

SIMULASI COMPUTATION FLUID DYNAMICS PADA PEMBAKARAN MOTOR BAKAR BENSON 4 LANGKAH CAMPURAN GASOLINE- ETHANOL (0-40%) DENGAN SISTEM ELECTRONIC FUEL INJECTION

Dwi Trianto¹, Arif Rahman Saleh², Trisma Jaya Saputra³,
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tidar
dwttrnt@gmail.com¹, arifrahmansaleh@untidar.ac.id², trismajayasaputra@untidar.ac.id³

ABSTRAK

Seiring dengan meningkatnya taraf hidup masyarakat juga diikuti dengan peningkatan kebutuhan sumber energi yang mengakibatkan meningkatnya emisi karbon dioksida (CO₂) jika tidak diikuti dengan pemilihan bahan bakar rendah karbon. Emisi transportasi penyokong pencemaran udara tertinggi mencapai 85%. Penggunaan etanol di sektor transportasi dapat berkontribusi untuk mengurangi emisi gas rumah kaca kendaraan. Untuk mencapai tujuan itu, dilakukannya studi komparatif pengembangan pada pembakaran campuran bahan bakar gasoline-ethanol pada mesin pembakaran dalam dengan variasi E20, E30, dan E40 telah dilakukan melalui Pemodelan ANSYS ICE FLUENT 18.1. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mensimulasikan siklus pembakaran di mesin pembakaran internal yang meliputi proses pembakaran dan emisi pembentukan di dalam ruang bakar. Hasil pemodelan CFD didapatkan bahan bakar gasoline dengan temperatur pembakaran tertinggi mencapai 702 K sedangkan temperatur pembakaran terendah bahan bakar E30 sebesar 601 K. Dengan penggunaan ethanol sebagai campuran bahan bakar pada mesin besin dapat mengurangi penurunan dari laju tekanan pembakaran yaitu pada bahan bakar E30 sebesar 706.000 Pa dimana tekanan tertinggi pada bahan bakar gasoline sebesar 716.000 Pa atau setara 7.16 bar, serta dapat mengurangi emisi gas sisa buang, tercatat nilai emisi HC terkecil pada bahan bakar E40 sebesar 278.2 ppm dan emisi CO terendah juga pada bahan bakar E40 sebesar 0.512 %.

Kata kunci : mesin pembakaran dalam, bensin, etanol, proses pembakaran, CFD

ABSTRACT

Along with the increasing standard of living of the community is also followed by an increase in the need for energy sources that result in increased carbon dioxide (CO₂) emissions if not followed by the selection of low-carbon fuels. Transportation emissions supporting air pollution reached 85%. The use of ethanol in the transportation sector can contribute to reducing vehicle greenhouse gas emissions. To achieve that goal, a comparative study of development on gasoline-ethanol fuel mix combustion in internal combustion engines with variations E20, E30, and E40 has been conducted through ANSYS ICE FLUENT 18.1 Modeling. The goal of the study was to simulate a combustion cycle in an internal combustion engine that includes combustion processes and emissions of formation inside the combustion chamber. CFD modeling results obtained gasoline fuel with the highest combustion temperature reached 702 K while the lowest combustion temperature of E30 fuel amounted to 601 K. With the use of ethanol as a fuel mixture in the besin engine can reduce the decrease from the rate of combustion pressure that is at E30 fuel by 706,000 Pa where the highest pressure on gasoline fuel is 716,000 Pa or equivalent to 7.16 bar, And can reduce exhaust emissions, recorded the smallest HC emission value on E40 fuel by 278.2 ppm and the lowest CO emissions also on E40 fuel by 0.512%.

Keyword: internal combustion engine, gasoline, ethanol, combustion process, CFD

PENDAHULUAN

Seiring dengan Saat ini terdapat banyak sekali pertambahan di sektor perminyakan karena permintaan akan ketersediaan minyak yang sangat tinggi. Akibatnya, cadangan minyak Indonesia semakin menipis dan produksi minyak bumi semakin menurun. Untuk memenuhi kebutuhan kilang, Indonesia telah mengimpor minyak dari Timur Tengah, sehingga ketergantungan impor mencapai sekitar 35% [1].

Pencemaran akibat emisi gas buang dari pembakaran bahan bakar fosil berdampak negatif terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. Terbukti ada beberapa penyebab pencemaran udara, emisi transportasi merupakan penyebab terbesar pencemaran udara yaitu sekitar 85% diantaranya terdiri dari CO₂, CO, NO_x, HC dan gas lainnya [2][3].

Salah satu bahan bakar terbarukan adalah etanol. Merupakan pilihan lain karena alasan berikut: (1) mampu menurunkan konsumsi bahan bakar, (2) mengurangi emisi gas buang, (3) menurunkan pencemaran lingkungan dan (4) sebagai "octane booster" [4]. Berdasarkan persentase gas mampu bakar yang dapat dihasilkan, penggunaan dari bahan bakar campuran etanol cukup baik untuk emisi gas buang yang dihasilkan serta biaya operasional yang cukup murah jika digunakan sebagai sumber energi terbarukan.

Penelitian penggunaan bahan bakar etanol murni (*dedicated*) maupun campuran dengan bensin (*blending*) telah banyak dilakukan, diantaranya mencoba untuk mengetahui pengaruh pencampuran bahan bakar bensin dengan etanol dalam perbandingan 10% sampai 85%. Beberapa kesimpulan yang diambil dari percobaan yang dihasilkan adalah suhu pengapian di ruang silinder pembakaran dapat dikurangi hingga kisaran 41-44Mj/kg, dengan performa mesin dapat ditingkatkan 3-4% dengan pencampuran bahan bakar etanol [5]. Dengan menambahkan etanol ke bensin hingga 5% akan mengurangi emisi CO dan HC sebesar 20% dan 5,2% masing-masing dibandingkan dengan bensin murni [6]. Sedangkan rata-rata kadar CO₂ pada mesin bensin empat langkah di bawah keadaan normal pada motor dengan sistem karburator; 12-15% vol, dan mesin dengan EFI; 12-16% vol [7].

Karakteristik pembakaran motor bakar pada penelitian ini juga akan di pelajari menggunakan metode *Computation Fluid Dynamics* (CFD). Pemodelan CFD pada perhitungannya menggunakan metode perhitungan dengan sebuah kontrol dimensi, luas dan volume yang memanfaatkan bantuan komputasi komputer untuk melakukan perhitungan tiap-tiap elemen pembaginya [8].

Adapun pemodelan CFD pada ruang bakar mesin pembakaran dalam dengan menggunakan *Software Ansys Fluent* dimana menggunakan tambahan fraksi etanol dalam campuran bahan bakar, didapatkan bahwa hasil tersebut dapat mampu menurunkan baik tekanan maupun suhu, terutama pada penurunan tekanan yang paling tinggi pada variabel E15 mencapai 15,12% dan pengurangan suhu yang paling tinggi mencapai 4,394% atas bahan bakar utama bensin [9]. Dengan penggunaan metode CFD pemodelan di ruang pembakaran pada motor bakar bensin empat langkah satu silinder dengan tipe motor GDI (*Gasoline Direct Injection*), didapatkan kesesuaian yang sangat baik diantara model simulasi dengan eksperimental [10].

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode simulasi CFD dengan menguji pada model desain ruang bakar menggunakan Ansys ICE Fluent program komputer terhadap hasil distribusi pembakaran serta emisi gas pembakaran. Dalam penelitian tersebut merupakan menggunakan metode uji simulasi CFD yaitu dengan beberapa tahapan pelaksanaan diantaranya sebagai berikut:

1) Pre-processing

Merupakan tahapan pertama dalam membangun dan menganalisis model CFD. Pada tahapan ini, dilakukan pembuatan model geometri dengan paket *Computer Aided Design* (CAD), membuat mesh atau grid yang sesuai, dan menerapkan kondisi batas dan sifat-sifat fluidanya.

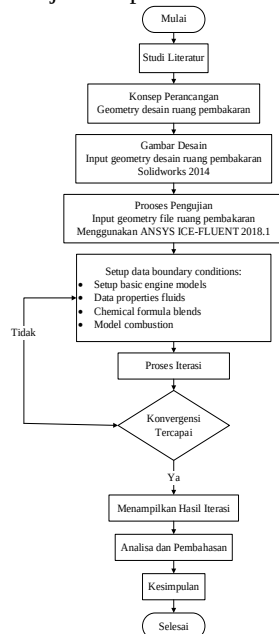
2) Solving

Inti dari perhitungan solusi simulasi ada pada tahap solving. Pada tahap ini, solusi dihitung berdasarkan kondisi-kondisi yang diterapkan pada tahap pre-processing.

3) Post-processing.

Merupakan tahap terakhir dalam CFD. Pada tahap ini, dilakukan interpretasi dari data hasil simulasi yang dapat berupa visualisasi kontur, animasi, vektor, kurva, histogram, dan lain sebagainya.

Pengujian dilakukan menggunakan program komputer yang menganalisis simulasi CFD dengan bantuan *Software* ANSYS FLUENT 18.1 bertempat di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Tidar dengan waktu yang berlangsung dari bulan Agustus 2021 sampai dengan Januari 2022. Berikut diagram alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Simulasi

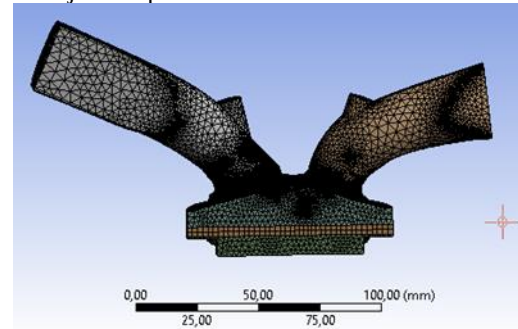
Pengujian dilakukan dengan memasukkan data-data fluida dan menentukan kondisi batas dari geometri desain, diantaranya sebagai berikut:

Tabel 1. Kondisi batas pada model

No.	Zones	Value	Units
1	outlet-port	-1325	Pa
		333	K
2	inlet-port	-21325	Pa
		313	K
3	cyl-head	348	K
4	cyl-piston	318	K
5	cyl-quad	318	K

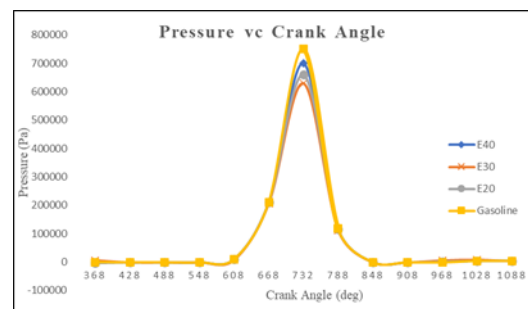
No	Zones	Value	Units
6	cyl-tri	318	K
7	piston	318	K

Hasil komputasi pada geometri desain ditunjukkan pada Gambar 2.



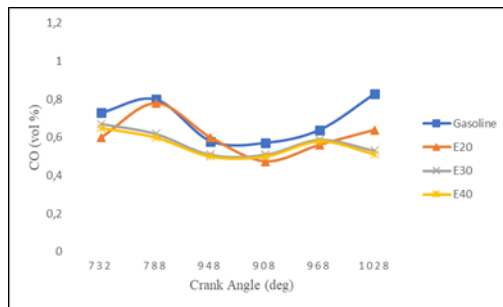
Gambar 2. Komputasi model ruang bakar

Hasil dari simulasi didapatkan berupa data diantaranya, sebagai berikut:



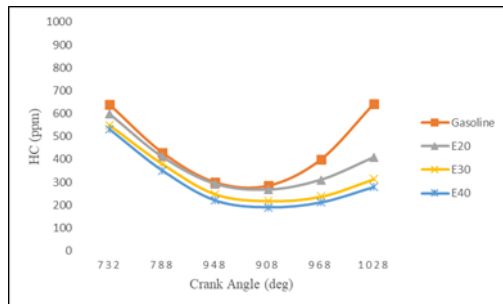
Gambar 3. Perbandingan tekanan dengan crank angle

Berdasarkan dari gambar 3 dapat dicermati bahwa tekanan tertinggi sebesar 716.000 Pa dan suhu pembakaran mencapai 702 K. Dengan penggunaan etanol pada campuran bahan bakar mampu menurunkan distribusi panas dan tekanan pada pembakaran motor bakar. Hal ini dikarenakan nilai kalori pembakaran dari bahan bakar etanol lebih rendah dari bensin sehingga variabel pada E30 memiliki nilai laju tekanan yang paling rendah sebesar 601.000 Pa dan temperatur pembakaran sebesar 601 K. Adapun dari kecepatan aliran bahan bakar didapatkan rata-rata tertinggi dari semua variabel sebesar 15.1 m/s.



Gambar 4. Grafik emisi CO

Dapat dicermati pada grafik bahwasanya emisi dari gas CO terbentuk setelah siklus pembakaran terjadi. Terlihat pada grafik bahwa variabel *gasoline fuel* tetap berada pada kondisi tertinggi dengan nilai emisi CO sebesar 0,83 % kemudian diikuti dengan nilai emisi terendah masing-masing dari E20, E30 dan E40 sebesar 0,64 %, 0,531 % dan 0,512 %.



Gambar 5. Grafik emisi HC

Dari grafik di atas untuk nilai pembentukan emisi gas HC tertinggi dihasilkan oleh *gasoline fuel* sebesar 643.2 ppm. Kemudian emisi terendah pada bahan bakar E40 sebesar 278.2 ppm. Pernyataan ini terbukti dengan penambahan etanol sebesar 40-60% sebagai campuran pada bahan bakar mampu menurunkan emisi gas CO dan HC mencapai 10% [11].

SIMPULAN

Berdasarkan pengamatan pemodelan CFD dengan program perangkat lunak ANSYS ICE FLUENT didapatkan hasil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan etanol mampu menurunkan distribusi tekanan dan temperatur pembakaran yakni pada variabel E30 sebesar 10.000 Pa dan 101 K

dibandingkan dengan *gasoline fuel* serta laju aliran bahan bakar tertinggi 15.1 m/s.

2. Dengan penggunaan etanol mampu menurunkan kadar emisi gas CO sebesar 3.18% dan gas HC sebesar 3.65% terhadap *gasoline fuel*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dewan Energi Nasional, "Indonesia Energy Outlook 2019 Indonesian Version." Kementerian ESDM, Jakarta, 2019.
- [2] B. Sulisty, J. Sentanuhady, A. Susanto, and A. Et, "Pemanfaatan Etanol Sebagai Octane Improver Bahan Bakar Bensin Pada Sistem Bahan Bakar Injeksi Sepeda Motor 4 Langkah 1 Silinder," *Thermofluid Semin. Nas.*, vol. 3, no. November, pp. 196–200, 2009.
- [3] Ismiyati, D. Marlita, and D. Saidah. "Pencemaran Udara Akibat Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor," *J. Manaj. Transp. Logistik*, vol. 01, no. 03, pp. 241–248, 2014.
- [4] A. Setiyawan, "Pengaruh ignition timing dan compression ratio terhadap unjuk kerja dan emisi gas buang motor bensin berbahan bakar campuran etanol 85% dan premium 15%(E-85)," *Semin. Nas. Teknol.*, vol. 2007, no. November, pp. 1–9, 2007.
- [5] L. De Simio, M. Gambino, S. Iannaccone, and D. Trianto, "Effect of Ethanol Content on Thermal Efficiency of a Spark-Ignition Light-Duty Engine," vol. 2012, 2012, doi: 10.5402/2012/219703.
- [6] M. Paloboran, N. Sutantra, and B. Sudarmanta. "Erratum to Performances and Emissions Characteristics of Three Main Types Composition of Gasoline-Ethanol Blended in Spark Ignition Engines," *Int. Rev. Mech. Eng.*, vol. 11, no. 1, 2017, doi: 10.15866/ireme.v11i1.12211.
- [7] T. Sugiarto, D. S. Putra, W. Purwanto, and W. Wagino, "Analisis Perubahan Output Sensor Terhadap Kerja Aktuator pada Sistem EFI (Electronic Fuel Injection)," *INVOTEK J. Inov. Vokasional dan Teknol.*, vol. 18, no. 2, pp. 91–100, 2018, doi: 10.24036/invotek.v18i2.418.
- [8] Versteeg H. and Malalasekera W.,

“An Introduction to Computational Fluid Dynamics: The Finite Volume Method Second Edition,” vol. 82, no. 1. Pearson Education, London:, pp. 80–83, 2007.

[9] N. W. A. Prahendra, “Simulasi numerik proses pembakaran mesin sinjai 650CC campuran bakar gasoline-bioethanol dengan sistem injeksi langsung,” *Skripsi*, p. 121, 2015.

[10] B. P. Vanzielegheem, S. V, I. H G, and A. D N, “Modeling of Gasoline Direct Injection Mixture Formation with KIVA-3V and Validation with Optical Engine Planar Laser Induced Fluorescence Measurements.,” pp. 1–21, 2019, [Online]. Available: <https://www.britannica.com/technology/gasoline-engine>.

[11] H. S. Yücesu, T. Topgül, C. Çinar, 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, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2006.03.006.