

PERHITUNGAN PROSES PINDAH PANAS TUNGKU BIOMASSA

Christian Soolany

E-mail : christiansoolany@gmail.com

ABSTRAK

Pada umumnya pengguna utama tungku adalah masyarakat perdesaan, hal ini disebabkan bahan bakar berupa kayu sangat mudah didapat dan walaupun membeli harganya masih murah. Efisiensi yang rendah berdampak pada tingkat konsumsi bahan bakar kayu yang tinggi, dan hal ini akan berdampak pada laju pengrusakan hutan yang tinggi. Tungku yang mempunyai efisiensi tinggi dan sehat tetapi juga tetap mempertimbangkan kondisi sosial, budaya dan ekonomi masyarakat pengguna tungku tersebut. Dan modal awal yang dibutuhkan untuk melakukan perbaikan tersebut adalah mengetahui metode pengukuran efisiensi tungku tersebut serta membandingkannya dengan berbagai bahan bakar biomassa yang digunakan, hasil pengukuran dapat dijadikan data untuk melakukan perbaikan efisiensi tungku tersebut.

Kata Kunci : Perpindahan Panas, Tungku, Briket, Bioenergi

1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Konsumsi biomassa sebagai bahan bakar dari tahun ke tahun menunjukkan kecenderungan angka yang kian meningkat. Diperkirakan lebih dari separoh penduduk dunia masih memasak dengan menggunakan bahan bakar biomassa. Dari data yang dikumpulkan oleh FAO dapat terlihat bahwa untuk negara Indonesia penggunaan bahan bakar biomassa ini mencapai 60 % -70 % dari total jumlah penduduknya. Hal ini diperkuat oleh data survey yang dilakukan oleh Direktorat Jendral Listrik dan Energi Baru dan IPB tahun 1981 di pulau Jawa saja, konsumsi biomassa mencapai 0,82 M³/kap/th dan naik konsumsi tersebut menjadi 0,85 m³/kap/th pada tahun 1986.

Pada umumnya pengguna utama tungku adalah masyarakat perdesaan, hal ini disebabkan bahan bakar berupa kayu sangat mudah didapat dan walaupun membeli harganya masih murah. Akan tetapi efisiensi tungku kayu bakar tradisional yang banyak digunakan oleh rumah tangga perdesaan tersebut masih sangat rendah yaitu berkisar 5 - 10 % saja. Efisiensi yang rendah ini berdampak pada tingkat konsumsi bahan bakar kayu yang tinggi, dan hal ini akan berdampak pada laju pengrusakan hutan yang tinggi. Hutan yang rusak tentu saja mengakibatkan tingkat erosi tinggi, pendangkalan sungai yang cepat serta dampak-dampak lainnya. Dampak lain dari tingkat efisiensi yang rendah ini adalah hasil sisa pembakaran yang banyak yaitu asap. Sisa hasil pembakaran berupa asap tersebut mengandung zat-zat berbahaya seperti partikel debu, Carbon Monoksida (CO), Hidrokarbon (HC), Nitrogen Oksida (NO_x), Ozone (O₃) dan Lead/Plumbum (Pb). Bahan-bahan berbahaya tersebut akan menurunkan tingkat ketahanan seseorang terhadap penyakit. Beberapa penyakit yang dapat ditimbulkan oleh polusi udara akibat pembakaran kurang sempurna ini adalah; Infeksi saluran pernapasan akut (ISPA), radang paru-paru, TBC, Katarak mata, sering gelisah, penyakit persendian/otot, kanker kandungan dan tingginya tingkat kematian balita.

Melihat permasalahan dan dampak yang timbulkan oleh tungku yang tidak efisien tersebut perlu adanya perbaikan dalam teknologi tungku yang tepat guna yaitu tungku yang mempunyai efisiensi tinggi dan sehat tetapi juga tetap mempertimbangkan

kondisi sosial, budaya dan ekonomi masyarakat pengguna tungku tersebut. Dan modal awal yang dibutuhkan untuk melakukan perbaikan tersebut adalah mengetahui metode pengukuran efisiensi tungku tersebut serta membandingkannya dengan berbagai bahan bakar biomassa yang digunakan, hasil pengukuran dapat dijadikan data untuk melakukan perbaikan efisiensi tungku tersebut.

1.2 Perumusan Masalah

Mengingat kompleksnya permasalahan maka dalam penelitian ini didasarkan pada suatu rumusan masalah adalah “Bagaimanakah mengukur kalori Tungku biomassa?”.

1.3 Pembatasan Masalah

Suhu yang diukur meliputi bagian dinding tungku, dinding panci, suhu air, dan suhu bawah tungku dengan interval waktu 5 menit hingga air mendidih..

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang dilakukan ini adalah:

- a. Memperbaiki sifat pembakaran biomassa(ampas aren dan sekam padi) dan batubara.
- b. Menguji karakteristik pembakaran yang dihasilkan dari biomassa 100% ampas aren, 100% sekam padi, dan biobriket campuran ampas aren, sekam padi, dan batubara dengan variasi komposisi 20%,20%,60%; 30%,30%,40%; 40%,40%,20%; serta 100% briket batubara.

2 LANDASAN TEORI

2.1 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.

Jenis Briket Batubara

- Jenis Berkarbonisasi (super), jenis ini mengalami terlebih dahulu proses dikarbonisasi sebelum menjadi Briket. Dengan proses karbonisasi zat-zat terbang yang terkandung dalam Briket Batubara tersebut diturunkan serendah mungkin sehingga produk akhirnya tidak berbau an berasap, namun biaya produksi menjadi meningkat karena pada Batubara tersebut terjadi rendemen sebesar 50%. Briket ini cocok untuk digunakan untuk keperluan rumah tangga serta lebih aman dalam penggunaannya.
- Jenis Non Karbonisasi (biasa), jenis yang ini tidak mengalami dikarbonisasi sebelum diproses menjadi Briket dan harganya pun lebih murah. Karena zat terbangnya masih terkandung dalam Briket Batubara maka pada penggunaannya lebih baik menggunakan tungku (bukan kompor) sehingga akan menghasilkan pembakaran yang sempurna dimana seluruh zat terbang yang muncul dari Briket akan habis terbakar oleh lidah api dipermukaan tungku. Briket ini umumnya digunakan untuk industri kecil.

Keunggulan Briket Batubara

- Lebih murah
- Panas yang tinggi dan kontinyu sehingga sangat baik untuk pembakaran yang lama
- Tidak beresiko meledak/terbakar

- Tidak mengeluarkan suara bising serta tidak berjelaga
- Sumber Batubara berlimpah

Namun demikian Briket memiliki keterbatasan yaitu waktu penyalaan awal memakan waktu 5 – 10 menit dan diperlukan sedikit penyiraman minyak tanah sebagai penyalaan awal, Briket Batubara hanya efisien jika digunakan untuk jangka waktu diatas 2 jam. (*sumber ; pt. ba, bppt*).

Jenis dan Ukuran Briket Batubara

- Bentuk telur : sebesar telur ayam
- Bentuk kubus : 12,5 x 12,5 x 5 cm
- Bentuk selinder : 7 cm (tinggi) x 12 cm garis tengah

Briket bentuk telur cocok untuk keperluan rumah tangga atau rumah makan, sedangkan bentuk kubus dan selinder digunakan untuk kalangan industri kecil/menengah.

2.2 Kompor/Tungku Briket Batubara

Penggunaan Briket Batubara harus dibarengi serta disiapkan Kompor atau Tungku, jenis dan ukuran Kompor harus disesuaikan dengan kebutuhan. Pada prinsipnya Kompor/Tungku terdiri atas 2 jenis :

- Tungku/Kompor portabel, jenis ini pada umumnya memuat briket antara 1 s/d 8 kg serta dapat dipindah-pindahkan. Jenis ini digunakan untuk keperluan rumah tangga atau rumah makan.
- Tungku/Kompor Permanen, memuat lebih dari 8 kg briket dibuat secara permanen. Jenis ini dipergunakan untuk industri kecil/menengah.

Persyaratan Kompor/tungku harus memiliki ada ruang bakar untuk briket, adanya aliran udara (oksigen) dari lubang bawah menuju lubang atas dengan melewati ruang bakar briket yang terdiri dari aliran udara primer dan sekunder, ada ruang untuk menampung abu briket yang terletak di bawah ruang bakar briket.

2.3 Definisi Energi

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), energi adalah tenaga atau gaya untuk berbuat sesuatu. Definisi ini merupakan perumusan yang lebih luas dari pada pengertian-pengertian mengenai energi pada umumnya dianut di dunia ilmu pengetahuan. Dalam pengertian sehari-hari energi dapat didefinisikan sebagai kemampuan untuk melakukan sesuatu pekerjaan (Kadir, 1995 dikutip oleh Nodali, 2009).

Energi merupakan sektor utama dalam perekonomian Indonesia dewasa ini dan akan mengambil peranan yang lebih besar diwaktu yang akan datang baik dalam rangka penyediaan devisa, penyerapan tenaga kerja, pelestarian sumber daya energi, pembangunan nasional serta pembangunan daerah. Situasi energi di Indonesia tidak terlepas dari situasi energi dunia. Konsumsi energi dunia yang semakin meningkat menimbulkan kesempatan bagi Indonesia untuk mencari energi alternative untuk memenuhi kebutuhannya sendiri. Untuk itu perlu dilakukannya identifikasi sector mana yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber daya energi alternatif.

Seperti diketahui, Indonesia sangat berkepentingan untuk menggantikan sumber daya energi minyak dengan sumber energi lainnya karena minyak merupakan sumber daya energi yang menghasilkan devisa selain gas alam. Oleh karena itu, sector-sector perekonomian yang dimanfaatkan minyak sedapat mungkin menggantikannya dengan sumber daya lain seperti gas alam, batubara, panas bumi, listrik tenaga air, dan biomassa yang tersedia dalam jumlah besar

(Reksohadiprojo, 1988 dikutip oleh Nodali, 2009)

2.4 Definisi Bioenergi

Bioenergi adalah bahan bakar alternatif terbarukan yang prospektif untuk dikembangkan, tidak hanya karena harga minyak bumi dunia yang melonjak naik seperti sekarang ini, tetapi juga karena terbatasnya produksi minyak bumi Indonesia. Terlebih lagi dengan kondisi perenergian Indonesia saat ini, sehingga pengembangan bioenergi semakin mendesak untuk segera dilaksanakan. Ketersediaan energi fosil yang diramalkan tidak akan berlangsung lama lagi memerlukan solusi yang tepat, yakni dengan mencari sumber energi alternatif (Hambali dkk, 2007).

Kelebihan bioenergi, selain bisa diperbaharui, adalah bersifat ramah lingkungan, dapat terurai, mampu mengeliminasi efek rumah kaca, dan kontinuitas bahan bakunya terjamin. Bioenergi dapat diperoleh dengan cara yang sederhana, yaitu melalui budi daya tanaman penghasil biofuel dan memelihara ternak.

Bioenergi diturunkan dari biomassa, yaitu material yang dihasilkan oleh makhluk hidup (tanaman, hewan, dan mikroorganisme). Indonesia memiliki banyak sumber daya alam hayati yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku bioenergi. Pengembangan bioenergi sebagai sumber energi alternatif sangat cocok diaplikasikan karena didukung oleh ketersediaan lahan yang mencukupi untuk membudidayakan tanaman penghasil bioenergi.

2.5 Peraturan Tentang Energi Baru Terbarukan Di Indonesia

Peraturan tentang energi baru terbarukan secara khusus masih diatur pada Peraturan Presiden RI No. 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional. Perpres ini bertujuan untuk menjamin keamanan pasokan energi dalam negeri dan untuk mendukung pembangunan yang berkelanjutan.

Beberapa hal yang diatur dalam Perpres No. 5 Tahun 2006 adalah :

1. Energi adalah daya yang dapat digunakan untuk melakukan berbagai proses kegiatan meliputi listrik, energi mekanik dan panas.
2. Sumber energi adalah sebagian sumber daya alam antara lain berupa minyak dan gas bumi, batubara, air, panas bumi, gambut, biomassa dan sebagainya, baik secara langsung maupun tidak langsung dapat dimanfaatkan sebagai energi.
3. Energi baru adalah bentuk energi yang dihasilkan oleh teknologi baru baik yang berasal dari energi terbarukan maupun energi tak terbarukan, antara lain : Hidrogen, Coal Bed Methane, Coal Liquefaction, Coal Gasification dan Nuklir.
4. Energi terbarukan adalah sumber energi yang dihasilkan dari sumber daya energi yang secara alamiah tidak akan habis dan dapat berkelanjutan jika dikelola dengan baik, antara lain : panas bumi, biofuel, aliran air sungai, panas surya, angin, biomassa, biogas, ombak laut, dan suhu kedalaman laut.
5. Diversifikasi energi adalah penganekaragaman penyediaan dan pemanfaatan berbagai sumber energi dalam rangka optimasi penyediaan energi.
6. Konservasi energi adalah penggunaan energi secara efisien dan rasional tanpa mengurangi penggunaan energi yang memang benar-benar diperlukan.
7. Sumber energi alternatif tertentu adalah jenis sumber energi tertentu pengganti Bahan Bakar Minyak.
8. Elastisitas energi adalah rasio atau perbandingan antara tingkat pertumbuhan konsumsi energi dengan tingkat pertumbuhan ekonomi.
9. Harga keekonomian adalah biaya produksi per unit energi termasuk biaya lingkungan ditambah biaya margin.

Sasaran Kebijakan Energi Nasional adalah :

1. Tercapainya elastisitas energi lebih kecil dari 1 (satu) pada tahun 2025.
2. Terwujudnya energi (primer) mix yang optimal pada tahun 2025, yaitu peranan masing-masing jenis energi terhadap konsumsi energi nasional
 - a. minyak bumi menjadi kurang dari 20% (dua puluh persen).
 - b. gas bumi menjadi lebih dari 30% (tiga puluh persen).
 - c. batubara menjadi lebih dari 33% (tiga puluh tiga persen).
 - d. biofuel menjadi lebih dari 5% (lima persen).
 - e. Panas bumi menjadi lebih dari 5% (lima persen).
 - f. energi baru dan terbarukan lainnya, khususnya, Biomasa, Nuklir, Tenaga Air Skala Kecil, Tenaga Surya, dan Tenaga Angin menjadi lebih dari 5% (lima persen).
 - g. Bahan Bakar Lain yang berasal dari pencairan batubara menjadi lebih dari 2% (dua persen).

Selain itu untuk menggairahkan kegiatan Energi Baru Terbarukan (EBT) diatur pula pada :

1. Undang-undang No. 30 Tahun 2007 tentang Energi
2. Undang-undang No. 15/1985 tentang Ketenagalistrikan
3. PP No. 10/1989 sebagaimana yang telah diubah dengan PP No. 03/2005 Tentang Perubahan.
4. Peraturan Pemerintah No. 10 Tahun 1989 tentang Penyediaan dan Pemanfaatan Tenaga Listrik.
5. PP No. 26/2006 tentang Penyediaan & Pemanfaatan Tenaga Listrik.
6. Permen ESDM No. 002/2006 tentang Pengusahaan Pembangkit Listrik Energi Terbarukan Skala Menengah
7. Kepmen ESDM No. 1122K/30/MEM/2002 tentang Pembangkit Skala Kecil

2.6 Biomassa

Biomassa didefinisikan sebagai material tanaman, tumbuh-tumbuhan, atau sisa hasil pertanian yang digunakan sebagai bahan bakar atau sumber bahan bakar. Secara umum sumber-sumber biomassa antara lain tongkol jagung, jerami dan lain sebagainya; material kayu atau kulit kayu, potongan kayu, dan lain sebagainya; sampah kota misalnya sampah kertas dan tanaman sumber energi seperti minyak kedelai, alfafa, poplar, dan lain sebagainya (Nodali, 2009). Sedangkan menurut (Silalahi, 2000 dikutip oleh Nodali, 2009) biomassa adalah campuran material organik yang kompleks, biasanya terdiri dari karbohidrat, lemak, protein, dan beberapa mineral lain yang jumlahnya sedikit seperti sodium, fosfor, kalsium dan besi. Komponen utama tanaman biomassa

adalah karbohidrat (berat kering kira-kira sampai 75%), lignin (sampai dengan 25%) dimana dalam beberapa tanaman komposisinya bisa berbeda-beda.

Keuntungan penggunaan biomassa untuk sumber bahan bakar adalah keberlanjutannya, diperkirakan 140 juta ton metric biomassa digunakan pertahunnya. Keterbatasan dari biomassa adalah banyaknya kendala dalam penggunaan untuk bahan bakar kendaraan bermobil. Biomassa merupakan produk fotosintesis, yakni butir-butir hijau daun yang bekerja sebagai sel surya, menyerap energi matahari yang mengkonversi dioksida karbon dengan air menjadi suatu senyawa karbon, hydrogen dan oksigen. Senyawa ini dapat dipandang sebagai suatu penyerapan energi yang dapat dikonversi menjadi suatu produk lain. Hasil konversi dari senyawa itu dapat berbentuk arang atau karbon, alkohol kayu, dan lain sebagainya. Energi yang tersimpan itu dapat dimanfaatkan dengan langsung membakar kayu itu, panas yang dihasilkan digunakan untuk memasak atau keperluan lain.

2.7 Briket

Briket (*briquette*) diartikan sebagai bahan bakar yang berwujud padat dan dibuat dari berbagai bahan dasar. Briket dapat digolongkan menjadi dua, yakni biobriket dan briket batu bara. Briket merupakan bahan bakar yang potensial dan dapat diandalkan untuk rumah tangga. Biobriket didefinisikan sebagai bahan bakar yang berwujud padat dan berasal dari sisa-sisa bahan organik yang telah mengalami proses pemampatan dengan daya tekan tertentu. Pemanfaatan biobriket sebagai energi alternatif merupakan langkah yang tepat. Biobriket dapat menggantikan penggunaan kayu bakar yang mulai meningkat konsumsinya dan berpotensi merusak ekologi hutan. Selain itu, harga biobriket relatif murah dan terjangkau oleh masyarakat, terutama yang berdomisili di daerah terpencil, dan penggunaan biobriket dapat menyerap tenaga kerja, baik pabrik briketnya, distributor, industri tungku dan mesin briket. Pembuatan biobriket tergolong mudah, karena teknologinya sangat sederhana. Proses pembuatannya meliputi empat tahap, yaitu pengeringan, penggerusan, pencampuran, dan pembentuk campuran briket. (Hambali dkk, 2007).

Biomassa hasil pertanian, khususnya limbah agroindustri, merupakan bahan baku yang dapat dimanfaatkan untuk biobriket. Bahan tersebut antara lain tempurung kelapa, tempurung kelapa sawit, serbuk gergaji, dan bungkil sisa pengepresan biji-bijian. Pemanfaatan limbah agroindustri memberikan dampak positif, baik bagi perusahaan maupun bagi lingkungan sekitar. Pemanfaatan limbah agroindustri yang kurang memiliki nilai ekonomi sebagai bahan baku biobriket akan berdampak terhadap pengurangan biaya produksi perusahaan. Pembuatan briket arang dari limbah pertanian dapat dilakukan dengan menambah bahan perekat, dimana bahan baku diarrangkan terlebih dahulu kemudian ditumbuk, dicampur perekat, dicetak dengan sistem hidrolis maupun manual dan selanjutnya dikeringkan. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Hartoyo menyimpulkan bahwa briket arang yang dihasilkan setara dengan briket arang buatan Inggris dan memenuhi persyaratan yang berlaku di Jepang karena menghasilkan kadar abu dan zat yang mudah menguap (*volatile matter*) yang rendah serta kadar karbon terikat (*fixed carbon*) dan nilai kalor yang tinggi. Kualitas briket bioarang juga ditentukan oleh bahan pembuat atau penyusunnya, sehingga mempengaruhi kualitas nilai kalor, kadar air, kadar abu, kadar bahan menguap, dan kadar karbon terikat pada briket tersebut (Hartoyo, 1983 dikutip oleh Nodali, 2009).

2.8 Karbonisasi

Proses karbonisasi (proses pengarangan), adalah proses mengubah bahan baku asal menjadi karbon berwarna hitam melalui pembakaran dalam ruang tertutup dengan udara terbatas atau seminimal mungkin. Proses karbonisasi atau pengarangan dilakukan dengan memasukkan bahan organik ke dalam lubang atau ruangan yang dindingnya tertutup seperti di dalam tanah atau tangki yang terbuat dari plat baja dan nyala api dikontrol. Tujuan pengendalian tersebut agar bahan yang dibakar tidak menjadi abu, tetapi menjadi arang yang masih terdapat energi di dalamnya sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar. Bahan tersebut masih terdapat sisa energi yang dimanfaatkan untuk keperluan, seperti memasak, memanggang, dan mengeringkan. Bahan organik yang sudah menjadi arang tersebut akan mengeluarkan sedikit asap dibandingkan dibakar langsung menjadi abu.

Lamanya proses pengarangan ditentukan oleh jumlah atau volume bahan organik, ukuran parsial bahan, kerapatan bahan, tingkat kekeringan bahan, jumlah oksigen yang masuk dan asap yang keluar dari ruang pembakaran. Sebagai gambaran, arang sekam

padi lebih cepat dan lebih mudah dibuat dari pada arangserbuk gergaji sehingga pertukan gas yang terjadi di dalam ruang pembakaranlebih leluasa.

Proses pembakaran dikatakan sempurna jika hasil akhir pembakaranberupa abu berwarna keputihan dan seluruh energi di dalam bahan organik dibebaskan. Namun dalam pengarangan, energi pada bahan akan dibebaskansecara perlahan. Apabila proses pembakaran dihentikan secara tiba - tiba ketikabahan masih membara, bahan tersebut akan menjadi arang yang berwarna kehitaman. Pada bahan masih terdapat sisa energi yang dapat dimanfaatkan untukberbagai keperluan, seperti memasak, memanggang dan mengeringkan. Bahanorganik yang sudah menjadi arang tersebut akan mengeluarkan sedikit asapdibandingkan dibakar langsung menjadi abu (Kurniawan dkk, 2008 dikutip olehJuanedi, 2013).

Prinsip proses karbonisasi adalah pembakaran biomassa tanpa adanyakehadiran oksigen. Sehingga yang terlepas hanya bagian volatile matter, sedangkan karbonnya tetap tinggal di dalamnya. Temperatur karbonisasi akansangat berpengaruh terhadap arang yang dihasilkan sehingga penentuatur temperatur yang tepat akan menentukan kualitas arang. (Pari dkk, 1983 dikutipoleh Junaedi, 2013).

Menyatakan bahwa pelaksanaan karbonisasi meliputi teknik yang palingsederhana hingga yang paling canggih. Tentu saja metode pengarangan yangdipilih disesuaikan dengan kemampuan dan kondisi keuangan. Berikut dijelaskanbeberapa metode karbonisasi (pengarangan). (Sinurat, 2011 dikutip oleh Junaedi,2013).

a. Pengarangan terbuka

Metode pengarangan terbuka artinya pengarangan tidak di dalam ruangansebagaimana mestinya. Risiko kegagalannya lebih besar karena udaralangsung kontak dengan bahan baku. Metode pengarangan ini palingmurah dan paling cepat, tetapi bagian yang menjadi abu juga palingbanyak, terutama jika selama proses pengarangan tidak ditunggu dandijaga. Selain itu bahan baku harus selalu dibolak - balik agar arang yangdiperoleh seragam dan merata warnanya.

b. Pengarangan di dalam drum

Drum bekas aspal atau oli yang masih baik bisa digunakan sebagai tempatproses pengarangan. Metode pengarangan di dalam drum cukup praktiskarena bahan baku tidak perlu ditunggu terus-menerus sampai menjadiarang

c. Pengarangan di dalam silo

Sistem pengarangan silo dapat diterapkan untuk produksi arang dalamjumlah banyak. Dinding dalam silo terbuat dari batu bata tahan api.Sementara itu, dinding luarnya disemen dan dipasang besi betonsedikitnya 4 buah tiang yang jaraknya disesuaikan dengan keliling silo.

d. Pengarangan semi modern

Metode pengarangan semimodern sumber apinya berasal dari plat yangdipanasi atau batu bara yang dibakar. Akibatnya udara disekeliling baraikut menjadi panas dan memuai ke seluruh ruangan pembakaran. Panas yang timbul dihembuskan oleh blower atau kipas angin bertenaga listrik.

e. Pengarangan super cepat

Pengarangan supercepat hanya membutuhkan waktu pengarangan hanyadalam hitungan menit. Metode ini menggunakan penerapan roda berjalan.Bahan baku dalam metode ini bergerak melewati lorong besi yang sangatpanas dengan suhu mendekati 70°C

2.9 Pencetakan dan Pengeringan

Proses penekanan dilakukan untuk membantu proses pengikatan dan pengisian ruang-ruang kosong, ukuran partikel-partikel yang kurang seragam akan menyebabkan ikatan antar partikel kurang sempurna. Keteguhan akan meningkatnya kerapatan briket yang dihasilkan penekanan dilakukan menggunakan mesin pres hidrolik dengan tekanan 2 ton (2500 KN/m²). Lalu briket yang sudah dicetak lalu dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 1000C (Mulia, 2007)

2.10 Bioarang

Bioarang merupakan arang (salah satu jenis bahan bakar) yang dibuat dari aneka macam bahan hayati atau biomassa, misalnya kayu, ranting, daun-daunan, rumput, jerami, kertas, ataupun limbah pertanian lainnya yang dapat dikarbonisasi. Bioarang ini dapat digunakan melalui proses pengolahan, salah satunya adalah menjadi briket bioarang (Bredes dkk, 2008 dikutip oleh Nodali,

2009). Suatu bahan akan murah jika bahan baku yang digunakan murah, banyak tersedia, dan cara atau teknologi yang dipakai untuk mengolahnya sederhana. Itulah sebabnya diperkenalkan bioarang. Bioarang adalah arang (salah satu jenis bahan bakar) yang dibuat dari aneka macam bahan hayati atau biomassa, misalnya kayu, ranting, daun-daunan, sekam padi dan limbah pertanian lainnya. Biasanya bahan bakar tersebut dianggap sampah yang tidak berguna sehingga sering dimusnahkan dengan cara dibakar. Namun, bahan-bahan tersebut sebenarnya dapat diolah menjadi arang, yang selanjutnya disebut bioarang. Bioarang yang dihasilkan selain memperhatikan faktor internal harus memperhatikan faktor eksternal seperti persaingan di pasar global yang memerlukan teknologi yang dapat meningkatkan nilai tambah dan juga mutu produk (Hendra dkk, 2000 dikutip oleh Nodali, 2009).

2.11 Briket Arang

Briket arang adalah arang yang diperoleh dengan membakar biomassa kering dengan sedikit udara (karbonisasi). Biomassa adalah bahan organik yang berasal dari jasad hidup baik dari tumbuh-tumbuhan maupun hewan. Contoh biomassa adalah dedaunan, rerumputan, ranting, serta limbah pertanian dan perternakan (Johannes, 1991).

Beberapa kelebihan briket arang dibandingkan dengan arang konvensional adalah: (Widarto dkk, 1995 dikutip oleh Arganda, 2007)

- a. Bentuk ukurannya seragam, karena briket arang dibuat dengan alat pencetak khusus bentuk besar kecilnya bisa diatur sesuai dengan yang dikehendaki
- b. Mempunyai panas pembakaran yang lebih tinggi dibandingkan dengan arang biasa.
- c. Tidak berasap (jumlah asap kecil sekali) dibandingkan dengan arang biasa yang banyak mengandung asap tebal. Tampak lebih menarik, karena bentuk dan ukurannya bisa dibuat sesuai dengan kehendak kita, disamping bentuk dan ukurannya menarik, pengemasannya juga mudah

2.10 Standar briket

Briket yang baik juga harus memenuhi standar yang telah ditentukan, kualitas briket yang dihasilkan menurut standart mutu Jepang, Inggris, USA, dan Indonesia sebagai data pembandingan, sehingga dapat diketahui kualitas briket yang dihasilkan dalam penelitian ini.

2.11 Spesifikasi Bahan Bakar

Spesifikasi bahan bakar yang perlu diketahui diantaranya adalah (Williams, 2001 dikutip oleh Widiarti 2011) :

1. Nilai Kalor

Nilai kalor merupakan ukuran panas atau energi yang dihasilkan, diukur sebagai nilai kalor kotor (*gross calorific value*) atau nilai kalornetto (*net calorific value*)

2. Kadar Air

Kadar air merupakan kandungan air pada bahan bakar padat. Semakin besar kadar air yang terdapat pada bahan bakar padat maka nilai kalornya semakin kecil, begitu juga sebaliknya

3. Kandungan Abu

Abu yang terkandung dalam bahan bakar padat adalah mineral yang tidak dapat terbakar tertinggal setelah proses pembakaran dan reaksi-reaksi yang menyertainya selesai. Abu berperan menurunkan mutu bahan bakar padat karena dapat menurunkan nilai kalor.

Mekanisme pembakaran biomassa terdiri dari tiga tahap yaitu pengeringan (*drying*), devolatilisasi (*devolatilization*), dan pembakaran arang (*charcombustion*). (Himawanto, 2005 dikutip oleh Widarti, 2011)

1. Pengeringan (*drying*)

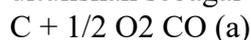
Dalam proses ini bahan bakar mengalami proses kenaikan temperatur yang akan mengakibatkan menguapnya kadar air yang berada pada permukaan bahan bakar tersebut, sedangkan untuk kadar air yang berada di dalam akan menguap melalui pori-pori bahan bakar padat tersebut. Devolatilisasi

(*devolatilization*) Setelah proses pengeringan, bahan bakar mulai mengalami dekomposisi, yaitu pecahnya ikatan kimia secara termal dan zat terbang (*volatile matter*) akan keluar dari partikel. *Volatile matter* adalah hasil dari proses devolatilisasi.

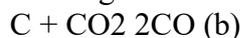
2. Pembakaran arang (*char combustion*)

Sisa dari pirolisis adalah arang (*fixed carbon*) dan sedikit abu, kemudian partikel bahan bakar mengalami tahapan oksidasi arang yang memerlukan 70% - 80% dari total waktu pembakaran. Laju pembakaran arang tergantung pada konsentrasi oksigen, temperature gas, bilangan Reynolds,

ukuran, dan porositas arang. Arang mempunyai porositas yang tinggi. Laju reaksi global dirumuskan dalam istilah laju reaksi massa arang persatuan luas permukaan luar dan persatuan konsentrasi oksigen diluar lapis batas partikel, Sehingga reaksi global bisa dituliskan sebagai berikut:



Dimana permukaan karbon juga bereaksi dengan karbondioksida dan uap air dengan reaksi reduksi sebagai berikut:



Reaksi reduksi (b) dan (c) secara umum lebih lambat dari pada reaksi oksidasi (a), dan untuk pembakaran biasanya hanya reaksi (a) yang diperhitungkan.

2.18 Pengertian Biaya Produksi

Dalam membicarakan biaya sebenarnya diketahui ada dua istilah atau terminologi biaya yang perlu mendapat perhatian, yaitu sebagai berikut:

1. Biaya (*cost*), yang dimaksud dengan biaya di sini adalah semua pengorbanan yang dibutuhkan dalam rangka mencapai suatu tujuan yang diukur dengan nilai uang.

2. Pengeluaran (*expenditure*), yang dimaksud dengan biaya di sini adalah semua pengorbanan yang dibutuhkan dalam rangka mencapai suatu tujuan yang diukur dengan nilai uang. Sesuai dengan kebutuhan dan tujuan tentang biaya produksi, klasifikasi biaya sebagai berikut:

1. Biaya berdasarkan waktunya

Biaya berdasarkan waktu dapat dibedakan atas:

a. Biaya masa lalu (*historical cost*)

Biaya yang secara riil telah dikeluarkan yang dibuktikan dengan catatan historis pengeluaran kegiatan

b. Biaya perkiraan (*predictive cost*),

Perkiraan biaya yang akan dikeluarkan bila kegiatan itu dilaksanakan.

c. Biaya aktual

Biaya yang sebenarnya dikeluarkan. Biaya ini perlu diperhitungkan bila panjangnya jarak waktu antara pembelian bahan dengan waktu proses atau penjualan, sehingga terjadi perubahan harga pasar.

2. Biaya berdasarkan kelompok sifat penggunaannya

a. Biaya investasi (*Investment cost*)

Biaya yang ditanamkan dalam rangka menyiapkan kebutuhan usaha untuk siap beroperasi dengan baik.

b. Biaya operasional (*Operational Cost*)

Biaya yang dikeluarkan dalam rangka menjalankan aktivitas usaha tersebut sesuai dengan tujuan.

c. Biaya perawatan (*Maintenance cost*)

Biaya yang diperuntukan dalam rangka menjaga atau menjamin performance kerja fasilitas atau peralatan agar selalu prima.

3. Biaya berdasarkan produknya

a. Biaya pabrikasi (*Factory cost*)

Jumlah dari tiga unsur biaya, yaitu bahan langsung, tenaga kerja langsung, dan overhead pabrik.

b. Biaya Kormesial

Biaya kormesial merupakan akumulasi biaya yang untuk membuat produk itu dapat dijual diluar biaya produksi, dan digunakan biasanya untuk menghitung harga jual produk.

4. Biaya berdasarkan volume produk

a. Biaya tetap (*fixed cost*)

Biaya yang harus dikeluarkan relative sama walaupun volume produksi berubah dalam batas-batas tertentu .

b. Biaya variabel (*Variable cost*)

Biaya yang berubah besarnya secara proporsional dengan jumlah produk dibuat.

c. Biaya semi variabel (*Semi variable cost*)

Biaya yang berubah tidak proporsional dengan perubahan volume, misalnya perubahan volume melewati kapasitas fasilitas yang adasehingga diperlukan penambahan kapasitas mesin, biaya perbaikan mesin, dan sebagainya.

2.19 Pengertian Harga Pokok Produksi

Bagi manajer informasi harga pokok produksi merupakan suatu informasi yang sangat penting karena harga pokok produksi dipakai sebagai dasar dalam pengambilan keputusan. Harga pokok produksi merupakan biaya yang dilekatkan pada unit produk. Harga pokok produksi memiliki arti lain yaitu aktivitas perusahaan dalam bentuk persediaan sampai produksi dimana biaya tersebut melekat sampai dijual. (Hansen dkk, 2000 dikutip oleh Anton, 2012) mendefinisikan harga pokok

produk adalah total biaya yang diikatkan pada setiap unit produk., biaya yang melekat pada setiap produk merupakan biaya yang dikeluarkan untuk memproduksi/ membuat suatu produk untuk kepentingan manajemen guna membantu mereka di dalam

mengelola perusahaan. Pihak manajemen dalam mengambil keputusan memerlukan data biaya yang akurat dari data biaya tersebut dapat ditentukan harga pokok produk secara tepat. Untuk menentukan harga pokok produk secara tepat perlu diklasifikasi atau digolongkan sehingga dapat dipisah antara biaya produksi dan biaya non produksi. Adapun manfaat dari biaya yang akurat sebagai berikut :

1. Untuk tujuan pengawasan

Biaya yang dihasilkan merupakan salah satu data yang digunakan manajemen dalam membuat perencanaan anggaran / budget.

2. Membantu dalam penetapan harga jual

Penentuan harga jual yang menguntungkan dapat dilakukan untuk waktu yang diinginkan, melalui data biaya dan volume penjualan sebelumnya.

3. Untuk menghitung rugi - laba periodik

Untuk suatu perusahaan dilakukan dengan perhitungan antara penjualan dengan biaya – biaya yang terjadi dan telah expired dalam suatu dasar perhitungan yang sama dan konsisten.

4. Untuk pengendalian biaya

Yang dimaksud pengendalian biaya adalah pengendalian melalui akuntansi pertanggung jawaban.

5. Untuk pengambilan keputusan

Data biaya sangat diperlukan oleh manajer dalam pengambilan keputusan. Dalam proses produksi untuk menghasilkan suatu produk, perusahaan

biasanya mengeluarkan berbagai macam biaya. Biaya ini dibagi menjadi 3 macam golongan yaitu: (Sadeli dkk, 2001)

1. Biaya Bahan Mentah (*Raw Material Cost*)

Semua bahan mentah secara fisik dapat diidentifikasi sebagai bagian dari bahan jadi dan dapat ditelusuri pada barang jadi tersebut dengan cara yang sederhana dan ekonomis. Contohnya adalah besi cetakan, kayu, lembaran aluminium, dan bahan perakitan. Bahan mentah langsung biasanya tidak termasuk barang-barang kecil seperti paku dan lem. Hal ini disebabkan karena biaya untuk menelusuri barang-barang tersebut tampaknya tidak sebanding dengan manfaat yang diperoleh. Benda-benda remeh seperti itu biasanya disebut perlengkapan atau bahan mentah tidak langsung dan digolongkan sebagai bagian dari biaya overhead pabrik yang akan dipelajari pada uraian berikut ini

2. Biaya Tenaga kerja Langsung (*Factory Overhead Cost*) Tenaga kerja langsung adalah seluruh tenaga kerja yang dapat ditelusuri secara fisik pada barang jadi dengan cara yang ekonomis. Contohnya adalah operator mesin dan perakitan. Banyak upah seperti upah satpam, penjaga pabrik, dan pegawai administrasi gudang, termasuk upah tidak langsung, karena tidak mungkin atau tidak ekonomis untuk menelusuri aktivitas seperti itu pada setiap produksi melalui observasi fisik. Upah

tidak langsung digolongkan sebagai bagian dari biaya overhead pabrik.

3. Biaya Overhead Pabrik (*Factory Overhead Cost*)

Biaya overhead pabrik adalah semua biaya selain biaya bahan mentah atau upah langsung yang berkaitan dengan proses produksi. Istilah lain yang digunakan: biaya bahan pabrik, overhead produksi, pengeluaran produksi, dan biaya produksi tidak langsung. Istilah terakhir yang lebih jelas dari pada biaya overhead pabrik, tetapi overhead pabrik lebih sering digunakan, ada dua subklasifikasi overhead pabrik, yaitu:

a. Overhead pabrik variabel (*Factory overhead Variable*)

Contohnya adalah energi, perengkapan, dan sebagian besar upah tidak langsung dari suatu kategori tertentu adalah biaya variabel atau biaya tetap, bergantung pada perlakuannya dalam perusahaan tertentu.

b. Overhead pabrik tetap (*Factory overhead fixed*)

Contohnya adalah gaji penyelia, pajak kekayaan, penyusutan mesin, gedung, asuransi, sewa dan sebagainya.

2.20 Metode *Full Costing*

Full Costing adalah metode penentuan harga pokok produk dengan memasukkan seluruh komponen biaya produksi sebagai unsur harga pokok, yang meliputi biaya bahan baku, biaya tenaga kerja langsung, biaya *overhead* pabrik variabel dan biaya *overhead* pabrik tetap. Didalam metode *full costing*, biaya *overhead* pabrik yang bersifat variabel maupun tetap dibebankan kepada produk yang dihasilkan atas dasar tarif yang ditentukan dimuka pada kapasitas normal atau atas dasar biaya *overhead* pabrik sesungguhnya. Oleh karena itu biaya *overhead* pabrik tetap akan melekat pada harga pokok persediaan produk selesai yang belum dijual, dan baru dianggap sebagai biaya (elemen harga pokok penjualan) apabila produk selesai tersebut tidak terjual. (Mulyadi, 1999) Menurut metode *full costing*, karena produk yang dihasilkan ternyata menyerap jasa FOH tetap walaupun tidak secara langsung, maka wajar apabila biaya tadi dimasukkan kedalam komponen pembentuk komponen tersebut.

Harga pokok produksi yang dihitung dengan pendekatan *full costing* terdiri dari unsur harga pokok produksi ditambah dengan biaya non produksi. Dalam metode ini, biaya – biaya produksi dikumpulkan untuk periode tertentu dan harga pokok produksi persatuan produk yang dihasilkan dalam periode tersebut, dengan cara membagi total biaya produksi untuk periode tersebut dengan jumlah satuan pokok yang dihasilkan dalam periode yang bersangkutan.

2.21 Penyusutan (*Depresiasi*)

Depresiasi adalah penyusutan atau penurunan nilai aset bersamaan dengan berlalunya waktu. Sebagaimana diketahui pengertian aset mencakup *current asset* dan *fixed asset*, namun aset yang terkena depresiasi hanya *fixed asset* (aset tetap) yang pada umumnya bersifat fisik, seperti bangunan, mesin atau peralatan, armada, dan lain-lain. Oleh karena itu, aset yang dimaksud adalah *fixed asset*. Depresiasi dapat dibedakan atas beberapa sebab berikut: (Giatman, 2007)

1. Penyusutan fisik (*Deterioration*), yaitu penyusutan yang disebabkan oleh berkurangnya kemampuan fisik (*performance*) dari suatu aset untuk menghasilkan produksi karena keausan dan kemerosotan. Hal ini akan menyebabkan biaya-biaya operasional dan perawatan meningkat, sedangkan kemampuan produksi menurun. Penyusutan fisik terutama disebabkan dengan fungsi dari intensitas pemakaian. Untuk mengatasinya sangat dipengaruhi system perawatan. Jika system perawatannya baik, kemungkinan penyusutan fisik dapat diperlambat.

2. Penyusutan Fungsional (*Obsolescence*), yaitu penyusutan dan penurunan karena keunoan atau usang. Bentuk ini lebih sulit ditentukan, karena penurunan nilai disebabkan berkurangnya permintaan, tugas, atau fungsinya sebagaimana rencana semula. Pengurangan ini dapat ditimbulkan oleh berbagai cara, antara lain pergantian mode, pusat-pusat kependudukan berpindah, munculnya mesin atau alat yang lebih efisien, pasar telah jenuh, atau sebaliknya dengan meningkatnya permintaan produk perlu mengganti mesin dengan kapasitas yang lebih besar karena

mesin lama dianggap tidak cukup lagi (*inadequancy*). Penyusutan bentuk ini relatif sulit dipahami sehingga relatif sukar ditentukan, tetapi tidak boleh diabaikan. Oleh karena itu, dalam biaya penyusutan total seandainya sudah diakomodasikan faktor penyusutan fungsionalnya.

3. Penyusutan Moneter (Monetary Depreciation), yaitu penyusutan yang disebabkan adanya perubahan tingkat suku bunga moneter. Karena perubahan moneter ini hampir tidak bisa diramalkan, mulai jarang dijelaskan dalam studi-studi ekonomi.

2.22.1 Tujuan Depresiasi

Karena aset atau barang kekayaan akan menurun nilainya dengan berjalannya waktu, maka perlu dipikirkan akibatnya pada proyek-proyek Teknik ataupun kegiatan usaha. Pada suatu ketika nilai aset dimaksud akan berkurang ataupun performancenya menurun sehingga tidak mampu ataupun tidak efektif lagi menjalankan fungsinya. Oleh karena itu perlu adanya pertimbangan atau kebijakan yang tepat dengan adanya penyusutan tersebut. (Giatman, 2007) Secara umum ada beberapa alasan dilakukannya perhitungan depresiasi ini, yaitu:

1. Untuk menyediakan dana pengembalian modal yang telah diinvestasikan dalam kekayaan fisik, dana ini sifatnya sebagai *saving* untuk menjamin kontinuitas atau berkelanjutan usaha bila mesin habis masa pakainya dan perlu diganti dengan yang baru, secara teoretis dana depresiasi yang telah disimpan sebelumnya dapat dibayarkan untuk pembelian mesin baru.
2. Untuk memungkinkan adanya biaya penyusutan yang dibebankan pada biaya produksi atau jasa yang dihasilkan dari penggunaan aset-aset.
3. Sebagai dasar pengurangan pembayaran pajak-pajak pendapat atau usaha yang harus dibayarkan.

2.22.2 Metode Depresiasi

Secara teori ada berbagai macam metode perhitungan depresiasi yang dapat digunakan yaitu:

1. Metode Depresiasi garis lurus/Straight of line Depreciation (SLD)

Metode depresiasi garis lurus (SLD) adalah metode paling sederhana dan paling sering dipakai didalam perhitungan depresiasi aset, karena metode ini relatif sederhana. Metode ini pada dasarnya memberikan hasil perhitungan depresiasi yang sama setiap tahun selama umur perhitungan aset.

3. Declining Balance Depreciation (DBD)

Metode ini mempunyai asumsi bahwa nilai aset menurun lebih cepat pada tahun-tahun permulaan dari pada tahun-tahun akhir dari usia kegunaannya. Yang amat penting dengan metode ini ialah nilai jual (nilai sisa) harus lebih besar dari pada nol. Depresiasi dihitung berdasarkan laju/tingkat penyusutan tetap (R) yang dikalikan dengan nilai aset tahun sebelumnya.

3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Alat :
 - Timbangan
 - Thermometer batang
 - Thermometer termokopel
 - Stop watch
- b. Bahan

- Briket arang 1 kg
- Kayu bakar 1 kg (dimensi disesuaikan dengan tungku)
- Arang kayu 1 kg

3.2 Prosedur

adapun prosedur yang dilakukan pada penelitian kali ini adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan tungku dan 1 kg bahan bakar
2. Mengatur dimensi bahan bakar yang disesuaikan dengan tungku
3. Menyiapkan air 1 kg dalam wadah panci
4. Menyalakan bahan bakar hingga stabil
5. Meletakkan panci diatas tungku dan pengukus dimulai
6. Mengukur meliputi pengukuran suhu (tempat pengukuran suhu lihat pada gambar).
7. Mencatat besarnya suhu setiap menit hingga air mendidih.

3.3. Analisis Data

Data yang dianalisis dalam penelitian ini meliputi kebutuhan bahan bakar, waktuoperasi optimal kompor, waktu mendidihkan air 5 liter, panas laten, panassensibel, dan efisiensi energi kompor dan jumlah energi minyak yang terpakaisebagai penyulutan nyala api. Data percobaan, pengamatan, dan perhitungan yangdiperoleh akan dianalisis serta disajikan dalam bentuk tabel, grafik, dan uraian untuk membandingkan.

4 ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan pengamatan terhadap efisiensi tungku dan nilai kalor bahan bakar serta kehilangan kalor dengan cara melakukan percobaan pada pemanasan air menggunakan bahan bakar briket. Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah suhu dari tungku dan bahan bakar serta lingkungan sekitar pembakaran seperti pada bagian bawah tungku dan pada panci air sehingga dapat dihitung efisiensi dan kalor yang hilang dari proses pemanasan air tersebut. Suhu yang diukur meliputi bagian dinding tungku, dinding panic, suhu air, dan suhu bawah tungku dengan interval waktu 5 menit hingga air mendidih.

Pada kondisi awal percobaan digunakan massa tungku dan briket seberat 6,1 kg dan masa air dan panic sekitar 1 kg yang setara dengan 670 ml. Adapun suhu air awal sebelum proses pemanasan adalah 35,3 ° C. Langkah pertama percobaan ini adalah menyalakan briket batu bara hingga panas yang dihasilkannya konstan yang ditandai dengan berkurangnya asap yang keluar dari tungku, kemudian setelah itu baru dilakukan pemanasan pada air yang beratnya 1 kg.

Hasil pengukuran suhu yang ditunjukkan pada tabel di atas menunjukkan pengukuran berakhir pada interval ke empat. Pertama akan diamati perubahan suhu yang terjadi pada air yang ada dalam panci. Interval 5 menit pertama, suhu air yang awalnya 35,3 ° C berubah menjadi 59 ° C, 62 ° C, dan 60 ° C dari tiga kali pengukuran sehingga apabila dirata-ratakan didapatkan suhu air pada interval pertama adalah sebesar 60,33 ° C. Selanjutnya pada interval kedua, suhu air meningkat, dari tiga kali pengukuran didapatkan suhu sebesar 74 ° C, 76 ° C, dan 76 ° C, sehingga jika dirata-ratakan didapatkan suhu air pada interval kedua sebesar 73,33 ° C, naik sekitar 13 ° C dari suhu air pada interval pertama. Pada interval ketiga , yaitu menit ke-15 suhu air pada panci terus meningkat daripada interval sebelumnya, hasil pengukuran dengan infra merah didapatkan dari tiga titik yang berbeda –beda masing-masing sebesar 86 °C,

86 ° C, dan 87 ° C, dan jika dirata-ratakan didapatkan suhu air pada panci sebesar 86,33 ° C. Jika dibandingkan dengan interval ke-1 dan ke-2 terdapat perbedaan masing-masing sebesar 26 ° C dan 13 ° C. Interval terakhir sebelum air mendidih, yaitu pada menit ke-20, suhu air terus meningkat dari interval sebelumnya. Hasil pengukuran pada tiga titik yang berbeda didapatkan data suhu air masing-masing sebesar 98 ° C, 93 ° C, dan 96 ° C. Dan jika dirata-ratakan didapatkan suhu air pada interval ke-4 dimana air mendidih ini adalah sebesar 95,67 ° C. Apabila dibandingkan dengan interval sebelumnya terdapat perbedaan masing-masing secara berurutan sebesar 35,34 ° C, 22,34 ° C, dan 9,34 ° C. Hasil pengukuran tersebut menunjukkan bahwa suhu air semakin meningkat dari interval pertama hingga interval keempat pada saat air mendidih, Peningkatan suhu tersebut fluktuatif dari interval 1 sampai dengan ke-3 peningkatannya terus meningkat sedangkan pada interval keempat menurun. Berdasarkan perhitungan di atas didapatkan bahwa energi yang digunakan untuk memanaskan air seberat 1 kg tersebut adalah sekitar 12,06 joule. Sedangkan kehilangan energi akibat adanya penguapan, berdasarkan hasil perhitungan didapatkan sekitar 183,456 j.

Pengamatan kedua pada dinding tungku, Seperti pada perubahan suhu air, pada tungku juga dilakukan pengukuran selama 5 menit sekali pada setiap interval waktunya. Pengukuran pada lima menit pertama, suhu dinding tungku pada tiga titik yang berbeda masing-masing sebesar 21,6 ° C, 37,6 ° C, dan 41,1 ° C, dan apabila dirata-ratakan akan didapat suhu dinding tungku sebesar 33,43 ° C. Untuk interval selanjutnya, yaitu pada menit ke-10, didapatkan suhu dinding dari tiga titik yang berbeda sebesar 25,1 ° C, 34,5 ° C, dan 65,5 ° C. Rata-rata pada interval ke-2 ini sebagai suhu dinding tungku adalah 41,7 ° C. Pada interval selanjutnya, yaitu pada menit ke-15 didapatkan suhu tungku masing-masing sebesar 28,7 ° C, 36,7 ° C, dan 49,1 ° C. Rata-rata suhu dinding pada interval ke-3 ini adalah 38,167 ° C. Jika dibandingkan dengan interval lainnya, pada interval ke-3 ini mengalami penurunan dibandingkan interval 2, hal ini mungkin diakibatkan adanya factor lain yang tidak diukur seperti adanya angin, bahwa setiap saat tidaklah selalu sama sehingga dapat mempengaruhi suhu luar tungku. Sedangkan pada interval terakhir ini hasil pengukuran didapatkan suhu dinding tungku dari tiga titik yang berbeda-beda masing-masing sebesar 34 ° C, 32,8 ° C, dan 33,5 ° C. Rata-rata dari ketiga data tersebut adalah sebesar 33,43 ° C. Pada interval ini air mulai mendidih dan jumlah batu bara yang terbakar semakin berkurang sehingga selain karena factor lingkungan tadi, penurunan rata-rata ini diakibatkan juga karena berkurangnya sumber bahan bakar karena semakin lama waktu pembakaran maka briketnya akan habis. Suhu tungku ini menunjukkan adanya energi yang hilang dari system kepada lingkungan, semakin besar suhu pada dinding tungku maka semakin besar pula kehilangan energi pada proses pembakaran. Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa total kehilangan energi pada tungku ini sekitar 0,016 joule.

Pengamatan selanjutnya, kehilangan energi pada dinding panci, yang ditandai dengan adanya panas pada dinding panci tersebut. Pada setiap interval dari pertama hingga keempat suhu panci terus meningkat jika dirata-ratakan dari setiap interval didapatkan data suhu panci masing-masing secara berurutan adalah sebagai berikut 37 ° C; 52,6 ° C; 47,77 ° C, dan 91,67 ° C. Dilihat dari keempat rata-rata pada setiap interval tersebut terlihat bahwa terjadi kenaikan pada setiap interval namun hanya pada interval ketiga mengalami penurunan suhu dinding panci tersebut. Suhu pada panci ini juga menunjukkan adanya kehilangan energi dari system ke lingkungan. Kehilangan energi tersebut berdasarkan perhitungan adalah sebesar 4,533 joule.

Dengan adanya kehilangan energi pada proses pembakaran briket dan pemanasan air maka tidak semua energi yang dihasilkan dari pembakaran batu bara dapat dimanfaatkan untuk pemanasan air, sehingga perlu adanya pengukuran kinerja tungku. Kinerja tungku tersebut dapat dilihat dari efisiensi tungku dan efisiensi total serta panas efektif yang dapat dimanfaatkan. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan panas efektif pada tungku yang dimanfaatkan pada proses pemanasan adalah sekitar 34799 J dari total energi batu bara sekitar 34800, sehingga efisiensi tungku pembakaran ini mencapai 0,99 atau sekitar 99 %. Sedangkan panas yang dapat dimanfaatkan pada proses pemanasan air adalah sebesar 34615,53 J dari total panas efektif tungku, sehingga efisiensi pemanasan mencapai 99,47 %. Dengan membandingkan kalor yang keluar dengan kalor yang masuk didapatkan efisiensi total pada system pembakaran dan pemanasan ini adalah sekitar 99,46 %. Jika melihat efisiensi dan panas efektif yang dapat dimanfaatkan maka tungku ini dinilai sangatlah baik dan kandungan panas atau energi pada batu bara briket tersebut sangatlah tinggi.

5 KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan serta diperkuat dengan literature pada praktikum ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Tidak semua energi yang terkandung dalam briket dapat dimanfaatkan dengan baik pada proses pemanasan.
2. Adanya panas pada dinding tungku, dinding panci dan bagian bawah tungku yang ditandai dengan suhu yang meningkat pada setiap interval menunjukkan pada system adanya kehilangan energi.
3. Besarnya energi input yang terkandung dalam briket batu bara sebesar 34800 J
4. Energi panas yang hilang pada tungku pembakaran sebesar 0,016 J
5. Energi panas yang hilang pada panci pemanasan air sebesar 4,533 J
6. Energi panas yang hilang pada pemanasan air sebesar 12,06 J
7. Energi panas yang hilang akibat penguapan sebesar 183,456 J
8. Panas efektif tungku yang dapat dimanfaatkan sebesar 34799 J
9. Panas efektif pemanasan air adalah sebesar 34615,53 J
10. Efisiensi tungku dan pemanasan air masing-masing sebesar 99 % dan 99,47 %.
11. Efisiensi total system sebesar 99.46 %

6.2 Saran

Adapun saran dari praktikan pada praktikum ini adalah sebagaiAdapun saran dari praktikan pada praktikum ini adalah sebagai berikut :

1. Perlu adanya pengukuran ketahanan panas efektif pembakaran setelah panas dari briket stabil hingga tidak dapat lagi dimanfaatkan.
2. Perlu adanya pengukuran jumlah briket yang dibuthkan dalam melakukan suatu usaha sehingga dalam pemanfaatnya tidak ada briket batu bara yang terbuang.
3. Perlu adanya pengamatan mengenai percepatan starter pembakaran briket untuk menghemat waktu proses pembakaran.
4. Dalam melakukan praktikum jangan terlalu banyak menambahkan bahan bakar minyak pada proses starter pembakaran karena akan mempengaruhi kestabilan pemanasan.
5. Pemanasan air dimulai ketika panas dari briket sudah stabil yang ditandai dengan tdaik adanya atau berkurangnya asapa hasil pembakaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulkareem, A. S. 2005. *Refining Biogas Produced from Biomass: An Alternative to Cooking Gas*. Leonardo Journal of Sciences. Issue 7, page 1-8.
- Anonim. 1981. *Biogas Fertilizer System. Technical Report on a Training Seminar in China, United Nations Environment Programme, Nairobi*.
- Arsana, I.M.Y. 2005. Pemanfaatan biogas sebagai energi alternatif. Bali Post, 10 Juli 2005.
- Bagi, Z. 2004. *Toward an efficient and integrated biogas technology*. Acta Biologica Szegediensis. **48** (1-4), page 47.
- Brown, V. J. 2006. *Biogas a Bright Idea for Africa*. Environmental Health Perspectives. **114** (5), page A301-A303.
- Burke, D. A. 2001. *Dairy Waste Anaerobic Digestion Handbook*. Environmental Energy Company. Page 1-51.
- Dahlman, J. and C. Forst. 2001. *Technologies Demonstrated at Echo: Floating Drum Biogas Digester*. An Echo Technical Note. Page 1-3.
- Forst, C. 2002. *Technologies Demonstrated At Echo: Horizontal Biogas Digester*. An Echo Concept Paper. Page 1-4.
- Horikawa, M. S., F. Rossi, M. L. Gimenes, C. M. M. Costa and M. G. C. Da Silva. 2004. *Chemical Absorption of H₂S for Biogas Purification*. Brazilian Journal of Chemical Engineering. **21** (03), page 415-422.
- Indartono, Y. S. 2006. *Reaktor Biogas Skala Kecil/Menengah*. Indonesia Energy Information Center.
- Jenangi, L. *Producing Methane gas from Effluent*. Adelaide University. Page 1-22
- Jensen, J. K and A. B. Jensen. 2000. *Biogas and Natural Gas Fuel Mixture for The Future*. Exhibition Centre. Page 1-8.
- Jonsson, O. and M. Persson. 2003. *Biogas as Transportation Fuel*. Factagung. Session 1, page 99-111.
- Kramer, J. M. 2002. *Agricultural Biogas Casebook*. Foxit Software Company. Page 1-83.
- Landahl, G. 2003. *Biogas as Vehicle Fuel*. A European Overview. Trendsetter Report 2003:3, page 1-50.
- Lehtomaki, A. 2006. *Biogas Production from Energy Crops and crops Residues*. University of Jyvaskyla. Page 1-83.
- Marchaim, U. 2007. *Biogas Processes for Sustainable Development*. Food and Agriculture Organizations of The United Nations.

- Matthews, E. G. 2007. *Biogas for Overseas Volunteers*. Wimborne Energy Consultancy.
- Meynell P.J., 1980, Feasibility Studi for a Sanitation Scheme to Produce Biogas. Technology Consultants Ltd., LondonUK.
- Munasinghe, S. 2000. *Biogas Technology and Integrated Development*. Practical Action (formerly ITDG), page 1-5.
- Nagamani, B. and K. Ramasamy. *Biogas Production Technology: An Indian Perspective*. Tamil Nadu Agricultural University.
- Pambudi, N. A. 2008. *Pemanfaatan Biogas Sebagai Energi Alternatif*. Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.
- Roos, C. J. 2007. *A Guide to Pumping Manure Slurries in Centralized Biogas Digester Systems*. NorthwestCHP Application Center. Page 1-24.
- Schmersahl, R. and V. Scholz. 2005. *Testing a PEM Fuel Cell System with Biogas Fuel*. Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal. VII Manuscript EE 05 002. page 1-12.
- Suyati, F., 2006, *Perancangan Awal Instalasi Biogas Pada Kandang Terpencar Kelompok Ternak Tani Mukti Andhini Dukuh Butuh Prambanan Untuk Skala Rumah Tangga*, Skripsi, Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Vijay, V. K., R. Chandra, P. M. V. Subbarao and S. S. Kapdi. 2006. *Biogas Purification and Bottling into CNG Cylinders: Producing Bio-CNG from Biomass for Rural Automotive Applications*. The 2nd Joint International Conference on “ Sustainable Energy and Environment (SEE 2006)”. C-003 (O), page 1-6.
- Wididana, G.N. dan Wibisono, A.H., 1996, *Pertanian Akrab Lingkungan Kyunsei dengan Teknologi EM4*. Seminar Nasional Penerapan Teknologi Pertanian Organik, Tasikmalaya, p.1-16.
- Wilk, J. And F. Wolanczyk. 2006. *Availability of Small Combined Heat and Power Unit Fed on Biogas*. Int. J. of Applied Mechanics and Engineering. **11** (3), page 671-678.
- Williams, D. W. and J. J. Frederick. 2001. *Microturbine Operation with Biogas from a Covered Dairy Manure Lagoon*. An ASAE Meeting Presentation. Paper Number 01-1654, page 1-8.
- Yunus, M., 1987, *Teknik Membuat dan Memanfaatkan Unit Gas Bio*, Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

