BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Data

Pengujian emisi gas buang pada penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan alat uji emisi GUT Gas Board 5020, dengan kendaraan uji berupa Yamaha MX King 150cc. Sebagai variabel bahan bakar, digunakan dua jenis bahan bakar berbeda, yaitu Pertamax dan Pertamax Turbo, untuk mengamati pengaruh masing-masing terhadap emisi gas buang yang dihasilkan.

Pengujian dilakukan dengan variasi putaran mesin pada enam titik, yaitu 3000 rpm, 4000 rpm, 5000 rpm, 6000 rpm, 7000 rpm, dan 8000 rpm. Parameter emisi yang terbaca melalui alat meliputi karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), karbon dioksida (CO_2), oksigen (O_2), lambda (λ), dan air–fuel ratio (AFR). Data yang diperoleh dari hasil pengujian ini selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam melakukan analisis perbandingan terhadap kinerja emisi dari masing-masing jenis bahan bakar.

4.2 Emisi Gas Buang Bahan Bakar Pertamax

Tahap awal pengujian dilakukan pada Yamaha MX King 150 cc menggunakan bahan bakar Pertamax kemudian dilanjutkan dengan bahan bakar Pertamax Turbo. Berikut adalah Tabel 4.1 yang menyajikan data hasil uji emisi gas buang Yamaha MX King 150 cc dengan bahan bakar pertamax.

Tabel 4.1 Hasil Uji Emisi dengan Bahan Bakar Pertamax

Putaran [rpm]	PERTAMAX					
	PARAMETER					
	CO [%]	HC [ppm]	CO_2 [%]	O_2 [%]	λ	AFR
3000	0,361	220,429	8,017	19,519	1,525	22,840
4000	0,433	291,571	11,803	19,057	1,846	27,130
5000	2,011	234,857	11,664	20,863	1,933	28,410
6000	0,523	148,571	12,443	20,897	1,945	27,640
7000	1,113	237,714	12,163	20,908	1,979	29,090
8000	0,673	162,286	12,613	18,670	1,892	27,810

Dari Tabel 4.1 menunjukan data hasil uji emisi gas buang menggunakan bahan bakar pertamax, dimana dapat kita lihat pada setiap parameternya menunjukan pola yang berbeda berdasarkan putaran mesin kendaraan.

4.2.1 Karbon Monoksida (CO) Pada Bahan Bakar Pertamax

Kadar CO cenderung sedikit pada putaran rendah, yaitu 0,361% pada 3000 rpm dan 0,433% pada putaran 4000 rpm. Dimana nilai CO meningkat secara drastis pada 5000 rpm menjadi 2,011%, hal ini menunjukkan adanya proses pembakaran yang tidak sempurna pada putaran tersebut. Namun, pada putaran 6000 rpm, nilai kadar CO kembali menurun secara signifikan menjadi 0,523%, kemudian meningkat kembali pada 7000 rpm menjadi 1,113%, dimana kembali menurun pada putaran 8000 rpm menjadi 0,673%. Fluktuasi ini menunjukkan bahwa efisiensi proses pembakaran dipengaruhi oleh putaran mesin. Kenaikan CO pada 5000 rpm mengindikasikan pembentukan campuran kaya (rich mixture) dimana bahan bakar memiliki jumlah yang lebih besar dibandingkan dengan udara yang masuk ke ruang bakar, sementara penurunan kembali nilai CO di putaran lebih tinggi menunjukkan bahwa proses pembakaran menjadi lebih stabil.

4.2.2 Hidrokarbon (HC)

Kadar HC tertinggi terdapat pada putaran 4000 rpm yaitu sebesar 291,571 ppm, kemudian menurun hingga mencapai 148,571 ppm pada putaran 6000 rpm. Kadar HC mencerminkan sisa bahan bakar yang tidak terbakar. Penurunan kadar HC mengindikasikan peningkatan efisiensi pembakaran dimana bahan bakar dapat lebih sempurna terbakar untuk menghasilkan energi. Hal ini menunjukan bahwa pembakaran lebih sempurna terjadi pada putaran mesin yang lebih tinggi.

4.2.3 Karbon Dioksida (CO_2)

CO_2 merupakan gas yang dihasilkan dari proses pembakaran yang terjadi secara sempurna. Nilai CO_2 meningkat seiring bertambahnya putaran mesin, dari 8,017% (3000 rpm) hingga 12,613% (8000 rpm). Kenaikan nilai CO_2 menunjukkan bahwa semakin tinggi putaran mesin maka pembakaran cenderung semakin sempurna, karena semakin banyak bahan bakar yang terbakar tanpa sisa.

4.2.4 Oksigen (O_2)

Kadar O_2 menunjukkan nilai tinggi sepanjang pengujian, berkisar antara 18,670% hingga 20,908%. Nilai tertinggi tercatat pada 7000 rpm. Hal ini menandakan bahwa pembakaran yang terjadi didominasi oleh campuran kurus (lean mixture), yaitu kelebihan udara dibandingkan bahan bakar. Kandungan O_2 yang tinggi juga konsisten dengan nilai lambda dan AFR yang menunjukkan rasio udara-bahan bakar melebihi standar stoikiometri (perbandingan ideal antara udara dan bahan bakar, Motor bensin 14,7 : 1).

4.2.5 Lambda (λ)

Nilai lambda pada setiap tingkat putaran mesin berada di atas nilai 1, dengan nilai tertinggi pada putaran mesin 7000 rpm sebesar 1,979. Lambda lebih dari niai 1 menunjukkan pembakaran dalam kondisi *lean* (Udara lebih besar disbanding dengan bahan bakar). Nilai lambda mendukung data O_2 dan AFR, menegaskan bahwa proses pembakaran menggunakan udara berlebih di seluruh tingkat putaran mesin.

4.2.6 Air – Fule Ratio (AFR)

AFR meningkat seiring meningkatnya putaran mesin, dari 22,840 pada putaran mesin 3000 rpm, hingga mencapai 29,090 pada putaran mesin 7000 rpm, kemudian sedikit menurun menjadi 27,810 pada putaran mesin 8000 rpm. AFR yang tinggi menunjukkan perbandingan udara yang besar terhadap bahan bakar. Ini sejalan dengan karakteristik pembakaran *lean* yang ditemukan melalui nilai λ dan O_2.

4.3 Emisi Gas Buang Bahan Bakar Pertamax Turbo

Setelah dilakukan pengujian menggunakan bahan bakar Pertamax, tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian emisi gas buang dengan bahan bakar Pertamax Turbo pada kendaraan Yamaha MX King 150 cc. Pengujian dilakukan dalam kondisi dan metode yang sama. Data hasil pengujian disajikan dalam Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Uji Emisi dengan Bahan Bakar Pertamax Turbo

PERTAMAX TURBO						
Putaran [rpm]	PARAMETER					
	CO [%]	HC [ppm]	CO_2 [%]	O_2 [%]	λ	AFR
3000	0,849	251,000	9,495	19,763	1,875	27,560
4000	0,417	425,000	10,953	20,377	1,875	27,560
5000	0,895	350,857	11,843	19,225	1,958	28,783
6000	0,503	207,286	11,877	19,227	1,978	29,070
7000	0,772	116,571	12,880	19,520	1,956	28,748
8000	0,633	207,429	12,703	19,960	1,981	29,106

4.3.1 Karbon Monoksida (CO)

Kadar CO menunjukkan nilai yang relatif rendah dan stabil, berkisar antara 0,417% hingga 0,895%, dengan nilai tertinggi pada putaran mesin 5000 rpm. Nilai CO terendah terjadi pada putaran mesin 4000 rpm sebesar 0,417%.

Konsentrasi CO yang rendah menandakan bahwa pembakaran bahan bakar berlangsung cukup sempurna pada setiap tingkat kecepatan putaran mesin. Tidak ditemukan lonjakan signifikan seperti yang terjadi pada bahan bakar Pertamax, yang menandakan bahwa Pertamax Turbo memberikan karakter pembakaran yang lebih stabil dan efisien dalam hal reduksi CO.

4.3.2 Hidrokarbon (HC)

Nilai HC bervariasi cukup signifikan, dengan nilai tertinggi tercatat pada putaran mesin 4000 rpm dengan nilai HC sebesar 425 ppm, dan nilai terendah pada Putaran mesin 7000 rpm sebesar 116,571 ppm. Kadar HC yang tinggi pada putaran mesin 4000 rpm menunjukkan adanya pembakaran yang kurang sempurna, kemungkinan disebabkan oleh kurang optimalnya atomisasi bahan bakar pada putaran tersebut.

Namun, penurunan drastis pada putaran mesin 7000 rpm menunjukkan bahwa pembakaran menjadi semakin efisien pada putaran tinggi. Dibandingkan dengan Pertamax, fluktuasi HC pada Pertamax Turbo lebih besar.

4.3.3 Karbon Dioksida (CO_2)

Kadar CO_2 mengalami peningkatan dari 9,495% pada putaran mesin 3000 rpm menjadi 12,880% pada putaran mesin 7000 rpm, kemudian sedikit menurun pada putaranmesin 8000 rpm menjadi 12,703%.

Peningkatan kadar CO_2 menunjukkan terjadinya pembakaran yang semakin sempurna pada putaran tinggi, karena CO_2 merupakan produk utama dari proses pembakaran lengkap bahan bakar. Nilai CO_2 ini relatif lebih tinggi daripada nilai pada pengujian Pertamax, yang menandakan bahwa Pertamax Turbo menghasilkan proses pembakaran yang lebih efisien secara umum.

4.3.4 Oksigen (O_2)

Nilai O_2 relatif tinggi pada setiap tingkatan kecepatan putar mesin, berkisar antara 19,225% hingga 20,377%, dengan nilai tertinggi pada putaran mesin 4000 rpm dan terendah pada putaran mesin 5000 dan 6000 rpm.

Tingginya kandungan O_2 mengindikasikan bahwa pembakaran terjadi dalam kondisi campuran kurus (*lean mixture*), di mana jumlah udara lebih banyak dibandingkan bahan bakar. Meskipun efisien dalam hal konsumsi bahan bakar.

4.3.5 Lambda (λ)

Seluruh nilai lambda berada di atas 1, yaitu antara 1,875 hingga 1,981, yang

secara konsisten menggambarkan bahwa mesin bekerja dengan roses pembakaran lean. Nilai lambda yang tinggi menunjukkan bahwa rasio udara dengan bakar lebih besar dari nilai stoikiometri. Hal ini sejalan dengan nilai O_2 dan AFR yang tinggi. Pertamax Turbo menghasilkan pembakaran yang sangat lean, lebih konsisten dibandingkan Pertamax, yang menunjukkan pembakaran cenderung efisien namun harus dikaji lebih lanjut terhadap potensi pembentukan polutan lain seperti NOx.

4.3.6 Air – Fule Ratio (AFR)

AFR meningkat dari 27,560 pada putaran mesin 3000 rpm hingga mencapai nilai tertinggi 29,106 pada putaran mesin 8000 rpm. Kenaikan nilai AFR memperkuat analisis bahwa pembakaran terjadi dalam kondisi lean di seluruh rentang putaran mesin. Dibandingkan dengan Pertamax, nilai AFR Pertamax Turbo umumnya sedikit lebih tinggi, yang menunjukkan penggunaan udara yang lebih banyak dan efisiensi pembakaran yang lebih baik.

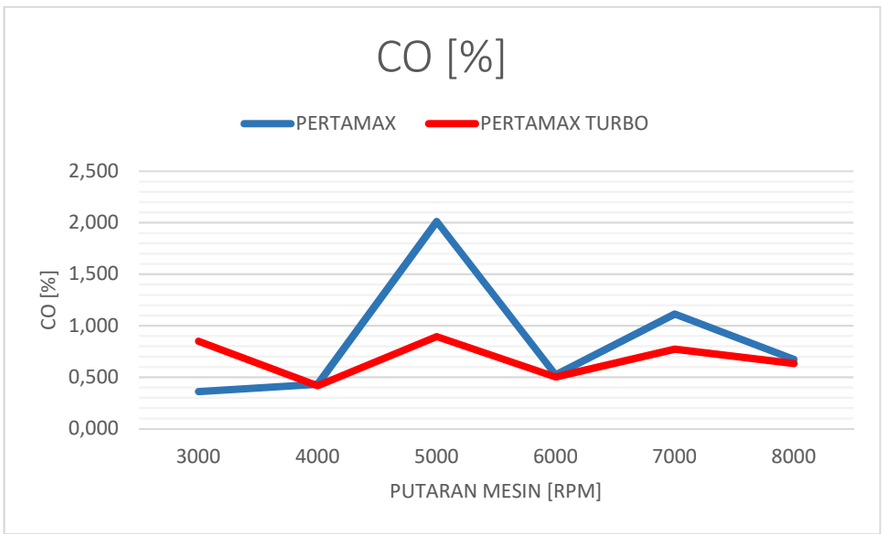
4.4 Perbandingan Emisi Gas Buang Pertamax dengan Pertamax Turbo

4.4.1 Perbandingan Nilai Karbon Monoksida (CO)

Untuk mengetahui pengaruh jenis bahan bakar terhadap kadar emisi karbon monoksida (CO), hasil uji emisi gas buang menggunakan Pertamax dan Pertamax Turbo disusun dalam Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Nilai karbon Monoksida (CO) pada emisi gas buang dengan bahan bakar pertamax dan pertamax turbo

CO [%]		
PUTARAN [rpm]	PERTAMAX	PERTAMAX TURBO
3000	0,361	0,849
4000	0,433	0,417
5000	2,011	0,895
6000	0,523	0,503
7000	1,113	0,772
8000	0,673	0,633



Gambar 4.1 Grafik Nilai karbon Monoksida (CO) pada emisi gas buang dengan bahan bakar pertamax dan pertamax turbo

Berdasarkan Tabel 4.3 danGambar 4.1 Grafik Nilai karbon Monoksida (CO) pada emisi gas buang dengan bahan bakar pertamax dan pertamax turbo Gambar 4.1 , kadar emisi CO cenderung lebih tinggi saat menggunakan bahan bakar Pertamax dibandingkan Pertamax Turbo. Puncak tertinggi emisi CO terjadi pada putaran mesin 5000 rpm dengan nilai 2,011% pada penggunaan bahan bakar Pertamax, sedangkan Pertamax Turbo hanya berkisar pada 0,895%. Perbedaan ini menunjukkan bahwa Pertamax Turbo (RON 98), dengan angka oktan lebih tinggi dibandingkan dengan

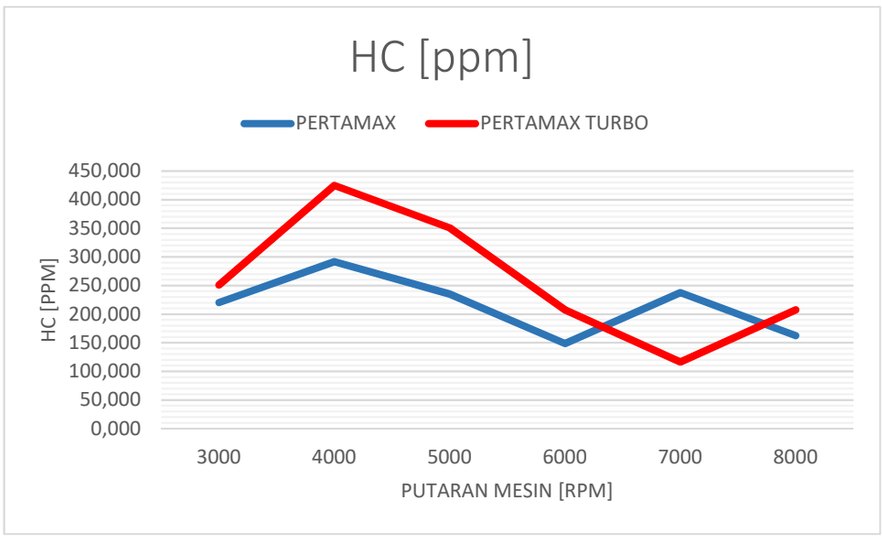
Pertamax (RON 92), menghasilkan pembakaran yang lebih sempurna sehingga menurunkan emisi CO. Dengan demikian, jenis bahan bakar berpengaruh terhadap emisi gas buang, dan Pertamax Turbo lebih efektif dalam mengurangi kadar CO. Pertamax Turbo umumnya menghasilkan λ lebih tinggi dimana oksigen relatif lebih banyak sehingga CO lebih mudah teroksidasi menjadi CO_2 kadar CO turun.

4.4.2 Perbandingan Nilai Hidrokarbon (HC)

Nilai emisi hidrokarbon (HC) merupakan tingkat ketidak sempurnaan pembakaran bahan bakar , nilai HC dapat dilihat pada Tabel 4.4 dengan ambaran grafik perbandingan padaGambar 4.2.

Tabel 4.4 Nilai Hidrokarbon (HC) pada emisi gas buang dengan bahan bakar Pertamax dan Pertamax Turbo

HC [ppm]		
PUTARAN [rpm]	PERTAMAX	PERTAMAX TURBO
3000	220,429	251,000
4000	291,571	425,000
5000	234,857	350,857
6000	148,571	207,286
7000	237,714	116,571
8000	162,286	207,429



Gambar 4.2 Grafik Nilai Hidrokarbon (HC) pada emisi gas buang dengan bahan bakar pertamax dan pertamax turbo

Berdasarkan Tabel 4.4 dan Gambar 4.2, secara umum pada putaran rendah pertamax menunjukkan nilai HC lebih rendah dibandingkan Pertamax Turbo, yang mengindikasikan pembakaran lebih efisien. Misalnya, dapat kita lihat pada putaran kerja mesin 4000 rpm, HC Pertamax sebesar 291,571 ppm sedangkan Pertamax Turbo mencapai 425,000 ppm.

Namun pada putaran tinggi Pertamax Turbo menunjukkan nilai HC lebih rendah 116,571 ppm dibanding dengan nilai HC Pertamax yaitu 237,714 ppm, menandakan kinerja optimal bahan bakar beroktan tinggi di putaran yang tinggi

Penurunan signifikan emisi HC pada Pertamax Turbo pada 7000 rpm dapat dijelaskan oleh kombinasi faktor: nilai λ yang sedikit lebih rendah pada 7000 rpm (dengan demikian masa bahan bakar relatif naik sedikit), kondisi turbulensi dan volumetric efficiency yang lebih menguntungkan pada putaran tersebut, serta kemungkinan optimasi ignition timing oleh ECU. Semua faktor ini meningkatkan

kecepatan nyala dan kelengkapan pembakaran sehingga proporsi hidrokarbon yang lolos pembakaran berkurang.

Sedangkan pada pertamax penurunan signifikan konsentrasi hidrokarbon (HC) pada 6000 rpm dapat dijelaskan oleh perbaikan kondisi pembakaran pada rentang putaran tersebut. Meskipun nilai λ sedikit meningkat (lebih lean), 6000 rpm tampak menyediakan kondisi aliran intake dan turbulensi yang lebih baik sehingga atomisasi dan homogenitas campuran meningkat. Bersamaan dengan kemungkinan phase pembakaran yang lebih optimal akibat pengaturan pengapian oleh ECU serta suhu pembakaran yang menguntungkan, hasilnya adalah flame propagation dan oksidasi HC yang lebih efisien. Oleh karena itu, pengaruh dinamis volumetric efficiency, mixing, dan timing lebih dominan daripada perubahan kuantitas bahan bakar semata dalam menurunkan HC pada 6000 rpm.

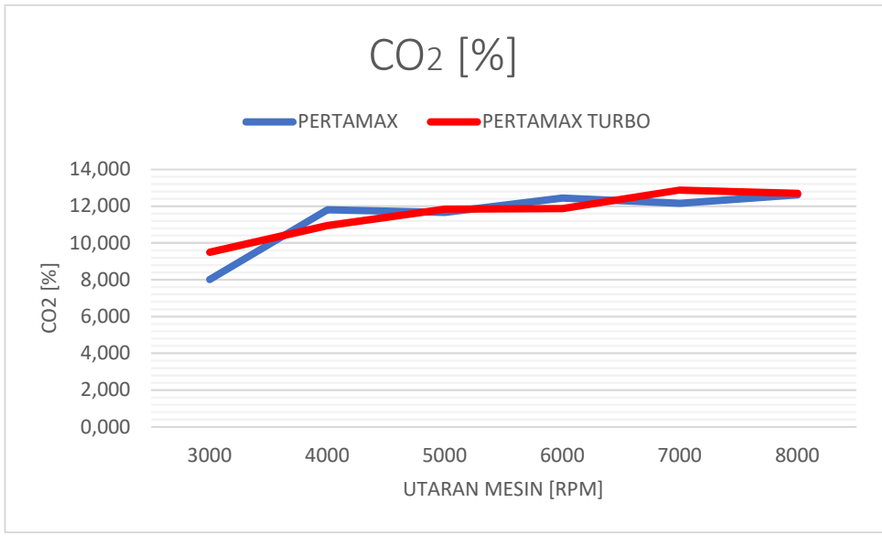
4.4.3 Perbandingan Nilai Karbon Dioksida (CO_2)

Karbon dioksida (CO_2) merupakan hasil utama dari proses pembakaran sempurna bahan bakar. Dimana kadar CO_2 yang tinggi umumnya mengindikasikan bahwa proses pembakaran berlangsung lebih efisien. Nilai emisi CO_2 pada penggunaan bahan bakar Pertamax dan Pertamax Turbo ditampilkan padaTabel 4.5, dengan grafik perbandingannya disajikan pada Gambar 4.3.

Tabel 4.5 Nilai Karbon Dioksida (CO_2) pada emisi gas buang dengan bahan bakar Pertamax dan Pertamax Turbo

CO_2 [%]		
PUTARAN [rpm]	**PERTAMAX**	**PERTAMAX TURBO**
3000	8,017	9,495
4000	11,803	10,953

5000	11,664	11,843
6000	12,443	11,877
7000	12,163	12,880
8000	12,613	12,703



Gambar 4.3 Grafik Nilai Karbon Dioksida (CO_2) pada emisi gas buang dengan bahan bakar pertamax dan pertamax turbo

Berdasarkan data pada Tabel 4.5, terlihat bahwa nilai CO_2 mengalami peningkatan seiring naiknya putaran mesin (rpm) pada kedua jenis bahan bakar. Pada putaran kerja mesin 3000 rpm, emisi CO_2 dari Pertamax Turbo tercatat lebih tinggi dengan nilai 9,495% dibanding Pertamax dengan nilai 8,017%. Namun, pada beberapa titik putaran tengah seperti putaran kerja msin 4000 rpm hingga putaran kerja mesin 6000 rpm, emisi CO_2 dari Pertamax sedikit lebih tinggi daripada Pertamax Turbo. Di sisi lain, pada putaran tinggi yaitu berkisar antara putaran 7000–8000 rpm, Pertamax Turbo kembali menunjukkan nilai CO_2 yang lebih tinggi.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa Pertamax Turbo cenderung menghasilkan nilai CO_2 yang lebih tinggi pada putaran mesin tinggi, yang

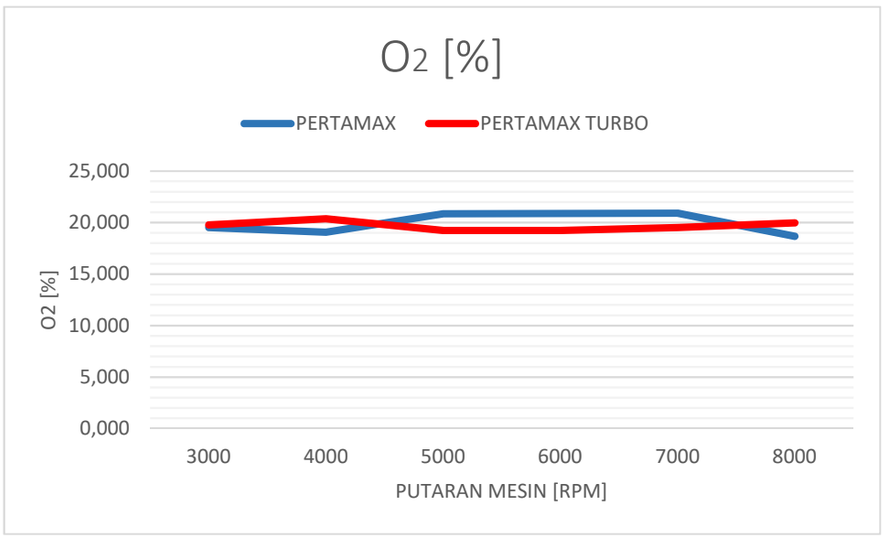
menunjukkan proses pembakaran yang lebih sempurna. Sementara itu, pada putaran menengah, kinerja pembakaran Pertamax dan Pertamax Turbo cenderung seimbang dalam hal emisi CO_2.

4.4.4 Perbandingan Nilai Oksigen (O_2)

Oksigen (O_2) dalam gas buang merupakan sisa udara yang tidak ikut bereaksi dalam proses pembakaran di dalam ruang bakar. Nilai O_2 yang tinggi umumnya menunjukkan adanya kelebihan udara (lean mixture) atau pembakaran yang tidak sepenuhnya efisien, sedangkan nilai O_2 yang terlalu rendah dapat mengindikasikan pembakaran yang terlalu kaya bahan bakar (rich mixture). Data kadar O_2 dari hasil pengujian menggunakan bahan bakar Pertamax dan Pertamax Turbo ditampilkan pada Tabel 4.6, dan grafik perbandingannya disajikan pada Gambar 4.4.

Tabel 4.6 Nilai Oksigen (O_2) pada emisi gas buang dengan bahan bakar Pertamax dan Pertamax Turbo

O_2 [%]		
PUTARAN [rpm]	PERTAMAX	PERTAMAX TURBO
3000	19,519	19,763
4000	19,057	20,377
5000	20,863	19,225
6000	20,897	19,227
7000	20,908	19,520
8000	18,670	19,960



Gambar 4.4 Grafik Nilai Oksigen (O_2) pada emisi gas buang dengan bahan bakar pertamax dan pertamax turbo

BerdasarkanTabel 4.6, kadar O_2 yang dihasilkan dari masing-masing bahan bakar menunjukkan fluktuasi di berbagai tingkat putaran mesin. Pada putaran kerjamesin 3000 dan 4000 rpm, nilai O_2 Pertamax Turbo tercatat lebih tinggi dari Pertamax, yaitu masing-masing dengan nilai 19,763% dan 20,377%. Namun, pada putaran kerja mesin 5000 hingga 7000 rpm, nilai O_2 Pertamax justru lebih tinggi. Nilai tertinggi terjadi pada bahan bakar Pertamax saat putaran kerja mesin 7000 rpm dengan

kadar O_2 sebesar 20,908%.

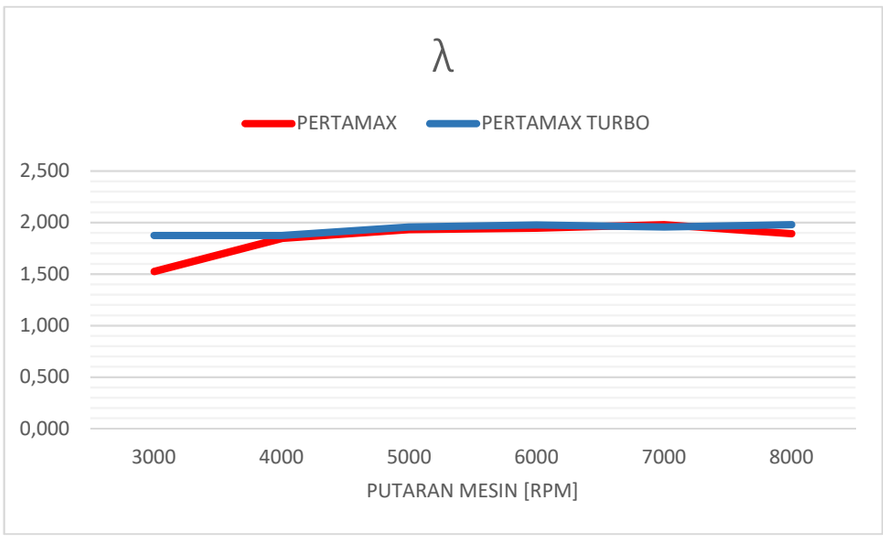
Pada umumnya, bahan bakar Pertamax cenderung menghasilkan nilai O_2 yang lebih tinggi pada putaran menengah hingga tinggi. Hal ini dapat disebabkan oleh perbedaan karakteristik pembakaran kedua bahan bakar, di mana Pertamax Turbo (RON 98), dengan angka oktan yang lebih tinggi, memungkinkan pembakaran yang lebih efisien sehingga meninggalkan sisa O_2 yang lebih sedikit dalam gas buang, meskipun secara keseluruhan perbedaannya tidak terlalu mencolok dibandingkan dengan Pertamax.

4.4.5 Perbadingan Nilai Lambda (λ)

Lambda (λ) merupakan rasio antara jumlah udara yang digunakan dalam pembakaran aktual terhadap jumlah udara ideal yang dibutuhkan dalam kondisi stoikiometri. Nilai $\lambda = 1$ menunjukkan campuran ideal, $\lambda > 1$ mengindikasikan campuran kurus (*lean*), sedangkan $\lambda < 1$ menunjukkan campuran kaya (*rich*). Nilai lamda (λ) hasil pengujian ditampilkan pada Tabel 4.7dengan grafik nilai lamda pada Gambar 4.5untuk mempermudah analisa

Tabel 4.7 Nilai Lamda (λ) pada emisi gas buang dengan bahan bakar Pertamax dan Pertamax Turbo

Λ		
PUTARAN [rpm]	**PERTAMAX**	**PERTAMAX TURBO**
3000	1,525	1,875
4000	1,846	1,875
5000	1,933	1,958
6000	1,945	1,978
7000	1,979	1,956
8000	1,892	1,981



Gambar 4.5 Grafik Nilai Lamda (λ) pada emisi gas buang dengan bahan bakar pertamax dan pertamax turbo

Berdasarkan data Tabel 4.7 dan Gambar 4.5, nilai lambda untuk kedua bahan bakar berada di atas 1 pada seluruh putaran mesin, yang berarti pembakaran berlangsung dalam kondisi lain atau kelebihan udara. Nilai lambda Pertamax Turbo cenderung sedikit lebih tinggi dibandingkan Pertamax, terutama pada putaran kerja mesin 3000 serta 8000 rpm.

Perbedaan ini menunjukkan bahwa Pertamax Turbo menghasilkan pembakaran yang lebih ramping (*leaner mixture*), yang umumnya mendukung efisiensi bahan bakar dan penurunan emisi karbon monoksida (CO). Secara keseluruhan, Pertamax Turbo cenderung memberikan karakter pembakaran yang lebih efisien berdasarkan rasio lambda yang lebih tinggi di sebagian besar putaran mesin.

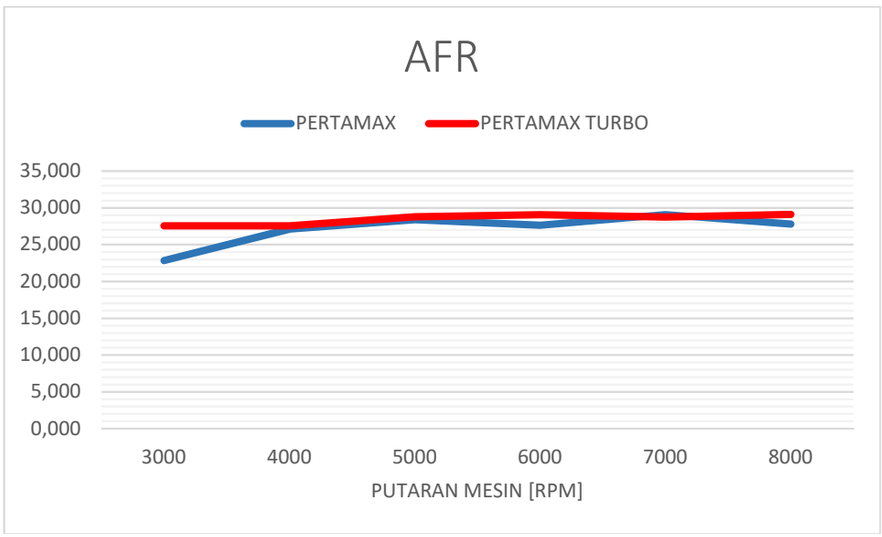
4.4.6 Perbadingan Nilai AFR *(Air Fule Ratio)*

Perbandingan udara dan bahan bakar (AFR) adalah rasio antara jumlah massa udara terhadap massa bahan bakar yang masuk ke dalam ruang bakar. Untuk pembakaran bensin secara teoritis, perbandingan ideal (stoikiometri) adalah 14,7:1 (Warju,2009)

Pada pengujian ini, data nilai AFR dari penggunaan bahan bakar Pertamax dan Pertamax Turbo disajikan dalamTabel 4.8 , dan visualisasi grafiknya ditampilkan pada Gambar 4.6. Data tersebut digunakan untuk membandingkan karakteristik pembakaran dari masing-masing bahan bakar berdasarkan rasio udara-bahan bakar yang terbentuk selama proses pengujian

Tabel 4.8 Nilai AFR (*Air Fule Ratio*) pada emisi gas buang dengan bahan bakar Pertamax dan Pertamax Turbo

AFR		
PUTARAN [rpm]	**PERTAMAX**	**PERTAMAX TURBO**
3000	22,840	27,560
4000	27,130	27,560
5000	28,410	28,783
6000	27,640	29,070
7000	29,090	28,748
8000	27,810	29,106



Gambar 4.6 Grafik Nilai AFR (*Air Fule Ratio*) pada emisi gas buang dengan bahan bakar pertamax dan pertamax turbo

Dari data pada Tabel 4.8 , terlihat bahwa nilai AFR untuk kedua jenis bahan bakar berada jauh di atas nilai stoikiometri 14,7:1. Hal ini menunjukkan bahwa pembakaran terjadi dalam kondisi lean mixture atau campuran kurus, yaitu jumlah udara lebih banyak dibandingkan bahan bakar.

Secara umum, Pertamax Turbo menunjukkan nilai AFR yang lebih tinggi dibandingkan Pertamax. Nilai tertinggi AFR untuk Pertamax Turbo tercatat sebesar 29,106 pada putaran kerja mesin 8000 rpm, sedangkan Pertamax memiliki nilai tertinggi sebesar 29,090 pada putaran kerja mesin 7000 rpm.

AFR yang lebih tinggi menunjukkan bahwa pembakaran berlangsung dengan kelebihan udara, yang biasanya mengindikasikan efisiensi pembakaran lebih baik dan emisi karbon monoksida (CO) yang lebih rendah. Penggunaan Pertamax Turbo menghasilkan rasio udara dengan bahan bakar yang lebih kurus *(lean),* terutama pada putaran tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa proses pembakaran Pertamax Turbo lebih efisien dalam kondisi beban tinggi.

4.5 Ambang Batas Emisi Gas Buang

Baku mutu emisi gas buang merupakan standar batas maksimum kandungan polutan yang diperbolehkan dalam gas buang kendaraan bermotor sebelum dilepaskan ke udara bebas. Pemerintah Indonesia telah menetapkan ketentuan mengenai baku mutu emisi melalui Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.8 tahun 2023, yang menjadi acuan dalam pelaksanaan uji emisi kendaraan bermotor. Berdasarkan regulasi tersebut, Yamaha MX King 150 cc termasuk ke dalam Kategori L, yaitu sepeda motor dengan mesin 2-tak dan 4-tak yang diproduksi setelah tahun 2010.

Dalam regulasi tersebut, parameter utama yang digunakan untuk evaluasi kelayakan emisi adalah kadar Karbon Monoksida (CO) dan Hidrokarbon (HC). Kedua senyawa ini menjadi indikator penting untuk menilai efisiensi pembakaran serta potensi pencemaran udara dari kendaraan bermotor.

Tabel 4.9 Perbandingan HC dan CO bahan bakar pertamax dan pertamax turbo dengan baku mutu emisi pemerintah

PUTARAN [rpm]	PERTAMAX		PERTAMAX TURBO		BAKU MUTU	
	CO [%]	HC [ppm]	CO [%]	HC [ppm]	CO [%]	HC [ppm]
3000	0,361	220,429	0,849	251,000	3	1000
4000	0,433	291,571	0,417	425,000		
5000	2,011	234,857	0,895	350,857		
6000	0,523	148,571	0,503	207,286		
7000	1,113	237,714	0,772	116,571		
8000	0,673	162,286	0,633	207,429		

Denga mengacu pada Tabel 4.9 kita dapat melihat bahwa uji emisi pada Yamaha MX King 150 cc menggunakan bahan bakar Pertamax dan Pertamax Turbo

menunjukkan bahwa kadar Karbon Monoksida (CO) dan Hidrokarbon (HC) pada setiap tingkat kecepatan putar kerja mesin dari putaran kerja 3000 rpm sampai dengan 8000 rpm berada di bawah ambang batas yang ditetapkan pemerintah.

6. Karbon Monoksida (CO)

Nilai CO dari bahan bakar Pertamax berkisar antara 0,361% hingga 2,011%, sementara Pertamax Turbo menunjukkan nilai lebih rendah, antara 0,417% hingga 0,895%. Nilai tersebut tergolong masih lebih rendah apabila dibandingkan dengan nilai ambang batas dari ketetapan pemerintah yakni sebesar 3%. Hal ini mengindikasikan bahwa kedua jenis bahan bakar masih memenuhi standar emisi CO yang berlaku.

7. Hidrokarbon (HC)

Hasil emisi HC tidak menunjukkan pola konsisten. Namun, secara umum, Pertamax menghasilkan HC yang sedikit lebih rendah pada putaran tinggi, sedangkan Pertamax Turbo menghasilkan HC lebih tinggi pada putaran rendah.

.