

Analisa Torsi Motor Bakar 4 Langkah Berbahan Bakar LPG Pada Variasi Jarak Celah Elektroda Busi

Khoirul Wasik

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember
Jln. Kalimantan No. 37, Kampus Tegal Boto, Jember, 68121, Indonesia
E-mail: wasikkhoirul26@gmail.com

ABSTRAK

Busi merupakan salah satu komponen penting dalam sistem pengapian yang berfungsi menyediakan api listrik tegangan tinggi untuk membakar campuran bahan bakar dan udara diruang bakar. Salah satu komponen utama yang mempengaruhi kinerja busi adalah pengaturan jarak celah elektroda busi. Ketidaktepatan dalam pemilihan jarak celah elektroda busi dapat menyebabkan *backfire* dan *knocking* di dalam ruang bakar. Tujuan utama dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh jarak celah elektroda busi terhadap nilai torsi mesin dengan menggunakan bahan bakar LPG. Parameter yang diteliti dalam penelitian yaitu jarak celah elektroda busi (0,6 mm, 0,7 mm, 0,8 mm dan 0,9 mm), putaran mesin (3000 rpm, 4000 rpm, 5000 rpm, 6000 rpm dan 7000 rpm) dan sudut pengapian 18° BTDC. Hasil dari penelitian diperoleh bahwa jarak celah 0,8 mm mampu menghasilkan torsi optimal pada bahan bakar LPG. Pada celah yang lebar dapat memperluas area karnel api dan mempercepat kenaikan temperatur pembakaran dan dapat mengurangi kerugian panas, sedangkan celah yang terlalu sempit kerugian panas cenderung lebih besar, menghasilkan inti api kecil karena luas area karnel yang sempit, kecepatan penyebaran api yang lambat dan berakibat pada hilangnya percikan api listrik. Hal tersebut berakibat pada kurangnya tenaga yang dihasilkan oleh mesin. Namun celah yang lebar menuntut rasio kompresi tinggi dan tegangan pengapian dari koil yang besar sehingga penyebaran *flame area* lebih stabil dan tidak terjadi *collab* pada percikan api busi.

Kata kunci: motor bakar LPG, celah elektroda busi, torsi

PENDAHULUAN

Pertumbuhan jumlah kendaraan yang terus meningkat tiap tahun mempengaruhi peningkatan kebutuhan bahan bakar minyak (BMM) di Indonesia. Berdasarkan data *PB Statistikal Review*, pada tahun 2015 Indonesia menempati posisi 14 dunia di dalam konsumsi minyak bumi dengan pemakaian 1,628 juta barrel minyak per hari, sedangkan produksi minyak di Indonesia hanya 825 ribu barrel per hari. Sehingga pemerintah memerlukan impor minyak untuk memenuhi kebutuhan masyarakat.

Liquefied Petroleum Gas (LPG) merupakan bahan bakar yang dihasilkan dari pemurnian gas alam dan gas hasil penyulingan minyak mentah. LPG produkai PT Pertamina Indonesia mengandung 50 % propana dan 50 % butana. LPG dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar minyak di Indonesia.. Tingkat emisi gas buang bahan bakar LPG lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar bensin (Setiyo dan Condro 2012). LPG memiliki nilai oktan lebih tinggi (105-112) dibandingkan dengan bakar bensin sehingga dapat mencegah terjadinya *destructive knocking* dan

dapat meningkatkan output daya mesin (Pudkar dkk., 2012).

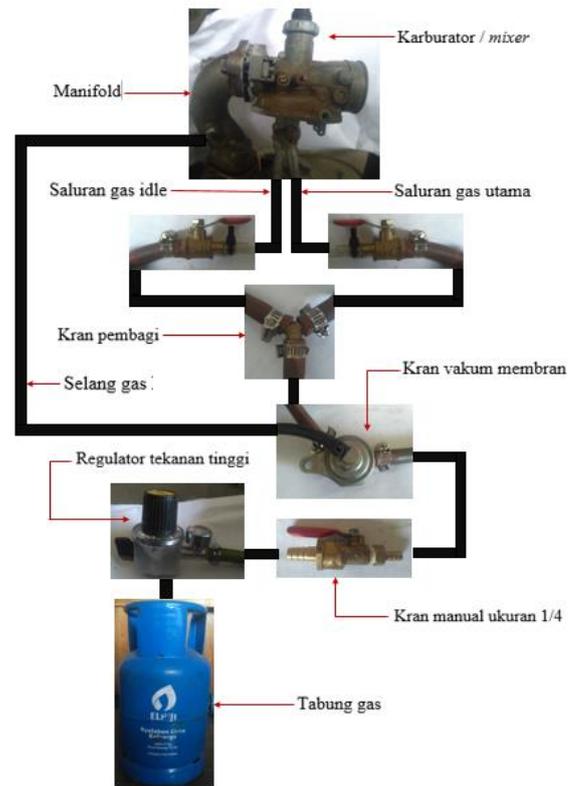
Busi merupakan salah satu komponen pendukung dalam sistem pengapian. Busi berfungsi untuk memercikan api listrik yang membakar campuran bahan bakar di ruang bakar. Salah satu faktor yang mempengaruhi kemampuan busi dalam menghasilkan bunga api listrik adalah ketepatan dalam pengaturan jarak celah elektroda busi. Semakin lebar celah busi menyebabkan energi pengapian lebih tinggi dengan volume plasma lebih besar. Akibatnya karnel api lebih cepat dikembangkan, dan mempercepat fraksi massa yang terbakar (Jeonghoon dkk., 2000). Ishii dkk. (1992) mengungkapkan saat jarak celah elektroda busi diperlebar, jumlah kerugian panas berkurang, begitu sebaliknya, untuk celah yang sempit kerugian panas akan cenderung lebih besar, sejumlah panas tidak dapat tersirkulasi sempurna di dalam ruang bakar karena arah percikan terhalang oleh ujung elektroda sehingga area karnel api cenderung lebih sempit. Burget dkk. (1972) menyimpulkan bahwa semakin lebar celah semakin besar volume campuran bahan bakar

yang terparpar percikan, sehingga banyak campuran bahan bakar yang terbakar, sedangkan pada celah yang terlalu sempit memberikan efek *shrouding* sehingga turbulensi pada campuran bahan bakar dan udara akan hilang, hal ini menyebabkan terjadinya campuran yang tidak tepat di sekitar celah elektroda, sehingga menghasilkan proses pembakaran yang kurang efisien dan berakibat pada peningkatan emisi HC. Ozdor dkk. (1994) mengungkapkan bahwa jarak celah busi mempengaruhi *ignitability* campuran. Jarak celah yang terlalu lebar membutuhkan tegangan pengapian yang besar, namun hal tersebut dapat mempercepat laju pelepasan energi dan mempersingkat durasi percikan api.

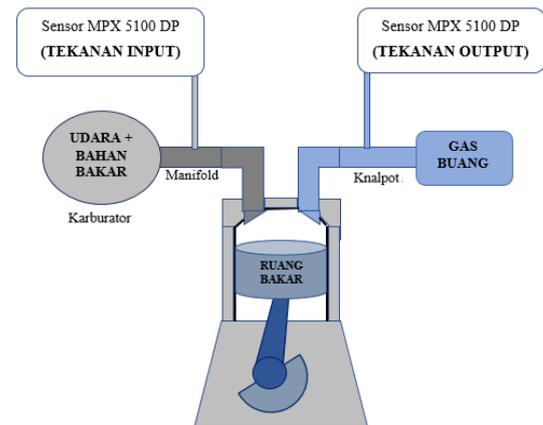
Semakin tinggi nilai oktan, bahan bakar akan lebih lambat terbakar sehingga perlu adanya pengaturan celah elektroda busi yang sesuai agar tercipta pembakaran yang sempurna, mencegah terjadinya *backfire* dan *knocking* di dalam ruang bakar yang dapat mempengaruhi kinerja mesin.

METODOLOGI PENELITIAN

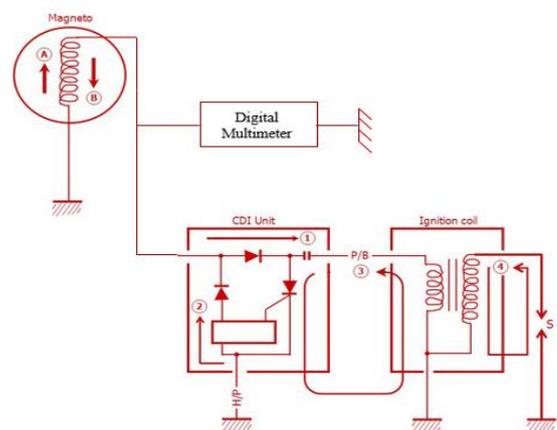
Penelitian ini dilakukan dengan metode penelitian eksperimental, dengan menggunakan bahan bakar LPG 12 kg produksi PT Pertamina Indonesia dengan komposisi 50 % propana dan 50 % butana. Variabel penelitian yang di tentukan meliputi variabel bebas yaitu jarak celah elektroda busi 0,6, 0,7, 0,8 dan 0,9 (mm) dengan kecepatan putaran mesin 3000, 4000, 5000, 6000 dan 7000 (rpm). Variabel terikat dalam penelitian adalah torsi mesin. Pegujian dilakukan dengan 3 kali pengulangan percobaan. Tekanan *intake* dan *exhaust* ruang bakar diketahui dengan menggunakan sensor MPX 5100 DP, alat pengubah sistem bahan bakar bensin ke bahan bakar gas menggunakan alat converter kit dan pengukuran jarak celah elektroda busi menggunakan *fuller*. Sudut pengapian LPG menggunakan 18° BTDC, sedangkan untuk bahan bakar bensin menggunakan sudut pengapian standart 15° BTDC dengan jarak celah elektroda busi 0,7 mm.



Gambar 1. Skema instalasi konverter kit



Gambar 2. Skema pemasangan sensor *intake* dan *exhaust* ruang bakar

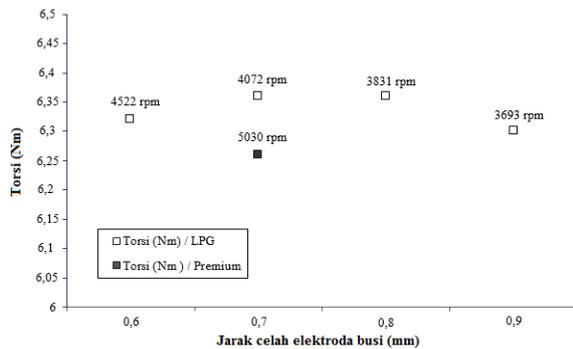


Gambar 3. Skema pengukuran voltase input CDI AC

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisa Torsi

Pengujian torsi menggunakan alat uji *dynotest* dengan memposisikan katup gas terbuka penuh (WOT) pada transmisi gigi 3. Dari hasil pengujian didapatkan tegangan input koil rata-rata yaitu 21,64 volt, tekanan input rata-rata campuran udara dan bahan bakar ketika memasuki ruang bakar yaitu 54,28 Kpa dan tekanan output rata-rata gas buang yaitu 26,95 Kpa.



Gambar 4. Grafik pengaruh jarak celah elektroda busi terhadap nilai torsi

Pada gambar 4 terlihat bahwa bahan bakar LPG memiliki nilai torsi maksimum lebih besar dari bahan bakar premium, nilai torsi maksimum bahan bakar LPG tertinggi terjadi pada jarak celah elektroda busi 0,7 mm dan 0,8 mm yaitu 6,36 Nm. Torsi yang dihasilkan pada jarak elektroda busi 0,7 dan 0,8 mm sama, namun pada jarak celah elektroda busi 0,8 mm, nilai torsi maksimum terjadi pada putaran mesin 3831 rpm sedangkan pada celah 0,7 mm nilai torsi maksimum terjadi pada putaran mesin 4072 rpm. Nilai torsi maksimum pada bahan bakar premium lebih rendah dari bahan bakar LPG yaitu 6,26 rpm pada putaran mesin 5030 rpm. hal ini disebabkan karena nilai oktan dan *heating value* bahan bakar LPG lebih besar dari bahan bakar premium yaitu 110 dan 50,15 MJ/kg, sedangkan pada bahan premium 86 dan 46,53 MJ/kg. densitas LPG hanya 1,5 kg/mm² sedangkan premium sebesar 737 kg/mm² sehingga pada putaran mesin rendah percampuran bahan bakar LPG lebih homogen dari bahan bakar premium, dengan energi persatuan massa yang lebih besar LPG mampu menghasilkan nilai torsi yang lebih besar pada putaran mesin rendah. (Pundkar, 2012).

Ditinjau dari gambar 4 terlihat bahwa nilai torsi maksimum yang dihasilkan pada jarak celah elektroda busi 0,6 mm dan 0,9 mm lebih rendah dari celah 0,7 mm dan 0,8 mm, yaitu sebesar 6,32 Nm pada putaran mesin 4522 rpm dan 6,30 Nm pada putaran mesin 3693 rpm. Perubahan jarak celah elektroda busi mempengaruhi besarnya nilai

torsi maksimum mesin. Jarak celah yang lebar menyebabkan volume plasma lebih besar, sehingga lebih banyak kontak dengan gas di dalam ruang bakar. Akibatnya, area karnel api lebih cepat dikembangkan, mempercepat fraksi massa yang terbakar dan menghasilkan tingkat pelepasan panas yang lebih cepat (Jeonghoon dkk., 2000; Badawy dkk., 2017). Sedangkan pada jarak celah yang sempit menghasilkan inti api kecil sehingga berakibat pada hilangnya percikan api listrik yang berpindah dari katoda ke anoda, hal itu memungkinkan terjadinya percikan api listrik yang jatuh berada didekat permukaan elektroda. Hilangnya percikan itulah yang menyebabkan nilai torsi berkurang (Anderson, 1989). Namun hasil penelitian terlihat bahwa nilai torsi optimal terjadi pada jarak celah 0,8 mm, hal itu terjadi karena pada celah yang terlalu lebar (0,9 mm) menuntut tegangan pengapian dan tekanan kompresi yang lebih besar untuk meningkatkan perkembangan area karnel api, sehingga ketika dua hal tersebut tidak terpenuhi berakibat pada lemahnya percikan dan juga melambatnya perkembangan karnel api (Ozdor dkk., 1994; Shu-Yi dkk., 2016). Pada jarak celah 0,7 mm dan 0,8 mm memiliki nilai torsi yang sama namun putaran mesin yang dicapai berbeda. Pada jarak celah 0,8 mm putaran mesin yang dicapai lebih rendah sehingga masuk kedalam tipe *high speed* sedangkan pada celah 0,7 mm tergolong tipe *low speed* karena torsi terjadi pada putaran mesin tinggi. Perbedaan pencapaian torsi disebabkan karena pada celah 0,8 mm area karnel api yang dicapai lebih luas sehingga penyebaran api lebih cepat dan efisien. Ceper (2012) mengatakan bahwa pemilihan jarak celah elektroda busi yang tepat bergantung pada struktur mesin (volume ruang bakar, sistem pengapian, rasio kompresi dll) yang digunakan, karena dapat mempengaruhi kinerja dari mesin.

KESIMPULAN

Bedasarkan analisis dan data-data yang diperoleh dari hasil pengujian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Penggunaan bahan bakar LPG pada motor bakar 4 langkah dengan pengaturan celah elektroda busi dapat meningkatkan nilai torsi. Torsi optimal terjadi pada jarak celah elektroda busi 0,8 mm hal ini terjadi karena pada jarak celah yang lebar, karnel api lebih cepat dikembangkan, mempercepat fraksi massa yang terbakar dan menghasilkan tingkat pelepasan panas yang lebih cepat. Begitu sebaliknya, pada celah yang sempit menghasilkan inti api kecil,

luas area karnel api lebih sempit dan lambatnya perkembangan karnel api sehingga sering terjadi *backfire* dan *knocking* yang dapat menurunkan nilai torsi maksimum mesin. Namun pada jarak celah yang lebar menuntut tegangan pengapian dan tekanan kompresi yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Andersson, J, Collier, A, Garrett, M, Wedekind, B. 1999. *Particle and Sulphur Species as Key Issues in Gasoline Direct Injection Exhaust*. Nippon Kikai Gakkai: 15,449-52.
- Badan Pusat Statistik. 2016. *Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis tahun 1987-2013*. Jakarta: BPS Indonesia.
- Badawy, T, Bao, X, Hongming, X. 2017. *Impact of Spark Plug Gap on Karnel Propagation and Engine Performance*. Applied Energy: 311-327.
- BP Statistical Review. 2016. *BP Statistical Review of World Energy June 2016*. June. London: BP Statistical Review World.
- Burgett, R, Leptich, J, Sangwan, K. 1972. *Measuring the Effect of Spark Plug and Ignition System Design on Engine Performance*. SAE Technical Paper: 720007.
- Ceper, B. A. 2012. *Experimental Investigation of the Effect of Spark Plug Gap on a Hydrogen Fueled SI Engine*. International Journal of Hydrogen Rnergy 37: 17310 – 17320.
- Ishii, K, Ysukamoto, T, Ujiie, Y, Kono, M. 1992. *Analysis of Ignition Mechanism of Combustible Mixtures by Composite Spark*. Combust Flame: 91, 153-64.
- Jeonghoon, S, Youngho, S, Myoungcho, S. 2000. *Effects of Ignition Energy and System on Combustion Characteristics in a Constant Volume Combustion Chamber*. SAE, 2000-05-0016.
- Joshi, A.B., Umrigar, P.B., Patel, A.B., Patel K.A. 2015. *Effect of Compression Ratio and Ignition Energy on Performance and Emission for Dedicated 4-Stroke S.I Engine Fuelled with BIOGAS – A Technical Review*. IJSRD (International Journal for Scientific Research & Development). Vol. 3, Issue 04, 2015. ISSN: 2321-0613
- Kalra, D., Dr.Veeresh, B.A., Kumar, M.V. 2014. *Effects of LPG on the performance and emission characteristics of SI engine - An Overview*. IJEDR1403019. Volume 2, Issue 3, ISSN: 2321-9939: 2997 – 3003.
- Kristanto, P. 2015. *Motor Bakar Torak Teori dan Aplikasinya*. Buku Teknik.Yogyakarta.
- Ogola, W dan Korir, J. 2010. *Performance and Emission Characteristics of Spark Ignition Engines Based on Engine Operating Parameters*. Thesis. Egerton: Philosophy in Energy Engineering of Egerton University.
- Ozdor, N, Dulger, M, Sher, E. 1994. *Cyclic Variation in Spark Ignition Engine – a Literature Survey*. SAE Paper: 01-0224.
- Pundkar, A.H. Lawankar, S.M. Deshmukh, Dr.S. 2012. *Performance and Emissions of LPG Fueled Internal Combustion Engine: A Review*. International Journal of Scientific & Engineering Research. Vol. 03. Issue. 03. March. ISSN: 2229-5518.
- Setiyo, M. dan Condro, B. 2012. *Optimasi Pemanfaatan LPG Sebagai Bahan Bakar Kendaraan Melalui Penyetelan Converter Kits dan Saat Pengapian*.Laporan Penelitian Dosen. Magelang: Universitas Muhammadiyah Magelang.
- Shu-Yi, P, H, Khalid, A, Anuar, M, Manshoor, B, Sapit, A, Zaman, I, Hashim, A. 2016. *Analysis of Spark Plug Gap on Flame Development Using Schlieren Technique and Image Processing*. Materials Science and Engineering 160: 012044.