

Pengaruh Modifikasi Peredam Knalpot pada Motor Injeksi terhadap Emisi Gas Buang dan *Pressure drop*

Oleh:

Rozzaq Bima Wicaksono 221020200067

Dosen pembimbing : Dr. A'rasy Fahrudin, S.T., M.T.

Progam Studi Teknik Mesin

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Januari 2025

Pendahuluan

Pertumbuhan populasi kendaraan bermotor di Indonesia yang terus meningkat menunjukkan peningkatan yang signifikan dari tahun ke tahun. Menurut data Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, jumlah kendaraan bermotor, khususnya sepeda motor, mendominasi jumlah keseluruhan kendaraan operasional. Peredam knalpot atau muffler merupakan komponen krusial dalam sistem pembuangan gas pada sepeda motor. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh modifikasi peredam knalpot, khususnya variasi penggunaan bahan glasswool, terhadap emisi gas buang CO, HC dan CO₂.

Desain internal peredam yang tidak efisien dapat menimbulkan resistansi aliran atau yang dikenal dengan pressure drop. Pressure drop yang tinggi dapat menghambat pembuangan gas sisa pembakaran secara optimal, pressure drop yang tidak terkontrol juga berpotensi memengaruhi proses pembakaran dan karakteristik emisi gas buang yang dihasilkan. Modifikasi kendaraan yang dilakukan pengguna khususnya pada sistem pembuangan. pemilik kendaraan bermotor membandingkan knalpot standar dan knalpot aftermarket, yang sering kali memiliki desain, dimensi, peredam yang berbeda.

Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh variasi peredam knalpot terhadap emisi gas buang kendaraan bermotor?
2. sejauh mana efektivitas modifikasi peredam knalpot dalam menurunkan emisi gas buang tanpa peningkatan pressure drop secara signifikan?

Batasan Masalah

1. Penelitian ini dilakukan pada satu jenis dan tipe sepeda motor adalah GSX-R 150 cc yang menggunakan sistem injeksi bahan bakar elektronik.
2. Variasi bahan knalpot dari *stainless steel*.
3. Knalpot yang akan diuji akan dibatasi pada beberapa ukuran spesifik yang umum digunakan atau relevan, (muffler menggunakan katalis, glasswool full, dan glasswool setengah).
4. Pengujian emisi gas buang akan difokuskan pada pengukuran kadar Karbon Monoksida (CO), Karbondioksida (CO₂), dan Hidrokarbon (HC) saja.
5. Pengujian emisi gas buang akan dilakukan pada kondisi stasioner (idle) 1200 RPM, 2000 RPM, 4000 RPM.
6. Pengujian pressure drop dengan anemometer pada kondisi terlepas dari mesin.

Tujuan Penelitian

“Penelitian ini bertujuan mengukur dan mengevaluasi dampak modifikasi knalpot terhadap nilai penurunan tekanan pada sistem gas buang sepeda motor injeksi untuk mengidentifikasi sifat hambatan aliran yang ditimbulkan dan mengukur Tingkat emisi gas buang.”

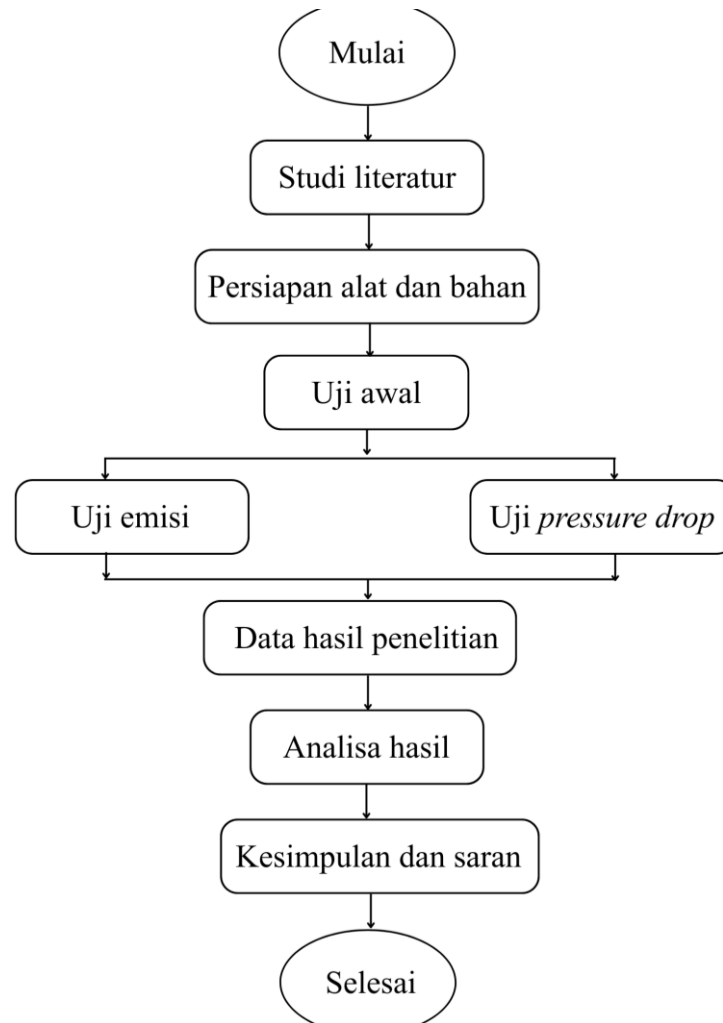
Dasar Teori

Peredam knalpot merupakan komponen krusial dalam sistem pembuangan gas pada sepeda motor. Desain internal peredam yang tidak efisien dapat menimbulkan resistansi aliran atau dikenal dengan pressure drop. Pressure drop yang tinggi dapat menghambat pembuangan gas sisa pembakaran secara optimal.

Metode Penelitian

Penelitian ini akan menggunakan pendekatan kuantitatif eksperimental untuk menganalisis pengaruh modifikasi peredam knalpot pada sepeda motor injeksi terhadap emisi gas buang dan *pressure drop*. Rancangan penelitian ini akan melibatkan pengujian sepeda motor dengan peredam knalpot standar sebagai kontrol dan beberapa variasi peredam knalpot modifikasi: variasi peredam katalis, glasswool penuh dan glasswool setengah.

Diagram alir penelitian



Variasi knalpot

Knalpot standar (inlet 32 mm, outlet 36 mm) dengan panjang 320 mm, Knalpot racing glasswool full (inlet–outlet 50 mm) dengan panjang 300 mm, meningkatkan aliran gas buang dengan tetap memberikan peredaman suara. Sementara itu, knalpot racing glasswool setengah (inlet 50 mm, outlet 60 mm) dengan panjang 200 mm dengan glasswool 100 mm.



A

B

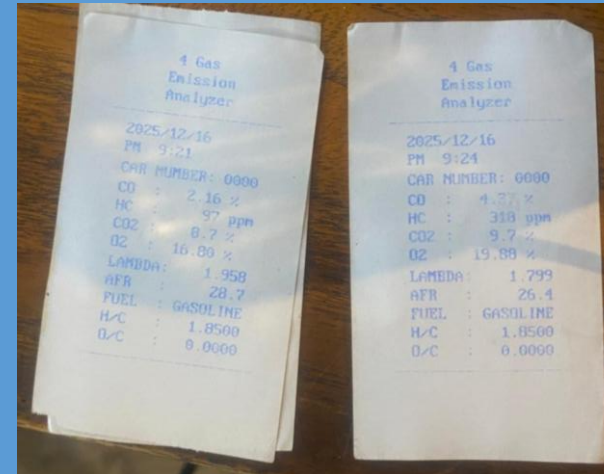
C

Uji emisi

Pengujian emisi diperoleh dengan cara menghidupkan mesin selama ± 5 menit untuk mengetahui kondisi mesin dalam keadaan siap. Pengujian dilakukan menggunakan bahan bakar pertamax dengan RON 92. Alat yang digunakan dalam pengujian emisi yaitu gas *analyzer* dan *stopwatch* untuk menghitung waktu dalam pengambilan data.



Pengujian emisi



Contoh hasil

Uji pressure drop

Uji *pressure drop* dilakukan untuk menurunkan mengetahui tekanan aliran fluida akibat hambatan pada saluran, seperti pipa atau knalpot. Pengujian ini menggunakan anemometer dan menggunakan persamaan *bernoulli* untuk menghitung aliran fluida pada beberapa titik untuk mengukur kecepatan angin.



Pengujian pressure drop



Contoh hasil

Hasil uji emisi

Tabel 2. Hasil uji emisi dari Gas Analyzer

| Jenis Variasi | RPM | CO | HC | CO2 |
|---------------------------|------|--------|---------|--------|
| Standar dengan katalis | 1200 | 2.62 % | 249 ppm | 9.3 % |
| | 2000 | 2.16 % | 97 ppm | 8.7 % |
| | 4000 | 4.37 % | 318 ppm | 9.7 % |
| Racing glasswool full | 1200 | 4.13 % | 296 ppm | 11.0 % |
| | 2000 | 5.19 % | 280 ppm | 10.3 % |
| | 4000 | 3.00 % | 203 ppm | 12.2 % |
| Racing glasswool setengah | 1200 | 4.96 % | 312 ppm | 10.7 % |
| | 2000 | 8.23 % | 425 ppm | 8.6 % |
| | 4000 | 7.42 % | 394 ppm | 9.1 % |

Hasil uji pressure drop

Tabel 3. Hasil uji kecepatan angin dari anemometer

| Jenis Variasi | Titik A | Titik B | Titik C |
|--------------------------|----------|----------|----------|
| Standar dengan katalis | 41.1 m/s | 30.4 m/s | 18.1 m/s |
| Racing glasswool full | 41.1 m/s | 32.1 m/s | 19.7 m/s |
| Racing glasswol setengah | 41.1 m/s | 34.8 m/s | 23.2 m/s |

Dengan menggunakan hasil data dari anemometer, dilakukan perhitungan *pressure drop* menggunakan persamaan *bernoulli* sebagai berikut:

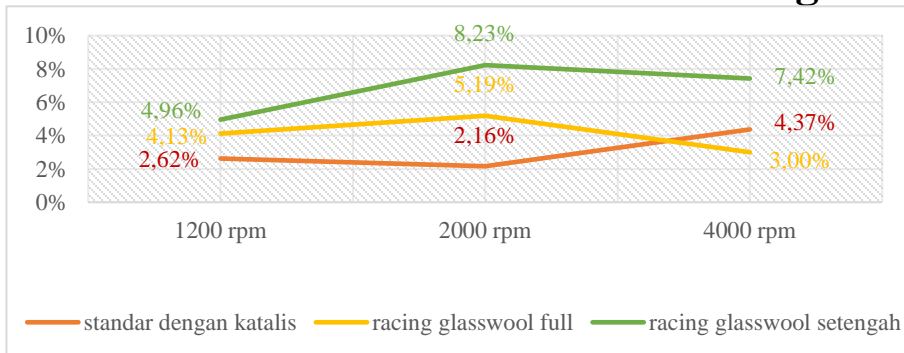
$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$
$$\Delta P = P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho (v_1^2 - v_2^2)$$

Dengan massa jenis fluida:

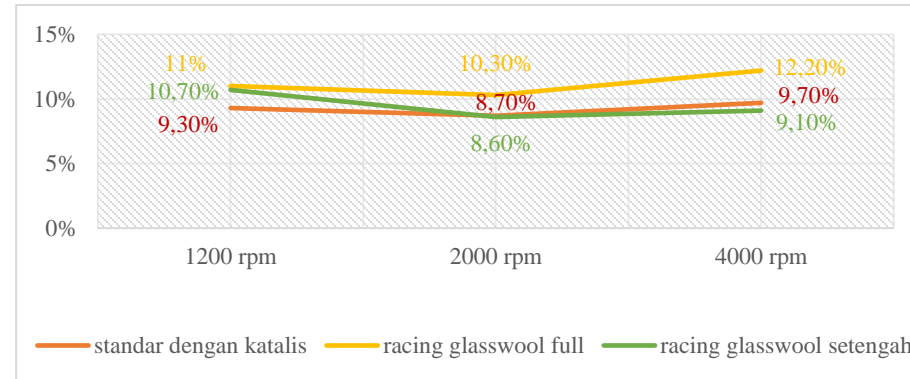
$$\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3 \rightarrow \frac{1}{2} \rho = 0.6$$

Visualisasi

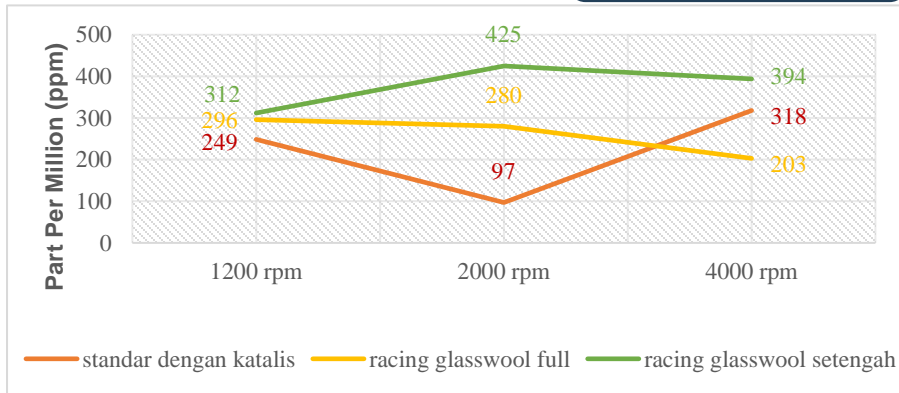
Visualisasi hasil Analisa dalam bentuk grafik



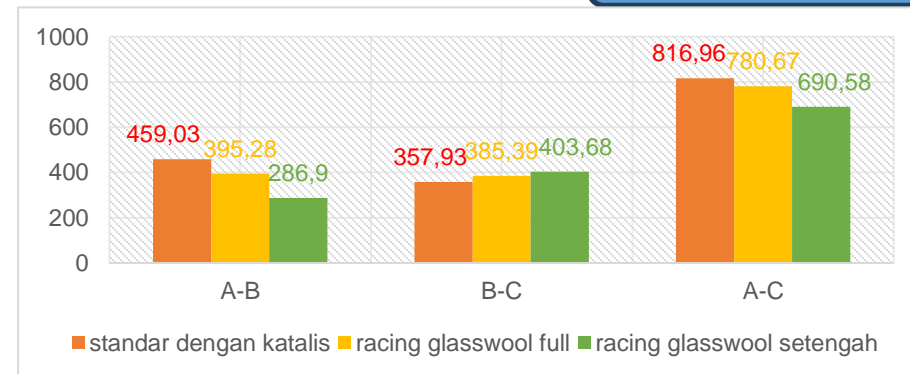
karbonmonoksida



karbondioksida



hidrokarbon



Pressure drop

Kesimpulan

1. Efektivitas Reduksi Emisi: Knalpot standar dengan katalis terbukti paling efektif dalam menekan kadar Carbon Monoksida (CO) dan Hidrokarbon (HC) dibandingkan knalpot racing. Sebaliknya, penggunaan knalpot racing tanpa katalis, terutama variasi glasswool setengah, menyebabkan lonjakan emisi CO hingga 8,23% pada 2000 RPM, yang melampaui ambang batas normal.
2. Karakteristik Pembakaran: Rendahnya emisi HC pada knalpot standar menunjukkan efisiensi pembakaran yang lebih baik pada putaran mesin menengah. Sementara itu, peningkatan kadar CO pada knalpot racing di RPM tinggi menunjukkan bahwa aliran gas buang yang lebih lancar membantu mesin "bernapas" lebih baik, meskipun tidak ramah lingkungan.
3. Hambatan Aliran (*Pressure drop*): Knalpot standar memiliki nilai paling tinggi dalam hal *pressure drop* atau hambatan aliran karena struktur internal dan keberadaan katalis. Di sisi lain, knalpot racing (terutama variasi glasswool setengah) memiliki hambatan aliran paling rendah, yang secara mekanis dapat meningkatkan kelancaran aliran gas buang.
4. Rekomendasi Desain: Modifikasi knalpot yang tidak tepat dapat memperburuk emisi dan mengganggu kinerja mesin karena karakteristik motor injeksi yang terkomputerisasi dan presisi. Desain knalpot yang optimal harus mempertimbangkan keseimbangan antara kelancaran aliran gas (*pressure drop* rendah) dan kepatuhan terhadap standar emisi. Disarankan bagi pengembang knalpot modifikasi untuk mulai mengintegrasikan teknologi katalis meskipun menggunakan desain racing, guna menekan emisi CO dan HC yang dihasilkan tanpa menghambat aliran gas terlalu besar.

