

ANALISA AIR FUEL RATIO PEMBAKARAN INCINERATOR KAPASITAS 25 KG

Analysis of Air Fuel Ratio Combustion in Incinerator Capacity 25 Kg

Agung Sudrajad, Hanifah Apriliyanti, Ni Ketut Caturwati
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jl. Jendral Sudirman KM.3, Cilegon 42435, Indonesia
agung@untirta.ac.id

ABSTRACT

The use of incinerator in reducing waste is quite widely used because a highly efficient, it can burn up to a temperature range of 700 – 1100°C. A good combustion is depended on Air Fuel Ratio (AFR) in the combustion process. This experimental purpose is to know the AFR of incinerator for complete combustion. The research methodology is an experimental method, burning waste using an incinerator with a variable quantity of waste and the opening of the combustion air intake valve. The waste mass variables are 5 kg and 25 kg, while the air valve opening variables on the blower are 50%, 75% and 100%. The results showed that AFR of 5 kg combustion waste by 50%, 75% and 100% intake air valve are 5.29, 9.77 and 14.29 respectively. Moreover, the AFR of combusting 25 kg waste are 2.3, 4.39, and 6.42 for 50%, 75% and 100 % intake air valve opening respectively.

Keywords: Air Fuel Ratio, Mass Flow Rate, Municipal Solid Waste

PENDAHULUAN

Sampai saat ini, permasalahan yang sering dialami dan masih menjadi pembahasan di seluruh dunia adalah jumlah sampah yang terus meningkat seiring bertambahnya jumlah populasi dan produksi yang dilakukan. Pertambahan jumlah sampah akan tetap terus meningkat di setiap tahunnya, ditambah saat ini berdasarkan data dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN), pada tahun 2020 di Indonesia jumlah timbunan sampah mencapai 33.2 juta ton per tahun yang terdiri dari sampah organik sebesar 40.19%, sampah plastik sebesar 17.07%, sampah kertas sebesar 11.9%, dan sampah lainnya sebesar 6.89% (SIPSN, 2020). Belum lagi dengan masih terdapat kekurangan penanganan dalam mendaur ulang sampah yang ada di Indonesia. Hal ini jika terus dibiarkan akan merusak lingkungan alam dan menimbulkan polusi yang bisa mencemar baik tanah, air, dan udara.

Untuk meminimalisir penimbunan sampah yang berjumlah sangat banyak, dalam lingkup kabupaten atau kota dengan melakukan penimbunan sampah yang dipusatkan ditempat tertentu dengan cara

penimbunan sampah di ruang terbuka (*landfill*) yang memakan biaya yang murah dan cukup mudah diaplikasikan. *Landfill* itu sendiri memiliki tiga jenis berdasarkan sistem operasionalnya dalam mengelola pembuangan akhir sampah, yaitu *sanitary landfill*, *controlled landfill*, dan *open dumping*. *Sanitary landfill* merupakan sistem pengelolaan sampah dengan melakukan penimbunan sampah dengan tanah yang ditimbun selapis demi selapis tanah sehingga cara ini dapat membuat sampah yang berada di tempat tidak menimbulkan bau atau menjadi sarang hewan hama. *Controlled landfill* merupakan sistem pengelolaan sampah dengan melakukan pemberian perlakuan pada sampah yang terkumpul di tempat pengumpulan sampah dengan meratakan dan memadatkan sampah menggunakan alat berat. Sampah dipadatkan menjadi ukuran tertentu kemudian dilapisi dengan tanah sekali dalam sepekan untuk mengurangi bau, serangga, dan keluarnya gas metana dari sampah tersebut. *Open dumping* merupakan sistem pengelolaan sampah dengan meletakkannya di tempat tanah terbuka tanpa penutup, sebenarnya cara ini sudah tidak disarankan lagi karena tidak memenuhi syarat teknis dalam membentuk

suatu Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sampah.

Cara lainnya yang cukup efektif dan banyak menggunakan teknologi yang telah banyak perkembangan ini yaitu dengan menggunakan alat *incinerator*. Mengelola sampah pada *incinerator* dengan membakar sampah pada temperatur di atas 700 – 1100°C, dan hasil dari pembakaran tersebut berupa asap (*fly ash*) dan abu (*bottom ash*). Dengan menggunakan *incinerator*, volume sampah dapat berkurang hingga 97% dan bobotnya hingga 70%, sedangkan asap dari hasil proses pembakaran dapat di filter untuk mengurangi polusi udara dan abu dari hasil proses pembakaran dapat digunakan untuk substitusi pasir pada bata beton pejal atau sebagai alternatif bahan konstruksi pengganti bata (Desi Putri, 2018).

Pembakaran yang bagus dibutuhkan untuk mencapai pembakaran sampah yang cukup mendekati sempurna sehingga tidak ada energi yang terbuang atau sia-sia dalam proses pembakaran tersebut. Untuk mencapai hasil yang maksimal dalam pembakaran, maka dibutuhkannya perhitungan pada nilai *Air Fuel Ratio* (AFR).

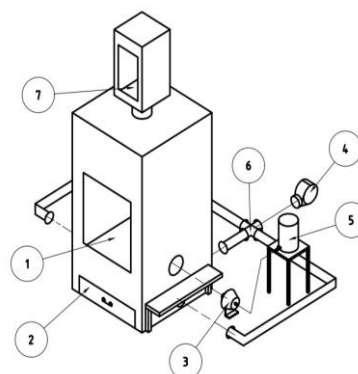
Air Fuel Ratio merupakan perbandingan massa udara dengan bahan bakar yang terjadi selama proses pembakaran. Atau bisa dikatakan AFR merupakan perbandingan laju alir massa udara (kg/s) dengan laju alir massa bahan bakar (kg/s) yang besar kecilnya nilai AFR dipengaruhi oleh banyak sedikitnya udara yang masuk ke dalam tungku pembakaran *incinerator* yang terbatas (Diky Riansyah, 2019). Untuk menyuplai udara memasuki tungku pembakaran, digunakannya komponen penyuplai udara dengan *blower*.

Pada penelitian yang dilakukan kali ini ditunjukkan untuk mencari nilai perbandingan rasio antara laju aliran massa udara dengan laju aliran massa bahan bakar atau nilai *air fuel ratio* juga mencari nilai kalor berdasarkan jenis sampah pada pembakaran sampah yang dilakukan. Dengan hal itu, dapat dilihat pengaruh dari variasi yang diberikan dapat mempengaruhi nilai AFR baik dari bukaan katup udara *blower* sebesar 50%, 75%, dan 100% luasan katup juga dari banyaknya sampah yang dibutuhkan yaitu sebanyak 5 kg dan 25 kg.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode eksperimental, yaitu merupakan suatu cara yang digunakan untuk mencari hubungan dan sebab akibat antara dua faktor yang berpengaruh. Menggunakan *incinerator* yang menjadi alat untuk membakar sampah dengan berat 5 kg (selama 30 menit) dan 25 kg (selama 60 menit) sampah berjenis anorganik yang kering dan mudah dibakar juga berdasarkan bukaan katup udara *blower* dengan persentase bukaan 50%, 75%, dan 100%.

1. Peralatan Penelitian yang Digunakan

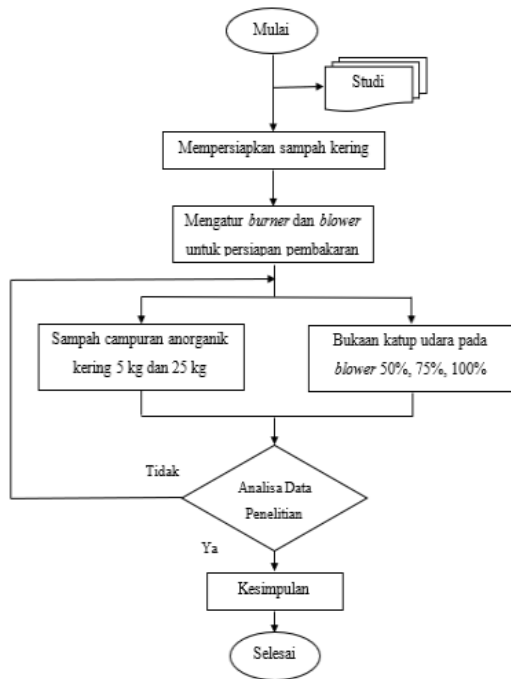


GAMBAR 1. Skema Penelitian Alat *Incinerator*

Pada gambar skema peletakan peralatan *incinerator*, berikut ini merupakan keterangan komponen yang menunjang penelitian:

- a. Tungku pembakaran, tempat diletakkannya sampah-sampah yang mau dibakar.
- b. *Tray*, tempat abu-abu halus hasil pembakaran yang jatuh dari ruang tungku juga tempat masuknya udara dari saluran *blower*.
- c. *Burner*, sumber pembakaran yang digunakan untuk membakar sampah.
- d. *Blower*, sumber untuk memberi *supply* udara ketika melakukan pembakaran.
- e. Tangki bahan bakar, tempat penampungan bahan bakar solar yang akan dialirkan ke *burner*.
- f. Saluran udara pipa, tempat menyalurkan *supply* udara dari *blower* ke lubang di tiga sisi *tray* (belakang, kanan, dan kiri).
- g. Ruang pembuangan asap, tempat untuk menyalurkan asap pembakaran.

2. Tahap Pengolahan Data



GAMBAR 2. Diagram Alir Penelitian

Tahapan yang digunakan untuk menganalisis dan mengakulasikan hasil data yang diperoleh dari penelitian yaitu:

a. Laju aliran massa udara

$$\dot{m}_{udara} = Q_{udara} \times \rho_{udara} \times A_{blower} \quad (1)$$

dengan \dot{m}_{udara} = laju aliran massa udara (kg/s), Q_{udara} = debit aliran udara (m^3/s), ρ_{udara} = massa jenis udara (kg/m^3), dan A_{blower} = luas penampang lubang blower (m^2).

b. Laju aliran massa sampah

$$\dot{m}_{sampah} = \frac{m_{awal} - m_{akhir}}{t_{pembakaran}} \quad (2)$$

dengan \dot{m}_{sampah} = laju aliran massa sampah (kg/s), m_{awal} = berat sampah sebelum pembakaran (kg), m_{akhir} = berat sampah setelah pembakaran (kg), dan $t_{pembakaran}$ = waktu lamanya pembakaran (s).

c. Air Fuel Ratio

$$AFR = \frac{\dot{m}_{udara}}{\dot{m}_{sampah}} \quad (3)$$

dengan AFR merupakan nilai *air fuel ratio*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian pada alat *incinerator* di dapat data sebagai berikut:

1. Nilai Laju Aliran Massa Udara

Penentuan besaran laju aliran massa udara pada aliran pipa yang dihasilkan dari *blower*, perlu untuk diketahuinya kecepatan udara yang dialirkan oleh *blower* ke ruang tungku pembakaran melalui pipa. Dicari juga luasan penampang lubang udara pada *blower* per persenan bukaan katup dan debit udara yang masuk menyuplai udara saat pembakaran.

TABEL 1. Nilai Laju Aliran Massa Udara Berdasarkan Bukaan Katup

O_{bukaan} (%)	v_{udara} (m/s)	A_{blower} (m^2)	Q_{udara} (m^3/s)	\dot{m}_{udara} (kg/s)
50	6,81	$1,58 \times 10^{-3}$	0,0108	0,0129
75	8,76	$2,38 \times 10^{-3}$	0,0208	0,0250
100	9,80	$3,17 \times 10^{-3}$	0,0311	0,0373

2. Nilai Laju Aliran Massa Sampah

Perhitungan laju aliran massa bahan bakar dalam pembakaran sampah ini, yang digunakan merupakan sampah yang dibakar. Dengan mencari berat sampah awal sebelum pembakaran dan berat sampah setelah pembakaran yang dilakukan dalam rentang waktu 30 menit untuk pembakaran 5 kg dan 60 menit untuk pembakaran 25 kg.

TABEL 2. Berat Akhir Sampah Berdasarkan Bukaan Katup

Bukaan Blower (%)	Berat Akhir Sampah (Kg)	
	5 Kg	25 Kg
50	0,60	4,80
75	0,40	4,50
100	0,30	4,10

TABEL 3. Nilai Laju Aliran Massa Sampah Berdasarkan Bukaan Katup

O_{bukaan} (%)	\dot{m}_{sampah} (kg/s)	
	5 Kg	25 Kg
50	0,00244	0,00561
75	0,00256	0,00570
100	0,00261	0,00581

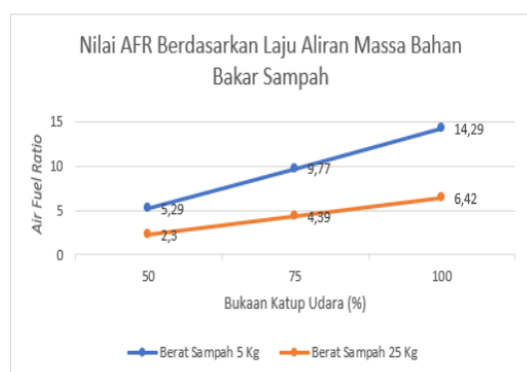
3. Air Fuel Ratio

Perhitungan dalam mencari nilai *air fuel ratio*, didapatkan dari nilai laju aliran massa udara yang berbanding terbalik dengan nilai laju aliran massa bahan bakar pembakaran.

TABEL 4. Nilai *Air Fuel Ratio* Pada Pembakaran Sampah 5 kg dan 25 kg

Obukaan (%)	AFR	
	5 Kg	25 Kg
50	5,29	2,30
75	9,77	4,39
100	14,29	6,42

Grafik pada gambar di bawah berikut digunakan untuk melihat tingkat perbandingan nilai AFR pada masing-masing bukaan katup udara dan berat sampah.



GAMBAR 3. Nilai AFR Berdasarkan Laju Aliran Massa Bahan Bakar Sampah

Hal ini menunjukkan perbandingan laju aliran massa udara dengan laju aliran massa bahan bakar baik yang berdasarkan berat akhir sampah dapat mempengaruhi besar dan kecilnya nilai *air fuel ratio*. Bahwa semakin besar laju aliran massa udara dan semakin kecil laju aliran massa bahan bakar, maka hasil nilai perbandingan jumlah udara dengan bahan bakar semakin besar. Hal ini juga berlaku sebaliknya, jika laju aliran massa udara lebih kecil dari laju aliran massa bahan bakar, maka hasil nilai perbandingan jumlah udara dengan bahan bakar semakin kecil.

KESIMPULAN

Experiment mengenai AFR pada incinerator telah dilakukan. Hasil penelitian menunjukkan pada sampah 5kg didapat AFR sebesar 5,29 , 9,77 , dan 14,29 untuk bukaan katup udara masuk 50%, 75% dan 100% secara berurutan. Sementara untuk sampah 25kg nilai AFR adalah 2,30 , 4,39 dan 6,42 untuk bukaan katup 25%, 75% dan 100% secara berurutan. Hasil penelitian juga menunjukkan untuk 5kg sampah, laju aliran massa udara adalah sebesar 0.0129 kg/s, 0.0250 kg/s, dan 0.0373 kg/s, sementara laju aliran massa bahan bakar adalah sebesar 0.00244 kg/s, 0.00256 kg/s, dan 0.00261 kg/s.

DAFTAR PUSTAKA

- Christopher W., Schmidt, Steve A. Symes. (2008). *The Analysis of Burned Human Remains*. Academic Press. pp. 2–4. ISBN 0-12-372510-0.
- Environmental Protection Agency of United States. (1988). *Characterization Of Municipal Solid Waste In The United States 1960 to 2000*. Research. Franklin Associates. LTD.
- Holman, J.P. (1997). *Perpindahan Kalor*. Jakarta: Erlangga.
- Lewis, Bernard; Elbe, Guenther von. (2012). *Combustion, Flames and Explosions of Gases*. Research. Elsevier. ISBN 9780323138024.
- Monica, Trinanda. (2018). *Pengaruh Adanya Blower dan Kipas Terhadap Karakteristik Mesin Pemanen Air Dari Udara*. Skripsi. Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta.
- Nasution, Amirsyam dan Muslih, dkk. (Mei 2020). *Analisa Bahan Bakar Ketel Uap Dengan Kapasitas 30 Ton/jam Pada PKS PTPN IV Kebun Adolina*. Jurnal Piston Vol. 4 No. 2. ISSN 2548-1878.
- Novita, Dian Marya, dan Damanhuri, Enri. (Oktober 2010). *Perhitungan Nilai Kalor Berdasarkan Komposisi Dan Karakteristik Sampah Perkotaan di Indonesia Dalam Konsep Waste to*

Energy. Jurnal Teknik Lingkungan
Volume 16 No. 2 (hal. 103-114). ITB.
Bandung.

Prastyo, Welly. (2016). *Kecepatan Pembakaran Sampah Dengan Flow Rate Primary Air Dengan Variasi Moisture Dalam Incinerator Portable Skala Rumah Tangga*. Skripsi. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Cilegon.

Reynolds, W.C. and Henry C. Perkint. (1977). *Engineering Thermodynamics Translated*. Jakarta: Erlangga.

Sembiring, Lucy Amena. (2017). *Penentuan Nilai Kalor High Heating Value (HHV) Dan Low Heating Value (LHV) Dari Material Sampah Combustible Zona Aktif II TPA Jatibarang Semarang*. Undergraduate thesis. Universitas Diponegoro. Semarang.

Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional. (2021). *Capaian Kinerja Pengelolaan Sampah*.
<https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/>
(diakses tanggal December 25, 2021).

Tjokrowisastro, E.H., dan Widodo. B.U.K. (1990). *Teknik Pembakaran Dasar dan Bahan Bakar*. Thesis. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.

World Health Organization. (2021). *Solid Waste*. In: Compendium of WHO and other UN guidance on health and environment. Geneva: World Health Organization.
(WHO/HEP/ECH/EHD/21.02)

Yuwono, Indarto. (2016). *Municipal Solid Waste Gasification Experimental Study on Downdraft Gasifier Using Automatic Temperature Control on The Partial Combustion Zone*. Thesis. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.

Zel'dovich, Y.B. (1994). *Theory of combustion and gas detonation*. Moscow Akad. Nauk SSSR.

PENULIS:

Agung Sudrajad , Hanifah Afriliyanti, Ni Ketut Caturwati

Laboratorium Konversi Energi

Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Kota Cilegon.

Email: agung@untirta.ac.id

