Audit Energi pada Proses Produksi Beras Studi Kasus di Kabupaten Aceh Besar

(Energy Audit In The Rice Production Process Case Study In Aceh Besar District)

Hasrizal¹, Sri Purnamasari¹, Diswandi Nurba^{1*}

Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala

**Corresponding author: diswandinurba@unsyiah.ac.id*

Abstrak. Audit energi akan membantu petani padi dalam proses produksi beras untuk mengetahui kebutuhan energi dan efisiensi penggunaan alat dan mesin pertanian. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kebutuhan energi dan efisiensi alat dan mesin pertanian pada proses produksi beras, serta untuk mengetahui peluang penghematan energi yang dapat dilakukan. Metode penelitian ini dimulai dari pengumpulan data penggunaan energi untuk dilakukan perhitungan terhadap energi tersebut pada setiap proses produksi beras dimana setiap input energinya dikonversikan dalam satuan MJ (Mega Joule). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa total konsumsi energi untuk menghasilkan 1 kg beras di kabupaten Aceh Besar adalah 27,77 MJ, meliputi konsumsi energi manusia 0,031 MJ, konsumsi energi bahan bakar 2,98 MJ, dan konsumsi energi listrik 24,76 MJ. Terdapat 3 tahapan proses yang menyebabkan energi terbuang, yaitu pada proses pengolahan lahan dengan energi tidak terpakai mencapai 0,078 MJ/kg, pada proses pengangkutan dengan energi tidak terpakai mencapai 0,0015 MJ/kg, dan akibat ketidak disiplin tenaga kerja dengan energi tidak terpakai mencapai 0,00016 MJ/kg beras. Upaya penghematan yang dapat dilakukan adalah memperhatikan kondisi lahan agar lebih rata dan tidak terlalu berair serta tidak terlalu dalam, menggantikan alat yang sudah terlalu tua, mengoperasikan kendaraan sesuai kapasitas angkut, mengadakan perbaikan jalan akses, dan mencukupkan waktu istirahat selama 2 jam tanpa adanya waktu istirahat tambahan.

Kata Kunci : Audit Energi, Produksi Beras, Konsumsi Energi

Abstract. Energy audits will help rice farmers in the rice production process to find out the energy needs and the efficiency of agricultural tools and machinery. The purpose of this study is to determine the energy requirements and efficiency of agricultural tools and machinery in the rice production process, and to find out the energy saving opportunities that can be done. This research method starts from collecting data of energy usage for calculating the energy in each rice production process where each input's energy is converted in units of MJ (Mega Joule). The results of this study indicate that the total energy consumption to produce 1 kg of rice in Aceh Besar district is 27.77 MJ, which includes human energy consumption of 0.031 MJ, fuel energy consumption of 2.98 MJ, and electricity energy consumption of 24.76 MJ. There are 3 stages of the process that cause wasted energy, namely in the process of processing land with unused energy reaching 0.078 MJ / kg, in the transportation process with unused energy reaching 0.0015 MJ / kg, and due to the lack of discipline of labor with unused energy reaching 0,00016 MJ / kg of rice. The saving effort that can be done is to pay attention to the condition of the land to be more flat and not too runny and not too deep, replace the old equipment, operate the vehicle according to transport capacity, make repairing access road and provide rest periods for 2 hours without rest additional.

Keywords: Energy Audit, Rice Production, Energy Consumption.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Aceh merupakan salah satu Provinsi sentra produksi padi yang ditargetkan akan mampu melakukan swasembada beras dan menjadi lumbung pangan nasional. Provinsi Aceh yang terdiri atas 23 Kabupaten semuanya menghasilkan padi kecuali Sabang. Dari 22 Kabupaten penghasil padi di Provinsi

Aceh, Aceh Besar memiliki lahan sawah yang produktif dengan luas tanam mencapai 36.554 hektar. Khusus dalam peningkatan produksi pertanian padi, proses yang meliputi kegiatan prapanen hingga proses pasca panen memerlukan dukungan berbagai sarana dan prasarana produksi yang efektif, diantaranya adalah dukungan alat dan mesin pertanian secara menyeluruh dan *full* mekanisasi hingga padi siap dikemas dalam bentuk beras. Sistem mekanisasi yang diterapkan di kalangan petani padi kerap menghasilkan pemborosan energi yang pada akhirnya akan berdampak pada kerugian petani itu sendiri, baik karena kurang paham maupun kurang peduli petani terhadap pemborosan energi. Oleh karena itu, penggunaan energi yang efektif dan efisien sama dengan menghemat biaya produksi dan berakibat pada peningkatan daya saing di pasar global. Audit energi akan membantu petani padi dalam proses produksi beras untuk mengetahui kebutuhan energi dan efisiensi penggunaan alat dan mesin pertanian mulai dari persiapan lahan sampai penggilingan padi hingga menjadi beras secara rinci pada setiap tahapan prosesnya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kebutuhan energi dan efisiensi penggunaan alat dan mesin pertanian mulai dari persiapan lahan sampai penggilingan padi hingga menjadi beras. Serta untuk mengetahui peluang penghematan energi yang dapat dilakukan pada tahapan proses produksi beras di kabupaten Aceh Besar.

METODOLOGI PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2017 sampai Maret 2018 di Kabupaten Aceh Besar.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah serangkaian alat dan peralatan mesin produksi, meteran, timbangan, tang ampere, alat tulis, kalkulator, dan seperangkat komputer. Selanjutnya bahan yang digunakan adalah kuesioner yang berisi serangkaian pertanyaan yang harus dijawab oleh responden.

Prosedur Penelitian

a. Batasan Sistem

Dalam pelaksanaan audit energi, sistem yang akan diteliti perlu dibatasi yang meliputi

1. Produksi beras yang dimaksud adalah meliputi pengolahan lahan sawah hingga menjadi beras yang sudah siap dikarungkan.
2. Semua kegiatan proses produksi dianggap tetap setiap tahun dalam keadaan normal.
3. Pada saat pengamatan rinci, setiap tahapan proses produksi beras yang diamati dianggap merupakan tahapan proses produksi yang dapat diputuskan dari tahapan sebelum dan sesudahnya.

4. Pengamatan terhadap proses produksi beras dilakukan secara berurutan mengikuti setiap tahapan yang terjadi.
5. Kebutuhan energi manusia yang dihitung hanya yang langsung berhubungan dengan setiap tahapan proses produksi beras, tidak termasuk juru tulis, bagian administrasi, dan penjaga pabrik penggilingan padi.
6. Masukan energi listrik dan bahan bakar, hanya dihitung sebagai input energi pada tiap tahapan produksi yang mengkonsumsinya.

b. Parameter Penelitian

1. Kebutuhan Energi Manusia yang meliputi jumlah tenaga kerja tiap produksi, jumlah jam kerja, jumlah produksi beras dan nilai kalor biologis manusia.
2. Kebutuhan Energi Listrik yang meliputi jenis alat, jumlah alat, lama penggunaan alat, daya, tegangan dan arus listrik yang terpasang dan terukur, faktor daya listrik, efisiensi dan jumlah produksi beras.
3. Kebutuhan Energi Bahan Bakar Solar dan Bensin yang meliputi konsumsi solar dan bensin, nilai kalor solar, nilai kalor bensin dan jumlah produksi beras.
4. Efisiensi Penggunaan Energi yang digunakan adalah energi input, energi output, kapasitas terukur dan kapasitas terpasang pada setiap tahapan produksi.

c. Metode Pengambilan Data

Data yang digunakan ada dua yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dengan cara:

- a. Pengamatan dan pengukuran pada proses budidaya padi. Data yang diambil yaitu spesifikasi alat, jumlah konsumsi bahan bakar, dan waktu penggunaan alat dalam proses budidaya.
- b. pengamatan dan pengukuran pada proses pengangkutan padi. Data yang diambil berupa jenis kendaraan, konsumsi bahan bakar, jarak tempuh, jumlah trip pengangkutan, jumlah padi yang diangkut, jumlah tenaga kerja dan jumlah jam kerja.
- c. Pengamatan dan pengukuran pada peralatan yang menggunakan listrik. Data yang diambil adalah kuat arus listrik terukur pada setiap alat dan mesin.

Selanjutnya data sekunder diperoleh dengan cara:

- a. Observasi, yaitu teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara mengadakan pengamatan secara langsung pada setiap proses produksi beras.
- b. Interview, yaitu teknik mengumpulkan data yang dilakukan melalui proses tanya jawab (wawancara) dengan pihak-pihak petani setempat yang berkaitan langsung dengan objek yang diamati.
- c. Pembagian koesioner, mengumpulkan data berisi sejumlah pertanyaan yang harus dijawab oleh responden untuk kemudian hasil rekapitulasi jawaban tersebut akan diolah dan dianalisis.
- d. Studi perpustakaan, dilakukan dengan membaca literatur-literatur yang berkaitan dengan tema audit energi pada produksi beras yang berupa buku-buku bacaan, buletin, brosur, jurnal dan artikel-artikel lainnya.

Analisa Data

Perhitungan terhadap masukan energi yang digunakan, dilakukan pada setiap tahap produksi yang telah ditentukan, dimana setiap input energi pada proses produksi beras dikonversikan dalam satuan yang sama yaitu MJ (Mega Joule).

Kebutuhan energi manusia dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Inayah, 2013):

$$E_{tm} = \frac{(n \times T \times N_{em})}{J_b} \dots\dots\dots 1$$

Keterangan :

- E_{tm} : Konsumsi energi tenaga manusia dalam kegiatan produksi beras tiap kilogram (MJ/kg)
- n : Jumlah tenaga kerja (orang)
- T : Waktu orang bekerja (Jam/hari)
- N_{em} : Nilai kalor manusia (MJ/jam)
- J_b : Jumlah produksi beras per hari (kg/hari)

Besarnya energi listrik yang digunakan untuk memproduksi tiap kg beras didekati persamaan berikut (Cahyono, 1999) :

$$E_l = \frac{D \times t \times \eta}{J_p} \dots\dots\dots 2$$

$$D = V \times I \times \cos \theta \times \text{konstanta fasa} \dots\dots\dots 3$$

Keterangan :

- E_l : Energi listrik yang digunakan untuk memproduksi tiap kg beras (MJ/kg beras)
- t : Waktu pemakaian alat (jam)
- J_p : jumlah produksi yang dihasilkan pada tiap tahapan produksi (kg).
- V : Tegangan (volt)
- I : Arus (ampere)
- $\cos \theta$: Faktor daya
- D : Daya motor/mesin terukur (Watt)
- Konstanta fasa = fasa 3 (= $\sqrt{3}$), fasa 2 (= 1)

Solar digunakan sebagai bahan bakar pembangkit tenaga diesel. Jumlah energi bahan bakar solar dalam kegiatan pengolahan untuk memproduksi tiap kilogram beras adalah (Mutiara, 2003):

$$E_{bs} = \frac{(n \times t \times N)}{J_b} \dots\dots\dots 4$$

Keterangan :

- E_{bs} : Bahan bakar solar untuk memproduksi tiap kg beras (MJ/kg)
- n : Kebutuhan solar tiap jam (liter/jam)
- t : Jam jalan pembangkit tenaga diesel (jam/hari)

N : Nilai kalor bahan bakar solar (MJ/liter)

Secara umum besarnya energi yang berasal dari bahan bakar untuk proses produksi dalam kegiatan pra panen untuk setiap kg produk pertanian didekati dengan menggunakan persamaan berikut (Cahyono, 1999):

$$Ebb1 = (Jbb \times Cbb) / Jp1 \dots\dots\dots 5$$

Untuk menghitung besarnya energi bahan bakar yang digunakan pada tiap tahapan proses produksi dalam industri pertanian didekati dengan persamaan berikut (Cahyono, 1999):

$$Ebb2 = (Jbb \times Cbb) / Jp2 \dots\dots\dots 6$$

Keterangan:

Ebb1 : Jumlah energi bahan bakar yang diperlukan untuk tiap kg produk hasil pertanian (MJ/kg).

Ebb2 : Jumlah energi bahan bakar yang diperlukan untuk tiap kg produk dalam industri pertanian (MJ/kg).

Cbb : Nilai unit energi bahan bakar (MJ/kg)

Jbb : Jumlah bahan bakar yang diperlukan pada tiap tahapan proses (kg)

Jp1 : Jumlah produk yang dihasilkan pada tiap tahapan proses produksi produk hasil pertanian (kg).

Jp2 : Jumlah produk yang dihasilkan pada tiap tahapan proses produksi suatu produk hasil pertanian (kg).

Sehingga total energi bahan bakar yang tersimpan dalam tiap kg produk suatu industri adalah (Cahyono, 1999):

$$Etot = \frac{Ebb1}{Rd} + Ebb2 \dots\dots\dots 7$$

Keterangan:

Etot : Total energi bahan bakar yang tersimpan dalam tiap kg produk dalam tiap kg produk suatu industry (MJ/kg)

Rd : Rendemen (%)

Menurut Inayah (2013), perhitungan pada penggunaan energi adalah sebagai berikut:

- a. Efisiensi riil, perbandingan antara jumlah energi berguna dengan jumlah energi input, dengan persamaan :

$$Efisiensi\ riil = (UE/IE) \times 100 \% \dots\dots\dots 8$$

Keterangan :

Efisiensi riil : Efisiensi riil penggunaan energi (%)

UE : Energi berguna (MJ)

IE : Input energi (MJ)

- b. Efisiensi teknis, perbandingan antara kapasitas alat/mesin terukur dengan kapasitas alat/mesin terpasang, dengan persamaan :

$$\text{Efisiensi} = \frac{\text{Kapasitas alat /mesin terukur}}{\text{Kapasitas alat/mesin terpasang}} \times 100 \% \dots\dots\dots 9$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsumsi Energi pada Proses Produksi Beras di Kabupaten Aceh besar

Perhitungan konsumsi energi pada proses produksi beras di Kabupaten Aceh Besar meliputi rangkaian kegiatan yang dimulai dari proses pengolahan lahan sawah hingga proses penggilingan gabah menjadi beras yang sudah siap dikarungkan, dimana semua kegiatan proses produksi dianggap tetap setiap tahun dalam keadaan normal. Pengamatan terhadap produksi beras di Kabupaten Aceh Besar dilakukan secara berurutan mengikuti setiap tahapan proses. Kebutuhan energi manusia yang dihitung hanya yang langsung berhubungan dengan setiap tahapan proses produksi beras, tidak termasuk juru tulis, bagian administrasi, dan penjaga pabrik penggilingan padi, sedangkan kebutuhan energi listrik dan bahan bakar, hanya dihitung sebagai input energi pada tiap tahapan produksi yang mengkonsumsinya.

Konsumsi Energi Manusia

Pada proses pemeliharaan tanaman merupakan yang paling banyak mengkonsumsi energi manusia, yaitu sebesar 0,0074 MJ/kg. Hal ini disebabkan oleh banyaknya memerlukan tenaga manusia pada proses penyiangan, yaitu mencapai 25 orang per 5 hektar produksi beras, dengan waktu kerja 6 jam/hari tidak termasuk waktu istirahat. Penggunaan energi manusia relatif kecil pada proses penanaman benih, yaitu sebesar 0,0025 MJ/kg. Penanaman bibit padi digunakan alat mekanis *Rice Transplanter*, sehingga pada proses ini tidak membutuhkan terlalu banyak energi manusia, hanya membutuhkan 10 orang pekerja per 5 hektar sawah dengan waktu kerja 6 jam/hari tidak termasuk waktu istirahat, Rincian penggunaan energi manusia yang digunakan pada masing-masing proses produksi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Penggunaan Energi Manusia.

No	Kegiatan	Energi (MJ/kg beras)
1	Pengolahan Lahan	0,004924
2	Pembibitan	0,003693
3	Penanaman	0,002462
4	Pemeliharaan	
	Pemupukan	0,000615
	Penyemprotan	0,000615
	Penyiangan	0,006154
5	Pemanenan dan Perontokan	0,003693
6	Pengangkutan	0,003693
7	Pengeringan, Penggilingan dan Pengarungan	0,004924
	Total	0,030722

Sumber: Data diolah, 2018

Konsumsi Energi Bahan Bakar Minyak

Total penggunaan energi bahan bakar minyak pada proses produksi beras di Kabupaten Aceh Besar adalah 2,98 MJ/kg. Masing-masing dari penggunaan energi bahan bakar bensin sebesar 0,34 MJ/kg dan penggunaan bahan bakar solar sebesar 2,64 MJ/kg. Jumlah energi bahan bakar solar lebih tinggi dibandingkan dengan energi bahan bakar bensin, hal ini dikarenakan dari setiap rangkaian proses produksi lebih banyak menggunakan peralatan mekanis yang menggunakan bahan bakar solar dibandingkan dengan bensin. Rincian konsumsi energi bahan bakar pada produksi beras di Kabupaten Aceh Besar dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Penggunaan Energi Bahan Bakar Minyak.

No.	Penggunaan Bahan Bakar	Energi (MJ/kg beras)
1	Pengolahan Lahan *	1,46017
2	Penanaman **	0,06846
3	Pengapian pada <i>Dryer</i> ** Pemanenan dan Perontokan	0,27382
4	*	0,85177
5	Pengangkutan *	0,32448
Total		2,97869

*Solar **Bensin

Sumber: Data diolah, 2018

Konsumsi Energi Listrik

Kebutuhan energi listrik untuk kegiatan produksi beras di Kabupaten Aceh Besar dimulai dari proses pengeringan gabah sampai dengan beras siap dikemas membutuhkan total energi listrik sebesar 24,76 MJ/kg beras. Konsumsi energi listrik terbesar terjadi pada proses penggilingan gabah menjadi beras sampai kegiatan pemutihan beras di mesin *Polisher* selesai, yaitu mencapai 19,79 MJ/kg beras. Hal ini dikarenakan pada proses tersebut menggunakan 2 buah mesin *Polisher* batu dan 4 buah mesin *Polisher* biasa, sedangkan konsumsi energi terkecil terjadi pada proses pengapian di tungku pemanas *Dryer*, yaitu 0,11 MJ/kg beras. Perincian penggunaan energi listrik yang digunakan pada masing-masing proses dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Konsumsi Energi Listrik

No.	Kegiatan	Energi (MJ/kg)
1	Proses Sortasi Gabah	
	Menaikkan gabah	0,450090
	Sortasi	0,414556
	Jumlah	0,864646
2	Proses pengeringan	
	<i>Mix Flow Rotating Dryer</i>	0,118445
	Blower	2,368893

	Jumlah	2,487338
3	Proses Pemanasan	
	Pengapian	0,037279
	Penggerak	0,071067
	Jumlah	0,108346
4	Proses Penggilingan	
	Menaikkan gabah kering ke silo	0,225045
	Sortasi debu dan sisa tangkai	0,355334
	Menaikkan gabah ke Husker	0,225045
	<i>Husker</i>	0,944284
	<i>Paddy Separator</i>	0,170560
	Menaikkan gabah ke Husker dan Polisher batu	0,450090
	Polisher Batu	5,691578
	Polisher	11,383156
	Pemisah menir	0,118445
	Menaikkan gabah ke silo	0,225045
	Jumlah	19,788581
5	Proses Pembuangan Limbah	
	Sekam	0,983091
	Dedak	0,509312
	Jumlah	1,492403
6	Proses Pengarungan	
	Bag Clossing	0,022858
	Jumlah	0,022858
	Total	24,764171

Sumber: Data diolah, 2018

Besarnya konsumsi energi untuk menghasilkan 1 kg beras di Kabupaten Aceh Besar adalah 27,77 MJ, meliputi konsumsi energi manusia 0,031 MJ, konsumsi energi bahan bakar 2,98 MJ, dan konsumsi energi listrik sebesar 24,76 MJ. Konsumsi energi listrik terlihat lebih besar dibandingkan dengan energi manusia dan bahan bakar, hal ini dikarenakan proses penggilingan padi yang dimulai dari pengeringan gabah hingga menjadi beras yang sudah siap dikurungan keseluruhannya menggunakan energi listrik.

Peluang Penghematan Energi

1. Pengolahan Lahan

Total konsumsi energi pada proses ini adalah 1,46 MJ/kg beras. Kapasitas lapang efektif dari pengolahan lahan adalah 0,67 Ha/jam, sedangkan kapasitas lapang teoritis Traktor jenis ISEKI TG5470 adalah 1,5 Ha/jam. Oleh sebab itu, efisiensi yang dihasilkan adalah sebesar 44,67%. Dengan demikian pada proses pengolahan lahan ini efisiensinya berada dibawah 50% dan merupakan kinerja mesin yang kurang efisien, dengan jumlah energi tidak terpakai mencapai 0,078

MJ/kg beras, sehingga terbuangnya energi tersebut akan berdampak pengaruhnya terhadap jumlah hasil produksi. Berdasarkan dari hasil wawancara terhadap operator Traktor di Kabupaten Aceh Besar tidak efisiennya kinerja mesin disebabkan oleh kondisi lahan pada saat pembajakan yang sangat berair sehingga rentan terjadi slip pada saat pengoperasian, faktor lain adalah tingkat keterampilan operator pada saat melakukan belokan pada saat memutar, semakin kecil area bedeng sawah akan semakin banyak waktu yang hilang, karena efisiensi waktu yang kurang untuk menggarap area sawah yang kecil.

Pengangkutan

Alat yang digunakan untuk pengangkutan padi dari sawah ke tempat penggilingan atau ke tempat penyimpanan sementara adalah mobil Pick Up Mitsubishi L-300 keluaran tahun 1994 berbahan bakar solar dengan jarak tempuh rata-rata adalah 4 km. Penggunaan bahan bakar pada proses pengangkutan adalah 0,27 MJ/kg beras. Hasil tersebut didapat dengan muatan angkutan 2 ton/jam, sedangkan kapasitas muatan mobil bisa mencapai 2,54 ton, sehingga terdapat energi tidak terpakai mencapai 0,0015 MJ/kg beras yang dapat berpengaruh terhadap hasil produksi beras.

Untuk meningkatkan produktivitas kerja dalam proses pengangkutan padi di Kabupaten Aceh Besar dapat dilakukan dengan menggantikan alat pengangkut yang lebih baru dan pembangunan infrastruktur jalan akses menuju area persawahan yang lebih bagus, sehingga produktifitas kerja dalam pengangkutan bisa lebih baik.

Energi Manusia

Keseluruhan proses produksi beras di Kabupaten Aceh Besar memiliki jam kerja rata-rata adalah 8 jam, sedangkan jam kerja efektifnya adalah 6 jam dengan perkiraan waktu istirahat siang rata-rata mencapai 2 jam. Namun demikian dari sela-sela waktu 6 jam kerja tersebut seringkali petani menyisipkan waktu istirahatnya lagi antara pagi menjelang siang untuk waktu minum dan bersantai sejenak. Waktu ini bisa berlangsung bahkan sampai 30 menit, sehingga sisa waktu kerja rata-rata yang digunakan hanya 5,5 jam. Pemborosan waktu kerja sebesar 30 menit tersebut terdapat energi tidak terpakai mencapai 0,00016 MJ/kg beras. Upaya penghematan yang dapat dilakukan adalah dengan memaksimalkan waktu istirahat selama 2 jam tanpa adanya waktu istirahat tambahan.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil audit energi pada proses produksi beras di Kabupaten Aceh Besar dapat disimpulkan bahwa:

1. Total konsumsi energi untuk menghasilkan 1 kg beras di Kabupaten Aceh Besar adalah 27,77 MJ/kg, terdiri atas konsumsi energi manusia sebesar 0,031 MJ/kg, konsumsi energi bahan bakar sebesar 2,98 MJ/kg, dan konsumsi energi listrik sebesar 24,76 MJ/kg. Konsumsi energi berdasarkan tahapan proses produksi per 1 kg beras, yaitu proses pengolahan lahan sebesar 1,47 MJ/kg, proses pembibitan sebesar 0,0037 MJ/kg, proses penanaman sebesar 0,071 MJ/kg, proses pemeliharaan sebesar 0,0074 MJ/kg, proses pemanenan sebesar 0,86 MJ/kg, proses pengangkutan sebesar 0,33 MJ/kg, dan proses penggilingan sebesar 25,04 MJ/kg.
2. Dari proses pengolahan lahan, energi yang tidak terpakai adalah sebesar 0,078 MJ/kg, pada proses pengangkutan energi yang tidak terpakai sebesar 0,0015 MJ/kg, dan energi manusia yang dapat dihemat adalah sebesar 0,00016 MJ/kg.
3. Upaya penghematan yang dapat dilakukan adalah dengan memperhatikan kondisi lahan agar lebih rata dan tidak terlalu berair, menggantikan alat yang sudah terlalu tua yang tidak layak untuk dioperasikan lagi, mengoperasikan kendaraan sesuai kapasitas angkut, serta mengadakan perbaikan jalan akses, dan mencukupkan waktu istirahat selama 2 jam tanpa adanya waktu istirahat tambahan.

Saran

Keadaan peralatan dan mesin produksi perlu diperhatikan dan melakukan perawatan secara rutin, supaya efisiensi kerja tetap terjaga dengan hasil

DAFTAR PUSTAKA

- Cahyono, P.D. 1999. Audit energi pada proses produksi gula tebu di PT. Pabrik gula krebet baru I Malang Jawa Timur. Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Inayah, T.A. 2013. Audit energi pada proses produksi CPO (Crude Palm Oil) di PMKS PT. Condong Garut Jawa Barat. Skripsi Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Mutiara. 2003. Audit energi pada proses produksi *Crude Palm Oil* (CPO) di PT. Condong Garut Jawa Barat. Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.