

# PERAN PENGELOMPOKAN MOLEKUL PADA HYDROUS ETANOL TERHADAP KINERJA MESIN

I Made Suarta<sup>1</sup>, I Putu Gede Sopian Rahtika<sup>2</sup>, Putu Wijaya Sunu<sup>3</sup>, Ketut Bangse<sup>4</sup>, I Nengah<sup>5</sup>  
Darma Susila<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali, Bukit Jimbaran, Badung 80351

<sup>2</sup> Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali, Bukit Jimbaran, Badung 80351

<sup>3</sup> Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali, Bukit Jimbaran, Badung 80351

<sup>4</sup> Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali, Bukit Jimbaran, Badung 80351

<sup>5</sup> Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali, Bukit Jimbaran, Badung 80351

E-mail: [suarta@pnb.ac.id](mailto:suarta@pnb.ac.id)

## Abstract

*In this study observed the role of molecular clustering on engine performance produced by hydrous ethanol fuel (95.5% v). The test was performed using variation load for four-cylinder motor. Engine performance is measured using Brake Power Engine load cell type indicator TD 800PM. The engine performance produced by anhydrous ethanol was also tested. The resulting engine performance of both fuels is compared. The results showed that the power produced by hydrous ethanol was slightly higher than that of anhydrous ethanol. The charging efficiency generated by hydrous ethanol is upper than that of anhydrous ethanol.*

**Keywords:** *anhydrous ethanol; fuel; ethanol; hydrous ethanol; engine performance*

## Abstrak

Pada penelitian ini diamati peran pengelompokan molekul terhadap kinerja mesin yang dihasilkan bahan bakar hydrous etanol (95,5%v). Pengujian dilakukan menggunakan pembebanan bervariasi pada motor bakar satu silinder empat langkah. Kinerja mesin diukur menggunakan Engine Brake Power indikator load cell tipe TD 800PM. Kinerja mesin yang dihasilkan oleh anhydrous etanol juga diuji. Kinerja mesin yang dihasilkan kedua bahan bakar tersebut dibandingkan. Hasil penelitian menunjukkan Daya mesin yang dihasilkan hydrous etanol sedikit lebih tinggi dari anhydrous etanol. efisiensi pengisian yang dihasilkan oleh hydrous etanol lebih tinggi dari anhydrous etanol.

**Kata Kunci:** *anhydrous etanol; bahan bakar; etanol; hydrous etanol; kinerja mesin*

## PENDAHULUAN

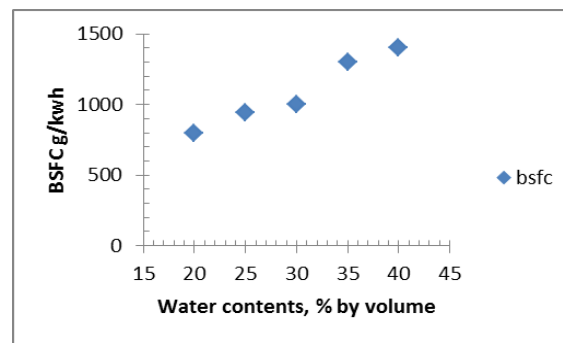
Keamanan energi dan pemanasan global menjadi alasan utama dalam penggunaan energi alternatif dimasa depan yang tidak dapat dielakkan (Omar dkk,2018; Suarta dkk,2017). Etanol adalah salah satu energi alternatif yang bersifat renewable yang dapat digunakan secara langsung hampir pada semua mesin pembakaran menggunakan busi(Chuepeng dkk,2016). Penggunaan etanol membutuhkan energi yang sangat tinggi dalam pemurniannya (Suarta dkk,2016; Fagundez dkk,2016). Salah satu cara untuk mengurangi biaya produksi etanol sebagai bahan bakar adalah menggunakannya dengan sedikit kadar air(Lanzanova dkk,2016). Disamping membutuhkan biaya yang lebih rendah dalam proses produksinya, kecepatan pembakaran dan batas mampu

nyala (ER) dari azeotrope etanol juga lebih baik dari anhydrous etanol (Suarta dkk,2016; Breaux dan Acharya,2013).

Pemanfaatan biofuel dari kelompok alkohol memainkan peran penting untuk mengurangi Emisi gas buang yang berbahaya. Karena itu, peneliti di seluruh dunia selama beberapa dekade terakhir sudah mulai meneliti pengaruh alkohol terhadap kinerja dan emisi gas buang dalam motor bensin. Memang benar bahwa performa mesin dan emisi gas buang pada motor bakar dipengaruhi oleh beberapa faktor. Perbedaan dalam properti dari bahan bakar alkohol menyebabkan variasi sifat dari kinerja dan emisi mesin bensin maupun diesel (Suarta dkk,2017; Yusri dkk 2017).

Morganti dkk(2018); Schifter dkk(2013); Suarta dkk(2016). Etanol adalah salah satu bahan bakar yang paling diminati untuk mesin bensin. Sehingga etanol banyak digunakan sebagai oktan *enhancer* maupun diblending dengan bahan bakar lain. Etanol menawarkan bahan bakar kualitas oktan tinggi dan panas penguapan empat kali lebih besar dari pada bensin secara stoikiometri. Data ini kemudian digunakan untuk membandingkan peta konsumsi bahan bakar untuk mensimulasikan kebutuhan bahan bakar kendaraan.

Pengujian emisi dan performance generator set dengan menggunakan bahan bakar etanol dilakukan oleh (Suarta dkk,2017; Munsin dkk2013). Munsin dkk (2013) menyimpulkan bahwa etanol dengan kadar air 5% pada putaran mesin konstan 3600 rpm campuran stoichiometri emisinya sangat rendah. Grafik hasil penelitiannya dapat dilihat pada Gambar 1.



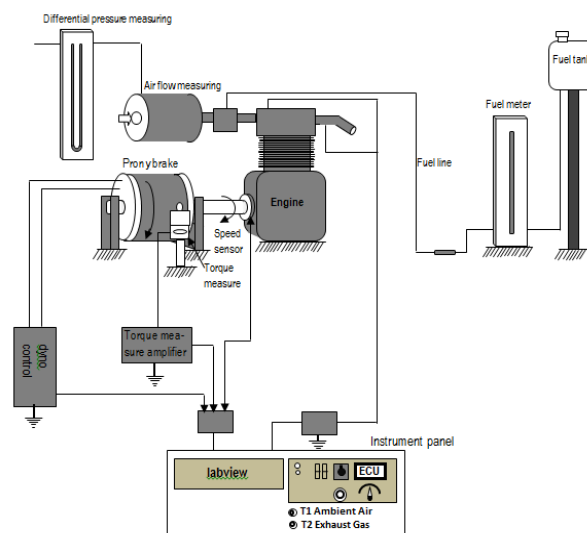
Gambar 1. Hubungan kadar air terhadap kebutuhan bahan bakar.  
Sumber: R. Munsin. 2013

Hasil percobaan (Munsin dkk,2013) telah menemukan bahwa mesin mengkonsumsi etanol hidrous lebih besar sebesar 10% secara umum dibandingkan dengan etanol anhidrat pada campuran kurus equivalen ratio 0,67.

Penelitian saat ini bertujuan membandingkan kinerja mesin menggunakan bahan bakar hydrous etanol (azeotropik) dengan bahan bakar anhydrous etanol. Pengujian dilakukan menggunakan beban bervariasi pada kedua jenis bahan bakar tersebut.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan metode pengujian dengan peralatan uji laboratorium. Langkah awal pada penelitian dilakukan dilaboratorium analitik. Anhydrous etanol yang digunakan adalah *absolute ethanol for analysis* dari Merck, selanjutnya diencerkan menjadi etanol hydrous pada kadar air (95,5%v). Selanjutnya pengujian eksperimental (*experimental research*), yaitu melakukan pengujian terhadap kinerja mesin menggunakan dinamo meter.



Gambar 2. Set-up pengujian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dengan menggunakan data awal putaran mesin 3500 rpm, beban meningkat tiap 1 kg. Panjang

lengan beban 20cm, Dengan menggunakan formula (Torsi)  $\tau = Fr$ , Konsumsi bahan bakar  $Q_{mf}$  (kg/s) didapat dari persamaan  $Q_{mf} = Q_{vf} \cdot \rho_f$ , Daya yang dihasilkan  $(P) = \frac{2\pi Frn}{60}$  dalam kW. Laju aliran udara melalui plat orifice dihitung dengan persamaan  $Q_{va} = \frac{Q_{ma}}{\rho_a} = \alpha \varepsilon \frac{\pi d^2}{4} \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho_a}}$ , Volume ruang bakar

$$Q_{th} = \text{engine total displacement volume} \times \frac{n}{2 \times 60} \left( \frac{m^3}{s} \right),$$

$$\text{effisiensi volumetrik } \eta_v = \frac{Q_{va}}{Q_{th}} \times 100\%$$

Sehingga didapat hasil perhitungan seperti yang disajikan dalam tabel 1 dan 2

Tabel 1. Hasil perhitungan data etanol murni  
TD 800PM SINGLE-CYLINDER ENGINE TEST-BED, Mechanical Absorber

Room temperatur : 29 Engine type : ..... Tested by : ..... Date : 5/7/2018  
 Atmospheric pressure : 105,2 kPa Fuel type : etanol Air box / Orifice diameter : 300/15  
 Opening position of throttle valve : - Specific gravity : ..... Manometer slope : 1:5  
 Manometer reading for zero air flow :

n (rpm)	Net Force (kg)	$\tau$ (N.m)	Fuel Consumption					Air flow rate						A/F ratio	Temperatur (°C)		P (kW)	$\eta_v$ (%)
			Graduated cylinder			Indicator $Q_f$ (kW)	$Q_{mf}$ (kg/s)	Air box			Indicator $Q_{va}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{ma}$ (kg/s)	Engine Inlet air (T1)		Exhaust gas (T2)			
			Volume (ml)	Time (s)	$Q_{vf}$ (l/s)			Manometer Reading mm H2O								$Q_{th}$ (m <sup>3</sup> /s)		
								Left	Right	Net								
3500	0	0	5	17.62	0.00028	5.96311	0.0002242	285	115	170	0.0057	0.00161	0.0019	8.4004	28	281	0	28.155
3136	1	1.96	5	18.01	0.00028	5.83398	0.0002193	285	115	170	0.0051	0.00161	0.0019	8.5863	28	300	0.6443	31.424
3100	2	3.92	5	19.11	0.00026	5.49817	0.0002067	285	115	170	0.0051	0.00161	0.0019	9.1108	28	281	1.2739	31.788
3000	3	5.88	5	19.45	0.00026	5.40206	0.0002031	280	120	160	0.0049	0.001561	0.0018	8.996	28	282	1.8491	31.867
2600	4	7.84	5	20.15	0.00025	5.21439	0.000196	270	130	140	0.0042	0.001461	0.0017	8.7178	28	261	2.1368	34.395
2313	5	9.8	5	21.18	0.00024	4.96081	0.0001865	270	130	140	0.0038	0.001461	0.0017	9.1635	28	247	2.3761	38.663

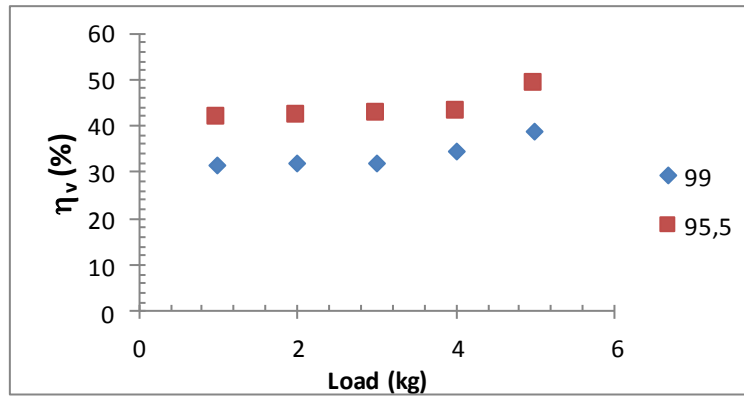
Tabel 2. Hasil perhitungan data etanol 95,5%  
TD 800PM SINGLE-CYLINDER ENGINE TEST-BED, Mechanical Absorber

Room temperatur : 29 Engine type : ..... Tested by : ..... Date : 5/7/2018  
 Atmospheric pressure : 105,2 kPa Fuel type : etanol 95,5 Air box / Orifice diameter : 300/15  
 Opening position of throttle valve : - Specific gravity : ..... Manometer slope : 1:5  
 Manometer reading for zero air flow :

n (rpm)	Net Force (kg)	$\tau$ (N.m)	Fuel Consumption					Air flow rate						A/F ratio	Temperatur (°C)		P (kW)	$\eta_v$ (%)
			Graduated cylinder			Indicator $Q_f$ (kW)	$Q_{mf}$ (kg/s)	Air box			Indicator $Q_{va}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{ma}$ (kg/s)	Engine Inlet air (T1)		Exhaust gas (T2)			
			Volume (ml)	Time (s)	$Q_{vf}$ (l/s)			Manometer Reading mm H2O								$Q_{th}$ (m <sup>3</sup> /s)		
								Left	Right	Net								
3500	0	0	5	10.34	0.00048	9.93772	0.0003865	370	30	340	0.0057	0.002276	0.0027	6.8844	28	320	0	39.818
3321	1	1.96	5	10.97	0.00046	9.367	0.00036463	365	30	335	0.0054	0.002259	0.0026	7.25	29	332	0.6823	41.654
3244	2	3.92	5	11.23	0.00045	9.15013	0.00035619	360	30	330	0.0053	0.002243	0.0026	7.3662	29	334	1.333	42.324
3221	3	5.88	5	11.65	0.00043	8.82026	0.00034335	360	30	330	0.0053	0.002243	0.0026	7.6417	29	337	1.9854	42.626
3147	4	7.84	5	12.06	0.00041	8.5204	0.00033167	360	40	320	0.0051	0.002208	0.0026	7.7899	29	323	2.5863	42.962
2575	5	9.8	5	12.94	0.00039	7.94096	0.00030912	335	55	280	0.0042	0.002066	0.0024	7.8184	29	334	2.6453	49.114

Hasil pengujian menunjukkan bahwa efisiensi volumetrik ( $\eta_v$ ) menggunakan bahan bakar azeotropik etanol lebih tinggi dari bahan bakar etanol murni. Hal ini disebabkan kadar air pada azeotropik etanol menyebabkan densitas bahan bakar meningkat, temperatur penguapan juga meningkat. Operasi mesin pada suhu ruangan (temperatur inlet) menyebabkan lebih banyak campuran bahan bakar dan udara yang masuk kedalam ruang bakar. Ikatan hidrogen pada atom O dan H pada molekul etanol

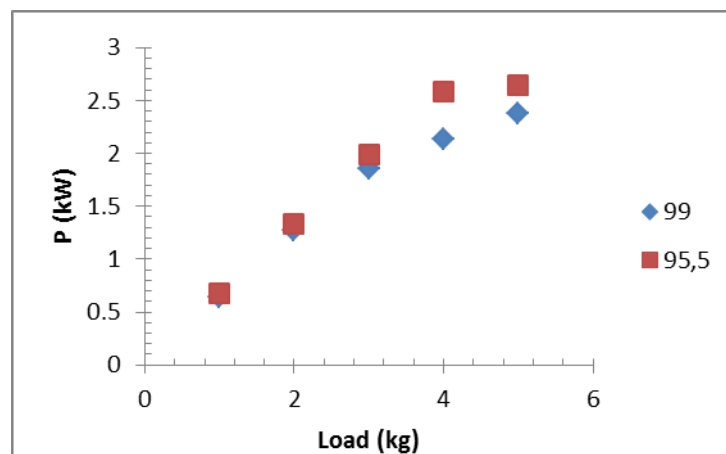
dan air menyebabkan molekul berkelompok dengan ikatan yang kuat. Dengan demikian pada proses pengkabutan di dalam karburator jarak antar molekul bahan bakar menjadi lebih rapat rapat yang berimplikasi menempati ruangan yang lebih sempit sehingga lebih banyak bahan bakar yang masuk ke ruang bakar. Grafik perbandingan efisiensi antara bahan bakar azeotropik etanol dan etanol murni dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Perbandingan efisiensi pengisian azeotrik etanol dengan etanol murni

Hasil pengujian terhadap daya mesin menunjukkan daya yang dihasilkan oleh etanol murni lebih rendah dari etanol azeotropik. Walaupun etanol azeotropik mengandung sedikit air yang tidak memiliki nilai kalor sehingga nilai kalor etanol azeotropik lebih rendah dari etanol murni tetapi daya yang dihasilkan etanol azeotropik lebih besar dari

etanol murni. Seperti terlihat pada Gambar 3. Hal ini disebabkan lebih banyak bahan bakar yang masuk ke ruang bakar. Dengan lebih banyaknya bahan bakar yang masuk ke ruang bakar berarti kita memasukkan lebih banyak energi sehingga berakibat lebih banyaknya daya yang dihasilkan.



Gambar 3. Perbandingan daya yang dihasilkan oleh bahan bakar azeotik dengan bahan bakar etanol murni

## SIMPULAN

Dengan menggunakan bahan bakar etanol azeotropik dihasilkan daya yang lebih besar dari etanol murni pada beban yang sama. Semakin besar beban perbedaan daya yang dihasilkan semakin besar.

Dengan menggunakan bahan bakar azeotropik efisiensi pengisian bahan bakar ke dalam ruang bakar semakin besar. Perbedaan efisiensi tidak dipengaruhi oleh beban.

Untuk memperjelas keunggulan dari etanol azeotropik agar dilakukan pengujian terhadap kebutuhan bahan bakar spesifik terhadap etanol azeotropik dibandingkan dengan etanol murni.

## DAFTAR PUSTAKA

[1] Awad, Omar I., Mamat, R., Ali Obed M., Sidik N.A.C., Yusaf, T., Kadrigama K. & Maurice Kettner. (2018). Alcohol and ether as alternative

fuels in spark ignition engine. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*.

- [2] Suarta I Made; Baliarta I Nyoman Gede; Rahtika I.P.G. Sopian & Sunu Putu Wijaya . (2017). The Role of Hydrogen Bonds Of The Azeotropic Hydrous Ethanol Fuel Composition To The Exhaust Emissions. *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series* 953
- [3] Sathaporn Chuepeng; Sudecha Srisuwan & Manida Tongroon. (2016) Lean hydrous and anhydrous bioethanol combustion in spark ignition engine at idle. *Energy Conversion and Management* 128 (2016) 1–11
- [4] Suarta I Made; Wardana I. N. G.; Hamidi Nurkholis & Wijayanti Widya. (2016) The Role of Molecule Clustering by Hydrogen Bond in Hydrous Ethanol on Laminar Burning Velocity. *Journal of Combustion*. Article ID 5127682, 9 pages. <http://dx.doi.org/10.1155/2016/5127682>

- [5] Fagundez J.L.S.; Sari R.L.; Mayer F.D.; Martins M.E.S.& Salau N.P.G. (2016). Determination of optimal wet ethanol composition as a fuel in spark ignition engine. *Applied Thermal Engineering* <http://dx.doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.10.099>
- [6] Thompson Diórdinis Metzka Lanzasova; Macklini Dalla Nora & Hua Zhao. (2016) Performance and economic analysis of a direct injection spark ignition engine fueled with wet ethanol. *Applied Energy* 169 (2016) 230–239
- [7] Breaux Baine B.& Sumanta Acharya. (2013). The effect of elevated water content on swirl-stabilized ethanol/air flames. *Fuel* 105 (2013) 90–102.
- [8] Yusri I.M.; Mamat R.; Najafi G.; Razman A.; Awad Omar I.; Azmi W.H.; Ishak W.F.W.& Shaiful A.I.M. (2017). Alcohol based automotive fuels from first four alcohol family in compression and spark ignition engine: A review on engine performance and exhaust emissions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 77 (2017) 169–181
- [9] Morganti Kai; Almansour Mohammed; Khan Ahmad; Kalghatgi Gautam & Przesmitzki Steven. (2018). Leveraging the benefits of ethanol in advanced engine-fuel systems. *Energy Conversion and Management* 157 (2018) 480–497
- [10] Schifter I.; Diaz L.; Gómez J.P.& Gonzalez U.(2013). Combustion characterization in a single cylinder engine with mid-levels hydrated ethanol–gasoline blended fuels. *Fuel* 103 (2013) 292–298
- [11] Suarta I Made; Wardana I. N. G.; Hamidi Nurkholis & Wijayanti Widya. (2016). The Role of Hydrogen Bonding on Laminar Burning Velocity of Hydrous and Anhydrous Ethanol Fuel with Small Addition of n-Heptane. *Journal of Combustion* Volume 2016, Article ID 9093428, 8 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2016/9093428>
- [12] Munsin R.;Laoonual Y.; Jugjai S.; Imai Y. (2016). An experimental study on performance and emissions of a small SI engine generator set fuelled by hydrous ethanol with high water contents up to 40%. *Fuel* 106 (2013) 586–592