

OPTIMASI PEMANFAATAN ENERGI AMPAS DI PABRIK GULA (BAGASSE ENERGY OPTIMATION AT SUGAR CANE PLANT)

Muhammad Saechu

PUSAT PENELITIAN PERKEBUNAN GULA INDONESIA
Jln. Pahlawan 25 Pasuruan 67126; Telp. (0343) 421086 (Hunting System)
Fax: (0343) 421178; E-mail: isri@telkom.net

Abstract

Availibility of world fossil energi will continue scarce and progressively costly. The situation will affect to sugar production cost, specially at SF which still insufficiency of bagasse and burn oil. Insufficiency of bagasse in SF righteously can overcome because sugar cane have enough bagasse content for boiler fuel, with balance installation, efficient equipments, amount and quality of sugar cane milled which is adequate, hence in SF can be obtained excess of bagasse or energy which is useful for raw material of industry.

Key words : *Energy crisis, sugar factory (SF), cane bagasse, steam generation, steam use, energy efficiency.*

Abstrak

Ketersediaan energi fosil dunia akan terus semakin langka dan mahal. Keadaan tersebut akan berdampak terhadap biaya produksi gula, khususnya pada PG yang masih kekurangan ampas dan membakar minyak. Kekurangan ampas di PG selayaknya dapat diatasi karena tebu memiliki kadar ampas yang cukup untuk bahan bakar ketel, dengan instalasi yang seimbang, peralatan yang efisien, jumlah dan kualitas tebu giling yang memadai, maka di PG dapat diperoleh kelebihan ampas atau energi yang bermanfaat sebagai bahan baku industri.

Kata kunci : *Krisis energi, pabrik gula (PG), ampas tebu, pembangkitan uap, pemakaian uap, efisiensi energi.*

PENDAHULUAN

Ketersediaan energi fosil dunia akan terus semakin langka dan mahal. Keadaan tersebut akan berdampak khususnya bagi pabrik gula (PG) yang masih kekurangan ampas dan membakar minyak residu sebagai bahan bakar suplesi untuk ketel. Untuk menghindari pemakaian minyak residu, belakangan banyak PG telah berupaya menggunakan bahan bakar alternatif seperti; kayu, daduk dan sekam. Bahkan untuk menekan biaya produksi di beberapa PG telah di coba menggunakan batubara, namun hasilnya nampak bahwa tidak serta merta ketel yang ada dapat digunakan batubara secara efisien. Pembakaran batubara pada ketel pembakaran ampas dapat menimbulkan over heating dalam dapur, proses pembakaran sulit di kontrol, sebagian abu menggumpal dalam dapur dan sulit untuk pembersihan dan hingga 40 % batubara tidak terbakar atau terbakar di bawah grate dan merusak rangka bakar. Untuk mengatasi permasalahan kekurangan energi di PG, langkah

– langkah tersebut diatas tentunya kurang bijaksana.

Ampas tebu merupakan sumber energi yang terbarukan dan tersedia cukup besar (Hugot. 1986; Paturao. 1989). Untuk PG yang efisien, yaitu dengan instalasi yang seimbang, menggunakan peralatan yang efisien, dengan kapasitas dan kualitas tebu giling yang memadai. Kebutuhan energi untuk produksi gula kristal dapat dipenuhi dengan sebagian ampas dari gilingan akhir dan diperoleh kelebihan ampas yang dapat dijual sebagai bahan baku industri kertas, jamur, kompos atau dijual dalam bentuk tenaga listrik. Pemanfaatan energi di PG dapat berlangsung efisien karena melalui sistem pembangkitan ganda atau yang populer disebut dengan sistem cogeneration. Dimana uap yang diproduksi dari ketel pembakaran ampas pertama digunakan untuk turbin penggerak generator listrik atau penggerak gilingan, yang secara simultan dihasilkan uap bekas untuk proses pemanasan nira, penguapan nira pada evaporator dan kristalisasi pada vacuum pan. Bersamaan dengan penerapan sistem bleeding di

evaporator, dan digunakan uap nira untuk proses pemanasan dan kristalisasi, maka PG dapat memperoleh lebih ampas hingga 29 %. Digunakan cogeneration tekanan tinggi dengan turbin uap tipe kondensasi ekstraksi ganda dan menjual tenaga listrik sepanjang tahun dengan melewati jaringan listrik negara (Kong, at al. 1999; Miguel. 1994; Reviere. 1989).

Suplesi bahan bakar termasuk pemakaian listrik PLN di beberapa PG yang tidak efisien dapat menyebabkan biaya produksi gula bertambah hingga mencapai 10 % dan bahkan lebih (Kurniawan dkk. 2006). Ciri – ciri dari PG yang kurang efisien tersebut dapat ditandai mempunyai produksi uap per kg ampas rendah mencapai sekitar 1,8 kg (normalnya > 2,2 kg) dan konsumsi uap per tebu tinggi mencapai hingga > 60 % (normalnya < 50 %). Potensi energi yang ada di PG dapat diwujudkan apabila dilakukan optimasi terhadap jumlah dan kualitas ampas di gilingan, produksi uap di stasiun ketel dan penggunaan uap dalam pabrik.

JUMLAH AMPAS

Di PG ampas sebagai sumber energi tersedia sebagai keluaran dari stasiun gilingan. Ampas dari gilingan akhir melalui elevator dan distributor conveyor dibawa menuju stasiun ketel, dengan pengaturan sebagian ampas akan diumpungkan ke dalam dapur dan sisanya menuju gudang. Jumlah ampas dipengaruhi oleh kadar sabut yang terkait dengan varitas, karena tinggi rendahnya kadar sabut adalah bawaan genetik varitas. Tebu redemen tinggi cenderung mempunyai kadar sabut rendah. Disamping kadar sabut juga dipengaruhi oleh umur tebu, tebu muda umumnya memiliki kadar sabut rendah dan sebaliknya tebu semakin masak memiliki kadar sabut tebu yang lebih tinggi. Dari hasil audit energi di beberapa PG diperoleh kadar sabut tebu di giling berkisar antara 11 sd. 16 % atau dengan kadar ampas tebu antara 27 sd. 38 % . Pada awal giling kebanyakan kadar sabut tebu masih rendah sekitar 11 %, sehingga PG cenderung kekurangan ampas. Hal tersebut perlu dihindari dengan penataan varitas masak awal dan berkadar sabut tinggi, khususnya pada lahan HGU (hak guna usaha) dan lahan sewa, karena pada lahan yang di kelola petani langsung tidak mudah dilakukan.

KUALITAS AMPAS

Yang dimaksudkan disini adalah, sebagai bahan bakar ketel bahwa semakin tinggi kualitas ampas berarti semakin tinggi kalorinya. Kualitas ampas dipengaruhi oleh kadar air ampas, dengan meningkatkan supervisi digilingan dapat diharapkan kadar air ampas

sistem elektrifikasi untuk penggerak seluruh peralatan, kelebihan ampas tersebut dapat mencapai hingga 60 %, sehingga dapat memberi peluang PG untuk

keluar gilingan akhir lebih kecil dari 50 % dan kadar gula (pol) 2,5 %. Menurut rumus Pritzelwitz (Hugot, 1986); $NCV = 4250 - 48w - 10 \text{ pol kkal/kg}$, maka tiap kilogram ampas dengan kadar air 50 % dan pol 2,5 % memiliki nilai bakar rendah ampas (net calorific value = NCV) 1825 kkal. Dari rumus tersebut diatas, dengan meningkatnya kadar air nilai bakar ampas akan menurun. Pada Tabel I ditunjukkan pengaruh ampas yang semakin basah terhadap penurunan kalori. Pada PG kapasitas 5500 TCD dengan waktu giling 160 hari, dari kadar air ampas 51 % naik 54 % akan terjadi penurunan kalori setara minyak IDO hingga 3.960 t. senilai Rp. 23,76 milyar.

Tabel I. Pengaruh kadar air ampas terhadap penurunan kalori.

Kadar air ampas, %	51	52	53	54
Kalori ampas, kkal/kg	1777	1729	1681	1633
Penurunan kalori ampas, kkal/160 hr. gil. (x 10 ⁹)		10,560	21,120	31,680
Penurunan kalori ampas setara minyak IDO, t		1.320	2.640	3.960
Penurunan kalori ampas setara harga IDO, Rp. milyar		7,920	15,840	23,760

Keterangan : Diasumsikan kandungan pol ampas 2,5 %; Kandungan ampas tebu 25 %; Kalor minyak IDO 8000 kkal/kg; Harga minyak IDO Rp. 6 juta/ton.

Untuk optimasi kualitas ampas dapat ditempuh dengan menurunkan kadar air ampas melalui penerapan teknologi pengeringan, yaitu dengan memanfaatkan energi panas dari gas buang cerobong ketel yang masih memiliki suhu hingga diatas 225 °C. Dengan penurunan kadar air ampas dari

50 % menjadi 40 % maka nilai bakar per kg ampas akan dapat meningkat hingga 2305 kkal, atau nilai bakar per kg ampas relatif akan meningkat hingga 6 %. Sehingga untuk bahan bakar ketel di PG akan dapat meningkatkan produksi uap hingga 10 %. Penerapan teknologi pengeringan ampas tersebut telah banyak diandalkan oleh banyak PG di luar negeri (Maranhao. 1980; Miller. 1977; Abilio. and Faul. 1987).

Kualitas ampas sebagai bahan bakar juga dipengaruhi oleh tingkat kelembutan dan kandungan tanah atau pasir dalam ampas (Lamb, 1977 & 1980). Stasiun pembangkit uap akan dapat bekerja secara optimal apabila ampas yang dibakar memiliki kelembutan yang sesuai dengan sistem pembakaran dari ketel yang digunakan. Ketel jenis lama dengan dapur Step Grate, Ward, Hourse Shoe dan Dutch Oven lebih sesuai untuk ampas kasar yang dihasilkan gilingan dengan Crusher, sedangkan jenis ketel Spreader Stoker lebih sesuai untuk ampas halus yang dihasilkan gilingan dengan Unigrator atau shreader

(Magaziner. 1989). Ampas dengan kadar abu kurang dari 2,5 % dapat dikategorikan sebagai ampas yang berkualitas baik sebagai bahan bakar. Kehadiran tanah atau pasir dalam ampas akan meningkatkan kadar abu, menurunkan efisiensi ketel dan menimbulkan kesulitan seperti rate pembakaran menurun serta timbulnya abrasi pada perpipaan dan blower IDFan.

PRODUKSI UAP

Selain dari kualitas ampas, kinerja ketel juga tergantung pada desain ketel, kondisinya peralatan pendukung lengkap dengan peralatan kontrol dan operasionalnya. Sesuai jenis ketel yang ada, kinerja ketel dapat dikatakan optimal apabila efisiensi dan produksi uap per kg ampas dibakar tinggi, dengan nilai sebagaimana ditunjukkan pada Tabel II. Sebagai tolok ukur proses pembakaran ampas pada ketel berlangsung sempurna apabila; ampas dan udara bakar dapat terdistribusi merata diatas rangka bakar (grate), tarikan dapur terkendali antara – 6 sd. – 12 mmAq, dan dari hasil analisa gas cerobong diperoleh kandungan gas $CO_2 \geq 12 - 14$ %, $CO \leq 1$ %, $O_2 \leq 5$ % dan suhu gas buang

cerbong $\leq 200 - 260$ °C, suhu gas cerobong dicapai tergantung pada sistem perpipaan (evaporator) dengan unit penukar panas (heat exchanger) yang digunakan pada ketel (Lamb, 1977, 1982; Magaziner, 1989).

Desain ketel PG.

Karakteristik desain ketel pembakaran ampas dengan tipe dapur yang digunakan di PG dapat dikelompokkan seperti pada Tabel II.

Keterangan : Ketel jenis (4) pada tekanan 45 kg/cm² dan suhu 450 °C sedang dibangun di PG Kreet Baru II dan di PG Rejoagung. (HE = heat exchanger).

Ketel jenis (1) adalah peninggalan Belanda yang bekerja dengan tarikan alam, dimana udara bakar dan gas hasil pembakaran mengalir dan menuju cerobong karena perbedaan tekanan dengan udara luar. Ketel ini sesuai untuk ampas kasar dan beberapa PG kapasitas dibawah 2000 TCD dengan penggerak mesin uap masih banyak digunakan. Tahun 1970an ketel ini mulai banyak ditinggalkan karena efisiensi dan rate penguapannya rendah sekitar 16 kg/m² LP.j, diperlukan banyak unit dan operator serta kerugian akibat pengembunan dalam perpipaan tinggi. Dengan tarikan alam dan ampas halus membuat udara bakar sulit menebus lapisan ampas karena porositasnya yang rendah. Sehingga bara api yang terjadi diatas grate kecil, akibatnya efisiensi atau produksi uap per kg ampas menurun hingga 1,5 kg, kualitas uap rendah dan rate penguapan menurun hingga dibawah 10 kg/m² LP.j. Kondisi tersebut sangat mengganggu bagi PG yang menggunakan penggerak mesin uap yang mana mempunyai konsumsi uap hingga diatas 26 kg/kW.

Ketel jenis (2) ini ada di PG sejak tahun 1960an dan sesuai untuk ampas kasar namun bekerjanya dengan tarikan paksa, dimana udara dan gas hasil pembakaran mengalir dan menuju cerobong dengan bantuan blower, sehingga penyerahan panas pada sistem perpipaan berlangsung lebih optimum. Pada ketel ini, tarikan dapur diatur melalui bukaan dumper blower IDFan dan IDFan² dan mempunyai rate penguapan hingga 30 kg/m² LP.j. Untuk pembakaran ampas halus diperlukan tarikan dapur tinggi, yang berakibat

Tabel II. Karakteristik desain ketel pembakaran ampas di PG.

Ketel + Dapur	Suhu gas Cerobong, (°C)	Efisiensi ketel, (%)	Produksi Uap/ ampas, (kg/kg)	Tekanan uap, (kg/cm ²)	Suhu uap, (°C)
(1). Pipa api + Step grate	260	65	1,9	8 – 17,5	170 – 225
(2). Pipa air + Ward, Horse shoe, Dutch-Oven	250	75	2,0	10 – 17,5	275 – 325
(3). Pipa air (+ 1 HE) + Spreader stoker dengan dumping, pine hole grate	220	82	2,2	17,5 – 30	325 – 450
(4). Pipa air (+ 2 HE) + spreader stocker dengan traveling, dumping grate	170	85	2,0	45 – 70	450 - 500

pembakaran berlangsung dengan *exces air* dan emisi dicerobong tinggi. Suhu gas buang cerobong meningkat hingga 300 °C, efisiensi atau produksi uap per kg ampas turun hingga 1,7 kg, rate penguapan turun hingga 26 kg/m² LP.j dan kualitas uap tidak stabil sehingga mengganggu kinerja turbin penggerak.

Ketel jenis (3) ini bekerja dengan tarikan paksa dan sesuai untuk ampas halus. Tahun 1980an ketel tersebut mulai banyak dipasang di PG baru dan di PG rehabilitasi, yang mempunyai rate penguapan antara 30 – 37 kg/m² LP.j. Menggunakan dapur tipe *spreader stoker* dengan *dumping grate* atau *travelling grate*, pada ketel tersebut produksi dan kualitas uap dihasilkan tidak terganggu oleh adanya proses pembuangan abu dapur. Dan ketel ini lebih efisien pada tekanan lebih tinggi dan dilengkapi dengan alat-alat kontrol otomatis, untuk memudahkan operasionalnya digunakan sistem *draft balance* untuk tarikan dapur dan *three element control* untuk permukaan air dalam ketel. Dari hasil penelitian, menurunnya kinerja ketel ini kebanyakan karena kurangnya pemeliharaan, yaitu *bagasse feeder* tidak berfungsi selayaknya sehingga ampas tidak terdistribusi merata (menumpuk) diatas *grate* dan banyak udara luar masuk dapur karena dinding ketel banyak yang retak. Hal tersebut menyebabkan proses pembakaran berlangsung dengan *exces air* dan emisi dicerobong tinggi. Suhu gas buang cerobong meningkat hingga 300 °C, sehingga efisiensi atau produksi uap per kg ampas turun hingga 1,8 kg dan kualitas uap tidak stabil yang mengganggu kinerja turbin-turbin penggerak. Ketel jenis (4) ini sama dengan ketel jenis (3), yang bekerja lebih efisien dengan menggunakan

pemanas udara bakar dan air pengisi ketel pada tekanan hingga 70 kg/cm². Ketel ini sangat sesuai dengan era efisiensi energi dewasa ini, di Indonesia ketel ini sedang dibangun di 2 PG, yaitu pada tekanan tekanan 48 kg/cm² dan suhu 450 °C. Dalam sistem *cogeneration*, digunakannya ketel ini dengan turbin uap *double extraction condensing turbine* yang mempunyai konsumsi uap rendah, di PG dapat dihasilkan ampas lebih hingga diatas 40 % atau tenaga listrik yang dapat dijual ke industri lain. Dengan dapur *spreader stoker* dan *travelling grate*, selain dengan ampas ketel dapat beroperasi dengan bahan bakar lain seperti batubara, kayu tatal atau daduk. Sehingga hal tersebut dapat memberi peluang bagi PG untuk berfungsi ganda, yaitu sebagai unit penghasil gula dan pembangkit listrik sepanjang tahun, seperti berkembang di PG luar negeri (Kassiap, 2000; Miguel, 1994; Paturao, 1989; Reviere, 1998).

Kondisi operasional.

Pengoperasian ketel yang kurang optimal akan dapat mengakibatkan suplesi uap dalam pabrik terganggu, beban ketel tidak stabil dan proses produksi terganggu. Dari uji kinerja ketel yang dilakukan di beberapa PG, karena kondisi operasional ketel yang kurang optimal diperoleh hasil efisiensi dan produksi uap per kg ampas dibakar turun seperti terlihat pada Tabel III.

Pada Tabel III, kinerja ketel jenis (1) menurun akibat dari ampas halus, kinerja ketel jenis (2) dan (3) menurun akibat dari ampas halus yang jatuh tertumpuk di ruang bakar bagian depan atau tidak terdistribusi merata diatas *grate* dan banyak udara luar masuk dapur karena

bocoran pada dinding ketel. Dalam era efisiensi energi dewasa ini, ketel jenis (1) ini selayaknya sudah ditinggalkan dan digunakan ketel Jenis (3) atau (4). Untuk memperbaiki efisiensi ketel jenis (2) masih memungkinkan dengan merubah dapur menjadi spreader stoker, dan memasang *economizer* atau *air heater*. Seperti yang

Tabel III. Hasil uji kinerja ketel di beberapa PG.

Ketel + Dapur	Tarikan dapur, mmAq	CO ₂ gas buang, %	Suhu gas buang, °C	Efisiensi ketel, %	Produksi. uap per kg ampas, kg
(1) Pipa api + Step grate	- 4	9	265	54,3	1,66
(2) Pipa air + Duth oven, Ward, Horse shoe	- 20	10,2	320	65	1,75
(3) Pipa air (+ 1 HE) + Spreader stoker dengan dumping, pine hole grate	- 30	12	310	70,8	1,90

Keragaan ketel diatas dapat merugikan bagi PG, yaitu ketika kadar air ampas meningkat dan air pengisi ketel menurun maka produksi uap per kg ampas akan menurun. Dari hasil audit energi di sebuah PG kapasitas 5500 TCD, dimana dengan kadar air ampas gilingan akhir hingga 54 % telah menyebabkan kekurangan ampas dan dibakar minyak IDO hingga lebih 20 t/hr. Pada Tabel 3 ditunjukkan pengaruh ampas yang semakin basah terhadap penurunan kalori. Pada PG kapasitas 5500 TCD dengan waktu giling 160 hari, dari kadar air ampas 51 % naik 54 % akan terjadi penurunan kalori setara minyak IDO hingga 3.960 t. senilai Rp. 25,344 milyar.

Pada PG yang efisien, kebutuhan air pengisi ketel (APK) dapat dipenuhi dari air kondensat murni yang berasal dari uap bekas, dari stasiun penguapan dengan suhu sekitar 95 °C. Sebelum digunakan sebagai APK umumnya untuk ketel yang baik sudah dilengkapi dengan *deaerator*, dengan menggunakan uap bekas *deaerator* tersebut selain berfungsi untuk melepaskan gas – gas terlarut yang dapat menyebabkan korosi pada perpipaan ketel, secara simultan adalah untuk meningkatkan suhu APK hingga diatas 105 °C, proses pelepasan oksigen atau gas terlarut dalam air akan berlangsung optimal pada suhu didih. Dari beberapa PG ditemui suhu air masuk ketel dibawah 95 °C, sedangkan uap dalam pabrik cukup melimpah

dilakukan pada ketel FCB 30 t/j di PG Candi Baru tahun 2006, melalui pemasangan *air heater* suhu gas buang cerobong turun dari sekitar 330 °C menjadi 230 °C dan efisiensi ketel naik 12 poin dari 70 % menjadi 82 % (Saechu, 2005a; 2005b).

dan terbuang. Jika *BFWPump* pada ketel tidak bermasalah maka selayaknya suhu APK dapat dinaikkan, sehingga proses penguapan pada ketel juga berlangsung lebih cepat. Naiknya suhu APK 10 °C pada ketel 120 t/j dalam 160 hari giling secara tidak langsung dapat dihemat energi setara IDO hingga 576 t. senilai Rp. 3,456 milyar.

Penggunaan Uap

Uap yang digunakan di PG dapat di bedakan atau di bagi dalam dua katagori yaitu, uap baru (UBA) dan uap bekas (UBE). UBA adalah uap yang keluar dari ketel pada tekanan sesuai desain operasi ketel dan UBE adalah uap bekas yang keluar dari mesin atau turbin penggerak turboalternator, gilingan, peralatan di stasiun ketel dengan tekanan uap hingga 1 kg/cm².

Penggunaan UBA.

Kecuali untuk turbin penggerak gilingan dan turboalternator, penggunaan UBA akan menjadi kurang optimal apabila di PG masih banyak peralatan yang digerakkan langsung oleh mesim uap atau turbin, yaitu seperti untuk penggerak air injeksi, pompa vakum serta kompresor di stasiun proses, penggerak pompa air pengisi ketel (BFWPump), blower udara bakar (FDFan) serta blower gas cerobong (IDFan) di stasiun ketel. Sebaliknya penggunaan UBA akan menjadi optimal apabila untuk penggerak peralatan dalam PG menuju ke sistem

elektrifikasi dengan menggunakan elektromotor. Pada prinsipnya penggunaan UBA dapat berlangsung optimal dalam sistem *cogeneration*, dan akan semakin efektif apabila digunakan ketel dan turbin yang bertekanan semakin tinggi ($\geq 45 \text{ kg/cm}^2$).

Dalam perkembangan sistem *cogeneration* di PG, untuk optimasi penggunaan UBA pada mesin atau turbin dapat dilihat pada Tabel IV. Pada tabel IV, jenis mesin (1) – (3) memiliki konsumsi uap yang semakin rendah, untuk mesin uap torak dan turbin tipe *back*

pressure antara 26 – 13,5 kg/kW, untuk turbin tipe *multy stage* dan *AC* antara 15 – 9,5 kg/kWh. Dan pada jenis mesin (4) dengan tekanan tinggi memiliki konsumsi uap yang sangat rendah hingga antara 4,2 – 7,5 kg/kWh. Konsumsi uap mencapai 4,2 kg/kWh ketika sistem *condensing* bekerja penuh pada tekanan vakum 0,05 kg/cm² dan 7,5 kg/kWh ketika sebagian uap di ekstraksi pada tekanan 17,5 kg/cm² untuk kebutuhan turbin tipe *back pressure* penggerak gilingan (Paturao, 1989; Reviere, 1998).

Tabel IV. Optimasi penggunaan UBA pada mesin turbin di PG.

Jenis Mesin	Uap baru		Uap bekas (kondensat*)	Konsumsi uap, kg/kWh	
	Tekanan, kg/cm ²	Suhu, °C	Suhu, °C	Tekanan, kg/cm ²	
(1) Mesin uap torak	8	170	130	0,6	26
(2) Turbin uap, tipe Back pressure	15–17,5	250 – 325	170 – 135	0,8 – 0,6	13,5–20 – 10,5–15
- Single stage	17,5	250	95*–135	0,3–0,8	9,5–10,5
- Multy stage	30–70	325	40*–325	0.05–17,5	4,2–7,5
(3) Turbin uap, tipe Atmospheric Condenser (AC)		325 450–500			
(4) Turbin uap, tipe Double Extraction Condensing Turbine (DECT)					

Keterangan : (4) Belum ada di PG Indonesia.

Penggunaan UBE.

Dalam proses produksi gula, peralatan utama yang menggunakan UBE adalah pemanas pendahuluan (*juice heater*), bejana penguapan (*evaporator*) dan pan masak (*vacuum pan*). Pada umumnya UBE yang digunakan memiliki tekanan antara 0,5 sd. 1 kg/cm², pada suhu antara 125 °C sd. 155 °C.

Untuk optimasi penggunaan UBE ini dapat ditempuh dengan penerapan sistem *bleeding uap nira* di stasiun *evaporator* (*multy effect evaporator*), dengan luas pemanas pada masing-masing badan yang memadai, *vacuum* di *condensor* yang baik, maka uap nira yang dihasilkan dari masing-masing badan akan dapat digunakan sebagai sumber pemanas untuk *juice heater* dan *vacuum pan*. Pada kondisi tersebut kebutuhan UBE di PG hanya diperuntukkan pada *evaporator* badan I, dan disertai penataan sistem *cogenerator* yang efisien, maka konsumsi uap persen tebu akan dapat diturunkan sampai

minimal (Hansjoachim, et al. 1999). Berbagai pengalaman menunjukkan bahwa penggunaan *bleeding total* pada susunan *quadraple effect evaporator* mampu menurunkan kebutuhan UBE dari sekitar 56 % tebu menjadi sekitar 50 % tebu. Sedangkan penggunaan *bleeding total* pada susunan *quintuple effect evaporator* mampu menurunkan kebutuhan UBE menjadi sekitar 45 % tebu. Bahkan penggunaan *bleeding total* pada susunan *sextuple effect evaporator* mampu menurunkan kebutuhan UBE menjadi sekitar 30 % tebu (Kong, et al. 1999; Lora, et al. 2000; Kurniawan dkk. 2008).

FAKTOR LAIN

Untuk optimasi pemanfaatan energi ampas di PG juga tidak terlepas dari faktor kehilangan panas akibat radiasi, kondensasi, kebocoran pada pipa distribusi uap dan bejana proses karena, isolasi, pengerakan, korosi dan flends yang kurang sempurna. Dari pengalaman, kerugian panas akibat dari hal-hal tersebut diatas dapat mencapai 5 % dan pada kondisi terburuk dapat mencapai hingga 12 % dari produksi uap. Melalui penanganan yang optimal kehilangan

tersebut dapat ditekan hingga kondisi normal 1 %, keadaan tersebut antara lain dapat ditandai oleh dinginnya udara dalam pabrik sehingga para operator dapat bekerja dengan nyaman dan tidak gerah.

Jam berhenti giling dapat menyebabkan pemanfaatan energi di PG kurang optimal. Dengan pola jam berhenti terjadwal yang dapat dimanfaatkan untuk program perawatan terjadwal, maka jam berhenti giling di PG dapat ditekan kurang dari 5 % (Purnomo dan Sugiarto. 2006). Jam berhenti giling tersebut dapat disebabkan oleh faktor dalam pabrik karena kerusakan peralatan atau gangguan proses, dan faktor luar pabrik karena transportasi dan tenaga tebang sehingga pasok tebu terganggu.

KESIMPULAN

Berdasarkan uraian diatas dapat disimpulkan bahwa kekurangan ampas di PG selayaknya tidak terjadi, dan hal tersebut dapat diatasi melalui optimasi ampas, produksi dan konsumsi uap, instalasi dan kelancaran giling. Tebu mempunyai kadar ampas cukup besar dimana sebagian dapat digunakan untuk memenuhi total kebutuhan bahan bakar di ketel, dengan instalasi yang seimbang, peralatan yang efisien, jumlah dan kualitas tebu giling yang memadai, maka di PG dapat diperoleh kelebihan ampas atau energi yang bermanfaat sebagai bahan baku industri.

DAFTAR PUSTAKA

- Abilio, A and F. Faul, 1987, "Bagasse drying", *Sugar Journal*, Vol. 89, No. 1060 : 68-71.
- Hugot, E. 1986, "*Handbook of Cane Sugar Engineering*", (3rd ed), Elsevier, New York, 1165 p.
- Lora, E. S, F.P. Arrieta, R. Carrasco, LAN. Nogueira, 2000, "Clean production : Efficiency and Environment", *Int. Sugar Journal*, 102.
- Miguel, R, 1994, "The Evolution of Power Cogeneration in Guatemala", *Sugar Y Azucar*, No. 3, Vol. 89, 19 p.
- Magaziner, N, 1989, "Boiler plant as an integral part of a cane sugar factory", *Hand out in ISSCT Energy Workshop*. Berlin. 37 p.
- Maranhao, LEC, 1980, "Individual bagasse drying system", *Proc. of XVIIth ISSCT congress*, 3 : 2000-2011.
- Miller, C.F, 1977, "Economic study of bagasse dehydration", *Proc. ASSCT*, 148

- Hansjoachim, Wunsch and Pedro, Avram Walganoff, (1999), "Technology transfer between beet and cane sugar industries", *Possibilities for energy savings including cogeneration, Proc. of XXIIIrd ISSCT congress*, New Delhi, India,
- Kong Win Chang, K.T.K.F. at all, (1999), "Optimising steam utilization at a typical sugar factory", *Possibilities for energy savings including cogeneration, Proc. of XXIIIrd ISSCT congress*, New Delhi, India, 270 – 279.
- Kassiap, D, 2000, "Progress in Bagasse energy Development in Mauritius and Short Term Prospects", *Sugar Y Azucar*, Vol. 95, No. 7.
- Kurniawan, Y., M. Saechu, Mirzawan dan Nahdodin, 2006, "Potensi energi pabrik gula di tengah krisis energi", *Seminar IKAGI*, Yogya, 13 hal.
- Kurniawan, Y. M. Saechu, dan B.E. Santoso. 2008. "Optimalisasi energi di pabrik gula", *Seminar sehari, Peran teknologi dalam mendukung industri gula yang tangguh dan berdaya saing*, P3GI, 28 Agustus, 17 hal.
- Lamb, B.W; Bilger, R.W, 1977, "Combustion of bagasse", *Sugar Tech. Reviews* 4 : 12
- Lamb, B. W, 1980, "Investigation in to fundamentals of bagasse combustion in step grate furnace", *Proc. of XVIIth ISSCT congress*, 3 : 1931-1962.
- Paturao, J, 1989, "Energy Saving in Sugar Cane Industry", *Hand out at sugar manufacture training in MSRI*, Mauritius, 10 p
- Purnomo, S dan Y. Sugiarto, 2006, "Pengelolaan energi di PG Gunung Madu Plantations", *Seminar IKAGI*, Yogya.
- Reviere, M.P, 1989, "Power Co-generation in Reunion Island", *hand out at sugar manufacture training in MSRI*, Mauritius, 8 p.
- Saechu. M, 2005a, "Tindakan yang perlu dilakukan untuk meningkatkan kinerja ketel dan efisiensi pemakaian energi di PG Candi Baru", *Lap. teknis intern P3GI*, 10 hal.