

REKAYASA KOLEKTOR SURYA DAN KOMPOR LPG PADA PENGOVENAN DAUN TEMBAKAU VIRGINIA

SAMSURI TIRTOSASTRO, DARMONO, dan SUBANDI

Balai Penelitian Tembakau dan Tanaman Serat

RINGKASAN

Produksi krosok tembakau virginia fc (*flue-cured*) Indonesia setiap tahun mencapai 30 000 ton. Untuk mengolah tembakau ini diperlukan minyak tanah 1.29 l/kg krosok atau 38.7 juta liter setiap tahun, senilai Rp 15.5 milyar. Minyak tanah sebagai bahan bakar dan untuk keperluan rumah tangga di pedesaan mendapat subsidi cukup tinggi dari pemerintah. Untuk keperluan industri seperti pengolahan tembakau disediakan bahan bakar minyak solar, minyak bakar, minyak residu atau sumber energi alternatif lain seperti energi surya, batubara, LPG (*Liquid Petroleum Gas*) dan lain-lain. Penelitian ini bertujuan merekayasa dan menguji kolektor surya dan kompor LPG yang sesuai untuk pengovenan tembakau virginia. Pada penelitian ini dilakukan pengovenan daun tembakau virginia dengan bahan bakar LPG dan dikombinasi dengan pemasangan kolektor surya pada bagian atap oven. Oven yang digunakan berukuran 4 m x 4 m x 7 m dengan isi dua ton daun tembakau. LPG dibakar dengan kompor BAT/Balittas-1 yang dirancang khusus untuk oven tembakau virginia. Cara pengovenan mengikuti kebiasaan yang berlaku dan hasil penelitian di-evaluasi berdasar aspek teknis dan aspek ekonomi. Lokasi percobaan di emplasemen P.T. Sadhana Arif Nusa, Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat, penelitian dilaksanakan dari bulan Agustus sampai dengan September 1997. Penggunaan bahan bakar LPG dan kolektor surya sebagai sumber energi dapat memenuhi target suhu yang diinginkan (30-70°C) pada fase-fase pengovenan. Kebutuhan LPG 0.86 kg tiap kg krosok dan energi surya menyumbang 6.48% dari total kebutuhan energi pengolahan. Tinjauan dari aspek ekonomi memberi indikasi bahwa penggunaan bahan bakar LPG dan energi surya belum memberi keuntungan. Harga LPG yang mahal (Rp 1 000/kg) dan biaya investasi pembelian tangki LPG (Rp 1.6 juta/unit) serta pembangunan atap kolektor surya (Rp 1.5 juta/unit) menjadi penyebab belum dapat diperolehnya keuntungan tersebut.

Kata kunci : *Nicotiana tabacum* L., oven, kompor LPG, kolektor surya, bahan bakar LPG, aspek ekonomi

ABSTRACT

Engineering of solar collector and LPG-burner for curing virginia tobacco

Indonesia produces 30 tones of flue cured tobacco every year. Curing virginia tobacco needs 1.29 l kerosene per 1 kg cured leaves, thus to process 30 tones cured leaves, it needs 38.7 liter kerosene with a value of Rp 15.5 billion per year. Kerosene as a source of energy is used for house hold in the village and it is highly subsidized by the government. For such industries as tobacco processing other sources of energy are available, including : gas oil, diesel oil and fuel oil, solar energy, coal, and liquid petroleum gas. This study was aimed at designing solar collector and LPG burner suitable for virginia tobacco flue curing. Tobacco leaves were cured in a curing barn with LPG as a fuel, while the solar collector was installed on the roof of the barn. The size of the curing barn was 4 m x 4 m x 7 m with a capacity of two tones fresh leaves. The LPG-burner used was BAT/Balittas-1, with was specially designed for tobacco curing barn. Curing method followed the standard method practiced by farmers. The experiment was conducted at PT Sadhana Arif Nusa, East Lombok, NTB from August to September 1997. The result of experiment was evaluated both from technical and economical aspects. The used of LPG combined with solar collector as the source of energy could reach the required temperatures (30-70°C) during curing phases. LPG consumption

was 0.86 kg/ kg cured leaves, and solar energy contributed 6.48% of total energy required for curing process. From economical view, the used of LPG and solar energy was not profitable. This was mainly due to the high prices of LPG (Rp 1 000 /kg) LPG-tank (Rp 1 600 000/unit) and roof-solar collector (Rp 1 500 000 per unit).

Keywords : *Nicotiana tabacum* L., curing-barn, LPG-burner, solar-collector, LPG-fuel, , economical aspect

PENDAHULUAN

Produksi tembakau virginia dalam bentuk krosok fc (*flue-cured*) dan rajangan 1994-1997 mencapai 35 704 ton tiap tahun (ANON., 1998). Dari jumlah tersebut diperkirakan 30 000 ton dioven menjadi krosok fc dan 5 000 ton diolah menjadi tembakau rajangan yang dikeringkan dengan penjemuran. Pengolahan menjadi krosok fc memerlukan oven dengan bahan bakar minyak tanah yang dibakar dengan kompor broso untuk menghasilkan udara panas buatan. Hasil penelitian sebelumnya dengan kompor tersebut diperlukan minyak tanah 1.29 l/kg krosok (TIRTOSASTRO *et al.*, 1983), sehingga konsumsi minyak tanah untuk pengolahan tembakau virginia fc mencapai 38.7 juta liter setiap tahun. Jika harga eceran minyak tanah Rp. 400/l berarti diperlukan Rp 15 548 milyar/tahun untuk pengovenan tembakau virginia.

Penggunaan minyak tanah sebagai bahan bakar untuk pengolahan (*curing*) atau pengovenan tembakau virginia kurang sesuai dengan kebijaksanaan energi nasional (SOEBROTO, 1978; ANON., 1997). Untuk keperluan industri seperti pengolahan tembakau pemerintah menyediakan bahan bakar minyak bakar (*marine fuel-oil*), minyak solar (*gas-oil*), dan minyak diesel (*residual-oil*). Sumber energi lain sebagai alternatif adalah energi surya, energi gas, batubara dan lain-lain (ANON., 1995). Minyak tanah dengan subsidi tinggi disediakan untuk rumah tangga di pedesaan. Menurut CAMPBELL (1995), komposisi penggunaan bahan bakar untuk pengovenan daun tembakau virginia di dunia adalah 67% batubara, 17.2% minyak tanah dan gas serta 15% kayu bakar.

Energi surya tersedia dalam jumlah melimpah di negara tropis seperti Indonesia dan potensi pemanfaatan tertinggi terjadi pada musim kemarau saat pengovenan tembakau virginia dilaksanakan. Hal ini dimungkinkan karena gangguan awan dan hujan yang relatif kecil pada musim kemarau. Demikian juga persediaan gas LPG (*Liquid Petroleum Gas*) yang berasal dari produk minyak bumi dan juga gas alam sebagai LNG (*Liquid Natural Gas*) tersedia dalam jumlah besar. Seperti halnya energi surya, LPG, dan LNG merupakan sumber energi yang

bersih yang sesuai untuk pengolahan produk aromatik seperti tembakau. Usaha pemanfaatan energi surya pernah dilakukan tetapi model yang digunakan kurang praktis karena didesain di luar bangunan oven, sehingga banyak memerlukan tempat (SUDARSONO *et al.*, 1983). Sampai saat ini usaha pengembangannya belum berhasil. Demikian juga diversifikasi dengan bahan bakar gas, belum pernah dikerjakan, kemungkinan karena minyak tanah masih boleh dipakai secara bebas dan harganya lebih murah.

Penelitian ini bertujuan merekayasa dan menguji model kolektor surya dan kompor LPG yang sesuai untuk keperluan pengovenan tembakau virginia skala komersial, diharapkan dapat menetapkan alternatif sumber energi untuk pengovenan tembakau virginia.

BAHAN DAN METODE

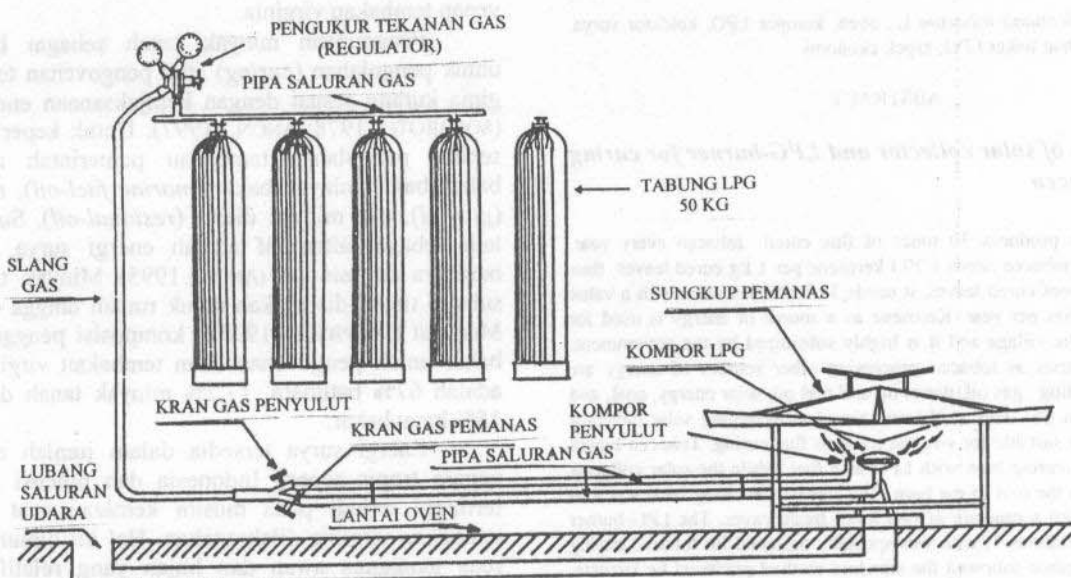
Model Oven Dengan Kompor LPG

Model kompor LPG adalah hasil rekayasa bersama antara Balai Penelitian Tembakau dan Tanaman Serat dengan P.T. BAT Indonesia Tbk dan selanjutnya disebut Kompor BAT/Balittas I. Pada prinsipnya gas LPG dialirkan dari tangki bertekanan ke dalam sebuah kompor yang terletak di dalam oven. Kompor dibuat sedemikian rupa

sehingga jika dinyalakan api akan menyebar. Agar panas lebih merata, di atas tungku diletakkan penyungkup yang selain berfungsi meratakan panas juga untuk pengamanan jika ada daun tembakau yang jatuh. Ukuran oven 4 m x 4 m x 7m, isi 2.0-2.5 ton daun tembakau, diperlukan satu buah kompor yang diletakkan di atas lantai oven, untuk oven sedang yang berukuran 6 m x 6 m x 7 m, isi 3.5-4.0 ton, dibutuhkan dua kompor. Model konstruksi kompor BAT/Balittas I seperti pada Gambar 1.

Kolektor surya datar (*solar flat-collector*) dipasang sebagai pengganti atap. Udara panas yang terkumpul di permukaan kolektor diisap dengan mesin penghisap melalui pipa PVC (*polyvinyl chloride*) dengan diameter 10 cm dan dimasukkan ke ruang oven bagian bawah melalui kotak pendistribusi udara panas. Model rangkaian kolektor surya seperti Gambar 2. Kolektor surya datar pada dasarnya terdiri atas plat kolektor dari seng yang dicat hitam kemudian ditutup dengan serat gelas (*fibre-glass*) warna putih dan dipasang pada bingkai atau kerangka besi. Agar panas tidak hilang karena konduksi ke bawah, di bawah plat kolektor dipasang wol gelas (*glass-wool*) sebagai isolator.

Sistem pemanas yang terdiri atas kompor LPG dan solar kolektor setelah dipasang pada oven nampak seperti Gambar 3. Penghisap atau blower untuk menarik udara dari permukaan kolektor melalui pipa PVC yang diisolasi dengan wol gelas dan ditutup dengan *aluminium-foil*.



Gambar 1. Model konstruksi kompor BAT/Balittas-I
 Figure 1. Construction model of the BAT/Balittas-I burner

Model Untuk Perhitungan Energi

a. Panas hasil pembakaran LPG (HALL,971)

$$Q_{LPG} = NHV_{LPG} M_{LPG} E_{f_{kompom}} \dots\dots\dots (1)$$

b. Panas surya yang ditangkap kolektor (DUFFIE dan BECKMAN, 1980; LUNDE, 1980)

$$Q_{Surya} = f(I, \beta, \phi, I_o, w, G, n) \dots\dots\dots (2)$$

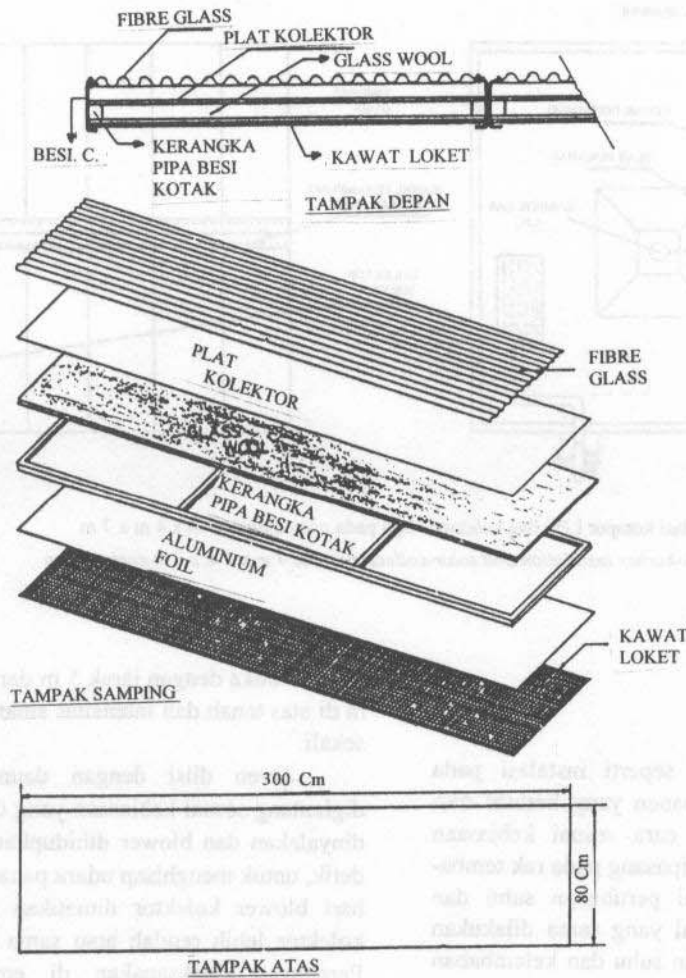
$$Q_{Surya \text{ masuk oven}} = m C_p dT \dots\dots\dots (3)$$

c. Panas untuk pengolahan,

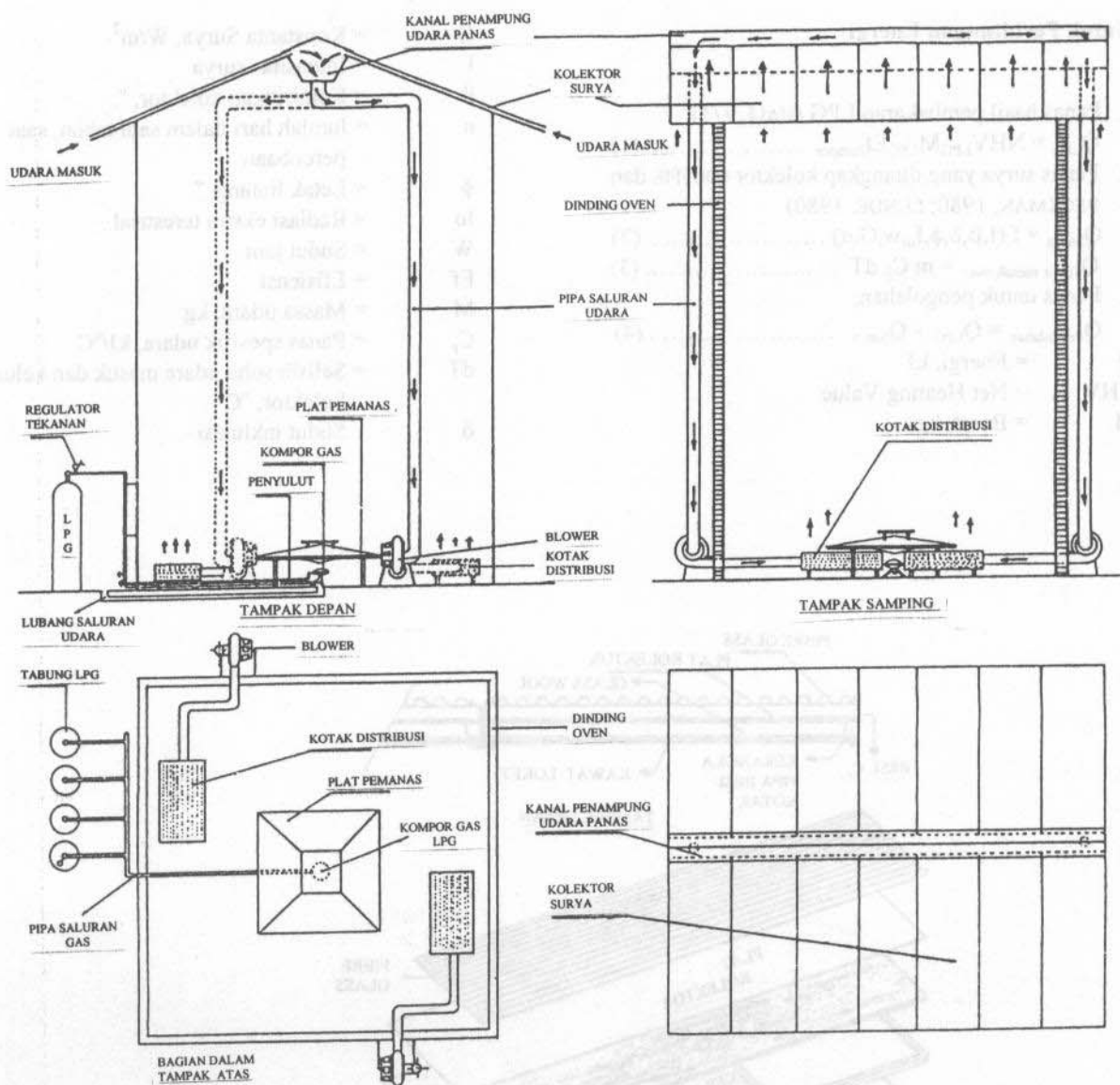
$$Q_{Pengolahan} = Q_{LPG} + Q_{Surya} \dots\dots\dots (4)$$

- Q = Energi, kJ
- NHV = Net Heating Value
- M = Berat, kg

- G = Konstanta Surya, W/m^2
- I = Intensitas surya
- β = Kemiringan kolektor, $^\circ$
- n = Jumlah hari dalam satu tahun, saat percobaan
- ϕ = Letak lintang, $^\circ$
- I_o = Radiasi ekstra terestrial
- W = Sudut jam
- E_f = Efisiensi
- M = Massa udara, kg
- C_p = Panas spesifik udara, $kJ/^\circ C$
- dT = Selisih suhu udara masuk dan keluar kolektor, $^\circ C$
- δ = Sudut inklinasi



Gambar 2. Model konstruksi kolektor surya atap
 Figure 2. Construction model of the roof solar-collector



Gambar 3. Instalasi kompor LPG dan kolektor surya pada oven ukuran 4 m x 4 m x 7 m
 Figure 3. LPG-burner instalation and solar-collector on the 4 m x 4 m x 7 m curing-barn

Pelaksanaan Percobaan

Sistem pemanas disiapkan seperti instalasi pada Gambar 3. Daun tembakau hasil panen yang berasal dari daun tengah dimasukkan dengan cara sesuai kebiasaan petani setempat. Telethermometer dipasang pada rak tembakau paling atas untuk mengetahui perubahan suhu dan kelembaban di rak paling atas. Hal yang sama dilakukan untuk rak paling bawah. Pengukuran suhu dan kelembaban di rak paling bawah merupakan standar pengukuran yang mewakili pengendalian suhu pengovenan (COLLINS dan HAWKS, 1993; WANROOY, 1951). Solarimeter dipasang pada

areal terbuka dengan jarak 5 m dari oven, pada ketinggian 1 m di atas tanah dan intensitas sinar surya diamati setiap jam sekali.

Oven diisi dengan daun tembakau yang telah digilang sesuai kebiasaan yang dilakukan petani. Kompor dinyalakan dan blower dihidupkan dengan kecepatan 2 m/detik, untuk menghisap udara panas dari kolektor. Pada sore hari blower kolektor dimatikan setelah suhu udara dari kolektor lebih rendah atau sama dengan suhu udara luar. Percobaan dilaksanakan di emplasemen training and development P.T. Sadhana Arif Nuşa, Lombok Timur mulai bulan Agustus sampai September 1997.

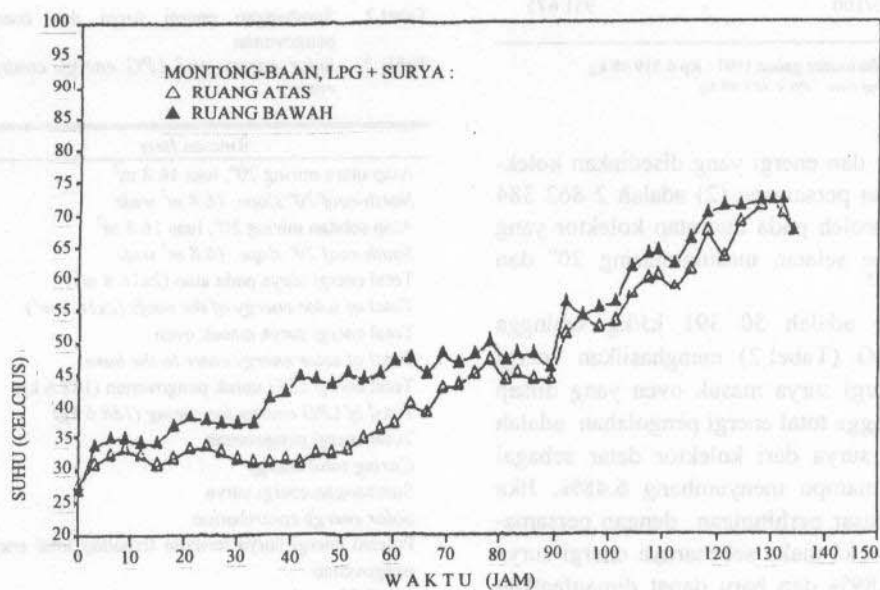
Suhu diatur sesuai fase-fase pengolahan dan terdiri atas tiga fase (COLLINS dan HAWKS, 1993), yaitu : (1) fase penguningan warna (suhu 30-37°C, kelembaban 90-70%), (2) fase pengikatan warna (suhu 37-54°C, kelembaban 70-40%), dan (3) fase pengeringan (suhu 54-70°C, kelembaban 40-10%). Kelembaban tinggi diperoleh dengan menutup ventilasi di dinding oven dan kelembaban akan menurun jika ventilasi dibuka.

Perubahan fase ditentukan berdasar perubahan warna daun dan kadar air daun (COLLINS dan HAWKS, 1993; WANROOY, 1951). Perubahan suhu pada setiap fase dan seterusnya sebesar 2°C setiap jam dan dihentikan atau dipertahankan pada suhu tertinggi pada fase tersebut dan ditunggu sampai fase tersebut selesai. Setelah daun kering kemudian diturunkan untuk disortasi berdasar mutunya.

Pengamatan Percobaan

Pengamatan percobaan meliputi perubahan suhu bola kering dan bola basah dari udara ruang oven, intensitas sinar surya dan suhu udara masuk ruang oven dari kolektor, kebutuhan bahan bakar LPG, dan berat krosok. Pencatatan perubahan suhu dan intensitas sinar surya dilakukan pada setiap jam sekali, sedangkan kebutuhan LPG dan hasil krosok dicatat setelah percobaan selesai. Pengukuran suhu udara di pipa kolektor dilakukan sebelum masuk kotak distribusi (Gambar 3).

Untuk analisis ekonomi pengamatan meliputi biaya pembuatan bangunan oven, biaya persiapan daun tembakau yang akan diolah, biaya pembuatan kompor, kebutuhan LPG dan harga LPG, harga daun tembakau serta biaya pengolahan yang lain. Unsur teknis kompor dihitung selama 10 tahun dan bunga modal 18% tiap tahun.



Gambar 4. Perubahan suhu udara selama pengovenan
Figure 4. Change of temperature during flue-curing

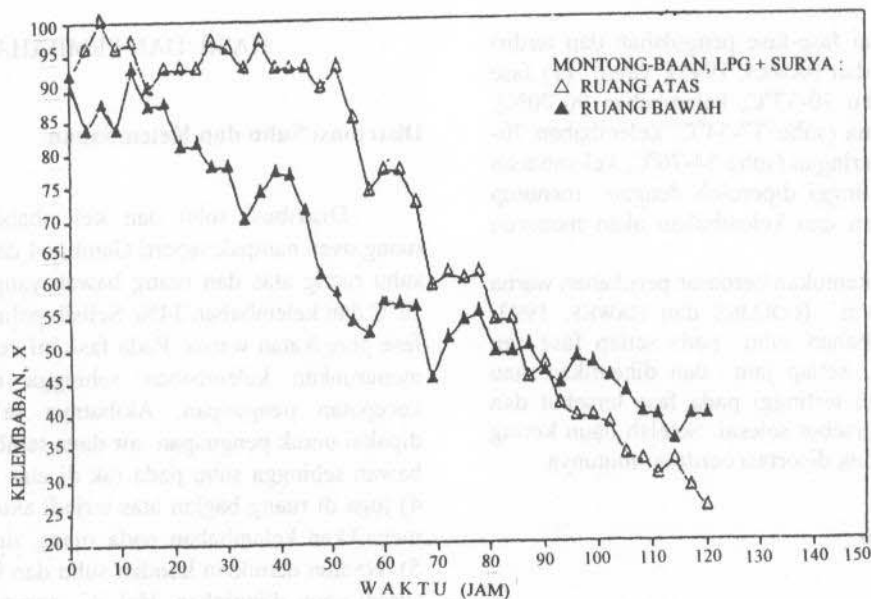
HASIL DAN PEMBAHASAN

Distribusi Suhu dan Kelembaban

Distribusi suhu dan kelembaban udara di dalam ruang oven nampak seperti Gambar 4 dan Gambar 5. Selisih suhu ruang atas dan ruang bawah yang terbesar mencapai 12°C dan kelembaban 34%. Selisih paling besar terjadi pada fase pengikatan warna. Pada fase ini ventilasi dibuka untuk menurunkan kelembaban sehingga terjadi peningkatan kecepatan penguapan. Akibatnya selain panas banyak dipakai untuk penguapan air daun tembakau pada rak lebih bawah sehingga suhu pada rak di atas cepat naik (Gambar 4) juga di ruang bagian atas terjadi akumulasi uap air yang menaikkan kelembaban pada ruang atas tersebut (Gambar 5). Namun demikian kondisi suhu dan kelembaban tersebut sesuai yang diinginkan. Hal ini nampak dari hasil sortasi krosok yang mencapai mutu I-IV = 73.47% (Tabel 1). Hasil penelitian sebelumnya pada iklim normal, pengovenan dengan mutu I-IV lebih dari 60% sudah dianggap cukup baik (TIRTOSASTRO *et al.*, 1983).

Energi Pengovenan

Energi terpakai untuk pengovenan yang bersumber dari hasil pembakaran LPG dan kolektor surya dapat dilihat pada Tabel 2. Oven ukuran 4 m x 4 m x 7 m, isi 2 023 kg daun tembakau, menghasilkan 220.5 kg krosok dan memerlukan 188.6 kg LPG atau 0.86 tiap kg krosok. Berdasar perhitungan dengan persamaan (3), energi surya yang



Gambar 5. Perubahan kelembaban selama pengovenan
 Figure 5. Change of humidity during flue-curing operation

Tabel 1. Mutu dan harga jual krosok
 Table 1. Cured-leaf quality and price

Mutu/grade Quality/grade	Berat/persen Weight/percent (Kg/%)	Harga satuan*) Unit price Rp/kg	Total harga Total price (Rp)
1/C1 O	55/24.94	5 500	302 500
2/C2 O	56/25.40	5 200	291 200
3/C3 O	43/19.50	4 900	210 700
4/C4 V	8/3.63	3 100	24 800
5/C5 O	28/12.70	3 400	95 200
6/ND/XI	15/6.80	1 200	18 000
7/X4 V	12/5.44	700	8 400
8/Waste/R	3.5/1.59	250	875
Jumlah Total	220.5/100	-	951 675

*) Harga rata-rata krosok virginia pada musim panen 1997 : Rp 4 319.98 kg
 Average price, on 1997 harvesting time : Rp 4 315.98/kg

masuk oven 620 777 kJ dan energi yang disediakan kolektor yang dihitung dengan persamaan (2) adalah 2 862 384 kJ. Energi tersebut diperoleh pada dua atap kolektor yang miring ke utara dan ke selatan masing-masing 20° dan dengan luas total 16.8 m².

NHV dari LPG adalah 50 391 kJ/kg sehingga konsumsi 188.6 kg LPG (Tabel 2) menghasilkan energi 8 954 951 kJ dan energi surya masuk oven yang diisap blower 620 777 kJ sehingga total energi pengolahan adalah 9 575 728 kJ. Energi surya dari kolektor datar sebagai pengganti atap hanya mampu menyumbang 6.48%. Jika kapasitas potensial berdasar perhitungan dengan persamaan (2) adalah 2 862 384 kJ maka sebenarnya energi surya dapat menyumbang 29.89% dan baru dapat dimanfaatkan adalah 620 777 kJ atau 21.68%. Kontribusi masing-masing sumber energi dapat dilihat pada Tabel 2.

Untuk meningkatkan pemanfaatan energi surya yang telah tersedia pada permukaan kolektor tertentu perlu penambahan pipa penghisap sehingga udara panas tidak terlalu lama berhenti dan terakumulasi pada permukaan kolektor. Penambahan lubang penghisap makin banyak akan makin baik demikian juga jika kecepatan blower lebih diperbesar. Kemiringan atap perlu dicari posisi yang lebih baik agar lebih banyak tegak lurus terhadap sinar surya. Selain itu perlu mencari lingkungan yang lapang sehingga tidak ternaungi.

Tabel 2. Sumbangan energi surya dan energi LPG pada energi pengovenan

Table 2. Solar energy and LPG energy contribution ob curing-barn energy

Rincian Item	Energi Energy
Atap utara miring 20°, luas 16.8 m ² North-roof 20° slope, 16.8 m ² wide	90 022 kJ/m ²
Atap selatan miring 20°, luas 16.8 m ² South-roof 20° slope, 16.8 m ² wide	80 308 kJ/m ²
Total energi surya pada atap (2x16.8 m ²) Total of solar energy of the roofs (2x16.8 m ²)	2 862 384 kJ
Total energi surya masuk oven Total of solar energy enter to the barn	620 777 kJ
Total energi LPG untuk pengovenan (188.6 kg) Total of LPG energy for curing (188.6 kg)	8 954 951 kJ
Total energi pengovenan Curing total energy	9 575 748 kJ
Sumbangan energi surya Solar energy contribution	6.48%
Potensi energi surya tersedia terhadap total energi pengovenan Available solar energy potential to the curing energy	93.52%

Tabel 3. Analisis ekonomi pengovenan menggunakan bahan bakar LPG dan kolektor surya tipe datar

Table 3. *Economic analysis of curing using LPG-fuel and flat-type solar collector*

Skenario biaya investasi <i>Investment cost scenario</i>	Rasio B/C <i>B/C ratio</i>	NPV (Rp)	IRR(%)
Hasil percobaan (LPG Rp 1 000/kg, solar kolektor menyumbang 6.48%), tambahan investasi Rp. 3 100 000/unit <i>Result experiment (LPG, Rp 1000/kg, solar-collector 6.48% energy distribution), investment addition Rp 3 100 000/unit</i>	0.75	- 5 432 935	99.03
Seperti skenario pertama dengan tambahan investasi hanya Rp 2 600 000 <i>As the first scenario, but the investment addition only Rp 2 600 000</i>	0.75	- 3 914 486	- 85.78
Seperti skenario pertama dengan tambahan investasi hanya Rp 2 100 000 <i>As the first scenario, but the investment addition only Rp 2 100 000</i>	0.91	- 3 414 486	- 72.52
Seperti skenario pertama dengan tambahan investasi hanya Rp 1 100 000/unit <i>As the first scenario, but the investment addition only Rp 1 100 000</i>	0.93	- 2 414 487	- 46.01
Bahan bakar minyak tanah. Kompor bros, Rp 350/l, investasi kompor Rp 30 000 <i>Kerosene fuel, Bros burner, Rp 350/l, burner investment Rp 30 000</i>	1.02	74 638 750	18.84

Keterangan : *) Pada tahun 1997 harga kolektor surya (Rp 1 500 000/unit dan tangki LPG Rp 1 600 000/unit) Harga bahan bangunan oven dan tembakau serta biaya tenaga kerja seperti pada Lampiran I

Note : *) *On 1997, solar collector Rp 1 500 000/unit and LPG-tank price Rp 1 600 000/unit Material construction price for curing-barn, fresh-leaves tobacco price and worker wages as the Appen-dix I*

Tinjauan Dari Aspek Ekonomi

Tinjauan aspek ekonomi terhadap penggunaan bahan bakar LPG dan kolektor surya terutama untuk pengadaan bahan kolektor Rp 1 500 000/unit dan harga tangki Rp 1 600 000/ unit dinilai relatif mahal. Beberapa skenario perhitungan yang dicoba ternyata dengan menurunkan biaya investasi untuk tangki LPG dan bahan bakar kolektor sampai Rp 1 000 000 belum diperoleh keuntungan (Tabel 3). Peluang keuntungan dapat diperoleh jika biaya investasi pengadaan sistem pemanas, terutama bahan kolektor surya, tangki LPG dan juga harga bahan bakar LPG dapat ditekan. Misalnya penggunaan tangki tunggal (skid tank) yang lebih murah dibanding menggunakan empat tangki masing-masing 50 kg seperti nampak pada Gambar 3.

KESIMPULAN

Pengovenan daun tembakau virginia menjadi krosok fc dengan kompor LPG yang dikombinasi dengan kolektor surya sebagai energi tambahan menghasilkan suhu udara ruang oven sesuai kebutuhan (30-70°C). Kebutuhan LPG 0.86 kg tiap kg krosok setelah mendapat sumbangan energi surya 6.48% dari total energi yang diperlukan.

Hasil analisis ekonomi dengan berbagai skenario sumber energi menunjukkan bahwa dengan harga krosok rata-rata Rp 4 318.98/kg dan harga LPG Rp 1 000/kg, penggunaan kedua sumber energi tersebut belum memberikan keuntungan meskipun umur teknis kedua sistem pemanas tersebut mencapai 10 tahun.

Untuk menekan biaya pengolahan diperlukan usaha mengurangi biaya investasi terutama pembelian plastik transparan untuk bahan kolektor dan pengadaan tabung LPG.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada P.T. Sadhana Arif Nusa atas kerjasamanya sehingga penelitian ini dapat terselenggara dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- ANONYMOUS. 1995. Pengetahuan dasar pemasyarakatan briket batubara. Proyek Pemasyarakatan Briket Batubara untuk Rumah Tangga dan Industri Kecil, Departemen Pertambangan dan Energi, Direktorat Jenderal Pertambangan Umum, Jakarta. 143p.
- ANONYMOUS. 1997. Bahan bakar untuk kendaraan, rumah tangga, industri dan perkapalan. Direktorat Perbekalan dan Pemasaran Dalam Negeri. Pertamina, Jakarta. 47p.
- ANONYMOUS. 1998. Pelaksanaan program intensifikasi tembakau VO musim tanam 1998. Makalah disampaikan pada Pertemuan Teknis Tembakau Nasional, 30 Nopember 1998 di Surabaya, Ditjenbun, Jawa Barat. 26p.
- CAMPBELL, J.S. 1995. Tobacco and environment : The continous reduction of worldwide energy source use for green leaf curing. *Beitrag zur Tabakforschung*. 16(3) : 107-117.
- COLLINS, W.K. and S.N. HAWKS. 1993. Principles of flue-cured tobacco production. N.C. State University, Raleigh, North Carolina. 358p.
- DUFFIE, J.A. dan W.A. BECKMAN. 1980. Solar engineering of thermal processes. John Wiley and Sons. New York. 762p.

Lampiran 1. Beberapa data pendukung harga oven, harga daun tembakau, harga kompor dan biaya operasi pengovenan pada musim panen 1997
 Appendix 1. *Some supporting data, curing-barn price, tobacco leaves price, burner-price and operation cost of curing of curing on 1997 harvesting session*

Jenis biaya <i>Kinds of budget</i>	Nilai (Rp) <i>Value</i>
1. Bangunan oven <i>Curing-barn building</i>	3 000 000
2. Kolektor surya <i>Solar collector</i>	1 500 000
3. Tangki LPG (4 buah) <i>LPG-tank (4 piece)</i>	1 600 000
4. Kompor LPG (1 buah) <i>LPG-burner (1 piece)</i>	300 000
5. Harga glantang dan andang <i>Stick and rack price</i>	258 750
6. Upah pengovenan dan sortasi <i>Wages for curing and sorting</i>	82 667
7. Harga LPG 188.6 kg <i>LPG price</i>	188 600
8. Harga daun tembakau 2 073 kg <i>Tobacco leaves price</i>	621 900
9. Harga jual krosok 202.5 kg <i>202.5 kg FC tobacco leaves price</i>	951 675

