



## Pengaruh Gas *Hydrogen* Yang Dihasilkan Dari Kaleng Bekas Pada Getaran Dan Kebisingan *Engine Diesel dual fuel*

Agus Wijianto<sup>1</sup>, Jupri Yanda Zaira<sup>2</sup>, Jajang Jaenudin<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Politeknik Caltex Riau. Email: [aguswiji@pcr.ac.com](mailto:aguswiji@pcr.ac.com)

<sup>2</sup>Politeknik Caltex Riau. Email: [jupri@pcr.ac.id](mailto:jupri@pcr.ac.id)

<sup>3</sup>Politeknik Caltex Riau. Email: [jajang@pcr.ac.id](mailto:jajang@pcr.ac.id)

### Abstrak

Pemanfaatan hidrogen sebagai bahan bakar mampu mengurangi polusi gas buang pada mesin pembakaran dalam. Akan tetapi gas hidrogen bersifat sangat mudah terbakar, jauh lebih tinggi dibandingkan dengan minyak solar dan bensin sehingga berpotensi menimbulkan masalah knocking dan vibrasi. Penelitian ini melakukan studi eksperimental untuk melihat pengaruh pemberian bahan bakar hidrogen terhadap tingkat getaran (vibrasi) dan kebisingan (noise) pada mesin diesel dual fuel pada engine stasioner. Metode penelitian dilakukan dengan membandingkan tingkat getaran, kebisingan, voltase, dan arus yang dihasilkan antara system single fuel (bahan bakar solar) dengan system dual fuel menggunakan hidrogen. Engine Diesel diberikan beban dari 0 watt (engine tanpa beban) sampai dengan beban 2000 Watt dengan interval 200 Watt. Hidrogen yang digunakan berasal dari reaksi thermochemical kaleng aluminium bekas dengan larutan soda api. Pengukuran getaran diukur pada base mesin menggunakan vibration meter pada empat titik pada base. Pengujian menunjukkan bahwa terjadi perbedaan besar getaran antara single fuel dengan dual fuel hidrogen solar, dimana hasil pengukuran displacemen vibrasi pada system dual fuel rata-rata sebesar 1,75 mm, sedangkan pada single fuel sebesar 1,57 mm. Getaran terbesar terjadi pada saat beban 200 watt system dual-fuel yaitu sebesar 2,78 mm (displacement). Kenaikan displacement getaran mesin sistim dual fuel sebesar 0,18 dari pada engine single-fuel bahan bakar solar, namun dari segi kebisingan mengalami penurunan sebesar 2,6 dB.

**Kata kunci:** getaran, kebisingan, Hidrogen, single fuel, dual fuel, mesin diesel.

### Abstract

The utilization of hydrogen as a fuel can reduce exhaust pollution in combustion engines. However, hydrogen gas is highly flammable, much higher compared with diesel oil and gasoline and thus potentially cause knocking and vibration problems. This research conduct experimental studies to see the effect of hydrogen fuel to the level of vibration (vibration) and noise (noise) on a dual fuel diesel engines in stationary engines. The research method is done by comparing the level of vibration, noise, voltage and current generated between the system single fuel (diesel fuel) with a dual fuel system using hydrogen. Diesel engines are given a load of 0 watts (engine without load) up to 2000 Watt load with an interval of 200 Watt. Hydrogen is generated from the thermochemical reaction of aluminum from trash cans with caustic soda solution.. Level of

vibrations measured on machines using vibration meter on four points base. The result from experimental data analysis shows that the vibration levels measured at the base of the machine in dual fuel system by average is 1.75 mm (displacement), meanwhile in single fuel system is 1.57 mm. The increasing vibration level in dual fuel systems, is caused by knocking occurring in combustion engine. The greatest vibration occurs when the load of 200 watt dual-fuel system that is 2.78 mm. Level of vibration that occurs in a diesel engine system with dual-fuel using a mixture of diesel fuel with hydrogen gas has increased by 0.18 mm at the time of measurement compared with vibration displacement diesel engine single-fuel system for diesel fuel, but in terms of noise decreased by 2.6 dB, it is caused due to the addition of hydrogen in the air inlet (air intake) diesel engine, so the content of hydrogen will reduce the noise because the engine is rich in fuel.

**Keywords:** vibration, noise, hydrogen, single fuel, dual fuel, diesel engine

## 1. Pendahuluan

Dengan meningkatnya penggunaan bahan bakar fosil sekaligus terjadi pengurangan jumlah cadangan minyak dunia, maka pemakaian teknologi bahan bakar alternatif akan menjadi lebih umum di dekade mendatang. Berbagai penelitian telah diarahkan terhadap penemuan dan pengembangan bahan bakar alternatif untuk bisa menggantikan bahan bakar fosil. Hidrogen menjadi bahan bakar yang paling menjanjikan disamping pembakarannya yang bersih, juga ketersediaan dialam yang tak terbatas dalam bentuk senyawa hidrogen, misalnya air. Keunggulan hidrogen sebagai bahan bakar pada mesin pembakaran dalam (mesin diesel dan mesin bensin) menghadapi tantangan dalam hal metode penyimpanan gas hidrogen dan efek getaran yang ditimbulkannya. Untuk itu penelitian ini bertujuan menemukan pengaruh pemberian gas hidrogen pada mesin terhadap kenaikan getaran dan kebisingan mesin.

## 2. Landasan Teori

Hidrogen secara umum dianggap sebagai bahan bakar yang *renewable* dan tidak menghasilkan polusi [1],[2]. Perbedaan paling mendasar bahan bakar hidrogen dengan minyak bumi adalah ketiadaan unsur karbon. Hidrogen pada umumnya dihasilkan dari beberapa metode melalui proses *biologic*, elektrolisa atau dengan reaksi kimiawi. Pembentukan hidrogen melalui proses *biologic* dengan jalan reformasi biomassa biasanya menghasilkan gas dengan kandungan hidrogen yang rendah dan tidak lepas dari kandungan unsur karbon. Melalui proses elektrolisa hidrogen yang dihasilkan terbebas dari CO<sub>2</sub> akan tetapi proses produksinya membutuhkan energi yang besar sehingga proses ini menjadi sangat mahal. Steam reformation gas alam saat ini menjadi metode produksi hidrogen yang digunakan secara luas, akan tetapi pada proses produksinya masih menghasilkan polutan CO<sub>2</sub>. Secara kimiawi, penggunaan senyawa hidrida juga menghasilkan gas hidrogen, hanya saja senyawa ini tidak stabil, mudah menguap dan masih mahal.

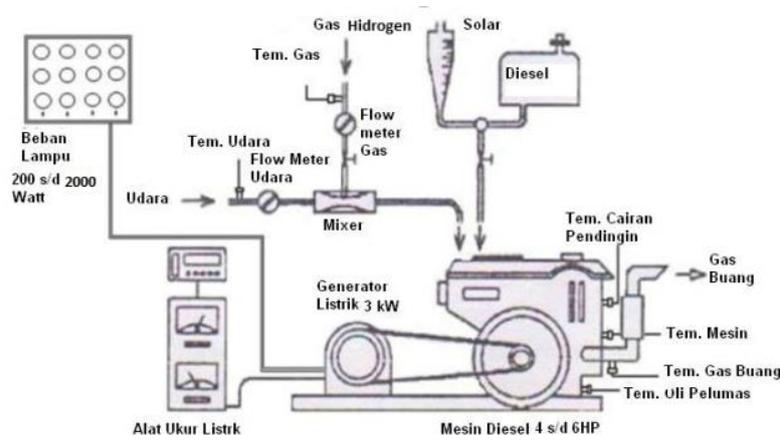
Penelitian produksi hidrogen menggunakan reaksi logam aluminium banyak dilakukan [3,4,5,6]. Produksi hidrogen dengan cara ini pada dasarnya merupakan reaksi oksidasi logam, dimana logam yang terkorosi (oksidasi) bersifat *anodic* melepaskan ion negatifnya dan bereaksi membentuk senyawa baru dengan larutan pelarut hidrida, sedangkan larutan hidrida melepaskan hidrogen bermuatan positif yang menangkap elektron yang dilepaskan logam menghasilkan hidrogen yang bisa dimanfaatkan sebagai bahan bakar.

Getaran merupakan salah satu masalah utama penyebab kerusakan pada mesin diesel. Ketika sistim *dual fuel* bahan bakar *hydrogen-diesel* yang digunakan, dapat diduga bahwa terhadap pengaruhnya terhadap getaran mesin. Oleh karena itu, perlu untuk mempelajari pengaruh bahan bakar hidrogen pada sistim *diesel dual fuel* terhadap getaran yang dihasilkan. Boonthum Wongchai [7] menggunakan analisis regresi untuk mencari hubungan antara persentase hidrogen dan getaran mesin. Hasil penelitiannya untuk semua kasus, ditemukan bahwa

hubungan antara Puncak Percepatan rata-rata (*Average Peak Acceleration* -APA) dan persentase hidrogen ( $H_2\%$ ) dapat diprediksi dengan menggunakan persamaan *linier* dengan koefisien rata-rata determinasi ( $R^2$ ) = 0,8973 atau persamaan polinomial 2 dengan  $R^2$  = 0,9592. Semua grafik yang dihasilkan merupakan grafik fungsi bersifat menurun. *Average Peak Acceleration* (APA) dapat menurun sebanding dengan meningkatnya persentase  $H_2$ . Hubungan antara rata-rata APA dan persentase hidrogen dapat diprediksi dengan menggunakan persamaan *linier* atau persamaan polinomial 2

### 3. Metodologi

Eksperimental *apparatus* dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah.



Gambar 1. Experimental Aparatus mesin *diesel dual fuel*

Pada mesin *diesel dual fuel*, Bahan bakar berasal dari dua sumber yaitu minyak solar dan gas hidrogen, sementara untuk *single fuel* hanya dari minyak solar saja. Aliran masuk minyak solar ke mesin diukur menggunakan gelas ukur, sedangkan gas hidrogen diinjeksikan kedalam ruang bakar bersamaan dengan aliran udara pada saluran hisap mesin. Aliran gas hidrogen pada sistem *dual fuel* diatur sedemikian rupa sehingga dapat dilihat pengaruhnya pada kinerja mesin.

Alat ukur getaran (*vibration* meter) dipasang pada ke-empat titik pada base mesin sedangkan alat ukur kebisingan (*noise level meter*) dipasang pada jarak 10 cm dari pipa gas buang. Aliran hidrogen dijaga tetap konstan, sedangkan beban mesin (lampu) diberikan bervariasi.

### 4. Hasil dan Pembahasan

#### 4.1 Pengujian Getaran pada mesin *diesel single fuel* dan *diesel hydrogen dual fuel*

Pengaruh getaran pada mesin diesel dilakukan dengan cara membandingkan getaran pada mesin *diesel single fuel* dengan bahan bakar solar dibandingkan dengan mesin *diesel dual fuel* yang menggunakan campuran bahan bakar solar dengan gas hidrogen.

Tahap awal pengujian getaran ini dilakukan dengan mengukur tingkat getaran pada satu titik di rangka mesin diesel tersebut. Tingkat getaran dengan mengukur besar displacemen (dalam satuan mm) pada arah getaran sumbu Z. Adapun tingkat *velocity* dan *acceleration* getaran akan diukur pada period yang lain.

Data-data getaran diambil dengan mengukur tingkat getaran terhadap beban listrik yang diberikan keada motor/generator. Beban berupa lampu pijar dengan beban setiap lampu sebesar 100 watt dengan interval pembeban sebesar 200 um lampu. Data-data dapat disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1. *Vibration/displacement* pada *diesel single fuel***

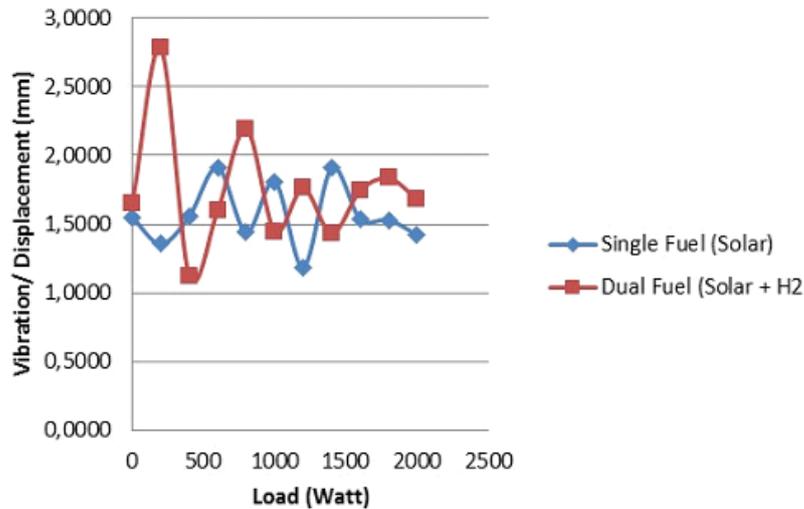
<b>Single Fuel (Solar)</b>	
<b>Load (Watt)</b>	<b>Vibration/ Displacement (mm)</b>
0	1.5505
200	1.3570
400	1.5579
600	1.9139
800	1.4428
1000	1.8125
1200	1.1873
1400	1.9089
1600	1.5386
1800	1.5314
2000	1.4228

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa terjadi penurunan getaran akibat penambahan beban listrik. Grafik pada Gambar 1 menunjukkan fenomena tersebut. Pada *diesel fuel* getaran yang timbul mengalami perubahan akibat penambahan Hidrogen. Kecenderungan kebisingan terhadap beban juga terjadi pada sistem *dual fuel* dimana dengan bertambahnya beban *engine*, maka getaran yang ditimbulkan cenderung semakin kecil. Data dan grafik dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. *Vibration (displacement)* pada *diesel single fuel***

<b>No</b>	<b>Load (Watt)</b>	<b>Vibration/ Displacement (mm)</b>
1	0	1.6522
2	200	2.7797
3	400	1.1247
4	600	1.6005
5	800	2.195
6	1000	1.4485
7	1200	1.7613
8	1400	1.4311
9	1600	1.7452
10	1800	1.8342
11	2000	1.6836

Kecenderungan berkurangnya getaran terhadap peningkatan beban *engine* bisa disimpulkan merupakan salah satu sifat mesin pada umumnya. Pada saat mesin menyala tanpa beban, pada rpm dan tegangan yang semakin tinggi sedangkan mesin tidak dibebani, daya *engine* dirubah dalam bentuk panas dan getaran. Energi terbesar ternyata dikonversi ke getaran sehingga pada saat mesin bekerja tanpa beban akan menimbulkan getaran yang lebih besar dari pada ketika mesin diberi beban.



**Gambar 2. Grafik Beban terhadap getaran mesin pada *single fuel* dan *dual fuel***

Pemberian gas hidrogen pada sistim *dual fuel* ternyata mengakibatkan getaran yang relatif lebih tinggi. Pada pengujian tanpa beban hingga beban maksimum 2000 *watt*, dapat disimpulkan efek getaran bersifat fluktuatif dengan kecenderungan menurun dan linier. Pada beberapa pembebanan terjadi getaran yang lebih tinggi dari pada tanpa hidrogen (*single fuel*), sedangkan pada pembebanan yang lain pengaruh getaran akibat pemberian hidrogen pada *dual fuel* lebih rendah dari pada *single fuel*. Selain pengukuran getaran, rekaman suara *engine* menunjukkan terjadi ledakaan (*knocking*) yang tingkat keras suaranya tergantung pada jumlah gas hidrogen yang disuplai. Pada jumlah yang semakin besar *knocking* ini semakin kuat. Dari sini patut diduga bahwa jumlah aliran hidrogen yang masuk ke dalam ruang bakar mesin tidak sama pada setiap variable beban. Untuk itu perlu dilakukan penggantian alat ukur tekanan dan alat ukur aliran gas hidrogen yang lebih presisi dan reliabel .

Penelitian Boonthum Wongchai dkk [11], berhasil menemukan korelasi pengaruh hidrogen terhadap mesin *diesel dual fuel*. Hubungan antara APA (*Average Peak Acceleration*) getaran mesin dan persentase H<sub>2</sub> dapat diprediksi menggunakan persamaan polinomial sebagai berikut :

$$(n - 1)APA = a (\%H_2) + b \quad (1)$$

$$(n - 2)APA = a (\%H_2) + bAPA \\ = a (\%H_2)^2 + b (\%H_2) + c \quad (2)$$

Pada penelitian ini, Boonthum Wongchai menyimpulkan bahwa *Average Peak Acceleration* dapat menurun dengan meningkatnya persentase pemakaian hidrogen. Hasil ini berbeda, karena penelitian tersebut bertujuan menemukan pengaruh penambahan hidrogen terhadap getaran mesin, dibandingkan penelitian pengaruh hidrogen pada getaran mesin *dual fuel* (solar + hidrogen) dibandingkan dengan *single fuel* (solar saja).

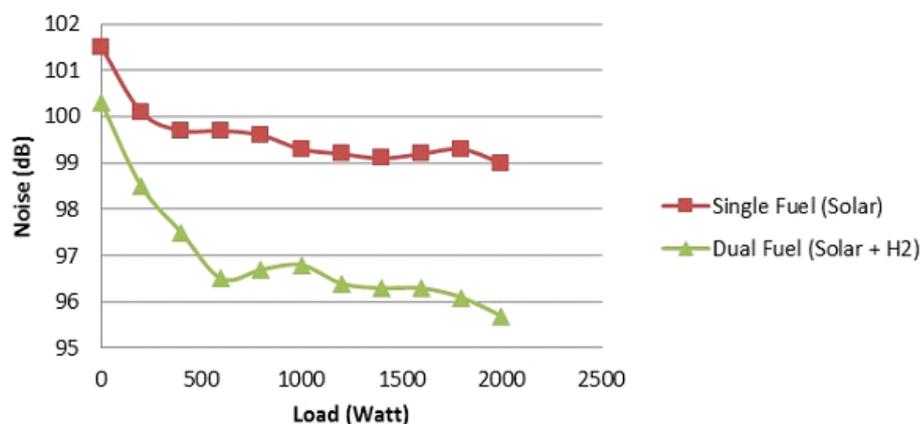
#### 4.2 Pengujian Kebisingan pada mesin *diesel single fuel* dan *diesel hydrogen dual fuel*

Kebisingan berhubungan langsung dengan getaran/vibrasi mesin. Pengujian kebisingan ini menggunakan *Portable Noise level meter* yang diletakkan secara tetap pada jarak 10 cm dari ujung knalpot mesin. Pada jarak ini data diambil dengan hasil pada Tabel 3.

Tabel 3. Kebisingan (*noise*) pada *diesel single fuel*

No	Load (Watt)	Noise (dB)
1	0	101.5
2	200	100.1
3	400	99.7
4	600	99.7
5	800	99.6
6	1000	99.3
7	1200	99.2
8	1400	99.1
9	1600	99.2
10	1800	99.3
11	2000	99

Tingkat kebisingan mesin *diesel single fuel* pada kondisi tanpa beban sebesar 101,5 dB, sedangkan pada beban puncak sebesar 99 dB. Kecenderungan yang sama dialami mesin *diesel dual fuel* dimana pada kondisi tanpa beban kebisingan sebesar 100,3 dB dan kondisi beban puncak sebesar 95,7 dB. Hal ini sesuai dengan fenomena getaran mesin yang terjadi. Tingkat kebisingan yang dihasilkan oleh mesin diesel dengan murni bahan bakar solar (*single fuel*) terlihat lebih tinggi pada keseluruhan pembebanan yang diberikan dari pada sistim *dual fuel*. Pemberian hidrogen pada sistim *dual fuel* mesin diesel terbukti mampu menurunkan tingkat kebisingan mulai 1,2 dB hingga 3,3 dB. Penurunan kebisingan ini bersifat *linier* sesuai dengan kenaikan pembebanan *engine*, dimana semakin besar pembebanan maka penurunan tingkat kebisingan mesin *dual fuel* juga semakin besar. Gambar 3 dibawah memberi gambaran yang jelas terhadap fenomena tersebut.



Gambar 3. Pengaruh hidrogen terhadap kebisingan

Gambar 3 menunjukkan selisih kebisingan yang semakin besar seiring dengan bertambahnya beban. Dari grafik ini semakin jelas bahwa hidrogen memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap penurunan tingkat kebisingan mesin *diesel*.

## 5. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Untuk tingkat kebisingan yang diukur pada blok mesin terjadi perbedaan tingkat kebisingan dimana pada system *single-fuel* terjadi kebisingan rata-rata sebesar 99,61 dB, dan pada system *dual-fuel* sebesar 97,01 dB, sehingga mengalami penurunan sebesar 2,6 dB, sedangkan kebisingan yang terbesar terjadi pada saat tanpa beban (0 *watt*) system *single fuel* yaitu sebesar 101,5 dB.
2. Untuk tingkat getaran yang diukur terjadi perbedaan dimana pada sistem *single-fuel* rata-rata *displacement* sebesar 1,57 mm, dan pada system *dual-fuel* terjadi getaran rata-rata *displacement* sebesar 1,75 mm, sehingga mengalami kenaikan *displacement* sebesar 0,18 mm sedangkan getaran terbesar terjadi pada saat beban 200 *watt*, system *dual-fuel* yaitu *displacement* sebesar 2,78 mm.
3. Terjadinya peningkatan getaran dan penurunan kebisingan pada system *dual-fuel* dibandingkan *single fuel*.

## 6. Daftar Pustaka

- [1] Hsin-Kai Wang, Chia-Yu Cheng, Yuan-Chung & Kang-Shin Chen, Emission reduction of Air Polutan from a Heavy-duty Diesel Engine Mixed with Various Amounts of H<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>, Aerosol and Air Quality Research, Volume : 12, 2012, pp : 133-140
- [2] D.B. Lata, Ashok Misra, S. Medhekar, Effect of hydrogen and LPG addition on the efficiency and emissions of a dual fuel diesel engine, international journal of hydrogen energy 37 (2012), pp : 6084-6096
- [3] Hong-Wen Wang, Hsing-Wei Chung, Hsin-Te Teng & Guozhong Cao, Generation of Hydrogen from Aluminium dan Water-Effect of Metal Oxide Nanocrystals and Water Quality, International Journal of Hydrogen Energy, Vol : 36, 2011, pp : 15136-15144
- [4] Omran. MP, Oskueyan Mousa & Sedighi Kurosh, Design of Hydrogen Generator for On-Board Hydrogen Generation from Waste Aluminium Chips, International Symposium on Transport Phenomena-22, Netherlands, 2011
- [5] Hiraki Takehito, Takeuchi Masato, Hisa Masaaki and Akiyama Tomohiro, Hydrogen Production from Waste Aluminum at Different Temperatures, with LCA, Materials Transactions, Vol. 46, No. 5 , 2005, pp. 1052 – 1057
- [6] Wang. H.Z., Leung.D.Y.C., Leung. M.K.H. & Ni. M., A review on hydrogen production using aluminum and aluminum alloys, Journal of Renewable and Sustainable Energy Reviews 13, 2009, pp: 845–853
- [7] Boonthum Wongchai, Porrnat Visuwan And Sathaporn Chuepeng, The Vibration Analysis Of Diesel Engine With Hydrogen-Diesel dual fuel, American Journal of Applied Sciences, 10 (1) pp : 8-14, 2013