



Uji Ketahanan Korosi Tangki Bahan Bakar Dengan Metode Gravimetri pada Kendaraan berbahan bakar Ethanol

Corrosion Resistance Test Using Gravimetric Method on Fuel Tanks of Ethanol Fuel Vehicles

Muji Setiyo^{1*}, Saifudin¹, Abdul Wahid Jamin², Rifqi Nugroho², Muhammad Rizal I²,

¹Progam Studi Mesin Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Magelang

²Laboratorium Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Magelang
Jl. Mayjend Bambang Soegeng km.05 Mertoyudan Magelang, Indonesia

Received 05 July 2017; Revised 05 September 2017; Accepted 05 October 2017, Published 31 October 2017

<http://dx.doi.org/10.21063/JTM.2017.V7.63-67>

Academic Editor: Asmara Yanto (asmarayanto@yahoo.com)

Correspondence should be addressed to setiyo.muji@ummgl.ac.id

Copyright © 2017 M. Setiyo. This is an open access article distributed under the [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Abstract

In the next few decades, ethanol will take on the role of replacing fossil fuels. However, for direct application to the existing vehicles, an assessment of the corrosion resistance of the fuel tank is required. Therefore, this paper presents the results of corrosion resistance investigation of fuel tanks due to the application of ethanol. A Gravimetric method is used to test the corrosion. Ethanol is mixed with NaCl at various percentages as a corrosive medium. The test results show that the fuel tank has good resistance to corrosion due to ethanol use.

Keywords: Ethanol fuel, Gravimetric, Corrosion rate

1. Pendahuluan

Dalam beberapa dekade terakhir, ketersediaan bahan bakar fosil telah menjadi perhatian banyak pemangku kepentingan, mulai dari produsen, pembuat kebijakan, pelaku bisnis, akademisi, sampai dengan konsumen [1], [2]. Produk minyak mentah dari ladang produksi saat ini mungkin telah melewati produksinya (*peak oil*). Issue *peak oil* ini akan menyebabkan minyak menjadi langka, biaya produksi dan permintaan minyak akan meningkat, sementara pasokan menjadi terbatas [3-5]. Selain produksi minyak, isu krisis lain adalah perubahan iklim global yang disebabkan oleh pembakaran bahan bakar fosil. Jika tidak dikendalikan, biaya dan tantangan pengurangan emisi gas rumah kaca (GRK) akan meningkat seiring berjalannya waktu.

Untuk mengatasi perubahan iklim dan emisi gas rumah kaca tersebut, salah satu cara yang efektif adalah segera bertindak untuk mengganti bahan bakar fosil dengan bahan bakar terbarukan,

seperti ethanol untuk mesin *Spark Ignition* (SI) dan mesin *Compression Ignition* (CI) [6]. Penerapan ethanol pada mesin SI relatif lebih mudah dan bisa diterima oleh semua jenis *Light Duty Vehicles* (LDVs). Namun, aplikasi pada mesin CI harus dengan beberapa modifikasi mesin dan penggunaan *enhancer cetane* [7].

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, penggunaan ethanol dimulai dari kesadaran akan menipisnya cadangan minyak bumi [1], [2]. Di sisi lain, penggunaan ethanol adalah untuk meningkatkan kualitas udara, terutama di daerah perkotaan [8]. Dalam dekade terakhir, produksi ethanol untuk sektor kendaraan terus meningkat [9],[10], yang berarti dampak positif pada ekonomi lokal dan regional mulai terlihat [8]. Namun, produksi dalam skala besar akan terkendala oleh ketersediaan lahan untuk memproduksi bahan pangan. Ethanol umumnya digunakan sebagai campuran bensin dalam konsentrasi 5% sampai 85% (E5, E85) [7], atau sebagai bahan bakar *fully dedicated*.

Penggunaan Ethanol telah menjadi kebijakan energi di beberapa negara seperti Brazil, Amerika Serikat, Argentina, dan beberapa negara di Amerika dan Eropa.

Awalnya, kendaraan yang dijalankan dengan ethanol menghasilkan daya lebih kecil dari pada penggunaan bensin murni. Sejalan dengan kegiatan penelitian dan pengembangan untuk meningkatkan rasio kompresi, waktu injeksi, penyesuaian minor pada komponen mesin, dan waktu pengapian, masalah hilangnya daya dapat dikurangi [11]. Selain itu, kemampuan bakar ethanol tidak sekuat bensin, yang berarti ada masalah saat musim dingin atau dalam cuaca sangat dingin. Namun, ada solusi untuk masalah ini, termasuk menambahkan aditif atau menyesuaikan campuran pada saat start pada kondisi dingin [7]. Baru baru ini, sebuah campuran ethanol dengan bensin yang menghasilkan temperatur penguapan yang sama telah ditemukan oleh Budi Waluyo [12].

Sebagai bahan bakar alternatif, ethanol memiliki keuntungan yaitu dapat diperbaharui dan memiliki nilai oktan lebih tinggi dari bensin. Hal ini dimungkinkan untuk menerapkan ethanol pada mesin dengan rasio kompresi tinggi (sampai 19,5) untuk meningkatkan efisiensi termal dan emisi gas buang. Padahal, untuk aplikasi ethanol dengan konsentrasi tinggi, modifikasi yang dibutuhkan tidak hanya di rasio kompresi tapi juga pada beberapa komponen mesin agar kendaraan bisa berjalan lancar dan mencegah kerusakan. Dalam sebuah penelitian, dengan sistem kontrol mesin yang kompleks dan sistem exhaust resirkulasi yang dioptimalkan, mobil berjalan pada E50 mampu menghasilkan efisiensi bahan bakar yang setara dengan mobil bensin [13]. Tabel 1 menyajikan komponen mesin kendaraan yang harus disesuaikan dalam penerapan ethanol dari konsentrasi rendah sampai tinggi [14].

Tabel 1. Penyesuaian komponen mesin SI terhadap penggunaan ethanol

Kadar ethanol	Jenis kendaraan	Penyesuaian yang dibutuhkan
≤ 5%	Semua kendaraan	tidak perlu modifikasi
E5-E10	Semua kendaraan kurang dari 20 tahun	diperlukan modifikasi pada <i>carburetor</i>
E10-E25	Kendaraan yang dirancang khusus untuk aplikasi ethanol	<i>carburator, injector, fuel pump, pressure regulator, fuel filter, ignition system, evaporation system, fuel tank, catalitic conerter</i>
E25-E85	Kendaraan yang dirancang khusus untuk aplikasi ethanol	<i>carburator, injector, fuel pump, pressure regulator, fuel filter, ignition system, evaporation system, fuel tank, catalitic conerter, engine oil, intake system, exhaust system</i>
E85-E100	Kendaraan yang dirancang khusus untuk aplikasi ethanol	<i>carburator, injector, fuel pump, pressure regulator, fuel filter, ignition system, evaporation system, fuel tank, catalitic conerter, engine oil, intake system, exhaust system, cold start system</i>

Namun, ethanol mengandung unsur yang larut dan tidak larut [15]. Unsur yang mudah larut adalah ion klorida yang memiliki sifat korosif. Ion ini akan menyerang lapisan anti karat pada logam sehingga akan menimbulkan korosi dan meningkatkan konduktivitas bahan bakar. Elemen larut, seperti aluminium hidroksida, akan menyumbat sistem bahan bakar. Ethanol bersifat higroskopik yang menyerap uap air secara langsung dari atmosfer. Kandungan air dalam ethanol akan menurunkan energi pembakaran dan menyebabkan *knocking* pada mesin. Untuk menghindari risiko tersebut, ethanol harus disegel selama penyimpanan. Namun, akan menjadi sulit karena di dalam tangki bahan bakar harus disediakan katup ventilasi untuk mencegah kevakuman.

Korosi akan merusak logam, termasuk tangki bahan bakar, komponen sistem bahan bakar yang terbuat dari plastik dan karet, injektor, dan

deposit. Pada tahun 2001, beberapa model kendaraan yang menggunakan bahan bakar alkohol di Jepang dilaporkan mengalami kebocoran bahan bakar dan terbakar akibat korosi pada komponen sistem bahan bakar yang terbuat dari aluminium. Kemudian, investigasi dilakukan oleh tim. Untuk membuktikannya, uji perendaman dilakukan pada logam dan bahan lain yang digunakan pada sistem bahan bakar untuk menentukan ketahanan terhadap korosi pada ethanol yang terkandung dalam bahan bakar. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa konsentrasi ethanol yang tinggi menyebabkan korosi pada komponen sistem bahan bakar yang terbuat dari aluminium [16]. Studi lain yang berkaitan dengan efek ethanol terhadap korosi tangki dan pipa bahan bakar juga telah dilakukan oleh Singh, Rawat, dan Kane [17- 19].

Pada tahun 2015, Tim Laboratorium Mesin Bensin dan Mesin Diesel Universitas

Muhamadiyah Magelang telah menguji tingkat korosi tangki bahan bakar karena penggunaan E10 sampai E30. Metode yang digunakan adalah dengan metode perendaman konvensional terhadap sampel tangki bahan bakar selama dua bulan. Setiap minggu sampel dikeluarkan, dibersihkan, dan diperiksa pengurangan beratnya. Namun, metode ini belum memberikan data tingkat korosi yang valid karena keterbatasan peralatan [20]. Oleh karena itu, sebagai tindak lanjut dari penelitian sebelumnya, penelitian ini bertujuan menguji ketahanan korosi tangki bahan bakar ethanol menggunakan metode Gravimetric pada Laboratorium terstandar.

2. Metode

A. Penyiapan Spesimen

Dalam penelitian ini, sebuah tangki dipotong menjadi spesimen uji. Sebagian dari spesimen tersebut dilakukan uji komposisi material dengan metode uji IK 5.4-1-1. Hasil pengujian komposisi material menunjukkan bahwa material tangki bahan bakar yang diuji adalah Grade Fe_U_100. Kemudian sebagian potongan tangki yang lain dibentuk dalam bentuk persegi empat seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 1. Permukaan spesimen tersebut dihaluskan dengan kertas amplas ukuran 1000 mesh.



Gambar 1. Spesimen uji

B. Media Korosi

Selanjutnya adalah menyiapkan media pelarut untuk menguji ketahanan spesimen terhadap korosi. Pelarut yang digunakan adalah campuran ethanol dengan bensin dengan variasi campuran E10 sampai E90, setiap kenaikan 10% volume seperti disajikan dalam Gambar 2 sebagai berikut.



Gambar 2. Media pelarut (E10 – E90)

C. Metode dan Prosedur Pengujian

Untuk menguji ketahanan korosi tangki, setiap spesimen dimasukkan kedalam larutan yang berbeda. Dengan cara ini, spesimen yang telah ditimbang sebelumnya dicelup kedalam larutan. Setelah beberapa waktu, spesimen diangkat, dibersihkan, dan ditimbang kembali untuk dievaluasi pengurangan bobotnya.

3. Hasil dan Pembahasan

A. Hasil Uji korsi

Dalam penelitian ini, pengujian korosi dilakukan secara bersamaan, dimana 9 sampel dilakukan perendaman pada waktu yang sama. Pengujian dengan gravimetri dilakukan di Laboratorium Team Afiliasi dan Konsultasi Industri (TAKI), Teknik Kimia ITS selama 2 x 24 jam. Hasil ujinya disajikan dalam Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil uji korosi spesimen tangki dengan metode gravimetri

Kode contoh	Hasil analisa :Laju korosi logam besi terhadap campuran ethanole dan premium selama 2 x 24 jam (ppm)
E-10	0,000
E-20	0,000
E-30	0,000
E-40	0,000
E-50	0,000
E-60	0,000
E-70	0,000
E-80	0,000
E-90	0,000

B. Analisis Ketahanan Tangki

Dari hasil pengujian sebagaimana disajikan dalam Tabel 2, diketahui bahwa tidak terjadi pengurangan massa selama perendaman. Ini berarti tidak terjadi lahu korosi (tidak terbaca). Selanjutnya, dilakukan penilaian terhadap ketahanan tangki. Penilaian dibagi dalam 6 kategori masing masing adalah outstanding, excellent, good, fair, poor, dan unacceptable. Parameter yang digunakan untuk menilai disajikan dalam tabel 5 sebagai berikut.

Table 3. Matrik penilaian ketahanan korosi [21]

Relative Corrosion Resistance	Approximate Metric Equivalent				
	mpy	mm/year	µm/yr	nm/yr	pm/sec
Outstanding	< 1	< 0.02	< 25	< 2	< 1
Excellent	1 – 5	0.02 – 0.1	25- 100	2 – 10	1 – 5
Good	5 – 20	0.1 – 0.5	100 – 500	10 – 50	5 – 20
Fair	20 – 50	0.5 – 1	500 – 1000	50 – 100	20 – 50
Poor	50 – 200	1 – 5	1000 – 5000	150 – 500	50 – 200
Unacceptable	200+	5+	5000+	500+	200+

Dari Tabel 2 dan Tabel 3, sebuah analisis dari hasil pengujian korosi ini dapat diberikan bahwa laju korosi pada tangki bahan bakar yang terbuat dari logam Fe_U_100 tidak terdeteksi melalui uji gravimetri.

4. Kesimpulan

Serangkaian pengujian menunjukkan bahwa tangki bahan bakar memiliki ketahanan yang baik terhadap serangan korosi akibat pemakaian ethanol. Metode gravimetri menunjukkan hasil pengukuran korosinya adalah 0,00. Artinya, tangki bahan bakar Fe_U_100 memiliki ketahanan yang sangat baik terhadap korosi.

Ucapan Terimakasih

Penelitian ini merupakan bagian dari project pengembangan bahan bakar alternatif di Laboratorium Otomotif Universitas Muahmmadiyah Magelang. Untuk itu, diucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah terlibat.

Referensi

- [1] U. G. Akpan, A. A. Alhakim, and U. J. J. Ijah, "Production of ethanol fuel from organic and food wastes," *Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies*, vol. 7, no. 13, pp. 001–011, 2008.
- [2] I. K. Adam, A. Galadima, and A. I. Muhammad, "Biofuels in the Quest for Sustainable Energy Development," *Journal of Sustainable Development*, vol. 4, no. 3, pp. 10–19, 2011.
- [3] H. Carlsson and P. Fenton, "BioEthanol for Sustainable Transport - Results and recommendations from the European Best project," Stockholm, 2010.
- [4] IEA, "World Energy Outlook 2015," Paris, 2015.
- [5] S. Sorrell, J. Speirs, R. Bentley, A. Brandt, and R. Miller, *Global Oil Depletion: An Assessment of the Evidence for a Near-*

term Peak in Global Oil Production, vol. 38, no. 9. 2009.

- [6] EAA, "Annual report 2008 and Environmental statement 2009," Copenhagen, 2009.
- [7] I. E. A. ETSAP, "Ethanol Internal Combustion Engines," *Technology Brief T06*, no. June, pp. 1–6, 2010.
- [8] U.S Department of Energy, "Low-Level Ethanol Fuel Blends," *Clean Cities*, no. April, 2005.
- [9] EPURE, "European Renewable Ethanol: State of the Industry Report," *Energy*, no. August, 2015.
- [10] Renewable Fuels Association, *2016 Ethanol Industry Outlook*. Washington, DC: RFA, 2016.
- [11] B. Waluyo and Saifudin, Identifikasi Penyesuaian Minor Mesin Penggunaan Bahan Bakar Ethanol-Premium Kadar Rendah Pada Spark Ignition (SI) Engine, in *Semnastek*, 2014, no. Nov, pp. 1–4.
- [12] B. Waluyo, I. N. G. Wardana, L. Yuliani, and M. N. Sasongko, "The role of molecule cluster on the azeotrope and boiling points of isooctane-ethanol blend," *Fuel*, vol. 215 (2018), pp. 178-186, 2018.
- [13] M. Bakenhus, "Economical , High-Efficiency Engine Technologies for Alcohol Fuels," *American Energy Independence*, 2016.
- [14] The Royal Society, "Sustainable biofuels: prospects and challenges," 2008.
- [15] N. D. Brinkman, R. Halsall, Scott W. Jorgensen, and J. E. Kirwan, "The Development of Improved Fuel Specifications for Methanol (M85) and Ethanol (Ed85)," *SAE Technical Paper*, vol. 1994-3-1, 1994.
- [16] A. Kameoka, K. Nagai, G. Sugiyama, and T. Seko, "Effect of Alcohol Fuels on Fuel-Line Materials of Gasoline Vehicles," *Powertrain & Fluid Systems Conference & Exhibition Technical Papers*, no. 2005-01-3708. 2005.
- [17] R. Singh, "Ethanol Corrosion in Pipelines," *Material Performance*, no. May, pp. 9–11, 2009.
- [18] J. Rawat, P. V. C. Rao, and N. V Choudary, "Effect of Ethanol-Gasoline Blends on Corrosion Rate in the Presence of Different Materials of Construction used for Transportation," *SAE Technical Paper*, vol. 2008-28-1, no. November, 2008.

- [19] R. D. Kane, “Ethanol and Stress Corrosion Cracking in Petroleum Storage Tanks,” *NACE Corrosion Conference and Expo*, pp. 1–16, 2009.
- [20] L. Fahmi and M. Setiyo, "Pengaruh campuran ethanol pada laju korosi tangki bahan bakar" in *Semnastek*, 2015, no. November, pp. 1–6.
- [21] M. Fontana, *Corrosion Engineering*, New York: McGraw-Hill, 1987.