



PROSIDING ABSTRACT

SEMINAR NASIONAL TAHUNAN TEKNIK MESIN X
UB HOTEL MALANG
2 - 3 NOVEMBER 2011



OPTIMALISASI PERAN TEKNIK MESIN DALAM MENINGKATKAN KETAHANAN ENERGI

ISBN
978-602-19028-0-6



Supported by :



Penyelenggara :
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jl. MT. Haryono No.167 Malang - Jawa Timur
Telp/fax : (0341) 554291

PROSIDING

Optimalisasi Peran Teknik Mesin Dalam Meningkatkan Ketahanan Energi

Ketua Penyunting

Dr.Eng. Yudy Surya I,ST.,M.Eng.

Sekretaris Penyunting

Dr. Slamet Wahyudi, ST.,MT.

Penelaah Ahli

Prof. Dr. Ir Pratikto, MMT (Universitas Brawijaya Malang)
Prof. Ir. ING Wardhana, M.Eng., Ph.D.(Universitas Brawijaya Malang)
Dr.Eng. Anggit Murdani, ST.,M.Eng. (POLINEMA)
Dr.Eng. Budi Prawara,ST.,M.Eng. (LIPI-TELIMEK)

Penyunting Pelaksana

Francisca Gayuh Utami D, ST., MT.

Tata Letak

Fikrul Akbar Alamsyah, ST
Dodik & Very

Cetak dan Distribusi

Totok S.

Penanggung Jawab

Ketua Jurusan Mesin
Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang

Perancang Sampul

Dodik & Very

Penerbit

Jurusan Mesin
Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang
Jl. MT. Haryono 167 Malang 65145
Telp./Fax. +62-341-554291
Email: slamet_w72@ub.ac.id

The statements and opinion expressed in the papers are those of the authors themselves and not necessarily reflect the opinion of the editors and organizers. Any mention of company or trade name does not imply endorsement by organizers.

ISBN: 978 – 602 – 19028 – 0 – 6

*Copyright © 2011, Departement Mechanical of Engineering Faculty, Brawijaya University of Malang
Not to be commercially reproduced by any means without written permission
Printed in Malang, Indonesia, November 2011*

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
KEYNOTE SPEAKER	
Tantangan Keilmuan teknik mesin di bidang <i>nuclear reactor safety</i> <i>Deendarlianto</i>	1
Rancang Bangun dan Aplikasi Engine Rusnas 500 cc <i>I Nyoman Jujur</i>	10
BIDANG KONVERSI ENERGI	
Peningkatan Efisiensi Pembakaran Tungku Kayu Bakar Tradisional Dengan Modifikasi Disain <i>Bambang Yunianto, Nazarudin Sinaga</i>	24
Studi Pemanfaatan Briket Kulit Jambu Mete Dengan Kombinasi Sekam Padi Dan Tongkol Jagung Sebagai Bahan Bakar Alternatif <i>Lydia M Salam, H Baharuddin Mire, M. Fachry. A.R.</i>	29
Efek Ash Campuran Batubara Mutu Rendah Terhadap Potensi Pembentukan Slagging dan Fouling Pada Boiler PT. Semen Tonasa <i>Ismail</i>	37
Pengembangan Bahan Bakar Briket dari Campuran Kulit Mete dan Sekam Padi <i>Muchammad</i>	42
Pengaruh Air Fuel Ratio Terhadap Emisi Gas Buang Berbahan Bakar Lpg Pada Ruang Bakar Model Helle-Shaw Cell <i>I Gusti Ngurah Putu Tenaya, Made Hardiana</i>	47
Kajian Numerik Aliran Udara Pembakaran pada Tangentially Fired Pulverized-Coal Boiler <i>Wawan Aries Widodo, Is Bunyamin Suryo, Giri Nugroho</i>	52
Perbandingan Simulasi Dengan Asumsi Ideal gas Dengan Kondisi Real gas Effect pada Kasus Combustion <i>Albert Meigo R.E.Y, Romie O.Bura, Bambang Kismono Hadi</i>	57
Karakteristik Pembakaran Briket Limbah Tongkol Jagung Dan Sekam Padi Dengan Berbagai Perbandingan Tongkol Jagung Dan Sekam Padi <i>Andi Mangkau, Prof. Dr. Ir. Effendy Arif, M. Eng</i>	66
Efek Katalisator (Broquet) Terhadap Emisi Gas Buang Mesin Bensin <i>Arijanto, Andhika Mahardika</i>	76

Peningkatan Efisiensi Pembakaran Tungku Tradisional Dengan Modifikasi Disain

Bambang Yunianto, Nazarudin Sinaga

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto, Tembalang, Semarang, Indonesia

Abstrak

Kelangkaan minyak tanah dipasaran dan harga yang mahal mendorong masyarakat khususnya masyarakat pedesaan dan industri kecil kembali ke penggunaan kayu bakar untuk keperluan memasak. Hal ini mendorong peningkatan polusi asap, akibat penggunaan tungku yang sederhana. Dengan penelitian ini dikembangkan disain tungku yang lebih efisien dan rendah polusi.

Dalam penelitian ini digunakan tungku modifikasi dari bahan logam yang dibuat dengan dua ukuran ruang bakar, besar (18 cm) dan kecil (13 cm). Pengujian dilakukan dengan memanaskan 8 Liter air hingga 100 °C. Pada tungku besar diuji dengan variasi penggunaan tanpa isolator, dengan isolator glass wool dan abu kayu. Sedangkan tungku kecil hanya diuji dengan isolator glass wool. Dari hasil penelitian diketahui bahwa tungku besar dengan isolator abu kayu menghasilkan efisiensi terbaik (20 %). Sedangkan pada tungku kecil dengan isolator glass wool menghasilkan efisiensi lebih tinggi yaitu 22 %.

Dari kedua tungku tersebut jika dibandingkan dengan tungku sederhana yang mempunyai konsumsi bahan bakar 177,5 gram/L air, maka disain tungku besar mampu meningkatkan konsumsi bahan bakar menjadi 95 gram /L air (46 %), dan tungku kecil 81 gram /L air (54 %).

Keywords : Tungku, pembakaran, efisiensi, isolator

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Industri kecil dan menengah diberbagai bidang produksi relatif masih berjalan dengan baik, walau persoalan energi khususnya minyak masih berlangsung hingga kini. Subsidi yang meningkat ke masyarakat dirasa makin berat bagi pemerintah, sehingga mulai ada pembatasan dan kontrol lebih ketat terhadap konsumsi minyak di masarakaat. Khususnya minyak tanah, sejak era pengalihan minyak tanah ke LPG, menimbulkan terbatasnya ketersediaan minyak tanah dipasaran. Pelaku industri kecil demikian juga masarakaat kota umumnya menggunakan bahan bakar minyak tanah sebelum beralih ke LPG. Namun bagi industri kecil dan masarakaat pedesaan bahan bakar minyak ataupun LPG dirasakan masih mahal. Terlebih jika nantinya subsidi pemerintah akan berkurang.. Untuk mengatasi permasalahan mahalnya energi minyak dan gas, masarakaat pedesaan dan industri kecil cenderung kembali ke tungku bahan bakar kayu.

Bahan bakar kayu untuk tungku mudah didapat dan murah. Namun karena teknologi tungku yang dipakai sederhana, maka pencemaran udara karena asap dan gas-gas keluaran lainnya masih tinggi. Salah satu cara meminimalkan pencemaran ini, adalah perlu mendisain atau memodifikasi tungku bahan bakar kayu yang lebih efisien dan rendah polusi. Konsep disain tungku yang efisien adalah menciptakan proses pembakaran yang sempurna. Pembakaran sempurna bahan bakar dapat dicapai jika suhu ruangan, bahan bakar dan rasio udara

bahan bakar pada kondisi yang diinginkan. Pembakaran sempurna bahan bakar kayu akan terjadi jika memenuhi beberapa persyaratan berikut.[6]

1. Suhu ruang bakar dan kayu bakar tinggi, kurang lebih 650 °C

Suhu ruang bakar dan suhu kayu bakar tinggi diperlukan untuk melepaskan uap air dan gas-gas yang bisa menguap dari kayu, sehingga mempermudah pembakaran dapat berlangsung sempurna. Untuk mempertahankan suhu ruang bakar tinggi, maka perlu dipasang isolator pada dinding, sehingga kerugian panas ke lingkungan dapat diperkecil. Isolator dipilih yang mempunyai konduktansi rendah dan memiliki refleksi (kemampuan memantulkan panas) yang tinggi.

2. Ukuran kayu dibuat kecil dan kering.

Ukuran kayu kecil dimaksudkan untuk memperluas permukaan kayu, sehingga kontak dengan udara dapat berlangsung baik. Hal ini dapat meningkatkan rasio jumlah udara bahan bakar (AFR) dan proses pencampuran udara bahan bakar berlangsung lebih sempurna. Kayu yang kering akan memperkecil terjadinya asap hasil dari campuran gas pembakaran dan uap air dari kayu

3. Sirkulasi udara dalam ruang bakar berlangsung baik.

Kecukupan udara untuk proses pembakaran perlu diciptakan sehingga pembakaran kayu bakar berlangsung baik. Ketidak cukupan udara akan berakibat banyaknya bahan bakar yang tidak terbakar. Sebaliknya, udara berlebihan akan mengakibatkan suhu ruang bakar yang rendah,

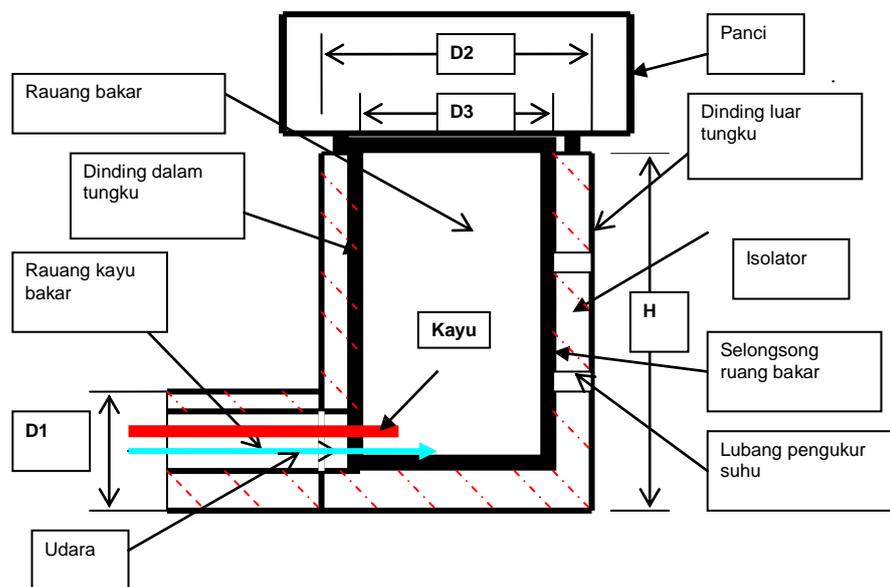
sehingga banyak asap yang terjadi akibat dari efisiensi pembakaran rendah. Untuk menciptakan sirkulasi udara yang sesuai dengan kebutuhan proses pembakaran perlu didisain dimensi dan tinggi ruang bakar yang memungkinkan tarikan udara alami dalam ruang bakar dapat berlangsung baik. Disamping itu pengaturan tinggi rendahnya panci terhadap ujung tungku perlu dicari posisi optimumnya untuk meyakinkan terjadinya aliran udara dalam ruang bakar berlangsung baik. Disain panjang pendeknya saluran udara menentukan laju aliran udara (sirkulasi alami) dalam ruang bakar yang selanjutnya mempengaruhi sempurna tidaknya proses pembakaran.

Pada disain tungku bahan bakar kayu, dimensi, bahan isolator dan suhu ruang bakar, merupakan kajian penelitian ini. Dari kajian ini diharapkan akan diperoleh disain tungku yang mempunyai efisiensi tinggi dan emisi gas asap (polusi) rendah.

2. METODOLOGI PENELITIAN.

2.1. Disain Alat uji/ Tungku

Disain alat uji atau Tungku bahan bakar kayu (gambar 2.1) pada prinsipnya adalah modifikasi dan mengembangkan tungku-tungku bahan bakar kayu yang sudah ada.



Gambar 2. 1. Tungku bahan bakar kayu

Tungku didisain dengan tinggi H cm, diameter dinding luar $D2$ cm dan diameter dinding dalam $D3$ cm dengan perbandingan tertentu (gambar 2.1). Dimensi-dimensi tersebut dimaksudkan untuk meningkatkan tarikan udara menuju dan keluar ruang bakar. Tarikan udara ini berpengaruh terhadap laju aliran udara dalam ruang bakar sehingga kecukupan udara dalam proses pembakaran sempurna dapat dipenuhi. Tinggi tungku H dimaksudkan untuk menciptakan tarikan udara yang cukup, untuk pembakaran yang baik. Pada pengujian ini dibuat dua macam tungku logam untuk dua kapasitas, kecil (rumah tangga) dan besar (industri kecil) dengan gambar tersebut diatas.

Untuk mencapai kondisi tersebut diatas maka perlu modifikasi disainnya, khususnya proses pembakaran. Untuk meminimalkan panas terbuang dari dinding, maka isolator dinding ruang bakar menjadi penting, sehingga penambahan isolator perlu dipilih bahan yang sesuai. Digunakan dua jenis bahan isolator yang akan diuji yaitu glass woll dan abu kayu bakar serta isolator udara (tanpa

isolator). Digunakan isolator abu kayu adalah dengan pertimbangan murah dan mempunyai konduktansi rendah. Adapun Tungku tradisional (tungku terbuka) sebagai dasar perbandingan adalah terbuat dari tumpukan bata merah tanpa plaster.

2.2. Langkah pengujian

Pengujian tungku diawali dengan menguji tungku tradisional yang ada. Prestasi diukur dengan menguji kebutuhan bahan bakar untuk mendidihkan air pada volume tertentu. Pada pengujian digunakan air 8 liter. Pengujian serupa dilakukan pada Tungku modifikasi

Tungku modifikasi dibuat dengan dua model tungku kecil dan besar. Untuk model tungku ukuran besar dibuat dua model, yaitu dengan dan tanpa selongsong depan. Pada pengujian ini dilengkapi pengukuran suhu dinding tungku. Temperatur dinding dalam ruang bakar diukur pada selongsong luar ruang bakar yaitu dengan menembakkan sinar infra merah lewat lubang pengukur suhu (lihat gambar 1). Dinding luar badan tungku juga diukur dengan alat yang sama.

Data –data ini untuk menganalisis prestasi tungku yang dihasilkan. Variasi penggunaan isolator akan mempengaruhi prestasi tungku, yang dapat diketahui dari banyaknya penggunaan bahan bakar dan polusi asap yang terjadi. .

Pengujian Tungku besar dilakukan dengan beberapa variabel berikut :

1. Pengukuran dengan isolator udara (tanpa isolator)
2. Pengukuran dengan isolator glass wool
3. Pengukuran dengan isolator abu kayu.

Masing -masing pengujian pada isolator tertentu diuji dengan memvariasikan parameter :

1. Tinggi panci (gap) terhadap dudukan (0, 7 ; 1, 4 dan 2,1 cm)
2. Tinggi rak kayu (shelf) dari dasar tungku (3 dan 5 cm)

Sedangkan pengujian pada tungku kecil hanya dilakukan pada satu variabel, yaitu dengan isolator glass wool, jarak panci 1,4 cm dan tinggi rak 4 cm.

Sebagai parameter prestasi tungku dinyatakan dengan efisiensi tungku, yang dinyatakan persamaan berikut:

$$\eta = m_a \cdot C \cdot (T_d - T_a) / m_b \cdot NK$$

m_a, m_b = masa air, masa bahan bakar

C = panas jenis air

T_d = Temperatur didih air

T_a = Temperatur air awal

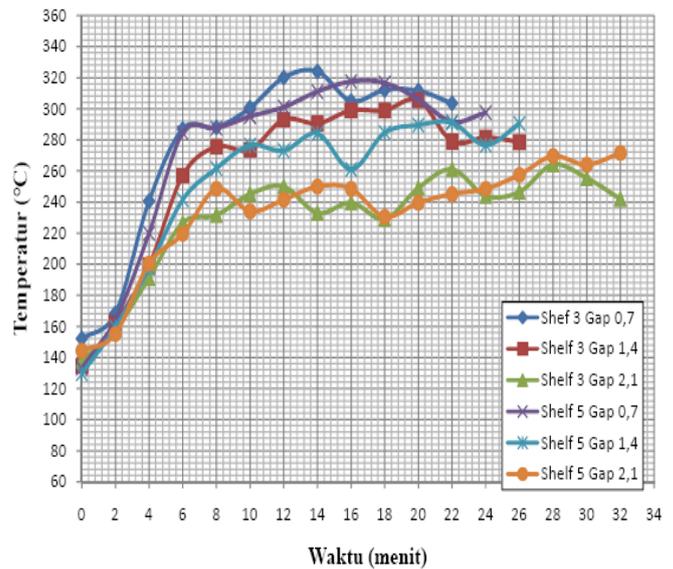
NK = Nilai kalor

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

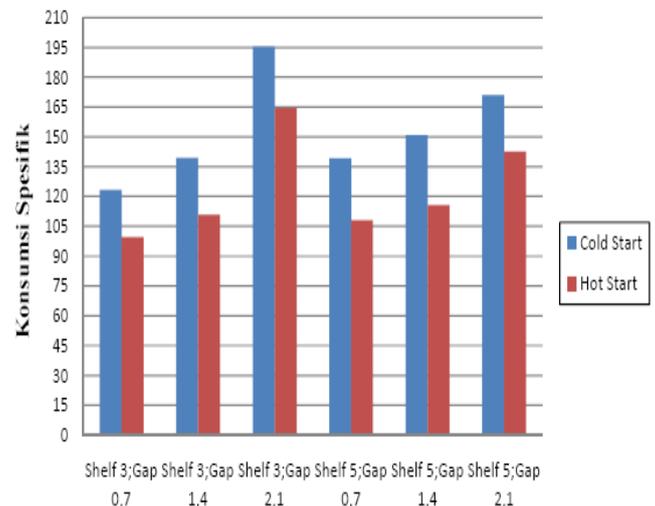
Hasil pengujian ditunjukkan dengan tabel dan grafik yang menunjukkan prestasi tungku bahan bakar kayu, yang dinyatakan dengan konsumsi bahan bakar spesifik dan efisiensi tungku.

Dari gambar 1, diketahui bahwa perngaturan tinggi rak kayu dan ketinggian panci terhadap dudukan tungku mempunyai pengaruh terhadap temperature ruang pembakaran. Hal ini ditunjukkan dengan perubahan temperature dinding dalam ruang bakar.

Pada tungku dengan diameter besar ($d=18$ cm), ketinggian panci (gap) 0,7 cm terhadap dudukan mempunyai temperatur dinding yang paling tinggi ($320^{\circ}C$) baik pada jarak dudukan rak (shelf) 3 dan 5 cm. Sementara pada ketinggian panci yang lebih tinggi 1,4 dan 2,1 mempunyai temperatur yang lebih rendah ($260^{\circ}C$). Dari data temperatur dinding ruang bakar ini mengindikasikan terjadinya perbedaan efisiensi pembakaran. Makin tinggi temperatur ruang bakar akan meningkatkan efisiensi pembakaran. Peningkatan efisiensi pembakaran ditandai dengan makin rendahnya konsumsi spesifik bahan bakar, yaitu pada tinggi panci 0, 7 cm dan dudukan rak. 3 cm mempunyai konsumsi spesifik paling rendah 114 gram /Lair seperti ditunjukkan dalam gambar 2.

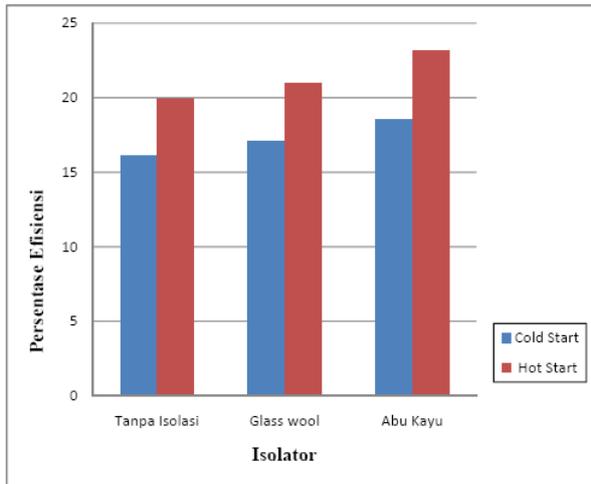


Gambar 3.1. Hubungan temperatur dinding terhadap waktu pada berbagai variasi tinggi rak (shelf) dan jarak panci (gap) pada tungku tanpa isolator.



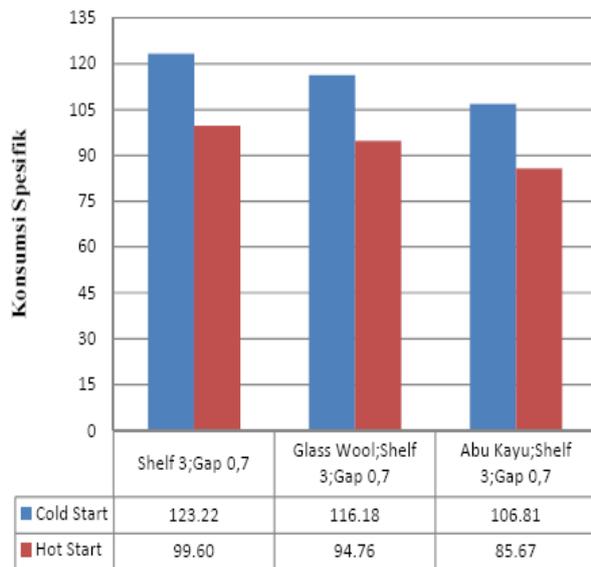
Gambar 3.2. Hubungan konsumsi spesifik terhadap posisi tinggi rak (shelf) dan jarak panci (gap) pada tungku tanpa isolator.

Penggunaan isolator juga memperlihatkan peningkatan unjuk kerja tungku dibandingkan dengan tanpa isolator. Pada tungku dengan isolator dari abu kayu memberikan penghematan bahan bakar paling tinggi dibandingkan isolator glass wool dan tanpa isolator (isolator udara). Dari gambar 3, diketahui bahwa penggunaan isolator abu kayu menghasilkan efisiensi terbaik 20 %, sedangkan konsumsi spesifik diperoleh paling rendah yaitu 95 gram/L air (gambar 4).



Gambar 3.3. Hubungan efisiensi terhadap jenis isolator

Hasil berbeda diperoleh pada disain tungku bahan bakar kayu kecil (D= 15 cm) dengan isolator glass wool. Tungku ini mempunyai efiesnsi lebih tinggi yaitu 22,6 % (tabel 1)



Gambar 3.4. Hubungan konsumsi spesifik terhadap jenis isolator

Tabel 1. Data Pengujian Tungku Kecil Dengan Isolator Glass Wool

Diskripsi	Satuan	Awal dingin	Awal panas
Konsumsi kayu bakar	Gram	900	760
Specific Consumption	Gram kayu/ L air	98.38	81.59
Efisiensi	%	18,78	22,65

Namun secara keseluruhan tungku modifikasi

Diskripsi	Satuan	Jumlah
Konsumsi kayu baker	Gram	1420
Spesific Consumption	Gram kayu/ L air	177,5
Efisiensi	%	11,2

ini mampu meningkatkan efisiensi pembakaran dibandingkan dengan pembakaran dalam tungku tradisional/terbuka (tabel 2).

Tabel.2. Data Pengujian Tungku Tradisional

Pada tungku tradisional konsumsi bahan bakar kayu mencapai 177,5 gram/L air, sementara pada tungku besar konsumsi kayu bakar sekitar 95 gram /L air dan 81 gram /L untuk tungki kecil. Jadi modifikasi tungku ini dapat diperoleh penghematan bahan bakar 46 % hingga 54 %.

IV. KESIMPULAN

Dari data dan analisis diatas dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Penggunaan Isolator akan meningkatkan efisiensi pembakaran dengan meningkatnya suhu dinding pembakaran dari 250 °C (tanpa isolator) hingga 320 °C (dengan isolator abu kayu)
- Tungku besar dengan isolator abu kayu menghasilkan efisiensi terbaik (22 %). Sedangkan pada tungku kecil dengan isolator glass wool menghasilkan efisiensi lebih tinggi yaitu 22 %.
- Konsumsi bahan bakar terbaik pada tungku besar dengan isolator abu kayu sekitar 95 gram /L , sedangkan pada tungku kecil dengan isolator glass wool sebesar 81 gram /L.
- Dibandingkan dengan tungku tradisional/ terbuka tungku modifikasi ada peningkatan penghematan bahan bakar 46 % (tungku besar) hingga 54 % (tungku kecil).

DAFTAR PUSTAKA

1. **Fitriadi S**, Nazarudin S, 2008, “ **Kaji eksperimen kompor tekan minyak tanah**” Teknik Mesin UNDIP, Semarang
2. **F.L. Browne**, 2006, ” **Theories of the combustion of wood and its control** ”, Forest
3. **Grisworld, John**, 1946 ” **Combustion and Furnace** “, McGraw-Hill Book Company, Inc, New York, London.
4. **Hayat P**, Nasarudin S, 2006, “**Kaji eksperimen kompor minyak tanah tipe sumbu tunggal dalam upaya peningkatan efisiensi konsumsi bahan bakar**”, Teknik Mesin Undip, Semarang
5. **Holman JP** , Jasfi E, 1988, ”**Perpindahan Kalor**”, Penerbit Erlangga, edisi keenam, Jakarta
6. **Peter Scott**, 2005, ” **Stove Design and performance** “, WHOIAP Workshop, Kampala Uganda. Products Laboratory, US Department of Agriculture