

DESAIN TUNGKU PENGERING *MOBILE* BERBAHAN BAKAR SERBUK GERGAJI

(*Sawdust Fueled Mobile Drying Furnace Design*)

Tamaria Panggabean, Tri Tunggal, Endo Argo Kuncoro
Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya
Email: tamariapanggabean@fp.unsri.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh penggunaan tungku *fixed bed*. *Fixed bed* kurang efektif karena penggunaannya bersifat tetap. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang tungku pengering bergerak berbahan bakar biomassa serbuk gergaji. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan 3 tahap perancangan yaitu pendekatan desain, desain fungsional dan desain struktural. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif. Hasil dari penelitian ini adalah sebuah tungku pengering *mobile* yang dirancang terdiri dari pengumpan bahan bakar, saluran bahan bakar, *hopper*, ruang bakar dan ruang penukar panas, cerobong asap dan saluran ke luar tungku serta saluran setelah kipas yang dapat berfungsi dengan baik. Pengujian tungku dilakukan dengan menggunakan bahan bakar serbuk gergaji. Kecepatan pengumpanan yang dihasilkan sebesar 10,3 kg/jam, kapasitas ruang bakar untuk serbuk gergaji sebesar 3,4 kg, suhu rata-rata pada pengumpan bahan bakar sebesar 40,41 °C, pada ruang bakar 414,57 °C, pada ruang penukar panas 79,80 °C, pada cerobong 104,11 °C, pada saluran ke luar tungku 62,77 °C, pada saluran setelah kipas 46,08 °C, laju konsumsi bahan bakar serbuk gergaji sebesar 5,8 kg/jam dan efisiensi tungku yang diperoleh pada penelitian sebesar 53,90 %. Suhu udara panas yang dihasilkan sudah dapat digunakan untuk mengeringkan gabah.

Kata kunci – desain; efisiensi tungku; tungku pengering bergerak; suhu

ABSTRACT

This research was motivated by the use of a fixed bed furnace. Fixed bed furnaces are less effective because their use is fixed. The purpose of this research was to design a mobile drying furnace fueled by sawdust biomass. This research uses an experimental method with 3 stages of design, namely design approach, functional design and structural design. The data obtained were analyzed descriptively. The result of this research is a mobile drying furnace designed consisting of a fuel feeder, fuel channel, hopper, combustion chamber and heat exchanger chamber, chimney and furnace outlet channel and channel after the fan that can function properly. Furnace testing was carried out using sawdust fuel. The resulting feed speed is 10.3 kg/hour, the capacity of the combustion chamber for sawdust is 3.4 kg, the average temperature in the fuel feeder is 40.41 °C, in the combustion chamber 414.57 °C, in the heat exchanger 79.80 °C, in the chimney 104.11 °C, in the furnace outlet channel 62.77 °C, in the channel after the fan 46.08 °C, the sawdust fuel consumption rate was 5.8 kg/hour and the furnace efficiency obtained in the study was 53.90%. The resulting hot air temperature can be used for drying grain.

Key words – design; efficiency furnace; *mobile drying furnace*; temperature

PENDAHULUAN

Tungku atau juga sering disebut dengan tungku pembakaran adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk pemanasan. Berdasarkan metode pembangkitan panasnya, tungku secara garis besar diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu jenis pembakaran menggunakan bahan bakar dan pembakaran menggunakan listrik. Tungku pembakaran berdasarkan jenis pembakarannya, secara luas dapat diklasifikasikan sebagai tungku berbahan bakar minyak, berbahan bakar batu bara atau berbahan bakar gas. Tungku pengering merupakan salah satu media yang dapat digunakan untuk melakukan proses pembakaran dapat berupa bahan bakar biomassa seperti sekam padi, serbuk gergaji dan tongkol jagung (Pakaya *et al.*, 2021).

Tahir dan Purnama (2010) menyatakan kebutuhan masyarakat terhadap sistem pengeringan dengan kriteria biaya operasional rendah dan kinerja memadai akan selalu ada. Sistem pengeringan

dengan kriteria tersebut umumnya memanfaatkan sumber energi terbarukan seperti biomassa, panas bumi, panas radiasi surya dan tidak termasuk didalamnya yang menggunakan bahan bakar minyak (fosil).

Biomassa adalah sumber energi ramah lingkungan yang bisa menghasilkan energi panas dan listrik yang relatif lebih rendah emisi CO₂ dan gas rumah kaca. Karena terbatasnya ketersediaan bahan bakar fosil, biomassa dan sumber energi terbarukan lainnya menjadi sangat penting untuk menghasilkan energi panas dan listrik di industri energi sekarang ini. Pembakaran biomassa adalah teknologi terkenal untuk produksi energi, dan bahan bakar biomassa terutama terdiri dari kayu dan residu pertanian (Ragland dan Bryden, 2011). Di negara-negara dengan industri kehutanan yang besar, biomassa tersedia dalam jumlah besar sebagai bahan limbah dari industri kayu dan sebagai residu hutan (Roy *et al.*, 2013). Penggunaan serbuk gergajian mencapai 2,6 juta m³ per tahun dengan anggapan jumlah limbah yang tercipta 54,24 % dari pembuatan tatal, sehingga dihasilkan limbah serbuk gergaji kayu sebanyak 1,4 juta m³ per tahun. Biomassa (bahan organik) bisa digunakan untuk menghasilkan panas, membuat bahan bakar serta membangkitkan tenaga listrik. Sekam padi, serbuk gergaji, serta daun akasia yang begitu besar sebagai sumber energi sangat memungkinkan pemakaian limbah tersebut sebagai bahan bakar alternatif pada rumah tangga sebagai pengganti bahan bakar minyak (Purnomo *et al.*, 2014).

Beberapa penelitian tungku berbahan bakar biomassa sebelumnya menggunakan tungku bertipe *fixed bed* sehingga penggunaannya kurang efektif, maka dari itu peneliti merancang tungku pengering *mobile* berbahan bakar serbuk gergaji. Penggunaan tungku pengering biomassa yang ada saat ini kurang efisien disebabkan hanya digunakan oleh petani per orangan pada saat musim hujan, maka dari itu tungku pengering biomassa perlu dimodifikasi dengan membuat tungku pengering *mobile*. Tungku pengering *mobile* dirancang dengan menggunakan roda di bawah tungku agar dapat dipindahkan dari satu tempat ke tempat lain dan dapat digunakan anggota kelompok tani secara bergantian sehingga penggunaan tungku pengering efektif. Penelitian ini bertujuan mendesain tungku pengering *mobile* berbahan bakar biomassa dan menguji kinerjanya.

METODOLOGI PENELITIAN

A. Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat-alat pabrikan mesin untuk pembuatan tungku pengering *mobile* antara lain: gerinda potong, bor listrik, las karbit, dan penjepit besi dan *Personal Computer* beserta piranti lunak pendukung *auto cad* untuk perancangan tungku pengering *mobile*. Adapun bahan yang digunakan untuk konstruksi tungku pengering *mobile* antara lain plat besi, plat besi *hollow*, plat *stainless steel*, plat silinder besi *solid*, roda, puli, belt, ulir, mur, baut dan cat, sedangkan bahan untuk pengujian tungku pengering *mobile* antara lain minyak tanah, bahan bakar serbuk gergaji.

B. Metode Perancangan

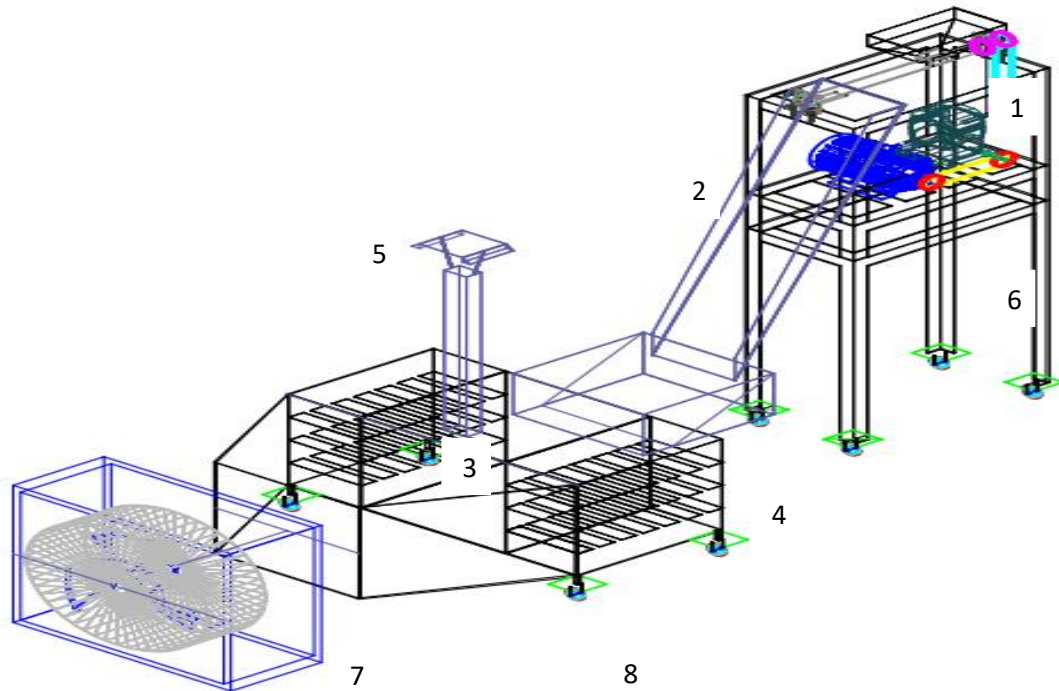
Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode perancangan yang terdiri dari tahap pendekatan rancangan, tahap rancangan struktural dan tahap rancangan fungsional. Pendekatan rancangan pada penelitian ini adalah dihasilkannya tungku pengering *mobile* berbahan bakar serbuk gergaji yang dapat berpindah dari tempat yang satu ke tempat yang lain dan dengan panas yang efisien. Tungku yang dirancang bertujuan untuk menghasilkan energi panas yang akan digunakan sebagai sumber energi panas untuk pengering. Desain tungku pengering *mobile* hasil rancangan dapat dilihat pada Gambar 1.

1. Kriteria Desain Tungku Pengering *Mobile*

Tungku pengering *mobile* dirancang untuk meningkatkan efisiensi panas dan keefektifan menghasilkan udara panas. Bahan bakar yang digunakan adalah serbuk gergaji. Tungku pengering *mobile* terdiri dari 6 komponen utama yaitu, *hopper* bahan bakar, ruang bakar, ruang penukar panas, cerobong asap, saluran *outlet* tungku, dan saluran setelah kipas sedangkan bagian pengumpan bahan bakar terletak terpisah dari tungku. Pengumpan bahan bakar yang digunakan berupa konveyor ulir. Pengumpan bahan bakar ini menjadi satu sistem terintegrasi dengan tungku pembakaran.

Desain tungku pengering *mobile* berbahan bakar serbuk gergaji dibuat dari plat besi dengan dinding berbentuk persegi panjang dengan dimensi 80 x 40 x 40 cm ($p \times l \times t$). Ruang bakar terbuat

dari plat besi berbentuk kubus dengan dimensi $40 \times 40 \times 40$ cm ($p \times l \times t$) dengan tebal plat 2 mm. Sebelah kanan dan kiri ruang bakar terdapat ruang penukar panas dengan dimensi $20 \times 40 \times 40$ cm ($p \times l \times t$). Ruang abu tidak tersedia, ruang abu menyatu dengan ruang bakar. Di atas ruang bakar terdapat cerobong asap dengan dengan ukuran $6 \text{ cm} \times 4 \text{ cm} \times 60 \text{ cm}$ ($p \times l \times t$). Di bagian bawah tungku terdapat roda berjumlah 4.



Gambar 1. Desain tungku pengering *mobile* hasil rancangan

Keterangan:

1. Konveyor Ulir
2. Saluran Pengeluaran Bahan
3. Ruang Bakar
4. Penukar Panas
5. Cerobong Asap
6. Rangka Konveyor Ulir
7. Saluran *Outlet* Tungku
8. Roda Mobilisasi

2. Rancangan Fungsional dan Struktural Tungku Pengering *Mobile*

Penelitian ini terdiri dari tiga tahapan yaitu pendekatan rancangan, rancangan struktural, dan rancangan fungsional. Pendekatan rancangan pada penelitian ini adalah dihasilkannya tungku pembakaran yang dapat *mobile* sehingga dapat dimanfaatkan banyak petani. Rancangan struktural meliputi ukuran, dimensi dan bahan pembuat elemen-elemen tungku pengering *mobile*. Sedangkan rancangan fungsional mencakup fungsi dari elemen-elemen tungku pengering *mobile*. Rancangan fungsional dan struktural tungku pengering *mobile* dapat dilihat pada Tabel 1.

C. Uji Kinerja Tungku Pengering *Mobile*

Uji kinerja dilakukan dengan mengoperasikan tungku pengering *mobile* menggunakan bahan bakar serbuk gergaji. Uji kinerja dilakukan untuk mengetahui apakah tungku pengering *mobile* yang dirancang sudah berfungsi atau tidak. Parameter pengamatan pada penelitian ini terdiri dari distribusi suhu, laju konsumsi bahan bakar, efisiensi tungku dan neraca energi.

1. Distribusi Suhu

Pengukuran distribusi suhu dilakukan untuk mengetahui sebaran suhu di titik-titik pengamatan menggunakan alat thermometer IR. Titik-titik suhu yang diamati pada penelitian ini adalah suhu di ruang bakar, suhu di ruang penukar panas (*heat exchanger*), suhu di cerobong asap dan suhu di saluran keluaran tungku (*outlet*) dan suhu keluaran setelah kipas.

Tabel 1. Fungsional dan Struktural Tungku Pengering *Mobile*

No	Nama Komponen	Fungsi	Struktur
1	Konveyor ulir	Mengumpulkan bahan bakar ke dalam ruang bakar	Konveyor ulir terbuat dari bahan <i>stainless steel</i> yang digerakan oleh motor listrik 1400 rpm dengan daya 1 hp. Konveyor ulir bertipe <i>tapered outer diameter</i> (ulir yang mengecil di pangkal dan membesar di ujung).
2	Saluran pengeluaran bahan bakar	Meyalurkan bahan bakar dari konveyor ulir ke <i>hopper</i> ruang bakar	Terbuat dari plat seng dengan panjang 100 cm, lebar 29 cm dan tebal 1 mm.
3.	Ruang bakar	Sebagai tempat berlangsung pembakaran bahan bakar	Ruang bakar terbuat dari plat besi berbentuk kubus dengan dimensi 40 x 40 x 40 cm ($p \times l \times t$) dengan tebal 2 mm.
4	Penukar panas	Sebagai tempat terjadinya penukaran suhu	Terletak di sebelah kanan dan kiri ruang bakar. Ruang penukar panas berbentuk balok dengan dimensi 20 x 40 x 40 cm ($p \times l \times t$).
5	Cerobong asap	Sebagai tempat untuk mengeluarkan asap sisa hasil pembakaran bahan bakar	Di atas ruang bakar terdapat cerobong asap dengan ukuran 6 cm x 4 cm x 60 cm ($p \times l \times t$)
6	Rangka konveyor ulir	Sebagai penyanggah dan dudukan bagian-bagian konveyor ulir dan tungku pengering <i>mobile</i> .	Terbuat dari besi siku dengan ukuran 50 cm x 30 cm x 128 cm ($p \times l \times t$)
7	Saluran tungku outlet	Sebagai tempat berkumpulnya udara panas yang akan dialirkan ke ruang pengering.	Terbuat dari bahan plat besi yang mengerucut dari besar ke kecil, berbentuk trapesium. Ukuran bagian yang besar, panjang 80 cm dan lebar 40 cm. Ukuran bagian yang kecil, panjang 60 cm dan lebar 40 cm, dan panjang sisi miring 50 cm.
8	Roda mobilisasi	Membantu mobilisasi tungku dari satu tempat ke tempat lain	Roda karet 3 inch

2. Laju Konsumsi Bahan Bakar

Laju konsumsi bahan bakar (Belonio, 2005) diperoleh dari persamaan:

$$FCR = \frac{w}{t} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

- FCR : laju konsumsi bahan bakar serbuk gergaji (kg/jam)
- w : massa bahan bakar serbuk gergaji yang terbakar (kg)
- t : waktu pembakaran (jam)

3. Efisiensi Tungku

Efisiensi tungku (Belonio, 2005) diperoleh dari persamaan:

$$\eta_r = [ma Cp (T_2 - T_1) / mfHHV] 100 \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

- η_r : efisiensi tungku serbuk gergaji (%)
- ma : laju aliran campuran udara segar dan gas buang (kg/jam)

C_p : panas spesifik udara (kJ/kg. K)
 T_1 : suhu udara lingkungan (K)
 T_2 : suhu campuran udara segar dan gas buang (K)
 mf : laju umpan serbuk gergaji (kg/jam)
 HHV : nilai panas tinggi serbuk gergaji (kJ/kg)

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Tungku Pengering *Mobile* Hasil Rancangan

Tungku pengering *mobile* telah dirancang dan dibuat dengan tujuan meningkatkan efisiensi panas dan efektifitas penggunaan tungku. Berdasarkan Gambar 2 tungku pengering *mobile* terdiri dari bagian-bagian sebagai berikut: *hopper* bahan bakar, ruang bakar, ruang penukar panas, cerobong asap, saluran *outlet* tungku dan saluran keluaran setelah kipas (saluran ke pengering). Masing-masing komponen tungku pengering *mobile* sudah dapat berfungsi dengan baik. Hal ini terlihat selama pengoperasian tungku berjalan dengan lancar. Tungku pengering *mobile* ini juga efektif dikarenakan tungku bisa digunakan secara bergantian oleh anggota kelompok tani karena tungku pengering *mobile* ini bisa berpindah dari satu tempat ke tempat lain.



Gambar 2. Tungku Pengering *Mobile*

1. Pengumpan Bahan Bakar dan Rangka Konveyor Ulir

Pengumpan bahan bakar yang digunakan berupa konveyor ulir. Konveyor ulir terbuat dari bahan *steenlis steel*. Konveyor ulir yang digunakan bertipe *tapered outer diameter* (ulir yang mengecil di pangkal dan membesar di ujung). Tipe ini digunakan untuk membantu kelancaran aliran bahan bakar dari saluran *screw*. Konveyor ulir ini disangga besi siku 4 x 4 yang berukuran panjang 50 cm, lebar 30 cm dan tinggi 128 cm. Konveyor ulir ini digerakan oleh motor listrik dengan kecepatan putar 1400 rpm dan daya 1 HP. Kecepatan putar di konveyor ulir 35 rpm sehingga laju pengumpan bahan bakar serbuk gergaji adalah 10,3 kg/jam. Konveyor ulir yang digunakan sebagai pengumpan bahan bakar dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Konveyor Ulir

2. Ruang Bakar dan Penukar Panas (*Heat Exchanger*)

Ruang bakar dan ruang penukar panas merupakan komponen utama dari tungku pembakaran biomassa. Energi panas yang dihasilkan akan tergantung dari proses pembakaran di ruang bakar dan penukaran panas di ruang penukar panas. Ruang bakar dan ruang penukar panas terintegrasi menjadi satu kesatuan. Gambar ruang bakar dan penukar panas dapat dilihat pada Gambar 4. Bahan yang digunakan untuk pembuatan ruang bakar dan penukar panas adalah plat besi dengan ketebalan 2 mm dengan ketebalan ini diharapkan dapat menahan panas lebih lama. Bahan bakar yang digunakan untuk pembakaran adalah serbuk gergaji. Serbuk gergaji merupakan limbah hasil gergajian kayu. Pembakaran menggunakan serbuk gergaji menghasilkan panas yang tinggi di ruang bakar, hal ini dikarenakan nilai kalornya tinggi 4371 kal/g. Ruang bakar berkapasitas 3,4 kg. Penukar panas yang digunakan tipe sirip yang masing-masing tersusun 8 sirip. Penukar panas ini dapat membantu pertukaran panas dari ruang bakar saluran keluaran tungku sehingga menghasilkan suhu keluaran yang diharapkan.



Gambar 4. a) Ruang Bakar, b) Penukar Panas

3. Cerobong Asap

Cerobong asap yang berfungsi untuk mengeluarkan sisa asap hasil pembakaran serbuk gergaji. Cerobong asap terbuat dari plat besi dengan ukuran panjang 6 cm, lebar 4 cm dan tinggi 60 cm. Cerobong asap diletakkan di bagian tengah atas ruang bakar (Gambar 5).



Gambar 5. Cerobong Asap

4. Saluran *Outlet* Tungku

Saluran *outlet* tungku merupakan bagian yang berfungsi sebagai tempat keluarnya udara panas dari tungku pembakaran. Saluran *outlet* tungku terbuat dari bahan plat besi yang mengerucut dari besar ke kecil, berbentuk trapesium. Ukuran bagian yang besar, panjang 80 cm dan lebar 40 cm. Ukuran bagian yang kecil panjang 60 cm dan lebar 40 cm, panjang masing-masing sisi miring 50 cm. Gambar saluran *outlet* tungku dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Saluran *Outlet* Tungku

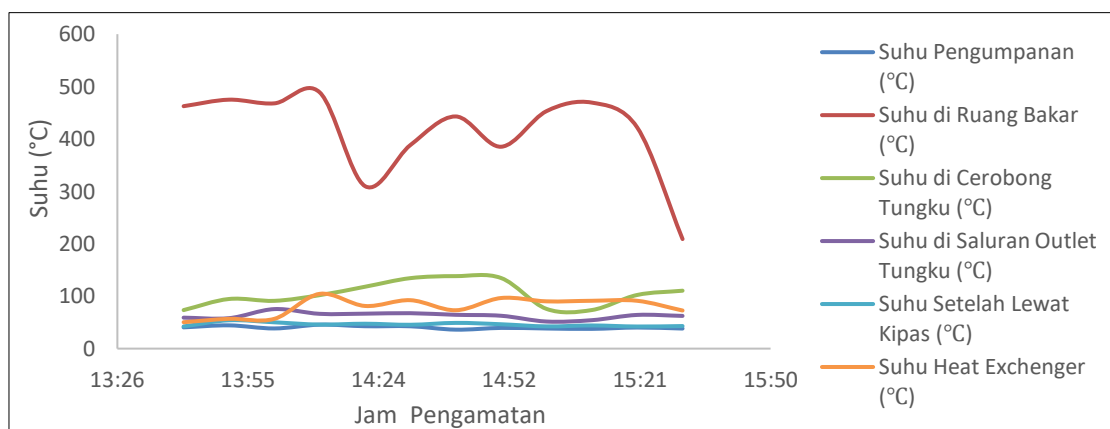
B. Mekanisme Kerja Tungku Pengering *Mobile*

Mekanisme kerja tungku pengering *mobile* berbahan bakar serbuk gergaji adalah sebagai berikut bahan bakar tungku pengering bersumber dari biomassa (serbuk gergaji) dimasukkan ke *hopper* pengumpan. Biomassa ini akan turun ke ruang pembakaran secara gravitasi. Sebagai *starter* pembakaran digunakan minyak tanah. Biomassa yang terbakar akan memanas dinding kanan dan kiri dari ruang pembakaran yang dibuat dari plat besi. Pada sisi sebelah dinding ruang pembakaran dipasang penukar panas yang terdiri dari sirip-sirip yang bertujuan untuk memperluas pindah panas dimana sirip-sirip ini akan dilewati oleh udara luar akibat dioperasikannya blower yang dipasang di bagian belakang tungku yang nantinya udara panas ini diteruskan masuk ke ruang pengering. Abu sisa pembakaran dibuang dari ruang pembakaran dengan alat seperti pengait yang ujungnya diberi plat. Bahan bakar yang dibakar akan tetap hidup karena saat blower beroperasi sebagian udara akan masuk ke ruang pembakaran meniup bara yang ada. Asap sisa pembakaran keluar dari ruang pembakaran melalui cerobong asap.

C. Hasil Uji Kinerja Tungku Pengering *Mobile*

1. Sebaran Suhu di Masing-Masing Titik Pengukuran

Titik pengukuran suhu pada pengujian tungku pengering *mobile* dilakukan di pengumpan, di ruang bakar, di penukar panas (*heat exchanger*), di cerobong asap, di saluran *outlet* tungku, di saluran setelah kipas (saluran ke pengering). Sebaran suhu di masing-masing titik pengukuran dapat dilihat pada Gambar 7. Suhu rata-rata di masing-masing titik pengukuran dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 7. Grafik Sebaran Suhu di masing-masing Titik Pengukuran

Gambar 7 menunjukkan suhu di ruang bakar masih fluktuatif, hal ini dikarenakan ketika bahan bakar serbuk gergaji masuk ruang bakar menyebabkan jumlah serbuk gergaji yang terbakar banyak sehingga suhu pembakaran tinggi, lalu ketika mendekati akhir pengumpanan jumlah serbuk gergaji yang terbakar berkurang sehingga suhu menjadi berkurang, demikian seterusnya. Pengamatan dilakukan secara kontinyu selama periode penambahan bahan bakar yang berulang-ulang. Sekali pemasukan bahan bakar serbuk gergaji sebanyak 1,7 kg dan habis dalam waktu 20 menit. Suhu ruang bakar selain dipengaruhi jumlah bahan bakar juga dipengaruhi massa aliran udara. Aliran udara yang digunakan untuk proses pembakaran adalah aliran udara alami sehingga tidak stabil. Desain tungku juga berpengaruh terhadap ruang bakar, desain tungku pengering *mobile* ini masih memiliki kelemahan dimana belum ada alat pengaduk bahan bakar sehingga pembakaran tidak rata.

Tabel 2. Suhu rata-rata di masing-masing titik pengukuran

Titik Pengukuran	Rerata Suhu (°C)
Ruang pengumpan	40,41
Ruang bakar	414,57
Ruang penukar panas	79,80
Cerobong asap	104,11
Saluran <i>outlet</i> tungku	62,77
Setelah melalui kipas penghisap	46,08

Pembakaran serbuk gergaji di ruang bakar tungku berlangsung dengan baik. Serbuk gergaji dapat terbakar dengan baik. Suhu rata-rata di ruang pembakaran termasuk tinggi yaitu 414,57 °C, hal ini dikarenakan nilai kalor serbuk gergaji tinggi yaitu 4371 kal/g. Suhu rata-rata saluran *outlet* tungku mencapai 104,11 °C, suhu ini sangat tinggi dan tidak bisa langsung digunakan untuk pengeringan. Pemberian kipas penghisap setelah saluran *outlet* tungku dapat mengurangi suhu menjadi 46,08 °C. Suhu rata-rata di saluran setelah melewati kipas (saluran ke pengering) sebesar 46,08 °C sudah sesuai digunakan untuk pengering gabah.

2. Laju Konsumsi Bahan Bakar

Laju konsumsi bahan bakar serbuk gergaji yang diperoleh pada penelitian ini adalah 5,8 kg/jam. Laju konsumsi ini sudah cukup tinggi untuk kapasitas ruang bakar tungku 3,4 kg. Laju konsumsi bahan bakar ini berasal dari kecepatan putar pengumpanan bahan bakar 35 rpm. Kecepatan putar ini merupakan kecepatan putar yang maksimum sehingga menyebabkan pengumpanan bahan cepat dan jumlah bahan bakar yang terbakar di ruang bakar banyak. Laju konsumsi bahan bakar dipengaruhi oleh massa bahan bakar serbuk gergaji yang terbakar per jam. Semakin banyak massa bahan bakar terbakar semakin tinggi laju konsumsi bahan bakar, demikian sebaliknya.

3. Efisiensi tungku

Effisiensi tungku yang diperoleh pada penelitian adalah 53,90 %. Serbuk gergaji mempunyai nilai kalor yang tinggi 18,288 kJ/kg. Dengan nilai kalor yang tinggi, efisiensi tungku pembakaran ini termasuk kecil. Hal ini dikarenakan tungku yang dirancang mempunyai kapasitas bahan bakar serbuk gergaji yang kecil sehingga jumlah bahan bakar yang dapat dibakar juga sedikit.

4. Neraca Energi

Neraca energi merupakan kesetimbangan energi dalam suatu sistem. Berdasarkan hukum pertama termodinamika yang menyatakan energi tidak dapat dimusnahkan atau diciptakan hanya dapat diubah bentuknya. Persamaan yang digunakan untuk mencari neraca energi adalah energi total = energi hilang + energi akumulasi. Nilai energi total didapat dari massa biomassa serbuk gergaji yang terpakai dikalikan dengan nilai panas tertinggi dari serbuk gergaji yang mana nilai kalor tertingginya adalah 18288 kJ/kg, nilai energi hilang di dapatkan dari perhitungan setiap energi yang keluar dari mesin pengering *mobile*, dan nilai energi akumulasi adalah nilai energi yang tersimpan dalam sistem atau pengering *mobile*, nilainya didapat dari pengurangan energi total dikurangi total keseluruhan energi hilang maka akan didapat energi akumulasinya.

Rancangan tungku pengering *mobile* hasil rancangan masih ada kekurangan yang menyebabkan banyak kehilangan panas terjadi. Kehilangan panas terjadi meliputi panas hilang karena konveksi 261,23 kJ/kg, panas hilang di cerobong asap 0,19 kJ/kg, panas hilang di saluran keluaran (*outlet*) tungku 54,09 kJ/kg, panas hilang akibat kelembaban biomassa 103,81 kJ/kg, panas hilang karena karbon tidak terbakar 0,001 kJ/kg, panas hilang karena kelembaban biomassa 2,66 kJ/kg dan panas hilang karena radiasi 0,035 kJ/kg (Badaruddin *et al.*, 2017).

KESIMPULAN

1. Tungku pengering *mobile* yang dirancang sudah dapat berfungsi dengan baik terlihat dari proses pembakaran dapat terjadi dengan baik dan dapat menghasilkan suhu udara panas rata-rata di ruang bakar 414,57 °C.
2. Tungku pengering *mobile* berdimensi 800 mm x 400 mm x 400 mm, berkapasitas kecil 3,4 kg dapat digunakan untuk petani per orangan atau anggota kelompok tani secara bergantian.
3. Suhu yang dihasilkan tungku pengering *mobile* sebesar 46,08 °C sudah sesuai untuk suhu pengeringan gabah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada LPPM Universitas Sriwijaya melalui program hibah Unggulan Kompetitif tahun 2023.

DAFTAR PUSTAKA

- Badaruddin M, Risano AYE, Suudi A. 2017. Peningkatan Efisiensi Termal Tungku Biomasa untuk Proses Pengeringan Lampung, Kakao di Desa Wiyono Kabupaten Pesawaran Propinsi. *SAKAI SAMBAYAN — J. Pengabd. Kpd. Masy.*:1–10.
- Belonio AT. 2005. *Rice Husk Gas Stove Hand Book*. Philipina: Appropriate Technology Center .
- Pakaya AR, Liputo B, Djafar R. 2021. Kontruksi Tungku Pengering Gabah Alternatif Berbahan Bakar Biomassa. *J. Teknol. Pertan. Gorontalo*. 6(1):19–24.
- Purnomo RH, Kuncoro EA, Wahyuni D. 2014. Rancang Bangun dan Uji Teknik Kompor Berbahan Bakar Limbah Biomassa Pertanian. *Buana Sains*. 14(2):71–78.
- Ragland KW, Bryden KM. 2011. *Combustion Engineering*. Ed ke-2. CRC Press.
- Roy MM, Dutta A, Kenny Corcadden. 2013. An experimental study of combustion and emmissions of biomass pellets in a prototype pellet furnace. *Appl. Energy*. 108:298–307.
- Tahir M, Purnama W. 2010. Desain Tungku Biomassa pada Sistem Pengering Erk-Hibrid untuk Pengeringan Benih Jarak Pagar. *J. Keteknikan Pertan*. 24(1):17–24.