



Analysis of the Effects of Spark Plug Type and Electrode Gap on Exhaust Emission Performance: A Case Study of the Toyota Limo

Arsy Sulaiman¹, Risal Abu², Mukhnizar³

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Dan Perencanaan Universitas Ekasakti Padang

Co: sulaimanarsy@gmail.com

ABSTRACT

The transportation sector is the largest contributor to air pollution in urban areas due to the extensive use of fossil fuels. This study aims to analyze the effect of spark plug types and variations in electrode gap distance on the exhaust emission levels of Carbon Monoxide (CO) and Hydrocarbons (HC) in a 2008 Toyota Limo. The testing parameters utilized three types of spark plugs nickel, platinum, and iridium with variations in gap distances: standard (0.9 mm–1.1 mm), narrow (0.5 mm), and wide (1.5 mm) across various engine speeds (RPM). The research method involved direct testing using a Gas Analyzer at the Motor Vehicle Testing Technical Service Unit (UPT-PKB) in Padang Pariaman Regency. The collected data, comprising CO and HC emission results, were analyzed to determine the combustion efficiency within the combustion chamber. The results indicate that the spark plug gap distance has a more significant impact on emissions than the spark plug material itself. Using the standard gap distance consistently yielded the best emission results across all spark plug types. Overall, the iridium spark plug with a 1.1 mm standard gap produced the lowest emission levels, specifically 0.36% for CO and 55 ppm for HC at 2000 RPM. This proves that premium electrode materials produce a more focused and powerful spark, leading to more complete and environmentally friendly combustion, provided they are supported by the manufacturer's recommended gap distance.

Keywords : Spark Plug Type, Spark Plug Gap, Exhaust Emissions, Carbon Monoxide, Hydrocarbons.

PENDAHULUAN

Sektor transportasi merupakan salah satu sektor yang dapat memberikan dampak terhadap lingkungan dalam cakupan spasial dan temporal yang besar (Warpani, 2002). Intensitas pencemaran udara yang ditimbulkan oleh kegiatan-kegiatan perkotaan kecenderungan meningkat dengan adanya perkembangan kota disertai dengan peningkatan jumlah pemakaian kendaraan bermotor. Penggunaan kendaraan bahan bakar minyak secara intensif dalam sektor transportasi menjadi penyebab utama timbulnya dampak terhadap pencemaran udara, terutama di daerah-daerah perkotaan (Soedomo, 2001).

Perkembangan jumlah transportasi kendaraan bermotor yang cukup pesat telah berdampak terhadap peningkatan polusi udara. Penggunaan bahan bakar fosil berupa bensin untuk pembakaran pada seluruh kendaraan untuk menggerakkan kendaraan bermotor tersebut akan mengeluarkan zat polutan yang akan mencemari udara sehingga hal tersebut menjadi salah satu penyebab dari terjadinya pencemaran udara. Menurut Dirjen Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Sigit Reliantoro (2023) sektor transportasi menjadi penyumbang 44% sumber pencemar, diikuti sektor industri 31%, manufaktur 10%, perumahan 14% dan komersial 1%.

Faktor dalam penyebab emisi gas buang pada kendaraan bermotor adalah teknologi kontrol emisi, dimana dalam sistem kerja teknologi kontrol emisi tersebut adalah pembakaran yang terjadi pada ruang bakar kendaraan. Meningkatkan kinerja mesin yaitu dengan memperbaiki kualitas pembakaran di ruang bakar dimana terdapat tiga penyebab pembakaran yaitu udara, bahan bakar, dan bunga api. Busi berkerja pada sistem pembakaran sepeda motor dengan memercikkan bunga api. Kondisi busi juga sangat memengaruhi dalam gas buang, kondisi busi yang masih bagus membuat pembakaran yang sempurna ketimbang busi yang sudah tua atau rusak serta jenis busi juga memengaruhi proses pembakaran tersebut.

Dalam proses pembakaran, bahan bakar dan udara tercampur didalam ruang bakar dan busi sebagai alat untuk menghasilkan percikan bunga api. Besar kecilnya percikan bunga api pada busi sangat menentukan kualitas pembakaran untuk menghasilkan pembakaran yang sempurna sehingga dapat mengurangi emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar. Sistem pengapian sangat berpengaruh pada sistem pembakaran. Pembakaran yang tidak sempurna akan mempengaruhi hasil emisi gas buang dan kinerja mesin. Sistem pengapian adalah sistem kelistrikan pada motor yang menghasilkan percikan bunga api di dalam ruang bakar, *Ignition coil* yang menghasilkan tegangan tinggi akan membangkitkan busi dan menghasilkan letikan bunga api pada kedua ujung elektroda busi (Jamaaluddin, 2021).

Seiring perkembangan dunia otomotif, terciptalah penyempurnaan dari komponen-komponen permesinan termasuk busi. Berdasarkan jenis bahan pada pusat elektrodanya, busi dibagi menjadi tiga yaitu busi nikel, busi platinum, busi iridium. Busi nikel pusat elektrodanya terbuat dari nikel, busi platinum pusat elektrodanya terbuat dari platinum, sedangkan busi iridium atau busi racing pusat elektrodanya terbuat dari iridium (Mahfudin, 2018). Salah satu cara untuk mendapatkan pembakaran yang sempurna adalah dengan meningkatkan intensitas penyalan bunga api pada busi. Busi berfungsi memberikan percikan bunga api untuk membakar campuran udara dan bahan bakar yang terkompresi di ruang bakar. Untuk mengoptimalkan sistem pengapian dapat dilakukan dengan penggantian jenis busi (M Bagus Anggoro, Armila and Rudi Kurniawan Arief, 2021).

Menurut A. Prasetyo and R. Rifdarmon, 2020, terdapat pengaruh dari penggunaan variasi busi terhadap daya, torsi dan emisi gas buang. Penggantian jenis busi nikel dengan jenis busi lainnya merupakan salah satu cara untuk mendapatkan percikan bunga api yg lebih kuat atau besar sehingga membuat pembakaran yang lebih optimal. Semakin optimal pembakaran di dalam ruang bakar, kendaraan akan memperoleh kinerja mesin dan emisi yang lebih baik. Maka dari latar belakang di atas, penelitian ini mengangkat judul “**Analisis Pengaruh Jenis Busi dan Jarak Celah Busi Terhadap Hasil Uji Emisi Gas Buang (Studi Kasus Toyota Limo)**”.

METODE PENELITIAN

Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, pengukuran menggunakan alat atau *instrumen* seperti gas analyzer. Alat ini dapat mengukur konsentrasi gas-gas tertentu dalam emisi gas buang, seperti CO, HC dan Nox.

Bahan Penelitian

- a. Mobil Toyota Limo
- b. Busi NGK Nikel BKR5E-11
- c. Busi NGK Platinum BKR5EGP
- d. Busi NGK Iridium BKR5EIX-11
- e. Busi iridium disebut juga busi racing,

Alat Penelitian

Alat penelitian merupakan *instrumen* atau perangkat yang digunakan untuk mengumpulkan data dalam penelitian. Berikut alat penelitian yang digunakan untuk

mendapatkan hasil yang reliabel dan akurat

- Gas Analyzer
- Feeler Gauge
- Kunci Busi
- Pelindung Kepala
- Rompi Safety
- Sarung Tangan
- Sepatu Safety
- Masker
- Tang

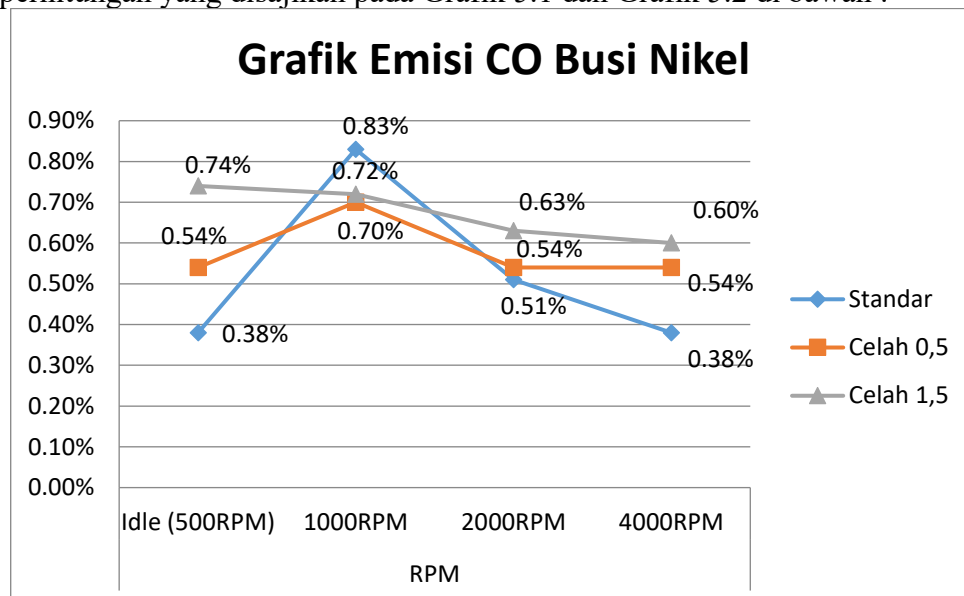
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Hasil Perhitungan

Dari hasil pengolahan data, data dapat dianalisis sebagai berikut :

Busi Nikel

Dari hasil perhitungan yang didapat, maka dapat dibuatkan grafik garis sesuai hasil perhitungan yang disajikan pada Grafik 5.1 dan Grafik 5.2 di bawah :

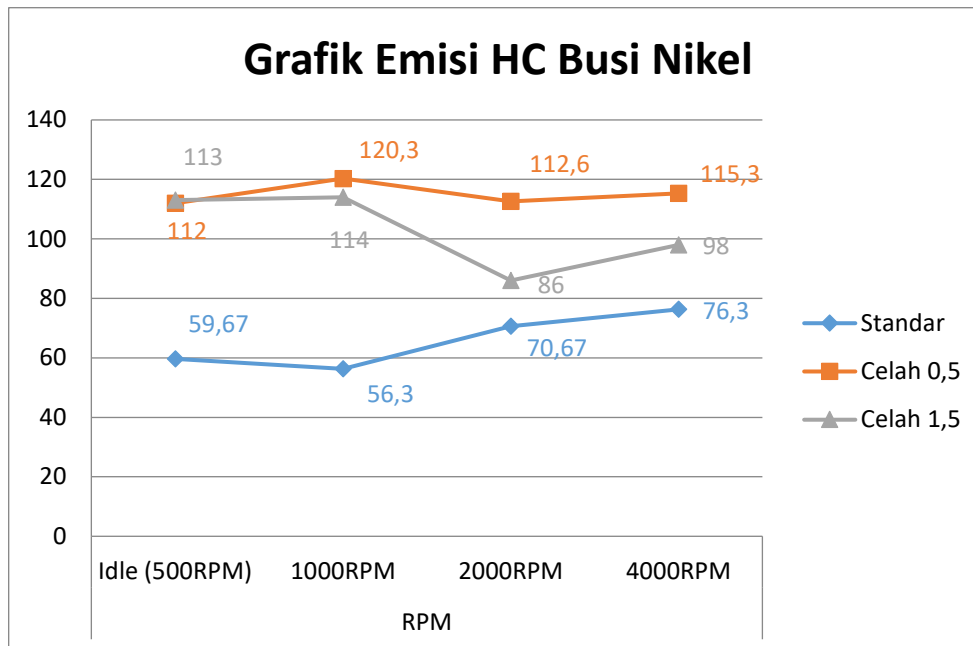


Grafik 5. 1 Perbandingan Emisi Karbonmonoksida pada Busi Nikel dengan Variasi Jarak Celah Busi dan Putaran Mesin

Berdasarkan analisis, dapat diambil perbandingan emisi karbonmonoksida pada busi nikel dengan menggunakan 3 jarak celah busi yaitu standar, diperkecil 0,5mm dan diperbesar 1,5mm sebagai berikut :

- Idle : 0,38% (standar) vs 0,54% (0,5 mm) vs 0,74% (1,5 mm)
- 1000 RPM : 0,83% (standar) vs 0,70% (0,5 mm) vs 0,72% (1,5 mm)
- 2000 RPM : 0,51% (standar) vs 0,54% (0,5 mm) vs 0,63% (1,5 mm)
- 4000 RPM : 0,38% (standar) vs 0,54% (0,5 mm) vs 0,60% (1,5 mm)

Perbandingan ini jelas menunjukkan bahwa celah busi 1,5 mm menghasilkan emisi CO yang lebih tinggi secara keseluruhan. Meskipun ada tren penurunan seiring kenaikan RPM, efisiensi pembakaran tidak pernah mencapai tingkat optimal yang terlihat dengan celah busi standar, dan bahkan lebih buruk dari celah 0,5 mm pada putaran tinggi. Perubahan celah busi memiliki dampak langsung pada karakteristik percikan efisiensi pembakaran. Tidak selalu celah yang lebih sempit atau lebih lebar itu lebih baik; ada titik optimal yang bervariasi tergantung pada desain mesin, sistem pengapian, dan kondisi operasinya.



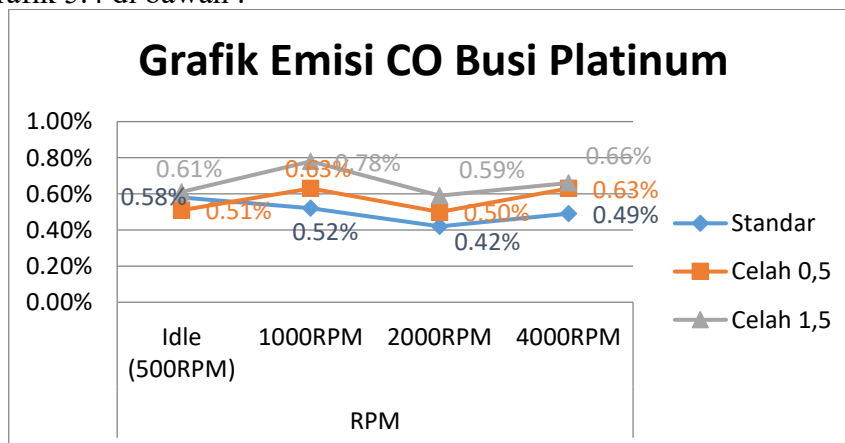
Grafik 5. 2 Perbandingan Emisi Hidrokarbon pada Busi Nikel dengan Variasi Jarak Celah Busi dan Putaran Mesin

Pola emisi HC dengan celah busi 1,5 mm ini menunjukkan bahwa celah busi yang terlalu lebar sangat merugikan efisiensi pembakaran pada putaran rendah (*idle*) karena kesulitan dalam membentuk percikan api yang memadai. Namun, seiring dengan peningkatan putaran mesin, sistem pengapian mampu menghasilkan tegangan yang cukup untuk mengatasi celah lebar tersebut, menghasilkan percikan yang lebih baik dan penurunan HC yang signifikan.

Meskipun demikian, pada putaran yang lebih tinggi (4000 RPM), fenomena alami seperti *quenching effect* menyebabkan emisi HC sedikit meningkat kembali, menunjukkan bahwa celah busi yang terlalu lebar, meskipun dapat diatasi pada putaran menengah, tetap tidak optimal untuk performa emisi terbaik di seluruh rentang putaran. Emisi HC pada 4000 RPM dengan celah 1.5mm (98ppm) masih jauh lebih tinggi dibandingkan dengan celah standar (76.30ppm).

Busi Platinum

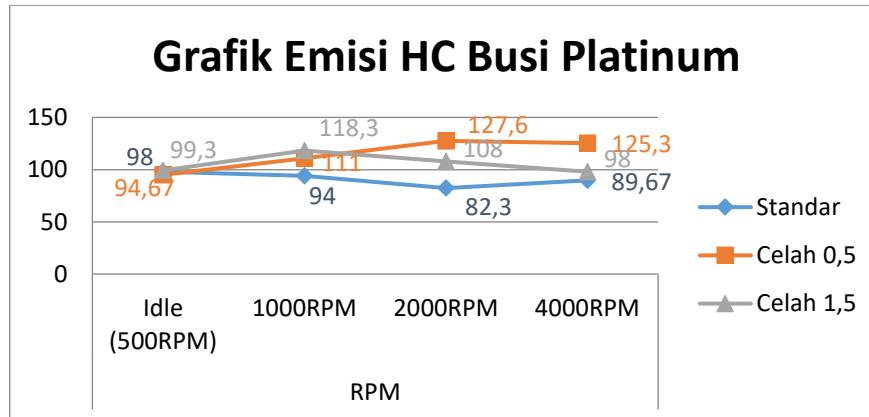
Dari hasil perhitungan yang didapat pada BAB IV dan sesuai dengan Tabel 4.11, maka dapat dibuatkan grafik garis sesuai hasil perhitungan yang disajikan pada Grafik 5.3 dan Grafik 5.4 di bawah :



Grafik 5. 3 Perbandingan Emisi Carbonmonoksida pada Busi Platinum dengan Variasi Jarak

Celah Busi dan Putaran Mesin

Grafik emisi CO dengan busi platinum dan celah busi 1,5 mm menunjukkan bahwa celah busi yang terlalu lebar sangat mengganggu efisiensi pembakaran pada putaran rendah (*idle* dan 1000 RPM) karena kesulitan dalam membentuk percikan api yang memadai. Meskipun busi platinum mampu menghasilkan percikan yang lebih baik pada putaran menengah, menyebabkan penurunan CO, kenaikan kembali pada 4000 RPM kemungkinan besar disebabkan oleh strategi pengayaan bahan bakar oleh ECU untuk perlindungan mesin dan performa.

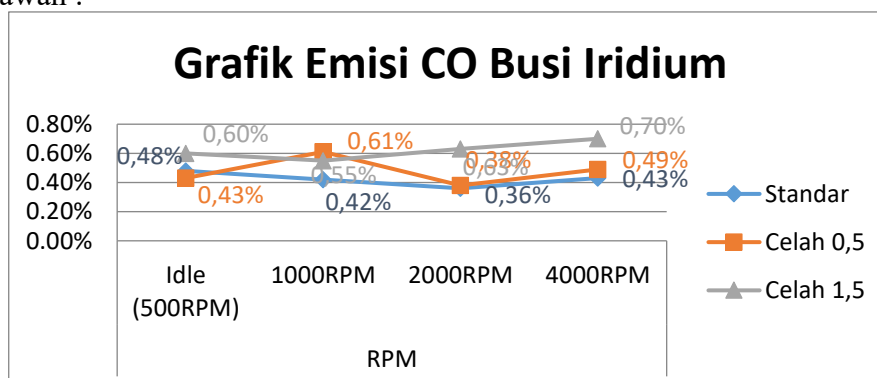


Grafik 5. 4 Perbandingan Emisi Hidrokarbon pada Busi Platinum dengan Variasi Jarak Celah Busi dan Putaran Mesin

Pola emisi HC ini menunjukkan bahwa celah busi 1,5 mm yang terlalu lebar sangat merugikan efisiensi pembakaran pada putaran rendah, bahkan untuk busi platinum yang unggul. Kesulitan dalam membentuk percikan api yang memadai pada *idle* dan putaran 1000 RPM awal menyebabkan HC yang sangat tinggi. Namun, seiring dengan peningkatan putaran mesin, sistem pengapian mampu mengatasi celah yang lebar, menghasilkan percikan yang lebih baik dan penurunan HC. Meskipun terjadi penurunan HC dari 1000 RPM ke 4000 RPM, tingkat emisi HC pada 4000 RPM (98 ppm) masih lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan busi platinum dengan celah standar (89,67 ppm). Ini menegaskan bahwa, meskipun busi platinum memiliki keunggulan material, celah busi yang tidak sesuai dengan spesifikasi optimal mesin tetap dapat membatasi efisiensi pembakaran dan menyebabkan emisi yang lebih tinggi.

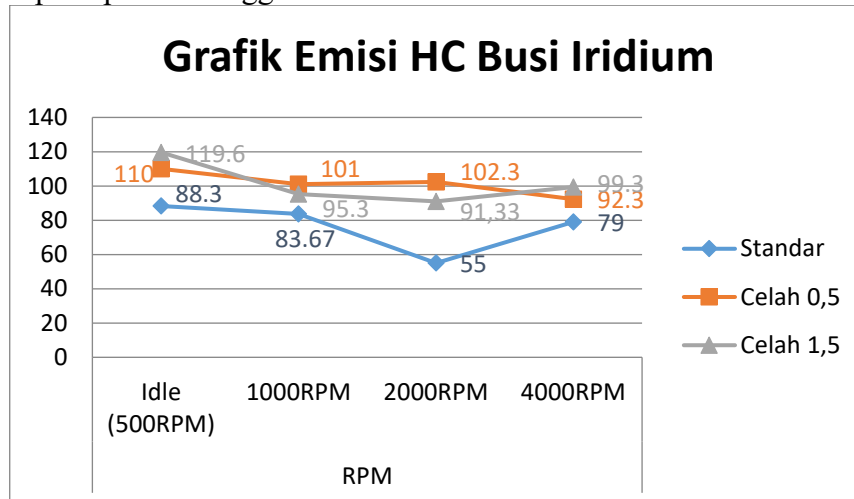
Busi Iridium

Dari hasil perhitungan yang didapat pada BAB IV dan sesuai dengan Tabel 4.11, maka dapat dibuatkan grafik garis sesuai hasil perhitungan yang disajikan pada Grafik 5.5 dan Grafik 5.6 di bawah :



Grafik 5. 5 Perbandingan Emisi Carbonmonoksida pada Busi Iridium dengan Variasi Jarak Celah Busi dan Putaran Mesin

Grafik emisi CO dengan busi iridium dan celah busi 1,5 mm menunjukkan bahwa celah busi yang terlalu lebar sangat memengaruhi efisiensi pembakaran, terutama pada putaran rendah (*idle*) dan putaran tinggi. Meskipun busi iridium memiliki kemampuan pengapian yang unggul karena materialnya, parameter fisik seperti celah busi harus optimal agar potensi busi dapat dimanfaatkan sepenuhnya. Dalam kasus ini, celah busi 1,5 mm menyebabkan emisi CO yang lebih tinggi secara keseluruhan dibandingkan dengan celah standar, karena menghambat pembentukan percikan yang ideal dan interaksi dengan strategi pengayaan bahan bakar ECU pada putaran tinggi.



Grafik 5. 6 Perbandingan Emisi Hidrokarbon pada Busi Iridium dengan Variasi Jarak Celah Busi dan Putaran Mesin

Pola emisi HC dengan busi iridium dan celah busi 1,5 mm menunjukkan bahwa celah busi yang terlalu lebar secara signifikan menghambat efisiensi pembakaran, terutama pada kondisi *idle* di mana percikan sulit terbentuk. Meskipun busi iridium mampu mengkompensasi sebagian masalah ini pada putaran menengah berkat peningkatan tegangan pengapian, celah busi yang tidak optimal tetap membatasi potensi penuh busi iridium dan memperburuk efek *quenching* pada putaran tinggi, menghasilkan emisi HC yang lebih tinggi dibandingkan dengan celah busi standar.

Hasil Analisis Jenis Busi dan Jarak Celah Busi

Setelah diketahui analisis perbandingan emisi gas buang karbonmonoksida dan hidrokarbon masing-masing jenis busi berdasarkan jarak celah busi, berikut perbandingan menyeluruh terkait jenis busi dan jarak celah busi terhadap emisi gas buang :

1. Pengaruh Jarak Celah Busi adalah Penting
Dari semua analisis, terlihat jelas bahwa jarak celah busi memiliki dampak yang jauh lebih besar pada emisi CO dan HC daripada material busi itu sendiri. Celah yang tidak sesuai spesifikasi, baik terlalu kecil atau terlalu besar, secara konsisten menghasilkan emisi CO dan HC yang lebih tinggi, bahkan untuk busi platinum atau iridium yang canggih.
2. Celah Standar Adalah yang Terbaik
Dalam hampir semua kasus, celah busi standar memberikan performa emisi CO dan HC terbaik untuk semua jenis busi. Ini menegaskan pentingnya mengikuti rekomendasi pabrikan untuk celah busi.
3. Kenaikan Emisi pada Putaran Tinggi (CO vs HC)
 - a. CO: Kenaikan CO pada 4000 RPM untuk busi Platinum dan Iridium (dan beberapa busi Nikel) seringkali disebabkan oleh strategi pengayaan campuran bahan bakar oleh ECU untuk perlindungan mesin dan performa, bukan

- pembakaran yang buruk.
- b. HC: Kenaikan HC pada 2000 RPM dan terutama 4000 RPM (efek *quenching*) adalah fenomena umum yang terjadi di mesin pembakaran internal, di mana sebagian kecil bahan bakar tidak terbakar sempurna di dekat dinding silinder. Busi dengan performa pengapian yang lebih baik (Iridium > Platinum > Nikel) dapat meminimalkan efek ini, tetapi tidak sepenuhnya menghilangkannya.
 4. Busi Iridium Paling Optimal dengan Celah Standar
Secara keseluruhan, busi iridium dengan celah standar memberikan angka emisi CO dan HC terendah, terutama pada 2000 RPM. Pembakaran busi iridium yang paling lengkap dan efisien.
 5. Secara umum, menjaga jarak celah busi sesuai standar pabrikan adalah langkah paling krusial untuk memastikan emisi gas buang kendaraan tetap rendah dan efisiensi pembakaran optimal. Material busi yang lebih premium seperti platinum dan iridium akan memberikan keuntungan tambahan jika celahnya benar.

KESIMPULAN

Setelah dilakukan pembahasan dan analisa terhadap data hasil uji emisi gas buang kendaraan berdasarkan jenis busi dan jarak celah busi dari hasil pengujian yang dilakukan di Unit Pelaksana Teknis Pengujian Kendaraan Bermotor Dinas Perhubungan Kabupaten Padang Pariaman tanggal 02-13 Juni 2025, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Jenis busi memengaruhi kualitas percikan api yang dihasilkan, yang pada gilirannya berdampak pada efisiensi pembakaran.
 - a. Busi Nikel (Standar): Ini adalah busi dasar yang umum. Saat celahnya standar, performa emisinya cukup baik pada putaran tinggi untuk CO (0,38%) dan HC (76,30 ppm). Namun, ia lebih sensitif terhadap perubahan celah busi. Kualitas percikannya, meski memadai, tidak sekuat busi premium, sehingga lebih rentan terhadap pembakaran tidak sempurna jika celahnya tidak tepat.
 - b. Busi Platinum: Busi ini menawarkan peningkatan dari nikel berkat material platinum yang lebih tahan aus dan mampu mempertahankan celah lebih lama. Hasil emisinya umumnya lebih baik dari nikel pada celah standar (misalnya, HC di 4000 RPM 89,67 ppm vs 76,30 ppm untuk nikel standar). Keunggulan utamanya terletak pada stabilitas percikan yang lebih baik seiring waktu. Namun, seperti nikel, platinum juga sangat terpengaruh oleh jarak celah yang tidak standar.
 - c. Busi Iridium: Iridium adalah material paling canggih untuk busi saat ini. Elektroda yang sangat tipis dan keras memungkinkan percikan yang lebih fokus dan bertenaga dengan tegangan lebih rendah. Busi iridium menunjukkan performa emisi terbaik secara keseluruhan, terutama pada celah standar, dengan tingkat CO (0,36% di 2000 RPM) dan HC (55 ppm di 2000 RPM) terendah. Keunggulan utamanya adalah kualitas percikan yang bagus dan konsisten, sehingga secara efektif mengurangi pembentukan CO dan HC.

Secara umum, semakin premium jenis busi (Nikel < Platinum < Iridium), semakin baik potensi performa emisinya karena kualitas percikannya yang lebih baik. Namun, potensi ini hanya bisa tercapai jika didukung oleh jarak celah busi yang tepat.

2. Jarak celah busi adalah penentu utama efisiensi pembakaran dan emisi gas buang. Meskipun jenis busi (material) memberikan keunggulan dalam kualitas dan durabilitas percikan, potensi penuhnya hanya bisa dicapai jika celah busi diatur sesuai standar pabrikan. Celah yang terlalu kecil menghasilkan percikan lemah yang tidak mampu menyulut campuran secara optimal, meningkatkan CO dan HC. Celah yang terlalu

besar menyebabkan kesulitan percikan, terutama pada putaran rendah, yang juga sangat meningkatkan emisi CO dan HC.

DAFTAR PUSTAKA

- Admin, 2023. *Mengenal Lebih Dalam RPM Mobil*. Diakses pada 17 Februari 2025 dari <https://www.suzuki.co.id/tips-trik/mengenal-lebih-dalam-rpm-mobil?pages=all>
- Admin, 2024. *Busi Mobil : Jenis dan Perbedaannya Masing-Masing*. Diakses pada 16 Mei 2025 dari <https://auto2000.co.id/berita-dan-tips/busi-mobil>
- Admin, 2025. *Berapa Ukuran Celah Busi Standar Mobil? Yuk Ketahui!*. Diakses pada 16 Mei 2025 dari <https://daihatsu.co.id/tips-and-event/tips-sahabat/detail-content/berapa-ukuran-celah-busi-standar-mobil-yuk-ketahui/>
- Anonim. (1995). *Toyota New Step 1 Training Manual*. PT. Toyota-Astra Motor.
- Anugrah, Nunu. 2023. *Uji Emisi dan Kendaraan Listrik Jadi Solusi Tekan Polusi*. Diakses pada 13 Februari 2025 dari <https://ppid.menlhk.go.id/berita/siaran-pers/7311/uji-emisi-dan-kendaraan-listrik-jadi-solusi-tekan-polusi>
- Arismunanda, Wiranto. (2005). *Penggerak Mula : Motor Bakar*. Edisi Kelima Cetakan Kedua. Bandung : Penerbit ITB
- Bosch R, G. (1990). *Emission Control For Gasoline Engines. 3rd Edition*. Stuttgart, Germany.
- Daryanto. (2016). *Sistem Pengapian Mobil*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Donny, F. (2009). *Pengaruh Putaran Mesin Terhadap Emisi Gas Buang Hidrokarbon (HC) dan Karbon Monoksida (CO)*, 1-4.
- Enda, 2024. *Kelebihan dan Kekurangan Toyota Limo Gen 2, Sedan Murah Penampilan Mewah*. Diakses pada 27 Februari 2025 dari <https://www.autofun.co.id/berita/kelebihan-dan-kekurangan-toyota-limo-gen-2-sedan-murah-penampilan-mewah-31724>
- Fayyadhiansyah, NF. (2022). *Pengaruh Jenis Bahan Bakar dan Variasi Kecepatan Kendaraan Terhadap Hasil Uji Emisi Gas Buang Kendaraan (Studi Kasus Suzuki Carry Futura SL 425)*, 1-27.
- Fuyadi, AZ. (2023). *Pengaruh Jenis Busi Terhadap Kinerja Mesin dan Hasil Uji Emisi Gas Buang (Study Kasus Suzuki Carry 1.5)*, 1-33.
- Handayani, D., Jaya, Y. I., & Legowo, S. J. (2017). *Analisis Emisi Gas Buang Akibat Mobil Di Kampus Universitas Sebelas Maret*. Matriks Teknik Sipil, 5(3), 1016– 1024.
- Hidayat, Wahyu. (2012). *Motor Bensin Modern*. Jakarta : Rineka Cipta
- Iewanudin, Joko Suwignyo, Fahmy Fatra. (2022). *Study Eksperimen Pengaruh Celah Busi dan Jenis Busi Terhadap Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor 4 Tak 150cc*. 107-114.
- Ida Bagus RLPW, Abrar Riza, Steven Darmawan. *Pengaruh Jenis Busi Terhadap Emisi Gas Buang Mesin Otto 1 Silinder*, 266-279.
- Jamaaluddin. (2021). *Rancang bangun alat tes busi motor di bengkel motor. Jeltrik, 1(2)*, 14. <https://doi.org/10.30649/j-eltrik.v1i2.14>
- Luthfi, M., Ahmad, D., Setiyo, M., & Munahar, S. (2018). *Uji Komposisi Bahan Bakar dan Emisi Pembakaran Pertalite dan Premium*. Jakarta: Jurnal Teknologi Universitas Muhammadiyah Jakarta, 10(1), 67–72.
- Mahfudin, a. E. (2018). *Perbandingan busi standar dengan busi platinum pada sepeda motor honda cb 150 terhadap power dan konsumsi bahan bakar*. 3(1), 1–5.
- M bagus anggoro, armila, & rudi kurniawan arief. (2021). *Analisis variasi busi terhadap performa dan bahan bakar motor bensin 2 langkah yamaha f1zr 110cc*. Jttm : jurnal terapan teknik mesin, 2(2), 61–68. <https://doi.org/10.37373/jttm.v2i2.137>
- Naufal. *Prinsip Kerja Oxygen Analyzer*. Diakses pada 16 Mei 2025 dari <https://wma.co.id/sensors/gas-sensor/prinsip-kerja-oxygen-analyzer/>

- Prasetyo. A dan Rifdarmon. R (2020). “Analisis Variasi Penggunaan Busi pada Sepeda Motor Yamaha Vixion Tahun 2015 Terhadap Daya, Torsi dan Emisi Gas Buang,” AEEJ : Journal Automotive Engineering and Vocational, vol. 1 no. 1, hlm. 31-38.
- Republik Indonesia. 2023. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 8 Tahun 2023 tentang Penerapan Baku Mutu Emisi Kendaraan Bermotor Kategori M, Kategori N, Kategori O dan Kategori L.
- Rohman Nurdiansyah, d., aditya putra, s., azimansyah, r., dwi kurniawan, b., dasilva rustandy putra, a., & fatkhurahman, mh. (2017). *Pengaruh daya dan torsi untuk performa sebuah mesin effect of power and torque the performance of a machine*. Jurnal teknik otomotif, 7.
- Sampurna Putra, Joslen Sinaga, Wornot Pandiangan. (2021). Analisa Pengaruh Celah Busi Terhadap Emisi Gas Buang dan Konsumsi BBM Pada Motor Matic 125cc .37.
- Soedomo, Moestikahadi. (2001). *Pencemaran Udara*. Bandung : Penerbit ITB
- Srini. (2012). *Analisa dinamik connecting rod motor 4 langkah satu silinder*. 5–30.
- Wafa, a. R., & ahfas, a. (2021). Rancang bangun alat tes cdi (capasitive discharge ignition) dan busi motor. *Procedia of engineering and life science*, 1(1)
- Warpani, P. Suwardjoko. (2002). *Pengelolaan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*. Bandung : Penerbit ITB.
- <https://onesolution.pertamina.com> (diakses pada tanggal 17 Februari pukul 12.30)
- <https://tokopedia.com> (diakses pada tanggal 14 April pukul 09.30)
- <https://ptcmi.com.id> (diakses pada tanggal 14 April pukul 10.00)
- <https://otomotif.kompas.com> (diakses pada tanggal 15 April pukul 20.50)
- <https://quizizz.com> (diakses pada tanggal 15 April pukul 21.10)
- <https://maslano.blogspot.com> (diakses pada tanggal 15 April pukul 21.18)
- <https://moladin.com> (diakses pada tanggal 15 April pukul 21.28)
- <https://otosigna.com> (diakses pada tanggal 15 April pukul 21.30)
- <https://ngkbusi.com> (diakses pada tanggal 16 April pukul 12.45)
- <https://lampuhijau.com> (diakses pada tanggal 16 April pukul 12.56)
- <https://cintamobil.com> (diakses pada tanggal 16 April pukul 12.57)
- <https://automationforum.com> (diakses pada tanggal 19 April pukul 21.15)
- <https://slideplayer.info/slide/13901860/> (diakses pada tanggal 17 Mei pukul 17.33)
- <https://manunggaljayaabadi.co.id> (diakses pada tanggal 18 Mei pukul 14.41)