

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam sepuluh tahun terakhir, teknologi mesin pembakaran dalam di industri otomotif berkembang sangat pesat. Pengembangan ini berfokus utama pada peningkatan efisiensi pembakaran guna mengoptimalkan performa kendaraan, menghemat konsumsi bahan bakar, serta menekan emisi gas buang. *Sistem Electronic Fuel Injection (EFI)* yang menggantikan karburator telah menjadi standar industri sepeda motor modern karena kemampuan kontrol campuran udara-bahan bakar secara real-time. (Santoso & Fian Arif Yulianto, 2024)

Yamaha NMAX 155 cc mendominasi segmen skutik premium Indonesia dengan penjualan kumulatif >3 juta unit sejak 2015-2025, menempati posisi 5 besar motor terlaris nasional. (Narulita Azzahra Misbakh, 2025) dalam web moladin melaporkan: "NMAX terus laris karena motor berkekuatan 155cc dengan teknologi Blue Core VVA ini menyajikan kenyamanan kelas atas dan performa yang responsif untuk rute jarak jauh. Berkat desain mewah MAXI, area duduk yang lapang, dan kapasitas bagasi yang besar, motor ini sangat cocok digunakan baik untuk perjalanan jauh maupun berkendara sehari-hari.

Sejumlah penelitian terdahulu telah mengkaji berbagai aspek pengaruh injektor terhadap kinerja mesin. Misalnya, dalam penelitian yang dilakukan oleh Santoso & Fian Arif Yulianto, 2024, pengaruh tekanan fuel pump dan variasi jumlah lubang

injektor terhadap mesin sepeda motor 150 cc diuji menggunakan dinamometer, dan hasilnya menunjukkan bahwa perubahan jumlah lubang injektor memiliki dampak yang nyata terhadap nilai daya dan torsi mesin pada putaran tertentu . Penelitian ini memperlihatkan bahwa modifikasi jumlah lubang *injector* tanpa mempertimbangkan karakteristik spesifik mesin dapat menghasilkan peningkatan performa yang berbeda-beda tergantung kondisi mesin dan parameter pengujian.

Dalam konteks serupa, Pratama dkk., (2023) dalam Journal of Engineering and Science mengevaluasi pengaruh variasi jumlah lubang injektor terhadap performa mesin Yamaha New Vixion 150 cc, dan menemukan bahwa konfigurasi injektor yang berbeda menghasilkan profil daya, torsi, dan konsumsi bahan bakar yang tidak sama pada berbagai rentang putaran mesin . Penelitian tersebut menguatkan temuan bahwa variasi jumlah lubang injektor dapat memengaruhi performa mesin secara nyata, namun memerlukan pendekatan uji yang terstandar untuk memperoleh interpretasi yang valid mengenai hubungan sebab-akibatnya.

Selain performa mesin, aspek emisi gas buang juga menjadi perhatian penting dari sisi lingkungan dan regulasi. Walid, (2025) meneliti efek jumlah lubang injektor dan nilai oktan bahan bakar terhadap emisi gas buang pada sepeda motor, serta menemukan bahwa variasi injektor berkorelasi dengan perubahan konsentrasi emisi seperti karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC) yang menunjukkan adanya perubahan dalam proses pembakaran . Hasil ini menunjukkan bahwa kompensasi jumlah lubang injektor tidak hanya berdampak pada performa, tetapi juga pada pembentukan emisi gas buang.

Kajian lain oleh Aprian Fadhlul Rahman dkk., (2022) pada sepeda motor matic injeksi menyatakan bahwa variasi jumlah lubang nozzle injektor menyebabkan perubahan karakteristik torsi mesin karena perbedaan dalam pola semprotan dan kualitas atomisasi bahan bakar. Penelitian ini memberi bukti tambahan bahwa modifikasi injektor dapat mengubah perilaku kerja mesin, dan oleh karena itu perubahan tersebut harus dikaji melalui pengukuran parameter kinerja seperti daya, torsi, dan konsumsi bahan bakar secara sistematis.

Di samping kajian empiris, berbagai kajian literatur juga menegaskan pentingnya kualitas campuran udara dan bahan bakar dalam menentukan efisiensi pembakaran mesin pembakaran dalam. Menurut John Heywood, 2018, rasio udara-bahan bakar (*Air-Fuel Ratio / AFR*) yang optimal sangat penting untuk mencapai proses pembakaran yang efisien, dan komponen injeksi berperan penting dalam menjaga rasio tersebut di berbagai kondisi kerja mesin. Dengan pola semprotan injektor yang baik, campuran udara dan bahan bakar dapat terbentuk secara homogen, yang berkontribusi terhadap peningkatan daya dan torsi sekaligus pengurangan konsumsi bahan bakar.

Sepeda motor Yamaha NMAX 155 CC termasuk dalam kategori motor skuter matik premium yang telah dilengkapi dengan teknologi injeksi bahan bakar elektronik dan Variable Valve Actuation (VVA), sehingga performa dan efisiensinya sangat dipengaruhi oleh karakteristik sistem injeksi. Produsen merancang injektor standar dengan mempertimbangkan keseimbangan antara performa, efisiensi, dan emisi gas buang, namun dalam praktiknya pengguna sering melakukan modifikasi injektor untuk mengejar peningkatan performa yang berbeda dari desain pabrikan.

yang menjadi suatu fenomena yang masih menjadi kontroversi karena sering kali tidak didukung data ilmiah yang kuat.

Berdasarkan kajian penelitian terdahulu, terdapat kesenjangan ilmiah (research gap) terkait dampak variasi jumlah lubang injektor secara spesifik terhadap daya, torsi, dan konsumsi bahan bakar pada motor dengan kapasitas 155 cc seperti Yamaha NMAX. Sebagian besar studi terdahulu fokus pada motor berkapasitas di bawahnya atau hanya melihat implikasi emisi gas buang. Kurangnya data empiris yang memadai mengenai injektor pada sepeda motor 155 cc menunjukkan perlunya penelitian yang lebih fokus dan terstandar dalam memetakan hubungan variabel injektor terhadap parameter kinerja mesin.

1.2 Identifikasi Masalah

Dari apa yang sudah dipaparkan penulis pada latar belakang penelitian, maka dapat disusun identifikasi masalah yang diangkat dalam penelitian ini:

1. Belum adanya data ilmiah yang jelas mengenai pengaruh variasi jumlah lubang injektor terhadap daya dan torsi pada mesin sepeda motor Yamaha NMAX.
2. Belum diketahui secara pasti dampak variasi jumlah lubang injektor terhadap konsumsi bahan bakar, apakah meningkatkan efisiensi atau justru menyebabkan pemborosan.
3. Belum diketahui variasi jumlah lubang injektor yang paling optimal untuk menghasilkan keseimbangan terbaik antara daya, torsi, dan konsumsi bahan bakar pada Yamaha NMAX.

1.3 Pembatasan Masalah

Agar pembahasan pada penelitian ini tidak meluas, maka dibuatlah batasan masalah yang akan diteliti pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Subjek penelitian adalah sepeda motor Yamaha NMAX 155 CC tahun produksi 2019.
2. Objek penelitian adalah dan jumlah lubang *injector* pada sepeda motor Yamaha NMAX 155 CC.
3. Variasi diameter lubang *injector* yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:
 - a. 4 *hole*.
 - b. 6 *hole* (kondisi standar).
 - c. 8 *hole*.
 - d. 10 *hole*.
4. Variabel terikat yang akan diteliti dalam penelitian ini adalah torsi, daya, dan konsumsi bahan bakar.
5. Pengujian torsi dan daya mesin dilakukan menggunakan dynotest.
6. Pengujian konsumsi bahan bakar dilakukan menggunakan gelas ukur serta rumus perhitungan massa bahan bakar per satuan waktu.
7. Pengujian menggunakan ecu standar tanpa melakukan *remapped* pada ecu standar.
8. Pengujian torsi dan daya dilakukan pada rentang putaran mesin 3000 rpm sampai 5000 rpm.

9. Pengujian konsumsi bahan bakar dilakukan pada putaran mesin konstan yaitu 3000 rpm sampai 5000 rpm.
10. Pengujian torsi dan daya dilakukan pada kondisi kendaraan tanpa beban jalan (hanya mesin di *dynotest*).
11. Pengujian *dynotest* kalibrasi dilakukan oleh oprator *dynotest*.
12. Pengambilan data torsi, daya, dan konsumsi bahan bakar dilakukan pada temperatur kerja ideal mesin, yaitu pada rentang 80°C sampai 90°C.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana deskripsi data kuantitatif perbedaan pengaruh lubang injektor pada mesin sepeda motor yamaha N-Max?
2. Bagaimana pengaruh variasi jumlah lubang injektor terhadap daya yang dihasilkan oleh mesin sepeda motor Yamaha N-Max?
3. Bagaimana pengaruh variasi jumlah lubang injektor terhadap torsi yang dihasilkan oleh mesin sepeda motor Yamaha N-Max?
4. Bagaimana pengaruh variasi lubang injektor terhadap tingkat konsumsi bahan bakar pada sepeda motor Yamaha N-Max?

1.5 Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah yang telah disusun, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendeskripsi data kuantitatif perbedaan pengaruh lubang injektor pada mesin sepeda motor yamaha N-Max.
2. Mengetahui pengaruh variasi jumlah lubang injektor terhadap daya yang dihasilkan oleh mesin sepeda motor Yamaha N-Max.
3. Mengetahui pengaruh variasi jumlah lubang injektor terhadap torsi yang dihasilkan oleh mesin sepeda motor Yamaha N-Max.
4. Mengetahui perubahan jumlah lubang injektor mempengaruhi tingkat konsumsi bahan bakar pada sepeda motor Yamaha N-Max.

1.6 Manfaat Penelitian

1. . Bagi Ilmu Pengetahuan

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang teknik otomotif, dengan menambah kajian ilmiah mengenai pengaruh variasi jumlah lubang injektor terhadap daya, torsi, dan konsumsi bahan bakar mesin sepeda motor. Hasil penelitian ini dapat memperkaya referensi akademik terkait sistem injeksi bahan bakar serta menjadi dasar bagi penelitian lanjutan dalam pengembangan desain injektor dan optimasi performa mesin kendaraan bermotor.

2. Bagi Masyarakat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi masyarakat, khususnya pengguna sepeda motor Yamaha NMAX dan masyarakat otomotif secara umum, dengan menyediakan informasi yang objektif, ilmiah, dan berbasis data mengenai dampak modifikasi jumlah lubang injektor terhadap performa dan

efisiensi bahan bakar. Dengan demikian, masyarakat dapat mengambil keputusan modifikasi kendaraan secara lebih tepat, menghindari modifikasi yang tidak efektif, serta berkontribusi pada penggunaan bahan bakar yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

3. Bagi Penulis

Bagi penulis, penelitian ini menjadi sarana untuk mengaplikasikan teori yang telah diperoleh selama perkuliahan ke dalam praktik penelitian secara nyata. Selain itu, penelitian ini dapat meningkatkan pemahaman penulis mengenai sistem injeksi bahan bakar, metode pengujian performa mesin, serta analisis data eksperimental. Penelitian ini juga melatih penulis dalam berpikir kritis, sistematis, dan ilmiah sebagai bekal dalam pengembangan kompetensi akademik dan profesional di bidang teknik otomotif.

1.7 Luaran Penelitian

Berdasarkan tujuan dan manfaat penelitian ini, maka diharapkan penelitian ini mampu menghasilkan luaran yang berupa:

1. Karya tulis ilmiah ini diproyeksikan untuk publikasi pada jurnal nasional terakreditasi maupun jurnal internasional. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi sebagai materi pendukung pembelajaran serta sumber referensi bagi studi akademis di masa mendatang, terutama yang berfokus pada analisis komparatif variasi jumlah lubang injektor terhadap performa (daya dan torsi) serta efisiensi konsumsi bahan bakar pada sepeda motor Yamaha NMAX 155 CC.

2. Produk luaran berupa modul pembelajaran ini dirancang sebagai sarana pendukung instruksional, khususnya dalam mengkaji dampak variasi jumlah lubang injektor terhadap performa mekanis (daya dan torsi) serta efisiensi konsumsi bahan bakar pada sepeda motor Yamaha NMAX 155 CC. Selanjutnya, modul ini akan didaftarkan untuk mendapatkan sertifikasi Hak Kekayaan Intelektual (HAKI).

