

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kebutuhan alat transportasi darat yang semakin meningkat maka salah satu contoh kendaraan bermesin sederhana yang banyak digunakan di masyarakat adalah sepeda motor. Berdasarkan jenis engine yang digunakan sepeda motor dapat digolongkan menjadi dua jenis yaitu, sepeda motor engine 4-langkah dan sepeda motor engine 2-langkah.

Dari dua jenis engine yang digunakan pada sepeda motor ini, banyak menimbulkan perdebatan di masyarakat tentang kinerja antara engine 4-langkah dan 2-langkah. Melihat kondisi demikian muncul inovasi dari beberapa produsen sepeda motor yang menawarkan teknologi ramah lingkungan yang diklaim dapat mengurangi pencemaran yang disebabkan oleh emisi gas buang.

Oleh karena itu dalam pengujian ini hasil pembahasan dari proses pengambilan data dikumpulkan meliputi data spesifikasi obyek penelitian dan hasil pengujian. Data-data tersebut diolah dengan perhitungan untuk mendapatkan variabel yang diinginkan kemudian dilakukan hasil pembahasan. Berikut ini pengumpulan data, perhitungan data, dan pembahasan yang dilakukan melalui perhitungan unjuk kerja mesin berdasarkan data-data pengujian motor standar adalah sebagai berikut.

4.1 Hasil Pengujian

4.1.1. Hasil Perhitungan Perbandingan Daya (HP) dan Torsi (N.m)

Perhitungan perbandingan torsi dan daya berdasarkan data-data pengujian motor standart 4-langkah dan 2-langkah adalah sebagai berikut :

4.2. Contoh-Contoh Perhitungan

Dari data yang didapat perhitungan Torsi, Daya, Konsumsi bahan bakar, dan Emisi gas buang ini berdasarkan data-data pengujian motor standart 4-langkah dan 2-langkah dapat dilihat dari beberapa lampiran I, II, dan III adalah sebagai berikut :

1. Torsi (T) Terukur dari hasil data pengujian.
2. Daya (HP) Terukur dari hasil data pengujian.

$$P = 6,9 \text{ HP}$$

$$1 \text{ HP} = 0,7454 \text{ kW}$$

$$P = 6,9 \text{ HP} \times 0,7454 \text{ kW}$$

$$P = 5,14533 \text{ kW}$$

3. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (SFC)

$$SFC = \frac{M_f}{p} \left(\frac{kg/jam}{kW} \right) \dots\dots\dots (4.1)$$

Dimana :

$$1 \text{ HP} = 0,7457 \text{ kW.}$$

$$M_f = \frac{b}{t} \cdot \frac{3600}{10} \cdot \rho_{bb} \text{ (kg / jam) } \dots\dots\dots (4.2)$$

Jika :

$$b = 10 \text{ cc}$$

$$t = 60 \text{ (detik)}$$

$$\rho_{bb} = 0,7471 \text{ (kg/liter), Massa jenis premium.}$$

Maka :

$$\begin{aligned} M_f &= \frac{10}{60} \cdot \frac{3600}{1000} \cdot 0,7471 \left(\frac{cc}{s} \cdot \text{kg / liter} \right). \\ &= 0,44826 \text{ (kg/jam)} \end{aligned}$$

Sehingga :

$$SFC = \frac{0,44826}{5,14533} \left(\frac{kg/jam}{kW} \right)$$

$$SFC = 0,0871 \left(\frac{kg/jam}{kW} \right)$$

4. Contoh Perhitungan konsumsi bahan bakar dengan uji jalan.

$$\text{Konsumsi bahan bakar} = \frac{\text{jarak tempuh}}{\text{volume bahan bakar}} \dots\dots\dots (4.3)$$

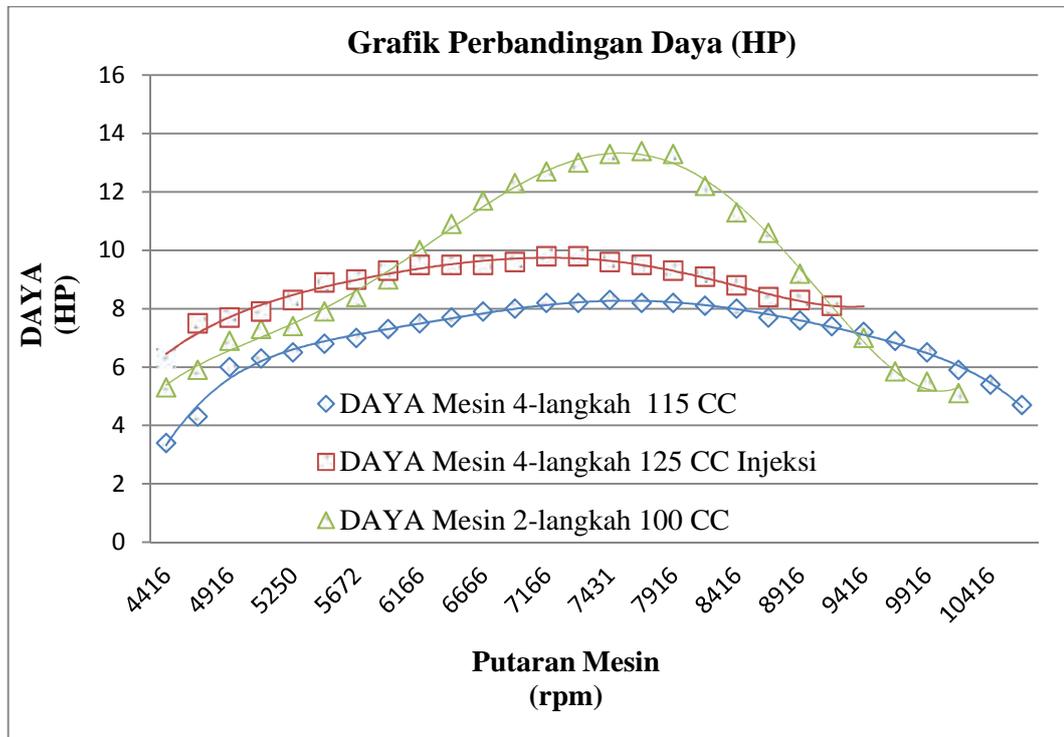
Maka:

$$KBB = \frac{5,7 \text{ km}}{0,11666 \text{ (liter)}}$$

$$KBB = 48 \text{ km/liter}$$

4.3. Analisa Data Hasil Pengujian

4.3.1. Hasil Data Pengujian Daya (HP)



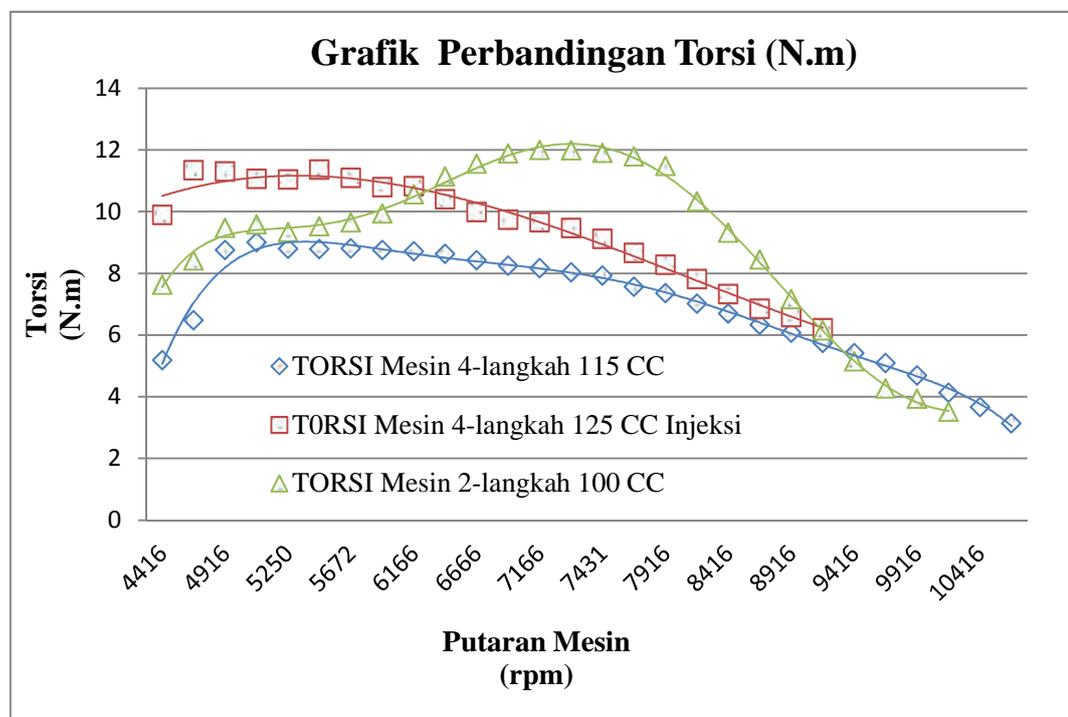
Gambar 4.1. Grafik perbandingan kecepatan putar mesin(rpm) terhadap daya mesin 4-langkah dan 2-langkah

Gambar 4.1 merupakan grafik hubungan antara kecepatan putar mesin (rpm) dengan daya (HP), pada kecepatan putar awal 4416 rpm sampai kecepatan putar 4916 rpm mengalami peningkatan yang dimana grafik antara kondisi 1 dan kondisi 2 saling sejajar, kenaikan daya antara kondisi 1 dan 2, lebih unggul pada kondisi 1, untuk kondisi 3 terjadi peningkatan jarak yang sangat berbeda hingga mendekati kecepatan putar maksimum 7532 rpm mencapai daya 12,7 HP dan kecepatan putar maksimum 9916 rpm. Pada kondisi 1 dan kondisi 2 mencapai kecepatan putar maksimum 7916 dan 7500 rpm yaitu mencapai daya 8,2 HP dan 9,6 HP. Dari ketiga kurva tersebut mengalami kenaikan atau penurunan yang tidak merata mencapai kecepatan putar 10416 rpm.

Grafik di atas menunjukkan perbedaan antara kurva 1, 2 dan 3 disebabkan karena semakin tinggi kecepatan putar mesin maka konsumsi bahan bakar semakin meningkat dan peningkatan daya yang terjadi pada kondisi 3 disebabkan karena pembakaran yang besar dan tekanan yang tinggi sehingga daya tekan pada

piston semakin besar. Di sisi lain peningkatan kecepatan putaran yang terlalu tinggi maka kecepatan fluida yang berada di ruang bakar akan meningkat juga. Percikan bunga api yang berada di dalam ruang bakar dapat membuat tekanan di dalam silinder semakin padat dan mengakibatkan lonjakan secara signifikan hingga mencapai titik puncak maksimum yang berada dititik tertentu. Setelah campuran bahan bakar yang berada di dalam silinder terbakar maka tekanan di dalam silinder kembali semakin menurun, proses ini disebabkan karena terjadi setelah torak melewati titik mati atas.

4.3.2. Hasil Pengujian Data Torsi (N.m)



Gambar 4.2. Grafik perbandingan putaran mesin terhadap torsi dengan mesin 4-langkah dan 2-langkah

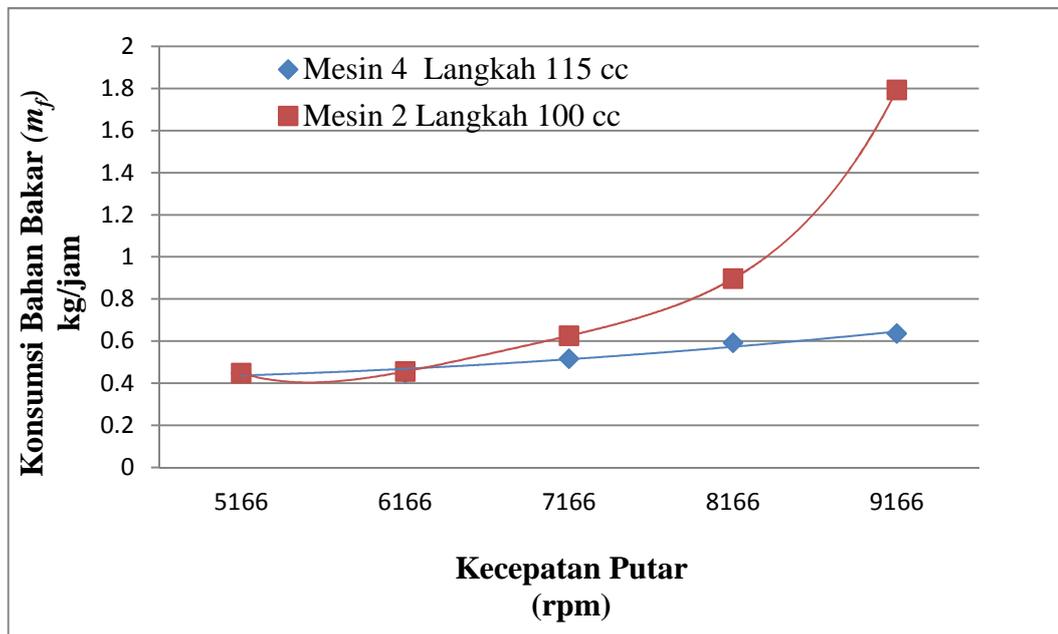
Pada gambar 4.2 di atas merupakan grafik kecepatan putar terhadap torsi, dari grafik di atas dapat dilihat bahwa pada kecepatan awal 4416 rpm pada kondisi 1, 2, dan 3 kurva saling berjauhan mendekati kecepatan putar 5672 rpm, pada kondisi 2 dan 3 kurva saling berhimpitan terjadi pada kecepatan putar 6500 rpm. Pada kecepatan 5575 rpm kurva pada kondisi 2 mengalami kenaikan torsi sebesar 11,36 N.m, mencapai penurunan yang sangat signifikan mendekati kecepatan putar 9000 rpm. Pada kondisi 3 terjadi peningkatan torsi mencapai

kecepatan maksimum sebesar 7532 rpm torsi mencapai 12 N.m, sedangkan pada kondisi 1 pada kecepatan putar 4416 rpm hingga 5045 rpm mengalami kenaikan torsi maksimum sebesar 9 N.m, mencapai putaran maksimum 10416 rpm,

Perbedaan kurva yang terjadi pada ketiga kondisi tersebut dikarenakan semakin tinggi kecepatan putar mesin maka torsi dan konsumsi bahan bakar mengalami peningkatan yang dimana pada proses pembakaran di dalam ruang silinder mengalami tekanan yang tinggi sehingga tekan pada piston semakin tinggi. Di sisi lain peningkatan kecepatan putaran yang terlalu tinggi maka kecepatan fluida yang berada di ruang bakar akan meningkat juga. Percikan bunga api yang berada di dalam ruang bakar dapat membuat tekanan di dalam silinder semakin padat dan mengakibatkan lonjakan secara signifikan hingga mencapai titik puncak maksimum yang berada dititik tertentu.

4.3.3. Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar

4.3.3.1. Hasil Data Pengujian Konsumsi Bahan Bakar (m_f)



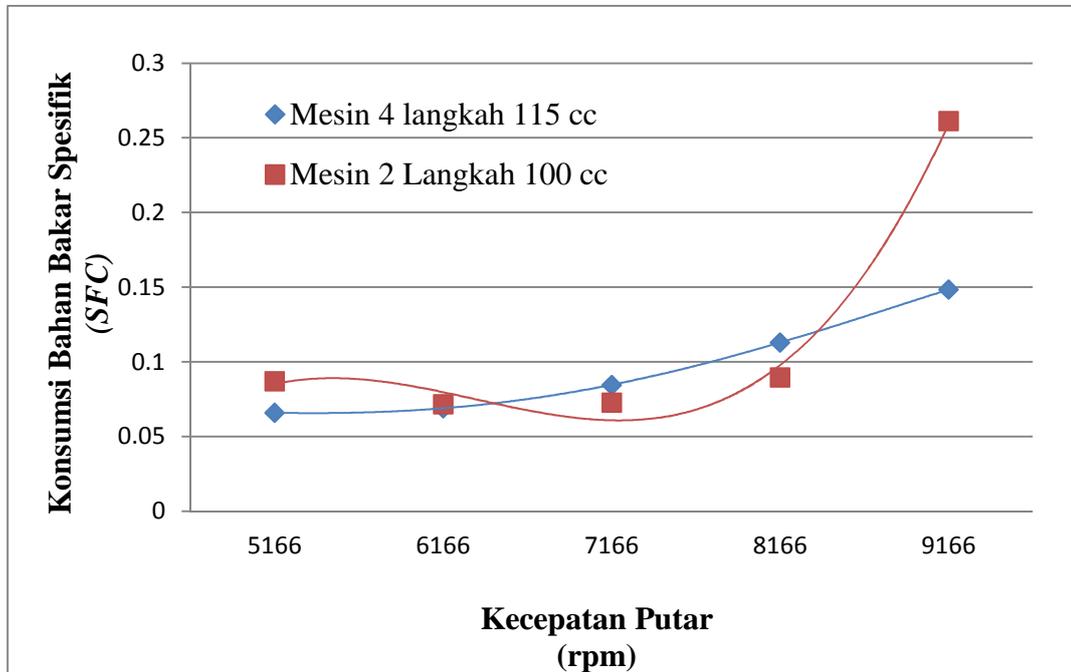
Gambar 4.3. Perbandingan konsumsi bahan bakar mesin 2-langkah sistem karburator konvensional dan 4-langkah sistem karburator konvensional

Pada grafik di atas menunjukkan bahwa hubungan antara putaran mesin (rpm) dan konsumsi bahan bakar (m_f) kg/jam, yang dimana pengujian tersebut menggunakan jenis mesin 4-langkah dan 2-langkah dalam kondisi standart dan pengujian ini menggunakan jenis bahan bakar premium. Volume bahan bakar dikonsumsi dengan massa jenis bahan bakar yang dihasilkan selama waktu tertentu dan dihasilkan data sebagai berikut: Pada kondisi 1 kurva meningkat dengan stabil hingga mencapai putaran 9166 rpm. Pada kurva kondisi 2 konsumsi bahan bakar (m_f) meningkat secara signifikan hingga mencapai putaran tertinggi sebesar 9166 rpm.

Pada perbandingan kurva kondisi 1 dan 2 terjadi dikarenakan pada proses pembakaran yang terjadi pada mesin 2-langkah 100 cc mengalami kebocoran ataupun ketidakstabilan pada sistem pengapian yang mengakibatkan proses pembakaran yang berada di dalam silinder mengalami ketidaksempurnaan pembakarannya. Hal lain terjadi karena proses pembakaran mengalami kerusakan pada sistem pengapiannya yang tidak mumpuni, terjadi kebocoran *intake*

manifold, dan terjadi masalah di AFR, dan kondisi ini menunjukkan konsumsi bahan bakar mengalami peningkatan yang signifikan.

4.3.3.2. Hasil Pengujian Data Konsumsi Bahan Bakar (*sfc*)



Gambar 4.4. Perbandingan konsumsi bahan bakar spesifik SFC mesin 2-langkah sistem karburator konvensional dan 4-langkah sistem karburator konvensional

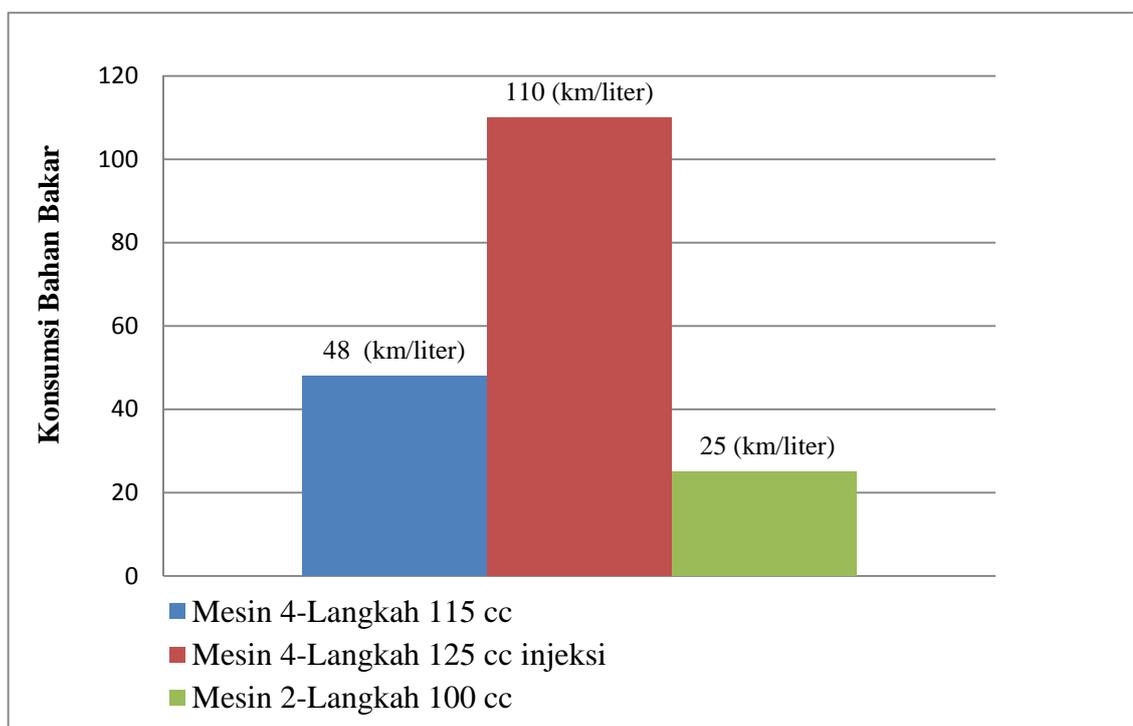
Pada grafik di atas menunjukkan hubungan antara putaran mesin rpm dan konsumsi bahan bakar spesifik SFC. Konsumsi bahan bakar spesifik SFC adalah hubungan atau perbandingan yang dimana massa jenis bahan bakar yang dikonsumsi dengan daya yang dihasilkan selama waktu tertentu, hingga mencapai nilai SFC tergantung pada daya yang dihasilkan pada mesin tersebut. Pada pengujian tersebut kurva antara kondisi 1 dan 2 terjadi berhimpitan terjadi pada kecepatan putar 6166 rpm, setelah putaran 6116 rpm pada kondisi 1 kurva konsumsi bahan bakar spesifik SFC terjadi peningkatan secara perlahan dan stabil hingga mencapai kecepatan putar maksimum 9166 rpm.

Pada kurva kondisi 2 konsumsi bahan bakar spesifik SFC pada putaran 6166 rpm sampai putaran 8166 rpm mengalami penurunan pada kecepatan putar 8166 rpm, tetapi pada kecepatan putar 8166 hingga 9166 rpm terjadi peningkatan yang

sangat signifikan hingga mencapai putaran tertentu, dan konsumsi bahan bakar spesifik SFC mengalami peningkatan.

Hal tersebut dikarenakan pada proses pembakaran yang terjadi pada mesin 2 langkah 100 cc mengalami kebocoran ataupun ketidakstabilan pada sistem pengapian yang mengakibatkan proses pembakaran yang berada di dalam silinder mengalami ketidaksempurnaan pembakarannya. Hal lain terjadi karena proses pembakaran mengalami kerusakan pada sistem pengapian yang tidak mumpuni, terjadi kebocoran *intake manifold*, dan terjadi masalah di AFR dan kondisi ini menunjukkan konsumsi bahan bakar semakin boros.

4.3.3.4. Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Dengan Metode Uji Jalan



Gambar 4.5. Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar Dilakukan Dengan Menggunakan Tes Jalan

Pada gambar grafik di atas menunjukkan konsumsi bahan bakar pada uji jalan dengan jarak tempuh 5,7 km/jam menunjukkan bahwa pada kolom warna merah mengalami perbedaan dari ketiga kolom tersebut: pada kolom warna merah

mengalami puncak tertinggi yaitu sebesar 110 km/liter, kemudian pada kolom warna biru mengalami perbedaan lebih rendah dibandingkan dengan warna merah yaitu sebesar 48 km/liter, dan kemudian disusul pada kolom warna hijau yang mengalami konsumsi bahan bakar yang sangat rendah yaitu sebesar 25 km/liter.

Dari ketiga kolom tersebut tingkat konsumsi bahan bakar yang paling baik dan sempurna pada proses pembakarannya ditunjukkan pada mesin 4-langkah 125 cc injeksi, diikuti pada mesin 4-langkah 115 cc. Dan tingkat konsumsi bahan bakar yang sangat tinggi berada pada kolom warna hijau yang disebabkan pada proses pembakaran yang terjadi pada mesin 2 langkah 100 cc mengalami kebocoran ataupun ketidakstabilan pada sistem pengapian yang mengakibatkan proses pembakaran yang berada di dalam silinder mengalami ketidaksempurnaan pembakarannya. Hal lain terjadi karena proses pembakaran mengalami kerusakan pada sistem pengapian yang tidak mumpuni, terjadi kebocoran *intake manifold*, dan terjadi masalah di AFR dan kondisi ini menunjukkan konsumsi bahan bakar semakin boros.

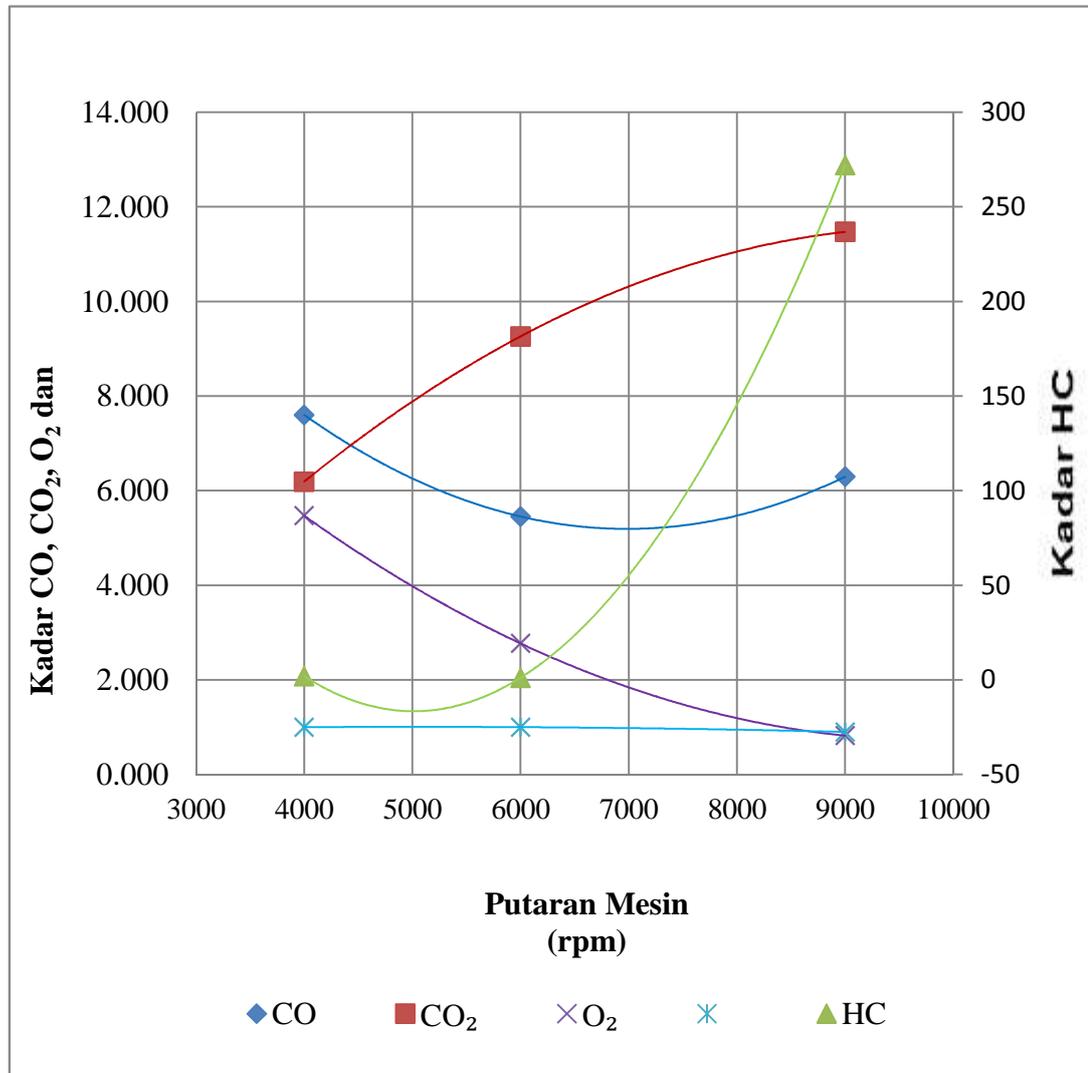
4.4. Hasil Pengujian Emisi Gas Buang

Kadar emisi gas buang kendaraan sangat penting untuk diperhatikan karena tingginya kadar emisi dapat mengakibatkan pencemaran udara meningkat. Terlebih lagi pada daerah perkotaan dan industri dengan sumber penghasil emisi gas buang tingginya tingkat pencemaran lingkungan akan berakibat buruk terhadap kesehatan manusia.

Proses pembakaran bahan bakar dapat menghasilkan pembakaran yang sempurna dan tidak sempurna. Maka reaksi kimia pada proses pembakaran sempurna yaitu $C_xH_y + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$.

Jika proses pembakaran tidak sempurna maka akan menghasilkan 2 reaksi kimia tahap pertama : I $O_2 + C \longrightarrow CO$ dan tahap dua : II $CO + O_2 \longrightarrow CO_2$ pada pengujian emisi gas buang didapat kadar emisi gas buang berupa CO (Karbon Monoksida), CO₂ (Karbon dioksida), HC (Hidrokarbon), O₂ (Oksigen), dan (Lamda).

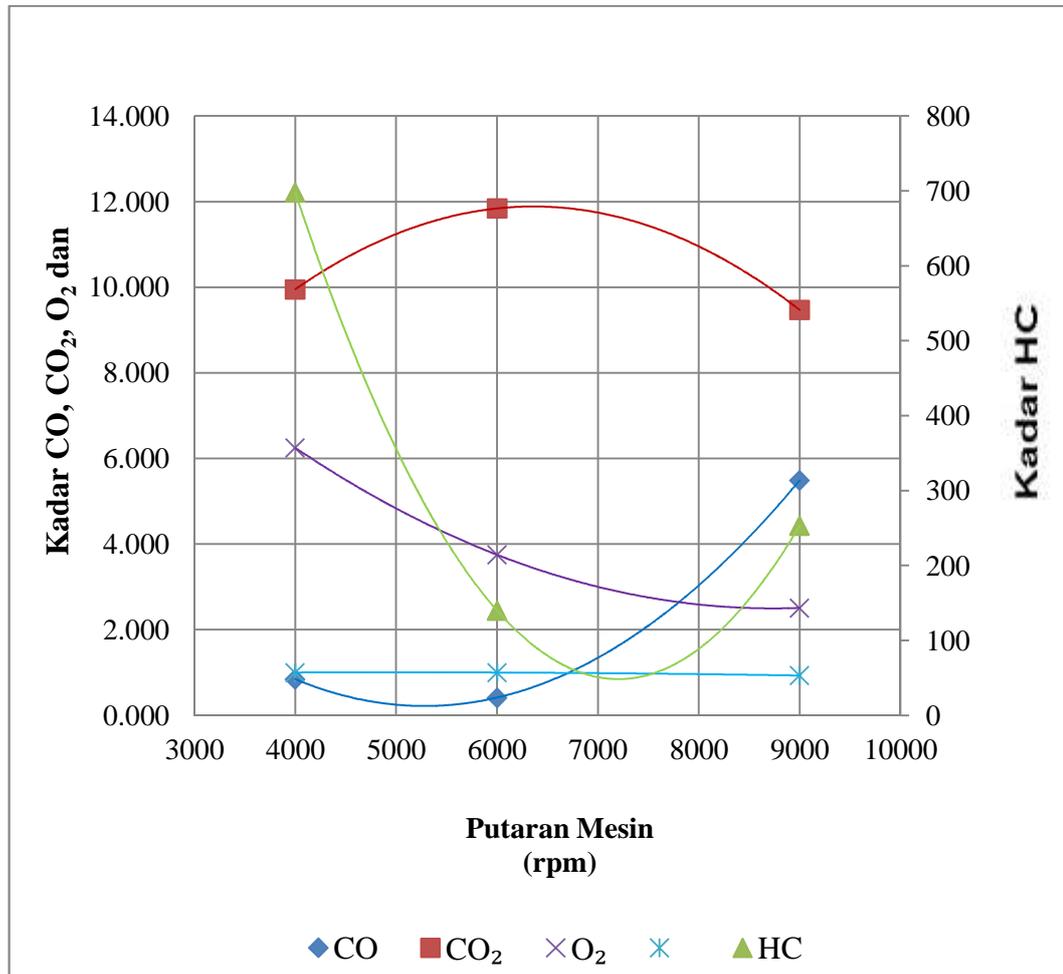
Pengujian kinerja motor yang dilakukan dari beberapa jenis kendaraan 4- langkah dan 2- langkah, agar dapat mengetahui kadar standar pengujian emisi gas buang. Pada pengujian ini putaran mesin ditetapkan pada 3 titik yaitu pada putaran 4000, 6000 hingga 9000 rpm didapatkan hasil pengujian sebagai berikut:



Gambar 4.6. Hasil pengujian emisi gas buang pada mesin 4-langkah 115 cc

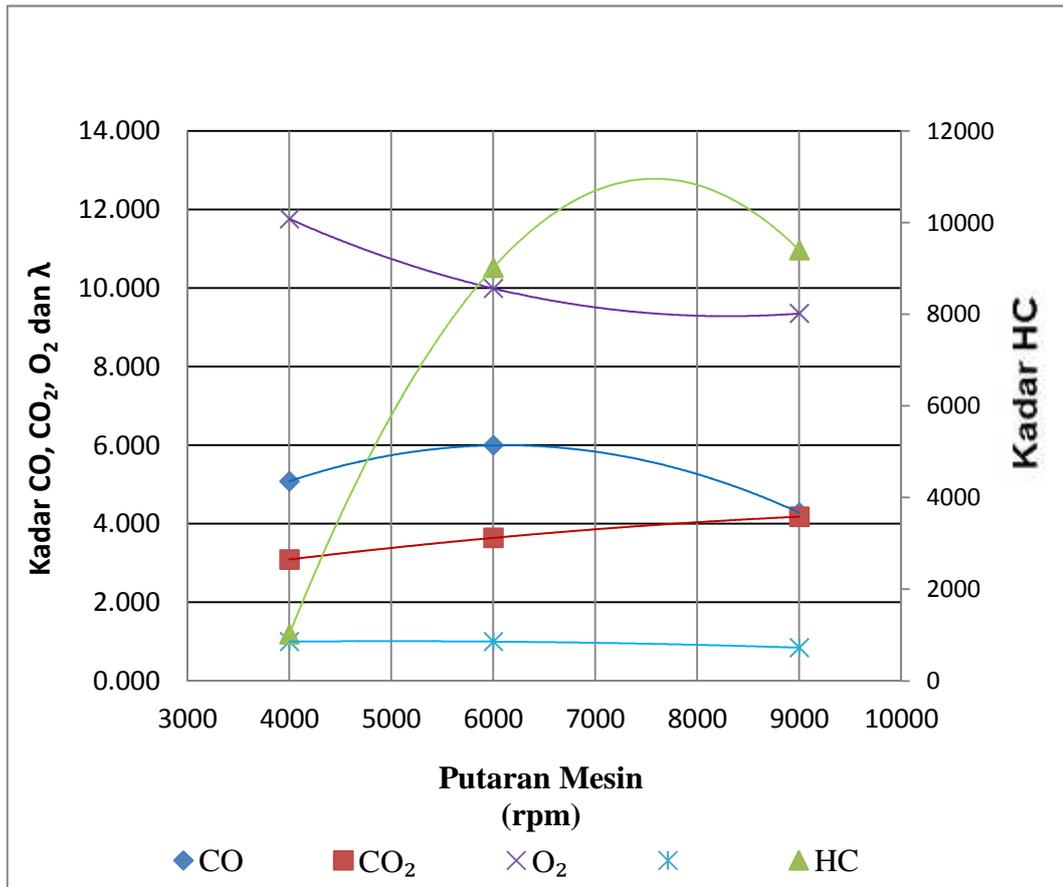
Pada proses pembakaran mesin 4-langkah 115 cc yang terjadi pada putaran 9000 rpm dan menghasilkan kadar emisi gas buang yaitu sebesar CO 4, 282 % Volume, CO₂ 11, 47 % Volume, O₂ 0,82 % Volume, HC 272 ppm/Volume, dan 0,899. Pada pengujian mesin 4-langkah 115 cc kadar emisi yang tertinggi terjadi pada CO₂ yaitu sebesar 11,47 % Volume, dan melewati batas ambang emisi pada aturan batas standard uji emisi CO dan HC adalah sebagai berikut : Untuk CO

sebesar 5,5 % batas standart uji dan untuk HC sebesar 2400 ppm batas standart uji, maka pada pengujian ini nilai kadar CO dan HC layak



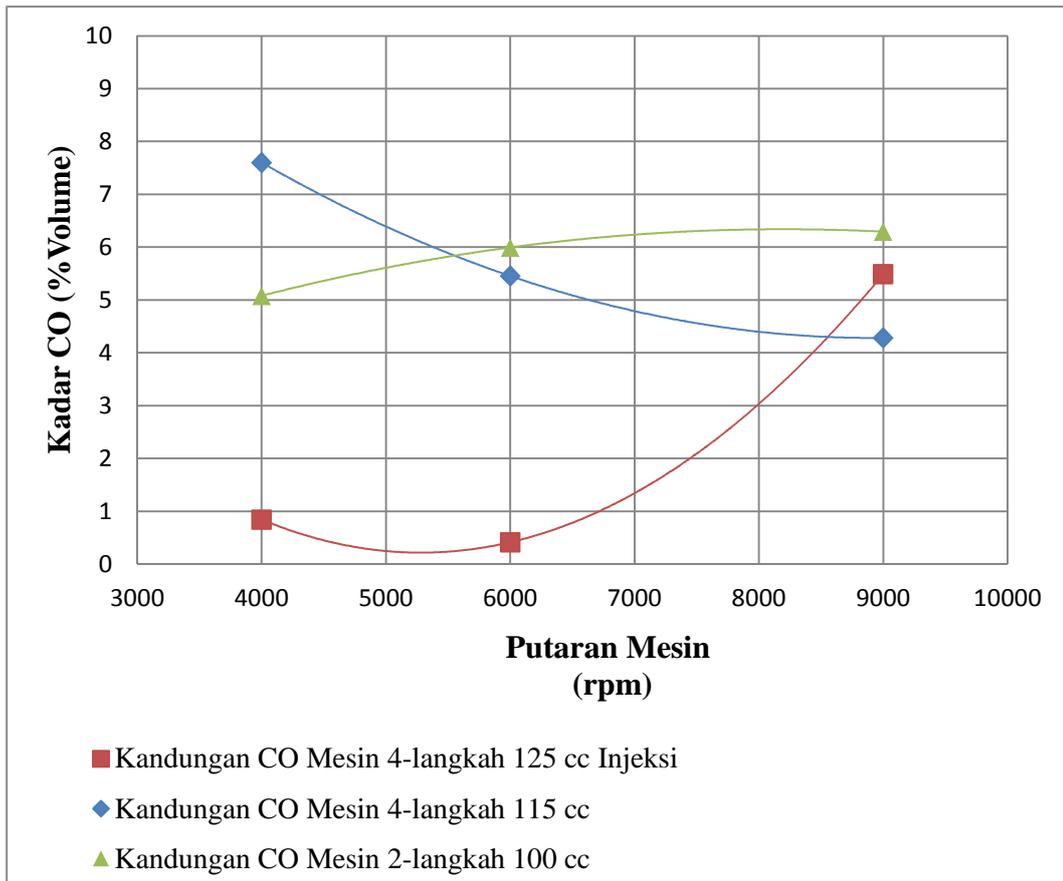
Gambar 4.7. Hasil pengujian emisi gas buang pada mesin 4-langkah 125 cc Injeksi

Pengujian hasil pembakaran yang terbaik terjadi pada pembakaran mesin 4-langkah 125 cc yang terjadi pada putaran 9000 rpm dan menghasilkan kadar emisi gas buang yaitu sebesar CO 5,489 % Volume, CO₂ 9,47 % Volume, O₂ 2,51 % Volume, HC 253 ppm/Volume, dan 0,930. Pada pengujian mesin 4-langkah 125 cc injeksi kadar emisi yang tertinggi terjadi pada CO₂ yaitu sebesar 11,84 % Volume, dan melewati batas ambang emisi dalam aturan pada batasan standart uji emisi CO dan HC adalah sebagai berikut : Untuk CO sebesar 5,5 % batas standart uji dan untuk HC sebesar 2400 ppm batas standart uji maka pada pengujian ini nilai kadar CO dan HC layak.



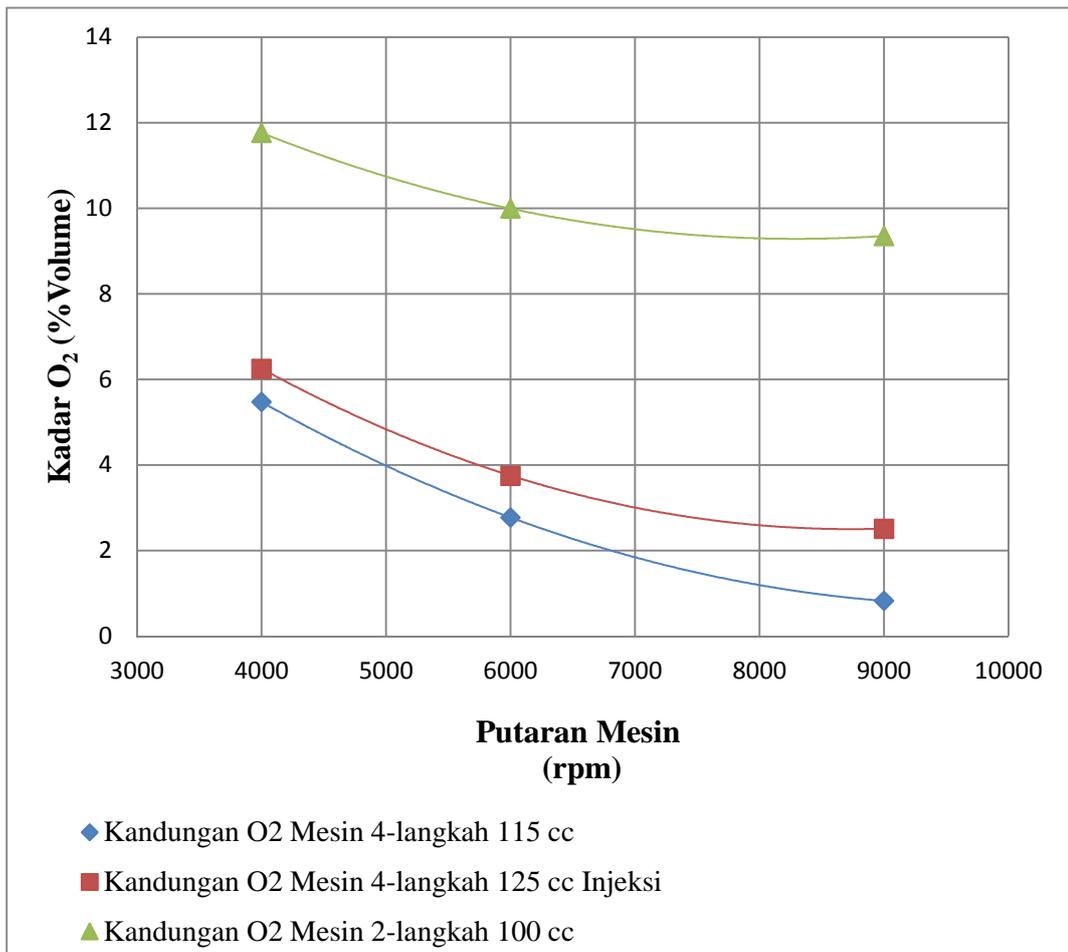
Gambar 4.8. Hasil pengujian emisi gas buang pada mesin 2-langkah 100 cc

Proses pembakaran mesin 2-langkah 100 cc yang terjadi pada putaran 6000 rpm dan menghasilkan kadar emisi gas buang yaitu sebesar CO 5,995 % Volume, CO₂ 3,64 % Volume, O₂ 9,99 % Volume, HC 9017 ppm/Volume, dan 0,887. Pada pengujian mesin 2-langkah 100 cc pada batasan standard uji emisi CO dan HC adalah sebagai berikut : Untuk CO sebesar 5,5 % batas standart uji dan untuk HC sebesar 2400 ppm batas standart uji, maka pada pengujian nilai kadar CO dan HC pada pengujian tersebut tidak layak digunakan. Untuk kadar CO dan HC yang ambang batas uji emisi apabila terhirup oleh manusia dalam jumlah yang besar dapat mengakibatkan keracunan dan kematian. Oleh karena itu gas CO dapat bereaksi dalam tubuh dengan cepat sedangkan untuk sisa emisi gas buang HC yang dapat merusak sistem penglihatan dan pernapasan manusia jika berkontak langsung dalam jumlah yang besar, dan disamping itu manusia harus bisa menjaga dari kandungan senyawa organik tersebut agar terbebas dari bahaya dan terjaga kesehatannya.



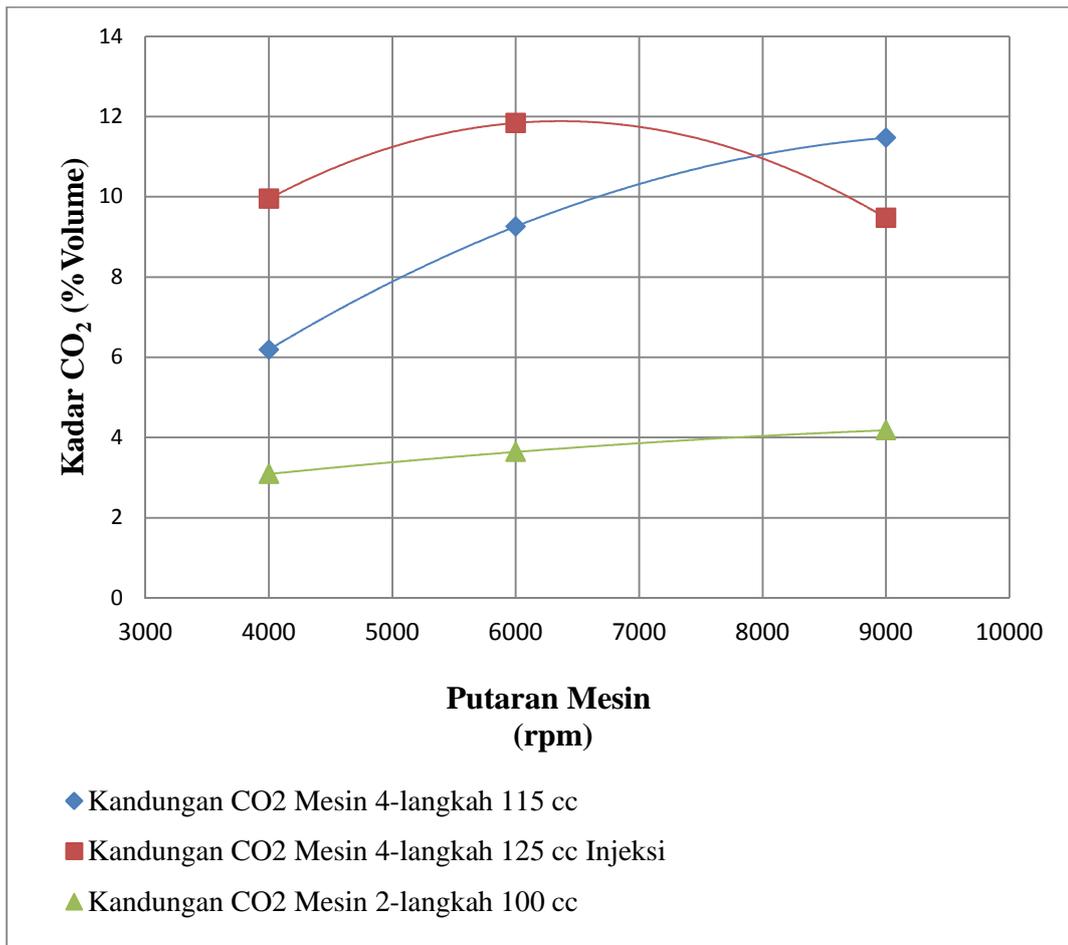
Gambar 4.9. Hasil variasi pengujian kandungan CO (% Volume)

Dari ketiga variasi pengujian CO tersebut, CO yang terkandung di dalam gas buang kendaraan yang menunjukkan bahwa bahan bakar yang keluar sedikit atau banyaknya sisa bahan bakar saat proses pembakaran tersebut, makin sedikit kadar CO pada gas buang maka semakin baik proses pembakaran bahan bakar dalam engine semakin baik pula. Dari ketiga kadar CO tersebut didapatkan CO yang rendah diawali dengan kadar CO mesin 4-langkah 115 cc dengan rata-rata CO 2,459 % Volume, kemudian yang kedua diikuti dengan mesin 4-langkah 125 cc injeksi dengan CO rata-rata 6,894 % Volume, kemudian yang ketiga diikuti mesin 2-langkah 100 cc dengan kadar CO rata-rata tertinggi sebesar 7,001 % Volume.



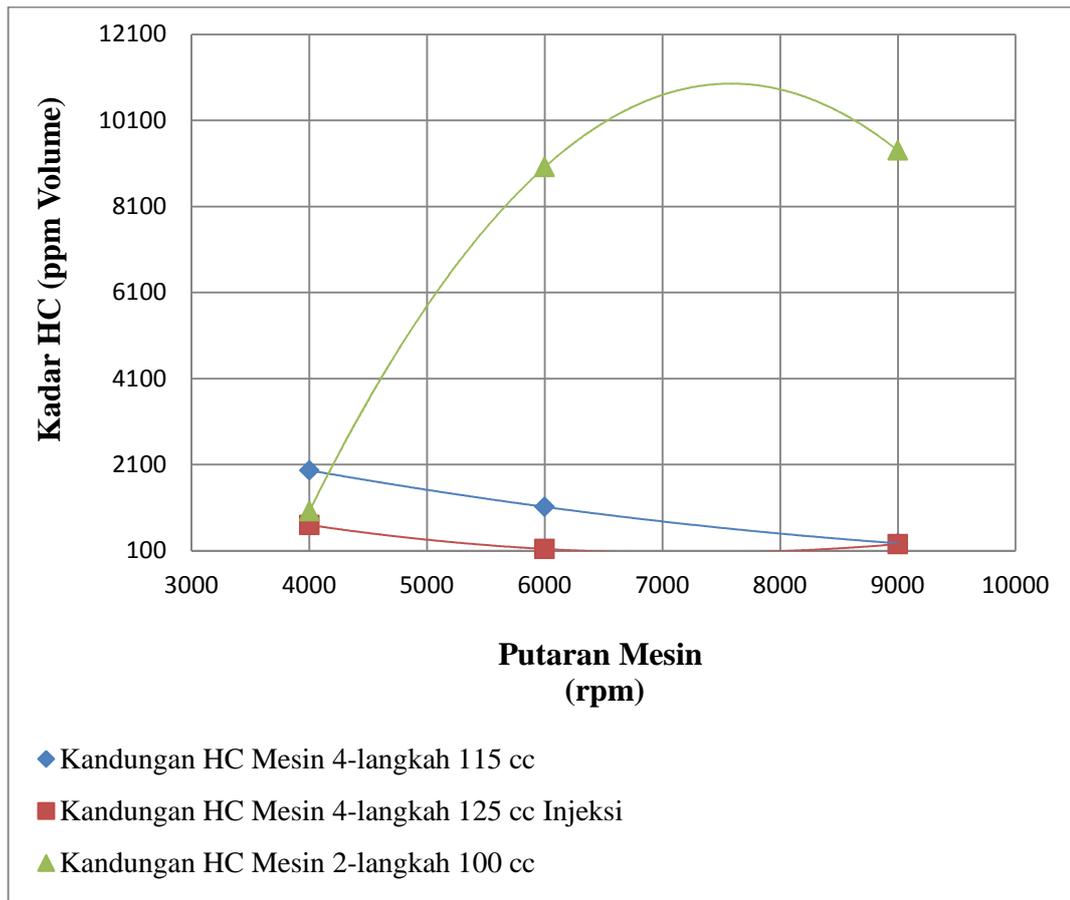
Gambar 4.10. Hasil variasi pengujian kandungan O₂ (% Volume)

Pengujian ketiga variasi tersebut, O₂ yang terkandung di dalam gas buang kendaraan yang menunjukkan bahwa bahan bakar yang keluar sedikit atau banyaknya sisa bahan bakar saat proses pembakaran tersebut, maka kadar O₂ pada proses pembakaran bahan bakar dalam engine semakin baik. Hasil pengujian O₂ didapatkan rata-rata kadar O₂ yang paling rendah diawali dengan kadar O₂ mesin 4-langkah 115 cc dengan rata-rata O₂ 3,02 % Volume, kemudian yang kedua diikuti dengan mesin 4-langkah 125 cc injeksi dengan rata-rata O₂ 4,17 % Volume, kemudian yang ketiga diikuti mesin 2-langkah 100 cc dengan kadar rata-rata O₂ tertinggi sebesar 10,36 % Volume.



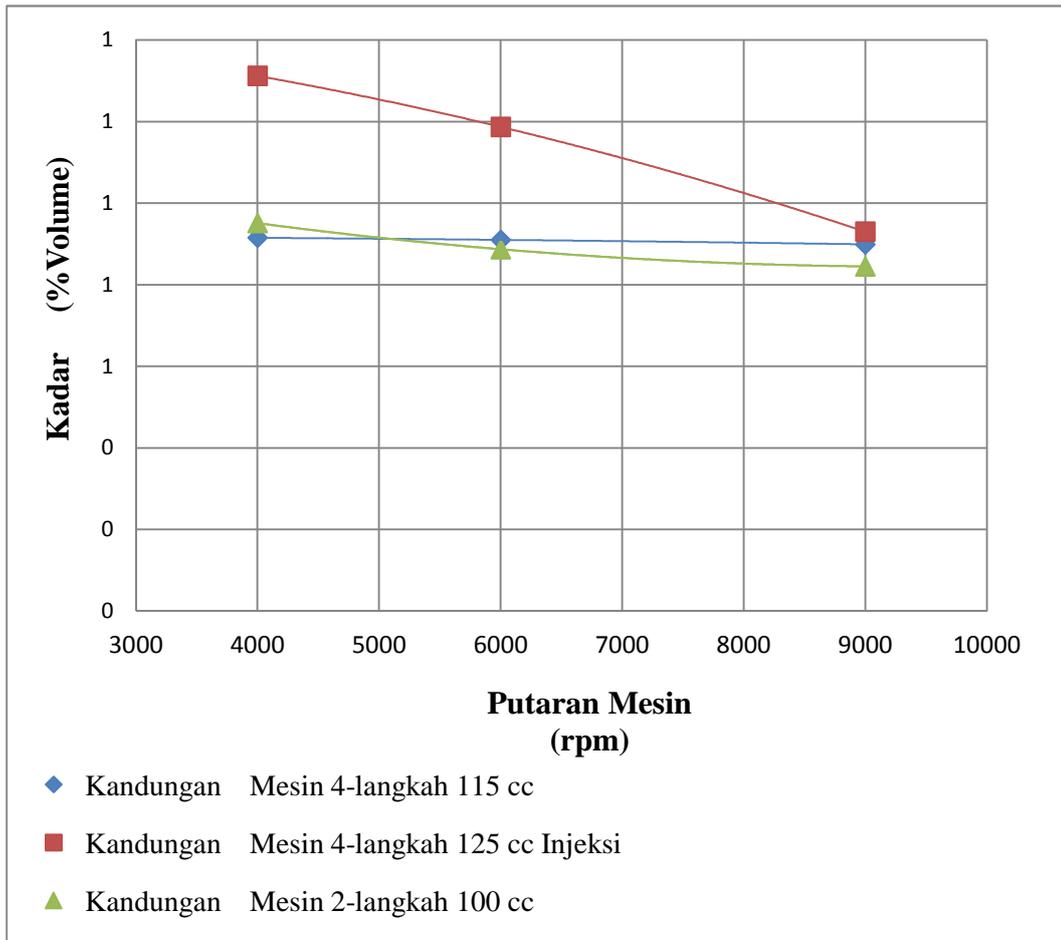
Gambar 4.11. Hasil variasi pengujian kandungan CO₂ (%Volume)

Dari ketiga variasi pengujian tersebut, CO₂ yang terkandung di dalam gas buang kendaraan menunjukkan bahwa pada proses pembakaran tersebut semakin baik, maka kadar CO₂ pada gas buang semakin baik pada proses pembakarannya. Hasil variasi pengujian CO₂ didapatkan rata-rata kadar CO₂ yang paling rendah diawali dengan kadar CO₂ mesin 2-langkah 100 cc dengan rata-rata CO₂ 4,726 % Volume, kemudian yang kedua diikuti dengan mesin 4-langkah 125 cc injeksi dengan rata-rata CO₂ 9,94 % Volume, kemudian yang ketiga diikuti mesin 4-langkah 115 cc dengan kadar rata-rata CO₂ tertinggi sebesar 14,25 % Volume.



Gambar 4.12. Hasil variasi pengujian kandungan HC (ppm/Volume)

Pengujian ketiga variasi tersebut, HC yang terkandung di dalam gas buang kendaraan menunjukkan bahwa bahan bakar yang keluar sedikit atau banyaknya sisa bahan bakar saat proses pembakaran tersebut, semakin sedikit kadar HC pada gas buang maka semakin baik pada proses pembakarannya. Dari pengujian tersebut didapatkan HC rata-rata yang pertama diawali dengan kadar HC mesin 4-langkah 125 cc injeksi dengan rata-rata HC 363 ppm/Volume, kemudian yang kedua diikuti dengan mesin 4-langkah 115 cc dengan rata-rata HC 1119 ppm/Volume, kemudian yang ketiga diikuti mesin 2-langkah 100 cc dengan kadar rata-rata HC tertinggi sebesar 6476 % Volume.



Gambar 4.13. Hasil variasi pengujian kandungan (Lamda)

Hasil variasi pengujian tersebut nilai yang terkandung di dalam emisi gas buang yang menunjukkan bahwa rasio perbandingan udara dan bahan bakar yang keluar sedikit atau banyaknya sisa bahan bakar saat proses pembakaran tersebut, semakin sedikit kadar maka nilai ideal = 1 jika pengujian >1 maka pengujian dinyatakan miskin campuran udara, jika sebaliknya nilai <1 dinyatakan bahwa kaya campuran udara pada proses pembakaran bahan bakar di dalam engine semakin baik pula hasil sisa pembakarannya. Dari ketiga variasi pengujian didapatkan rata-rata kadar yang paling rendah diawali dengan kadar mesin 2-langkah 100 cc dengan rata-rata 0,948 , kemudian yang kedua diikuti dengan mesin 4-langkah 115 cc dengan rata-rata 0,966, kemudian yang ketiga diikuti mesin 4-langkah 125 cc injeksi dengan kadar rata-rata tertinggi sebesar 0,986.