

PROTOTYPE KOMPOR BRIKET BATUBARA

Tinjauan Analisis Thermal Berdasarkan Metode Rambatan dan Konduksi

Bea Saniaga Nastito

Jurusan Teknik Kimia Prodi Teknik Energi, Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang

Email : beasaniaganastio@ymail.com

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat kompor briket yang ramah lingkungan dengan menerapkan sistem konduksi dimana kompor briket dilengkapi dengan absorben yang berfungsi untuk proses Absorpsi, yaitu proses penyerapan fluida gas oleh seluruh bagian zat cair sebagai absorben. Menganalisa pengaruh perpindahan panas pada media penghantar plat kuningan terhadap efisiensi thermal yang dihasilkan dari kompor briket. Parameter uji pada penelitian ini berupa nilai ketebalan konduktor terhadap panas yang berhasil hantarkan. Perumusan masalah difokuskan pada kemampuan konduktor dalam menghantarkan panas. Data yang diambil untuk menganalisa panas optimum yang didapatkan dilakukan sebanyak tiga kali terhadap masing-masing ketebalan konduktor yang berbeda, dan hasil yang diperoleh pada uji coba yang pertama dengan menggunakan jumlah bahan bakar yang sama, kompor tanpa menggunakan konduktor didapatkan nilai rata-rata temperatur sebesar 714 °C dengan efisiensi 6.74%, data kedua pada kompor yang menggunakan konduktor dengan ketebalan 0.8 mm didapatkan nilai rata-rata temperatur sebesar 374 °C dengan efisiensi 3.42%, dan data terakhir pada kompor yang menggunakan konduktor dengan ketebalan 1.6 mm didapatkan nilai rata-rata temperatur sebesar 340 °C dengan efisiensi 3.08%. Dari hasil perhitungan dan analisa dapat disimpulkan bahwa ketebalan berpengaruh terhadap efisiensi thermal. Didapatkan semakin tebal konduktor semakin banyak panas yang hilang.

Kata kunci : *Briquette Stove, Conductor Thickness, Heat Transfer*

ABSTRACT

The purpose of this study is to make environmentally friendly briquettes stove by applying the conduction system where briquette stove is equipped with an absorbent function for absorption process, namely the process of fluid absorption by the gas throughout the liquid as an absorbent. Analyzing the effect of conductive heat transfer medium brass plate on the thermal efficiency of the stove briquettes produced. The test parameters in this study of the value of the thickness of the conductor to the heat delivered successfully. The formulation of the problem is focused on the ability to dissipate heat conductor. The datas were taken to analyze the obtained optimum heat conducted three times for each different conductor thickness, and the results obtained in the first trial using the same amount of fuel, the stove without the use of conductors obtained average values of temperature 714°C with an efficiency of 6.74 %, the second data on the stove using a conductor with a thickness of 0.8 mm obtained an average value of 374°C with a temperature efficiency of 3.42 %, and the latest data on the stove using a conductor with a thickness of 1.6 mm obtained average values of temperature at 340°C with an efficiency of 3.08 %. From the calculation and analysis can be concluded that the thickness effect on thermal efficiency. Obtained the thicker the conductor the more heat is lost.

Keywords: *Briquette Stove, Conductor Thickness, Heat Transfer*

PENDAHULUAN

Penggunaan bahan bakar fosil (Minyak Bumi, Batubara, Gas) didunia tiap harinya semakin meningkat, hal ini dikarenakan semakin meningkatnya populasi manusia untuk mengatasi hal tersebut maka dilakukan pengolahan bahan bakar fosil (Minyak Bumi, Batubara, Gas) tersebut seefisien mungkin(wikipedia, 2014). Batubara merupakan salah satu energi fosil yang tersedia cukup berlimpah di indonesia. Batubara tersebut selama ini digunakan secara langsung sebagai bahan bakar untuk keperluan industri dan keperluan rumah tangga. Penggunaan Batubara secara langsung tidak efisien dan dapat mengganggu lingkungan dan kesehatan, untuk

mengatasi hal tersebut maka perlu dilakukan suatu pengolahan dalam bentuk lain seperti dengan mengolah batubara menjadi bentuk briket(wikipedia, 2014).

Pemanfaatan briket batubara harus dibarengi dengan pemakaian kompor atau tungku dengan jenis dan ukuran tungku harus disesuaikan dengan kebutuhan. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Hayuning (2008) telah menggunakan tungku briket batubara jenis stasioner skala rumah tangga dengan hasil efisiensi yang masih rendah yaitu sebesar 5,6% dan 4,8% maka dilakukan modifikasi dengan pendekatan desain tungku supaya dapat meningkatkan kinerja pembakaran dan efisiensi

tungku briket batu bara. Hanya saja kompor briket batubara yang selama ini dijual dipasaran kurang menarik minat masyarakat dikarenakan karena penggunaannya yang rumit dan juga flue gas yang dihasilkan dari proses pembakaran briket batubara dapat mengganggu kesehatan dan selain itu juga merusak alat-alat dapur karena meninggalkan bercak hitam pada alat memasak. Kompor briket yang selama ini dijual dipasaran masih sangat memerlukan perhatian yang serius dalam penggunaannya karena untuk memasak konsumen harus melakukan perendaman briket terlebih dahulu pada bahan bakar cair sebagai pemicu penyalaan, dan begitu juga pada saat akan mematikan kompor briket tersebut konsumen harus menyiram briket dengan air. Masih begitu banyak kekurangan pada kompor briket yang dijual dipasaran selama ini maka atas dasar itu perlu dilakukan penelitian rancang bangun kompor briket untuk penyempurnaan kompor briket yang dijual dipasaran selama ini agar penggunaan energi alternatif dapat diterima oleh masyarakat.

Pada penelitian ini akan dilakukan rancang bangun pembuatan kompor briket dengan skala rumah tangga dengan rancang struktural yang dilengkapi dengan blower untuk menyerap gas buang hasil pembakaran selain itu juga blower berfungsi sebagai penyuplai udara yang sebagaimana diketahui bahwa jumlah udara berpengaruh pada proses pembakaran. Selain itu juga kompor ini memiliki perbedaan dari beberapa jenis kompor briket lainnya dimana panas api dari pembakaran briket batubara tidak langsung diterima oleh media yang akan dipanaskan melainkan dirambatkan melalui media penghantar panas berupa plat kuningan, dimana panas plat kuningan ini bertujuan untuk menangkap gas sisa dari hasil sisa pembakaran batubara langsung kelingkungan, atas dasar itulah dilakukan metode rambatan panas melalui media penghantar panas pada kompor briket ini. Untuk mengatasi permasalahan gas buang yang dihasilkan dari sisa pembakaran briket tidak langsung kelingkungan dicoba memodifikasi kompor briket batubara dengan cara menambah plat kuningan sehingga asap sisa hasil pembakaran dapat ditahan hanya terakumulasi didalam kompor, asap yang ditimbulkan dapat dialirkan dengan bantuan blower ke ruang absorben dengan tujuan agar asap dari sisa pembakaran tersebut dapat terabsorpsi, dan tidak langsung kelingkungan. Berdasarkan system kerja kompor briket ini yang perlu dipelajari adalah proses perpindahan panas.

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian kompor briket ini antara lain yaitu Untuk mengetahui pengaruh ketebalan plat kuningan yang digunakan (0, 0.8, 1.6) sebagai media penghantar panas terhadap pengaruh nilai efisiensi thermal dan untuk mengetahui berapa besar panas yang hilang pada system.

Dalam pembuatan prototype kompor briket batubara menerapkan sistem konduksi. Panas dari bahan bakar tidak langsung ditujukan ke media yang akan dipanaskan melainkan dirambatkan melalui media penghantar panas berupa plat kuningan. Adapun masalah utama yang akan dibahas dalam pembuatan prototype kompor briket batubara ini yaitu : Ingin mengetahui analisis thermal berdasarkan panas yang dipindahkan melalui metode rambatan atau konduksi pada prototype kompor briket batubara ini berdasarkan variable ketebalan media penghantar panas.

Batubara

Batubara adalah salah satu bahan bakar fosil. Pengertian umumnya adalah batuan sedimen yang dapat terbakar, terbentuk dari endapan organik, utamanya adalah sisa-sisa tumbuhan dan terbentuk melalui proses pembatubaraan. Unsur-unsur utamanya terdiri dari karbon, hidrogen dan oksigen (Wikipedia, 2014)

Batu bara juga adalah batuan organik yang memiliki sifat-sifat fisika dan kimia yang kompleks yang dapat ditemui dalam berbagai bentuk. Analisis unsur memberikan rumus formula empiris seperti $C_{137}H_{97}O_9NS$ untuk bituminus dan $C_{240}H_{90}O_4NS$ untuk antrasit (Wikipedia, 2014)

Briket Batubara

Briket Batubara adalah bahan bakar padat yang terbuat dari Batubara dengan sedikit campuran seperti tanah liat dan tapioka. Briket Batubara mampu menggantikan sebagian dari kegunaan Minyak Tanah seperti untuk : Pengolahan Makanan, Pengeringan, Pembakaran dan Pemanasan. Bahan baku utama Briket Batubara adalah Batubara yang sumbernya berlimpah di Indonesia dan mempunyai cadangan untuk selama lebih kurang 150 tahun. Teknologi pembuatan Briket tidaklah terlalu rumit dan dapat dikembangkan oleh masyarakat maupun pihak swasta dalam waktu singkat. Sebetulnya di Indonesia telah mengembangkan Briket Batubara sejak tahun 1994 namun tidak dapat berkembang dengan baik mengingat Minyak Tanah masih

disubsidi sehingga harganya masih sangat murah, sehingga masyarakat lebih memilih Minyak Tanah untuk bahan bakar sehari-hari.

Proses Pembakaran di Dalam Kompor Briket

Proses pembakaran adalah reaksi kimia antara bahan bakar (C, H) dengan udara (O₂) serta sumber panas sehingga terbentuk api yang menghasilkan kalor dan gas hasil pembakaran (*flue gas*). Untuk melakukan pembakaran bahan bakar dibutuhkan oksigen, oksigen yang digunakan disuplai dari udara. Komposisi udara selain oksigen dan nitrogen, pada kenyataannya ada partikel - partikel lain sebagai *inert* yang akan ikut keluar *stack* dengan membawa rugi panas.

Pada umumnya komposisi kimia dari bahan bakar merupakan ikatan hidrokarbon yang terdiri dari karbon (C) dan hidrogen (H), maka reaksi yang terjadi di dalam proses pembakaran adalah sebagai berikut:

1. Pembakaran sempurna
$$\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 32840 \text{ KJ/ kg carbon}$$

$$2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + 119440 \text{ KJ/ kg hydrogen}$$

Pada reaksi ini semua karbon yang terdapat di dalam bahan bakar seluruhnya habis terbakar membentuk gas CO₂.

2. Pembakaran tidak sempurna
$$\text{C} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{CO} + 9290 \text{ KJ/ kg carbon}$$

$$2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + 119440 \text{ KJ/ kg hydrogen}$$

Pada reaksi pembakaran tersebut karbon yang bereaksi dengan oksigen membentuk karbon monoksida (CO), reaksi ini terjadi karena kekurangan udara sehingga pembakaran tidak sempurna.

Pembakaran tidak sempurna ini merugikan antara lain:

1. Karbon monoksida (CO) yang keluar dari *stack* masih berupa bahan bakar, apabila CO dibakar akan menghasilkan panas.

2. Karbon monoksida (CO) yang terbentuk dari reaksi pembakaran dapat menimbulkan *after burning*, biasanya terjadi pada dinding dapur yang cukup panas. Adanya oksigen dan suhu yang tinggi dari dinding dapur, maka CO akan terbakar kembali dan menghasilkan panas, hal ini dapat merusak dinding dapur.

3. Pembakaran lain, karena bahan bakar tidak hanya terdiri dari hidrokarbon saja, maka beberapa reaksi lain yang mungkin terjadi, seperti:

$$\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2 (\text{g}) + 2219,4 \text{ Kkal/ kg sulfur}$$

Terbentuknya oksida belerang tidak diinginkan dalam dapur, dengan adanya uap di dalam flue gas akan memungkinkan terjadi asam belerang.

Konduksi

Pada konduksi perpindahan energi panas (kalor) tidak di ikuti dengan zat perantaranya. Misalnya saja anda menaruh batang besi membara ke batang besi lain yang dingin. Anda tidak akan melihat besi membara itu bergerak namun tiba-tiba besi yang semula dingin akan menjadi panas. Atau dengan contoh yang lebih simpel, yakni satu logam panjang yang dipanaskan. Satu ujung logam panjang yang di beri nama A dipanaskan maka beberapa saat kemudian ujung yang lain (kita sebut ujung B) juga akan ikut panas. Pemanfaatan Konduksi dalam kehidupan sehari-hari sendiri bisa dengan mudah kita temukan, misalnya saja saat memasak air maka kalor berpindah dari api (kompor) menuju panci dan membuat air mendidih.

Radiasi

Merupakan proses terjadinya perpindahan panas (kalor) tanpa menggunakan zat perantara. Perpindahan kalor secara radiasi tidak membutuhkan zat perantara, contohnya anda bisa melihat bagaimana matahari memancarkan panas ke bumi dan api yang memancarkan hangat ke tubuh anda. Kalor dapat di radiasikan melalui bentuk gelombang cahaya, gelombang radio dan gelombang elektromagnetik. Radiasi juga dapat dikatakan sebagai perpindahan kalor melalui media atau ruang yang akhirnya diserap oleh benda lain. Contoh radiasi dalam kehidupan sehari-hari dapat anda lihat saat anda menyalakan api unggun, anda berada di dekat api unggun tersebut dan anda akan merasakan hangat. Satu lagi, pernahkah anda memegangcandi prambanan di siang hari? Menurut anda apa yang membuat candi tersebut hangat saat siang hari? Ya karena mendapat radiasi panas dari matahari.

Konveksi

Merupakan perpindahan kalor (panas) yang disertai dengan berpindahnya zat perantara. Konveksi sebenarnya mirip dengan Induksi, hanya saja jika Induksi adalah perpindahan kalor tanpa disertai zat perantara sedangkan konveksi merupakan perpindahan kalor yang di ikuti zat perantara. Contoh konveksi dalam kehidupan sehari-hari dapat anda lihat pada proses pemasakan air, apakah anda tau apa yang terjadi saat air dimasak? Saat air dimasak maka air bagian bawah akan lebih dulu panas, saat air bawah panas maka akan bergerak ke atas (dikarenakan terjadinya perubahan masa jenis air) sedangkan air yang diatas akan bergerak kebawah

- Menyiapkan briket batubara yang digunakan sebagai bahan bakar.
- Memasukkan briket batubara kedalam ruang bakar sebanyak 1 kg batubara.
- Menghidupkan blower dan kemudian mengatur bukaan katub valve sesuai dengan yang kita inginkan.
- Mengisi cairan kedalam ruang absorben untuk digunakan sebagai penyerap.
- Membakar briket batubara sampai menjadi bara terlebih dahulu, baru lah meletakkan ceret yang berisi air sebanyak 1000 ml untuk dipanaskan

- f. Menghidupkan stopwatch pada saat melakukan pembakaran terhadap briket untuk melihat berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk membakar briket
- g. Memanaskan air sebanyak 1000 ml serta mengukur temperatur disekitar ruang bakar dengan menggunakan alat thermometer gun.
- h. Mengambil data untuk keperluan perhitungan.
- i. Mencatat data yang meliputi temperatur ruang bakar dan waktu yang dibutuhkan untuk memanaskan air 1000 ml
- j. Setelah percobaan selesai, kemudian memadamkan api dimana udara sangat berpengaruh ketika memadamkan api dari pembakaran briket batubara.

Pengujian Dengan Menggunakan Kompor Briket Yang Menggunakan Plat Kuningan Sebagai Media Penghantar Panas (0,8 mm dan 1,6 mm)

- 1) Memasukkan air kedalam ceret
- 2) Menghidupkan kompor briket dengan jumlah bahan bakar yang diketahui
- 3) Menghidupkan blower dan diatur aliran udara untuk proses pembakaran.
- 4) Membuka valve yang menghubungkan antara ruang bakar dan ruang absorben
- 5) Mengukur temperatur pada plat kuningan dan temperature pada ruang bakar
- 6) Meletakkan panci yang berisi air diatas plat kuningan kemudian dicatat waktu yang dibutuhkan untuk mendidihkan air pada panci tersebut
- 7) Mengukur temperatur air
- 8) Melakukan kembali percobaan dengan memvariasikan beberapa jenis plat kuningan yang memiliki ketebalan yang berbeda

Pengujian Dengan Menggunakan Kompor Briket Tanpa Menggunakan Plat Kuningan Sebagai Media Penghantar Panas

- 1) Menghidupkan kompor briket dengan jumlah bahan bakar yang diketahui
- 2) Mengecek temperatur api bahan bakar
- 3) Meletakkan panci yang berisi air diatas plat kuningan kemudian dicatat waktu yang dibutuhkan untuk mendidihkan air pada dandang tersebut
- 4) Mengukur temperatur air, temperatur ruang bakar, dan temperature sisi luar rang bakar dengan menggunakan thermometer gun.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan penelitian didapatkan bahwa penerapan sistem perpindahan panas secara konduksi yang diterapkan pada kompor briket ini dapat dilihat bahwa berapa besar nilai kalor yang berhasil dihantarkan.

Berdasarkan hasil dari perhitungan dan percobaan dapat dilihat bahwa panas konduksi pada plat media penghantar dengan ketebalan 0,8 cm dapat merambatkan panas sebesar 3054,17 Kcal dan pada ketebalan plat 1,6 cm diketahui panas yang dirambatkan sebesar 1806,31 Kcal. Dan juga berdasarkan hasil perhitungan analisis thermal dapat dilihat bahwa panas dibidang permukaan media penghantar diketahui pada ketebalan plat 0,8 cm yaitu sebesar 69,60 Kcal dan pada ketebalan plat 1,6 diketahui panas dibidang permukaan media penghantar sebesar 141,93 Kcal.

Perpindahan kalor (*heat transfer*) ialah ilmu untuk meramalkan perpindahan energi yang terjadi karena adanya perbedaan suhu diantara benda atau material. Ilmu perpindahan kalor tidak hanya mencoba menjelaskan bagaimana energy kalor itu berpindah dari suatu benda ke benda lain, tetapi juga dapat meramalkan laju perpindahan yang terjadi pada kondisi-kondisi tertentu. (Holman, Hal 1). Dari tabel 6 berdasarkan perhitungan dan pengujian yang telah dilakukan diketahui bahwa pada ketebalan plat 0,8 cm didapatkan panas konduksi dan panas dibidang plat secara berturut-turut adalah 3054,17 kcal dan 69,60 kcal, sedangkan untuk ketebalan 1,6 cm didapatkan panas konduksi konduksi dan panas dibidang plat secara berturut-turut adalah 1806,31 kcal dan 141,93 kcal.

Hal ini berarti banyaknya panas yang hilang dan tidak termanfaatkan, hilangnya sejumlah panas dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain seperti akibat dari pengaruh ketebalan plat yang digunakan, dan nilai konduktifitas atau kehantaran panas. Dijelaskan bahwa besaran $\alpha = k / pc$ disebut difusivitas termal atau kebauran termal (*thermal diffusivity*) bahan. Makin besar besar nilai α , makin cepat kalor membaur dalam bahan itu. Hal ini jelas kelihatan bilamana kita periksa besaran yang membentuk α . Nilai α yang besar dapat disebabkan oleh salah satu dari dua hal berikut. Pertama, nilai konduktivitas termal yang tinggi menunjukkan laju perpindahan energy yang pesat atau yang kedua dari nilai kapasitas kalor termal

(*thermal heat capacity*) ρc yang rendah. Nilai kapasitas panas kalor yang rendah berarti bahwa energy yang berpindah melalui bahan itu yang diserap dan digunakan untuk menaikkan suhu jumlahnya lebih sedikit, jadi energy yang masih dapat dipindahkan lebih banyak. (Holman, halaman 4). Panas dari bahan bakar tidak semuanya dapat diantarkan oleh media penghantar panas, sebagian panas hilang dikarenakan panas merambat ke permukaan dinding-dinding ruang bakar, dan sebagian ikut mengalir ke dalam ruang absorben dan ikut terhisap oleh blower. Selain itu juga panas yang hilang diakibatkan dari luas bidang penghantar panas tersebut, dalam satuan inggris aliran kalor dinyatakan dalam satuan thermal inggris per jam (Btu/h), luas permukaan dalam kaki (foot) persegi, dan suhu dalam derajat Fahrenheit. (Holman, Halaman 8). Dengan demikian luas pemanpang plat palt media penghantar panas yang digunakan juga sangat berpengaruh terhadap panas yang akan dihasilkan.

Berdasarkan data yang didapatkan dari hasil pengujian dapat dilihat bahwa pada plat dengan ketebalan 0,8 diketahui panas konduksi sebesar 3054,17 kkal dan panas dibidang plat yaitu sebesar 69,60 kkal sedangkan panas konduksi pada plat dengan ketebalan 1,6 diketahui sebesar 1806,31 kkal dan panas dibidang plat sebesar 141,93 kkal. Terjadi perselisihan ynag cukup jauh dimana pada plat yang memiliki ketebalan yang lebih besar memiliki nilai panas yang lebih tinggi dari pada plat yang memiliki nilai ketebalan yang lebih kecil, secara penalaran plat yang nilai ketebalan plat yang lebih kecil akan menghasilkan nilai panas yang lebih besar, akan tetapi pada pengujian ini terjadi sebaliknya, hal ini disebabkan karena waktu pemanasan. Percobaan dilakukan secara tiga kali pengulangan, sehingga bidang plat media penghantar panas telah menyimpan temperature yang cukup tinggi sehingga jumlah nilai panas pada media plat penghantar panas menjadi lebih tinggi akibat pemanasan sebelumnya, sehingga kompor briket ini cocok digunakan untuk penggunaan yang bersifat konstan atau lama.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari data pengamatan hasil penelitian dan pembahasan, dapat diambil kesimpulan bahwa. Dari hasil uji kinerja kompor briket didapatkan nilai panas konduksi pada plat dengan ketebalan 0,8 yaitu 3054,17 kkal dan nilai panas dibidang plat sebesar 69,60 kkal dan panas konduksi dibidang plat dengan ketebalan 1,6 sebesar 1806,31 kkal dan nilai panas dibidang plat sebesar

141,93 terjadi perselisihan yang dikarenakan lama waktu pemanasan. Ketebalan plat dan jenis plat yang digunakan sangat berpengaruh terhadap nilai kalor yang dihasilkan karena tiap logam memiliki nilai konduktivitas yang berbeda-beda, selain itu juga luas bidang penampang juga dapat meningkatkan hilangnya sejumlah panas, kehilangan panas juga dipengaruhi akibat panas yang merambat ke permukaan lain seperti merambat ke dinding-dinding permukaan ruang bakar dll. Kalor dari bahan bakar banyak yang hilang karena panas didalam ruang bakar menyebar dan tidak dapat menuju kesatu titik yang ditujukan. Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk. Gunakan media penghantar lain yang memiliki nilai konduktivitas yang lebih baik.

Untuk meningkatkan kinerja alat maka perlu dilakukan pengkajian ulang terhadap desain bentuk alat seperti penyebab kerugian kehilangan panas yang diakibatkan luas bidang plat media penghantar panas serta penentuan volume ruang bakar untuk meminimalisir panas yang merambat ke permukaan lain dan penentuan bahan yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

Tama, Arga Setia. 2012. Perancangan Kompor Briket Biomass Untuk Limbah Kopi. Institut Sepuluh November. Surabaya

Hougen I, Olaf A, M. Watson, Kenneth. 1959 I. Chemical Proses Principles, Second Edition. Japan.

http://blog.binadarma.ac.id/yanti_pasmawati/2012/03/desain-kompor-briket-digital-yang-ergonomis/ (24 maret 2014 17:49)

<http://komporbriket.blogspot.com/2008/05/penggunaan-kompor-briket-yang-hemat.html> (24 maret 2014 17:56)

<http://www.bic.web.id/login/inovasi-indonesia-unggulan/622-kompor-briket-nyala-besar-kecil> (25 maret 2014 15:22)

http://www.ristek.go.id/file/upload/lain_lain/briket/briket_batubara_1.htm (25 maret 2014 15:35)

<file:///I:/kompor%20briket/Kompor%20briket%20Joko%20Hemat%2060%20Persen%20Bahan%20Bakar%20->

%20Universitas%20Sebelas%20Maret.htm (25 maret 2014 15:40)

<http://hmpskimia.blogspot.com/2013/04/penggunaan-adsorben-dari-limbah-jerami.html> (25 maret 2014 15:45)

<http://www.psychologymania.com/2013/01/pengertian-blower.html> (25 maret 2014 16:41)