

ANALISA DESAIN KOMPOR BIOMASSA BERBAHAN BAKAR TEMPURUNG KELAPA MENGGUNAKAN ANSYS

Ahmad Yunus Nasution^{1*}, Fernando Hiro², Louis Tarigan³
Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara
Jl. Almamater Kampus USU 20155
*Email: ahmadjunusa@usu.ac.id

Abstrak

Bahan bakar konvensional seperti minyak tanah dan gas yang terus meningkat harganya akan menyebabkan banyak penduduk mengalami kesulitan untuk memenuhi kebutuhan energi keluarga mereka sehari-hari karena keterbatasan ekonomi. Pemanfaatan limbah biomassa sebagai sumber bahan bakar disebabkan karena limbah tersebut mempunyai kandungan energi yang cukup signifikan. Keuntungan dari kompor biomassa ini adalah menggunakan bahan bakar tempurung kelapa, sehingga dapat mengurangi limbah tempurung kelapa yang banyak tidak dimanfaatkan. Selain itu, kinerja alat kompor biomassa sudah cukup baik dibanding kompor konvensional. Pada penelitian ini dilakukan analisa menggunakan Ansys software untuk mengetahui laju aliran massa yang terjadi pada kompor biomassa. Dari spesifikasi kompor biomassa dimana $D = 40$ cm, $T = 50$ cm, diperoleh volume $V = 62,4$ m³, dan energi yang diperoleh dari analisa Ansys adalah 34 KJ.

Kata kunci : Bahan Bakar Konvensional, Limbah Biomassa, Energi, Kompor Biomassa

Abstract

Conventional fuels such as kerosene and gas which continue to increase in price will cause many residents to find it difficult to meet their family's daily energy needs due to economic limitations. Utilization of biomass waste as a source of fuel because the waste has a significant energy content. The advantage of this biomass stove is that it uses coconut shell fuel, so it can reduce coconut shell waste that is not widely used. In addition, the performance of the biomass stove is quite good compared to conventional stoves. In this study, an analysis was carried out using Ansys software to determine the mass flow rate that occurs in the biomass stove. From the specifications of the biomass stove where $D = 40$ cm, $T = 50$ cm, the volume $V = 62.4$ m³, and the energy obtained from the Ansys analysis is 34 KJ.

Keywords : Conventional Fuel, Biomass Waste, Energy, Biomass Stove

Pendahuluan

Bahan bakar konvensional seperti minyak tanah dan gas yang terus meningkat harganya akan menyebabkan banyak penduduk yang mengalami kesulitan untuk memenuhi kebutuhan energi keluarga mereka sehari-hari karena keterbatasan kemampuan ekonomi. Beberapa penduduk bahkan telah banyak yang beralih ke kayu bakar untuk keperluan energi sehingga hal ini akan membahayakan usaha pemerintah untuk memelihara kelestarian hutan dan program penghijauan (Febrianto, 1999). Pada sisi yang lain banyak dijumpai limbah biomassa pertanian yang belum dimanfaatkan atau bahkan hanya dibuang atau dibakar begitu saja sehingga dapat menyebabkan masalah pencemaran lingkungan (Hambali, 2007). Pemanfaatan limbah biomassa sebagai sumber bahan bakar disebabkan karena limbah tersebut mempunyai kandungan energi yang cukup signifikan. Sebagai contoh sekam padi dapat dimanfaatkan untuk sumber energi panas karena kadar selulosanya cukup tinggi sehingga dapat memberikan pembakaran yang merata dan stabil. Berdasarkan potensi sekam padi, tatal kayu, dan daun akasia yang begitu besar sebagai sumber energi maka sangat memungkinkan penggunaan limbah tersebut sebagai bahan bakar alternatif pada rumah tangga sebagai pengganti energi kayu atau bahan bakar minyak (Pari, 2002). Prinsip dasar kompor adalah sebagai sarana proses pembakaran bahan bakar. Proses pembakaran adalah reaksi kimia antara bahan bakar dan oksigen. Pada proses ini perlu diperhatikan rasio antara jumlah bahan bakar dan oksigen

(yang diwakili oleh laju aliran udara) yang tepat sehingga proses pembakaran mendekati sempurna. Hal lain yang perlu diperhatikan adalah efisiensi panas yang dihasilkan pada kompor. Selanjutnya juga perlu dipertimbangkan masalah biaya, kemudahan operasi dan pemeliharaan kompor (Armando et al., 2005).

A. Pengertian Kompor

Kompor (dari bahasa Belanda: *komfoor*) adalah alat masak yang menghasilkan panas tinggi. Kompor mempunyai ruang tertutup / terisolasi dari luar sebagai tempat bahan bakar diproses untuk memberikan pemanasan bagi barang-barang yang diletakkan di atasnya. Kompor diperkenalkan sejak masa kolonial, sehingga menggunakan bahan bakar cair (terutama minyak tanah atau spiritus bakar), gas (dalam bentuk padatan cair LPG atau lewat pipa saluran), atau elemen pemanas (dengan daya listrik). Dalam ukuran besar, kompor dipakai di pabrik-pabrik yang membutuhkan proses pemanasan dengan kebutuhan kalori tinggi. Untuk skala kecil, kompor digunakan secara luas di setiap rumah tangga untuk memasak. Memasak umumnya dilakukan dengan media panci, wajan, ketel, sedangkan memasak tanpa media disebut pemanggangan.

B. Pengertian Biomassa

Biomassa adalah sebuah istilah yang digunakan untuk menyebut semua senyawa organik yang berasal dari tanaman budidaya, alga, dan sampah organik. Pengelompokan biomassa terbagi menjadi biomassa kayu, biomassa bukan kayu, dan biomassa sekunder. Biomassa juga dapat dikategorikan menjadi limbah pertanian, limbah kehutanan, tanaman kebun energi, dan limbah organik. Sifat kimia, sifat fisik, kadar air, dan kekuatan mekanis pada berbagai biomassa sangat beragam dan berbeda-beda. Biomassa merupakan sumber energi terbarukan dengan kualitas yang rendah. Sumber biomassa yang digunakan pada bioenergi berasal dari sampah kota. Biomassa menghasilkan energi primer yang berbentuk cair sebagai bahan bakar nabati. Pada bentuk gas, biomassa digunakan sebagai biogas, sedangkan dalam bentuk padat biomassa dimanfaatkan sebagai biobriket. Ketiga energi primer ini dimanfaatkan sebagai bahan bakar untuk sarana transportasi atau industri. Selain itu, energi primer ini dapat diubah lagi menjadi energi sekunder yaitu energi listrik berbahan bakar nabati. Penggunaan biomassa untuk menghasilkan produk bioenergi tidak memerlukan proses khusus dan dapat langsung digunakan sebagai energi primer.

C. Pengertian Batok Kelapa

Batok kelapa adalah bagian yang membatasi buah kelapa dari serabut kelapa biasanya batok kelapa ini dibuang oleh konsumen kelapa dan menjadi sampah yang bertumpuk sehingga membuat kotor lingkungan tetapi batok kelapa sekarang ini bisa dimanfaatkan oleh masyarakat contohnya dimanfaatkan menjadi kerajinan tangan, bahan dasar menjadi arang, dll. Di sini kami akan membuat batok kelapa menjadi bahan bakar untuk menyalakan kompor sehingga bisa mengurangi sampah batok kelapa.

D. Pengertian Kompor Biomassa

Kompor biomassa adalah kompor yang menggunakan biomassa sebagai bahan bakar contohnya kayu, batok kelapa, limbah perkebunan, limbah pertanian, dll. Selama ini biomassa sudah sering digunakan untuk memasak seperti kayu yang merupakan biomassa yang paling sering digunakan untuk memasak. Namun kualitas pembakaran yang tidak bagus mengakibatkan efisiensi pembakaran sempurna dan juga apabila pembakaran tidak bagus maka dapat menimbulkan asap yang berdampak buruk bagi pernapasan. Untuk mengurangi resiko tersebut maka dirancanglah kompor biomassa yang dapat mengoptimasi dan mengontrol proses pembakaran.

E. Keunggulan Kompor Biomassa

Penggunaan Kompor Biomassa memiliki keunggulan dibanding kompor tungku konvensional, diantaranya : menggunakan sistem *pre-heating* yang memanfaatkan aliran udara dan gas, meminimalisir asap, menghasilkan pembakaran yang lebih efisien dan mengurangi secara signifikan pemakaian kayu dibandingkan dengan tungku tradisional, bahan bakar biomassa (ranting, daun kering, briket, tempurung kelapa), kompor ramah lingkungan yang terjangkau, lingkungan memasak yang lebih sehat khususnya untuk ibu dan anak, yang rentan terhadap gangguan saluran pernapasan yang diakibatkan asap tebal dari tungku tradisional, dan menghidupkan industri rumahan untuk kompor, menciptakan lapangan kerja.

F. Komponen Kompor Biomassa

1. Reaktor Bagian reaktor berfungsi sebagai tempat bahan bakar biomassa dan tempat dimana proses gasifikasi dan combustion berlangsung. Bagian reaktor ini terdiri dari dua lapis silinder seng yaitu tabung luar dan tabung dalam.

2. Lubang udara Kompor biomassa gasifikasi terdapat dua jenis lubang udara yaitu lubang udara primer dan lubang udara sekunder. Lubang udara primer mempunyai fungsi membantu proses pembakaran gasifikasi yang akan menghasilkan gas. Lubang udara sekunder mempunyai fungsi pembentukan gas yang dihasilkan dari proses gasifikasi biomassa.

3. Burner Burner berfungsi sebagai tempat berlangsungnya pembakaran gas hasil gasifikasi yang digunakan untuk memasak, burner juga merupakan tempat masuknya udara sekunder untuk membantu pembakaran gas. Karena itu burner juga merupakan tempat menaruh wajan atau panci.

4. Blower Blower adalah mesin atau alat yang digunakan untuk menaikkan atau memperbesar tekanan udara atau gas yang akan dialirkan dalam suatu ruangan tertentu juga sebagai pengisapan atau pemvakuman udara atau gas tertentu.

G. Konversi Biomassa Menjadi Energi

Ada beberapa teknologi konversi yang dilakukan untuk mengubah biomassa menjadi energi, antara lain :

1. Densifikasi

Densifikasi adalah teknik konversi energi biomassa menjadi pellet atau briket. Pellet atau briket akan memudahkan dalam penanganan biomassa. Tujuannya agar meningkatkan densitas dan memudahkan penyimpanan dan juga pengangkutan. Proses ini juga dapat meningkatkan nilai kalori per unit volume, mempunyai ukuran dan kualitas yang seragam.

2. Karbonisasi

Karbonisasi merupakan suatu proses untuk mengkonversi bahan organik menjadi arang atau biasa disebut pengarangan. Pada proses karbonisasi akan melepaskan zat yang mudah terbakar seperti CO, CH₄, H₂, formaldehid, methana, formik dan acetyl acid serta zat yang tidak terbakar seperti CO₂ dan H₂O. Gas gas yang dilepaskan pada proses ini mempunyai nilai kalor yang tinggi dan dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan kalor pada proses karbonisasi.

3. Pirolisis

Pirolisis atau bisa disebut thermolisis adalah proses dekomposisi kimia dengan menggunakan pemanasan tanpa kehadiran oksigen. Proses ini sebenarnya bagian dari proses karbonisasi yaitu proses untuk memperoleh karbon atau arang, tetapi sebagian menyebut pada proses pirolisis merupakan high temperature carbonization yaitu lebih dari 500 °C. Proses pirolisis menghasilkan produk berupa bahan bakar padat yaitu karbon, cairan beberapa campuran tar cair dan beberapa zat lainnya. Produk lain adalah berupa gas karbon dioksida (CO₂), methana (CH₄) dan beberapa gas yang memiliki kandungan kecil. Terdapat beberapa cara memanfaatkan energi yang tersimpan dalam biomassa melalui pirolisis. Pembakaran langsung adalah cara yang paling tua digunakan. Biomassa yang dibakar dapat langsung menghasilkan panas tetapi cara ini hanya mempunyai efisiensi sebesar kurang lebih 10 %.

4. Anaerobic Digestion

Proses anaerobic digestion adalah proses dengan melibatkan mikroorganisme tanpa kehadiran oksigen dalam suatu digester. Proses ini menghasilkan gas produk berupa methana (CH₄) dan karbon dioksida (CO₂) serta beberapa gas yang jumlahnya kecil. Proses ini bisa diklasifikasikan menjadi dua macam yaitu anaerobic digestion kering dan basah. Perbedaan dari kedua proses anaerobic ini adalah kandungan biomassa dalam campuran air. Pada anaerobic kering memiliki kandungan biomassa kurang dari 15 %.

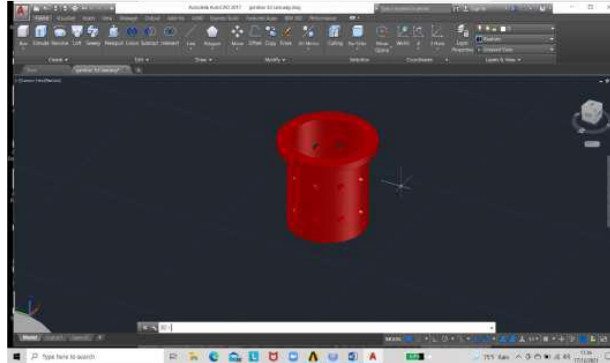
H. Gasifikasi

Gasifikasi adalah salah satu proses perubahan yang bertahap dari bahan bakar padat dengan ketersediaan oksigen yang terbatas sehingga gas yang dihasilkan masih berpotensi untuk terbakar, dimana hampir semua bahan organik dari biomassa diubah menjadi gas bahan bakar yang netral dan bersih (Faaji, 2006). Gasifier biomassa merupakan suatu sistem yang mengubah biomassa padat menjadi gas dan membakarnya dengan cara yang dapat dikontrol melalui pengaturan suplai udara (Roth, 2011). Secara global gasifikasi diklasifikasikan menjadi: up draft, downdraft, dan Crossdraft (Quakk et al., 1999).

I. Komponen-komponen Biomassa

1. Reaktor

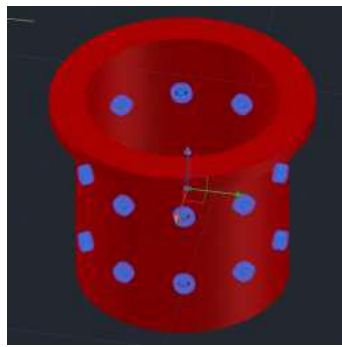
Bagian reaktor berfungsi sebagai tempat bahan bakar biomassa dan tempat dimana proses gasifikasi dan *combustion* berlangsung. Bagian reaktor ini terdiri dari dua lapis silinder seng yaitu tabung luar dan tabung dalam.



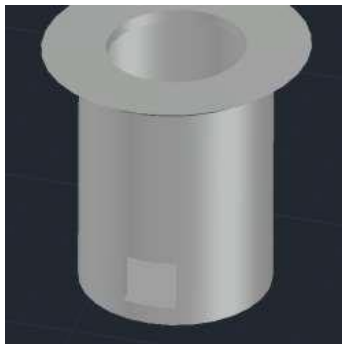
Gambar 7 Reaktor

2. Lubang Udara

Kompur biomassa gasifikasi terdapat dua jenis lubang udara yaitu lubang udara primer dan lubang udara sekunder. Lubang udara primer mempunyai fungsi membantu proses pembakaran gasifikasi yang akan menghasilkan gas. Lubang udara sekunder mempunyai fungsi pembentukan gas yang dihasilkan dari proses gasifikasi biomassa.



Gambar 8 Lubang Udara Dalam



Gambar 9 Lubang Udara Luar

3. *Burner*

Burner berfungsi sebagai tempat berlangsungnya pembakaran gas hasil gasifikasi yang digunakan untuk memasak, *burner* juga merupakan tempat masuknya udara sekunder untuk membantu pembakaran gas. Karena itu burner juga merupakan tempat menaruh wajan atau panci.

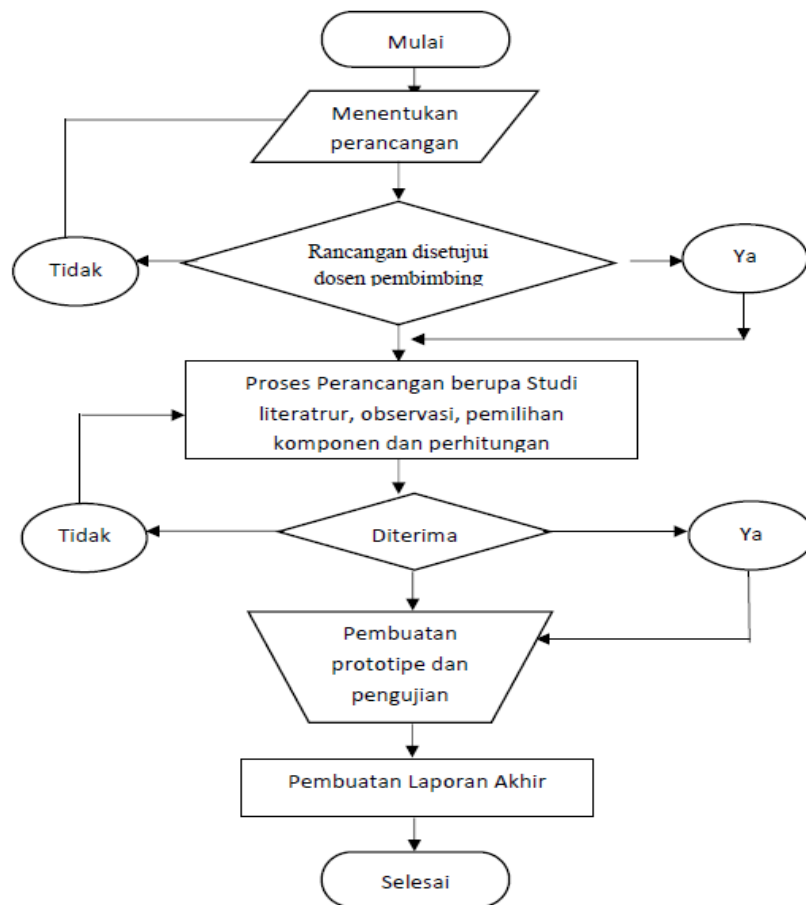
4. *Body*

Body berfungsi sebagai tempat atau wadah yang menopang seluruh komponen yang ada pada kompor biomassa.



Gambar 10 *Body*

Metodologi Penelitian

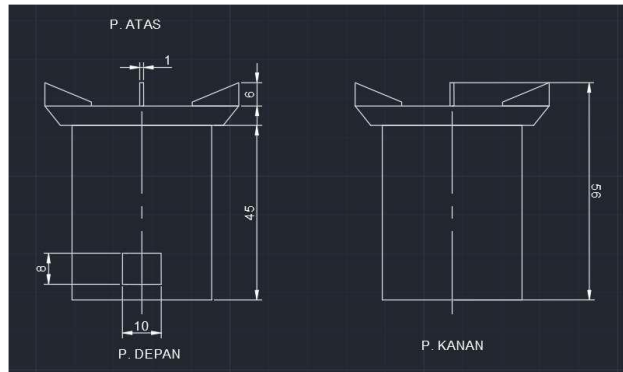


Gambar 1 Diagram Alur Tahap Perencanaan

Hasil

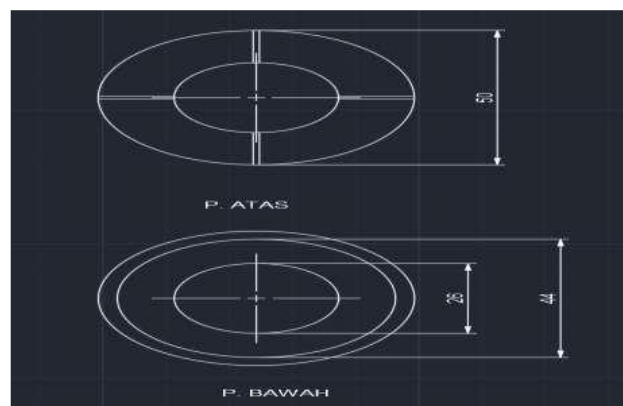
- **Hasil Desain**

1. Gambar Teknik Kompur Biomassa Tampak Depan dan Samping



Gambar 2 Pandangan Atas dan Samping Kompur Biomassa Keterangan : satuan dalam cm

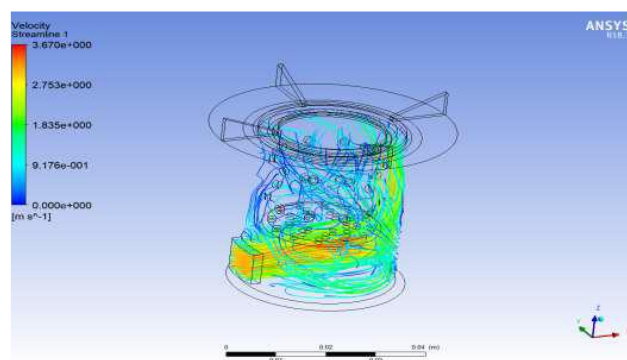
2. Gambar Teknik Kompur Biomassa Tampak Atas dan Bawah



Gambar 3 Pandangan Atas dan Bawah Kompur Biomassa

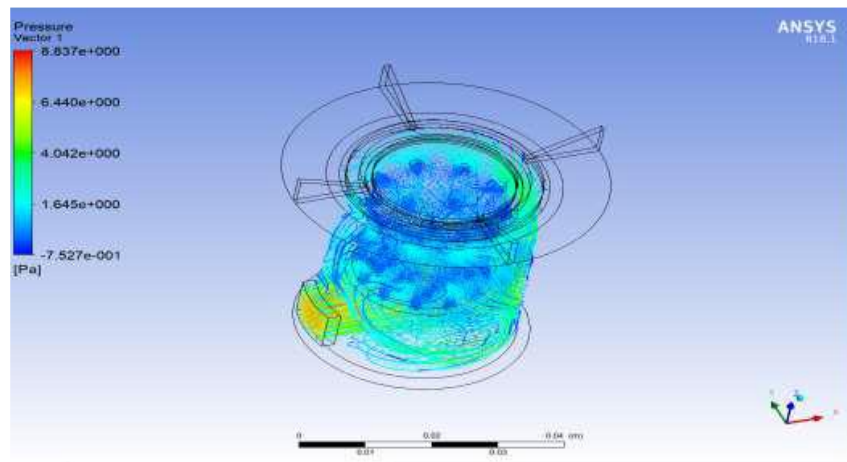
- **Hasil Simulasi Analisa Udara**

Berikut merupakan hasil simulasi menggunakan aplikasi Ansys terhadap kompor Biomassa. Dapat dilihat dari Gambar 4 bahwa kecepatan distribusi aliran udara pada Kompur Biomassa dimana udara merupakan salah satu syarat dalam pembakaran. Dapat dilihat bahwa kecepatan tertinggi kecepatan udara pada saluran masuk udara dibagian bawah lalu menyebar merata ke bagian tabung dan body kompor.



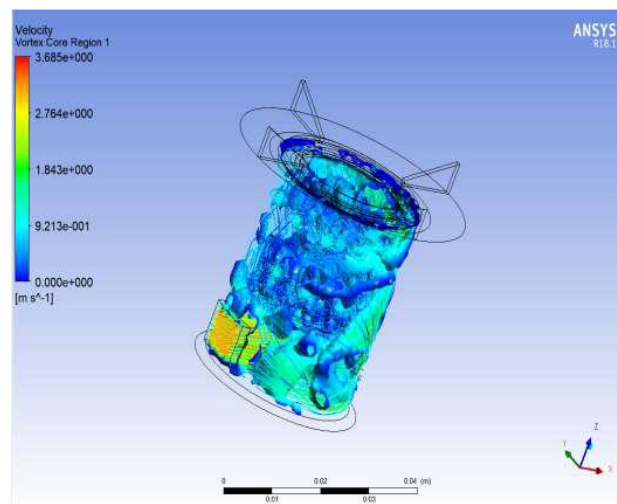
Gambar 4 Hasil Simulasi Kecepatan Udara pada Kompur

Dapat dilihat juga bahwa pada silmulasi tekanan udara pada kompor hampir sama dengan pada simulasi kecepatan udara dimana pada bagian saluran udara bagian bawah nilai tekanan nya merupakan yang terbesar lalu menyebar merata kebagian tabung kompor.



Gambar 5 Hasil Simulasi Tekanan Udara pada Kompor

Dari Gambar 6 dapat diketahui wilayah inti aliran fluida didalam kompor. Perputaran aliran udara yang didalam kompor untuk proses pembakaran.



Gambar 6 Hasil Simulasi Wilayah Aliran Fluida

- Hasil Perhitungan Spesifikasi Kompor

1. Menghitung Volume Tabung

$$D = 40 \text{ cm}$$

$$T = 50 \text{ cm}$$

$$V = (3,14 \times 20 \times 20 \times 50)\text{cm}$$

$$V = 62,4 \text{ m}^3$$

2. Menghitung Panas Pembakaran

$$Q = m \text{ batok kelapa} \times C_p \text{ batok kelapa}$$

$$Q = 2\text{kg} \times 0,17 \text{ KJ/kg}$$

$$Q = 0,34 \text{ KJ}$$

Kesimpulan

1. Desain kompor biomassa berbahan bakar tempurung kelapa menggunakan software solidwork menunjukkan hasil kompor biomassa sudah efektif.
2. Analisa laju aliran fluida pada kompor biomassa menggunakan software Ansys menunjukkan tersirkulasi dengan baik.
3. Hasil perhitungan panas pembakaran pada kompor biomassa adalah $Q = 0,34$ KJ.

Daftar Pustaka

- [1] Febrianto, “Pirolisis Serbuk Gergaji Secara Batch”, Laporan Penelitian Proses Kimia, Jurusan Teknik Kimia, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 1999.
- [2] Hambali, E, Siti, M., Armansyah, H.H., Abdul, W.p. dan Roy,H. Teknologi Bioenergi, Argo Media Jakarta, 2007.
- [3] G, Pari. “Teknologi Alternatif Pemanfaatan Limbah Industri Pengolahan Kayu”, Makalah M.K. Falsafah Sains, Program Pasca Sarjana IPB, Bogor, 2002.
- [4] Geonadi, D.H, Wayan R. Susila, dan Isroi, “Pemanfaatan Produk Samping Kelapa Sawit Sebagai Sumber Energi Alternatif Terbarukan”, 2007.
- [5] Armando, Rochim dan Suryo W.P., “Membuat Kompor Tanpa BBM”, Penebar Swadaya, Jakarta, 2005.
- [6] Kurniawan, Oswan dan Marson, “Superkarbon Bahan Bakar Alternatif Pengganti Minyak Tanah dan Gas”, Penebar Swadaya, Jakarta, 2008.
- [7] A.T. Belonio, *Rice Husk Gas Stove Handbook.*, Appropriate Technology Center, Department of Agricultural Engineering and Environmental Management, Collage of Agriculture, Central Philippine University, Iloilo City. Philippines, 2005.
- [8] <https://www.google.com/amp/s/amp.kompas.com/skola/read/2021/08/23/131500669/apa-itu-kompor-briket>
- [9] <http://arti-definisi-pengertian.info/pengertian-dan-jenis-kompor/>
- [10] <https://www.pertanian.go.id/produksi-kelapa-menurut-provinsi-di-indonesia,2017-2021/> mn