



PEMANFAATAN BOILER MINI HEMAT ENERGI BERBAHAN BAKAR LIMBAH SERBUK GERGAJI DAN LIMBAH AMPAS TEBU UNTUK MEMASAK PADA INDUSTRI RUMAH TANGGA

ISMAIL THAMRIN, IRSYADI YANI, GUNAWAN*, AMIR ARIFIN, NUKMAN, BARLIN,
DEWI PUSPITASARI, ASTUTI, DIAH KUSUMA PRATIWI,
NURHABIBAH PARAMITHA EKA UTAMI

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

**Corresponding author: gunawan@unsri.ac.id*

(Received: 05 Maret 2023; Accepted: 20 Mei 2023; Published on-line: 10 Juni 2023)

ABSTRAK: Boiler mini ini dapat juga berfungsi sebagai tungku masak biasa, yang sering digunakan masyarakat dengan menggunakan kayu sebagai bahan bakarnya. Bedanya boiler ini menggunakan limbah dari serbuk kayu dan ampas tebu sebagai bahan bakarnya. Cara kerja tungku ini menggunakan tekanan uap yang dihasilkan dari tangki air yang terdapat dalam tungku. Tekanan uap ini mendorong bahan bakar alternatif yang digunakan untuk langsung masuk kedalam ruang bakar. Kita hanya perlu mengontrol tingkat level air yang ada didalam tungku, agar tekanan uap yang dihasilkan selalu dalam kondisi tinggi. Dengan jumlah kalori bahan bakar yang sama, tungku ini dapat menghemat pengeluaran untuk membeli kayu.

Kata Kunci: Boiler mini, kayu, limbah, serbuk gergaji

1. PENDAHULUAN

Dalam menghadapi dan menyaingi krisis energi yang melanda dunia saat ini, dunia usaha melakukan berbagai usaha untuk mempertahankan kelangsungan hidup perusahaan. Hal yang samapun banyak dirasakan oleh industri yang berskala rumah tangga, seperti di daerah Timbangan, Kecamatan Inderalaya, kabupaten Ogan Ilir ini. Salah satu jalan yang sering ditempuh perusahaan/industri rumah tangga tersebut, adalah dengan mencari sumber energi baru, yang mudah untuk didapatkan, banyak ketersediaannya, dan murah harganya. Oleh karena itu, mengingat kecamatan Inderalaya ini sangat potensial sebagai daerah perdagangan, dan daerah yang banyak mempunyai industri rumah tangga, maka perlu untuk mengenalkan suatu teknologi tepat guna yang dapat mengatasi masalah tersebut. Salah satunya dengan menggunakan boiler mini ini [1, 2]. Yang menggunakan serbuk hasil gergajian dan ampas tebu sebagai bahan bakarnya [3]. Sehingga dapat mengurangi ketergantungan industri rumah tangga tersebut, dalam penggunaan kayu bakar. Tim pelaksana PPM dari Jurusan Teknik Mesin Unsri berupaya membantu masyarakat disekitar kampus Universitas Sriwijaya Inderalaya ini dengan jalan membuat pelatihan-pelatihan sederhana, dengan harapan dapat membekali masyarakat sekitar kampus dengan pengetahuan praktis untuk menjadi wira usaha.

Berdasarkan hasil analisis situasi dan observasi pada masyarakat disekitar kampus Unsri Inderalaya Kabupaten Ogan Ilir, banyak keluarga yang mempunyai usaha kecil - kecilan / industri rumah tangga, seperti rumah makan pindang, tahu sumedang, warteg dsb, yang menggunakan kayu dalam jumlah yang banyak sebagai bahan bakarnya [4]. Dari hasil observasi, diketahui bahwa kebanyakan dari mereka sering terkendala dengan mulai berkurangnya sumber kayu bakar. Kalaupun ada, harganya sudah lumayan mahal. Sehingga



harga jual produk merekapun harus disesuaikan dengan kenaikan harga kayu. Untuk itulah sangat penting untuk dilakukan kegiatan pelatihan, perancangan dan pembuatan boiler mini yang menggunakan bahan bakar serbuk gergaji dan ampas tebu ini, sebagai alat pengganti tungku yang menggunakan bahan bakar kayu.

2. METODE PELAKSANAAN

2.1. Teori Dasar Perpindahan Kalor

Panas didefinisikan sebagai bentuk energi yang berpindah antara dua sistem (atau suatu sistem dan sekelilingnya) yang dikarenakan perbedaan temperatur. Sedangkan dalam kehidupan sehari-hari, panas sering digunakan untuk mengartikan tenaga dalam (internal energy), yaitu kandungan panas dari bahan bakar, kenaikan panas, dan sebagainya. Dalam termodinamika, panas dan energi dalam adalah dua hal yang berbeda, energi adalah suatu sifat tetapi panas bukan sifat. Suatu benda mengandung energi tetapi bukan panas, energi berhubungan dengan suatu keadaan sedangkan panas berhubungan dengan proses. Maka dalam termodinamika panas tersebut berarti heat transfer.

Heat transfer (perpindahan panas) adalah perpindahan energi sebagai hasil dari perbedaan temperatur. Adapun mekanisme perpindahan panas, terdiri atas : Konduksi, Konveksi (konveksi paksa dan konveksi bebas) dan Radiasi [5].

2.2. Prinsip Kerja Boiler

Boiler atau ketel uap adalah suatu perangkat mesin yang berfungsi untuk mengubah air menjadi uap. Proses perubahan air menjadi uap terjadi dengan memanaskan air yang berada didalam pipa-pipa dengan memanfaatkan panas dari hasil pembakaran bahan bakar. Pembakaran dilakukan secara kontinyu didalam ruang bakar dengan mengalirkan bahan bakar dan udara dari luar [6].

Uap yang dihasilkan boiler adalah uap superheat dengan tekanan dan temperatur yang tinggi. Jumlah produksi uap tergantung pada luas permukaan pemindah panas, laju aliran, dan panas pembakaran yang diberikan. Boiler yang konstruksinya terdiri dari pipa-pipa berisi air disebut dengan water tube boiler.

Pada unit pembangkit, boiler juga biasa disebut dengan steam generator (pembangkit uap) mengingat arti kata boiler hanya pendidih, sementara pada kenyataannya dari boiler dihasilkan uap superheat bertekanan tinggi [7].

Pada alat boiler mini yang dapat menghasilkan uap ini berbeda dengan sistem pembangkit uap pada umumnya. Karena pada alat boiler mini ini tidak memiliki kondensor dan pompa sehingga pada saat untuk mengkontinyu sistem pada boiler ini ditambahkan air secara manual karena tidak adanya pompa dalam sistem ini dan juga tidak memiliki kondensor untuk mengubah sebagian fasa uap menjadi cairan jenuh

2.3. Komponen Boiler Mini

2.3.1. Tungku Pengapian (Furnace)

Bagian ini merupakan tempat terjadinya pembakaran bahan bakar yang akan menjadi sumber panas, proses penerimaan panas oleh media air dilakukan melalui pipa yang telah dialiri air, pipa tersebut menempel pada dinding tungku pembakaran (Gambar 1). Proses perpindahan panas pada furnace terjadi dengan tiga cara:

- a. Radiasi, dimana akan terjadi pancaran panas dari api yang akan menempel pada

dinding boiler dan pipa.

b. Konduksi, Panas mengalir melalui hantaran dari sisi pipa yang menerima panas kedalam sisi pipa yang memberi panas pada air.

c. Konveksi. panas yang terjadi dengan singgungan molekul-molekul air sehingga panas akan menyebar kesetiap aliran air.

Didalam furnace, ruang bakar terbagi atas dua bagian yaitu ruang pertama dan ruang kedua. Pada ruang pertama akan terjadi pemanasan langsung dari sumber panas yang diterima langsung oleh tube (pipa), sedangkan pada ruang kedua yang terdapat pada bagian atas, panas yang diterima berasal dari udara panas hasil pembakaran dari ruang pertama.

2.3.2. Superheater

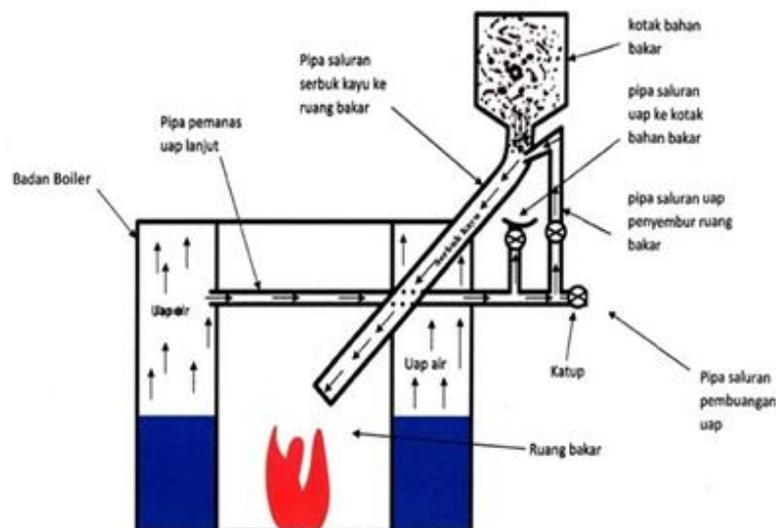
Merupakan tempat pengeringan steam, dikarenakan uap yang berasal dari steam drum masih dalam keadaan basah sehingga belum dapat digunakan. Proses pemanasan lanjutan menggunakan superheater pipe dan dipanaskan dengan suhu melebihi 100°C hingga uap benar-benar menjadi kering dan dapat digunakan untuk menggerakkan turbin maupun untuk keperluan industri lain.

2.3.3. Economizer

Komponen ini merupakan ruangan pemanas yang digunakan untuk memanaskan air dari air yang terkondensasi dari sistem sebelumnya maupun air umpan baru yang terpadat disamping sisi boiler mini tersebut.

2.3.4. Safety Valve (Katup pengaman)

Alat ini berfungsi untuk membuang uap apabila tekanan uap telah melebihi standar yang telah ditentukan. katup ini terdiri dari dua buah yaitu katup pengaman uap basah dan katup pengaman uap kering. Safety valve pada boiler mini ini juga dibuat untuk berjaga - jaga agar suatu saat jika tekanan dari boiler mini yang berlebih tidak merusak boiler mini tersebut.

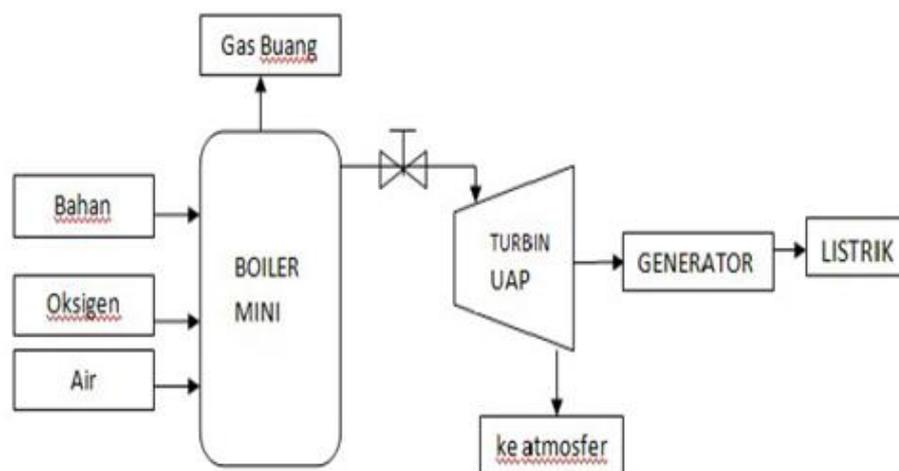


Gambar 1. Skema Alat Pembangkit Listrik dengan Boiler Mini

2.3. Proses Pendidihan dan Penguapan

Proses pendidihan terjadi bila tekanan uap cairan sama dgn tekanan luar (tekanan atmosfer), pada peristiwa seperti itu menyebabkan mulai terbentuk gelembung-gelembung uap dalam cairan. Karena tekanan uap dalam gelembung sama dengan tekanan udara, maka gelembung itu dapat mendorong diri lewat permukaan dan bergerak ke fase gas di atas cairan. Karena peristiwa ini menyebabkan cairan tersebut mendidih

Seperti sudah disebutkan di atas bahwa ketel uap adalah suatu pesawat yang digunakan untuk mengubah air yang ada di dalamnya menjadi uap dengan cara dipanaskan. Dengan adanya bahan perantara air tersebut, maka di dalam ketel uap harus ada ruang atau tempat air. Contoh, untuk ketel pipa air, air berada di dalam pipa, sedangkan pemanasannya dari bagian luar (sekeliling) pipa tersebut. Sebaliknya untuk ketel pipa api, airnya berada di sekeliling pipa-pipa api. Cara menempatkan pipa api atau pipa air dibuat sedemikian rupa sehingga mendapatkan peredaran air dan pembentukan uap yang baik. Dengan adanya panas yang dibutuhkan untuk pembentukan uap, pada ketel perlu dilengkapi dengan dapur. Macam konstruksi dapur juga harus ditempatkan sedemikian rupa sehingga peredaran air dalam ketel sempurna (Gambar 2).



Gambar 2. Prinsip Kerja Boiler Saturated Steam

3. HASIL PEMBAHASAN

Kegiatan penyuluhan yang dilaksanakan sukses dan berjalan dengan lancar. Acara dimulai dengan sambutan yang disampaikan oleh Ketua pelaksana, yang memperkenalkan tujuan, manfaat, dan tata laksana kegiatan kepada para peserta. Tujuan dari penyuluhan ini adalah untuk memberikan pemahaman mengenai teori dasar dalam pembuatan boiler sederhana yang menggunakan serbuk gergaji dan ampas tebu sebagai bahan bakar utama. Hal ini menjadi salah satu alternatif yang berpotensi dalam pemanfaatan limbah organik untuk menghasilkan bioenergi di Indonesia. Boiler sederhana ini menggunakan serbuk gergaji dan ampas tebu sebagai bahan bakar utama dalam pembuatan biogas. Serbuk gergaji dan ampas tebu diolah secara khusus untuk menghasilkan biogas yang akan dimasukkan ke dalam tungku sebagai pengganti kayu bakar. Para peserta penyuluhan diberikan penjelasan secara rinci mengenai



fenomena yang terjadi dalam proses ini, termasuk cara kerja dan pengoperasian boiler sederhana tersebut.

Dalam penyuluhan ini, peserta diberikan pemahaman yang mendalam tentang konsep dan teknologi boiler sederhana berbahan bakar serbuk gergaji dan ampas tebu. Mereka diberikan wawasan mengenai potensi bioenergi yang dapat dihasilkan dari limbah organik di Indonesia serta dampak positifnya terhadap lingkungan. Peserta juga diberikan pengetahuan tentang efisiensi penggunaan serbuk gergaji dan ampas tebu sebagai bahan bakar utama, yang merupakan sumber daya yang melimpah di negara ini. Melalui kegiatan penyuluhan ini, diharapkan peserta dapat mengaplikasikan pengetahuan yang diperoleh untuk mengembangkan solusi inovatif dalam pemanfaatan limbah organik dan pengembangan bioenergi di Indonesia. Selain itu, penyebaran informasi ini juga diharapkan dapat mendorong kesadaran dan partisipasi masyarakat dalam mengurangi dampak negatif limbah organik sambil memanfaatkannya secara optimal.

Dengan demikian, penyuluhan ini menjadi langkah awal dalam mempromosikan pemanfaatan limbah organik melalui teknologi boiler sederhana berbahan bakar serbuk gergaji dan ampas tebu untuk menggali potensi bioenergi di Indonesia. Pada umumnya para peserta pernah melihat cara kerja kompor biasa yang umum dipakai oleh masyarakat, seperti kompor dengan bahan bakar minyak tanah, atau tungku yang menggunakan kayu bakar sebagai bahan bakarnya [8]. Pada kesempatan ini, para peserta diajarkan cara mengoperasikan boiler sederhana, atau kompor biogas yang digunakan sebagai alat pengganti kompor berbahan bakar minyak tanah maupun kayu bakar. Dalam pelaksanaan pegabdian ini, ada dua point penting yang akan diberikan kepada peserta. Pertama, peserta diajarkan mulai dari dasar pengetahuan tentang biogas, cara menghidupkan boiler / kompor biogas, dan manfaat dari boiler/kompor biogas tersebut. Kedua, peserta juga diajarkan dasar dari ilmu perpindahan kalor yang diterapkan pada boiler/kompor ini, cara mendesain, membuat, dan mengoperasikan tersebut.

Para peserta sangat antusias dalam mengikuti kegiatan ini, dan banyak mengajukan pertanyaan tentang cara mendesain, membuat, mengoperasikan kompor biogas ini. Tim PPM Unsri Fakultas Teknik, menjelaskan dengan detail, agar peserta dapat memahami cara merancang dan membuat boiler/kompor biogas sederhana berbahan bakar serbuk kayu dan ampas tebu tersebut, diharapkan para peserta khususnya yang mempunyai usaha industri kecil skala rumah tangga untuk memasak, khususnya didaerah sekitar kampus Unsri, dapat lebih meningkatkan usaha industri rumah tangganya, menghemat pemakaian bahan bakar, dan dapat ikut menjaga, melestarikan, dan menghijaukan lingkungan dengan cara mengurangi, bahkan menghentikan pemakaian kayu bakar yang diambil dari hutan.

4. KESIMPULAN

Konsep ini memiliki beberapa keunggulan. Pertama, dengan menggunakan limbah serbuk kayu dan ampas tebu sebagai bahan bakar, Anda dapat mengurangi penggunaan kayu sebagai sumber energi utama. Hal ini membantu menghemat biaya pembelian kayu dan juga mengurangi tekanan terhadap hutan dan lingkungan. Selain itu, menggunakan limbah sebagai bahan bakar juga membantu dalam pengelolaan limbah, sehingga membantu menjaga kebersihan dan kelestarian lingkungan.

Kedua, dengan mengontrol tingkat level air dalam tungku, Anda dapat menjaga tekanan uap tetap tinggi, yang diperlukan untuk menghasilkan energi yang cukup untuk memasak atau



keperluan lainnya. Dengan menggunakan jumlah kalori bahan bakar yang sama, tungku ini dapat lebih efisien dalam menghasilkan energi dibandingkan dengan tungku konvensional yang menggunakan kayu sebagai bahan bakar.

Namun, penting untuk diingat bahwa menggunakan tungku ini memerlukan pemantauan yang cermat terhadap tingkat air dalam tungku agar tekanan uap tetap stabil. Selain itu, perlu juga dilakukan pemeliharaan rutin terhadap boiler mini ini untuk menjaga kinerjanya agar tetap optimal.

Dalam keseluruhan, penggunaan boiler mini yang dapat berfungsi sebagai tungku masak dengan bahan bakar alternatif merupakan solusi yang inovatif dan membantu mengurangi penggunaan kayu serta memanfaatkan limbah secara efisien.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyelesaian artikel ilmiah ini terutama Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memfasilitasi kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Hardyanti and E. Sutrisno, "Uji Pembuatan Biogas Dari Kotoran Gajah Dengan Variasi Penambahan Urine Gajah Dan Air," *Jurnal Presipitasi*, vol. 3, no. 2, pp. 1907-187, 2007.
- [2] R. Hartono and T. Kurniawan, "Produksi biogas dari jerami padi dengan penambahan kotoran kerbau," in *Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia-SNTKI*, 2009.
- [3] S. Sunyoto, D. D. Saputro, and S. Suwahyo, "Pengolahan sampah organik menggunakan reaktor biogas di Kabupaten Kendal," *Rekayasa: Jurnal Penerapan Teknologi dan Pembelajaran*, vol. 14, no. 1, pp. 29-36, 2016.
- [4] R. P. Dewi, "Kajian potensi pemanfaatan biogas sebagai salah satu sumber energi alternatif di wilayah magelang," *Journal of Mechanical Engineering*, vol. 2, no. 1, pp. 8-14, 2018.
- [5] G. M. R. Hulu, "Analisis Perpindahan Panas Dan Efektivitas Economizer Pada Boiler Unit 4 Pltu Pangkalan Susu," *Sinergi Polmed: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, vol. 2, no. 1, pp. 10-15, 2021.
- [6] F. Irsyad, D. Yanti, and A. Andasuryani, "Sosialisasi dan pelatihan pemanfaatan biogas dari kotoran ternak dan jerami padi sebagai sumber energi alternatif ramah lingkungan," *Buletin Ilmiah Nagari Membangun*, vol. 1, no. 3, pp. 15-20, 2018.
- [7] M. Nasution and S. Napid, "Aplikasi Boiler Sebagai Pembangkit Uap Dalam Menentukan Efisiensi," *Buletin Utama Teknik*, vol. 17, no. 3, pp. 314-319, 2022.
- [8] H. Z. Kotta and D. Wintolo, *Energi terbarukan: konsep dasar menuju kemandirian energi*. UGM PRESS, 2018.