

LAPORAN AKHIR
PENELITIAN DISERTASI DOKTOR



**PENINGKATAN TEKANAN UAP CAMPURAN BAHAN BAKAR ETANOL-
GASOLIN KADAR TINGGI**

Tahun ke - 1 dari rencana 1 tahun

PENGUSUL

Budi Waluyo, ST., MT NIDN. 0627057701

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAGELANG
OKTOBER 2017

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : PENINGKATAN TEKANAN UAP CAMPURAN BAHAN BAKAR ETANOL-GASOLIN KADAR TINGGI

Peneliti/Pelaksana
Nama Lengkap : BUDI WALUYO, S.T, M.T
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Magelang
NIDN : 0627057701
Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
Program Studi : Mesin Otomotif
Nomor HP : 085228255548
Alamat surel (e-mail) : otobodyumm@gmail.com


Institusi Mitra (jika ada)
Nama Institusi Mitra : -
Alamat : -
Penanggung Jawab : -
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 1 tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp 55,000,000
Biaya Keseluruhan : Rp 55,000,000

Mengetahui,
Ketua Program Studi Mesin Otomotif



(Bagiyo Condro P., ST., MT)
NIP/NIK 087606031

Kab. Magelang, 30 - 10 - 2017
Ketua,



(BUDI WALUYO, S.T, M.T)
NIP/NIK 067706026

Menyetujui,
Kepala LP3M Universitas Muhammadiyah Magelang



(Dr. Heni Setyowati ER., SKP., M.Kes)
NIP/NIK 937008062

RINGKASAN

Penelitian ini bertujuan untuk menilai fraksi campuran isooctane-ethanol yang memiliki kondisi azeotrope. Isooctane dipilih sebagai bahan bakar konvensional bensin. Campuran isooctane-ethanol dengan berbagai fraksi campuran diberi panas untuk mendapatkan kurva suhu distilasi dan uap bahan bakar. Fraksi campuran etanol divariasikan 0, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 dan 100% v/v untuk memprediksi kondisi (near) Azeotrope campuran bahan bakar. Interaksi molekuler dianalisis untuk memverifikasi campuran isooktan-etanol azeotrop yang diprediksi. **Hasil penelitian menunjukkan bahwa campuran etanol isooctane memiliki campuran azeotrope pada fraksi etanol 41,48% v / v.**

Keywords: SI engine fuel; isooctane-ethanol blend; azeotrope; combustion impact

PRAKATA

Puji syukur dipanjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas nikmat dan karunia-Nya kegiatan Riset PDD ini telah selesai. Laporan kemajuan ini disampaikan sebagai bentuk pertanggungjawaban dan akuntabilitas kepada LP3M Universitas Muhammadiyah Magelang dan kepada Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi RI.

Pada saat laporan akhir ini disusun, **luaran utama** berupa naskah publikasi dengan judul *The role of molecule cluster on the azeotrope and boiling points of isooctane-ethanol blend* (manuscript terlampir) sudah “Accepted” di jurnal “Fuel” yang memiliki kualifikasi **Q1 dengan H-indek 154**. **Luaran tambahan** dari kegiatan penelitian ini adalah “PATEN” sederhana tentang “**Campuran Bahan Bakar Isooktane-Etanol yang Memiliki Satu Titik Didih**” telah didaftarkan di Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia, dan sampai saat ini masih dalam proses penilaian substantive.

Pelaksanaan penelitian tahap pertama ini dibantu dan didukung oleh sejumlah pihak. Oleh karena itu diucapkan terimakasih kepada :

1. Prof. ING Wardana, Ph.D selaku ketua Program Doktor Teknik Mesin Universitas Brawijawa dan Pembimbing Utama Disertasi.
2. Dr. Eng. Lilis Yuliati dan Dr. Eng. Mega Nur Sasongko selaku Ko-Promotor 1 dan Ko-Promotor 2.
3. LP3M Universitas Muhammadiyah Magelang atas advokasi yang diberikan
4. Laboratorium Mesin Otomotif Universitas Muhammadiyah Magelang atas fasilitas kegiatan penelitian.

Akhir kata semoga hasil penelitian tahap pertama ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak terkait, dan koreksi maupun saran sangat diharapkan untuk penyempurnaannya.

Magelang, 28 Oktober 2017

Budi Waluyo
NIDN. 0627057701

DAFTAR ISI

LAMAN PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Permasalahan (Jika ada)	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Penelitian Campuran Ethanol-Gasoline as Bahan Bakar pada SI Engine	4
2.2. Etanol Sebagai Bahan Bakar	6
2.3. Campuran Zeotrope dan Azeotrope	7
2.4. Volatilitas bahan bakar	7
2.5. Kerangka Konsep	8
BAB 3 TUJUAN DAN MANFAAT	9
3.1. Tujuan Khusus Penelitian	9
3.2. Urgensi (Keutamaan) Penelitian	9
3.3. Kontribusi (Manfaat) Terhadap Ilmu Pengetahuan	9
BAB 4 METODE PENELITIAN	10
3.1. Persiapan campuran bahan bakar	10
3.2. Alat eksperimen	11
3.3. Akuisisi data	11
BAB 5 HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI	13
5.1. Hasil Penelitian	13
5.2. Luaran penelitian	17
BAB 6 RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA Error! Bookmark not defined.	
BAB 7 KESIMPULAN	1
DAFTAR PUSTAKA	21

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik beberapa jenis campuran alkohol-gasolin terhadap RVP[20].....	2
Gambar 2.1 Kerangka konsep penelitian	8
Gambar 4.1. Setup Penelitian.....	11
Gambar 4.2. Kalibrasi masa bahan bakar.....	12
Gambar 5.1 Kurva temperature destilasi fraksi 0,5, 10, 20, 30, 40, dan 50 % v/v	13
Gambar 5.3 Kurva temperature destilasi fraksi 50, 60, 70, 80, 90, dan 100 % v/v ...	13
Gambar 5.4 Kurva uap destilasi fraksi 0, 5, 10, 20, 30, 40 dan 50 % v/v.....	14
Gambar 5.5 kurva uap destilasi fraksi 50, 60, 70, 80, 90 dan 100 % v/v.....	14
Gambar 5.6 Laju penguapan rata-rata berbagai fraksi campuran isooktan-etanol.....	15
Gambar 5.7 Temperatur didih berbagai fraksi campuran isooktan-etanol.....	15
Gambar 5.8 Model tumpukan molekul fraksi etanol 41,48% v/v	16
Gambar 5.9 Screenshoot bukti submit jurnal yang dituju.....	17
Gambar 5.11 Screenshoot poses publikasi di elsvier	18
Gambar 5.12 Screenshoot pendaftaran PATEN di Kemenhumham RI.....	18

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan karakter fisik etanol dan gasoline.....	6
Tabel 4.1. Properti bahan bakar	10

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Penggunaan campuran etanol-gasolin pada Spark Ignition Engine (SI Engine) disamping untuk mengurangi ketergantungan kepada bahan fosil, juga untuk mengurangi emisi gas buang berbahaya. Etanol sebagai bahan bakar hanya memiliki dua pertiga kandungan energi dari premium[1]. Namun etanol memiliki karakter yang bermanfaat untuk pembakaran motor bakar. Karakter yang bermanfaat tersebut adalah kecepatan perambatan api laminar dan angka oktan yang lebih tinggi dibandingkan dengan premium[2]. Disamping itu etanol juga memiliki entalpi penguapan yang tinggi sehingga memberikan efek pendinginan [3] dan efisiensi thermal yang lebih baik[1].

Penelitian sebelumnya mengenai campuran ethanol-gasolin, banyak terfokus pada performa mesin dan perubahan emisi gas buang[4–12]. Campuran ethanol-gasolin sebagai bahan bakar juga berpengaruh terhadap karakteristik pembakaran[2], [13] dan juga temperatur gas buang[14]. Ethanol sebagai bahan bakar SI Engine disamping dicampur dengan gasolin juga bisa dicampurkan dengan DME[15], metanol[16], [17]. Namun demikian penggunaan campuran etanol-gasolin kadar tinggi cenderung memberikan efek buruk khususnya pada start dan idle dingin[18], [19] khususnya di negara yang mempunyai empat musim. Dari telusur pustaka yang dilakukan penulis juga ditemukan ketidakkonsistenan hasil parameter performa mesin dan juga emisi gas buang pada penggunaan campuran ethanol-gasolin.

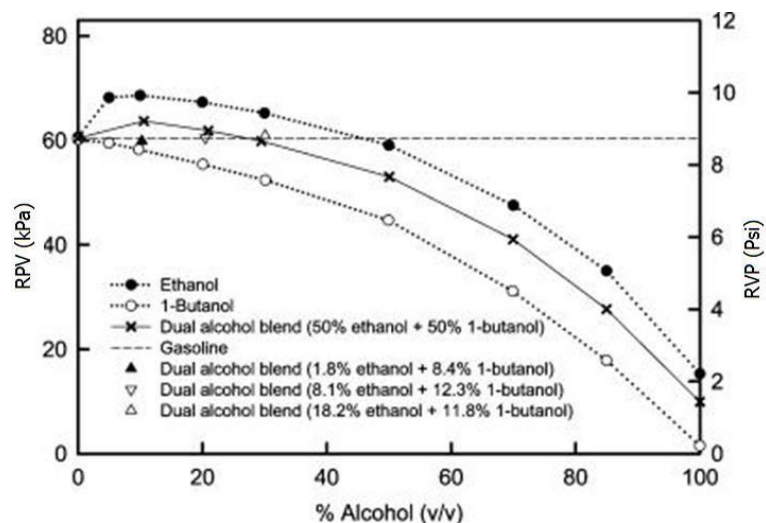
Buruknya start dan idle dingin menggunakan ethanol-gasoline kadar tinggi ditandai dengan tingginya emisi CO dan HC[18]. Permasalah start dan idle dingin ini disebabkan karena ethanol hanya memiliki tekanan uap (vapor pressure) seperempat dari gasoline. Tekanan uap merupakan salah satu sifat penting bahan bakar untuk SI engine[20]. Campuran etanol-gasolin kadar tinggi memiliki tekanan uap yang masih jauh dari tekanan uap gasoline. Tekanan uap yang rendah dari bahan bakar akan mengakibatkan sulitnya bahan bakar tersebut menguap, sehingga campuran bahan bakar-udara (fuel-air ratio) menjadi sangat miskin, dan menghasilkan pembakaran yang tidak sempurna.

Ketidak konsistenan hasil performa mesin maupun emisi diduga karena campuran gasolin yang bersifat non polar dengan ethanol yang bersifat polar akan membentuk campuran yang bersifat zeotrope pada campuran ethanol gasoline kadar tinggi. Pada kondisi campuran ethanol-gasoline sekitar 10%, akan terbentuk campuran near azeotrope dimana campuran ini memiliki tekanan uap yang lebih tinggi dari tekanan uap gasoline[20]. Dalam kondisi azeotrope dan near azeotrope komposisi campuran uap bahan bakar tidak berbeda jauh dengan komposisi campuran cairnya.

Sedangkan pada campuran zeotrope akan menghasilkan komposisi uap campuran yang berbeda dengan komposisi cair campuran. Kaitanya dengan campuran etanol-gasoline sebagai bahan bakar tentu akan berpengaruh terhadap hasil selama pengukuran performa mesin dan juga emisi gas buangnya.

Penelitian untuk memperbaiki kondisi start dan idle dingin penggunaan campuran etanol-gasoline pada SI Engine telah dilakukan oleh Sales 2012 dan Zhang 2015 dengan memanaskan udara dan bahan bakar. Perlakuan ini mampu mengurangi emisi CO dan HC selama satar dan idle dingin[19]. Penelitian lain untuk mengatasi masalah star dan idle dingin adalah melalui sistem split injections pada mesin yang sudah menggunakan teknologi electronic fuel injections. Sistem split injections ini akan mampu mengkondisikan campuran miskin dan campuran kaya yang disesuaikan dengan kecepatan rambat api di ruang bakar[21].

Sementara, salah satu parameter penting dari sifat bahan bakar untuk mesin SI adalah volatilitas bahan bakar[22]. Reid vapor pressure (RVP) merupakan parameter lain yang digunakan untuk menentukan volatilitas suatu zat. RVP didefinisikan sebagai tekana uap pada temperatur 100 oF (37.8 oC) pada suatu tempat dengan rasio fase uap dan cairnya sebesar 4:1 dengan metode pengukuran yang spesifik[20]. Pada SI engine, pembakaran sempurna di dalam ruang bakar ditentukan oleh homogenitas dan AFR campuran. Homogenitas dan AFR campuran bahan bakar dan udara ditentukan konstruksi sistem bahan bakar dan volatilitas bahan bakar. **Gambar 1.1** menunjukkan bahwa peningkatan kadar etanol dalam gasolin akan cenderung menurunkan RVP campuran etanol-gasolin.



Gambar 1.1 Grafik beberapa jenis campuran alkohol-gasolin terhadap RVP[20]

Sementara ketika dua atau lebih zat cair dicampur dan membentuk campuran zeotrope bisa dipisahkan melalui destilasi sederhana. Campuran azeotrope merupakan

sebuah campuran yang seperti zat tunggal, dimana komposisi fase uap akan sama dengan komposisi fase cairnya. Campuran azeotrope merupakan campuran dengan satu titik didih, sehingga campuran tidak bisa dipisahkan dengan destilasi sederhana. Campuran memiliki azeotrop positif jika volatilitas campuran lebih tinggi dari volatilitas zat pembentuknya, dan sebaliknya untuk azeotropik negatif. Azeotropik terjadi karena interaksi antara pelarut dalam larutan. Penelitian Andersen et al 2010 menyatakan bahwa sangat mungkin membentuk campuran beberapa gugus alkohol pada gasolin yang akan mempunyai RVP setara dengan gasoline[20].

1.2. Permasalahan

Gasoline merupakan cairan yang bersifat non polar, sedangkan ethanol dan semua gugus alkohol bersifat polar. Campuran near azeotrope etanol-gasolin terjadi pada komposisi 5% - 10% v/v dimana campuran memiliki RVP lebih tinggi dari gasolin. Sementara campuran zeotrope akan menghasilkan perbedaan komposisi uap dengan komposisi cairnya. Penelitian Andersen et al 2010 yang menyatakan bahwa sangat mungkin membentuk campuran beberapa gugus alkohol pada gasolin yang akan mempunyai RVP setara dengan gasolin[20]. Dari latar belakang spesifik diatas, penulis merumuskan permasalahan sebagai berikut;

1. Bagaimanakah profil kurva destilasi temperature pengupan berbagai campuran isooctane nonpolar dengan ethanol polar.
2. Bagaimanakah peran interaksi molecular campuran isooktan-ethanol pada kondisi azeotrope

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Campuran Ethanol-Gasoline sebagai Bahan Bakar pada SI Engine

Penelitian mengenai pengaruh air fuel ratio penggunaan campuran etanol-gasoline pada SI Engine terhadap performansi dan emisi telah dilakukan oleh Hsieh et al, 2002. Penelitian Hsieh menggunakan E0, E5, E10, E15, E20, E25 dan E30 pada putaran mesin 3000 dan 4000 rpm. Hasil penelitian Hsieh menunjukkan bahwa, secara umum penggunaan campuran etanol-gasoline akan meningkatkan torsi, namun break specific heat consumptions (bshc) tidak menunjukkan perubahan yang signifikan. Hasil lain penelitian Hsieh menyatakan bahwa emisi CO menurun, CO₂ dan HC meningkat sejalan dengan AFR dan kadar etanol yang cenderung memperkaya oksigen bahan bakar[6].

Penelitian penggunaan campuran etanol-gasolin kaitanya dengan parameter SI engine dan emisi pad SI engine dilakukan oleh Pukalskas & Grabys 2003. Penelitian Pukalskas & Grabys menunjukkan bahwa penggunaan campuran etanol-gasolin akan menurunkan nilai kalor bahan bakar, walaupun nilai oktanya meningkat sebanding dengan peningkatan kadar etanol[23]. Hasil penelitian Pukalskas & Grabys berkaitan dengan emisi menunjukkan hasil yang sama dengan penelitian Hsieh et al, 2002.

Penelitian lain berkaitan dengan penggunaan campuran etanol-gasolin pada berbagai rasio kompresi kaitanya dengan performansi dan emisi engine dilakukan oleh Yücesu et al. 2006. Penelitian Yücesu dilakukan pada E0, E10, E20, E30, E40 dan E60 dengan kondisi AFR dengan $\lambda = 1$ (stoikiometri), beban penuh dan kondisi minimum advance timing for best torque (MBT). Hasil penelitian Yücesu menunjukkan bahwa, ketahanan terhadap knocking pada rasio kompresi yang tinggi dan waktu pengapian yang semakin maju sejalan dengan kadar etanol pada gasoline sehigga menguntungkan untuk mencapai MBT. Peningkatan rasio kompresi dan kadar etanol pada gasolin juga akan berpengaruh terhadap meningkatkan brake spesific fuel consumptions (bsfc) serta menurunkan temperatur gas buang[7].

Review tentang penggunaan campuran etanol-gasolin, kaitanya dengan rasio kompresi dan waktu pengapian terhadap karakteristik pembakaran dilakukan oleh Cooney et al. 2009. Hasil review Cooney menyatakan bahwa, walaupun etanol hanya memiliki dua per tiga kandungan energi dibandingkan dengan gasoline, namun etanol memiliki beberapa karakter yang sangat menguntungkan untuk IC Engine[2]. Keuntungan tersebut adalah nilai oktan yang lebih (gasoline; 91-99 RON, etanol 107 RON) dan kecepatan rambat api laminar yang lebih tinggi dari gasoline (gasolin 0,333 m/s, etanol 0,388 m/s). Peningkatan kadar etanol semakin tidak berpengaruh sejalan

dengan peningkatan rasio kompresi terhadap pencapaian MBT pada pemajuan waktu pengapian.

Penelitian tentang efek campuran etanol dengan gasolin tanpa timbal terhadap performansi engine dan emisi gas buang pada SI engine dilakukan oleh Koç et al. 2009. Koç menyatakan bahwa keuntungan penggunaan etanol sebagai bahan bakar adalah disamping merupakan bahan bakar yang terbarukan, etanol juga memiliki panas laten, nilai oktan dan temperatur nyala yang lebih tinggi dibanding dengan gasolin[11]. Hal ini berpengaruh positif terhadap performansi engine dan penurunan emisi gas buang. Penelitian Koç dilakukan pada putaran mesin 1000-5000 rpm dan 2 kondisi rasio kompresi (10:1 dan 1:1) dan kondisi throttle terbuka penuh / wide opened throttle (WOT). Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa penambahan ethanol pada gasolin tanpa timbal cenderung meningkatkan torsi, daya dan konsumsi bahan bakar serta ketahanan terhadap knocking dan cenderung menurunkan emisi CO, NOx dan HC[11].

Namun dari beberapa keuntungan penggunaan campuran etanol-gasolin diatas, pada kondisi start dingin terjadi beberapa masalah khususnya pada penggunaan campuran dengan kadar lebih dari 30 % basis volume[24]. Penelitian Chen menyatakan bahwa pada penggunaan campuran etanol sampai 30 % masih menunjukkan kondisi start dingin yang stabil, namun mulai kadar etanol 40 % start dingin dan putaran idle menunjukkan kondisi yang tidak stabil. Penelitian serupa juga dilakukan oleh B. Waluyo dan Saifudin 2014 yang menyatakan bahwa kemudahan start dingin penggunaan campuran etanol gasolin mulai terjadi masalah ketika campuran 30 % [25]. Semakin tinggi kadar etanol akan mempengaruhi AFR yang semakin miskin (lean combustion) dan juga menurunya RVP bahan bakar. Kondisi ini yang menyebabkan kondisi start dingin yang tidak setabil pada campuran etanol- gasolin kadar tinggi. Kondisi tidak stabil ini ditandai dengan tingginya emisi CO dan HC saat start dan putaran idle dingin.

Penelitian yang dilakukan oleh Sales & Sodré 2012 dengan memanaskan udara dan bahan bakar saat start dingin dengan menggunakan pemanas elektrik pada penggunaan campuran etanol-gasolin pada SI Engine. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa pemanasan awal udara dan bahan bakar pada penggunaan campuran etanol-gasoline secara simultan menurunkan emisi hidrokarbon dan karbonmonoksida khususnya pada 150 detik pertama setelah start dingin[19]. Pengurangan emisi HC dan CO penggunaan campuran etanol- gasoline pada saat start dingin juga bisa dilakukan melalui sistem split injections pada mesin yang sudah menggunakan teknologi fuel injections. Sistem split injections ini akan mampu mengkondisikan campuran miskin dan campuran kaya yang disesuaikan dengan kecepatan rambat api di ruang bakar[21].

2.2. Etanol Sebagai Bahan Bakar

Etanol merupakan senyawa tunggal dengan rumus kimia C_2H_5OH . Dikarenakan etanol mempunyai gugus hidroksil (OH), sehingga etanol bersifat polar. Berbeda dengan gasolin yang merupakan bahan bakar yang terdiri dari beberapa gugus hidrokarbon (lurus, bercabang dan hidrokarbon aromatik), bersifat nonpolar dan memiliki titik didih yang berbeda. Dalam kondisi atmosferik, etanol bersifat cair, tidak berwarna, mudah menguap (volatile) dan mudah terbakar. Etanol sebagai bahan bakar motor bensin mempunyai beberapa kelebihan yaitu: angka oktan yang tinggi, mampu diperbaharui dan memiliki efek polusi yang rendah[26]. Akan tetapi etanol juga mempunyai beberapa kekurangan yaitu; nilai kalor yang lebih rendah dari gasoline, bersifat higroskopis, dan mudah sekali bercampur dengan air dalam semua perbandingan. Perbandingan karakter fisik etanol dan gasoline disajikan pada tabel berikut,

Standarisasi etanol telah ditentukan oleh Pemerintah Republik Indonesia yang terbagi dalam 2 jenis, yaitu: SNI-06-3565-1994 untuk alkohol teknis dan SNI DT 27-0001-2006 untuk etanol terdenaturasi atau sebagai Fuel Grade Ethanol (FGE). Jenis etanol teknis mempunyai kandungan etanol antara 95% - 96.8% atau bisa disebut sebagai hydrous ethanol. Etanol terdenaturasi mempunyai kadar etanol minimum sebesar 99.5% atau biasa disebut sebagai anhydrous ethanol

Tabel 2.1 Perbandingan karakter fisik etanol dan gasoline[27].

Properties		Ethanol	Gasoline (typical)
Molar mass	(g/mol)	46.07	102.5
C	(%wt)	52.2	86.5
H	(%wt)	13.1	13.5
O	(%wt)	34.7	0
Density	(kg/m ³)	794	735-760
Latent heat of vaporization (kJ/kg)		854	289
Distillation	(°C)	78.4	30-190
Net heating value	(kJ/kg)	26805	42690
Net heating value	(kJ/l)	21285	32020
Stoichiometric ratio		8.95	14.4
RON		111	95
MON		92	85

Dari **Tabel 2.1** diatas menunjukkan bahwa etanol memiliki angka oktan sangat tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan etanol sebagai campuran atau substitusi bahan bakar memungkinkan dibuat engine dengan rasio kompresi lebih tinggi dan waktu pengapian yang besar. Rasio kompresi yang tinggi pada engine akan meningkatkan efisiensi thermal engine[28]. Campuran dan substitusi etanol dengan gasoline juga akan meningkatkan kadar oksigen bahan bakar, sehingga homogenitas campuran bahan bakar oksigen dan efisiensi volumetrik lebih baik. Hal ini akan mengakibatkan pembakaran yang lebih sempurna, sehingga cenderung menurunkan emisi HC dan CO[3]. Panas laten dari proses evaporasi etanol mempunyai efek positif dalam proses air cooling yang berefek meningkatkan jumlah udara masuk ruang bakar, namun berefek buruk pada start awal (cold start engine) dan kondisi putaran idle dalam kondisi dingin.

Sementara menurut Andersen et. al 2010 menyatakan bahwa penambahan lebih dari satu jenis alkohol pada gasoline akan sambat mungkin untuk menggeser (offset) RVP campuran bahan bakar dan mendapatkan RVP campuran bahan bakar yang setara dengan gasoline[20]. Semua campuran dari unsur liquid memiliki kekuatan tarik antar molekul pembentuknya[31]. Etanol merupakan cairan polar yang mampu berinteraksi dengan beberapa hidrokarbon yang mengarah ke pembentukan campuran azeotrope[3].

2.3. Campuran Zeotrope dan Azeotrope

Azeotropika didefinisikan sebagai sebuah campuran fluida cair dari dua atau lebih zat, dimana komposisi uap campuran sama dengan komposisi cairannya. Campuran mempunyai sifat azeotropika positif jika volatilitas campuran lebih tinggi dari volatilitas komponen penyusunya, dan mempunyai sifat azeotropika negatif jika sebaliknya. Sifat azeotropika campuran cenderung terbentuk antar cairan yang bersifat pelarut (solvent) dengan kelarutan yang berbeda karakteristik. Di dalam campuran azeotropik, campuran akan memiliki parameter kelarutan anomali serta titik didih berkurang dan tekan uap meningkat. Campuran dalam kondisi azeotrop akan dianggap sebagai zat tunggal dengan sifat yang berbeda dengan zat-zat pembentuknya.

2.4. Volatilitas bahan bakar

Salah satu parameter penting dari sifat bahan bakar untuk SI Engine yang berhubungan dengan sifat volatilitas bahan bakar adalah reid vapor pressure (RVP)[22]. Parameter ini merupakan kondisi tekanan uap di atas permukaan cairan pada suhu 100 ° F (37,8 ° C) dengan rasio volum fasa uap dan fasa cair dari cairan tersebut adalah 4: 1 (ASTM D 323) [20]. Tekanan uap dari suatu campuran ideal dapat didefinisikan menggunakan hukum Raoult's sebagaimana ditunjukkan pada persamaan 1., dimana P merupakan tekanan uap campuran, P_i tekanan uap cairan pembentuk i , dan x_i fraksi mol dari cairan pembentuk i .

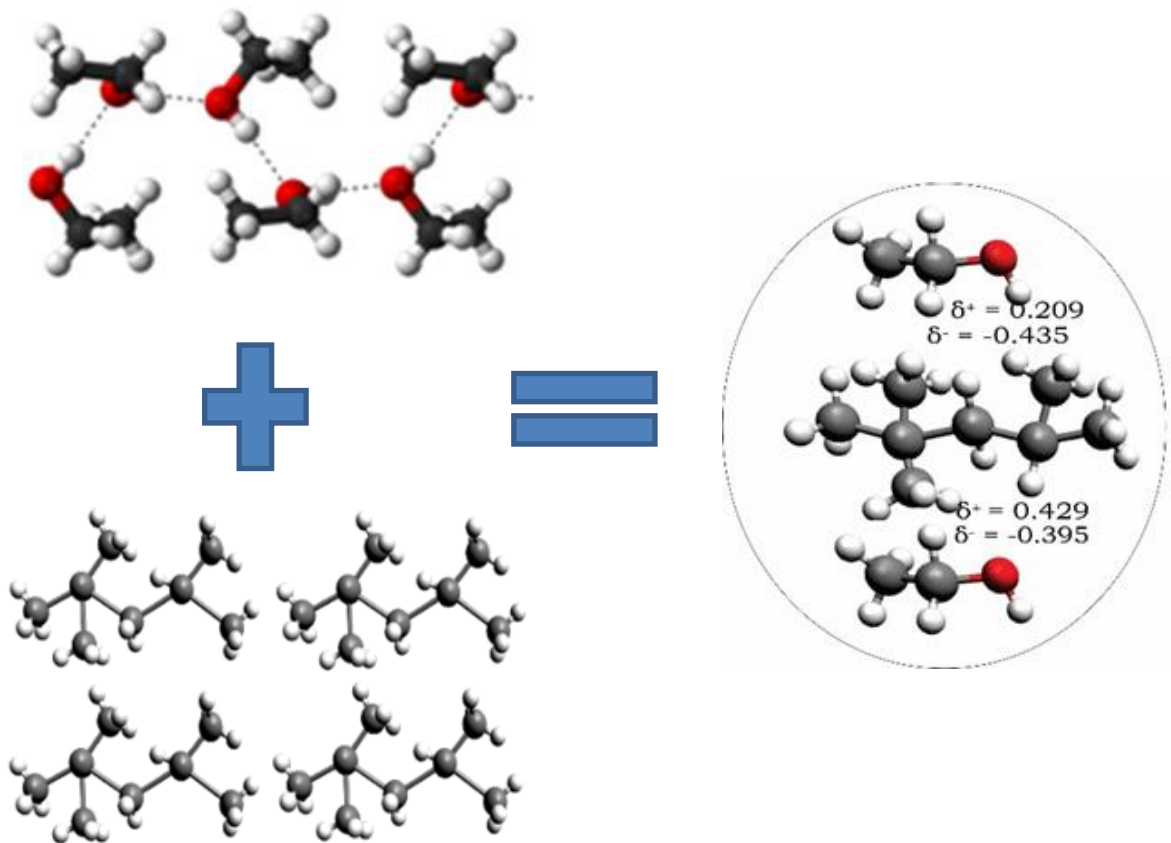
$$P = \sum P_i \cdot x_i \quad (1)$$

Campuran etanol dan beberapa gugus alkohol dengan hidrokarbon akan terjadi ikatan hidrogen antar molekulnya. Ikatan ini akan mengakibatkan penyimpangan dari kondisi campuran ideal yang disampaikan Raoult. Tekanan uap campuran akan lebih besar dari tekanan perhitungan Raoult khususnya pada daerah near azeotrope nya. Efek ini biasanya direpresentasikan oleh koefisien aktifasi γ_i sehingga Persamaan 1 menjadi,

$$P = \sum \gamma_i \cdot P_i \cdot x_i \quad (2)$$

2.5. Kerangka Konsep

Kerangka konsep penelitian secara bagan disampaikan pada Gambar 2.1 berikut.



Gambar 2.1 Kerangka konsep penelitian

BAB 3 TUJUAN DAN MANFAAT

3.1. Tujuan Khusus Penelitian

Tujuan khusus penelitian ini adalah untuk melakukan penilaian komposisi campuran isooctane-etanol yang berada pada (near) Azeotrope. Campuran ini ditandai oleh temperatur pendidihan campuran yang konstan (*single boiling temperature*) dan rendah.

3.2. Urgensi (Keutamaan) Penelitian

Urgensi penelitian ini adalah diperolehnya campuran bahan bakar dalam kondisi azeotrope sehingga didapat campuran bahan bakar yang menghasilkan dampak pembakaran yang lebih stabil dan konsisten.

3.3. Kontribusi (Manfaat) Terhadap Ilmu Pengetahuan

Manfaat penelitian ini terhadap ilmu pengetahuan adalah metode identifikasi baru campuran non-polar hidrokarbon (konvensional) dan polar etanol (*alternative fuel*). Konsep ini bisa diaplikasikan terhadap campuran gugus alkohol yang lain untuk mendapatkan kondisi azeotropenya.

BAB 4 METODE PENELITIAN

3.1. Persiapan campuran bahan bakar

Penelitian ini menggunakan senyawa isooctane (2,2,4-Trimethylpentane) dan etanol dengan nilai molar weight (MW) 114,23 dan 46,07 gram mol⁻¹ dan kemurnian 99,5% dan 99,7%. Isooctane dipasok oleh Merck, Jerman dan etanol dipasok oleh Smart-Lab, Indonesia. Kedua bahan bakar tersebut digunakan tanpa pemurnian tambahan. Sifat bahan bakar rinci yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

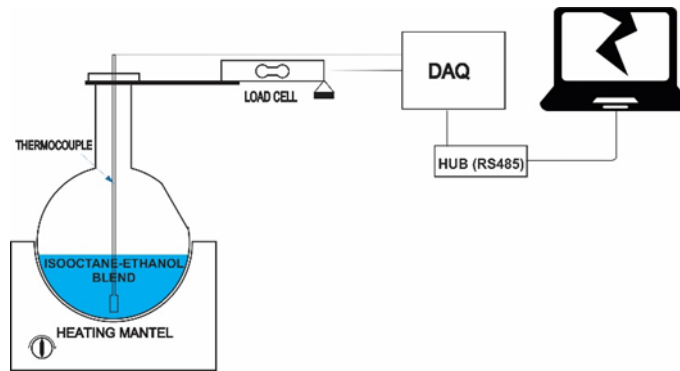
Tabel 4.1. Properti bahan bakar

Properties	Isooctane	Ethanol
Purity (%)	99.5	99.7
Chemical formula	C ₈ H ₁₈	C ₂ H ₅ OH
Boiling Temperature (°C)	98-100	78.3[2]
Enthalpy of evaporations at 25 °C (kJ kg ⁻¹)[37]	308	924.2
H/C ratio	2.25	3
O/C ratio	0.5	0
Low heating value (MJ kg ⁻¹)	44.4	26.83
Molecular Weight (gram mole ⁻¹)	114.23	46.07
Density @ 20 °C (kg L ⁻¹)	0.691-0.696	0.789-0792
Acidity	0.0003	0.0006
Vapor pressure at 20 °C (kPa)[38]	5.5	5.95
Oxygen content (wt%)[38]	0	34.73

Campuran yang digunakan dalam penelitian ini adalah I100E00, I95E05, dan I90E10, sampai dengan I00E100. Kode bahan bakar Ixx Eyy berarti campuran bahan bakar mengandung isooctane dan ethanol xx% dan yy% v / v masing-masing. Isooctane dicampur dengan etanol secara manual. Volume campuran isooctane dan etanol yang digunakan dalam penelitian ini adalah 50 sentimeter kubik (cc) untuk setiap pengambilan data. Pemanasan bahan bakar pada setiap pengujian dilakukan sampai mencapai suhu mendidih dan dihentikan sebelum bahan bakar di labu benar-benar menguap. Hal itu dilakukan untuk menghindari pecahnya kontainer bahan bakar akibat overheating.

3.2. Alat eksperimen

Percobaan ini dilakukan untuk mendapatkan suhu distilasi dan kurva uap bahan bakar campuran etanol-isooctane pada berbagai fraksi campuran. Analisis ini dilakukan dengan menempatkan campuran isooctane-ethanol pada labu 500 cc. Sebuah mantel pemanas listrik digunakan untuk memasok energi panas ke campuran bahan bakar. K tipe termokopel digunakan untuk mencatat perubahan suhu selama proses pemanasan. Sel beban digunakan untuk mendeteksi perubahan massa campuran isooctane-alcohol dalam labu bahan bakar. Oleh karena itu, labu mendidih harus digantung pada sel beban untuk mendeteksi pengurangan umur campuran bahan bakar. Penyiapan eksperimental disajikan pada Gambar 4.1. Tingkat penguapan dalam penelitian ini didefinisikan oleh penurunan massa per satuan waktu.



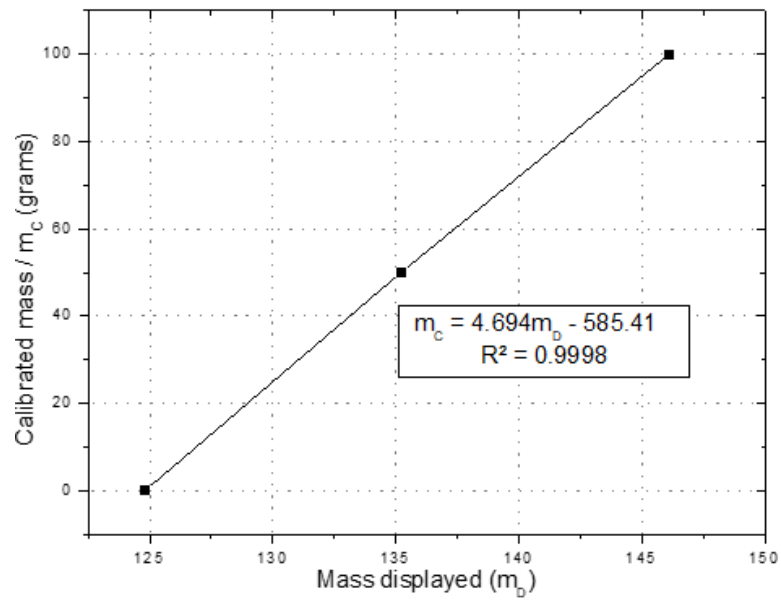
Gambar 4.1. Setup Penelitian

Percobaan ini dilakukan pada suhu kamar dan tekanan masing masing 26 oC dan 1 atm. Suhu awal campuran bahan bakar masing-masing pengambilan data dalam penelitian ini adalah 33 ° C untuk semua campuran. Pasokan energi panas dari pemanasan ke bahan bakar sekitar 30 watt

3.3. Akuisisi data

Gambar 2 menunjukkan bahwa perubahan suhu termokopel mengekspresikan perubahan karena pemanasan campuran bahan bakar, sementara sinyal sel beban menunjukkan perubahan massa akibat proses penguapan campuran bahan bakar. Evolusi suhu dan massa campuran bahan bakar diubah menjadi sinyal milivolt oleh termokopel dan sel beban. Kedua sinyal tersebut diproses oleh TM4-N2RB untuk ditransformasikan menjadi sinyal digital. Sinyal digital terhubung ke komputer pribadi melalui RS 485 Autonics SCM-US481. Data uji ditampilkan dan disimpan di komputer pribadi menggunakan perangkat lunak DAQ Master V1.6.3. Data kalibrasi dilakukan untuk mengevaluasi hasil pengukuran massa dengan menggunakan sel beban. Kalibrasi massa dilakukan dengan menggunakan tiga bobot standar 0, 50, dan 100 gram. Massa diukur ditampilkan pada komputer pribadi versus massa dikalibrasi seperti yang

ditunjukkan pada Gambar 4.2. Itu menunjukkan persamaan kalibrasi dapat diterima karena memiliki $R^2 = 0,9998$.

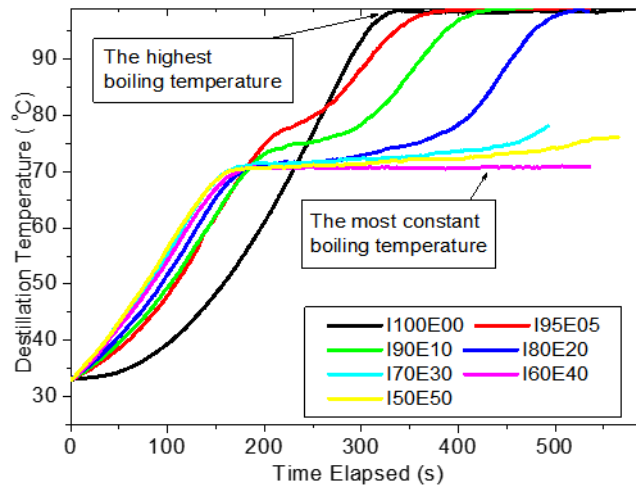


Gambar 4.2. Kalibrasi masa bahan bakar

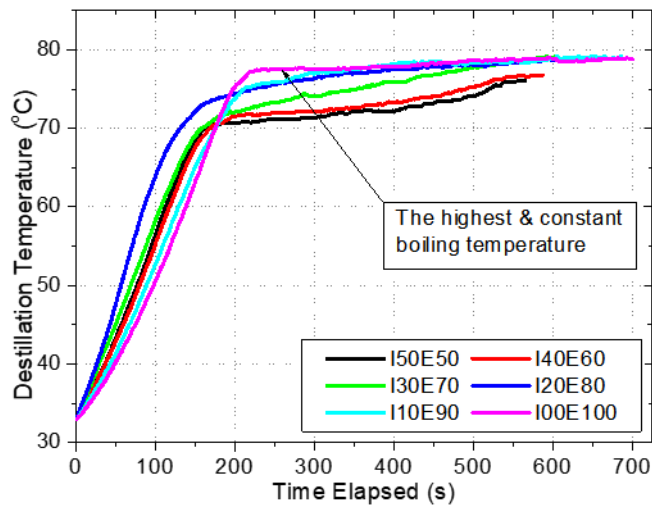
BAB 5 HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

5.1. Hasil Penelitian

5.1.1. Kurva temperature destilasi campuran isooktan-etanol.

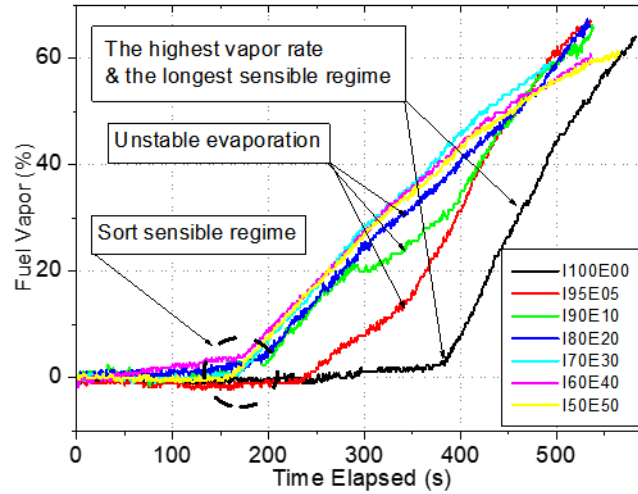


Gambar 5.1 Kurva temperature destilasi fraksi campuran etanol 0,5, 10, 20, 30, 40, dan 50 % v/v

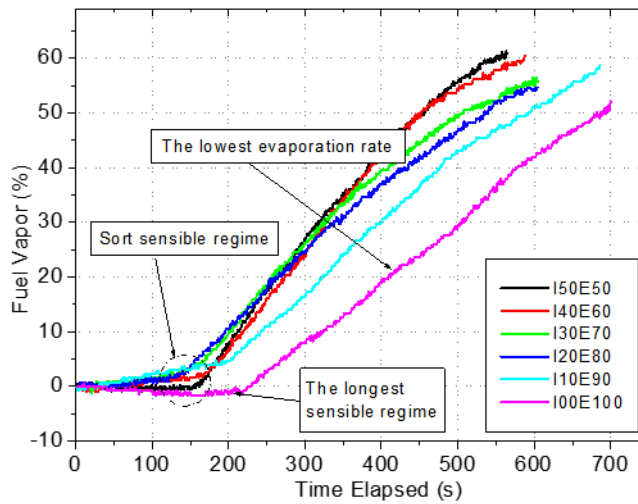


Gambar 5.2 Kurva temperature destilasi fraksi campuran etanol 50, 60, 70, 80, 90, dan 100 % v/v

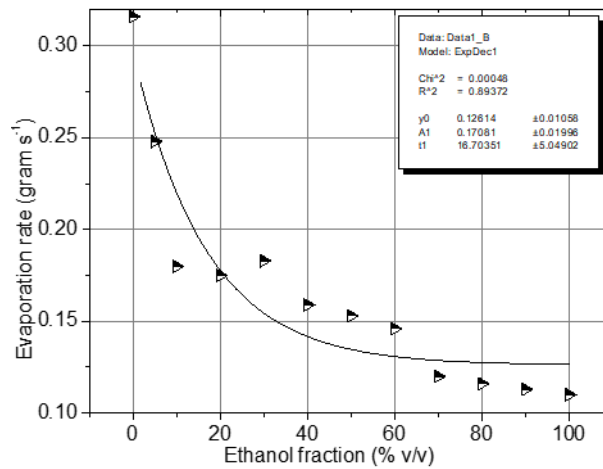
5.1.2. Uap campuran bahan bakar isooktan-etanol



Gambar 5.3 Kurva uap destilasi fraksi campuran etanol 0, 5, 10, 20, 30, 40 dan 50 %
v/v

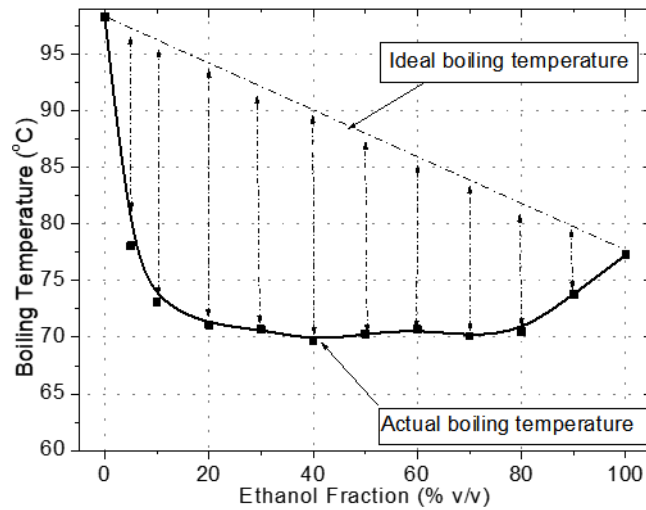


Gambar 5.4 kurva uap destilasi fraksi campuran etanol 50, 60, 70, 80, 90 dan
100 % v/v



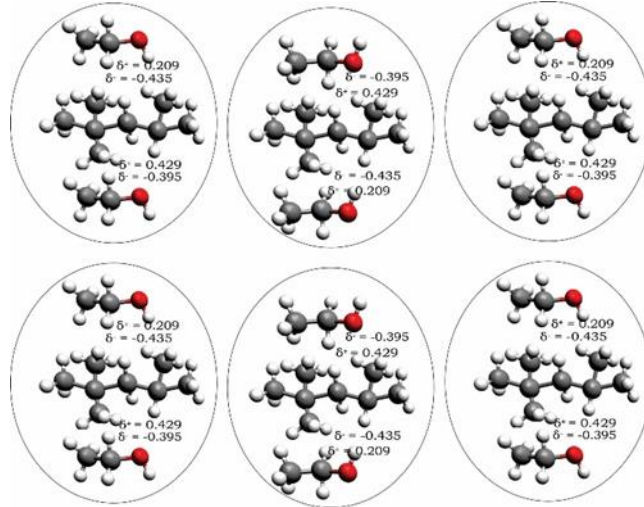
Gambar 5.5 Laju penguapan rata-rata berbagai fraksi campuran isooktan-etanol

5.1.3. Temperatur pendidihan berbagai fraksi campuran isooktan-etanol



Gambar 5.6 Temperatur didih berbagai fraksi campuran isooktan-etanol

5.1.4. Peran interaksi molekuler campuran isooctane-ethanol



Gambar 5.7 Model tumpukan molekul isooctane-ethanol untuk fraksi etanol 41,48% v/v

5.2. Luaran utama penelitian

Luaran utama kegiatan penelitian ini adalah manuscript dengan judul *Assessment of azeotrope points of isooctane-ethanol blend as an SI engine fuel*, telah “Accepted” di Fuel. Screenshoot bukti accepted jurnal yang dituju disajikan pada **Gambar 5.9** dan **Gambar 5.10** berikut,

home | main menu | submit paper | guide for authors | register | change details | log out

Contact us Help ?

Username: otobudy@ummgl.ac.id Switch To: Author Go to: [My FES Hub](#)

Version: EES 2017.11

Submissions with an Editorial Office Decision for Author Budi Waluyo, M.T.

Page: 1 of 1 (1 total completed submissions) Display 10 results per page.

Action	Manuscript Number	Title	Initial Date Submitted	Status Date	Current Status	Date Final Disposition	Final Disposition
View Submission R1 View Decision Letter Send E-mail	JFUE-D-17-03615	The role of molecule cluster on the azeotrope and boiling points of isooctane-ethanol blend	Sep 15, 2017	Oct 24, 2017	Completed - Accept	Oct 24, 2017	Accept

Page: 1 of 1 (1 total completed submissions) Display 10 results per page.

<< Author Main Menu

You should use the free Adobe Acrobat Reader 6 or later for best PDF Viewing results.

Gambar 5.8 Screenshoot bukti submit jurnal yang dituju

Date: Oct 24, 2017
To: "Budi Waluyo" otobudy@ummgl.ac.id, otobudyumm@gmail.com
cc: ;wardana@ub.ac.id; lilis_y@ub.ac.id; megasasongko@ub.ac.id
From: "Fuel" eesserver@eesmail.elsevier.com
Reply To: "Fuel" fuel@elsevier.com
Subject: Decision on Your Submission JFUE-D-17-03615R1

Fuel
Ref: JFUE-D-17-03615R1
Title: The role of molecule cluster on the azeotrope and boiling points of isooctane-ethanol blend
Authors: Budi Waluyo, M.T.; ING Wardana, Ph.D.; Lilis Yulianti, Dr. Eng; Mega N Sasongko, Dr. Eng
Article Type: Research paper

Dear otobudy,

I am pleased to confirm that your paper "The role of molecule cluster on the azeotrope and boiling points of isooctane-ethanol blend" has been accepted for publication in Fuel.

When your paper is published on ScienceDirect, you want to make sure it gets the attention it deserves. To help you get your message across, Elsevier has developed a new, free service called AudioSlides: brief, webcast-style presentations that are shown (publicly available) next to your published article. This format gives you the opportunity to explain your research in your own words and attract interest. You will receive an invitation email to create an AudioSlides presentation shortly. For more information and examples, please visit <http://www.elsevier.com/audioslides>.

Thank you for submitting your work to this journal.

Note: Your accepted manuscript will now be transferred to our production department and work will begin on creation of the proof. If we need any additional information to create the proof, we will let you know. If not, you will be contacted again in the next few days with a request to approve the proof and to complete a number of online forms that are required for publication.

With kind regards,

Zuohua Huang, Ph. D
Principal Editor
Fuel

Gambar 5.10 Screenshoot *Decision Letter* dari jurnal Fuel.

Sampai saat ini proses di publisher masih dalam proses publikasi pada departemen produksi elsvier seperti tersaji dalam screenshoot “*tracking article*” berikut,

ELSEVIER

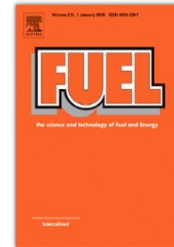
Log In Register

Track Your Accepted Article

The easiest way to check the publication status of your accepted article

The role of molecule cluster on the azeotrope and boiling points of isooctane-ethanol blend

Article reference	JFUE12500
Journal	Fuel
Corresponding author	Budi Waluyo
First author	Budi Waluyo
Received at Editorial Office	15 Sep 2017
Article revised	10 Oct 2017
Article accepted for publication	24 Oct 2017



ISSN 0016-2361

Last update: 24 Oct 2017

Share via email

Status comment

Bibliographic information

Gambar 5.9 Screenshoot poses publikasi di elsvier

5.3. Luaran tambahan penelitian

Luaran tambahan kegiatan penelitian ini Luaran tambahan dari kegiatan penelitian ini adalah “PATEN” sederhana tentang “ **Campuran Bahan Bakar Isooktane-Etanol yang Memiliki Satu Titik Didih**” telah didaftarkan di Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia, dan sampai saat ini masih dalam proses penilaian substantive. Bukti pendaftaran paten disajikan pada Gambar 5.12 berikut,

HKI.3.73627/2017***10. Permohonan Pemeriksaan Substantif Paten Sederhana*** 03/10/2017
 09:46:41***ZULFIKAR*** 350.000.00*** 40***03/10/2017 Terbit dengan:
 S00201706740/**

DEPARTEMEN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA R.I.
 DIREKTORAT JENDERAL
 HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL

Formulir Permintaan
Pemeriksaan Substantif Paten

Diisi oleh petugas
 Tanggal pengajuan :

Dengan ini saya/kami 1) :

(71) Nama : Universitas Muhammadiyah Magelang
 Alamat 2) : Jl. Mayjend bambang Sugeng km.05 Mertoyudan
 Magelang 56172

Warga Negara : Indonesia
 Telepon : 0293 326945
 NPWP : 01.247.164.5.-524.000

Diisi oleh petugas
 []

Gambar 5.102 Screenshoot pendaftaran PATEN di Kemenhumham RI

BAB 6 KESIMPULAN

Kegiatan penelitian disertasi doctor ini telah menghasilkan fakta-fakta baru yang diharapkan bisa mengungkap fenomena penyimpangan campuran isooktan nonpolar dan etanol polar terkait tekanan uap campuran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa induksi dipol dua molekul etanol mengubah molekul isooctane non-polar menjadi molekul polar. Kedua molekul etanol dan molekul isooctane yang diinduksi mengikat sangat kuat dalam sekumpulan molekul sehingga menjadi seperti satu zat tunggal. Penelitian ini menghasilkan temuan penting bahwa campuran isooctane-ethanol azeotrope terjadi pada fraksi etanol 41,48% v / v.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Chen and K. Nishida, "Spray evaporation of ethanol–gasoline-like blend and combustion of ethanol–gasoline blend injected by hole-type nozzle for direct-injection spark ignition engines," *Fuel*, vol. 134, pp. 263–273, 2014.
- [2] C. P. Cooney, Yeliana, J. J. Worm, and J. D. Naber, "Combustion Characterization in an Internal Combustion Engine with Ethanol–Gasoline Blended Fuels Varying Compression Ratios and Ignition Timing," *Energy Fuels*, vol. 23, no. 5, pp. 2319–2324, 2009.
- [3] N. Jeuland, X. Montagne, and X. Gautrot, "Potentiality of Ethanol As a Fuel for Dedicated Engine," *Oil Gas Sci. Technol.*, vol. 59, no. 6, pp. 559–570, 2004.
- [4] M. Ghazikhani, M. Hatami, B. Safari, and D. D. Ganji, "Experimental investigation of performance improving and emissions reducing in a two stroke SI engine by using ethanol additives," *Propuls. Power Res.*, vol. 2, no. 4, pp. 276–283, 2013.
- [5] M. K. Balki and C. Sayin, "The effect of compression ratio on the performance, emissions and combustion of an SI (spark ignition) engine fueled with pure ethanol, methanol and unleaded gasoline," *Energy*, vol. 71, pp. 194–201, 2014.
- [6] W.-D. Hsieh, R.-H. Chen, T.-L. Wu, and T.-H. Lin, "Engine performance and pollutant emission of an SI engine using ethanol–gasoline blended fuels," *Atmos. Environ.*, vol. 36, no. 3, pp. 403–410, 2002.
- [7] H. S. Yücesu, T. Topgül, C. Çınar, and M. Okur, "Effect of ethanol–gasoline blends on engine performance and exhaust emissions in different compression ratios," *Appl. Therm. Eng.*, vol. 26, no. 17–18, pp. 2272–2278, 2006.
- [8] S. Polat, "An experimental study on combustion, engine performance and exhaust emissions in a HCCI engine fuelled with diethyl ether–ethanol fuel blends," *Fuel Process. Technol.*, vol. 143, pp. 140–150, 2016.
- [9] G. Najafi, B. Ghobadian, T. Yusaf, S. M. Safieddin Ardebili, and R. Mamat, "Optimization of performance and exhaust emission parameters of a SI (spark ignition) engine with gasoline–ethanol blended fuels using response surface methodology," *Energy*, vol. i, 2015.
- [10] N. Türköz, B. Erkuş, M. İhsan Karamangil, A. Sürmen, and N. Arslanoğlu, "Experimental investigation of the effect of E85 on engine performance and emissions under various ignition timings," *Fuel*, vol. 115, pp. 826–832, 2014.
- [11] M. Koç, Y. Sekmen, T. Topgül, and H. S. Yücesu, "The effects of ethanol–unleaded gasoline blends on engine performance and exhaust emissions in a spark-ignition engine," *Renew. Energy*, vol. 34, no. 10, pp. 2101–2106, 2009.
- [12] B. M. Masum, H. H. Masjuki, M. A. Kalam, I. M. Rizwanul Fattah, S. M. Palash, and M. J. Abedin, "Effect of ethanol–gasoline blend on NO_x emission in SI engine," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 24, pp. 209–222, 2013.

- [13] C. A. Srinivasan and C. G. Saravanan, "Study of Combustion Characteristics of an SI Engine Fuelled with Ethanol and Oxygenated Fuel Additives," vol. 1, no. x, pp. 85–91, 2010.
- [14] M. Ghazikhani, M. Hatami, B. Safari, and D. Domiri Ganji, "Experimental investigation of exhaust temperature and delivery ratio effect on emissions and performance of a gasoline–ethanol two-stroke engine," *Case Stud. Therm. Eng.*, vol. 2, pp. 82–90, 2014.
- [15] C. Ji, C. Liang, Y. Zhu, X. Liu, and B. Gao, "Investigation on idle performance of a spark-ignited ethanol engine with dimethyl ether addition," *Fuel Process. Technol.*, vol. 94, no. 1, pp. 94–100, 2012.
- [16] S. Iliiev, "A Comparison of Ethanol and Methanol Blending with Gasoline Using a 1- D Engine Model," *Procedia Eng.*, vol. 100, pp. 1013–1022, 2015.
- [17] L. Sileghem, a. Coppens, B. Casier, J. Vancoillie, and S. Verhelst, "Performance and emissions of iso-stoichiometric ternary GEM blends on a production SI engine," *Fuel*, vol. 117, no. PART A, pp. 286–293, 2014.
- [18] P. Iodice and A. Senatore, "Cold start emissions of a motorcycle using ethanol- gasoline blended fuels," *Energy Procedia*, vol. 45, pp. 809–818, 2014.
- [19] L. C. Monteiro Sales and J. R. Sodré, "Cold start characteristics of an ethanol-fuelled engine with heated intake air and fuel," *Appl. Therm. Eng.*, vol. 40, pp. 198–201, 2012.
- [20] V. F. Andersen, J. E. Anderson, T. J. Wallington, S. A. Mueller, and O. J. Nielsen, "Vapor Pressures of Alcohol–Gasoline Blends," *Energy & Fuels*, vol. 24, no. 6, pp. 3647–3654, 2010.
- [21] F. Zhang, R. Yu, and X. S. Bai, "Effect of split fuel injection on heat release and pollutant emissions in partially premixed combustion of PRF70/air/EGR mixtures," *Appl. Energy*, vol. 149, pp. 283–296, 2015.
- [22] M. Pospisil, Z. Muzikova, and G. Sebor, "Volatility and Distillation Properties of Ethanol-Petrol Blends," *Goriva I Maz.*, vol. 46, no. 4, pp. 335–354, 2007.
- [23] S. Pukalskas and J. Grabys, "Influence of Composition of Gasoline – Ethanol Blends on Parameters of Internal Combustion Engine," *J. KONES Intern. Combust. Engines*, vol. 10, pp. 3–4, 2003.
- [24] R.-H. Chen, L.-B. Chiang, C.-N. Chen, and T.-H. Lin, "Cold-start emissions of an SI engine using ethanol–gasoline blended fuel," *Appl. Therm. Eng.*, vol. 31, no. 8–9, pp. 1463–1467, 2011.
- [25] B. Waluyo and Saifudin, "Identifikasi Penyesuaian Minor Mesin Penggunaan Bakar Etanol-Premium Kadar Tinggi pada SI Engine," in *SEMNASTEK*, 2014, no. November, pp. 1–4.
- [26] A. Setiyawan, "Fakultas teknik program studi teknik kimia depok juni 2011," Depok, 2012.

- [27] I. G. Wiratmaja, "Pengujian Karakteristik Fisika Biogasoline Sebagai Bahan Bakar Alternatif Pengganti Bensin Murni," *J. Ilm. Tek. Mesin Cakra M*, vol. 4, no. 2, pp. 145–154, 2010.
- [28] J. B. Heywood, *Internal Combustion Engine Fundamentals*, vol. 21. 1988.
- [29] Y.-J. Kim, "a Knowledge-Based Expert System for the Prediction of," *Korean Journals Chem. Eng.*, vol. 16, no. 1, pp. 1–11, 1999.
- [30] H. A. K. Shahad, M. A. R. S. Al-baghdadi, and H. R. Abdol-hamid, "Ethanol as an octane enhancer for the commercial gasoline fuels," *Iraqi J. Mech. Mater. Eng.*, vol. 8, no. 2, pp. 96–109, 2008.
- [31] P. Prajapati, V. Vaghela, D. Rawtani, H. Patel, J. Kubavat, and D. Baraiya, "Azeotropic mixture used for development and validation of Lornoxicam in bulk and its tablet dosage form by spectrophotometric method," *J. Pharm. Anal.*, vol. 2, no. 4, pp. 306–309, 2012.

Lampiran 1. Bukti *Letter of Decision* dari jurnal Fuel.

Date: Oct 24, 2017
To: "Budi Waluyo" otobody@ummgl.ac.id,otobodyumm@gmail.com
cc: ;wardana@ub.ac.id;lilis_y@ub.ac.id;megasasongko@ub.ac.id
From: "Fuel" eesserver@eesmail.elsevier.com
Reply To: "Fuel" fuel@elsevier.com
Subject: Decision on Your Submission JFUE-D-17-03615R1

Fuel
Ref: JFUE-D-17-03615R1
Title: The role of molecule cluster on the azeotrope and boiling points of isooctane-ethanol blend
Authors: Budi Waluyo, M.T.; ING Wardana, Ph.D; Lilis Yulianti, Dr. Eng; Mega N Sasongko, Dr. Eng
Article Type: Research paper

Dear otobody,

I am pleased to confirm that your paper "The role of molecule cluster on the azeotrope and boiling points of isooctane-ethanol blend" has been accepted for publication in Fuel.

When your paper is published on ScienceDirect, you want to make sure it gets the attention it deserves. To help you get your message across, Elsevier has developed a new, free service called AudioSlides: brief, webcast-style presentations that are shown (publicly available) next to your published article. This format gives you the opportunity to explain your research in your own words and attract interest. You will receive an invitation email to create an AudioSlides presentation shortly. For more information and examples, please visit <http://www.elsevier.com/audioslides>.

Thank you for submitting your work to this journal.




Note: Your accepted manuscript will now be transferred to our production department and work will begin on creation of the proof. If we need any additional information to create the proof, we will let you know. If not, you will be contacted again in the next few days with a request to approve the proof and to complete a number of online forms that are required for publication.

With kind regards,

Zuohua Huang, Ph. D
Principal Editor
Fuel

Lampiran 2. Bukti Pendaftaran Paten

S00201706740*** 03/10/2017 09:43:11***ZULFIKAR*** 250.000.000***03/10/2017

DEPARTEMEN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
DIREKTORAT JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL

Formulir Permohonan Paten

<p>Diisi oleh petugas Tanggal pengajuan : Nomor permohonan :</p>	
<p>Dengan ini saya/kami ¹⁾ :</p> <p>(71) Nama : Universitas Muhammadiyah Magelang Alamat ²⁾ : Jl. Mayjend bambang Sugeng km.05 Mertoyudan Magelang 56172</p> <p>Warga Negara : Indonesia Telepon : 0293 326945 NPWP : 01.247.164.5.-524.000</p>	
<p>mengajukan permohonan paten/paten sederhana</p>	<p>[]</p>
<p>yang merupakan permohonan paten Internasional/PCT dengan nomor : -</p>	
<p>(74) melalui/tidak melalui *) Konsultan Paten Nama Badan Hukum ³⁾ : - Alamat Badan Hukum ²⁾ : -</p> <p>Nama Konsultan Paten : - Alamat ²⁾ : -</p> <p>Nomor Konsultan Paten : - Telepon/Fax : -</p>	<p>[]</p>
<p>(54) dengan judul invensi : CAMPURAN ISOOKTAN DAN ETANOL YANG MEMILIKI SATU TITIK DIDIH</p>	<p>[]</p>
<p>Permohonan paten ini merupakan pecahan dari permohonan paten nomor :</p>	<p>[]</p>