

PENENTUAN *AIR FUEL RATIO* (AFR) AKTUAL PEMBAKARAN LPG PADA CELAH SEMPIT TIPE HORIZONTAL

Yudi Widodo¹⁾, Lagiyono²⁾, Agus Wibowo³⁾

1. Mahasiswa, Teknik Mesin, Tegal
2. 3 Staf Pengajar, Dosen UPS, Tegal

Kontak Person:

Yudi Widodo

E-mail: yudhi_rocket18@yahoo.co.id

Abstrak

Tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan perbandingan yang tepat pada bahan bakar LPG dengan udara yang stoikiometri, mengetahui bagaimana Air Fuel Ratio (AFR) Aktual dan, Equivalent Ratio yang terjadi pada campuran kaya bahan bakar LPG dengan udara. Penelitian dititik beratkan pada bagaimana kecepatan pembakaran dengan visual pembakaran pada Air Fuel Ratio (AFR) Aktual yang terjadi pada bahan bakar LPG dengan udara (Campuran kaya). Dalam pengujian ini menggunakan lima variasi perbandingan AFR yaitu pada perbandingan 12:1, 13:1, 14:1, 15:1 dan 16:1 dengan alat uji ruang bakar. Hasil penelitian dapat disimpulkan dengan jarak yang sama yaitu 0,42 m. Pada AFR 12:1 dengan waktu 0,0445 detik menghasilkan kecepatan 9,7804 m/s, AFR 13:1 dengan waktu 0,0389 detik menghasilkan kecepatan 14,6707 m/s, AFR 14:1 dengan waktu 0,0334 detik menghasilkan kecepatan 12,5749 m/s, AFR 15:1 dengan waktu 0,0501 detik menghasilkan kecepatan 10,0599 m/s, dan pada AFR 16:1 dengan waktu 0,0334 detik menghasilkan kecepatan 14,2515 m/s. Dengan AFR stoikiometri 15,6/1 gram bahan bakar/gram udara dan Equivalent Ratio (ϕ) 1,114. Jadi dari hasil yang telah didapat dari pengujian diatas dapat disimpulkan pada AFR 13:1 dan 16:1 menghasilkan kecepatan paling maksimal tetapi pada AFR 13:1 membutuhkan bahan bakar LPG lebih banyak dibanding AFR 16:1, sehingga pada AFR 13:1 boros bahan bakar LPG meskipun dengan kecepatan AFR 16:1 hampir setara. Dengan kata lain pada Air Fuel Ratio (AFR) 16:1 paling efisien dan seimbang antara bahan bakar LPG dengan udara.

Kata Kunci: AFR stoikiometri, AFR Aktual dan *Equivalenten Ratio* pembakaran.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang sangat maju sangat mempengaruhi kelangsungan hidup manusia. Perkembangan otomotif dan mesin-mesin sangat membantu dan memudahkan dalam melaksanakan suatu pekerjaan. Untuk menggerakkan mesin-mesin tersebut dibutuhkan suatu bahan bakar yang tidak sedikit dari persediaan minyak bumi di dunia. Namun cadangan minyak bumi di dunia semakin lama semakin menipis sedangkan permintaan akan bahan bakar minyak akan terus meningkat seiring dengan perkembangan industri dunia. Dengan semakin menipisnya cadangan minyak bumi dunia maka harga bahan bakar minyak (BBM) akan mengalami peningkatan yang semakin tahun semakin meningkat, yang nantinya bahan bakar minyak akan semakin mahal bagi sebagian besar masyarakat.

Untuk mengantisipasi dan menghadapi permasalahan tentang ketersediaan dan ketergantungan masyarakat terhadap penggunaan bahan bakar minyak (BBM) digunakan bahan bakar gas salah satunya *liquified petrooleum gas* (LPG), dimana bahan bakar LPG lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan bahan bakar minyak. LPG merupakan gas yang terbentuk dari unsur C_3H_8 (propana) dan C_4H_{10} (butana) diberikan tekanan sampai dengan 300 psi sehingga unsur tersebut berubah fase menjadi cair. LPG juga mengandung hidrokarbon ringan lain dalam jumlah kecil, misalnya etana (C_2H_6) dan pentana (C_5H_{12}).

Dalam kesempurnaan pembakaran ada tiga hal yang mempengaruhinya seperti perbandingan udara dan bahan bakar *Air Fuel Ratio* (AFR), kehomogenaan campuran, dan temperatur pembakaran. Pada *Air Fuel Ratio* (AFR) terdapat campuran kaya dan campuran kurus, campuran kaya adalah dimana jumlah bahan bakar lebih banyak dibandingkan dengan udara, sedangkan campuran kurus adalah campuran yang kekurangan bahan bakar atau kelebihan udara. Antara campuran kaya dan campuran kurus terdapat campuran stoichiometry, dimana perbandingan antara udara dengan bahan bakar dalam keadaan setimbang. Setiap perbandingan volume udara dengan bahan bakar menghasilkan pembakaran yang berbeda-beda. Perbandingan udara dengan bahan bakar yang kurang sempurna akan berdampak pada proses pembakaran.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan batasan masalah diatas, saya merumuskan masalah sebagai berikut :

1. Pada *Air fuel Ratio* (AFR) berapa bahan bakar LPG dengan udara yang stoikiometri ?
2. Bagaimana kecepatan pembakaran dengan visual pembakaran pada *Air Fuel Ratio* (AFR) aktual yang terjadi pada bahan bakar LPG dengan udara (campuran gemuk) ?
3. Bagaimana kecepatan pembakaran dengan visual pembakaran pada *Equivalent Ratio* yang terjadi pada bahan bakar LPG dengan udara (campuran gemuk) ?

Tujuan dan Manfaat

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah :

1. Untuk mendapatkan perbandingan yang tepat pada bahan bakar LPG dengan udara yang stoikiometry .
2. Untuk mengetahui bagaimana *Air Fuel Ratio* (AFR) aktual yang terjadi pada campuran kaya bahan bakar LPG dengan udara.
3. Untuk mengetahui bagaimana *Equivalent Ratio* yang terjadi pada campuran kaya bahan bakar LPG dengan udara.

LANDASAN TEORI

Pembakaran merupakan reaksi kimia antara bahan bakar dan oksidan yang menghasilkan energi berupa panas. Untuk oksidan adalah zat yang mengandung oksigen (udara bebas) yang dapat bereaksi dengan bahan bakar. Komponen udara bebas itu sendiri terdiri dari Oksigen (O_2), Nitrogen (N_2), Karbondioksida (CO_2), Argon (Ar), Helium (He), Neon (Ne) dll, dalam presentase jumlah Oksigen (O_2) hanya 20 % sedangkan Nitrogen (N_2) dan serta gabungan gas yang lainnya sekitar 79 %. Bahan bakar yang digunakan adalah bahan bakar LPG (*Liquified Petroleum Gas*). LPG diperkenalkan Pertamina sejak tahun 1968, tujuan Pertamina memasarkan LPG adalah untuk meningkatkan pemanfaatan hasil produk minyak bumi bentuknya juga cair. LPG = Elpiji, pelafalan bahasa Indonesia dari akronim bahasa Inggris. LPG (*liquified petroleum gas* atau gas minyak bumi yang dicairkan), adalah campuran dari

berbagai unsur hidrokarbon yang berasal dari gas alam. Dengan menambah tekanan dan menurunkan suhunya gas berubah menjadi cair. Komponennya didominasi propana (C₃H₈) dan butana (C₄H₁₀). Elpiji juga mengandung hidrokarbon ringan lain dalam jumlah kecil, misalnya etana (C₂H₆) dan pentana (C₅H₁₂). LPG mempunyai komposisi 50% Propana (C₃H₈) dan 50% Butana (C₄H₁₀) hal ini berdasarkan volume atau mol, serta etil mercapatane sebagai zat pembau. Komposisi ini merupakan komposisi yang didapat dari PERTAMINA dengan perubahan terbau yang sebelumnya memiliki komposisi yang berbeda.

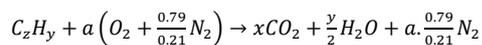
Perbandingan jumlah udara dengan bahan bakar disebut dengan *Air Fuel Ratio* (AFR). Perbandingan ini dapat dibandingkan baik dalam jumlah massa ataupun dalam jumlah volume.

$$AFR = \frac{m_{fuel}}{m_{air}} = \frac{V_{fuel}}{V_{air}}$$

Besarnya AFR dapat diketahui dari uji coba reaksi pembakaran yang benar-benar terjadi, nilai ini disebut AFR aktual. Sedangkan AFR lainnya adalah AFR stoikiometri, merupakan AFR yang diperoleh dari persamaan reaksi pembakaran. Dari perbandingan nilai AFR tersebut dapat diketahui nilai Rasio Ekuivalen (ϕ) :

$$\phi = \frac{AFR_{sto}}{AFR_{akt}}$$

Untuk dapat mengetahui nilai AFR , maka harus dihitung jumlah keseimbangan atom C, H dan O dalam suatu reaksi pembakaran. Adapun rumus umum reaksi pembakaran yang menggunakan udara kering adalah :



Frame adalah satuan terkecil dalam video.pada program flash, frame diumpamakan seperti kertas hvs yang telah digambar, dan contoh apabila framenya kita perpanjang sebanyak 5 frame, maka diumpamakan seperti 5 kertas hvs dengan gambar yang sama. karena frame tidak dapat berdiri sendiri. Dengan menggunakan rumus kecepatan V (m/s) :

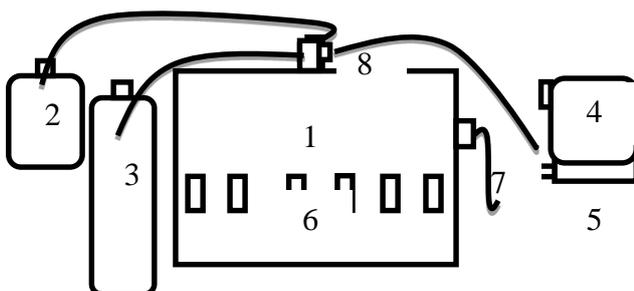
$$V = \frac{s}{t}$$

Untuk perhitungan waktu (s) dapat diambil dengan cara *timelapse photography*. *Timelapse photography* perlu juga mengenal patokan frame rate video yang baku, yaitu 24 fps. Sehingga kita harus paham kalau kita memotret *timelapse* setiap 1 detik dan mengambil sebanyak 24 foto maka saat dimainkan dalam bentuk video klip, durasinya hanya 1 detik saja. Frame rate video 24 fps dijadikan standar minimal untuk sebuah tayangan video dianggap punya gerakan yang mulus dan tidak terkesan patah-patah.Misal kita akan ambil foto setiap 10 detik (atau setara dengan 6 foto per menit) maka bila kita ingin memotret selama 60 menit, maka di kamera kita perlu set jumlah fotonya adalah 360 frame. Tapi yang perlu diingat, dengan foto sebanyak itu dan yang diambil selama 1 jam, kalau dijadikan klip video 24 fps ternyata hanya akan jadi video berdurasi 15 detik saja. Jadi perhitungan untuk waktu (s) :

$$\frac{1}{24} \times 360 \text{ frame (2.5)}$$

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini alat dan bahan yang digunakan adalah : ruang bakar, kompresor, LPG 3kg, tabung oksigen (O₂), pemantik , dan regulator. Ruang bakar yang digunakan terbuat dari bahan *acrylik* dengan tebal 2 cm. Ukuran volume ruang bakar 42 cm x 20 cm x 0,3 cm.



Gambar 1. Skema Peralatan

Keterangan Gambar :

1. Ruang bakar model horisontal
2. Tabung LPG
3. Tabung O₂
4. Kompresor
5. Pemantik
6. Pipa buang
7. Saklar pemantik
8. Dop pemasukan udara, LPG dan O₂

Konsentrasi pembakaran diperoleh dengan menggunakan perbandingan volume campuran bahan bakar LPG dengan udara atau oksigen (O₂). Perbandingan diperoleh dengan membagi volume dari ruang bakar. Misalnya untuk perbandingan 12:1 maka, volume tabung dibagi menjadi 13 bagian yang sama.

Langkah awal penelitian, ruang bakar diisi dengan air sampai penuh. Kemudian udara dari kompresor dialirkan melalui katup ke ruang bakar sampai menempati 12 bagian volume tersebut. Tekanan dari udara akan menekan air pada ruang bakar, 1 bagian selanjutnya diisi dengan LPG melalui masing-masing katup. Setelah itu diamankan selama 15 menit supaya bahan bakar LPG dengan udara tercampur untuk membuat campuran homogen, dan pemantik dinyalakan. Gambar perambatan api direkam menggunakan kamera digital. Gambar hasil diolah menggunakan program Adobe Primer, selanjutnya pengolahan data menggunakan software Exel untuk memperoleh kecepatan dengan visual pembakaran.

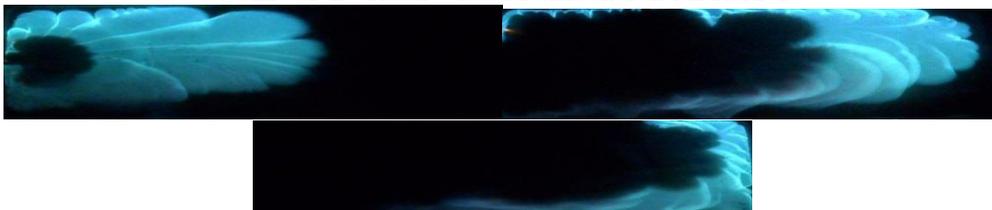
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Visual Pembakaran

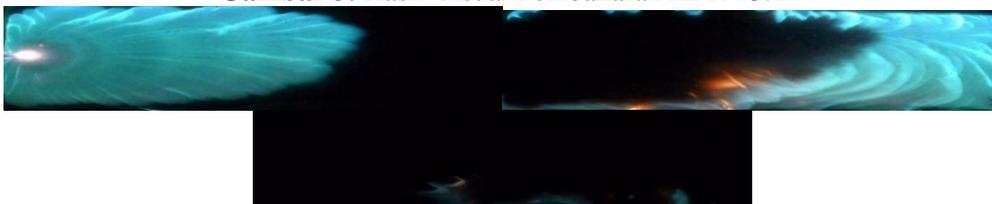
Hasil penelitian untuk visual pembakaran pada berbagai campuran AFR antara bahan bakar LPG dengan udara ditunjukkan pada gambar 4 berikut ini, yaitu:



Gambar 2. Hasil Visual Pembakaran AFR 12:1



Gambar 3. Hasil Visual Pembakaran AFR 13:1

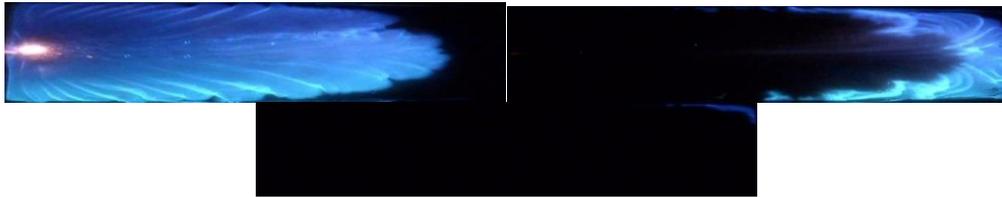


Gambar 4. Hasil Visual Pembakaran Visual AFR 14:1



Gambar 5. Hasil Visual Pembakaran AFR 15:1

Tabel 1. Data Analisis Gambar Rata-Rata AFR



Gambar 6. Hasil Visual Pembakaran AFR 16:1

Dari percobaan yang telah dilakukan didapat hasil pembakaran paling sempurna untuk AFR Aktual adalah pada perbandingan 16:1.

Hasil Pengujian Analisis Gambar

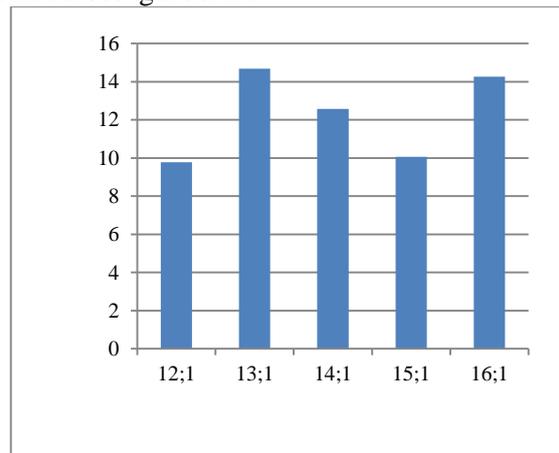
Data yang ditampilkan pada Tabel 4.1 dibawah ini adalah data hasil pengujian analisis gambar rata-rata pada masing-masing perbandingan AFR. Adapun data-data yang diperoleh setelah melakukan analisis adalah sebagai berikut :

Analisa Data Kecepatan Rata-Rata Dengan AFR Aktual dan Equivalent Rasio

Dari Grafik 4.1 menunjukkan pengaruh *Air Fuel Ratio* (AFR) Aktual terhadap kecepatan rata-rata

AFR	AFR Aktual	Equivalen Ratio	Analisis Gambar		
			Waktu (s)	Jarak (m)	Kecepatan (m/s)
12:1	16:1	0,975	0,0445	0,42	9,7804
Kecepatan rata-rata	16:1	0,975	0,0389	0,42	14,6707
	16:1	0,975	0,0334	0,42	12,5749
	16:1	0,975	0,0501	0,42	10,0599
	16:1	0,975	0,0334	0,42	14,2515

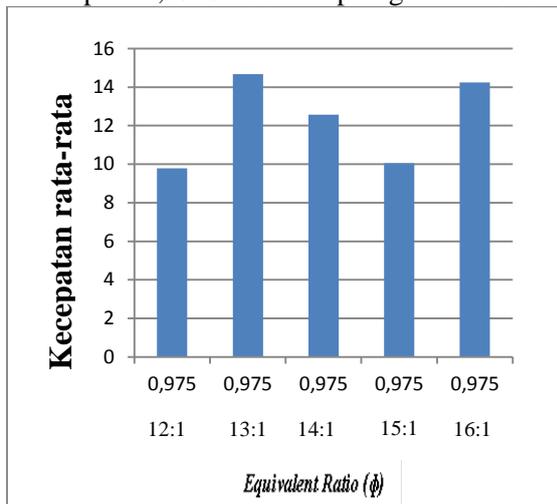
nyala api pada satuan (m/s). Pada perbandingan AFR 12:1 menunjukkan kecepatan rata-rata pada angka 9,7804 m/s. Pada perbandingan AFR 13:1 terlihat kenaikan kecepatan yaitu pada angka 14,6707 m/s. Dan pada AFR 14:1 mulai mengalami penurunan sampai angka kecepatan 12,5749 m/s begitu pula pada AFR 15:1 kecepatan semakin menurun sampai angka 10,0599 m/s. Sedangkan pada AFR Stoikiometri kecepatan kembali mengalami kenaikan yang sangat drastis yaitu pada angka 14,2515 m/s. Adapun grafik kecepatan rata-rata dengan AFR Aktual sebagai berikut :



Gambar 7. Grafik Kecepatan Rata-Rata Nyala Api AFR Aktual

Dari Grafik 4.12 menunjukkan pengaruh kecepatan rata-rata (m/s) terhadap *Equivalent Ratio* (ϕ). Pada grafik terlihat pada pengujian pertama yaitu pada *Equivalent Ratio* (ϕ) 0,975 (AFR 12:1) menunjukkan angka kecepatan rata-rata pada angka 9,7804 m/s dan mengalami kenaikan kecepatan rata-rata pada pengujian kedua (AFR 13:1) dengan angka kecepatan 14,6707 m/s. Sedangkan pada pengujian ketiga (AFR 14:1) mulai mengalami penurunan dengan angka 12,5749 m/s dan pengujian keempat

(AFR 15:1) dengan angka penurunan sampai kecepatan rata-rata 10,0599 m/s. Pada pengujian kelima pada perbandingan AFR 16:1 mengalami kenaikan yang sangat drastis yaitu pada angka kecepatan mencapai 14,2515 m/s. Adapun grafik tersebut adalah sebagai berikut :



Gambar 8. Grafik Kecepatan Rata-Rata Terhadap

Equivalent Ratio

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil perhitungan reaksi pembakaran didapat *Air Fuel Ratio* (AFR) Stoikiometri yaitu pada perbandingan AFR 16:1.
2. Pada kecepatan V (m/s) terhadap *Air Fuel Ratio* (AFR) Aktual yaitu pada campuran gemuk bahan bakar terjadi kesetaraan antara AFR pada perbandingan 13:1 dan 16:1, dengan kecepatan pada AFR 13:1 pada angka 14,6707 m/s dan kecepatan pada AFR 16:1 14,2515 m/s. AFR Aktual terhadap visual pembakaran terjadi pada perbandingan AFR 16:1 dengan visual dan nyala api paling sempurna.
3. Dari pengaruh kecepatan nyala api V (m/s) terhadap *Equivalent Ratio* (ϕ) pada campuran gemuk bahan bakar terjadi kesetaraan kecepatan pada AFR 13:1 dan 16:1 dengan angka *Equivalent Ratio* (ϕ) 0,975, yaitu pada kecepatan AFR 13:1 pada angka 14,6707 m/s dan pada AFR 16:1 dengan angka 14,2515 m/s. *Equivalent Ratio* terhadap visual pembakaran pada AFR 16:1 yaitu terjadinya campuran stoikiometri dan pada AFR 12:1, 13:1, 14:1 dan 15:1 terjadi kelebihan bahan bakar atau campuran gemuk (*fuel rich mixture*).

DAFTAR PUSTAKA

- Bambang P., 1995, *Operasi Dan Pemeliharaan Mesin Diesel*, PT. Gelora Aksara Pratama, Jakarta.
- Darmanto, 2012, *Teknologi Biogas*, PT. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Astari P., 2009, *Pengaruh Variasi Temperatur Gasifying Agent II Media Gasifikasi Terhadap Warna dan Temperatur Api pada Gasifikasi Reaktor Downdraft dengan Bahan Baku Tongkol Jagung*, Tugas Akhir, Teknik Mesin, Fakultas Teknik Industri, ITS, Surabaya.
- Donny T.H., 2008, *Pengaruh Sudut dan Ketinggian....* Skripsi, Teknik Mesin, Fakultas Teknik, UI, Depok.
- I Gusti Ngurah P.T. & Hardiana. *Pengaruh Air Fuel Rati Terhadap Emisi Gas Buang Berbahan Bakar LPG pada Ruang Bakar Model Helle Shaw Cell*, *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakram*, April 2011 ; hal 39-45.

Ike M. Pengaruh Inhibitor Terhadap Kecepatan Rambat Api Pembakaran LPG, Jurnal Logic, November 2011.

Nur A.U., Wardana & Denny W., Karakteristik Pembakaran CH₄ Dengan Penambahan CO₂ pada Model Helle Shaw Cell pada Penyalahan Bawah, Jurnal Rekayasa Mesin, 2012 ; hal 249-257.