

**PENGARUH PEMANFAATAN HIDROGEN TERHADAP KENAIKAN
TEMPERATUR ENGINE PADA SISTIM BAHAN BAKAR DUAL
FUEL MESIN COMPRESSED IGNITION**

Agus Wijianto^{1*}, Jupri Yanda Zaira^{2, 3}, Jajang Jaenudin

^{1,2,3} Prodi Mekatronika, Politeknik Caltex Riau

Jl. Umbansari No 1, Rumbai, Pekanbaru.

[1aguswiji@pcr.ac.id](mailto:aguswiji@pcr.ac.id), [2jupri@pcr.ac.id](mailto:jupri@pcr.ac.id), [3jajang@pcr.ac.id](mailto:jajang@pcr.ac.id)

Abstrak

Pemanfaatan hidrogen sebagai bahan bakar alternatif dewasa ini semakin mendapat perhatian yang serius dari pemerintah dan industri otomotif mengingat sifat ketersediaannya dialam yang melimpah tanpa batas dan hasil pembakarannya tidak menimbulkan polusi. Pemanfaatan hidrogen sebagai suplemen bahan bakar pada mesin compressed igniton dual fuel telah berhasil dilakukan di multi purpose workshop Politeknik Caltex Riau. Penelitian menunjukkan bahwa hidrogen mampu digunakan sebagai suplemen bahan bakar pada mesin diesel pada berbagai variasi pembebanan dan variasi bukaan udara masuk . Penggunaan hidrogen ini menyebabkan kenaikan temperatur pada silinder block, kenaikan temperatur gas buang, kenaikan temperatur cairan pendingin dan kenaikan temperatur pelumas mesin. Terdapat kecenderungan kenaikan temperatur yang menunjukkan bahwa semakin banyak hidrogen pada campuran udara-hidrogen yang masuk ke ruang bakar menyebabkan kenaikan temperatur yang semakin tinggi pada engine. Kenaikan temperatur gas buang tertinggi didapat pada ¼ bukaan udara masuk dengan kenaikan maksimal 39°C pada beban puncak 1450 watt, adapun pada bukaan full terdapat kenaikan temperatur 70°C pada beban 1155 watt. Kenaikan temperatur pada blok silinder pada beban puncak sebesar 5 °C s/d 16 °C, sedangkan kenaikan temperatur pelumasan antara 5 °Cs/d 13 °C dan pada cairan pendingin terjadi kenaikan temperatur sebesar 5 °C s/d 17 °C.

Kata kunci: dual fuel, engine CI, hidrogen, bahan bakar, temperatur

1. PENDAHULUAN

Sejalan dengan semakin besarnya konsumsi bahan bakar dunia dari tahun ke tahun, maka terjadi penurunan cadangan bahan bakar fosil yang semakin mengkhawatirkan. Bahkan untuk Indonesia cadangan minyak bumi diperkirakan akan habis 12 tahun. Penggunaan bahan bakar secara lebih efisien sendiri tidak cukup untuk menghindarkan negara dari krisis energi, sehingga usaha untuk menemukan sumber energi baru dan terbarukan menjadi sangat penting. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk memanfaatkan sumber energi baru sebagai bahan bakar dual fuel mesin pembakaran dalam, seperti Biogas, Producer Gas/Syn-gas, CNG, LPG dan Hidrogen.

Pemanfaatan hidrogen sebagai bahan bakar memiliki keunggulan berupa jumlah polutan sedikit karena faksi utama hasil pembakaran pada mesin pembakaran berupa air [1]. Pemanfaatan hidrogen pada sistim dual fuel mesin diesel semakin mengurangi polusi CO, CO₂ dan asap pembakaran seiring dengan kenaikan jumlah hidrogen yang digunakan, akan tetapi emisi NO_x diketahui mengalami kenaikan yang signifikan hingga 58,8% dan 157,9 % pada faksi hidrogen pada sistim dual fuel diesel engine sebesar 36 % dan 46 % [2]. Sebaliknya, penelitian Jajang J dan Agus W menunjukkan penggunaan hidrogen pada sistim dual fuel engine diesel pada beban puncak mampu menurunkan konsumsi bahan bakar solar hingga 52 % [3]. Boonthum Wongchai, dkk menggunakan analisa regresi untuk mencari hubungan persentase hidrogen dengan getaran pada mesin diesel dual fuel. Persamaa regresi yang dihasilkan menunjukkan terjadi penurunan vibrasi engine diesel dengan penambahan persentase hidrogen [4].

Energi yang terkandung didalam hidrogen (LHV) memiliki nilai kalor yang jauh lebih tinggi dibandingkan bahan bakar berbasis hidro karbon lainnya [5].

Tabel 1. Sifat Kimia dan Fisika Bahan Bakar Hidrokarbon

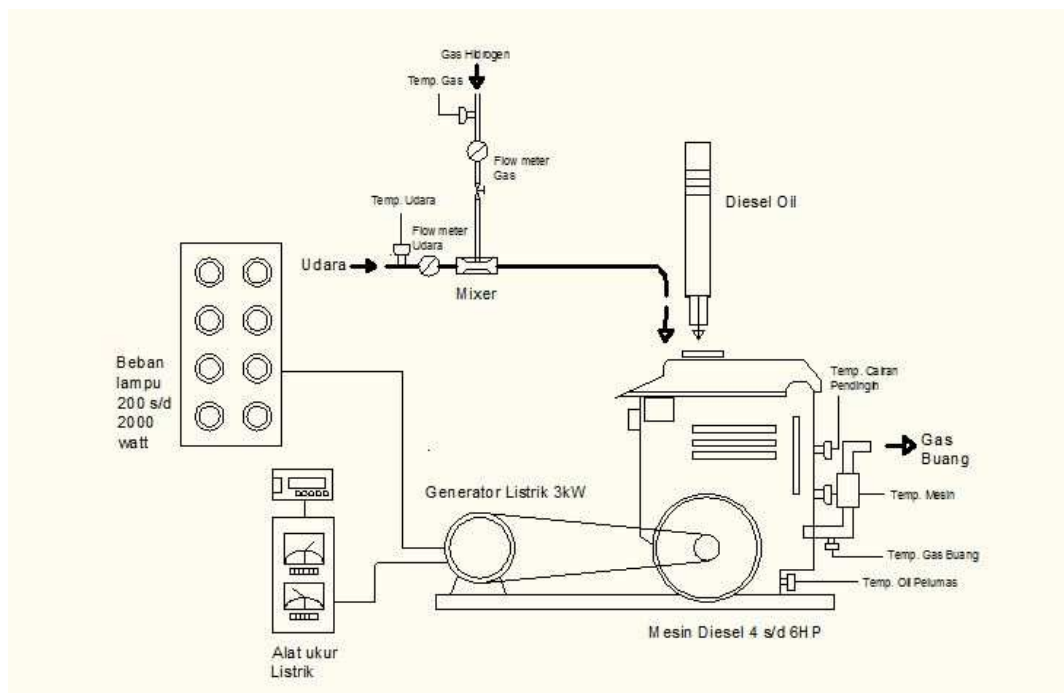
Fuels	Gasoline	Diesel	RME	Hidrogen
Chemical Formula	$C_nH_{1,87n}$	$C_nH_{1,8n}$	$C_{21}H_{38}O_2$	H_2
Density (kg/m^3)	720-780	840-880	860-900	0,009
LHV (MJ/kg)	44	42,5	36,7-40,5	120
Cetane number	-	52	51	-
Octane number	92-98	-	-	88-120
(A/F) _{st}	14,6	14,5	12,61	34,39

Standar Condition
Sumber : T. Korakianitis, dkk [5]

2. METODOLOGI

2.1 Eksperimental Aparatur

Penelitian ini menggunakan hidrogen dari reaksi aluminium yang berasal dari kaleng bekas minuman dengan air menggunakan pelarut soda api. Penelitian bertujuan untuk mencari pengaruh penambahan hidrogen pada sistim dual fuel mesin diesel terhadap kenaikan temperatur engine.



Gambar 1. Eksperimental Aparatur pemanfaatan hidrogen kaleng bekas pada mesin diesel

Perlengkapan yang digunakan dalam riset ini sebagai berikut ;

1. Engine Diesel 6,5 PK
2. Generator 3 kW
3. Hidrogen reaktor
4. Beban lampu hingga 3 kW
5. Thermokopel dan display
6. Multimeter digital

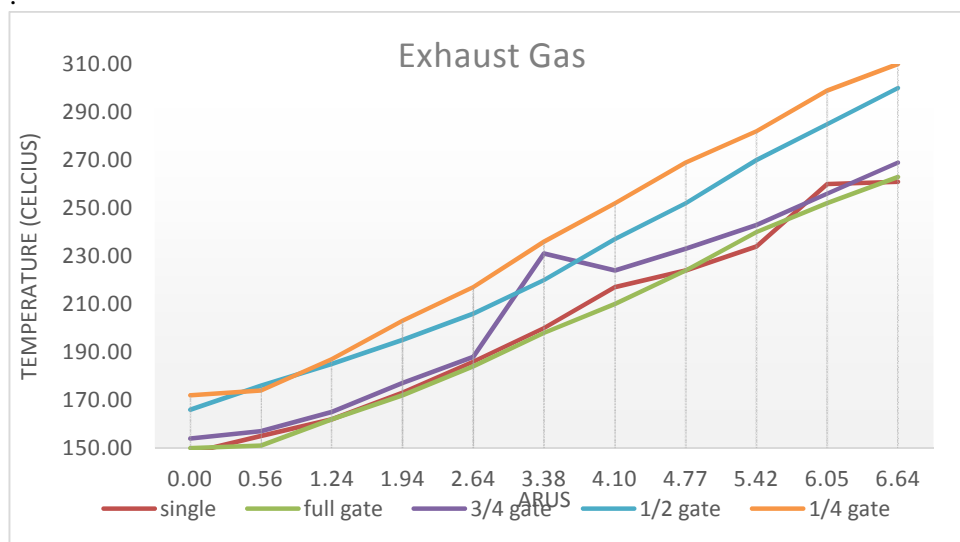
7. Tachometer
8. Mixer fuel
9. Gelas ukur

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengaruh Pemanfaatan gas Hidrogen terhadap Temperatur Gas Buang

Pengujian pengaruh pemanfaatan gas hidrogen terhadap kenaikan temperatur gas buang ini penting dilakukan sebagai salah satu cara untuk melihat fenomena kenaikan temperatur ruang bakar. Apabila terjadi kenaikan temperatur gas buang engine, maka bisa dipastikan bahwa terjadi juga kenaikan temperatur pada ruang bakar mesin diesel.

Peralatan eksperimen untuk mendapatkan data ini menggunakan engine dengan beban bervariasi, sistem dual fuel diesel-hidrogen dan termokopel tipe K pada exhaust engine. Hasil eksperimen tersebut dapat dilihat dibawah :



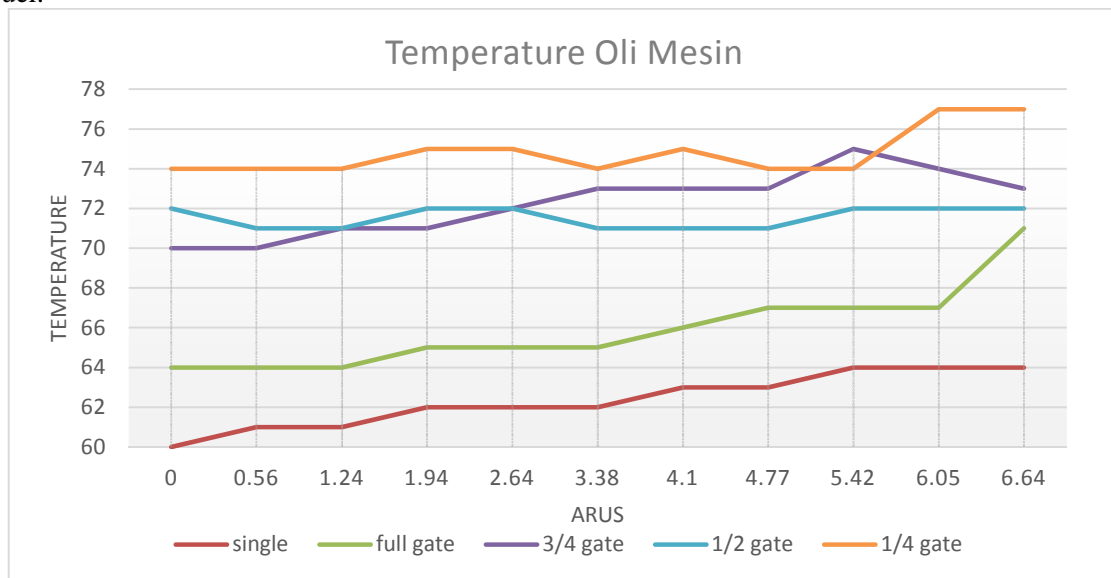
Gambar 1. Pengaruh Bahan Bakar Hidrogen terhadap Temperatur Gas Buang

Gambar 1 menunjukkan bahwa pemberian Hidrogen sebagai bahan bakar pada sistem dual fuel memberi pengaruh kenaikan temperatur gas buang yang semakin besar seiring kenaikan beban dan laluan (gate) udara yang semakin kecil. Kenaikan temperatur akibat semakin kecilnya gate untuk udara masuk ini perlu dicermati. Kenaikan yang sangat besar terjadi pada gate $\frac{1}{2}$ dan $\frac{1}{4}$. Gate $\frac{1}{2}$ dan gate $\frac{1}{4}$ merupakan besar bukaan valve udara masuk yang masing-masingnya berbarti valve dibuka $\frac{1}{2}$ dan valve dibuka $\frac{1}{4}$. Semakin kecil valve dibuka maka udara masuk ke silinder juga semakin berkurang. Sehingga dari data pada grafik diatas dapat disimpulkan bahwa pemberian Hidrogen pada sistem dual fuel engine berakibat meningkatnya kenaikan temperatur gas buang apabila asupan udaranya berkurang. Sedangkan apabila udara masuk dibuka penuh, kenaikan temperatur gas buangnya kecil dan tidak signifikan.

3.2 Pengaruh Pemanfaatan gas Hidrogen terhadap Temperatur oli mesin

Pada oli mesin, pengaruh hidrogen pada sistem dual fuel sangat terlihat jelas sekali. Pada berbagai variasi beban dan bukaan udara masuk, hidrogen ini memberi dampak kenaikan temperatur oli mesin. Grafik 2 menunjukkan bahwa efek kenaikan temperatur oli mesin akibat penambahan beban hanya 2-4 °C yang naik secara perlahan hingga kenaikan

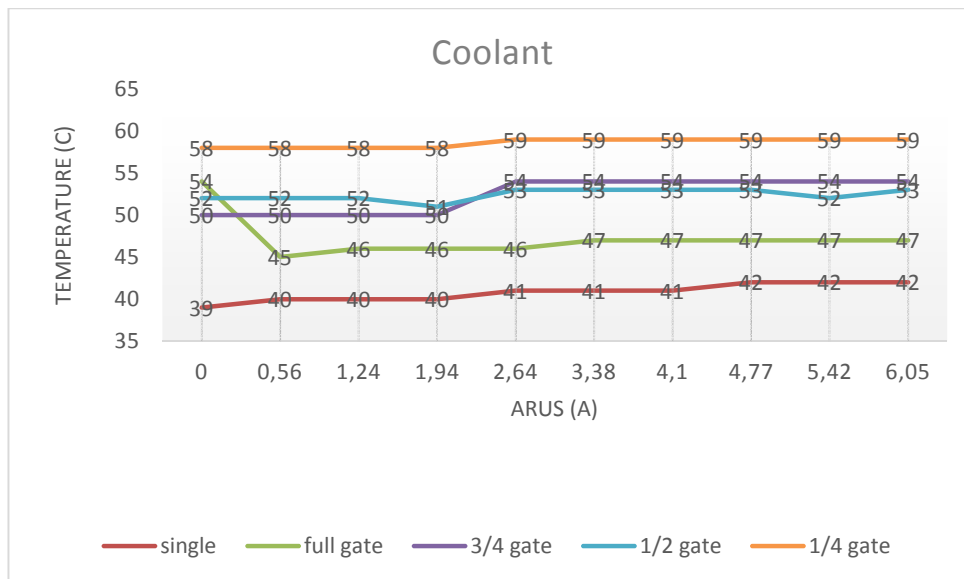
terbesar didapatkan pada beban puncak. Kenaikan ini sudah sewajarnya terjadi karena pemberian beban meningkat akan meningkatkan pula jumlah bahan bakar yang di bakar sehingga temperatur juga meningkat. Fenomena yang kedua yang harus dicermati bahwa penambahan Hidrogen pada keempat-empat perlakuan bukaan udara masuk memberi dampak yang sangat besar pada kenaikan temperatur oli mesin. Pada bukaan penuh kenaikan terjadi sebesar 4 °C pada mesin tanpa beban-single fuel, dan terus terjadi kenaikan secara gradual sampai 11 derajat celcius kenaikan temperatur oli mesin. Pada bukaan $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$ dan $\frac{1}{4}$ kenaikan temperatur yang dialami masing-masingnya 10,12, dan 14 derajat celcius pada engine tanpa beban. Pada beban puncak kenaikan yang terjadi justru tidak signifikan karena paling besar hanya 2 derajat celcius dan bahkan sering terjadi temperatur oli mesinnya tetap konstan. Hal ini berbeda dengan pada bukaan penuh dimana temperatur oli mesin terus mengalami kenaikan seiring kenaikan beban. Dari data tersebut dapat dikemukakan bahwa kenaikan oli mesin sangat jelas sekali dipengaruhi penambahan hidrogen pada sistim engine dual fuel.



Gambar 2. Pengaruh Bahan Bakar Hidrogen terhadap Temperatur Oli Mesin

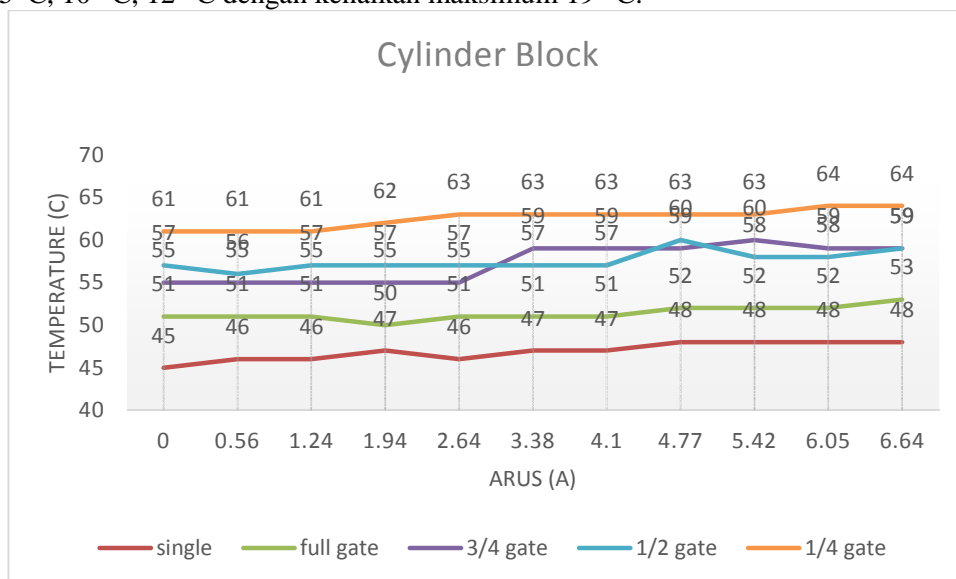
3.3 Pengaruh pemanfaatan gas hidrogen terhadap temperatur blok silinder dan pendingin

Pemanfaatan hidrogen sebagai bahan bakar pada engine diesel dual fuel juga memberi dampak kenaikan temperatur air pendingin (grafik 3). Dan ini berhubungan dengan kenaikan temperatur silinder blok yang akan kita diskusikan nanti. Kenaikan temperatur air pendingin akibat hidrogen ini sebesar 6 °C, 11 °C, 13°C dan 18°C pada bukaan berturut-turut full, $\frac{4}{3}$, $\frac{1}{2}$ dan $\frac{1}{4}$ bukaan. Hal ini semakin menegaskan terjadinya kenaikan temperatur pada ruang bakar selama proses pembakaran bahan bakar sistim dual fuel. Melihat kenaikan sebesar ini, maka sistim pendingin harus diperbaiki lebih baik lagi sehingga mampu membuang panas yang muncul.



Gambar 3. Pengaruh Bahan Bakar Hidrogen terhadap Temperatur Air Pendingin

Sebagaimana kenaikan temperatur yang diakibatkan oleh hidrogen, maka sudah pasti terjadi kenaikan pada dinding silinder blok sebagai salah satu indikasi terjadinya kenaikan temperatur di ruang bakar. Pengujian menunjukkan perilaku yang mirip antara dinding silinder blok dengan air pendingin. Kenaikan temperatur pada dinding silinder blok mengikuti pola kenaikan air pendingin yaitu 5°C, 10 °C, 12 °C dengan kenaikan maksimum 19 °C.



Gambar 4. Pengaruh Bahan Bakar Hidrogen terhadap Temperatur Silinder Blok

Kenaikan sebesar ini akan memberi dampak over heat pada silinder blok sehingga aplikasi hidrogen pada sistim dual fuel mengharuskan perubahan sistim pendingin mengingat temperatur yang dibuang lebih tinggi dari pada sistim single fuel.

4. KESIMPULAN

Penelitian berhasil memanfaatkan hidrogen sebagai bahan bakar pada engine sistim dual fuel dan melihat pengaruhnya terhadap kenaikan temperatur engine. Pemanfaatan hidrogen terbukti memberi dampak menaikkan temperature gas bung, temperatur oli mesin, temperatur oli pendingin

dan temperatur dinding silinder blok. Kenaikan temperatur ini selain dipengaruhi oleh kenaikan beban, juga dipengaruhi suplai udara masuk ruang bakar. Pada bukaan udara masuk yang paling kecil didapat kenaikan temperatur yang paling besar, sebaliknya efek kenaikan temperatur pada bukaan penuh udara masuk memberi dampak kenaikan temperatur paling kecil. Kenaikan temperatur gas buang tertinggi didapat pada $\frac{1}{4}$ bukaan udara masuk dengan kenaikan maksimal 39°C pada beban puncak 1450 watt, adapun pada bukaan full terdapat kenaikan temperature 7°C pada beban 1155 watt. Kenaikan temperature pada blok silinder pada beban puncak sebesar 5°C s/d 16°C , sedangkan kenaikan temperature pelumasan antara 5°C s/d 13°C dan pada cairan pendingin terjadi kenaikan temperature sebesar $^{\circ}\text{C}$ s/d 17°C .

Saran

Pemanfaatan hidrogen pada engine sistim dual fuel sebaiknya diiringi dengan penambahan sistim pendingin untuk menghindari over-heat pada mesin.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Saravanan , G. Nagarajan, S. Narayanasamy, An experimental investigation on DI diesel engine with hydrogen fuel, International Journal Renewable Energy 2008, V 33, pp: 415–421
- [2] Tarkan Sandalçı , Yasin Karagoz, Experimental investigation of the combustion characteristics, emissions and performance of hydrogen port fuel injection in a diesel engine, international journal of hydrogen energy 2014, V xxx, pp : 1-10
- [3] Jajang Jaenudin, Agus Wijianto, abec , 2014 pp :
- [4] Boonthum Wongchai, Porranat Visuwan and Sathaporn Chuepeng, The Vibration Analysis Of Diesel Engine with Hydrogen-Diesel Dual Fuel, American Journal of Applied Sciences, 2013, 10 Vol (1), pp : 8-14
- [5] T. Korakianitis, A.M. Namasivayam & R.J. Crookes, Hydrogen dual-fuelling of compression ignition engines with emulsified biodiesel as pilot fuel, international journal of hydrogen energy (2010) Vol 35 , pp : 13329-13344