

## Rancang Bangun Mekanisme Fuel Mixer Bioethanol Hidrous Pada Motor Berbahan Bakar Low Grade Bio-ethanol

Bambang Sugiarto<sup>1</sup>, Setia Abikusna<sup>2\*</sup> dan Arul Panji<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dept Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok 16424, Indonesia

<sup>2</sup>Teknik Otomotif, Politeknik Manufaktur Astra, Sunter Jakarta 14330, Indonesia

\*setia.abikusna@polman.astra.ac.id

### Abstrak

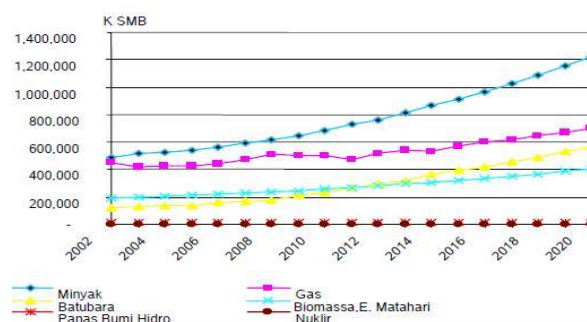
Jumlah kendaraan bermotor yang ada di Jakarta mengalami peningkatan pada tiap moda transportasi, dengan total prosentase peningkatan di atas 10%. Jumlah peningkatan terbesar yang terjadi yaitu pada moda transportasi sepeda motor dengan prosentase sebesar 13,11%. Peningkatan ini tidak berjalan lurus dengan jumlah cadangan minyak bumi di Indonesia yang terus menurun. Maka dari itu dibutuhkan bahan bakar alternatif. Tujuan penelitian ini adalah merancang mekanisme sederhana pemasukan campuran bioethanol hidrat dan bensin ke dalam ruang bakar dengan perbandingan terkontrol untuk mengetahui *fuel consumption* motor otto hasil pencampuran tersebut pada berbagai rasio (E0, E5, E10, dan E15). Dikarenakan bioethanol hidrat tidak dapat bercampur secara homogen, maka dicari solusi yang tepat dengan mencampur bahan bakar setelah pengabutan, menggunakan *fuel mixer* berupa dua buah karburator, masing-masing untuk bioethanol dan bensin. Dari studi ini didapatkan hasil pencampuran perbandingan bioethanol hidrat dengan bensin dapat diatur secara terkontrol melalui bukaan *valve* pada jalur masuk bahan bakar bioethanol hidrat. Adapun *fuel consumption* campuran ini nilainya lebih tinggi dari pada *fuel consumption* bensin saja.

**Kata kunci :** *bioethanol, fuel mixer, fuel consumption*

### Pendahuluan

Pada tahun 2013, penggunaan bahan bakar minyak di Indonesia telah mencapai nilai hampir 46,1%. Dibandingkan dengan persentase sumber kebutuhan energi lain, penggunaan bahan bakar minyak merupakan yang paling besar, diikuti dengan penggunaan batu bara sejumlah 20,7%, bahan bakar gas 14,5%, listrik 13,3% dan LPG sebesar 5,5% [1]. Penggunaan terbanyak dari bahan bakar minyak ini yaitu pada transportasi terutama pada kendaraan bermotor. Sekitar 65% (45,9 juta KL) yang digunakan untuk kendaraan bermotor kemudian penggunaan lain oleh PLN sebesar 16% (11,5 juta KL), sektor industri 10%, dan sisanya untuk komersil serta rumah tangga [2]. Hal ini menjadikan sektor transportasi menjadi salah satu faktor utama yang harus diperhatikan dalam meregulasi penggunaan bahan bakar minyak di negeri ini. Kemudian hal tersebut juga didukung oleh data penduduk yang menggunakan kendaraan pribadi di Indonesia dapat mencapai 71% [3]. Kemudian fakta mengenai bahan bakar

minyak bumi yang menjadi energi yang paling banyak digunakan terlihat dari data penyediaan energi nasional berikut ini :



Gambar 1. Data Penyediaan Energi Nasional

Hal tersebut menjadi sangat jelas bahwa bahan bakar minyak di Indonesia terus menerus dikuras hingga berakibat pada cadangan minyak bumi akan habis dan sektor transportasi akan mati tanpa energi berbahan bakar fosil ini. Untuk menanggulangi itu banyak ditemukannya energi – energi alternatif terbarukan, ramah lingkungan dan bersumber dari alam sehingga mengurangi penggunaan minyak bumi. Salah satu energi alternatif yang

saat ini sedang banyak dicoba dan dimanfaatkan yaitu energi biomassa. Energi biomassa ini merupakan energi yang berasal dari bahan – bahan organik dan alam seperti tanaman perkebunan, pertanian, hutan, peternakan ataupun sampah. Sumber dari energi biomassa inilah yang menjadikan pertimbangan bahwa energi biomassa ini dapat meregulasi penggunaan minyak bumi selama ini. Sehingga minyak bumi tidak terus terkuras dan dapat tergantikan dengan biomassa. Energi biomassa ini dapat digunakan dalam menghasilkan panas, membuat bahan bakar, dan membangkitkan listrik. Salah satu hasil dari teknologi pemanfaatan energi biomassa untuk menjadi bahan bakar yaitu bioethanol.

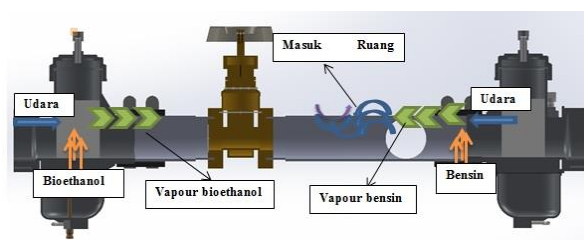
Untuk penelitian kali ini, penulis melakukan inovasi pencampuran bioethanol hidrat dan bensin langsung ke ruang bakar. Dikarenakan bioethanol hidrat tidak dapat bercampur secara homogen, maka dicari solusi yang tepat untuk pencampuran tersebut. Penulis mencampur bahan bakar setelah pengkabutan dengan menggunakan alat *fuel mixer* berupa dua buah karburator (Suzuki Thunder 125 cc th. 2007) di mana masing – masing untuk bioethanol dan bensin. Penulis membuat pencampuran dengan pengaturan perbandingan bioethanol yang diatur yaitu 5% (E5), 10% (E10), dan 15% (E15) dari total volume campuran dengan bensin. Pengaturan ini dilakukan dengan penambahan *gate valve* pada jalur karburator etanol. Permasalahan yang terjadi yaitu bagaimana mengatur bukaan valve agar perbandingan etanol yang masuk sesuai dengan yang diharapkan secara konstan pada berbagai macam putaran yang fluktuatif. Kemudian menguji dan menganalisis bagaimana performa mesin dari segi *Fuel Consumption*, *Wheel Power*, *Wheel Torque* serta emisi gas buang dari hasil perbandingan bioethanol yang dipenuhi.

## Metodologi

Pada *problem statement* penelitian sebelumnya yang didapatkan bahwa bioethanol 96% tidak dapat tercampur secara homogen, dan apabila dalam keadaan yang tidak tercampur homogen dimasukkan ke ruang bakar, bahan bakar akan masuk tidak

secara bersamaan. Atas pertimbangan hal tersebut, ditentukan metode yang paling mungkin untuk pencampuran ini yaitu dicampur pada fase vapour atau saat setelah pengkabutan. Metode ini menggunakan alat karburator seperti pada umumnya. Namun, untuk alat *fuel mixer* di sini yang membedakan yaitu alat *fuel mixer* menggunakan dua karburator. Satu karburator digunakan untuk mengabutkan bensin dan karburator lain untuk mengabutkan bioethanol 96%. Masing – masing *throttle valve* pada karburator dijadikan satu sumber ke *throttle* gas atau dengan menggunakan kabel *throttle* bercabang dua. Ujung venturi *outlet* ke ruang bakar, didisain menjadi satu ke satu *manifold* ruang bakar. Hasil dari masing – masing pengabutan yaitu pada fase *vapour*, keduanya akan tercampur menjadi satu di saluran setelah venturi *outlet* dan masuk ke ruang bakar secara bersamaan.

Untuk memenuhi tujuan mendapatkan perbandingan volume pencampuran bioethanol hidrat 96% yaitu E5h, E10h, dan E15h, maka digunakan *gate valve* pada saluran venturi *outlet* pada karburator bioethanol untuk mengatur besar hisapan yang terjadi sehingga banyak bioethanol yang terkabut bisa disesuaikan. Selanjutnya dilakukan analisa terhadap dimensi dari komponen utama (karburator) pada motor uji untuk mendapatkan dimensi komponen lain dari *fuel mixer* yang sesuai untuk dibuat.



Gambar 2. Desain *Fuel Mixer*

Karburator yang digunakan untuk kedua senyawa bensin dan bioethanol merupakan dua karburator bertipe sama agar kemampuan pengkabutan antara keduanya sama, sehingga yang nanti menjadi pengatur adalah *valve* nya.



Gambar 3. Karburator Mikuni PE28 (diameter venturi  $\varnothing$  50 mm)

*Valve* yang digunakan merupakan tipe *gate* atau *gate valve*. Digunakan untuk mengatur luas area saluran ke ruang bakar dan mengurangi atau meningkatkan laju aliran yang masuk ke ruang bakar. Besar kecilnya laju aliran ini akan mempengaruhi laju aliran *vapour* bioethanol ke dalam ruang bakar.



Gambar 4. *Gate valve* (D  $\frac{3}{4}$  inci atau 0.01905 m sesuai dengan saluran *manifold*)

Saluran pipa *manifold* terletak diantara venturi *outlet* karburator bensin dan *valve*. Berbentuk T dimana bagian tengah akan terhubung langsung ke ruang bakar. Fungsinya sebagai tempat bersatunya *vapour* yang telah terkabutkan antara bioethanol dan bensin.



Gambar 5. Pipa *manifold* (PVC, D in 2.7 cm, D out 3.3 cm)

Pengukuran kecepatan aliran dilakukan dengan menggunakan alat Anemometer. Anemometer ini dapat digunakan dan secara langsung dapat membaca kecepatan aliran yang melalui *vane* nya.



Gambar 6. Anemometer

Kalibrasi *valve* dilakukan dimana kondisinya dibuat seperti kondisi ketika *valve* terpasang dalam alat *fuel mixer* dan terpasang pada motor uji. Kondisi sebenarnya *valve* dipasang pada saluran venturi *outlet* karburator bioethanol. Jika motor uji menyala maka akan terjadi hisapan dari ruang bakar yang mengakibatkan adanya aliran yang mengalir dari udara luar (*inlet* karburator) ke dalam ruang bakar melalui *valve*.

Kalibrasi *valve* dilakukan untuk data sebagai berikut:

- Kecepatan aliran setelah *valve*  $V_e$  (menunjukkan kecepatan *vapour* bioethanol yang mengalir ke ruang bakar)
- *Pressure drop* antara *valve*  $\Delta P_v$  (menunjukkan perbedaan tekanan titik setelah venturi *outlet* dengan saluran ke ruang bakar)
- *Pressure drop* antara atmosfer dengan setelah sumber  $\Delta P_{atm}$

Untuk pengujian *fuel consumption* hanya menggunakan gelas ukur pengganti tangki bahan bakar dan menggunakan *stopwath*, untuk mengukur laju konsumsi dari tiap jenis bahan bakar. Pengukuran dilakukan selama 20 menit, dan setiap 2 menit dilihat penurunan volume bahan bakar di masing-masing gelas ukur dan dilakukan pada putaran mesin yang berbeda yaitu pada 1.800 rpm, 3.600 rpm, dan 5.400 rpm.

## Hasil dan Diskusi

Pengambilan data kalibrasi, pertama sekali ditentukan dahulu data awal untuk nantinya dijadikan bahan perhitungan hasil kalibrasi. Data tersebut yaitu :

- Data kecepatan sumber dari *hairdryer* atau udara ( $V_{in}$ ): 16.68 m/s  
(kecepatan udara yang masuk ke karburator akibat hisapan ruang bakar)
- Luas area saluran A (diameter pipa,  $d = 0.01905$  m) :  $0.00028\text{m}^2$

Penggunaan pipa 43.7 cm di dalam instalasi di atas dikarenakan, dalam pengukuran aliran dalam pipa maka pengukuran harus dilakukan apabila keadaan aliran sudah *fully developed*. Hal ini karena profil kecepatan aliran lebih mudah digambarkan dan lebih akurat apabila diukur dalam keadaan *fully developed*. Pengukuran saat *fully developed* juga dapat meminimalisir error yang terjadi pada nilai kecepatan sebenarnya [4]. Untuk mengetahui dimana letak aliran sudah mencapai *fully developed* maka sesuai dengan bilangan *Reynold* fluida yang mengalir. Fluida yang mengalir yaitu udara dengan densitasnya sebesar  $1.2\text{ kg/m}^3$  dan memiliki viskositas sebesar  $0.000018\text{ kg/m.s}$ . Bilangan *Reynold*nya yaitu sebesar  $\rho V D / \mu = 20266$ . Aliran ini termasuk turbulen sehingga untuk menentukan panjang *fully developed*nya yaitu dengan rumus  $[l = D \times 4.4 (Re)^{1/6}]$  dan dihasilakn nilai sebesar  $0.437\text{ m} = 43.7\text{ cm}$ . Di jarak pipa tersebut nantinya akan dilakukan pengukuran kecepatan aliran.

Kemudian asumsi awal untuk data kalibrasi yang akan digunakan untuk perhitungan yaitu sebagai berikut:

- Asumsi  $V_{in} = V$  (ke venturi karburator bensin) =  $V_b$  (vapour bensin)
- Asumsi debit vapour bensin yang masuk  $Q = A \times V_{in} = 0.00467\text{ m}^3/\text{s}$

Maka untuk mendapatkan perbandingan volume bioethanol sebesar 5%, 10% dan 15% dari total volume campuran bioethanol dan bensin, diperlukan data kecepatan aliran vapour bioethanol yang tepat yaitu:

- E5h = 5% bioethanol hidrat 95%

Bukaan valve (o)	$\Delta H_v$ (mm)	$\Delta H_{atm}$ (mm)	V (m/s)	$\Delta P$ (Pa) <sub>u</sub>	$\Delta P$ (Pa) <sub>v</sub>
180	98	98	0.84	1.1537	49394
190	95	94	0.93	1.1183	47882
200	94	94	1.19	1.1066	47378
210	95	95	1.23	1.1183	47882
220	95	94	1.4	1.1183	47882
230	94	92	1.52	1.1066	47378
240	93	91	1.73	1.0948	46874
250	93	90	1.91	1.0948	46874
260	93	89	2.07	1.0948	46874
270	93	90	2.35	1.0948	46874
280	93	89	2.48	1.0948	46874
290	93	88	2.79	1.0948	46874
300	93	88	2.81	1.0948	46874
310	93	88	2.92	1.0948	46874

bensin

$$5/95 = Q_e / Q_b$$

$$1/19 = (A \times V_e) / (A \times V_b)$$

$$V_e = V_b / 19$$

$$V_e = 0.88\text{ m/s}$$

- E10h = 10% bioethanol hidrat 90%  
bensin

$$10/90 = Q_e / Q_b$$

$$1/9 = (A \times V_e) / (A \times V_b)$$

$$V_e = V_b / 9$$

$$V_e = 1.85\text{ m/s}$$

- E15h = 15% bioethanol hidrat 85%  
bensin

$$15/85 = Q_e / Q_b$$

$$1/5.67 = (A \times V_e) / (A \times V_b)$$

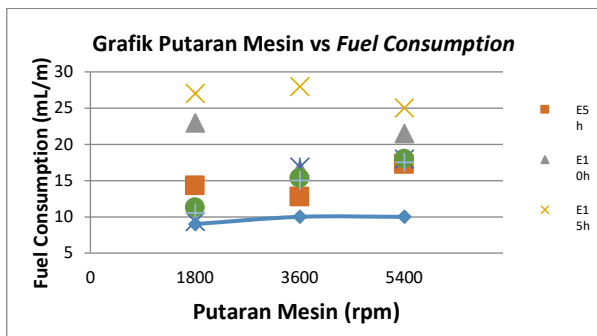
$$V_e = V_b / 5.67$$

$$V_e = 2.94\text{ m/s}$$

Pengambilan data kalibrasi dilakukan dengan sumber gas dialirkan dari *hairdryer* kemudian mulai melihat nilai kecepatan dan *pressure drop* di tiap bukaan. Kalibrasi dilakukan dari bukaan  $0^\circ$  hingga bukaan  $450^\circ$ .  
Tabel 1. Data kalibrasi

Dari tabel hasil data kalibrasi di atas dapat dilihat bahwa kecepatan yang sesuai untuk mendapatkan perbandingan bioethanol hidrat E5h, E10h, dan E15h yaitu pada bukaan  $180^\circ$ ,  $240^\circ$ , dan  $310^\circ$ . Bukaan ini yang nanti akan dijadikan kontrol saat pengambilan data uji sebenarnya.





Gambar 7. Fuel Consumption

Dari grafik di atas, *fuel consumption* tertinggi dihasilkan pada campuran bioethanol hidrat – bensin pada perbandingan E15h dan E10h, kemudian diikuti oleh E5h. Untuk campuran bioethanol anhidrat – bensin menghasilkan *fuel consumption* yang tinggi juga namun tidak melebihi bioethanol hidrat. Semua campuran menghasilkan *fuel consumption* lebih tinggi dari bensin namun tetap yang tertinggi yaitu bioethanol hidrat dengan bensin. Ini disebabkan nilai kalor dari campuran bioethanol hidrat yang lebih rendah dengan adanya kandungan air. Maka untuk menghasilkan output yang sama dengan bensin dibutuhkan bioethanol lebih banyak agar setara dengan nilai kalor bensin. Kemudian, AFR stokiometri dari bioethanol hidrat yang lebih rendah juga berpengaruh sehingga dengan jumlah udara yang masuk sama, banyaknya massa bioethanol hidrat yang masuk ke ruang bakar dan terbakar terakumulasi lebih banyak. Hal ini akan berdampak pada *fuel consumption* campuran bioethanol hidrat yang lebih boros.



Gambar 8. Fuel Mixer

## Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

- Mekanisme alat *fuel mixer* dapat berfungsi untuk mencampur bahan bakar bioethanol hidrat dengan bensin langsung ke ruang bakar.
- Pencampuran perbandingan bioethanol hidrat dengan bensin dapat

diatur secara terkontrol melalui bukaan *valve* pada jalur masuk bahan bakar bioethanol hidrat.

- Untuk *fuel consumption* campuran bioethanol hidrat dengan bensin, nilainya lebih tinggi dari pada *fuel consumption* dari bensin saja.
- Dan bila dibandingkan dengan campuran bioethanol anhidrat bensin, *fuel consumption* dari campuran bioethanol hidrat bensin menunjukkan nilai yang lebih tinggi.

## Referensi

- [1] Data Handbook of Energy & Economic Statistic of Indonesia 2014, Pusdatin Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2014.
- [2] Data Handbook of Energy & Economic Statistic of Indonesia 2012, Pusdatin Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2012.
- [3] Badan Pusat Statistik. (2013).
- [4] Ghazikhani, Mohsen., et al., Experimental Investigation of Exhaust Temperature and Delivery Ratio Effect on Emissions and Performance of a Gasoline Ethanol Two Stroke Engine, Elsevier Ltd, Case Studies in Thermal Engineering (2014) 82 – 90.
- [5] Sugiarto, Bambang., & Whulanza, Yudan., Sepeda Motor Makara-UI Berbahan Bakar Low Grade Bioethanol. Universitas Indonesia (2014).
- [6] Kyriakides, Alexios., et al., Evaluation of Gasoline Ethanol Water Ternary Mixtures Used as a Fuel for an Otto Engine, Elsevier Ltd, Fuel 108 (2013) 208–215.
- [7] Munsin, R., et al., 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%. Elsevier Ltd, Fuel 106 (2013) 586 – 592.
- [8] Cordeiro de Melo, Tadeu C., et al., Hydrous Etanol Gasoline Blends Combustion and Emissions Investigations on a Flex Fuel Engine, Elsevier Ltd, Fuel 97 (2012) 796 – 804.
- [9] Costa, Rodrigo., Sodre, Jose R., Hydrous Ethanol vs Gasoline Ethanol Blend: Engine Performance and Emissions, Elsevier Ltd, Fuel 89 (2010) 287 – 293.