at high RPM. Casting pistons are in the middle position, while standard pistons have the lowest performance. In addition, forged pistons are lighter than the other two types of pistons, which contributes to increased efficiency and engine performance. Thus, choosing the right piston can improve motorcycle performance according to user needs.*

Keywords - Forged Piston, Casting Piston, Power, Torque, Dynotest, Jupiter Z Motorcycle

Abstrak. *Perkembangan teknologi otomotif semakin pesat, khususnya dalam pemilihan material dan metode produksi piston yang berpengaruh pada performa mesin. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan daya dan torsi yang dihasilkan oleh piston casting dan piston forged pada sepeda motor Yamaha Jupiter Z 2007. Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan alat dynotest untuk mengukur daya dan torsi pada berbagai putaran mesin (RPM). Variabel yang diuji meliputi variabel bebas (jenis piston dan RPM), variabel terikat (daya dan torsi), serta variabel kontrol (jenis motor dan bahan bakar). Data dianalisis menggunakan metode deskriptif dengan perhitungan rata-rata, selisih perbandingan, serta persentase perubahan performa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa piston forged memiliki performa terbaik dibandingkan piston casting dan piston standar, dengan daya dan torsi yang lebih tinggi terutama pada RPM tinggi. Piston casting berada di posisi menengah, sedangkan piston standar memiliki performa paling rendah. Selain itu, piston forged memiliki bobot lebih ringan dibandingkan dua jenis piston lainnya, yang berkontribusi pada peningkatan efisiensi dan kinerja mesin. Dengan demikian, pemilihan piston yang tepat dapat meningkatkan performa sepeda motor sesuai dengan kebutuhan pengguna.*

Kata Kunci - Piston Forged, Piston Casting, Daya, Torsi, Dynotest, Sepeda Motor Jupiter Z

I. PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di era globalisasi semakin berkembang cepat. Hal ini mempengaruhi semua sektor salah satunya adalah dunia otomotif khususnya sepeda motor sebagai sarana transportasi. Permintaan pasar yang semakin banyak terhadap sepeda motor yang ramah lingkungan dan bertenaga sehingga produsen ikut berinovasi dalam pengembangan dan penyempurnaan teknologi yang digunakan untuk meningkatkan performa dari sepeda motor. Produsen telah merancang susunan struktur-struktur yang dipakai pada sepeda motor dengan perhitungan matang dari bagian terkecil sampai terbesar agar tidak cepat rusak walaupun digunakan secara terus menerus dalam sehari-hari, bahkan membawa beban berat sekalipun. Seluruh struktur pada kendaraan bermotor memiliki peran dan fungsinya masing-masing untuk mendukung kinerja dalam menggerakkan sepeda motor. Motor bakar merupakan proses perubahan dari energi panas hasil pembakaran campuran bahan bakar dan udara yang dikompresikan sehingga terjadi ledakan untuk dirubah menjadi energi mekanis piston diteruskan menuju sistem penggerak.

Kendaraan bermotor memiliki banyak sparepart yang bekerja ketika mesin dihidupkan salah satunya piston. Piston memiliki peran dalam proses pembakaran untuk menyalurkan energi mekanis menuju penggerak. (Naibaho, 2020) mengungkapkan bahwa Piston mempunyai arti penting sebagai suku cadang kendaraan bermotor. Komponen penting motor ini bergerak naik turun di dalam silinder, menjalankan fungsi penting seperti hisap, kompresi, kerja, dan langkah buang. Tujuan utama piston adalah untuk menahan tekanan yang dihasilkan oleh pembakaran dan meneruskannya melalui batang penghubung ke poros engkol. Untuk memenuhi peran penting ini, piston dibuat dari aluminium karena sifatnya yang ringan, kuat, dan mampu menahan suhu tinggi. Tidak seperti baja atau besi tuang, paduan aluminium menawarkan banyak keunggulan seperti ringan, memiliki konduktivitas panas yang sangat baik, dan menunjukkan ketahanan terhadap korosi. Namun, perlu dicatat bahwa sifat yang diinginkan seperti kekerasan, kekuatan, dan keuletan tidak selalu dapat dicapai hanya melalui penggunaan paduan aluminium dan elemen paduannya. Untuk meningkatkan atribut fisik dan mekanik aluminium, penggabungan unsur paduan seperti Cu, Mg, Si, Mn, Zn, Ni, dan Sn menjadi penting. Dengan memahami peran piston dalam sistem mesin pembakaran, kita dapat mengetahui bahwa kualitas bahan piston ditentukan oleh sifat fisik, mekanik, dan kimianya. Sifat mekanik mencakup kapasitas suatu bahan untuk memenuhi persyaratan fungsional produk akhir. Sifat-sifat ini meliputi kekuatan, kekerasan, ketahanan lelah, keuletan, dan ketahanan benturan. Di sisi lain, sifat fisik menunjukkan karakteristik bahan, termasuk struktur mikro, ukuran, kepadatan, dan banyak lagi. Terakhir, sifat kimia menjelaskan perubahan komposisi kimia suatu bahan sebagai akibat dari keadaan atau kondisi eksternal. Sifat-sifat yang diinginkan piston pada mesin pembakaran antara lain ketahanan terhadap korosi, sifat mudah terbakar, dan tahan panas. Untuk memenuhi persyaratan tersebut, perlu dicari bahan dan perlakuan yang memiliki karakteristik kekerasan, kekuatan, tahan panas, dan ringan yang diperlukan. Hal ini memerlukan penggunaan elemen logam atau paduan yang dapat memenuhi sifat spesifik yang diinginkan untuk piston.

Meskipun piston dari berbagai merek terlihat memiliki kesamaan dalam hal komponennya, namun tidak dapat diasumsikan bahwa karakteristik fisik dan mekanik bahannya sama. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh variasi dalam proses manufaktur, seperti metode pengecoran, suhu, durasi penahanan, laju pendinginan, dan penambahan jumlah elemen yang berbeda. (Talakua, n.d.) Ada pengaruh dari penggantian piston standar dengan piston modifikasi pada sepeda motor memiliki pengaruh signifikan. Mesin sepeda motor mengubah energi dari bahan bakar menjadi tenaga dengan menggunakan piston untuk memampatkan campuran bahan bakar dan udara dalam silinder. Honda Beat yang menggunakan piston datar memiliki pembakaran kurang sempurna dibandingkan piston berbentuk kubah. Pengukuran tekanan menunjukkan piston standar menghasilkan 6 kg/cm², sedangkan piston kubah menghasilkan 7,35 kg/cm². Rasio kompresi piston standar adalah 9,2:1, sementara piston kubah meningkat menjadi 10,5:1, yang meningkatkan daya mesin. Tes mengemudi menunjukkan piston kubah lebih unggul pada kecepatan tinggi, sedangkan piston standar sedikit lebih baik dalam akselerasi pada kecepatan rendah.

Proses perubahan dari bahan dasar pembuatan piston dapat mempengaruhi kualitas dan daya tahan keawetan pada mesin sepeda motor. Proses pembuatan piston terdapat dua macam yaitu pembuatan secara casting dan forging. (Hong & Kang, 2017) Piston casting atau foundry adalah piston dengan cara pembuatan dari bahan dasar logam campuran yang dicairkan kemudian dimasukan kedalam cetakan menggunakan gaya grafitasi, sehingga logam cair akan berbentuk piston sesuai cetakan. Setelah proses pencetakan dan logam mengeras dilakukan finising menggunakan mesin cnc untuk merapikan bagian sisa-sisa yang tidak dipakai. Piston cast memiliki ciri konstruksi ikatan partikel penyusun yang kurang padat/kuat, sehingga dinding pada bagian pen dan ekor piston dibuat lebih tebal agar saat digunakan pada engine untuk mengantisipasi piston retak atau pecah dan tingkat pemuatan tidak begitu besar. Peredaran penjualan piston cast dipasaran sangat banyak dari mulai original pabrik, aftermarket kelas bawah sampai yang mahal sekalipun.

(Anggraini & Anjany, 2020) Piston forging adalah untuk menghasilkan piston yang lebih ringan dan kuat meskipun dalam kondisi kompresi tinggi dan putaran mesin tinggi. Proses pembuatan piston dilakukan dengan cara super forging, menggunakan bahan baku aluminium dan senyawa silikon atau magnesium opsional. Selain itu, lapisan luar piston dilapisi molibdenum menggunakan proses pelapisan nanoteknologi untuk mencegah korosi. Kemudian penyelesaiannya dikendalikan oleh mesin dengan sistem pemrograman yang disebut CNC (Computerized Numerical Control). Piston dengan bahan dasar aluminium padat yang ditekan (impact) menggunakan dua cetakan (die) pada suhu panas/dingin sehingga membentuk sesuai cetakan piston. Piston dengan proses tempa/tekan memiliki susunan antar partikel yang lebih dekat/padat sehingga memiliki daya tahan yang kuat dibandingkan piston casting. Bentuk desain piston forged lebih tipis pada bagian dinding pen dan lebih pendek pada bagian ekornya, sehingga bobot piston menjadi ringan ketika melakukan gerak bolak balik dari TMA menuju TMB. Piston forged sudah banyak tersebar dipasaran dengan berbagai produk aftermarket yang ada. Penggunaan piston jenis forged banyak diaplikasikan pada motor balap dan mobil sport, dimana kekuatan dan ketahanan piston sangat penting dalam mengejar torsi dan daya yang dikeluarkan oleh engine.

(Yunus, 2019) Pada sepeda motor, beban kontak geser yang berulang pada liner silinder akibat gerakan bolak-balik piston dapat menyebabkan goresan dan keausan pada permukaan material, yang bisa mengganggu pengoperasian mesin dan memerlukan penggantian silinder. Penelitian ini menyelidiki keausan lubang silinder yang disebabkan oleh beban kontak geser piston dengan menggunakan peralatan uji yang dirancang khusus. Hasil uji menunjukkan bahwa keausan material silinder akibat pembebanan selama 20 jam sebesar 0,8 MPa mencapai 0,71 gram, dengan laju keausan konstan sekitar 0,03-0,04 gram per jam. Ini menunjukkan bahwa sifat mekanik material liner silinder tetap stabil meski terkena beban gesekan piston. (Ashari et al., 2021) Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain eksperimen semu untuk menguji pengaruh bobot piston terhadap tenaga, akselerasi, dan konsumsi bahan bakar pada sepeda motor Yamaha Jupiter Z 110 CC SOHC. Tiga bobot piston yang diuji adalah 91 gram, 87 gram, dan 83 gram. Hasil pengujian menunjukkan bahwa perbedaan bobot piston menghasilkan variasi kecil dalam tenaga mesin, percepatan, dan konsumsi bahan bakar. Namun, analisis statistik dengan One Way Anova menunjukkan bahwa perbedaan tersebut tidak signifikan.

(Wiranto & Roziqin, n.d.) Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh perbedaan berat piston terhadap efisiensi konsumsi pada kendaraan hemat bahan bakar. Setiap varian piston dengan 3 berat yang berbeda akan diuji pada setiap putaran mesin dengan prosedur yang konsisten untuk mengevaluasi dampaknya terhadap konsumsi bahan bakar pertamax. Media yang akan digunakan untuk penelitian yaitu unit sepeda motor JUPITER Z 2007 dimana jenis sepeda motor ini masih menggunakan sistem karburator dan ukuran cc 110. Mulai rilis pada tahun 2007 dengan berbagai varian warna yang diproduksi langsung merambah dunia pasar otomotif di Indonesia. Kategori motor bebek sport kelas 110 cc dengan pesaing yang banyak misalkan saja dari pabrikannya honda ada supra dan karisma sedangkan suzuki ada smash.

(Inotek, +1682-1691+S24-

0276+Sinkronisasi+Sistem+Mekanikal+Dan+Elektrikal+Pada+Dynotest+Berbasis+Momen+Inersia,

n.d.)Alat dynotest berbasis momen inersia merupakan perangkat pengujian performa kendaraan yang digunakan untuk mengukur daya dan torsi pada kendaraan bermotor. Sistem ini memanfaatkan roller drum sebagai sumber momen inersia, sehingga dynotest tipe ini menjadi pilihan praktis karena cukup dengan mengoperasikan primemover, hasil pengukuran dari dynamometer dapat langsung ditampilkan secara real-time pada monitor. Sinkronisasi antara sistem mekanikal dan elektrik pada dynotest berbasis momen inersia bertujuan untuk memastikan bahwa alat beroperasi dengan selaras dan efisien.

Perangkat ini memiliki dimensi panjang, lebar, dan tinggi masing-masing 150 x 100 x 100 cm, dengan rangka utama yang terbuat dari besi siku. Momen inersia dihasilkan dari roller drum yang digerakkan oleh mesin Yamaha Mio J berkapasitas 110 cc, dengan putaran maksimum 10.000 rpm yang dapat dikontrol melalui grip gas pada stang. Selain itu, alat ini juga dilengkapi dengan microcontroller ARM Cortex yang terintegrasi dengan berbagai sensor, seperti sensor magnetic encoder pada kipas magnet mesin Yamaha Mio J untuk mengukur rpm motor penggerak, serta sensor pada poros roller inersia untuk mendukung akurasi pengukuran. (Satriawan et al., 2023)Perancangan sistem dynotest berbasis momen inersia ini didasari oleh kendala yang dialami mahasiswa Teknik Mesin Universitas Nusantara PGRI Kediri saat menjalani praktikum fenomena dasar mesin. Sebelumnya, mereka belum menggunakan alat dynotest berbasis momen inersia yang terintegrasi dengan komputer, sehingga kesulitan dalam memahami konsep momen inersia dalam bidang Teknik Mesin. Oleh karena itu, tujuan perancangan sistem ini adalah untuk mengatasi kendala tersebut dengan menciptakan alat dynotest berbasis momen inersia yang lebih mudah digunakan dalam kegiatan praktikum.

Alat yang dirancang memiliki dimensi panjang, lebar, dan tinggi sebesar 150 x 100 x 100 cm, dengan rangka utama yang terbuat dari besi siku. Momen inersia dihasilkan melalui roller drum yang digerakkan oleh mesin Yamaha Mio J berkapasitas 110 cc, dengan putaran maksimum 10.000 rpm yang dapat dikontrol melalui grip gas pada stang. Untuk memastikan pengukuran rpm yang akurat, alat ini dilengkapi dengan microcontroller ARM Cortex yang terhubung dengan berbagai sensor, termasuk sensor kecepatan sudut dan sensor rpm.

(Zidan et al., n.d.) Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi diameter piston berukuran 50 mm, 53 mm, dan 56 mm terhadap performa mesin sepeda motor Honda Supra Fit 100 cc pada putaran mesin 3000 rpm, 4000 rpm, 5000 rpm, dan 6000 rpm. Metode yang digunakan adalah metode eksperimental dengan variabel independen berupa variasi diameter piston, sementara variabel dependen meliputi daya, torsi, dan konsumsi bahan bakar. Data diperoleh menggunakan metode purposive sampling berdasarkan rekomendasi dosen pembimbing untuk perhitungan manual. Pengujian dilakukan melalui uji dynotest dan uji konsumsi bahan bakar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai torsi tertinggi yang dicapai adalah 11,37 N.m, sedangkan nilai torsi terendah adalah 7,28 N.m, dengan peningkatan sebesar 35,97%. Pengujian daya menunjukkan peningkatan sebesar 43,28%. Konsumsi bahan bakar tertinggi mencapai 0,66 l/jam, sedangkan yang terendah sebesar 0,33 l/jam. Nilai specific fuel consumption (sfc) tertinggi adalah 0,82 kg/jam.kW, sementara nilai terendahnya sebesar 0,08 kg/jam.kW.

(Salim et al., n.d.) Piston merupakan salah satu komponen utama dalam mesin yang berfungsi membentuk ruang bakar bersama dengan blok silinder dan kepala silinder. Piston bergerak naik turun untuk menjalankan siklus kerja mesin serta mentransfer tenaga ke poros engkol (crankshaft). Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kinerja Piston Standar dengan Piston Semi Racing Kit FIM. Variabel yang dianalisis dalam penelitian ini meliputi rasio kompresi mesin dan konsumsi bahan bakar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Piston Semi Racing Kit FIM memiliki rasio kompresi lebih tinggi dibandingkan dengan Piston Standar, sementara dalam hal konsumsi bahan bakar, Piston Standar mampu bertahan lebih lama dibandingkan dengan Piston Semi Racing Kit FIM. Sepeda motor Jupiter Z berhasil meraih berbagai penghargaan bergengsi, termasuk Top Brand Award yang dianugerahkan kepada Yamaha selama lima tahun berturut-turut sejak 2007. Jupiter Z dikategorikan sebagai motor bebek yang mampu meningkatkan citra dan pamor, menjadikannya pilihan utama bagi masyarakat berkat keunggulannya dalam kenyamanan, performa mesin, serta desain yang semakin sporty (yamaha-motor.co.id). Motor ini banyak diminati oleh kalangan remaja yang gemar melakukan modifikasi, sementara bengkel-bengkel turut melakukan riset dan pengembangan pada berbagai sektor untuk meningkatkan performanya. Sparepart pendukung, baik komponen standar pabrik maupun aftermarket, tersedia luas di toko onderdil atau speedshop dan sering digunakan dalam dunia balap. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis performa sepeda motor Jupiter Z tahun 2007, khususnya dalam aspek torsi dan daya, dengan membandingkan penggunaan piston cast dan piston forged. Oleh karena itu, penelitian ini mengusung judul “Pengaruh Penggunaan Cast Piston dan Forged Piston terhadap Torsi dan Daya Engine pada Sepeda Motor Jupiter Z 2007.”

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah ada perbedaan daya dan torsi yang dihasilkan oleh sepeda motor yang menggunakan tiga jenis piston, yaitu piston standar, piston cast, dan piston forged. Agar pembahasan lebih terfokus, penelitian ini hanya dilakukan pada sepeda motor Yamaha Jupiter Z tahun 2007, dengan mengamati dua hal utama, yaitu daya dan torsi mesin. Jenis piston yang digunakan terdiri dari piston standar, piston cast, dan piston forged, sementara bahan bakar yang dipakai adalah Pertamina. Pengambilan data daya dan torsi dilakukan pada putaran mesin 2000, 4000, 6000, dan 8000 RPM. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjelaskan perbedaan daya dan torsi dari masing-masing jenis piston serta memberikan gambaran tentang pengaruh jenis piston terhadap kinerja mesin sepeda motor.

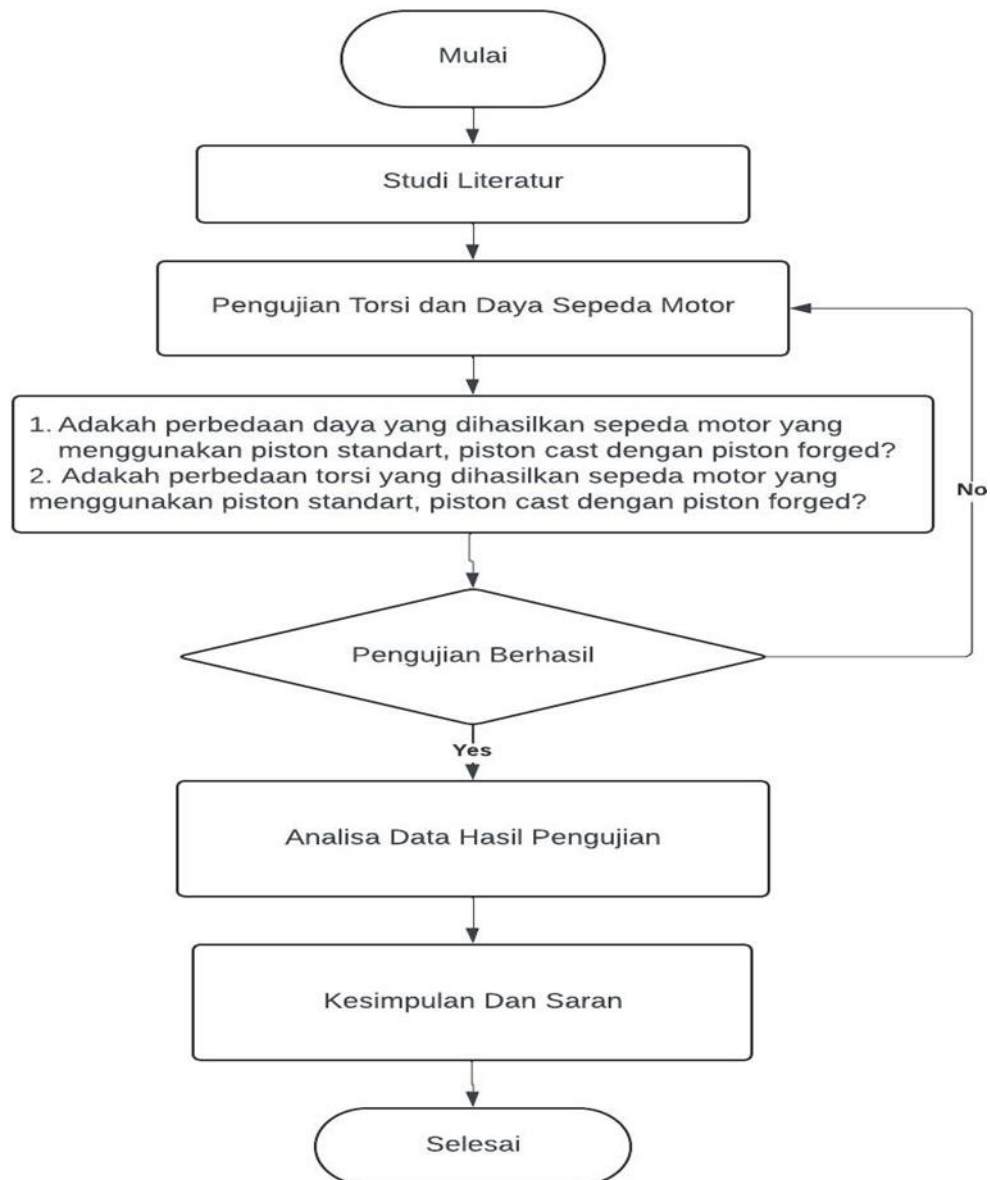
II. METODE

2.1 Desain Penelitian

Desain penelitian Posttest Only Contro Desain adalah desain penelitian dengan dua kelompok yang dipilih secara acak. Kelompok pertama (X) disebut kelompok eksperimental, sedangkan kelompok lainnya tidak memiliki nama dan berfungsi sebagai kelompok kontrol. Penelitian ini menggunakan analisis data dari uji dynotest dengan pendekatan kuantitatif deskriptif. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi pengaruh terhadap torsi dan daya dari dua jenis piston yang berbeda, yakni piston cast dan piston forged, yang diterapkan pada sepeda motor Yamaha Jupiter Z 2007. Pengujian dilakukan secara bertahap menggunakan alat dynotest untuk mengukur torsi dan daya yang dihasilkan. Untuk hasil uji dynotest penelitian ini menggunakan table dan grafik.

2.1.1 Diagram Alur Penelitian

Diagram alir digunakan untuk mempermudah mengetahui tahap dan proses penelitian dalam pengambilan data. Berikut alir diagram penelitian sebagai berikut:

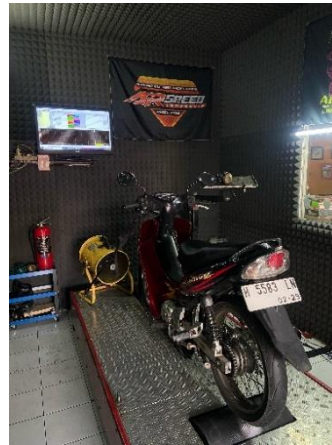


Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

2.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan untuk pengambilan data sebagai berikut :

- a. Tool box set terdiri dari obeng (+) dan (-), tang, kunci ring, kunci pas, kunci sok, kunci T dan kunci L.
- b. Unit dynotest sebagai tempat pengujian running sepeda motor :



Gambar 2. Unit Dynotest

Spesifikasi chassis Dinamometer type Inersia V 3.2 sebagai *Engine* sepeda motor berikut :

Merk	Rextor Pro-Dyno
Tegangan Stater	220 V 50/60 Hz
Range Operasi	6000 rpm
Kemampuan	15 KHz
Type Sensor	Digital Pick-Up
Tipe Input	Logical Level
Produksi	PT. Rextor Technology Indonesia

Tabel 1. Spesifikasi Chassis Dinamometer

- c. Tachometer, untuk mengukur putaran mesin



Gambar 3. Tachometer

- d. Laptop, untuk menginput dan memproses data
 e. Thermometer, untuk mendeteksi suhu engine
 f. Blower, untuk mendinginkan suhu mesin dan temperature kerja

- g. Unit sepeda motor Jupiter Z 2007, untuk objek penelitian dalam pengambilan data.



Gambar 4. Unit sepeda motor Jupiter Z 2007

Untuk spesifikasi objek penelitian sebagai berikut :

Tipe Mesin	2P2, 4 Langkah, SOHC, 2 Klep (Berpendingin Udara)
Diameter x Langkah	51.0 x 54.0 mm
Volume Silinder	110,3 CC
Perbandingan Kompresi	9.3 : 1
Power Max	8,8 HP / 8000 rpm
Torsi Max	9.03 Nm / 5000 rpm
Sistem Pelumasan	Basah
Kapasitas Oli Mesin Penggantian	Berkala 800cc
Penggantian Total	1000cc
Karburator	Mikuni VM 17 X 1, Setelan Pilot Screw 1-3,8 Putaran Keluar
Putaran Langsam Mesin	1.500 rpm
Saringan Udara Mesin	Kering
Sistem Starter	Starter dan Engkol
Tipe Transmisi	Tipe ROTARY 4 Kecepatan (N-1-2-3-4-N)

Tabel 2. Spesifikasi sepeda motor yamaha

2.2.2 Bahan Penelitian

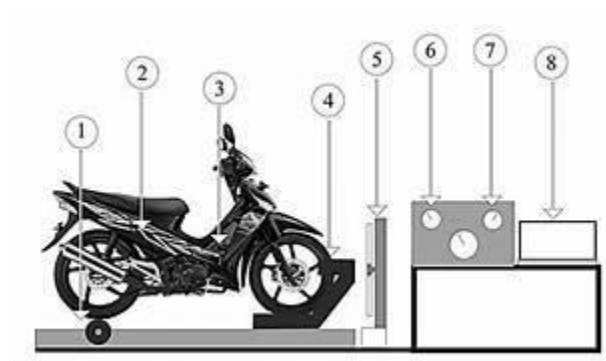
Penelitian yang dimana dilakukan pengujian dengan varian berat piston (68 gr, 69 gr, 70gr) terhadap konsumsi bahan bakar. Hasil yang didapat dari pengujian dimana konsumsi bahan bakar paling hemat menggunakan piston dengan berat 68 gr sebesar 0,2 L/h tanpa beban dan pengujian berjalan paling lambat sebesar 251,8 km/L. bahan penelitian yang akan dilakukan menggunakan tiga jenis piston yaitu piston standar, piston cast dan piston forged.



Gambar 9. Piston cast dan Piston forged.

2.3.2 Skema Pengujian

Skema pengujian engine meliputi torsi dan daya sepeda motor Jupiter Z 2007 dalam penelitian ini ditunjukkan gambar berikut ini :



Gambar 10. Skema Pengujian

Keterangan :

1. Dynamometer
2. Tali Penahan Motor
3. Engine Sepeda Motor
4. Penahan Monitor
5. Pendingin Engine
6. Tachometer
7. Torsiometer
8. Computer

2.4.2 Parameter Penelitian

Parameter penelitian merupakan aspek yang menjadi fokus perhatian dan dicatat sebagai data penelitian. Berdasarkan desain penelitian, penelitian ini terdapat tiga variable yaitu variable terikat (dependen variable), variable bebas (independent variabel) dan variable control sebagai berikut :

- **Variabel Bebas (Independen variable)**

Variabel bebas adalah variabel yang memiliki pengaruh atau menyebabkan perubahan pada variabel terikat (dependen), yang biasanya dilambangkan dengan (X). Dalam penelitian ini variable bebas meliputi :

- Putaran mesin (RPM) : 2000 sampai 8000
- Jenis Piston : Menggunakan piston standar, casting piston dan forged piston.

2.4 Teknik Pengumpulan Data

2.4.1 Pengujian Lab

Data yang didapat dari hasil pengujian dynotest berupa torsi dan daya ditampilkan menggunakan table dan grafik

2.4.2 Persiapan pengujian

- 1) Menyiapkan peralatan meliputi kunci pas/ ring set, kunci T, kunci L, kunci sok dan lain – lain.
- 2) Pengecekan alat dynotest dalam kondisi baik sehingga dalam pengujian tidak terjadi kendala.
- 3) Melakukan persiapan sepeda motor dengan mengaplikasikan piston cast pada engine.
- 4) Melakukan pengujian tahap pertama menggunakan dynotest untuk mengetahui hasil pengaplikasian piston cast terhadap torsi dan daya engine sepeda motor Jupiter Z 2007.
- 5) Melakukan pembongkaran engine dan melakukan penggantian dengan piston forged.
- 6) Melakukan pengujian tahap kedua menggunakan dynotest untuk mengetahui hasil pengaplikasian piston forged terhadap torsi dan daya engine pada sepeda motor Jupiter Z 2007.
- 7) Mengecek seluruh instrumen pendukung setelah pengujian berjalan, sehingga hasil data yang diperoleh jelas.

2.5 Kalibrasi Instrumen

Kalibrasi adalah langkah untuk melakukan penyetelan ulang sebuah alat ukur dengan cara membandingkan spesifikasi standar sebagai acuan untuk mendapatkan hasil pengukuran akurat. Kalibrasi instrument yang digunakan pada penelitian ini adalah intal dan update software serta perawatan sensor – sensor. Mototech menggunakan aplikasi software yaitu Sportdevices dimana memasukkan data yang menjadi acuan spesifikasi motor standar pabrik akan dikomparasikan dengan hasil dynotest. Sedangkan untuk perawatan sensor yaitu pengecekan tegangan hasil pembacaan sensor disamakan dengan pedoman standar sensor spesifikasi pabrik dan pembersihan sensor jika kotor.

2.6 Teknik Analisis

Data Penelitian yang dilakukan dengan menggunakan metode analisis deskriptif. Dengan metode ini dapat dianalisis menggunakan data hasil pengujian yang didapat. Data yang diperoleh berupa torsi dan daya engine sepeda motor. Kemudian data yang sudah diperoleh dari hasil pengujian ditampilkan dalam bentuk table dan grafik, sehingga dapat ditarik kesimpulan berupa hasil penelitian dimana efektifitas dari penggunaan piston yang memiliki torsi dan daya engine yang terbaik pada sepeda motor Jupiter Z 2007. Data yang diperoleh akan dilakukan perhitungan rata – rata, selisih perbandingan, dan presentase dari hasil. Perhitungan data dilakukan dengan rumus sebagai berikut :

2.6.1 Rata – Rata

Perhitungan rata-rata dilakukan untuk setiap kumpulan data yang diperoleh dari torsi daya pada berbagai putaran RPM.

Keterangan :

$\bar{X}$ = Rata-rata

$\sum x_i$ = Jumlah keseluruhan data yang diperoleh

N = Jumlah data

2.6.2 Selisih Perbandingan

Pengukuran perbedaan dilakukan untuk mengetahui apakah terjadi kenaikan torsi dan daya dari setiap pengujian yang menggunakan piston standar, piston casting, dan piston forged. Sehingga dapat menentukan hasil pengujian yang optimal.

$$\chi_s = \chi^1 - \chi^2$$

Keterangan :

Xs = Selisih perbandingan

X1 = Rata-rata menggunakan piston standar

X2 = Rata-rata menggunakan cast piston

X3 = Rata-rata menggunakan forged piston

2.6.3 Presentase Data

Perhitungan presentase digunakan untuk melihat terjadi perubahan kenaikan atau penurunan dalam data yang sudah didapatkan dalam bentur persen (%).

Keterangan :

$Pd = Xs \times 100\%$

Pd = Presentase Data

Xs = Hasil Selisih

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

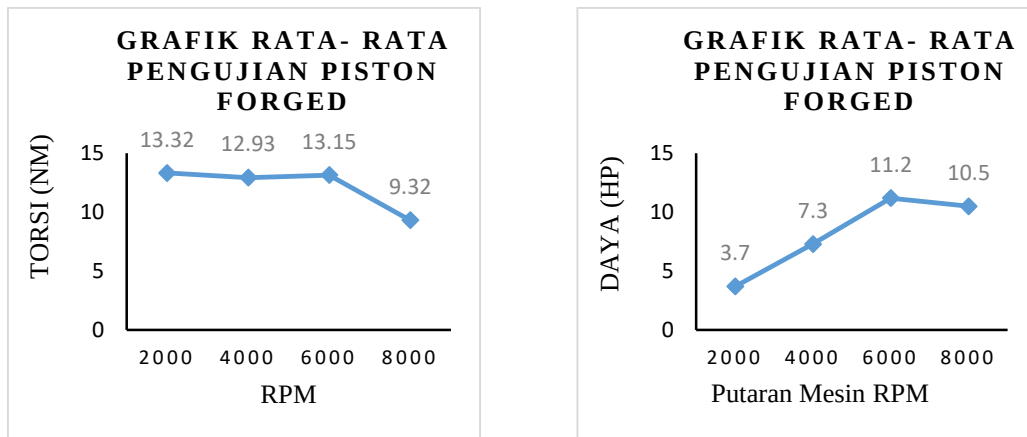
Pengujian pada penelitian ini dilakukan menggunakan alat uji dynamometer. Hasil pengujian mesin dengan variasi piston casting dan piston forged menunjukkan adanya perbedaan karakteristik daya dan torsi. Data yang telah dikumpulkan akan disajikan untuk mendukung analisis performa kedua jenis piston tersebut.

3.1 Piston Forged

Pengujian besar uji daya di dapat dari hasil data pengujian terhadap motor Jupiter z dengan variasi piston forged dengan hasil uji torsi dan daya, di tunjukan pada tabel berikut :

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Torsi dan Daya menggunakan piston forged
Pengujian Piston Forged

RPM	2000	4000	6000	8000
Torsi (NM)	13,23	12,88	13,30	9,29
	13,32	12,67	13,10	9,30
	13,31	13,24	13,04	9,36
Rata – rata	13,32	12,93	13,15	9,32
Daya (HP)	3,7	7,3	11,2	10,5
	3,7	7,2	11,1	10,5
	3,7	7,5	11,1	10,6
Rata – rata	3,7	7,3	11,2	10,5



Gambar 3.1 Grafik rata-rata hasil pengujian Torsi dan Daya pada piston forged

Dari tabel dan grafik diatas menunjukkan hasil pengujian piston forged pada berbagai putaran mesin (RPM) dengan mengukur torsi (Nm) dan daya (HP).

- Torsi adalah gaya puntir yang dihasilkan oleh mesin. Dari tabel, torsi cenderung stabil di RPM 2000-6000 tetapi mengalami penurunan signifikan pada 8000 RPM.
- Daya (HP) menunjukkan tenaga yang dihasilkan oleh mesin. Daya meningkat seiring kenaikan RPM hingga 6000 RPM tetapi mengalami sedikit penurunan pada 8000 RPM.

Hasil ini menunjukkan bahwa mesin mencapai puncak performa pada 6000 RPM, di mana daya dan torsi berada di level optimal sebelum mulai menurun pada 8000 RPM.

Perhitungan Rata-rata

Rumus rata-rata :

$$X = \frac{\sum x_i}{N}$$

Dimana :

- $\bar{X}$ = Nilai rata-rata
- $\sum x_i$ = jumlah keseluruhan data yang diperoleh
- N = jumlah data

Rata-rata Torsi

Pada setiap RPM, Torsi dihitung dari 3 data :

- **4000 RPM :**

$$\bar{X} = \frac{12.88 + 12.67 + 13.24}{3} = \frac{38.79}{3} = 12.93$$

Rata-rata Daya

Pada setiap RPM, daya dihitung dari 3 data :

- **4000 RPM :**

$$\bar{X} = \frac{7.3 + 7.2 + 7.5}{3} = \frac{22.0}{3} = 7.33$$

Berikut adalah tabel hasil analisis setelah menghitung rata-rata torsi dan daya untuk setiap RPM :

RPM	Rata-Rata Torsi (NM)	Rata-Rata Daya (HP)
2000	13.29	3.7
4000	12.93	7.33
6000	13.15	11.13
8000	9.32	10.53

Kesimpulan :

- Rata-rata torsi mengalami sedikit fluktuasi pada setiap kenaikan RPM, dengan nilai tertinggi sebesar 13,29 Nm pada 2000 RPM dan terendah sebesar 9,32 Nm pada 8000 RPM.
- Rata-rata daya menunjukkan peningkatan seiring dengan kenaikan RPM hingga 6000 RPM, dengan nilai tertinggi sebesar 11,13 HP, sebelum mengalami sedikit penurunan pada 8000 RPM menjadi 10,53 HP.

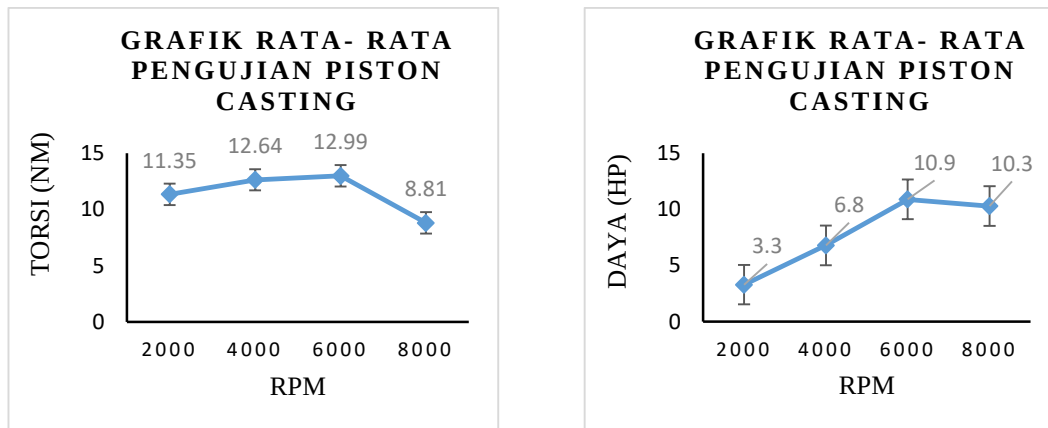
Hal ini menunjukkan bahwa torsi cenderung menurun pada RPM tinggi, sedangkan daya mengalami peningkatan hingga batas tertentu sebelum mulai berkurang, yang mengindikasikan adanya efisiensi optimal mesin pada kisaran RPM tertentu.

3.2 Piston Casting

Pengujian besar uji daya di dapat dari hasil data pengujian terhadap motor Jupiter z dengan variasi piston casting dengan hasil uji torsi dan daya, di tunjukan pada tabel berikut:

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Torsi dan Daya menggunakan casting
Pengujian Piston Piston Casting

RPM	2000	4000	6000	8000
Torsi (NM)	11,64	12,05	12,83	9,10
	8,91	13,62	13,41	9,01
	13,51	12,26	12,73	8,31
Rata – rata	11,35	12,64	12,99	8,81
Daya (HP)	3,3	6,8	10,9	10,3
	2,5	7,7	11,4	10,2
	3,8	6,9	10,8	9,4
Rata – rata	3,3	6,8	10,9	10,3



Gambar 3.2 Grafik rata-rata hasil pengujian Torsi dan Daya pada piston casting

Dari tabel dan grafik diatas menunjukkan hasil pengujian piston casting dengan variasi putaran mesin (RPM) dan hasil pengukuran Torsi (Nm) serta Daya (HP).

Analisis Torsi :

- Peningkatan Torsi terjadi dari 2000 RPM hingga 6000 RPM, dengan puncak di 6000 RPM (12,99 Nm).
- Penurunan signifikan terjadi di 8000 RPM (8,81 Nm), yang menunjukkan bahwa piston casting mengalami keterbatasan dalam mempertahankan torsi di RPM tinggi.

Analisis Daya :

- Daya meningkat signifikan seiring dengan naiknya RPM, mencapai puncaknya di 6000 RPM (10,9 HP).
- Daya sedikit menurun pada 8000 RPM (10,3 HP), yang menunjukkan adanya efisiensi mesin yang mulai menurun di putaran tinggi.

- **Rata-Rata Torsi (Nm)**

- **4000 RPM :**

$$\bar{X} = \frac{12.05 + 13.62 + 12.26}{3} = \frac{37.93}{3} = 12.64$$

- **Rata-Rata Daya (HP)**

- **4000 RPM :**

$$\bar{X} = \frac{6.8 + 7.7 + 6.9}{3} = \frac{21.4}{3} = 7.13$$

Berikut adalah tabel hasil analisis setelah menghitung rata-rata torsi dan daya untuk setiap RPM :

RPM	Rata-Rata Torsi (Nm)	Rata-Rata Daya (HP)
2000	11.35	3.20
4000	12.64	7.13
6000	12.99	11.03
8000	8.81	9.97

Kesimpulan :

- Piston casting menunjukkan performa terbaik pada 6000 RPM, di mana torsi dan daya mencapai puncaknya.
- Di 8000 RPM, baik torsi maupun daya mengalami penurunan, yang bisa disebabkan oleh faktor gesekan, efisiensi bahan bakar, atau batas material piston casting.
- Dibandingkan dengan piston forged (dari tabel sebelumnya), piston casting memiliki torsi dan daya yang sedikit lebih rendah, terutama di RPM tinggi.

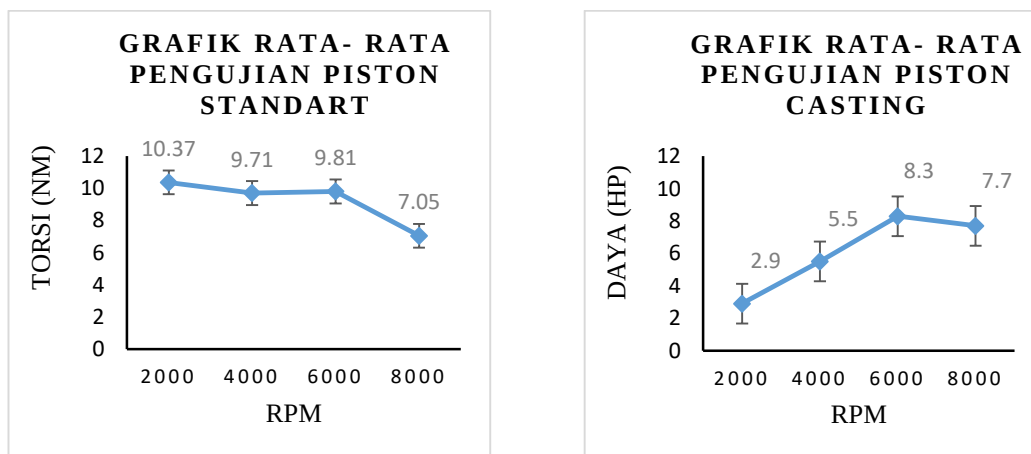
Piston casting lebih cocok digunakan pada rentang RPM 2000 - 6000 untuk mendapatkan performa optimal sebelum kehilangan tenaga pada RPM tinggi.

3.3 Piston Standard

Pengujian besar uji daya di dapat dari hasil data pengujian terhadap motor Jupiter z dengan variasi piston casting dengan hasil uji torsi dan daya, di tunjukan pada 14able berikut :

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Daya dan Torsi menggunakan piston standard
Pengujian Piston Standart

RPM	2000	4000	6000	8000
Torsi	10,71	9,86	9,68	7,07
	10,42	9,76	9,79	6,80
	9,98	9,50	9,97	7,28
Rata – rata	10,37	9,71	9,81	7,05
Daya	3,0	5,6	8,2	8,0
	2,9	5,5	8,3	7,7
	2,8	5,4	8,5	8,2
Rata – rata	2,9	5,5	8,3	7,7



Gambar 3.3 Grafik rata-rata hasil pengujian Torsi dan Daya pada piston standart

Dari tabel dan grafik diatas menunjukkan hasil pengujian piston standar dengan variasi putaran mesin (RPM) serta pengukuran Torsi (Nm) dan Daya (HP).

Analisis Torsi :

- Torsi mengalami penurunan secara bertahap dari 2000 RPM hingga 8000 RPM
- Puncak torsi berada pada 2000 RPM (10,37 Nm), kemudian mengalami sedikit penurunan di 4000 RPM (9,71 Nm) dan 6000 RPM (9,81 Nm)
- Pada 8000 RPM, torsi turun signifikan (7,05 Nm), yang menandakan bahwa piston standar kurang efisien di RPM tinggi.

Analisis Daya :

- Daya mengalami kenaikan dari 2000 RPM (2,9 HP) hingga 6000 RPM (8,3 HP).
- Pada 8000 RPM, daya sedikit turun ke 7,7 HP, yang menunjukkan bahwa performa mesin mulai berkurang di putaran tinggi.

- **Rata-Rata Torsi (NM)**
 - **4000 RPM :**

$$\bar{X} = \frac{9.86 + 9.76 + 9.50}{3} = \frac{29.12}{3} = 9.71$$

- **Rata – Rata Daya (HP)**
 - **4000 RPM :**

$$\bar{X} = \frac{5.6 + 5.5 + 5.4}{3} = \frac{16.5}{3} = 5.50$$

Berikut adalah tabel hasil analisis setelah menghitung rata-rata torsi dan daya untuk setiap RPM:

RPM	Rata-Rata Torsi (NM)	Rata-Rata Daya (HP)
2000	10.37	2.90
4000	9.71	5.50
6000	8.91	8.33
8000	7.05	7.97

Kesimpulan :

- Piston standar memiliki performa yang stabil hingga 6000 RPM, tetapi mengalami penurunan signifikan pada 8000 RPM, baik pada torsi maupun daya.
- Dibandingkan dengan piston forged dan piston casting, piston standar memiliki torsi dan daya yang lebih rendah secara keseluruhan, terutama di RPM tinggi.
- Piston standar lebih cocok digunakan pada RPM rendah hingga menengah (2000 - 6000 RPM) untuk mendapatkan efisiensi terbaik.

Secara keseluruhan, piston forged memiliki performa terbaik, diikuti oleh piston casting sedangkan piston standar memiliki performa paling rendah di antara ketiganya.

3.4 PRESENTASE

Berikut adalah hasil analisis perubahan dan perbandingan antara jenis piston:

3.4.1 Persentase Perubahan Torsi dalam Satu Jenis Piston

(Rata-rata perubahan torsi antar RPM interval)

RPM Interval (%)	Forged (%)	Casting (%)	Standard (%)
2000 – 4000	-1.58%	-1.41%	-1.93%
4000 – 6000	2.56%	-0.77%	3.24%
6000 – 8000	-29.69%	-31.22%	-25.38%

3.4.2 Persentase Perubahan Daya dalam Satu Jenis Piston

(Rata-rata perubahan daya antar RPM interval)

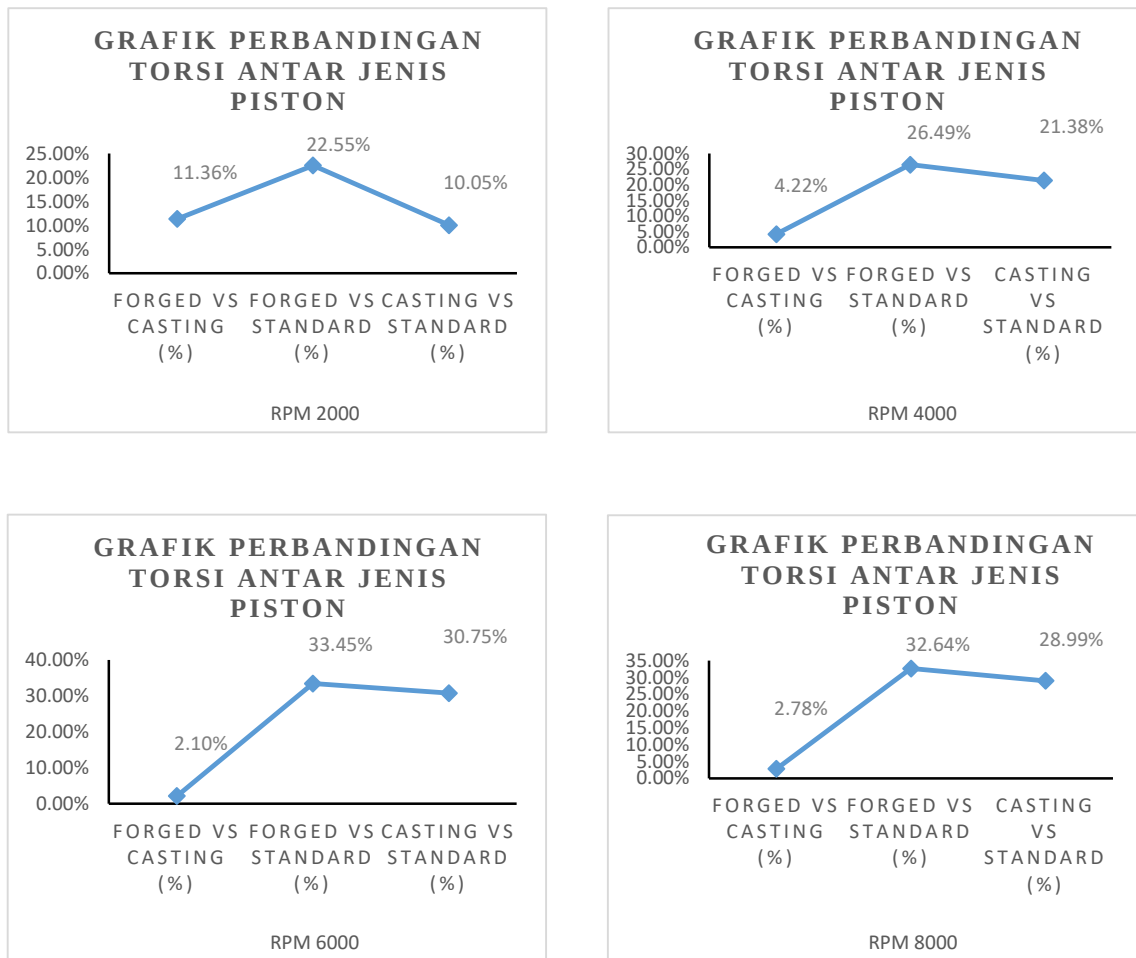
RPM Interval (%)	Forged (%)	Casting (%)	Standard (%)
2000 – 4000	95.51%	93.33%	92.86%
4000 – 6000	52.17%	58.70%	50.00%
6000 – 8000	-6.67%	-7.69%	-3.70%

3.4.3 Perbandingan Torsi Antar Jenis Piston

(Dibandingkan pada masing-masing RPM berdasarkan rata-rata)

RPM	Forged vs Casting (%)	Forged vs Standard (%)	Casting vs Standard (%)
2000	11.36%	22.55%	10.05%
4000	4.22%	26.49%	21.38%
6000	2.10%	33.45%	30.75%
8000	2.78%	32.64%	28.99%

Tabel 1 Perbandingan torsi antar jenis piston



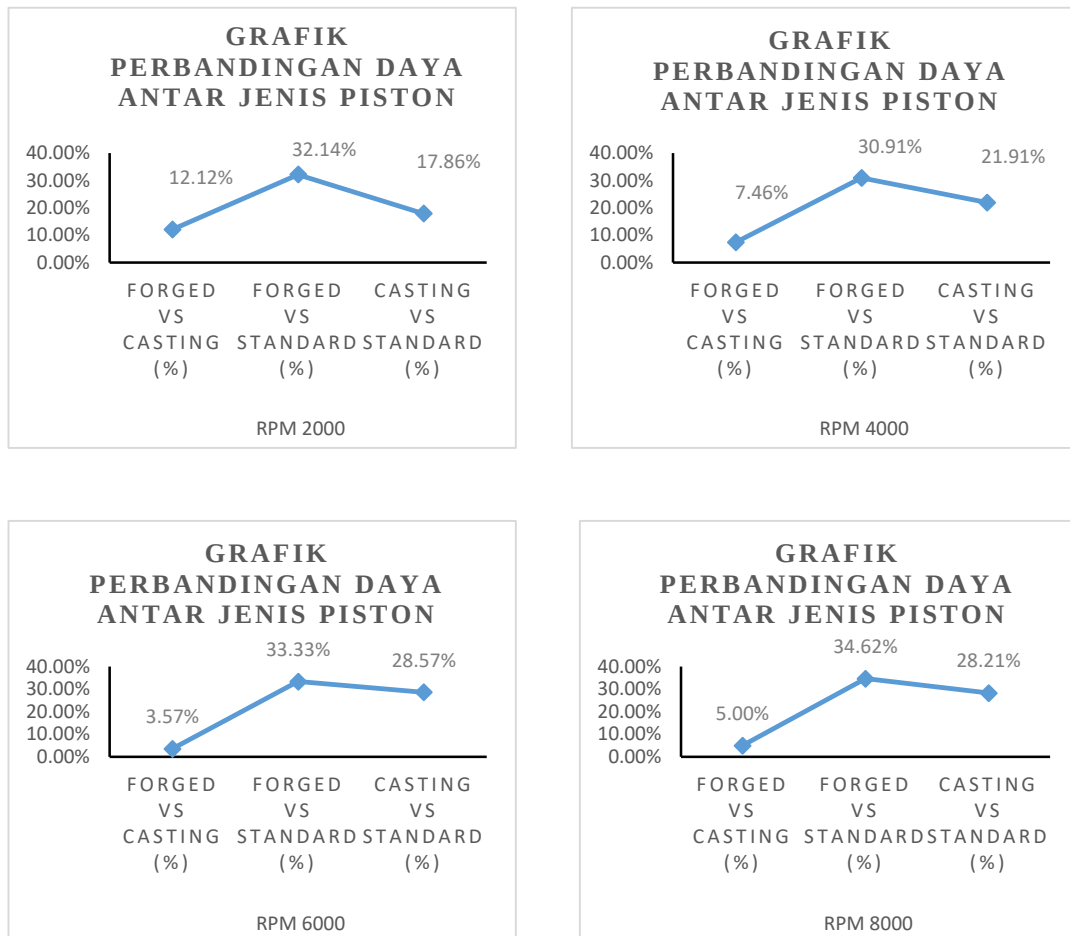
Gambar 3.4.3 Grafik hasil perbandingan torsi antar jenis piston RPM 2000 – RPM 8000

Berdasarkan data yang ditampilkan dalam tabel dan grafik, terlihat bahwa torsi yang dihasilkan oleh piston forged cenderung lebih tinggi dibandingkan piston casting dan standar pada berbagai putaran mesin (RPM). Peningkatan torsi ini semakin signifikan seiring dengan meningkatnya RPM, dengan selisih terbesar terjadi pada RPM 8000, di mana piston forged menunjukkan keunggulan yang lebih besar dibandingkan dua jenis piston lainnya. Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan piston forged memberikan performa yang lebih baik dalam hal peningkatan torsi, terutama pada putaran tinggi, sehingga lebih cocok digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan tenaga lebih besar dan performa tinggi.

3.4.4 Perbandingan Daya Antar Jenis Piston

RPM	Forged vs Casting(%)	Forged vs Standart(%)	Casting vs Standard (%)
2000	12.12%	32.14%	17.86%
4000	7.46%	30.91%	21.91%
6000	3.57%	33.33%	28.57%
8000	5.00%	34.62%	28.21%

Tabel 2 Perbandingan Daya Antar Jenis Piston



Gambar 3.4.4 Grafik hasil perbandingan daya antar jenis piston RPM 2000 – RPM 8000

Berdasarkan data yang ditampilkan dalam tabel dan grafik, terlihat bahwa daya yang dihasilkan oleh piston forged lebih tinggi dibandingkan piston casting dan standar pada berbagai putaran mesin (RPM). Pada RPM rendah, selisih daya antara piston forged dan piston lainnya masih relatif kecil, namun perbedaannya semakin signifikan pada RPM yang lebih tinggi, dengan peningkatan daya terbesar terjadi pada RPM 8000. Hal ini menunjukkan bahwa piston forged memiliki efisiensi yang lebih baik dalam menghasilkan daya, terutama pada putaran tinggi, sehingga lebih unggul dalam aplikasi yang menuntut performa tinggi dan kestabilan daya pada kecepatan mesin yang lebih besar.

3.5 Perbedaan Berat Piston

Gambar di bawah menunjukkan tiga buah piston dengan merk berbeda yang sedang ditimbang menggunakan timbangan digital model SF-400. Setiap piston memiliki berat yang berbeda, yang dapat menjadi faktor penting dalam performa mesin.



1. **Gambar pertama (Piston Standar)**

- Berat : 132 gram



2. **Gambar kedua (Piston Casting)**

- Berat : 125 gram



3. **Gambar ketiga (Piston Forged)**

- Berat : 118 gram

Dari data ini, bisa disimpulkan bahwa :

- Piston standar memiliki berat paling tinggi, yaitu 132 gram.
- Piston casting lebih ringan dari piston standart, dengan selisih 7 gram lebih ringan.
- Piston forged memiliki bobot paling ringan, dengan 14 gram lebih ringan dibanding standard dan 7 gram lebih ringan dibanding piston casting.

3.6 Gambar Hasil Uji Data Dynotest

Berdasarkan pengujian dyno pada tiga jenis piston yang berbeda standar, forged, dan casting terdapat perbedaan yang cukup mencolok dalam kinerja mesin. Piston forged memberikan peningkatan tenaga dan torsi paling besar, sehingga menjadi pilihan ideal untuk performa maksimal, meskipun mengalami kehilangan daya yang lebih tinggi. Sementara itu, piston casting berada di posisi menengah dengan efisiensi yang baik serta kehilangan daya yang lebih rendah. Di sisi lain, piston standar memiliki performa paling rendah di antara ketiganya. Jika prioritas utama adalah tenaga yang lebih besar, maka piston forged menjadi pilihan terbaik, sedangkan bagi yang mengutamakan efisiensi tenaga, piston casting dapat menjadi alternatif yang lebih sesuai.

1. Gambar Uji Piston Forget

SPORTDYNO V3.3 DYNAMOMETER, REKTOR PRO DYNO V3 ROLLER INERTIA: 3,893 Displacement Correction Correction Factor: ISO 1585 NOTE: Lead Cell Included.			
DATA FOR TEST: JUPITER_REZA_UMIDA_T003			
Comments: PISTON FORGED			
RPM	HP (HP@RPM)	T (NM@RPM)	T (NM@RPM)
1500	4.7	12.49	1.05
1750	5.1	12.49	1.05
2000	5.7	13.51	1.42
2250	4.2	13.27	1.78
2500	4.7	13.45	2.16
2750	5.3	13.66	2.56
3000	5.4	12.72	2.93
3250	5.8	12.74	3.34
3500	6.3	12.73	3.74
3750	6.8	12.86	4.12
4000	7.5	13.24	4.54
4250	7.6	12.59	4.94
4500	8.3	13.11	5.32
4750	8.9	13.21	5.70
5000	9.4	13.32	6.08
5250	10.2	13.81	6.44
5500	10.5	13.83	6.80
5750	10.6	13.64	7.16
6000	11.1	13.68	7.54
6250	11.1	13.68	7.94
6500	11.8	12.88	8.32
6750	11.7	12.19	8.69
7000	11.8	11.80	9.04
7250	11.8	11.55	9.36
7500	12.4	10.68	9.68
7750	10.6	9.64	10.89
8000	10.6	9.36	11.36
LOSSES:	-0.1 HP	-0.70 NM@RPM	
TOTAL ENGINE:	12.1 HP	14.61 NM@RPM	

2. Gambar Uji Piston Casting

SPORTDYNO V3.3 DYNAMOMETER, REKTOR PRO DYNO V3 ROLLER INERTIA: 3,893 Displacement Correction Correction Factor: ISO 1585 NOTE: Lead Cell Included.			
DATA FOR TEST: JUPITER_REZA_UMIDA_T003			
Comments: PISTON CASTING			
RPM	HP (HP@RPM)	T (NM@RPM)	T (NM@RPM)
1500	4.4	12.58	1.28
1750	3.0	12.44	1.44
2000	3.8	13.51	1.80
2250	4.3	13.49	2.16
2500	4.7	13.51	2.54
2750	5.3	13.70	2.90
3000	5.6	13.53	3.26
3250	5.9	13.83	3.68
3500	6.3	12.79	4.02
3750	6.6	12.51	4.44
4000	6.9	12.26	4.82
4250	7.6	12.58	5.22
4500	8.3	12.84	5.60
4750	9.1	13.62	5.98
5000	9.7	13.71	6.32
5250	10.1	13.58	6.70
5500	10.9	14.18	7.06
5750	11.0	14.08	7.48
6000	10.6	13.61	7.88
6250	10.8	12.73	8.24
6500	10.7	12.13	8.62
6750	11.0	12.02	8.98
7000	11.4	11.91	9.36
7250	10.5	10.58	9.68
7500	10.6	10.34	10.06
7750	9.7	9.46	10.80
8000	9.4	8.31	11.14
LOSSES:	-1.2 HP	-1.10 NM@RPM	
TOTAL ENGINE:	13.0 HP	15.22 NM@RPM	

3. Gambar Uji Piston Standard



IV. KESIMPULAN

Penelitian ini menganalisis perbedaan performa antara piston casting dan piston forged dalam hal daya dan torsi pada sepeda motor Yamaha Jupiter Z 2007. Seiring berkembangnya teknologi otomotif, pemilihan material dan metode produksi piston menjadi faktor krusial dalam meningkatkan efisiensi dan performa mesin. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh penggunaan kedua jenis piston terhadap daya dan torsi mesin.

Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan alat dynotest untuk mengukur performa mesin. Sepeda motor Yamaha Jupiter Z 2007 dipilih sebagai objek penelitian, dengan bahan bakar Pertamina untuk menjaga konsistensi hasil. Variabel penelitian terdiri dari variabel bebas (jenis piston dan putaran mesin/RPM), variabel terikat (daya dan torsi), serta variabel kontrol (jenis motor dan bahan bakar). Data dikumpulkan melalui pengujian laboratorium dan dianalisis menggunakan metode deskriptif dengan perhitungan rata-rata, selisih perbandingan, serta persentase perubahan.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa piston forged memiliki performa paling unggul dibandingkan piston casting dan piston standar. Piston forged menghasilkan daya dan torsi yang lebih besar, terutama pada RPM tinggi, sedangkan piston casting berada di tingkat menengah, dan piston standar menunjukkan performa paling rendah. Selain itu, piston forged memiliki bobot paling ringan dibandingkan dengan dua jenis piston lainnya, yang berkontribusi pada peningkatan efisiensi dan kinerja mesin. Penurunan performa pada RPM tinggi lebih signifikan terjadi pada piston casting dibandingkan piston forged, menegaskan bahwa pemilihan jenis piston sangat berpengaruh terhadap performa kendaraan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan berharga selama proses penulisan artikel ini. Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada teman-teman yang telah memberikan dukungan serta berdiskusi bersama sehingga memperkaya sudut pandang saya dalam menyusun tulisan ini. Selain itu, saya menghargai bantuan dari Arspeed yang telah menyediakan data dan referensi yang sangat mendukung penelitian ini. Semoga artikel ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi yang positif bagi pembaca dan pengembangan ilmu pengetahuan.

REFERENSI

- [1] Naibaho, R. (2020). Karakterisasi sifat fisis dan kekerasan piston sepeda motor suzuki dan piston sepeda motor denshin. *Jurnal Ilmiah Simantek*, 4(1), 62–70.
- [2] Talakua, C. (n.d.). Pengaruh Penggantian Piston Standart dengan Piston Modifikasi Sepeda Motor Honda Beat.
- [3] Hong, E., & Kang, H. (2017). Development of Forged Piston for Weight-Reduction. *Transactions of the Korean Society of Automotive Engineers*, 25(1), 111–115. <https://doi.org/10.7467/ksae.2017.25.1.111>
- [4] Anggraini, L., & Anjany, A. (2020). Aluminum Alloy Piston Fabrication Technology by Super Forging-KIRIU. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 924(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/924/1/012001>
- [5] Yunus, M. (2019). ANALISA KEMAMPUAN BLOK SILINDER TERHADAP GESEKAN PISTON PADA SEPEDA MOTOR SUZUKI SHOGUN 125 TAHUN 2014 DI BENGKEL YELHANA MOTOR. In *Jurnal Teknik Sains* (Vol. 04, Issue 02).
- [6] Ashari, M. R., Nauri, M., & Komara Mindarta, E. (2021). PADA SEPEDA MOTOR 4 TAKT 110 CC SOHC. 5(2), 49–58.
- [7] Wiranto, A., & Roziqin, A. (n.d.). *Automotive Science and Education Journal*. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/asej>
- [8] inotek,+1682-1691+S24-0276+Sinkronisasi+Sistem+Mekanikal+Dan+Elektrikal+Pada+Dynotest+Berbasis+Momen+Inersia. (n.d.).
- [9] Satriawan, M. E., Akbar, A., & Nadliroh, K. (2023). Prosiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi) 985 Perancangan Sistem Dynotest Berbasis Momen Inersia. In *Agustus* (Vol. 7). Online.
- [10] Zidan, A., Abdillah, F., & Marlina, E. (n.d.). PENGARUH VARIASI DIAMETER PISTON DAN PUTARAN MESIN TERHADAP PERFORMA MESIN SEPEDA MOTOR HONDA SUPRA FIT 100 CC.
- [11] Salim, A., Wanditya Setiawan, F., Arsad Al Banjari, M., Studi, P. D., Otomotif Politeknik Hasnur Jl Brigjen Hasan Basri, T., Kuala, B., & Selatan-Indonesia, K. (n.d.). PERBANDINGAN PISTON STANDAR DAN PISTON SEMI RACING TERHADAP TEKANAN KOMPRESI DAN KONSUMSI BAHAN BAKAR PADA MOTOR SATRIA F150.

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.