

Pengaruh Bentuk Tungku Berbahan Bakar Kayu Terhadap Laju Perpindahan Panas

Mohtar Suandi¹ Ishak Usman,² Said Hi Abbas,³ Witono Hardi,⁴
Universitas Khairun, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Mesin, Indonesia
saidhabbas@yahoo.com

Abstract

Sebagian masyarakat pedesaan pada umumnya masih menggunakan kayu bakar sebagai bahan bakar untuk memasak sehari-hari. Penggunaan bahan bakar kayu ini karena murah, mudah didapatkan dan aman akan bahaya ledakan. Pada saat ini kayu bakar masih mudah didapatkan dari kebun atau halaman sekitar rumah atau bisa juga dibeli dengan harga yang masih murah.

Pengujian dilakukan pada tungku tipe silinder, tungku tipe konvergen, dan tungku tipe konvergen-divergen. Dengan menggunakan jumlah dan jenis bahan bakar kayu serta proses penyalaan yang sama untuk setiap tipe tungku untuk mencapai temperatur air 100 °C pada jumlah air yang sama

Hasil pengujian menunjukkan menunjukkan bahwa tungku tipe konvergen lebih cepat memindahkan panas dibandingkan dengan tungku lainnya. Untuk tungku tipe konvergen dibutuhkan waktu 13 menit 22 detik, untuk tungku tipe silinder membutuhkan waktu 14 menit 33 detik, dan tungku tipe konvergen-divergen untuk mendidihkan air membutuhkan waktu 17 menit 28 detik.

Kata kunci: *Tungku tipe silinder, tungku tipe konvergen, tungku tipe konvergen-divergen, laju perpindahan panas.*

PENDAHULUAN

Sebagian masyarakat pedesaan pada umumnya masih menggunakan kayu bakar sebagai bahan bakar untuk memasak sehari-hari. Penggunaan bahan bakar kayu ini karena murah, dan mudah didapatkan. Pemerintah beberapa tahun yang lalu telah melakukan konversi minyak tanah ke gas LPG, tetapi sebagian masyarakat yang sebelumnya menggunakan kompor minyak justru beralih menggunakan kayu bakar, dengan berbagai alasan karena gas LPG lebih mahal.

Tungku yang biasa digunakan adalah tungku tradisional yang terbuat dari tanah liat, dengan bentuk sederhana warisan leluhur. Tungku semacam ini biasanya boros bahan bakar. Tungku yang menggunakan kayu bakar disamping menghasilkan efisiensi thermal yang rendah juga mempunyai emisi yang lebih tinggi dibandingkan kompor minyak tanah atau kompor gas. Emisi yang dihasilkan dari pembakaran kayu bakar sebagian ada yang bersifat racun karena terjadinya pembakaran yang tidak sempurna dan menghasilkan jelaga hitam sehingga mengotori ruangan dapur tempat memasak, namun hal ini mungkin tidak dipedulikan atau kurang diperhatikan. Solusi untuk masalah ini di Indonesia masih belum ada karena terkait masalah ekonomi.

Kayu bakar merupakan bahan bakar yang paling murah dan banyak tersedia di alam,

sedangkan bahan bakar minyak di beberapa daerah sudah tidak disubsidi lagi oleh pemerintah dan gas elpiji distribusinya belum merata. Unjuk kerja tungku dapat ditingkatkan dengan cara memperbaiki proses pembakaran di dalam tungku sehingga berlangsung dengan sempurna. Juga memperbaiki proses perpindahan panasnya kemedua yang dipanaskan dan dengan harapan diperoleh efisiensi yang optimal, dengan demikian dapat mengurangi penggunaan kayu sebagai bahan bakar. Berdasarkan uraian di atas saya berkeinginan untuk mengangkat masalah ini menjadi judul penulisan tugas akhir saya yakni, Pengaruh Bentuk Tungku Berbahan Bakar Kayu terhadap Laju Perpindahan Panas.

Untuk mengetahui besarnya laju perpindahan panas pada setiap tipe tungku, tipe tungku yang dimaksud adalah tungku tipe silinder, tungku tipe konvergen, dan tungku tipe konvergen - divergen

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pengaruh variasi tipe tungku terhadap laju perpindahan panas.

Adapun manfaat penelitian ini antara lain: Membantu masyarakat yang menggunakan tungku tradisional yang berbahan bakar murah dan mudah di dapat dan mengurangi penggunaan bahan bakar kayu

TINJAUAN PUSTAKA

Agus Haryanto dan Sugeng Triyono (2012) melakukan pengujian dengan lima jenis tungku atau kompor, yaitu tungku biomassa pot tebal, tungku biomassa bata, kompor minyak tanah, kompor batu bara, dan kompor LPG. Parameter emisi yang diukur meliputi CO, NO₂, SO₂ dan partikel. Emisi gas diukur menggunakan gas analyser WolfSense TG 501, sedangkan emisi partikel debu ditentukan berdasarkan standar SNI 19-7117.12-2005. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kompor LPG tidak menghasilkan emisi CO. Kompor minyak tanah menghasilkan emisi CO paling tinggi yaitu (1074 µg/m²). Kompor LPG menghasilkan emisi SO₂ paling banyak (1488 µg/m³), diikuti kompor minyak tanah (1055 µg/m³), tungku kayu pot (722 µg/m³), dan kompor batu bara (290 µg/m³). Di pihak lain, tungku biomassa pot tebal menghasilkan NO₂ lebih banyak (99 µg/m³) dibandingkan kompor minyak tanah (25 µg/m³). Emisi partikulat meningkat menurut jenis bahan bakar yang digunakan dengan urutan dari yang paling rendah adalah LPG, minyak tanah, batu bara, dan biomassa.

Bambang Yunianto, Nazarudin Sinaga Ramadan S.A.K. (2010). Meneliti tentang tungku bahan bakar kayu yang menggunakan isolator abu kayu dan *glass wool*. Hasil pengujian dari penggunaan kedua jenis isolator itu mampu menghasilkan peningkatan efisiensi tungku 30 % hingga 40 %, jika dibandingkan dengan tungku tradisional. Namun dari hasil pengujian terhadap tungku tersebut mempunyai kendala, yaitu tungku dengan isolator *glass wool* relatif mahal dan mudah terbakar, jika pemasangan isolatornya kurang sempurna. Sementara tungku dengan isolator abu kayu, mengalami hambatan ketersediaan abu kayu yang terbatas jika produksi tungku dalam jumlah besar. Disamping kendala isolator tersebut, juga bahan dinding tungku dari logam (plat besi) mudah terjadi korosi dan kurang awet. Jika diinginkan disain yang lebih sempurna dipilih bahan dari logam baja tahan karat, sehingga menjadikan harga tungku menjadi mahal. Untuk mengatasi hambatan diatas perlu dicari bahan konstruksi dan jenis isolator yang mudah didapat dan murah. Untuk itu kami mempertimbangkan pemakaian beton semen sebagai konstruksi tungku dan udara sebagai isolator dengan mengacu disain tungku yang digunakan pada penelitian sebelumnya. Target dari hasil pengujian ini adalah mengetahui efisiensi tungku dan membandingkan dengan efisiensi

tungku pada penelitian sebelumnya, dengan target prestasi tungku yang sama atau tidak begitu jauh dengan prestasi tungku logam yang sudah diteliti sebelumnya dengan kelebihan harga yang murah dan mudah dibuat.

A. Suhandi, Rusdiana dan Irzaman (2013) melakukan kajian dan penerapan konsep Fisika dalam menyempurnakan desain tungku sekam. Konsep-konsep Fisika yang dikaji meliputi konsep pembakaran dan transfer panas. Hasil kajian mengindikasikan bahwa konsentrasi udara dalam badan tungku sekam mengendalikan pembakaran sekam, proses transfer panas dan pelepasan gas buang yang dihasilkan. Pengaturan konsentrasi udara dalam ruang bakar tungku direalisasikan dengan cara memasang sirip saluran udara. Tujuan penelitian ini adalah untuk menyelidiki pengaruh jumlah sirip saluran udara terhadap efisiensi tungku. Proses penelitian dilakukan dengan cara menguji penggunaan tungku sekam dalam proses memasak 20 liter air. Berdasarkan data-data massa sekam yang digunakan, massa air, energi spesifik air, kalor yang dibutuhkan untuk memasak tiap satuan waktu, dan kandungan energi dalam bahan bakar sekam, efisiensi tungku sekam dapat dihitung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai efisiensi tungku sekam bergantung pada jumlah sirip lubang udara yang dipasang. Untuk ukuran tungku sekam yang digunakan dalam penelitian, efisiensi optimum terjadi ketika jumlah sirip lubang udara berjumlah empat buah, dengan capaian efisiensi sebesar 20,25 %.

Tungku adalah alat masak yang menghasilkan panas. Biasanya tungku ditemukan didapur dan bahan bakarnya dapat dibedakan menjadi tiga jenis yaitu: cair, padat, dan gas. Pembuatan tungku diawali dengan perancangan bentuk tungku, dalam merancang bentuk tungku perlu dipertimbangkan ukuran tungku yang dibuat dan aliran udara atau gas asap. Ukuran tungku dibuat dengan ukuran tidak terlalu besar yang banyak digunakan sesuai ukuran panci memasak. Perlu diperhatikan aliran udara atau gas asap supaya lancar. Jika udara atau gas tidak dapat mengalir dengan lancar maka pembakaran yang terjadi tidak berlangsung dengan sempurna, namun jika ukuran laluan udara atau gas terlalu besar, maka panas pembakaran yang diterima panci atau media yang dipanaskan tidak optimal. Tungku dirancang dengan bentuk sederhana, seperti tipe silinder, tipe konvergen dan konvergen-divergen, tegak yang diatasnya diberikan tempat laluan udara dan pembatasnya berfungsi sebagai dudukan panci atau media yang dipanaskan.

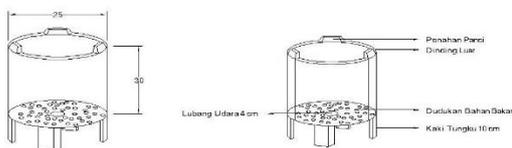
Perpindahan panas merupakan ilmu untuk menghitung perpindahan energi dalam bentuk panas yang terjadi karena adanya perbedaan suhu di antara benda atau material. Dalam proses perpindahan energi tersebut tentu ada kecepatan perpindahan panas yang terjadi, atau yang lebih dikenal dengan laju perpindahan panas. Maka ilmu perpindahan panas juga merupakan ilmu untuk meramalkan laju perpindahan panas yang terjadi pada kondisi-kondisi tertentu. Perpindahan kalor dapat didefinisikan sebagai suatu proses berpindahnya suatu energi (kalor) dari satu daerah ke daerah lain akibat adanya perbedaan temperatur pada daerah tersebut. Ada tiga bentuk mekanisme perpindahan panas yang diketahui, yaitu : konduksi, konveksi dan radiasi.

METODOLOGI PENELITIAN

Ditentukan variable bebas dan variabel terikat untuk mengadakan percobaan

Variabel bebas

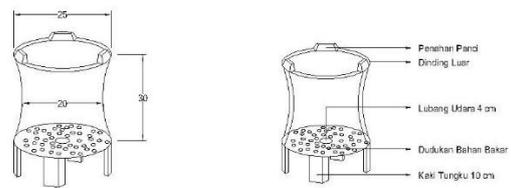
Variabel bebas adalah variabel yang ditentukan secara bebas oleh seorang peneliti sebelum melakukan penelitian, yakni tiga spesimen tungku: tungku tipe silinder, tungku tipe konvergen, dan tungku tipe konvergen-divergen



Gambar 1 Tungku tipe silinder



Gambar 2 Tungku tipe konvergen

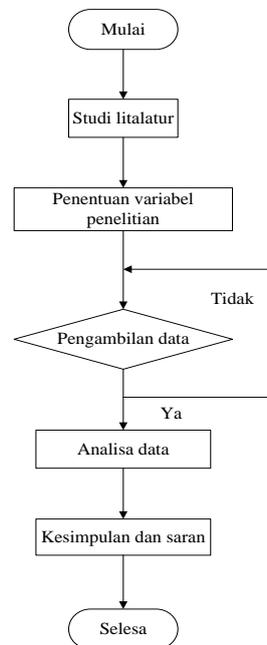


Gambar 3 tungku tipe konvergen-divergen

Variabel terikat

Variabel terikat adalah kebalikan dari variabel bebas dimana besarnya tergantung variabel bebas. Variabel terikat yang diteliti dalam penelitian ini adalah laju perpindahan panas.

Diagram Alir



Gambar 4 Diagram alir penelitian



Gambar 5 Tungku Konvergen Divergen



Gambar 5
Tungku Konvergen



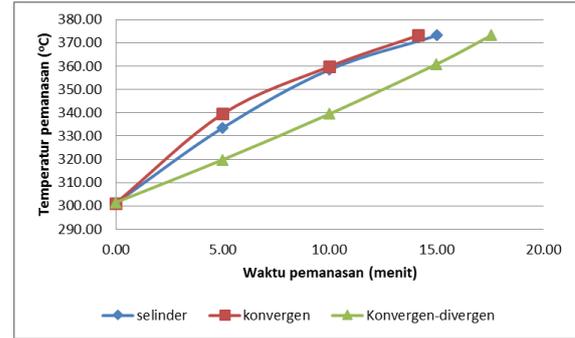
Gambar 6
Tungku Silinder

HASIL DAN DISKUSI

Untuk membahas pengaruh tipe tungku (tungku silinder, tungku konvergen, dan tungku konvergen-divergen) terhadap temperature pemanasan, waktu pemanasan, dan laju perpindahan panas dibuatlah grafik berdasarkan data pengujian dan hasil perhitungan sbb:

Pengaruh waktu terhadap temperatur pemanasan untuk semua tipe tungku

Dari Gambar 7 menunjukkan bahwa dalam waktu pemanasan yang sama temperature dari tungku tipe konvergen lebih tinggi dari tungku tipe silinder dan tungku tipe konvergen-divergen, dimana dalam grafik, garis dari hubungan temperature pemanasan terhadap waktu untuk tungku tipe konvergen divergen berada paling atas dari garis untuk semua tipe tungku lainnya.

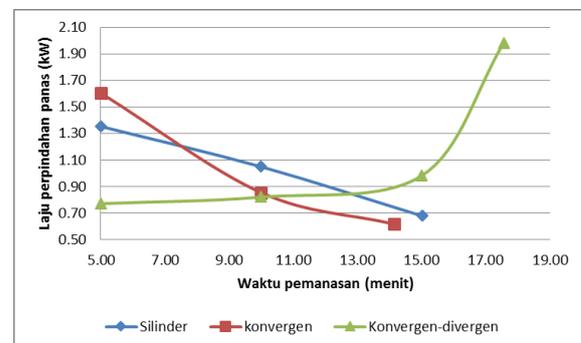


Gambar 7 Grafik hubungan waktu terhadap temperatur pemanasan

Temperature yang lebih tinggi dari tungku konvergen terhadap tipe tungku silinder dan tungku tipe konvergen-divergen, ini mengindikasikan bahwa tungku tipe ini lebih bagus memindahkan panas. Temperature pada selang waktu 5 menit pertama 66,33 °C untuk tungku tipe konvergen, 60,33°C untuk tungku tipe silinder dan 46,67 °C untuk tungku tipe konvergen-divergen; pada selang waktu 5 menit kedua, temperature untuk tungku tipe konvergen; tungku tipe silinder; dan tungku tipe konvergen-divergen masing-masing berturut-turut adalah 86,67 °C; 85,33 °C; dan 66,33 °C.

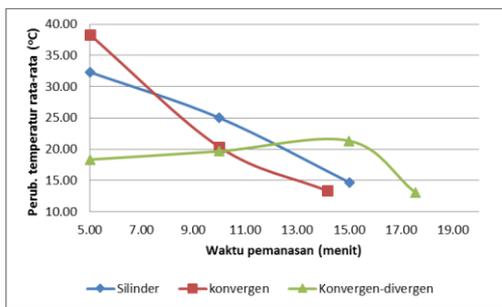
Pengaruh waktu terhadap laju perpindahan panas untuk semua tipe tungku

Hubungan laju perpindahan panas terhadap waktu untuk semua tipe tungku (tungku tipe silinder, tungku tipe konvergen, dan tungku tipe konvergen-divergen) ditunjukkan pada Gambar 8 dimana terlihat bahwa pada selang waktu 5 menit pertama tungku tipe konvergen lebih besar memindahkan panas dari kedua tipe tungku lainnya tetapi pada selang waktu 5 menit berikutnya grafiknya turun.



Gambar 8 Grafik hubungan waktu terhadap laju perpindahan panas untuk semua tipe tungku

Penurunan besarnya laju perpindahan panas pada tungku tipe konvergen pada selang waktu 5 menit kedua dan seterusnya, disebabkan karena laju perpindahan panas bergantung terhadap perubahan temperature, ΔT , yang mana perubahan temperature ΔT , untuk tungku tipe konvergen turun dan dibawah grafik tungku tipe silinder dan tungku tipe konvergen-divergen pada selang waktu 5 menit kedua dan seterusnya yang dapat dilihat pada Gambar 9. Walaupun Trend dari grafik tungku tipe konvergen mengalami penurunan tetapi panjang garis untuk tungku konvergen pada grafik dalam Gambar 8 dan Gambar 9 lebih pendek dari tungku tipe silinder dan tungku tipe konvergen-divergen. Ini menunjukkan bahwa



Gambar 9 Grafik hubungan waktu terhadap temperatur untuk semua tipe tungku

tungku tipe konvergen lebih cepat mencapai suhu 100 °C atau 373,15 K (mendidih) atau membutuhkan waktu yang lebih kecil untuk mendidih dibandingkan dengan kedua tungku tipe lainnya (lihat Gambar 7). Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai temperature 100 °C atau 373,15 °C untuk masing-masing tipe tungku sbb: untuk tungku tipe konvergen dibutuhkan waktu 14 menit 15 detik, tungku tipe silinder 15 menit 2 detik, dan untuk tungku tipe konvergen-divergen membutuhkan waktu 17 menit 56 detik.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa tungku tipe konvergen yang lebih cepat memindahkan panas dibandingkan kedua tipe tungku lainnya. Tungku tipe konvergen membutuhkan waktu pemanasan sebesar 13 menit 22 detik, untuk tungku tipe silinder membutuhkan waktu pemanasan 14 menit 33 detik dan tungku tipe konvergen-divergen membutuhkan waktu pemanasan 17 menit 28 detik.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disarankan sebagai berikut:

1. Dari ketiga tipe tungku disarankan lubang diameter udara di perbesar agar pembakarannya lebih sempurna.
2. Dari ketiga tipe tungku kedepan agar dapat membuat lubang udara di dinding tungku sehingga diperoleh pembakaran yang lebih sempurna.

DAFTAR PUSTAKA

Bambang, Y. *Disain Tungku Kayu Bakar Rendah Polusi untuk Industri Kecil dan Masyarakat Pedesaan*. UNDIP, Semarang, 2010.

Cengel, Y.A. *Heat Transfer a Practical Approach, 2nd edition*. McGraw-Hill Compencies Inc, New York, 2002.

Holman, J.P. *Perpindahan Kalor*. Erlangga, Jakarta, 1988.

Kreith, F. *Prinsip Prinsip Perpindahan Panas, edisi ketiga*, Erlangga, Jakarta, 1997.

Siswanto, S. *Pengaruh Perbandingan Tinggi dan Diameter Keluar Ruang Bakar pada Tungku Kayu Bakar Tradisional Terhadap Kebutuhan Bahan Bakar*. Yogyakarta, November 2014.