

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor di Indonesia, terutama sepeda motor, terus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Kondisi tersebut berdampak pada bertambahnya kebutuhan bahan bakar minyak sekaligus meningkatkan pencemaran udara yang berasal dari aktivitas transportasi. Salah satu penyebab utama pencemaran tersebut adalah emisi gas buang kendaraan bermotor, sehingga pengendalian emisi menjadi perhatian penting dalam pengembangan teknologi otomotif yang lebih ramah lingkungan (Komarulloh et al., 2024).

Sepeda motor menjadi sarana transportasi yang banyak dimanfaatkan masyarakat karena menawarkan konsumsi bahan bakar yang relatif hemat, biaya operasional yang terjangkau, serta mampu menunjang mobilitas sehari-hari secara praktis. Namun, meningkatnya jumlah penggunaan sepeda motor juga berkontribusi terhadap bertambahnya emisi gas buang yang dapat menurunkan kualitas udara di lingkungan sekitar (Ramang Pambudi et al., 2024). Data Badan Pusat Statistik menunjukkan bahwa jumlah kendaraan bermotor mengalami kenaikan dari 105,15 juta unit pada tahun 2016 menjadi 113,03 juta unit pada tahun 2017, dengan sepeda motor sebagai jenis kendaraan yang mendominasi (Sanusi et al., 2019).

Emisi gas buang berasal dari sisa hasil pembakaran bahan bakar di dalam ruang bakar mesin yang keluar melalui sistem pembuangan kendaraan. Gas buang tersebut umumnya mengandung karbon monoksida (CO), hidrokarbon

(HC), karbon dioksida (CO₂), oksigen (O₂), dan nitrogen oksida (NO_x) yang terbentuk selama proses pembakaran pada mesin bensin (Sunoko & Witono, 2024).

Kandungan karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC) yang tinggi pada emisi gas buang menunjukkan bahwa proses pembakaran belum berlangsung secara optimal. Kondisi tersebut umumnya terjadi akibat ketidakseimbangan antara udara dan bahan bakar yang masuk ke ruang bakar maupun pengaturan sistem pembakaran yang kurang tepat (Ramang Pambudi et al., 2024). Selain itu, parameter operasi mesin juga memengaruhi karakteristik emisi yang dihasilkan. Salah satu parameter tersebut adalah putaran mesin atau *revolutions per minute* (RPM), yang memiliki hubungan erat dengan perubahan kadar emisi CO, HC, dan CO₂ pada mesin bensin (Komarulloh et al., 2024). Hasil penelitian Dani et al. (2024) menunjukkan bahwa peningkatan putaran mesin cenderung menurunkan kadar CO dan HC karena proses pembakaran berlangsung lebih efektif, sedangkan kadar CO₂ meningkat sebagai indikator pembakaran yang lebih sempurna.

Selain putaran mesin, proses pembentukan emisi gas buang juga dipengaruhi oleh pengaturan campuran udara dan bahan bakar pada kondisi idle. Pengaturan idle *mixture adjusting screw* (IMAS) yang sesuai mampu meningkatkan kualitas pembakaran di dalam ruang bakar sehingga kadar emisi karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC) dapat berkurang (Ramang Pambudi et al., 2024).

Berbagai upaya telah dilakukan untuk meningkatkan kualitas pembakaran melalui penerapan teknologi pendukung pada sistem pembakaran mesin. Salah

satunya adalah penggunaan generator HHO tipe dry cell yang mampu memperbaiki proses pembakaran sehingga emisi gas buang kendaraan bermotor menjadi lebih rendah (Sunoko & Witono, 2024). Penelitian lain memanfaatkan metode *Hydrocarbon Crack System* (HCS) dengan menggunakan panas gas buang sebagai sumber energi. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa metode HCS dapat mengurangi konsumsi bahan bakar sekaligus menekan kandungan emisi gas buang (Suryono et al., 2018). Pengujian pada mesin 4A-FE memperlihatkan bahwa penggunaan Pertamina menghasilkan emisi HC, CO, dan CO₂ yang lebih rendah dibandingkan Pertalite, terutama ketika bahan bakar dipanaskan hingga suhu 80°C (Suryono et al., 2018).

Teknologi lain yang turut dikembangkan untuk meningkatkan efisiensi pembakaran adalah generator oxyhydrogen. Penerapan teknologi tersebut mampu meningkatkan efektivitas proses pembakaran tanpa menurunkan performa mesin (Fandikurnia et al., 2024). Sementara itu, penggunaan ionizer BBM juga telah diteliti sebagai upaya memperbaiki proses pembakaran, namun efektivitasnya dalam menurunkan emisi CO dan HC masih tergolong rendah, khususnya pada kendaraan yang menggunakan sistem karburator. Penurunan emisi CO tertinggi hanya mencapai 0,31%, sedangkan emisi HC berkurang hingga 347,66 ppm pada penggunaan bahan bakar Pertamina (Mulyatna et al., 2019).

Selain teknologi pembakaran, kondisi termal mesin turut memengaruhi kualitas proses pembakaran dan karakteristik emisi gas buang. Mesin yang mampu mempertahankan suhu kerja secara stabil, khususnya pada sistem pendingin cair, cenderung menghasilkan pembakaran yang lebih optimal

sehingga emisi gas buang yang dihasilkan menjadi lebih rendah (Septiawan et al., 2026).

Karakteristik bahan bakar menjadi salah satu faktor utama yang menentukan kualitas pembakaran pada mesin bensin. Perbedaan sifat bahan bakar akan memengaruhi proses pembakaran di dalam ruang bakar serta menghasilkan komposisi emisi gas buang yang berbeda pada setiap jenis bahan bakar (Agus Winoko et al., 2025).

Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa variasi jenis bahan bakar bensin memberikan perbedaan yang nyata terhadap kadar emisi CO, HC, CO₂, dan O₂. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa karakteristik bahan bakar memiliki hubungan langsung dengan pembentukan emisi gas buang kendaraan bermotor (Dani et al., 2024). Penelitian pada sepeda motor Yamaha Vixion sistem EFI menunjukkan bahwa emisi HC terendah diperoleh saat menggunakan Pertamina Turbo pada putaran mesin 4000 rpm sebesar 379,33 ppm, sedangkan emisi CO terendah sebesar 0,33% terjadi pada putaran 2000 rpm (Sanusi et al., 2019). Hasil serupa juga dilaporkan pada penelitian sepeda motor 125 cc, di mana penggunaan Pertamina Turbo pada putaran mesin 8000 rpm menghasilkan kadar HC sebesar 43 ppm dan CO sebesar 0,31% (Dani et al., 2024).

Nilai oktan menjadi salah satu karakteristik penting yang menentukan kemampuan bahan bakar dalam menahan terjadinya detonasi sekaligus menyesuaikan dengan rasio kompresi mesin. Semakin tinggi nilai oktan suatu bahan bakar, semakin stabil proses pembakaran yang berlangsung di dalam mesin (Agus Winoko et al., 2025). Selain itu, Dani et al. (2024) menjelaskan

bahwa bahan bakar dengan nilai oktan yang lebih tinggi memiliki laju pembakaran yang lebih terkendali sehingga residu pembakaran pada mesin dapat berkurang.

Karakteristik pembakaran yang dipengaruhi oleh jenis bahan bakar tidak hanya berdampak pada emisi gas buang, tetapi juga terhadap efisiensi konsumsi bahan bakar. Variasi bahan bakar serta pengaturan sistem injeksi dilaporkan memengaruhi konsumsi bahan bakar sekaligus karakteristik emisi yang dihasilkan mesin (Nur Farida et al., 2025). Penelitian Suryono et al. (2018) juga menunjukkan bahwa perubahan temperatur pada reaktor HCS mampu meningkatkan waktu pemakaian bahan bakar Pertamina sebesar 2,91% dibandingkan Pertamina.

Bahan bakar bensin yang umum digunakan pada sepeda motor di Indonesia meliputi Pertamina dengan RON 90, Pertamina dengan RON 92, dan Pertamina Turbo dengan RON 98. Perbedaan nilai *Research Octane Number* (RON) pada ketiga jenis bahan bakar tersebut diperkirakan menghasilkan karakteristik pembakaran serta komposisi emisi gas buang yang berbeda pada mesin bensin (Dani et al., 2024).

Amaha Jupiter Z merupakan salah satu sepeda motor yang masih banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia sebagai sarana transportasi harian. Karakteristik mesin bensin yang dimiliki kendaraan ini menjadikannya sesuai untuk pengujian emisi gas buang sehingga layak digunakan sebagai objek penelitian (Komarulloh et al., 2024).

Walaupun berbagai penelitian telah membahas pengaruh parameter operasi mesin, teknologi pembakaran, maupun variasi bahan bakar terhadap emisi gas

buang, penelitian yang secara khusus membandingkan penggunaan Pertalite, Pertamax, dan Pertamax Turbo pada sepeda motor Yamaha Jupiter Z masih relatif terbatas. Oleh sebab itu, penelitian ini penting dilakukan untuk menambah data ilmiah yang lebih spesifik dan relevan dalam bidang teknik mesin (Agus Winoko et al., 2025).

Berdasarkan uraian tersebut, dapat diketahui bahwa perbedaan nilai *Research Octane Number* (RON) pada bahan bakar berpengaruh terhadap karakteristik pembakaran dan emisi gas buang yang dihasilkan mesin. Meskipun berbagai penelitian telah mengkaji hubungan antara variasi bahan bakar dan emisi gas buang pada beberapa jenis sepeda motor, kajian yang membandingkan penggunaan Pertalite, Pertamax, dan Pertamax Turbo pada Yamaha Jupiter Z masih terbatas. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya penelitian untuk memperoleh data empiris mengenai pengaruh ketiga jenis bahan bakar terhadap emisi CO, HC, CO₂, dan O₂ pada sepeda motor Yamaha Jupiter Z. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi ilmiah sekaligus referensi bagi masyarakat dalam memilih bahan bakar yang lebih ramah lingkungan serta sesuai dengan karakteristik mesin.

1.2. Rumusan Masalah

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

Bagaimana pengaruh penggunaan BBM Pertalite, Pertamax, dan Pertamax Turbo terhadap emisi gas buang pada sepeda motor Yamaha Jupiter Z?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dirumuskan, penelitian ini bertujuan untuk:

Menganalisis pengaruh penggunaan bahan bakar Pertalite, Pertamax, dan Pertamax Turbo terhadap karakteristik emisi gas buang pada sepeda motor Yamaha Jupiter Z.

1.4. Batasan Penelitian

Untuk menjaga agar penelitian tetap terfokus pada tujuan yang telah ditetapkan, ruang lingkup penelitian dibatasi sebagai berikut:

1. Sepeda motor Yamaha Jupiter Z dengan kondisi mesin standar dan laik jalan.
2. Bahan bakar tiga jenis, yaitu Pertalite (RON 90), Pertamax (RON 92), dan Pertamax Turbo (RON 98).
3. Emisi gas buang yang diukur meliputi CO, HC, CO₂, dan O₂.
4. Pengujian dilakukan pada kondisi mesin dengan temperatur kerja normal.
5. Variabel yang diamati terbatas pada jenis bahan bakar dan putaran mesin (RPM).
6. Penelitian tidak membahas aspek konsumsi bahan bakar dan performa mesin (daya dan torsi).

1.5. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Menjadi salah satu referensi ilmiah dalam pengembangan kajian di bidang teknik mesin, khususnya mengenai karakteristik emisi gas buang kendaraan bermotor.

2. Manfaat Praktis

- Memberikan informasi kepada pengguna sepeda motor Yamaha Jupiter Z dalam memilih jenis bahan bakar yang lebih ramah lingkungan.
- Menjadi referensi bagi pemerintah dalam penyusunan kebijakan pengendalian emisi kendaraan bermotor.
- Mendukung upaya pengurangan pencemaran udara dari sektor transportasi.
- Menjadi rujukan bagi penelitian selanjutnya di bidang emisi gas buang kendaraan bermotor.