

PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH PETERNAKAN PADA KARAKTERISTIK PEMBAKARAN BATUBARA

Wahyudi & Tito Haji Agung Santosa.

Jurusan Teknik Mesik Fakultas Teknik UMY

Jl. Lingkar Barat Tamantirto Kasihan Bantul 55183 telp. 0274-387656 ext. 233

Email: wahyudi_stmt@yahoo.co.id

ABSTRACT

Using coal as a fuel is often obstructed in hardening of ignition. Waste of farming which is seldom used as fuel possible to mix with coal. Research on solid fuel characteristic of combustion of mixture between coal and waste of farming has been conducted to know the effect of mixture composition toward rate of combustion. Experiment was conducted in a cylindrical combustion chamber which was heated and flowed with hot air. The content of volatile matter is higher in farming waste than in coal. In combustion of fuel mixture with higher content of farming waste, decreasing of mass of fuel mixture will more rapidly. The maximum combustion rate will higher in fuel mixture consisting more the waste of farming.

Keyword: *Combustion, Coal, Waste of farming.*

PENDAHULUAN

Meningkatnya jumlah penduduk dan taraf hidup masyarakat mengakibatkan bertambahnya jumlah energi yang dibutuhkan. Berbagai bentuk sumber energi telah digunakan manusia, antara lain minyak bumi, batubara, gas alam, panas bumi dan sebagainya. Bahan bakar padat telah lama digunakan oleh manusia karena banyak tersedia di alam. Bahan bakar padat ini dapat dikelompokkan menjadi batubara, biomassa dan sampah.

Batubara merupakan produk yang dihasilkan dari proses *coalification*, sebuah proses dimana batubara dibentuk dari bahan organik yang berasal dari tumbuh-tumbuhan yang telah mengalami perubahan komposisi karena suhu dan tekanan yang tinggi dalam jangka waktu yang lama. Batubara dapat dibagi menjadi empat kelompok utama yaitu, *anthracite*, *bituminous*, *sub-bituminous*, dan *lignite*. *Lignite* mempunyai kandungan *volatile matter* yang tinggi, sedangkan *anthracite* mempunyai kandungan *volatile matter* yang rendah tetapi kandungan karbonnya tinggi. Di antara bahan bakar fosil, batubara merupakan sumber energi potensial terbesar di dunia. Pemanfaatan batubara antara lain untuk pembangkit tenaga listrik (PLTU batubara), bahan bakar industri (termasuk industri skala kecil) dan keperluan rumah tangga. Namun pemanfaatan batubara sebagai bahan bakar di

industri kecil dan rumah tangga belum terlalu luas jika dibandingkan dengan bahan bakar lain seperti minyak, gas alam, kayu bakar dan sebagainya. Salah satu penyebabnya adalah penyalaaan batubara yang relatif lebih sulit.

Biomassa merupakan bahan-bahan organik yang berasal dari tumbuh-tumbuhan yang meliputi, dedaunan, rerumputan, ranting, gulma, limbah pertanian, limbah peternakan, limbah kehutanan dan gambut (Borman, 1998). Berkembangnya industri peternakan sapi akan diiringi dengan meningkatnya produk samping yang berupa limbah. Seekor sapi dewasa akan menghasilkan limbah padat 20 kg perhari. Penanganan limbah tersebut sampai saat ini masih bersifat tradisional, yaitu hanya ditampung dalam bak besar dan kemudian dapat dimanfaatkan untuk pupuk atau biogas. Jumlah limbah yang cukup besar akan memerlukan tempat yang luas dan pemakaian biogas untuk energi masih sangat terbatas dan relatif mahal (Wagini, 2000).

Biomassa limbah peternakan belum banyak digunakan oleh masyarakat pedesaan sebagai bahan bakar, kebanyakan penggunaanya adalah sebagai pupuk. Seiring dengan banyaknya pupuk buatan pabrik, pemanfaatan limbah peternakan perlu diarahkan untuk keperluan lain, maka penelitian-penelitian yang ditujukan untuk pemanfaatan biomassa sebagai bahan bakar, sangat diperlukan. Penelitian karakteristik pembakaran campuran batubara dan limbah pertanian yang telah dilakukan menunjukkan hasil bahwa pencampuran limbah pertanian dengan batubara dapat lebih mempermudah terbakarnya bahan bakar tersebut (Wahyudi,2007)

Pada penelitian ini akan dilakukan pengujian karakteristik pembakaran campuran batubara dan limbah peternakan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik pembakaran bahan bakar campuran batubara dan limbah peternakan.

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Serbuk briket batubara produksi PT Bukit Asam.
2. Limbah peternakan yang diambil dari peternakan sapi.

Analisis proksimat dan ultimat limbah peternakan dilakukan di Puslitbang Teknologi Mineral dan Batubara Bandung dan Laboratorium Kimia dan Biokimia PAU UGM. Hasil analisa proksimat dan analisa ultimat dapat dilihat pada tabel di bawah

Tabel 1. Hasil Analisa Komposisi Batubara

Property	Batubara
Kadar air (%)	7,47
Volatile matter (%)	24,91
Fixed Carbon (%)	53,95
Kadar abu (%)	13,67
Kadar C (%)	58,7
Nilai Kalor (MJ/kg)	5860,173

Tabel 2. Hasil Analisa Komposisi Limbah Peternakan

a. Analisa proksimat

Bahan	Air Lembab ,%adb	Abu ,%adb	Zat Terbang ,%adb	Karbon Padat ,%adb
Limbah peternakan	3.06	41.18	43.56	12.20

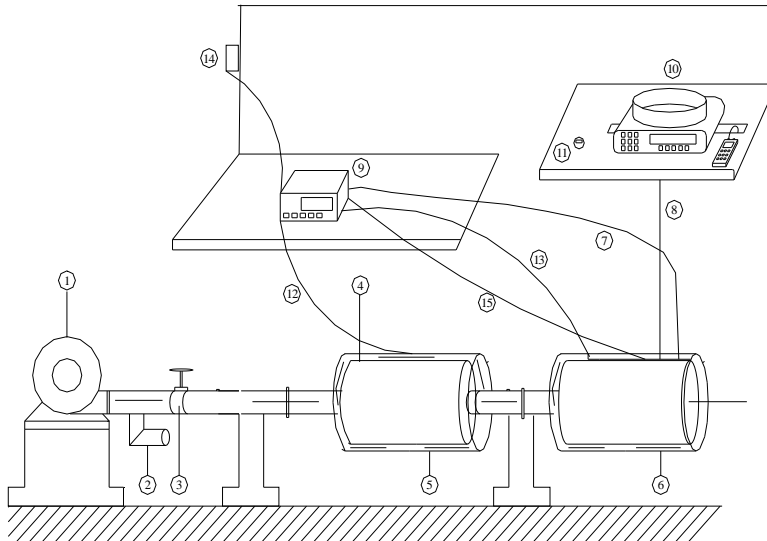
b. Analisa ultimat

Bahan	Sulfur ,%adb	Carbon ,%adb	Hidrogen ,%adb	Nitrogen ,%adb	Oksigen ,%adb
Limbah peternakan	0.37	29.35	4.38	1.85	22.87

Bahan uji berupa serbuk campuran batubara dan limbah peternakan. Pembuatan bahan uji dilakukan dengan cara menumbuk batubara hingga menjadi butiran halus (serbuk), selanjutnya serbuk batubara tersebut dicampur dengan limbah peternakan hingga merata. Campuran dibuat dengan berbagai komposisi (berdasarkan berat).

Peralatan yang Digunakan

Alat yang digunakan berupa silinder sebagai suatu ruang bakar. Sumber listrik disambungkan ke elemen pemanas yang dililitkan di sekeliling silinder. Silinder dihubungkan dengan blower untuk suplai udara. Sampel bahan bakar diletakkan pada suatu plat yang digantungkan ke timbangan. Pengurangan massa selama pembakaran dapat diamati. Susunan alat yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema Alat Uji

- Keterangan :
1. Blower
 2. Saluran by pass
 3. Katup pengatur aliran udara
 4. Elemen pemanas
 5. Tabung udara *preheat*
 6. *Furnace wall heater*
 7. Termokopel pengukur suhu dinding
 8. Kawat penggantung sampel bahan bakar
 9. Personal Computer
 10. *Electronic top pan balance*
 11. *Stop watch*
 12. Termokopel pengukur udara *preheat*
 13. Termokopel pengukur udara *heater*
 14. LM 35, Pengukur suhu lingkungan
 15. Termokopel pengukur suhu bahan bakar

Alat ini dilengkapi dengan alat-alat ukur dan instrumentasi, sebagai berikut:

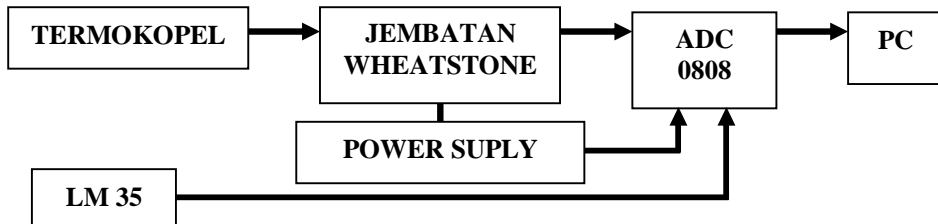
- Blower

Blower dipasang pada pipa galvanis 1,5 inch untuk mensuplai udara selama proses pembakaran.

- Katup Pengatur (*control valve*)
Sebuah *control valve* dipasang pada keluaran blower, digunakan untuk mengatur laju aliran
- Ruang Pembakaran
Ruang berupa tabung ini, merupakan tempat terjadinya pembakaran bahan bakar padat. Tabung tersebut terbuat *dari* besi galvanis, diameter dalam 5 inci, diameter luar 6 inci dan pada bagian dalamnya terdiri dari :
 - a. Kawat Nikelin
 - b. Isolator
- *Electronic Top Pan Balance*.
Electronic top pan balance digunakan untuk mengukur massa bahan bakar dan pengurangan massa bahan bakar selama proses pembakaran.
- Anemometer
Anemometer digunakan untuk mengukur kecepatan aliran udara di dalam ruang bakar.
- Stop Watch
Stop Watch digunakan untuk mengukur waktu yang dibutuhkan selama proses pembakaran.
- LM 35
LM 35 digunakan untuk mengukur temperatur udara lingkungan. LM 35 memiliki jangkauan maksimal suhu antara 55°C sampai 150°C. Sensor LM35 menunjukkan bahwa setiap kenaikan 10 mV mewakili kenaikan suhu 1°C.
- Termokopel
Ada 4 buah termokopel dengan jenis sama, yang digunakan untuk mengukur :
 - 1) Temperatur udara *preheat* (tabung pertama)
 - 2) Temperatur udara pembakaran (tabung kedua)
 - 3) Temperatur dinding silinder
 - 4) Temperatur gas di dekat sampel.
 Termokopel yang digunakan yaitu Termokopel tipe K, dengan spesifikasi :
 Bahan : Chromel (Ni-Cr alloy) / Alumel (Ni-Al alloy)
 Suhu : -200 °C hingga 1200 °C.
- Jembatan Wheatstone (*Wheatstone bridge circuit*).
Jembatan Wheatstone digunakan untuk meningkatkan sensitivitas dan kemudahan dalam pencatatan data. Terdapat 4 buah jembatan Wheatstone dengan resistor sebesar 3,3 Ohm, 5 Watt yang dihubungkan ke sebuah power supply. Masing - masing rangkaian wheatstone dihubungkan dengan sebuah termokopel. Antara rangkaian yang satu dengan yang lain dihubungkan secara parallel dan keluarannya berupa tegangan. Tegangan tersebut merupakan masukan bagi ADC (*Analog to Digital Converter*).
- *Analog to Digital Converter* (ADC)
ADC 0808 CCN dengan resolusi 8 bit.

- *Personal Computer (PC)*

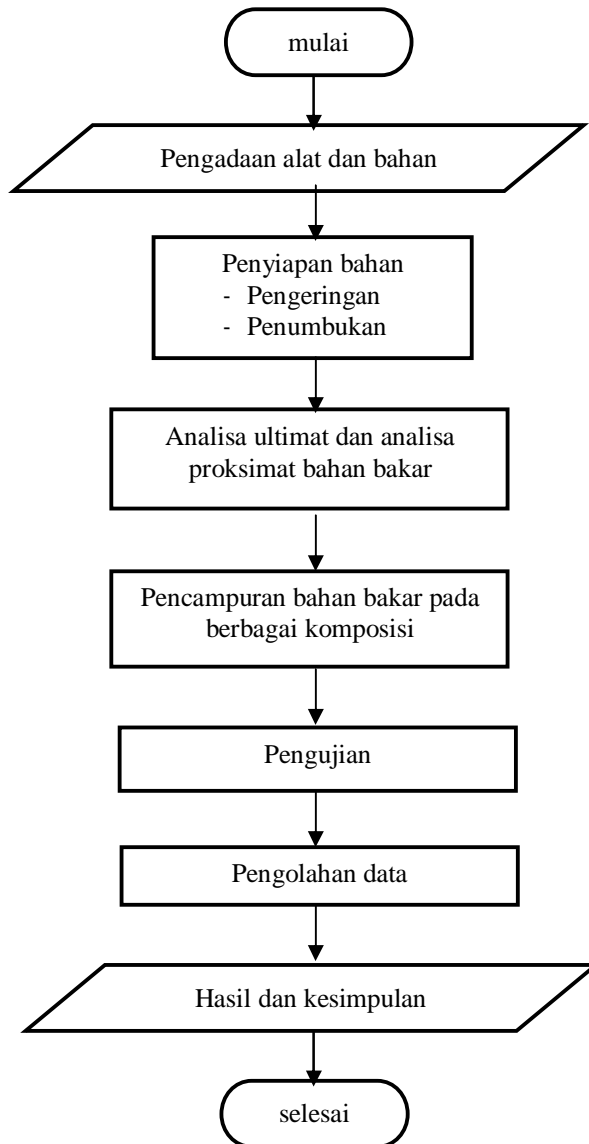
Pada alat uji ini digunakan *software PASCAL versi 7*. Adapun proses pembacaan suhu dari sensor termokopel dan LM 35 yang masih berupa analog diubah dalam bentuk digital dapat dilihat pada skema berikut ini :



Gambar 2. Skema Pembacaan Suhu

Cara Penelitian

Secara umum tahapan langkah penelitian ditunjukkan pada diagram alir penelitian karakteristik pembakaran campuran batubara dan limbah peternakan sapi, seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir penelitian

Penelitian diawali dengan perancangan dan pembuatan alat uji karakteristik pembakaran. Selanjutnya dilakukan persiapan bahan bakar yang meliputi pengeringan dan pencampuran batubara serbuk dan limbah peternakan. Campuran dibuat dalam beberapa variasi komposisi. Bahan bakar campuran tersebut dibakar pada alat uji. Data temperatur bahan bakar, temperatur tungku, temperatur udara

awal dan kecepatan udara pembakaran dicatat , selanjutnya dilakukan analisa data untuk mengetahui karakteristik pembakaran campuran bahan bakar tersebut.

Limbah peternakan dikeringkan dengan cara dijemur di sinar matahari selama kurang lebih 3 (tiga) hari. Batubara ditumbuk halus, kemudian dicampur dengan limbah peternakan kering hingga merata. Campuran tersebut dibuat dalam beberapa perbandingan sebagai berikut:

- i. Batubara 100%
- ii. Batubara 75 % dan limbah peternakan 25 %
- iii. Batubara 50 % dan limbah peternakan 50 %
- iv. Batubara 25 % dan limbah peternakan 75 %
- v. Limbah peternakan 100 %

Selanjutnya campuran tersebut dibakar pada ruang bakar, kemudian data – data yang diperlukan untuk analisis karakteristik pembakaran seperti laju aliran udara, temperatur dan pengurangan massa ,dicatat pada lembar pencatatan data.

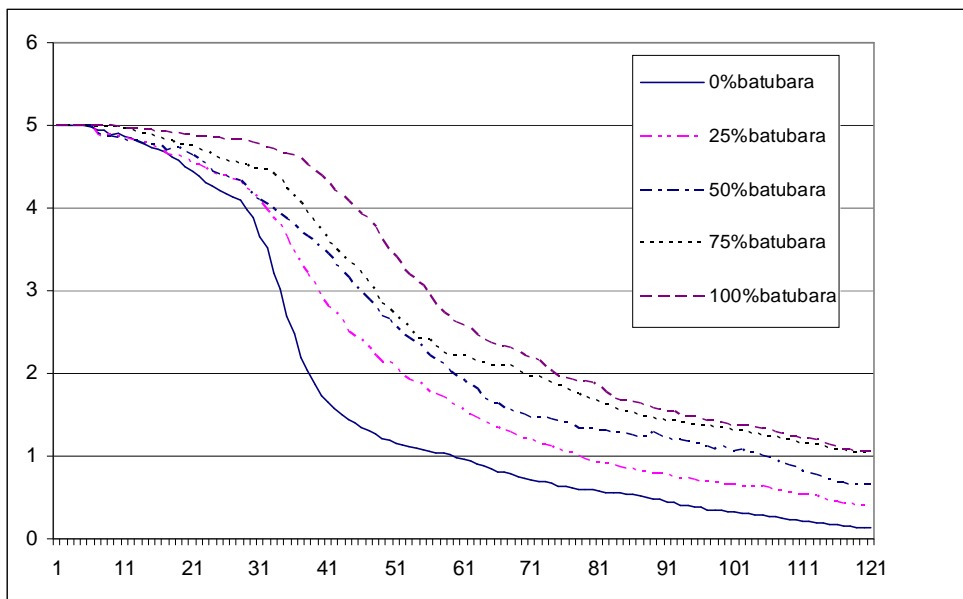
Teknik Pengumpulan Data dan Analisa Data

Sebelum campuran dibakar, dicatat terlebih dahulu massa awal dan kecepatan aliran udara. Pengurangan massa selama pembakaran diukur dengan *Electronic Top Pan Balance*. Temperatur udara dari blower, temperatur udara *preheat* , temperatur gas, temperatur dinding dan suhu bara dilihat pada monitor PC yang berlaku sebagai *Digital Thermocouple Reader*.

Analisa data dilakukan dengan membuat grafik pengurangan massa bahan bakar terhadap waktu, grafik laju pembakaran terhadap waktu serta grafik perubahan temperatur terhadap waktu. Dari grafik-grafik tersebut serta data-data pengujian lainnya akan dapat dipelajari karakteristik pembakaran campuran batubara dan limbah peternakan.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian disajikan dalam bentuk grafik sebagaimana terlihat pada gambar 4 dan 5 di bawah ini.



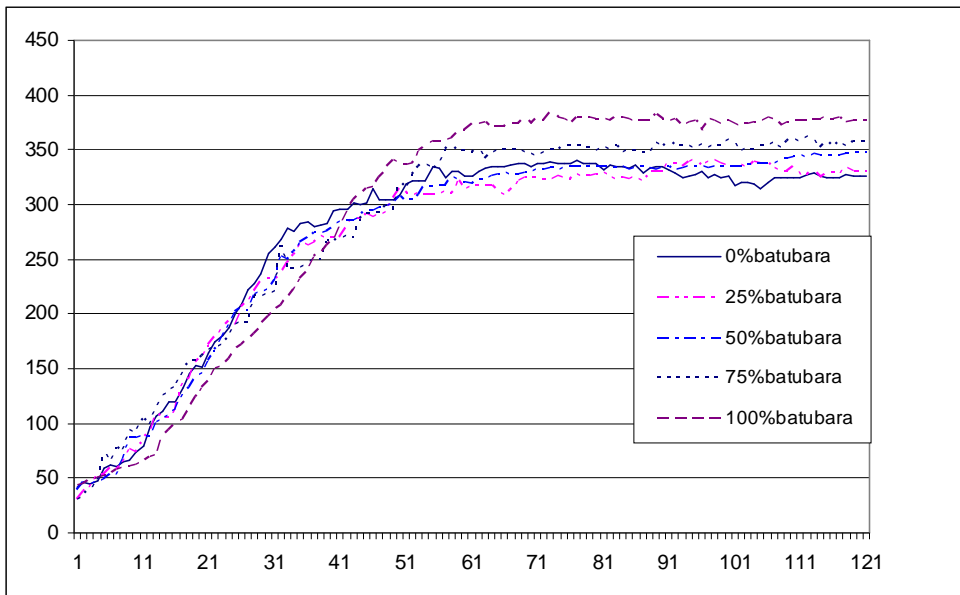
Gambar 4. Grafik hubungan massa terhadap waktu

Dari Grafik pada Gambar 4. terlihat bahwa penurunan massa yang paling cepat terjadi pada pengujian limbah peternakan sapi 100%. Hal tersebut disebabkan karena kandungan *volatile matter* pada limbah peternakan sapi murni lebih tinggi dan kadar *fixed carbon* didalam limbah peternakan sapi murni relatif rendah, sehingga bahan bakar akan mudah terbakar dan cepat habis. Sisa dari pembakaran adalah kandungan abu yang tidak bisa terbakar lagi.

Waktu pembakaran yang paling lama terjadi pada pengujian batubara 100%. Hal ini disebabkan oleh kadar *fixed carbon* di dalam batubara murni yang lebih tinggi. Kandungan *volatile matter* yang rendah menyebabkan batubara akan sulit terbakar.

Dari gambar terlihat bahwa semakin banyak campuran limbah peternakan, maka penurunan massa akan semakin cepat. Semakin besar persentase limbah peternakan pada campuran bahan bakar berarti kadar *volatile matter* lebih tinggi, sehingga bahan bakar semakin mudah terbakar.

Grafik penurunan massa terhadap waktu menunjukkan bahwa pembakaran diawali dengan pengurangan kadar air. Selanjutnya adalah proses terbakarnya *volatile matter*, yang ditunjukkan oleh penurunan massa yang tajam pada grafik. Proses selanjutnya adalah terbakarnya *fixed carbon*, ditunjukkan dengan penurunan massa yang relatif landai.



Gambar 5. Grafik Hubungan Temperatur Terhadap Waktu Pembakaran Pada Bahan Bakar.

Dari grafik pada Gambar 5. terlihat bahwa peningkatan temperatur tercepat dialami oleh sampel bahan bakar dengan komposisi 100% limbah peternakan. Proses pembakaran yang terjadi lebih awal dan lebih cepat menyebabkan temperatur lebih cepat naik dibanding sampel bahan bakar lainnya. Namun temperatur tertinggi dialami oleh sampel bahan bakar dengan komposisi 100% batubara. Kandungan *fixed carbon* berpengaruh pada temperatur tertinggi yang dapat dicapai.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Karakteristik pembakaran suatu bahan bakar padat dipengaruhi oleh kadar *volatile matter* dan kadar *fixed carbon* bahan bakar tersebut.
2. Pencampuran limbah peternakan dengan batubara dapat lebih mempermudah terbakarnya bahan bakar tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Borman, G.L., and Ragland, K.W., 1998, “ *Combustion Engineering*”, McGraw Hill Publishing Co, New York. pp 14.1-14.20
- Changdong, S., Azevedo, J.L.T., 2005, ‘ *Estimating the higher heating value of biomass fuels from basic analysis data*, *Bioamass and Bioenergy* vol 28, pp. 4449-507
- Naruse, I., Lu, G., Kim, H., and Yuan, J., 1999, “*Combustion Behavior and Emission Control in Biobriquette Combustion*”, Proc. Intl. Conf. On Mech. Eng., Tanzania
- Naruse, I., Gani, A., Morishita, K., 2001, “*Fundamental characteristics on Co Combustion of Low Rank Coal with Biomass*”,
- Naruse, I., Lu, G., Kim, H., Yuan, J., Ohtake, K., 1999, “*Study on Characteristics of Self Desulfurization and Self Denitrification in Biobriquette Combustion*”, The 27th Symposium (International) on Combustion.
- Nienow, S., McNamara, K.T., Gillespie, A.R., 2000, “*Assesing Plantation Biomass for Co-firing with Coal in Northern Indiana : A Linear Programming Approach*”, *Journal of Biomass and Bioenergy*, 18, pp. 125-135.
- Patil, K.N., Ramana, P.V., Singh, R.N., 2000, “*Performance Evaluation of Natural Draft Based Agricultural Residues Charcoal System*”, *Journal of Biomass and Bioenergy*, 18, pp. 161-173.
- Sami, M., Annamalai, K., Wooldridge, M., 2001, “ *Co-firing of coal and biomass fuel blends*” *Journal of Progress in Energy and Combustion Science*, 27, pp. 171-214
- Turns, S.R., 1996, “*An Introduction o Combustion*”, McGraw-Hill Inc. Singapore, pp. 443-437
- Wagini, R., dkk, 2000, “*Pembuatan dan Karakterisasi Briket Bioarang dari Limbah Padat Industri Peternakan Sapi Sebagai Sumber Energi Alternatif*”. *Energi* no 10, Pusat Studi Energi UGM, hal. 12-16
- Wahyudi, 2007, *Karakteristik Pembakaran Biobriket dari Campuran Batubara dan Limbah Padat Pertanian*, *Semesta Teknik*, Vol 10, No 2, hal 178-191, Yogyakarta