

ANALISIS EFISIENSI TERMAL PADA KETEL UAP DI PABRIK GULA KEBONAGUNG MALANG

Henri Hendaryati

Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Malang
Email : henihendaryati@yahoo.com

ABSTRACT

Amid strong currents of globalization and the energy crisis such as rising fuel prices that hit the world's sugar industry claimed to be more competitive to face increasingly fierce competition. Under these conditions, suppress the dissipation of energy and attention on energy conservation becomes an important thing to do. Source of energy for the process of sugar production in sugar mills Kebon Agung Malang generated from the boiler in the form of steam. The plant operates using 2 pieces of boiler, Boiler Yoshimine H-2700 with a capacity of 80 tons / hour and Boiler Yoshimine H-3500 with a capacity of 100 tons / hour. This study aims to determine the efficiency of boilers used and assess energy conservation in the boiler. During this study, the boiler is in operation with fuel bagasse (bagasse). Data is collected by recording directly from the control panel. Data is taken every hour for 24 hours a day, the study was conducted for 30 days. Research shows the average thermal efficiency by the heat balance method for the Boiler Yoshimine H-2700 was 74.8% and Boiler Yoshimine H-3500 was 73.9%. Sankey Diagrams Based on the amount of heat entering the steam boiler for the second kettle is 1713.194 kcal / kg. Heat lost to Boiler Yoshimine H-2700 is 425.915 kcal / kg, so the heat is used is 1287.279 kcal / kg. While the heat lost to Boiler Yoshimine H-3500 is 445.653 kcal / kg, so the heat is used is 1267.541 kcal / kg.

Key note : Boiler, heat balance, efficiency

PENDAHULUAN

Di tengah arus globalisasi yang kuat, industri gula dituntut untuk lebih kompetitif menghadapi persaingan yang semakin ketat. Dampak arus global tersebut sangat dirasakan industri gula nasional beberapa tahun lalu ketika import gula menurunkan harga jual gula domestik dan menurunkan minat petani menanam tebu. Walaupun saat ini harga gula cukup baik, namun ancaman pasar bebas masih tidak bisa diabaikan.

Tekanan lainnya saat ini adalah krisis energi yang melanda dunia. Kenaikan harga BBM yang cukup besar menambah beban pabrik gula yang menggunakan BBM sebagai tambahan bahan bakar. Meningkatnya harga BBM mempengaruhi daya saing pabrik gula. Dengan kondisi

tersebut, menekan keborosan energi dan perhatian pada konservasi energi menjadi penting untuk dilakukan (Kurniawan, 2006).

Konservasi energi yang merupakan penggunaan energi secara efisien dan rasional tanpa mengurangi penggunaan energi yang memang benar-benar diperlukan (Kepres no 5, 2006), perlu diterapkan pada seluruh tahap pemanfaatan, mulai dari pemanfaatan sumber daya energi sampai pada pemanfaatan akhir, dengan menggunakan teknologi yang efisien dan membudayakan pola hidup hemat energi. Potensi konservasi energi di semua sektor memiliki peluang penghematan yang sangat besar.

PG Kebon Agung Malang merupakan pabrik gula berskala besar yang berlokasi di selatan Kota Malang, pada musim giling

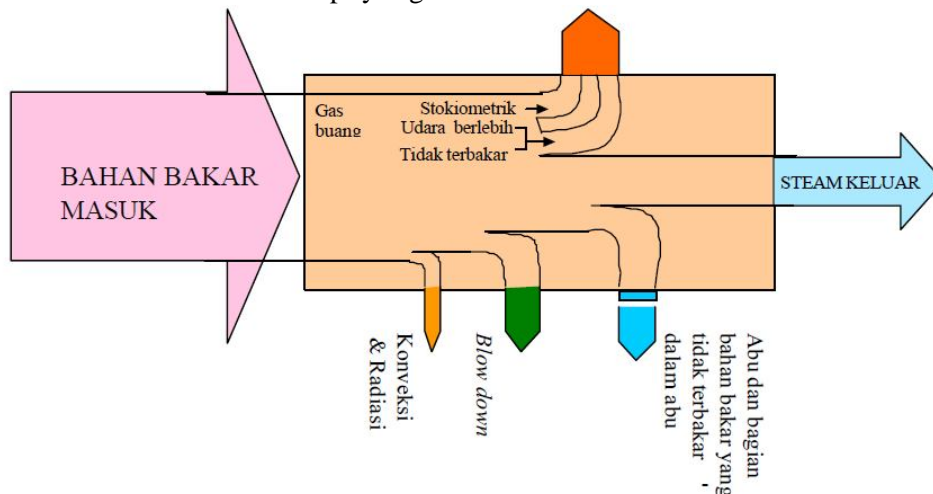
tahun 2009 memproduksi gula sebanyak 930.000 kwintal dari suplai tebu sebanyak 12.600.000 kwintal, produk sampingan berupa tetes tebu sebanyak 540.000 kwintal dan blothong 675.000 kwintal serta bagasse 3.500.000 kwintal, memerlukan bahan bakar bagasse 3.500.000 kwintal dan minyak bakar 1.300.000 liter (Kebonagung, 2009). Sumber energi untuk proses produksi gula dihasilkan dari ketel uap dalam bentuk uap panas. Pabrik ini beroperasi menggunakan 2 buah ketel uap dengan kapasitas 80 ton/jam dan 100 ton/jam. Kinerja ketel uap, seperti efisiensi dan rasio penguapan, dipengaruhi oleh buruknya pembakaran, buruknya kualitas bahan bakar dan kualitas air, kotornya permukaan penukar panas serta buruknya operasi dan pemeliharaan (Unep, 2006). Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan efisiensi ketel uap yang

digunakan dan mengkaji konservasi energi pada ketel uap.

Neraca Panas

Proses pembakaran dalam ketel uap dapat digambarkan dalam bentuk diagram alir energy atau diagram *Sankey*. Gambar 1 menggambarkan secara grafis tentang bagaimana energi masuk dari bahan bakar diubah menjadi aliran energi dengan berbagai kegunaan dan menjadi aliran kehilangan panas dan energi.

Neraca panas merupakan keseimbangan energi total yang masuk ketel uap terhadap yang meninggalkan ketel uap dalam bentuk yang berbeda. Tujuan dari pengkajian energi mengurangi kehilangan energi yang dapat dihindari, dengan meningkatkan efisiensi energy (Unep, 2006).



Gambar 1. Diagram Sankey Ketel Uap (sumber : Pedoman Efisiensi Energi untuk Industri di Asia-www.energyefficiencyasia.org)

Pada gambar 1. panah tebal menunjukkan jumlah energi yang terkandung dalam aliran masing-masing serta memberikan gambaran berbagai kehilangan yang terjadi pada ketel uap. Energi yang masuk ketel uap merupakan energi yang berasal dari bahan bakar, ada beberapa energi yang hilang selama proses pembakaran bahan bakar terjadi seperti terlihat pada beberapa gambar panah berwarna oranye, biru, hijau dan kuning, sedangkan jumlah uap yang keluar

merupakan energi yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar dan proses penguapan yang terjadi pada ketel.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Pabrik Gula Kebonagung Malang. Waktu Pelaksanaan penelitian pada saat musim giling 2011 hingga memasuki musim giling 2012. Sementara peralatan penelitian yang digunakan untuk pengambilan data pada penelitian ini terdiri dari :Ketel Uap,

PG Kebonagung menggunakan 2 unit ketel uap Produksi Yoshimine CO.LTD. Osaka Japan yaitu Ketel Uap Yoshimine H-2700 dengan kapasitas 80 ton/jam, dan Ketel Uap Yoshimine H-3500 dengan kapasitas 100 ton/jam dengan karakteristik yang sama pada kedua ketel uap yaitu :Tekanan Uap Disain 24 kg/cm²G, Tekanan Uap Kerja Normal 20 kg/cm²G, *Steam Temperature Outlet* 325 ± 10 oC, *Feed water Temperature* 80 oC, Temperatur Udara Minimum 25 oC, *Boiler efficiency at bagasse firing* 80 %, *Boiler efficiency at oil firing* 85 %, Komsumsi Bahan Bakar *Bagasse* 34.632 kg/jam untuk Ketel Uap Yoshimine H- 2700 dan

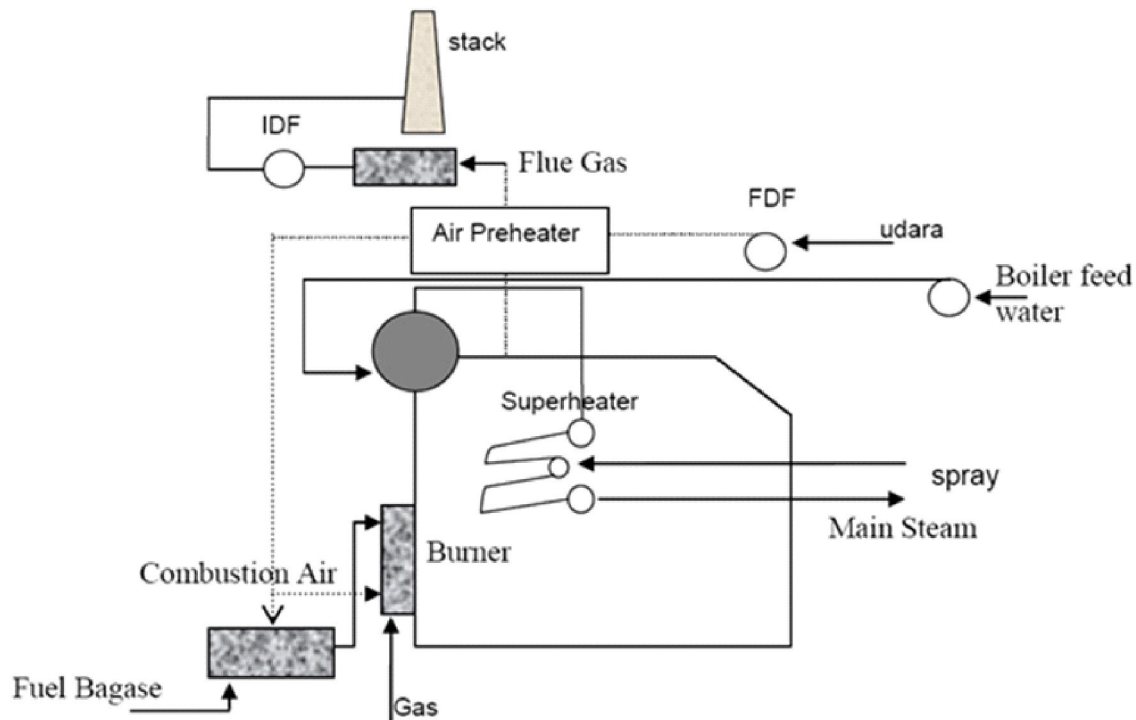
51.780 kg/jam untuk ketel uap Ketel Uap Yoshimine H-3500.

Instrumen pengukuran berupa Kontrol Panel, masing-masing ketel uap dipantau dan dikendalikan dari kontrol panel di ruang kontrol panel stasiun ketel.

Lembar kerja, mengacu pada metode yang dikeluarkan Yoshimine CO.LTD , dan UNEP namun disesuaikan dengan topik penelitian ini

Instalasi Penelitian

Instalasi penelitian yang digunakan pada penelitian ini terlihat seperti skema pada gambar 2



Gambar 2. Skema Instalasi Pengukuran

Alat ukur pada ketel uap ditempatkan pada tempat yang akan diukur besarnya dan dihubungkan dengan kontrol panel agar bisa dibaca.

Metode Pengambilan data

Diawali dengan pra-research untuk mendapatkan informasi dan data dari ketel uap yang ada di PG Kebonagung,

dilanjutkan dengan pencatatan data kinerja dari masing-masing ketel uap. Data dicatat dengan pengamatan langsung dari kontrol panel. Pencatatan data kinerja ketel uap dilakukan setiap jam selama 24 jam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil kinerja ketel uap harian terlihat ketel uap yang ada di Pabrik

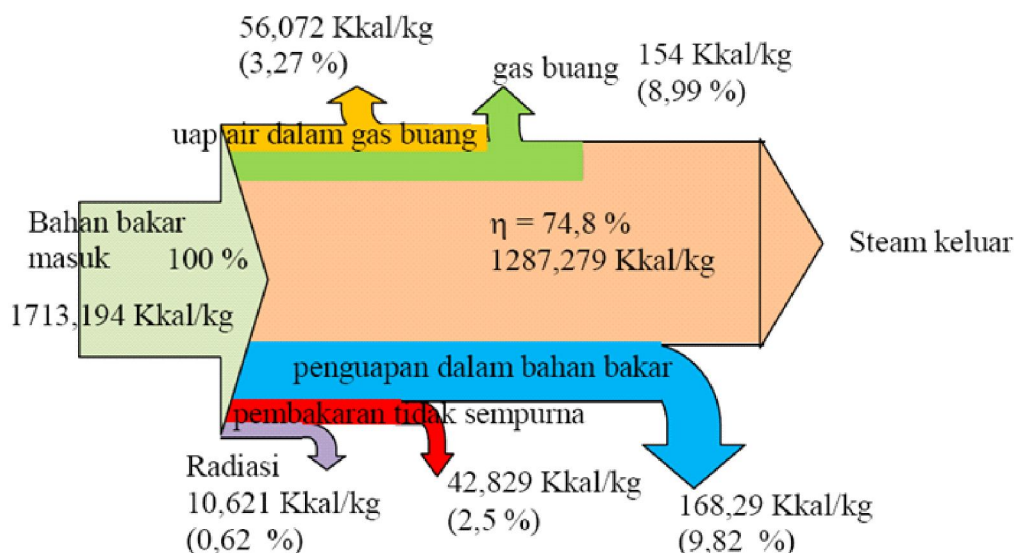
Gula Kebonagung masih dapat beroperasi dengan baik dan stabil, hal ini terlihat dari tekanan uap kerja dengan nilai (20,33 – 21,43) kg/cm² untuk Ketel uap Yoshimine H-2700 dan (20,48 – 20,84) kg/cm² untuk Ketel Uap Yoshimine H-3500 sedangkan temperatur uap yang dihasilkan menunjukkan kondisi yang masih stabil 303,86 oC untuk Ketel uap Yoshimine H-2700 dan 287,33oC untuk Ketel Uap Yoshimine H-3500, masih sesuai dengan kondisi perencanaan desain ketel dari Yoshimine CO.LTD. Osaka Japan

Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan dapat diketahui nilai kalor dari bahan bakar ampas tebu (*bagasse*) yang digunakan sebagai bahan bakar ketel uap adalah 1713,194 Kkal/kg, nilai ini lebih kecil dari nilai bakar ampas tebu yang ideal (4250 Kkal/kg (Hugot,1986)), hal ini disebabkan kandungan air dalam ampas tebu masih tinggi (52,49 %). Ampas tebu dengan kandungan air yang tinggi mengakibatkan jumlah kalor dalam ampas menurun, kondisi ini mengakibatkan jumlah bahan bakar ampas tebu pada proses pembakaran dalam ketel masih cukup tinggi namun jumlah

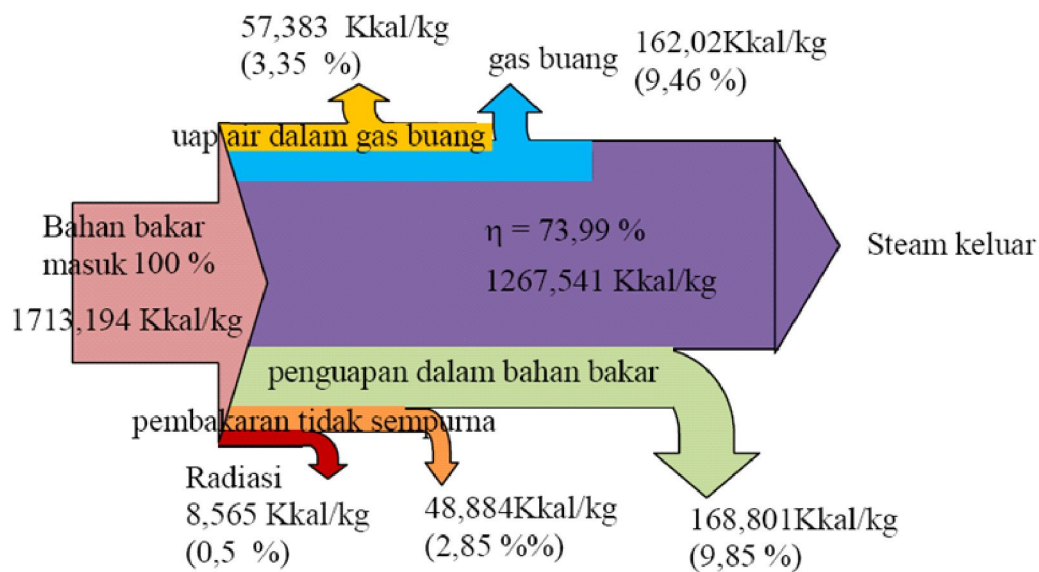
kalor yang digunakan untuk menguapkan air lebih sedikit, sehingga masih terjadi pemborosan bahan bakar ampas tebu.

Dari perhitungan dengan metode keseimbangan panas diperoleh efisiensi termal dari Ketel uap Yoshimine H-2700 adalah 74,8 % dan Ketel Uap Yoshimine H-3500 adalah 73,99 %. Nilai efisiensi termal ini lebih rendah dari nilai yang ideal (80 %, (Yoshimine 2000)). Penurunan nilai efisiensi ini disebabkan banyak panas yang hilang, hal ini mempengaruhi jumlah panas yang dapat digunakan dalam proses selanjutnya.

Berdasarkan hasil perhitungan dan diagram Sankey pada Gambar 3 dan Gambar 4 terdapat kerugian kalor yang cukup besar . Kehilangan Panas terbesar dikarenakan kadar air dalam bahan bakar yang masih tinggi yaitu 9,82 % untuk Ketel Uap Yoshimine H-2700 dan 9,85 % untuk Ketel Uap Yoshimine H-3500 , kondisi ini menyebabkan kerugian panas tinggi karena panas digunakan juga untuk menguapkan kadar air dalam bahan bakar selama proses pembakaran terjadi.



Gambar 3. Diagram Sankey Ketel Uap Yoshimine H-2700



Gambar 4. Diagram Sankey Ketel Uap Yoshimine H-3500

Kehilangan energi yang besar juga dikarenakan gas buang yang keluar dari cerobong asap, yaitu 8,99 % untuk Ketel Uap Yoshimine H-2700 dan 9,46 % untuk Ketel Uap Yoshimine H-3500, hal ini sebenarnya dapat dihindari misalnya dengan cara mengurangi udara yang berlebih, diturunkan hingga ke nilai minimum tapi masih dalam kondisi yang cukup, temperatur gas cerobong diturunkan dengan mengoptimalkan perawatan pada ruang bakar.

Kehilangan panas karena pembakaran tidak sempurna sekitar 2,5% untuk Ketel Uap Yoshimine H-2700 dan 2,85% untuk Ketel Uap Yoshimine H-3500, Pembakaran tidak sempurna sebenarnya dapat dihindari misalnya dengan memperbaiki pendistribusian ampas tebu pada dapur sehingga pencampuran udara dan bahan bakar ampas tebu menjadi lebih sempurna yang mengakibatkan pembakaran menjadi sempurna.

Kerugian-kerugian akibat panas yang hilang seperti terlihat pada diagram Sankey, pada gambar 3 dan gambar 4, berpengaruh pada kinerja ketel uap, kerugian-kerugian ini berarti kehilangan energi yang terjadi pada ketel uap, kondisi ini dapat

mengakibatkan efisiensi ketel menurun. Kerugian energi ini sebenarnya dapat dihindari dengan mengoptimalkan perawatan ketel uap.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa efisiensi termal rata-rata dari Ketel uap Yoshimine H-2700 adalah 74,8 % dan Ketel Uap Yoshimine H-3500 adalah 73,99 %. Dan berdasarkan Diagram Sankey jumlah Panas yang masuk ketel uap untuk kedua ketel adalah 1713,194 Kkal/kg bb. Panas yang hilang untuk Ketel Uap Yoshimine H-2700 adalah 425,915 Kkal/kg bb, sehingga panas yang digunakan adalah 1287,279 Kkal/kg bb. Sedangkan panas yang hilang untuk Ketel Uap Yoshimine H-3500 adalah 445,653 Kkal/kg bb, sehingga panas yang digunakan adalah 1267,541 Kkal/kg bb.

DAFTAR PUSTAKA

- Abilio. A and Paul.F, 1987. *Bagasse drying*. International Sugar Journal, Vol. 89, no 1060, p 68-71

- Cortez,L.A.B., Gomez,E.O., 1998. *A method analysis of sugar cane bagasse boilers*, Brazilian Journal of Chemical Engineering, Vol 15 no.1.
- [http://images.google.co.id/imglanding?q=WATER TUBEBOILER YOSHIMINE](http://images.google.co.id/imglanding?q=WATER+TUBEBOILER+YOSHIMINE) diunduh 7 maret 2010
- Hugot,1986. *Handbook of cane sugar engineering*, Elsevier, Amsterdam - Oxford
- Keputusan Presiden no 5. Tahun 2006. *Konservasi Energi*, Presiden Republik Indonesia, Jakarta, 25 Januari 2006
- Kurniawan, Y., M. Saechu, Nahdodin, dan P.D.N.Mirzawan. 2006. *Potensi energi PG di tengah krisis energi*, Seminar Ikatan Ahli Gula Indonesia (IKAGI), Yogyakarta, 25 Januari 2006.
- PG Kebonagung.2009. *Laporan pelaksanaan giling dan produksi*, PG Kebonagung Malang.
- Pratikto. 2008. *Ketel uap pipa air bi drum (teori dan aplikasi desain)*, Cet.I, CV. Ansori, Malang
- Soewarno. 1975. *Efektivitas pemakaian energi di dalam industri gula*, *Majalah Perusahaan Gula*, Th.XI No.4 P3GI – Pasuruan, Jatim, Desember 1975
- UNEP, 2006. *United Nations Environmental Program*, www.unep.org. Diunduh 13 Maret 2009
- Yoshimine CO.LTD, 2000. *Performance test procedure of Yoshimine water tube boiler H-2700 type*. Osaka Japan.
- Yoshimine CO.LTD, 2004. *Performance test procedure of Yoshimine water tube boiler H-3500 type*. Osaka Japan.
- Yoshimine CO.LTD, 2000. *Standard accessories specification of Yoshimine water tube boiler H-2700 type*. Osaka Japan.
- Yoshimine CO.LTD, 2004. *Standard accessories specification of Yoshimine water tube boiler H-3500 type*. Osaka Japan.