

Studi Karakteristik dan Efek Getaran pada Traktor Tangan Menggunakan Software Oscilloscope for Windows

(Study of characteristic and vibration effects on power tiller using software oscilloscope for windows)

I.B. Suryaningrat¹⁾, Siswoyo Soekarno¹⁾ dan Dimas Ananta Gama²⁾

¹⁾ Lab. Manajemen dan Sistem Industri Pertanian, Fak. Teknologi Pertanian- UNEJ

²⁾ Alumni Fakultas Teknologi Pertanian- UNEJ Jl. Kalimantan 1, Jember 68121

Diterima 20 Oktober 2006, Disetujui 18 Maret 2007

ABSTRACT

Vibration comes with things using engine as it's motor, on purpose or not. On farming works with mechanical equipments, vibration is daily friends for farmer, for example farmer that using power tiller to cultivate their farm soil. The purpose of this research is to learn power tiller characteristic and to evaluate power tiller vibration effect to the operator body while the operator operate the power tiller. This research is using the media of software oscilloscope for windows version 2.5.1, magnetical oil which is usually used on guitar to strength the sounds, and a PC. The research start with arranging the coil to PC and then activate software oscilloscope for windows version 2.5.1. Then running the tractor, so the graphical vibration can be shown on the PC screen. In this research, the interviews are with done the operator about the vibration experienced after running the power tiller as the comparison result. When the power tiller is idle, the vibration affected by RPM. On operative power tiller, the vibration affected by RPM and soil condition too. The vibration that was felt by the operator, on the range 1200 RPM until 1800 RPM on flat soil and operated soil is ranging between very light until light. This is also based by the size of amplitude from graphic as a comparison. Sensitive vibration of power tiller which can tolerate by human body is range between 2 Hz until 6 Hz. But in this research, discovered sound frequency with range between 138 Hz until 1446 Hz.

Keywords : vibration, power tiller, oscilloscope for windows version 2.5.1.

PENDAHULUAN

Pada masa lalu manusia umumnya menggunakan tenaga manusia maupun tenaga hewan untuk membajak tanah persawahan. Namun pada masa modern ini, peran manusia dan hewan dalam mengolah tanah persawahan banyak digantikan oleh tenaga-tenaga mesin seperti traktor besar, traktor sedang, maupun traktor tangan. Penggunaan mesin-mesin ini banyak digunakan karena waktu yang dibutuhkan untuk mengolah tanah lebih cepat dan efisien bila digunakan untuk area yang cukup luas.

Pada perkembangannya, banyak petani yang mempunyai areal persawahan yang tidak terlalu luas. Untuk petani-petani ini, traktor tangan menjadi alternatif terbaik bagi mereka, karena pengoperasiannya yang cukup mudah.

Akan tetapi ternyata penggunaan traktor tangan dalam mengolah tanah ini dapat menimbulkan permasalahan. Seperti halnya kendaraan dan alat-alat berat lainnya, ternyata traktor tangan ini juga menimbulkan getaran yang relatif besar. Seperti yang diketahui, getaran-getaran pada peralatan bermesin ini, biasanya tidak diinginkan dan akan selalu menjadi bahan pertimbangan yang penting dalam mendesain suatu mesin. Getaran yang ditransmisikan ke lingkungan sekeliling mungkin akan mempunyai efek yang kurang baik pada sistem yang lain. Getaran ini selain akan memberikan efek yang tidak baik pada mesin juga akan memberikan efek buruk pada operator traktor tangan tersebut. Getaran ini akan terasa pada tangan dan dada operator. Akibat yang ditimbulkan getaran ini dimulai dengan rasa pegal-pegal pada bahu dan tangan, sampai pada kelelahan dan rasa tidak nyaman pada pengoperasian traktor tangan ini (Salokhe, 1996).

Ada dua kemungkinan penyebab sumber getaran ini, yaitu tanah yang dilalui oleh traktor tangan ini dan kecepatan putar motor penggerak traktor tangan itu sendiri. Bila tanah yang diolah traktor tangan ini banyak bergelombang, maka getaran yang ditimbulkan akan semakin besar. Begitu juga dengan sistem transmisinya, semakin besar kecepatan putar mesin traktor tangan, maka semakin besar pula getaran yang ditimbulkannya. Pada dasarnya getaran ini terdiri atas dua jenis, yaitu

Alamat kini: Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, Jl. Kalimantan 1, Jember 68121

* Penulis untuk korespondensi. Telp. +62-331-331321784, E-mail: suryaningrat@fptp.unej.ac.id

sinusoidal dan *random*. Pada jenis *sinusoidal* getaran terjadi berulang-ulang dan dapat diprediksi. Sedangkan untuk jenis *random*, getarannya terjadi secara acak dan tidak dapat diprediksi.

Studi tentang getaran ini sendiri telah sejak lama dilakukan, agar bisa mengurangi terjadinya getaran, sehingga dapat menekan efek buruk dari getaran itu sendiri. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari karakteristik getaran traktor tangan sehingga dapat mengevaluasi efek getaran yang terjadi pada operatornya.

METODOLOGI

Lokasi penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Instrumentasi dan Laboratorium Rekayasa Alat dan Mesin Pertanian Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknnologi Pertanian, Universitas Jember, pada bulan juni 2006.

Alat dan Bahan Penelitian

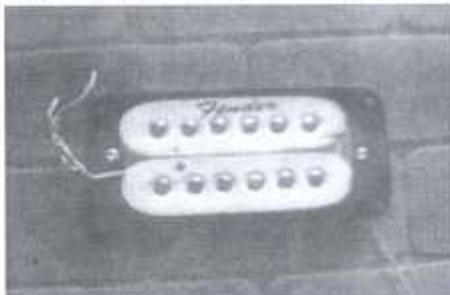
Alat dan bahan yang digunakan selama penelitian ini adalah seperangkat PC, kabel penghubung, traktor tangan, penguat suara.

Tahapan Persiapan Penelitian

Pada tahap persiapan ini hal-hal yang perlu dilakukan adalah mempersiapkan alat dan bahan yang akan dilakukan dalam penelitian dan merangkai kumparan magnetik dengan perangkat PC yang dihubungkan dengan kabel penghubung.

Tahapan Pengambilan Data

Data yang diambil adalah data berupa grafik osilasi dari traktor tangan yang ditampilkan pada monitor komputer, data yang didapat dari wawancara dengan operator yang berupa data pendukung. Langkah-langkah yang dilakukan adalah mengaktifkan *software oscilloscope for windows*, kemudian meletakkan kumparan magnetik pada bagian dekat mesin traktor yang paling keras suaranya. Langkah berikutnya adalah mengoperasikan traktor tangan dengan perlakuan-perlakuan seperti menggunakan kecepatan putar 1200; 1500; 1800 RPM, jenis tanah yang digunakan tanah datar dan tanah olah, dan dengan menggunakan operator yang berbeda usia.



Gambar 1 : Penguat suara sebagai pengganti sensor getaran.



(a)



(b)

Gambar 2. Operator mengoperasikan traktor tangan pada tanah datar (a) dan pada tanah olah (b).

Pengamatan pada traktor tangan adalah pada bagian setir yang berhubungan langsung dengan operator. Pengambilan data dimulai dengan pengoperasian traktor tangan dan dengan mengklik tombol on line pada software, hingga keluar grafik osilasi pada layar. Kemudian menekan tombol hold untuk mengunci grafik yang telah terbentuk tadi. Langkah terakhir melakukan wawancara dengan operator-operator traktor tangan, sebagai pembandingan silang.

Tahap Pengumpulan Data

Pengumpulan data ini dilakukan tiga macam kecepatan putar mesin, yaitu 1200, 1500 dan 1800 RPM. Untuk tanah, yang digunakan hanya tanah datar dan tanah olah, dengan tiga orang operator yang berbeda usia. Pengumpulan data ini dilakukan dengan masing-masing operator mengoperasikan traktor tangan pada tanah olah dan tanah datar dengan putaran mesin 1200, 1500 dan 1800 RPM.

Tahapan Pengolahan Data

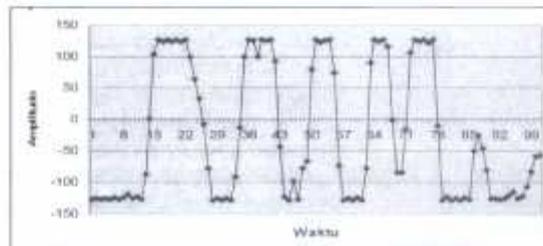
Pada tahap pengolahan data ini dilakukan dengan menggunakan program *software MS Excel*, dengan menampilkan grafik *oscilloscope* berdasarkan data yang diperoleh dengan berbagai perlakuan yang dilakukan. Dan hasil yang diperoleh dalam bentuk grafik *oscilloscope* tersebut akan dibandingkan dengan hasil wawancara tentang efek getaran yang terjadi pada operator.

HASIL DAN PEMBAHASAN

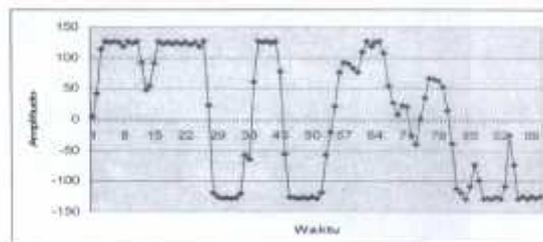
Tanah Datar

Pada pengambilan data di tanah datar didapatkan sembilan buah grafik osilasi yang masing-masing menunjukkan karakter getaran pada traktor tangan.

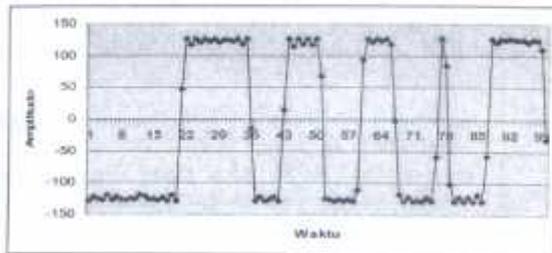
Gambar 3 menunjukkan hubungan antara amplitudo dan waktu, pada saat satu menit tersebut terjadi empat kali gelombang yang frekuensinya adalah sebesar: 785,1 Hz. Dengan kondisi tanah yang datar tetapi tidak rata ini yang dirasakan operator adalah rasa tegang dan pegal pada bagian lengan dan sedikit pada bagian bahunya. Sedangkan getaran yang dirasakan oleh operator bila digunakan skala 1-5, operator merasakan pada skala yang paling rendah, dengan artian getaran ini hampir tidak terasa atau sangat ringan.



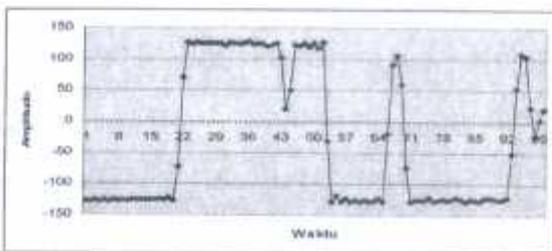
Gambar 3. Grafik hubungan antara amplitudo dan waktu dari *power tiller* pada putaran 1200 RPM, pada tanah datar, dengan operator yang berusia sekitar 40 tahunan.



Gambar 4. Grafik hubungan antara Amplitudo dan Waktu dari *Power Tiller* pada putaran 1200 RPM, pada tanah datar, dengan operator yang berusia sekitar 20 tahunan.



Gambar 5. Grafik hubungan antara Amplitudo dan Waktu dari *Power Tiller* pada putaran 1200 RPM, pada tanah datar, dengan operator yang berusia pertengahan 20 tahunan.



Gambar 6. Grafik hubungan antara Amplitudo dan Waktu dari *Power Tiller* pada putaran 1500 RPM, pada tanah datar, dengan operator yang berusia sekitar 40 tahunan.

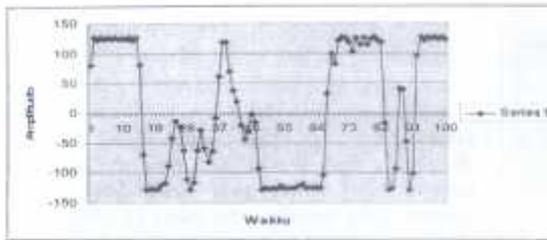
Pada **Gambar 4** menunjukkan hubungan antara amplitudo dan waktu dari traktor tangan pada putaran 1200 RPM, pada operator yang berusia sekitar 20 tahunan ini, skala getaran yang dirasakan berada pada skala satu, yang artinya getaran tersebut dirasakan oleh operator sebagai getaran yang sangat ringan. Sedangkan pengaruh dari getaran yang sangat ringan tersebut pada operator sendiri adalah rasa pegal pada bagian lengannya. Pada grafik tersebut terjadi tiga kali gelombang getaran dengan frekuensi yang besarnya 685,5 Hz.

Pada **Gambar 5** menunjukkan hubungan antara amplitudo dan waktu pada 1200 RPM ini terjadi empat kali gelombang yang besarnya frekuensi adalah 657,8 Hz. Pada saat tersebut besarnya getaran yang diterima oleh operator tersebut bila diberi skala 1-5. Yang diterima oleh operator tersebut hanya sebesar satu saja atau dirasakan sangat ringan oleh operator tersebut. Dari getaran yang sangat ringan tersebut, operator hanya merasakan rasa pegal dan rasa tidak nyaman pada bagian lengan atas.

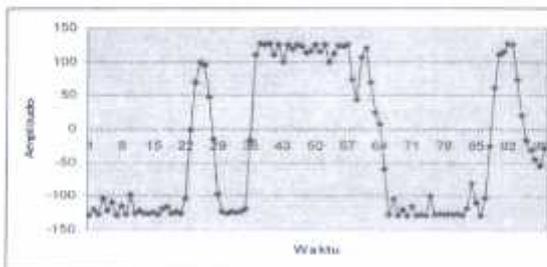
Pada *power tiller* yang dioperasikan oleh operator yang berusia sekitar 40-an tahun dan dilakukan pada putaran 1500 RPM seperti yang ditunjukkan **Gambar 6** ini terdapat tiga kali gelombang yang besarnya frekuensinya adalah 761,4 Hz. Dengan pemberian skala getaran yang sama, operator merasakan getaran pada *power tiller* ini sebesar satu yaitu tegangan yang terasa sangat ringan yang dirasakan oleh operator. Efek dari getaran yang sangat ringan tersebut, operator merasakan rasa yang tidak nyaman pada bagian lengan bawah dan atas seperti pegal dan tegang.

Pada grafik oscilloscope yang dihubungkan pada traktor tangan dengan kecepatan putar 1500 RPM ini juga didapatkan 3 buah gelombang yang frekuensinya sebesar 757,9 Hz. Pada saat-saat ini yang dirasakan oleh operator adalah rasa tegang pada bagian lengan dengan skala getaran sebesar satu atau sangat ringan (**Gambar 7**)

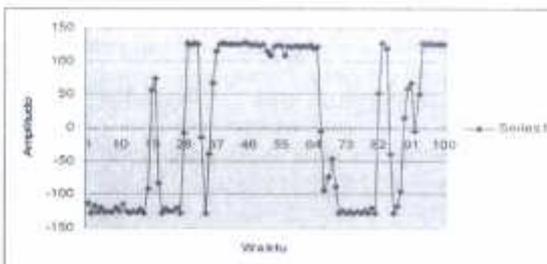
Pada **Gambar 8** menunjukkan hubungan antara amplitudo dan waktu dari traktor tangan dengan perputaran mesin sebesar 1500 RPM ini hanya terjadi dua kali gelombang, yang besar frekuensinya adalah 453,3 Hz. Dari keterangan grafik tersebut operator traktor tangan hanya merasakan rasa pegal pada bagian lengan dengan skala getaran sebesar satu. Dari **Gambar 9** tersebut terjadi empat kali gelombang yang frekuensinya sebesar 974 Hz. Pada kondisi tanah datar tapi tidak rata ini operator hanya merasakan skala getaran sebesar satu, dengan rasa tegang pada bagian lengan dan bahu.



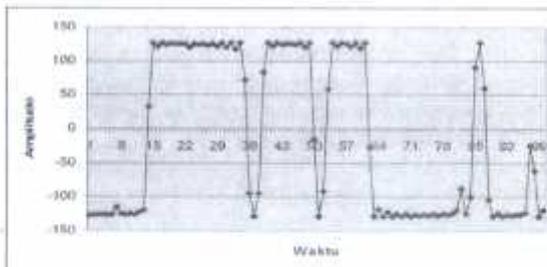
Gambar 7. Grafik hubungan antara Amplitudo dan Waktu dari *Power Tiller* pada putaran 1500 RPM, pada tanah datar, dengan operator yang berusia sekitar 20 tahunan.



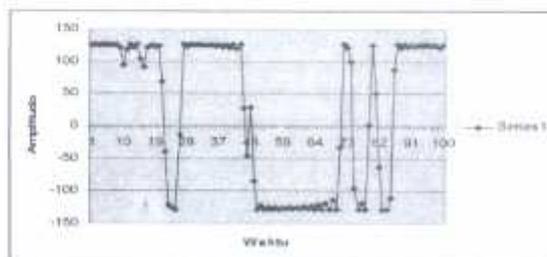
Gambar 8. Grafik hubungan antara Amplitudo dan Waktu dari *Power Tiller* pada putaran 1500 RPM, pada tanah datar, dengan operator yang berusia pertengahan 20 tahunan.



Gambar 9. Grafik hubungan antara Amplitudo dan Waktu dari *Power Tiller* pada putaran 1800 RPM, pada tanah datar, dengan operator yang berusia sekitar 40 tahunan.



Gambar 10. Grafik hubungan antara Amplitudo dan Waktu dari *Power Tiller* pada putaran 1800 RPM, pada tanah datar, dengan operator yang berusia sekitar 20 tahunan.



Gambar 11. Grafik hubungan antara Amplitudo dan Waktu dari *Power Tiller* pada putaran 1800 RPM, pada tanah datar, dengan operator yang berusia pertengahan 20 tahun.

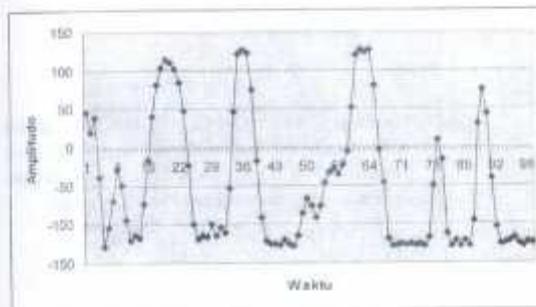
Pada **Gambar 10** menunjukkan hubungan antara amplitudo dan waktu, dengan operator berusia awal 20 tahunan, dengan kondisi tanah yang datar ini terjadi tiga kali gelombang yang besar frekuensinya adalah 470,5 Hz. Getaran yang dirasakan oleh operator pada saat ini adalah rasa pegal pada bagian lengan dengan skala getaran yang sebesar satu atau sangat ringan.

Pada **Gambar 11** menunjukkan hubungan antara amplitudo dan waktu pada traktor tangan yang berputar pada 1800 RPM dengan operatornya yang berusia 25 tahunan, dengan kondisi tanah datar ini terjadi empat kali gelombang, yang frekuensinya sebesar 1446,8 Hz. Dari grafik osilasi ini operator merasakan tegangan pada bagian lengannya dengan skala getaran yang dirasakan hanya sebesar satu.

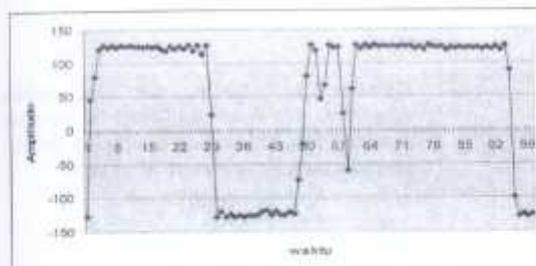
Tanah Olah

Pengambilan data tanah olah ini dilakukan di sebelah selatan workshop. Dari tanah olah ini juga didapatkan sembilan data.

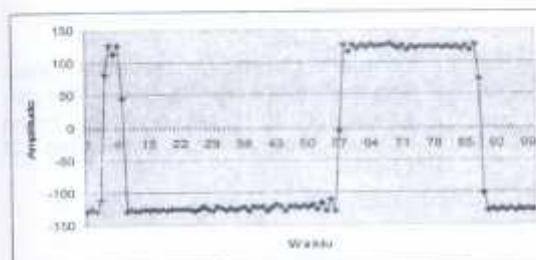
Pada **Gambar 12** menunjukkan hubungan antara waktu dan amplitudo dengan operator berusia sekitar 40 tahunan pada tanah olah ini terjadi empat kali gelombang dengan besar frekuensi 640,9 Hz. Getaran yang dirasakan oleh operator ini berada pada skala dua yang berarti getaran tersebut ringan dengan bagian tubuh yang paling terasa oleh getaran tersebut yaitu pada lengan dan bahu dengan rasa pegal dan tidak nyaman pada bagian-bagian tersebut.



Gambar 12. Grafik hubungan antara Amplitudo dan Waktu dari *Power Tiller* pada putaran 1200 RPM, pada tanah olah, dengan operator yang berusia sekitar 40 tahunan.



Gambar 13. Grafik hubungan antara Amplitudo dan Waktu dari *Power Tiller* pada putaran 1200 RPM, pada tanah olah, dengan operator yang berusia awal 20 tahunan.

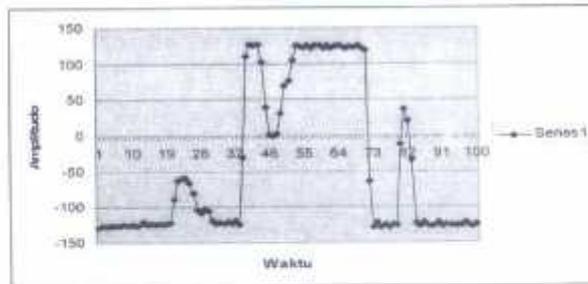


Gambar 14. Grafik hubungan antara Amplitudo dan Waktu dari *Power Tiller* pada putaran 1200 RPM, pada tanah olah, dengan operator yang berusia pertengahan 20 tahun.

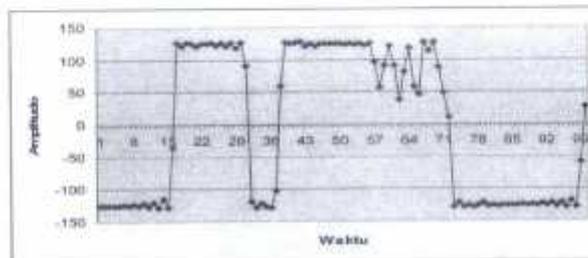
Pada **Gambar 13** grafik hubungan antara waktu dan amplitudo dengan operator berusia awal 20 tahunan pada tanah olah ini terjadi dua kali gelombang yang frekuensinya sebesar 560,9 Hz. Skala getaran yang dirasakan oleh operator sebesar satu yang berarti getaran itu sangat kecil. Getaran ini berpengaruh pada bagian lengan operator dengan rasa pegal yang tidak nyaman. Bentuk grafik osilasi ini dikarenakan banyaknya lubang-lubang kecil pada lahan sehingga terdapat seperti getaran-getaran kecil pada grafik osilasi tersebut.

Pada **Gambar 14** grafik hubungan antara waktu dan amplitudo dengan operator berusia sekitar 25 tahunan ini hanya terdapat satu buah gelombang yang besar frekuensinya 188,7 Hz. Pada saat ini operator hanya merasakan rasa pegal pada bagian lengan karena skala getaran yang sangat kecil. Pada tanah olah ini banyak terdapat lubang-lubang kecil sehingga grafik osilasinya tidak banyak terdapat gelombang.

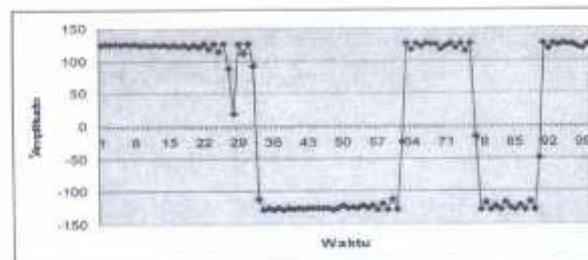
Dari grafik osilasi antara waktu dan amplitudo pada putaran 1500 RPM dengan menggunakan operator yang berusia sekitar 40 tahunan pada tanah olah seperti yang ditunjukkan **Gambar 15** ini hanya didapat satu buah gelombang, dengan besar frekuensi 909,1 Hz. Pada saat ini operator merasakan skala getaran yang kecil, dengan bagian-bagian tubuh yang merasakan getaran tersebut terdapat pada lengan dan bahu yang ditandai dengan rasa pegal.



Gambar 15. Grafik hubungan antara Amplitudo dan Waktu dari *Power Tiller* pada putaran 1500 RPM, pada tanah olah, dengan operator yang berusia sekitar 40 tahunan.



Gambar 16. Grafik hubungan antara Amplitudo dan Waktu dari *Power Tiller* pada putaran 1500 RPM, pada tanah olah, dengan operator yang berusia awal 20 tahunan.



Gambar 17. Grafik hubungan antara Amplitudo dan Waktu dari *Power Tiller* pada putaran 1500 RPM, pada tanah olah, dengan operator yang berusia pertengahan 20 tahunan.

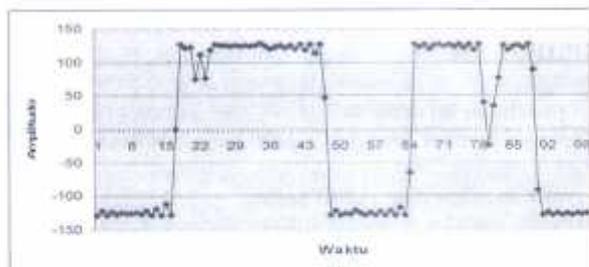
Pada **Gambar 16** menunjukkan hubungan antara amplitudo dan waktu dengan perputaran 1500 RPM ini terdapat dua buah gelombang yang besar frekuensinya adalah 318,8 Hz. Dengan keadaan tanah yang tidak rata menyebabkan tidak terjadinya gelombang secara sempurna.

Pada saat ini operator merasakan getaran yang sangat kecil dengan skala satu. Bagian tubuh operator yang merasakan getaran ini berada pada bagian lengan atas dengan rasa pegal yang tidak nyaman.

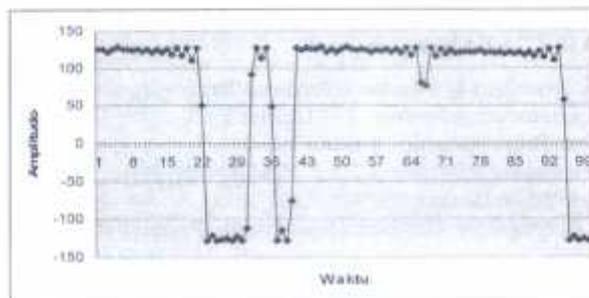
Pada **Gambar 17** grafik osilasi yang menunjukkan hubungan antara waktu dan amplitudo power tiller dengan putaran mesin 1500 RPM yang dioperasikan pada tanah olah dengan operator berusia 25 tahun ini hanya memiliki satu buah frekuensi, yang besarnya 232,6 Hz. Operator power tiller ini merasakan getaran pada skala satu, yang artinya getaran tersebut sangat kecil. Bagian tubuh operator yang merasakan getaran ini adalah pada bagian lengan, dengan efek yang membuat lengan terasa pegal.

Pada **Gambar 18** grafik osilasi yang menunjukkan hubungan antara amplitudo dan waktu pada power tiller, dengan menggunakan operator yang berusia sekitar 40 tahunan pada tanah olah ini mempunyai dua buah gelombang yang frekuensinya sebesar 437,5 Hz.

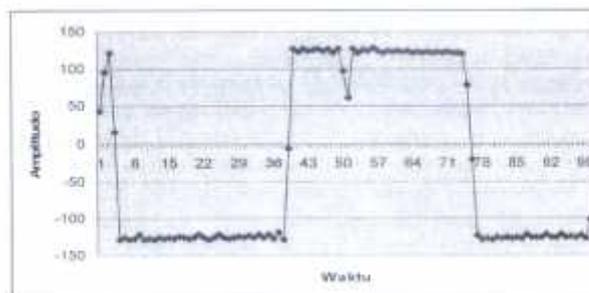
Grafik osilasi ini menunjukkan keadaan lahan yang tidak rata sehingga membuat perubahan suara pada power tiller. Pada saat-saat tersebut operator merasakan skala getaran pada angka dua, yang berarti getaran power tiller ini ringan. Bagian tubuh yang paling berpengaruh pada getaran ini terdapat pada bagian lengan dan bahu. Dengan rasa pegal dan tegang sebagai efeknya.



Gambar 18. Grafik hubungan antara Amplitudo dan Waktu dari Power Tiller pada putaran 1800 RPM, pada tanah olah, dengan operator yang berusia sekitar 40 tahunan.



Gambar 19. Grafik hubungan antara Amplitudo dan Waktu dari Power Tiller pada putaran 1800 RPM, pada tanah olah, dengan operator yang berusia awal 20 tahunan.



Gambar 20. Grafik hubungan antara Amplitudo dan Waktu dari Power Tiller pada putaran 1800 RPM, pada tanah olah, dengan operator yang berusia pertengahan 20 tahunan.

Pada **Gambar 19** grafik osilasi yang menunjukkan hubungan antara amplitudo dan waktu pada power tiller, dengan menggunakan operator yang berusia awal 20 tahunan pada tanah olah ini memiliki dua gelombang yang frekuensinya sebesar 441,9 Hz. Skala getaran yang diterima oleh operator pada saat tersebut berada pada angka dua, yang berarti getaran tersebut terasa ringan. Dan bagian tubuh yang paling terasa oleh getaran tersebut ada pada bagian lengan atas. Dengan rasa pegal sebagai efeknya.

Dari **Gambar 20** menunjukkan hubungan antara amplitudo dan waktu, dengan kecepatan putar 1800 RPM pada tanah olah ini terdapat hanya satu gelombang yang besar frekuensinya adalah 138,9 Hz. Pada grafik ini hanya menunjukkan satu gelombang dikarenakan lahan yang dilalui relative rata sehingga power tiller tidak perlu mengeluarkan tenaga terlalu banyak, sehingga tidak banyak terjadi perubahan-perubahan suara.

Getaran yang dirasakan oleh operator berada pada skala satu, yang berarti getaran tersebut terasa sangat ringan. Bagian tubuh operator yang paling merasakan efek getaran tersebut adalah lengan, yang efeknya adalah perasaan pegal pada lengan.

Hasil dari penelitian ini adalah semakin tinggi putaran mesin traktor tangan akan semakin meningkatkan getaran yang diterima oleh operator. Berubahnya putaran mesin ini juga diakibatkan oleh lahan yang dihadapi, pada tanah olah yang tanahnya cenderung bergelombang akan mengakibatkan secara tidak langsung bertambahnya RPM. Untuk operator, semakin tinggi getaran yang dirasakan akan menyebabkan rasa pegal pada lengannya. Getaran yang diterima operator pada saat mengoperasikan traktor tangan berkisar antara sangat kecil dan kecil saja.

KESIMPULAN

Beberapa hal yang bisa disimpulkan dari penelitian ini adalah,

1. Semua peralatan yang menggunakan mesin sebagai sumber tenaganya pasti menghasilkan getaran sebagai efek sampingnya.
2. Getaran pada *power tiller* yang terbaca pada grafik *oscilloscope*, relatif sama.
3. Untuk operator yang berusia muda, dari semua perlakuan menunjukkan bahwa getaran yang dirasakan mereka adalah getaran yang sangat kecil sampai kecil. Dan bagian tubuh yang paling terasa oleh efek getaran tersebut adalah bagian lengan dan kadang bahu.

DAFTAR PUSTAKA

1. Balasankari. (2004). *Whole Body Vibration Transmitted to Tractor Operators During Agricultural Operations*. International Agricultural Engineering Journal, 13 (1&2): 58-63
2. Hardjosentono. (1996). *Mesin-mesin Pertanian*. Bumi Aksara. Jakarta
3. Konstantin,Z. (1996-1997). *Oscilloscope for windows 95 Version 2.5.1*. Zeld@polly. Phys. Msu. su
4. Prasetyo, (1992). *Mengerti Fisika*. Andi Offset, Yogyakarta
5. Saptie, Sujana dan Nishino Osamu. (2000). *Pengukuran Alat-alat Ukur Listrik*. Pradnya Paramita. Jakarta
6. Seto, W. B. S. diterjemahkan oleh Darwin Sebayang. (1997). *Getaran Mekanis*. Erlangga, Jakarta
7. Salokhe, Majumder, Islam. (1995). *Vibration Characteristics of a Power Tiller*. Journal of Terramechanics, Vol. 32, No. 4, pp. 181-197
8. Soekarno, S. (1997). *Mempelajari Pola Pengolahan Tanah Terhadap Kapasitas Kerja Traktor Kecil Berimplemen Bajak Rotawi*. Lemlit-Unej. Jember
9. Thomson, W. T. Diterjemahkan oleh Lea Prasetyo. (1995). *Teori Getaran Dengan Penerapannya*. Edisi Kedua. Erlangga. Jakarta.



Analisis Ekonomi Penggunaan Bahan Bakar Organik pada Pembuatan Gula Kelapa Tradisional

(Economic analysis of organic fuel in traditional coconut sugar production)

Hamid Ahmad¹, I.B. Suryaningrat¹, Galis Marzuki²

¹Lab. Rekayasa Alat dan Mesin Pertanian FTP-UNEJ, Jl. Kalimantan 1 Jember 68121

²Alumni Fakultas Teknologi Pertanian-UNEJ, Jl. Kalimantan 1 Jember 68121

Diterima 15 Januari 2007/ Disetujui 20 Maret 2007

ABSTRACT

Limited availability of fire wood, air pollution, low hignity of processing are the major problems in traditional coconut sugar production. Availability of klampis husk and corn husk are not used as fuel alternative. The objectives of this research were to study the capacity, technical efficiency and economical aspects of organic fuel in traditional coconut sugar production. Purposive sampling method was used in this research to determine research area. Data collection was conducted through direct experiment and discussion with key persons at the production unit. Capacity, processing efficiency, NPV and sensitivity analysis have been conducted in this research. This research found that fire capacity for klampis husk, corn husk and jati wood are 64 kg, 70.5 kg and 84 kg respectively. The efficiency of all materials was 15,37 %. The value of NPV was positive for all materials. BEP in the coconut sugar processing using klampis husk, corn husk and jati wood were 964,25 kg, 1,132,98 kg and 2,608,02 kg respectively. The details of the result are explained in this paper.

Key words : klampis husk, corn husk, jati wood, coconut sugar production, economic analysis, processing efficiency

PENDAHULUAN

Tanaman kelapa merupakan salah satu sumber minyak nabati. Selain itu tanaman kelapa juga merupakan sumber pendapatan bagi jutaan keluarga petani, sumber devisa negara serta penyedia lapangan kerja.

Salah satu produk pohon kelapa adalah gula kelapa. Perkembangan *home industry* gula kelapa sangat perlu untuk dipromosikan, karena bisnis gula kelapa ini dipandang lebih menguntungkan dari pada penjualan buah kelapa (Soekarno, 1999).

Bahan organik merupakan bahan yang berasal dari makhluk hidup, baik berupa produk maupun buangan. Penggunaan kulit buah klampis dan tongkol jagung sebagai bahan bakar pada pengolahan gula kelapa dirasakan lebih menguntungkan dari pada penggunaan kayu bakar. Di samping mudah didapat, banyak terdapat di sekitar daerah penelitian, penggunaan kulit buah klampis dan tongkol jagung merupakan pemanfaatan bahan sisa yang selama ini tidak pernah dilirik oleh masyarakat.

Persediaan kayu yang semakin terbatas jumlahnya, merupakan kendala yang dihadapi oleh pengrajin gula kelapa dalam proses pembuatan gula kelapa. Dengan semakin menipisnya kayu bakar, sangatlah mungkin akan terjadi kenaikan harga kayu bakar. Selain itu banyaknya penjarahan kayu di hutan, sehingga dapat mengganggu kelestarian lingkungan hidup dan permasalahan polusi asap pembakaran kayu yang berdampak buruk bagi lingkungan sekitar, keadaan dapur masak yang kumuh dan kurang higienisnya gula kelapa yang dihasilkan. Berdasarkan permasalahan tersebut, kulit buah klampis dan tongkol jagung dirasa dapat dijadikan sebagai bahan bakar alternatif pengganti kayu yang lebih murah, mudah didapat dan dapat mengatasi masalah polusi pada pengolahan gula kelapa secara tradisional.

Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan untuk mempelajari kapasitas pembakaran dan efisiensi teknis serta aspek ekonomis penggunaan berbagai bahan bakar organik pada pengolahan gula kelapa tradisional.

Alamat kini: Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, Jl. Kalimantan 1 Jember 68121

* Penulis untuk korespondensi, Telp +62-331-321785, E-mail: siswoyo@ftp.unej.ac.id

METODOLOGI

Penelitian tentang analisis ekonomis penggunaan bahan bakar organik pada pembuatan gula kelapa tradisional ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2005 sampai dengan bulan November 2005 di Desa Lojejer Kecamatan Wuluhan Kabupaten Jember Propinsi Jawa Timur. Pengambilan data pada penelitian ini menggunakan beberapa cara/metode yaitu sebagai berikut.

1. Pengamatan (*observasi*)

Metode ini merupakan suatu cara pengumpulan data melalui pengamatan secara langsung pada saat pengolahan gula kelapa. Pada penelitian ini pengambilan data dilakukan satu kali pengulangan dengan tiga macam bahan bakar yaitu kayu jati, tongkol jagung dan kulit buah klampis. Metode ini digunakan untuk mendapatkan data-data yang berkaitan dengan analisis efisiensi teknis, kapasitas pembakaran dan biaya variabel.

2. Metode wawancara (*interview*)

Metode ini menggunakan kuisioner dan wawancara langsung dengan pihak terkait untuk memperoleh informasi tentang data-data yang berkaitan dengan analisis ekonomi. Penelitian ini menggunakan *purposive sampling method* dengan pertimbangan tempat penelitian merupakan pusat penghasil gula kelapa. Proses wawancara dilakukan dengan para responden yang terdiri atas 5 pengrajin gula kelapa di Desa Lojejer..

3. Studi Pustaka

Metode Analisis Data

A. Kapasitas Pembakaran

$$\text{Kapasitas Pembakaran} = \frac{\text{Konsumsi Bahan Bakar}}{\text{Waktu Pengolahan}} \dots\dots\dots (1)$$

B. Analisis Efisiensi Teknis

1. Efisiensi pengolahan gula kelapa

$$\text{Efisiensi Pengolahan} = \frac{\text{Berat Gula Kelapa}}{\text{Berat Nira Kelapa}} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

2. Efisiensi energi pengolahan gula kelapa

$$\text{Efisiensi Energi Bahan Bakar} = \frac{Q_p}{E} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

- Q_p = Energi yang dimanfaatkan (KJ) = $E_p + E_{p_{uap}}$
= $(m_s \cdot cp \cdot \Delta T) + (Hfg \cdot m_{uap})$
- E_p = Energi untuk menaikkan suhu nira (KJ)
- $E_{p_{uap}}$ = Energi untuk menguapkan nira kelapa (KJ)
- m_s = Berat nira kelapa yang dipanaskan (Kg)
- cp = Panas jenis nira kelapa (KJ/Kg °C) = 4,232 KJ/Kg °C
- ΔT = Perubahan suhu pemasakan (°C)
- Hfg = Panas laten nira kelapa = 2.238 KJ/Kg (Sucipto, 1999)
- m_{uap} = Berat nira - Berat gula kelapa (Kg)
- E = Kebutuhan energi bahan bakar (KJ) = $K \times C$
- K = Jumlah bahan bakar yang dipakai (Kg)
- C = Nilai panas bahan bakar (KJ/Kg)

C. Analisis Ekonomi

1. Analisis Biaya

$$TC = TFC + TVC \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

- TC = Total cost (Rp).
- TFC = Total fixed cost (Rp).
- TVC = Total variable cost (Rp).

Biaya-biaya yang diperhitungkan untuk pembuatan gula kelapa adalah sebagai berikut.

a. Biaya Tetap (*Fixed Cost*)

1) Penyusutan

$$D = \frac{P - S}{n} \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

D = Penyusutan per tahun (Rp).

P = Harga pokok (Rp).

S = Nilai akhir atau nilai sisa (Rp).

n = Umur ekonomis alat/mesin (tahun).

2) Suku Bunga Modal (Nilai investasi)

$$I = \frac{(P + S)}{2} \times i \dots\dots\dots (6)$$

di mana :

I = Suku bunga modal (nilai investasi) (Rp),

P = Harga pokok (Rp).

i = Suku bunga bank (%).

S = Nilai akhir (Rp).

3) Pajak, Asuransi dan Bangunan (TIS)

$$\text{Pajak, asuransi dan bangunan (TIS)} = 1,25\% \times P \dots\dots\dots (7)$$

4) Perbaikan dan Pemeliharaan

$$R \& M = 2\% \times (P - S) \times \frac{T}{100} \dots\dots\dots (8)$$

di mana :

$R \& M$ = Biaya perbaikan dan pemeliharaan (Rp).

T = Jam kerja dalam 1 tahun (jam).

b. Biaya Tidak Tetap (*Variable Cost*).

1) Biaya bahan baku yaitu nira kelapa.

2) Biaya bahan pendukung yaitu kapur, *Natrium metabisulfit* dan buah kelapa.

3) Biaya pemakaian bahan bakar yaitu kayu bakar, tongkol jagung, kulit buah klampis.

4) Upah tenaga kerja.

2. Analisis Penerimaan dan Pendapatan

$$TR = Y \times P \dots\dots\dots (9)$$

di mana :

TR = Total penerimaan (Rp).

Y = Hasil produksi yang dicapai (Kg).

P = Harga jual produksi per satuan (Rp/Kg).

$$Pd = TR - TC \dots\dots\dots (10)$$

di mana :

Pd = Pendapatan bersih (Rp).

TR = Total penerimaan (Rp).

TC = Total biaya (Rp).

3. Analisis Kelayakan

a. Analisis *Net Present Value* (NPV)

$$NPV = -I + (TR - TC) (P/A, i\%, n) + SV (P/F, i\%, n) \dots\dots\dots (11)$$

di mana :

I = Investasi awal (Rp).

TR = Total penerimaan (Rp).

TC = Total biaya (Rp).

i = Suku bunga bank (%).

SV = Nilai sisa (*salvage value*) (Rp).

a. Analisis B/C ratio

$$B/C \text{ Ratio} = \frac{(TR - TC)(P/A, i\%, n)}{I + D(P/A, i\%, n) + R \& M(P/A, i\%, n)} \dots\dots\dots(12)$$

di mana :

 D = penyusutan (Rp). $R \& M$ = biaya perawatan dan perbaikan (Rp).4. Analisis Ketidakpastian yaitu analisis *BEP* (*Break Event Point*)

$$BEP = X = \frac{TFC}{P - c} \dots\dots\dots(13)$$

di mana :

 P = Harga jual setiap produksi. c = Biaya variabel setiap produk.5. Analisis *Sensitivitas*

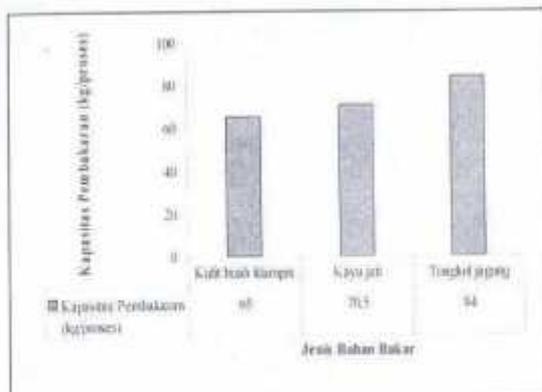
Pada analisis ini dilihat perubahan nilai NPV dengan mengkondisikan penerimaan mengalami penurunan sebesar 15% dan 30% serta biaya operasional mengalami kenaikan sebesar 15%, 30% dan 45%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

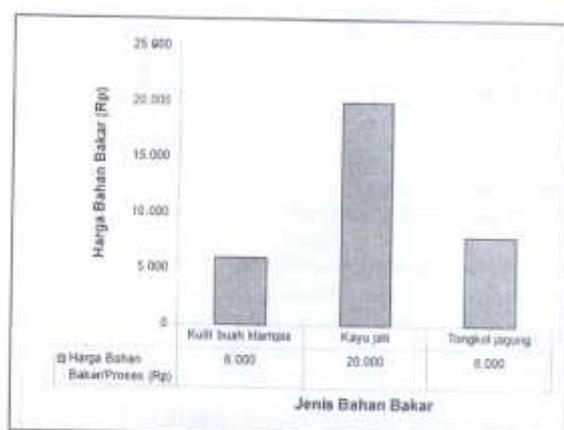
Kapasitas Pembakaran

Produksi nira yang dihasilkan dari penyadapan pohon kelapa sebanyak 120 liter, sehingga sebagai perbandingan digunakan nira kelapa sebanyak 120 liter dengan menggunakan 2 wajan berkapasitas 40 liter dan 3 kali penuangan kedalam wajan. Untuk lebih jelasnya mengenai kapasitas pembakaran dapat dilihat pada **Gambar 1**.

Dalam keadaan lapang, 64 kg kulit buah klampis sama dengan 1 karung kulit buah klampis dengan ukuran besar, 70,5 kg kayu jati sama dengan 2 pikul kayu jati dan 84 kg tongkol jagung sama dengan 2 karung tongkol jagung ukuran besar. Harga 1 karung kulit buah klampis sebesar Rp. 6.000,-, 1 pikul kayu jati sebesar Rp. 10.000,- dan 1 karung tongkol jagung sebesar Rp. 4.000,-. Maka dalam sekali proses biaya dibutuhkan untuk bahan bakar adalah Rp. 6.000,- bila menggunakan kulit buah klampis, Rp. 20.000,- bila menggunakan kayu jati dan Rp. 8.000,- bila menggunakan tongkol jagung. Secara ekonomis, dalam sekali proses penggunaan bahan bakar kulit buah klampis lebih hemat dari penggunaan bahan bakar yang lain. Perbedaan harga yang dikeluarkan untuk membeli bahan bakar kulit buah klampis, kayu jati dan tongkol jagung dalam sekali proses pengolahan gula kelapa dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 1. Diagram batang kapasitas pembakaran untuk penggunaan tiga jenis bahan bakar pada pengolahan gula kelapa



Gambar 2. Diagram batang perbedaan harga bahan bakar tiap proses pengolahan gula kelapa

Analisis Efisiensi Teknis

Analisis efisiensi teknis yang dibahas dalam penelitian ini terdiri dari dua macam, yaitu analisis efisiensi pengolahan gula kelapa dan analisis Efisiensi energi pengolahan gula kelapa.

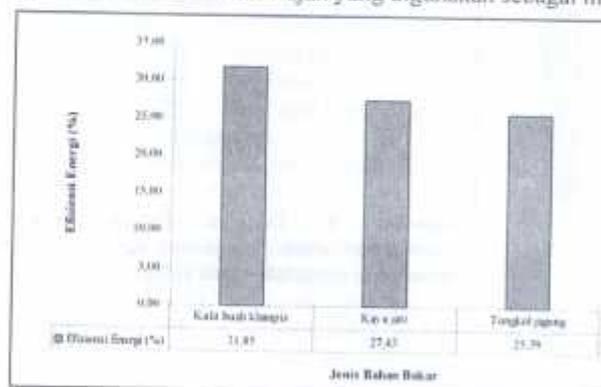
1. Efisiensi Pengolahan Gula Kelapa

Pengolahan gula kelapa dengan menggunakan bahan bakar kulit buah klampis, kayu jati dan tongkol jagung menghasilkan efisiensi yang sama, sebesar 15,37%. Nilai efisiensi pemasakan nira yang sama diakibatkan nira yang dipergunakan untuk penelitian sama, berasal dari pohon kelapa yang sama, sehingga menghasilkan gula kelapa dengan randemen yang sama. Dengan efisiensi pengolahan sebesar itu, dalam sehari atau satu kali pengolahan pengrajin akan mendapatkan pemasakan sebesar Rp. 82.000,- dengan ketentuan gula kelapa yang dihasilkan dari pengolahan 120 liter nira kelapa adalah sebanyak 20 kg dan harga gula kelapa Rp.4.100,-/kg. Menurut Hieronimus (1993), nira kelapa mengandung gula pada konsentrasi 7,5% hingga 20%. Sedangkan palungun (1992), mengatakan bahwa randemen pengolahan gula kelapa sebesar 15%.

2. Efisiensi Energi Pengolahan Gula Kelapa

Efisiensi Energi pengolahan gula kelapa merupakan perbandingan antara energi yang dimanfaatkan oleh nira kelapa untuk mengentalkan nira kelapa tersebut dengan energi yang dikeluarkan oleh bahan bakar. Energi yang dimanfaatkan oleh nira kelapa terdiri dari dua macam yaitu energi untuk menaikkan suhu nira kelapa dan energi untuk menguapkan nira kelapa. Perbandingan efisiensi energi pengolahan gula kelapa dapat dilihat pada Gambar 3.

Menurut Suryaningrat (1997), efisiensi energi pembakaran langsung dalam tungku dapat mencapai 40%. Energi panas dari bahan bakar tidak langsung diserap oleh nira kelapa, kebutuhan energi yang besar digunakan untuk memanaskan ruang pembakaran pada tungku, dinding tungku dan untuk memanaskan wajan yang digunakan sebagai media pemasakan nira kelapa.



Gambar 3. Diagram batang efisiensi energi penggunaan tiga jenis bahan bakar pada pengolahan gula kelapa

Tabel 1. Biaya tetap usaha pengolahan gula kelapa menggunakan 3 jenis bahan bakar

No	Jenis Bahan Bakar	Investasi (Rp)	Depresiasi (Rp)	Bunga Modal (Rp)	T/S (Rp)	R&M (Rp)	TFC (Rp)
1	Kulit Buah Klampis	523.500	180.000	128.115	11.250	293.500	1.126.365
2	Kayu Jati	523.500	180.000	128.115	11.250	378.000	1.220.865
3	Tongkol Jagung	523.500	180.000	128.115	11.250	367.290	1.210.155

Tabel 2. Biaya tidak tetap pengolahan gula kelapa menggunakan 3 jenis bahan bakar

No	Jenis Bahan Bakar	Nira Kelapa (Rp)	Natrium m (Rp)	Kapur (Rp)	Parutan Kelapa (Rp)	Bahan Bakar (Rp)	Tenaga Kerja (Rp)	FVC (Rp)
1	Kulit Buah Klampis	5.754.000	21.000	17.500	30.625	2.100.000	12.600.000	20.523.125
2	Kayu Jati	5.754.000	21.000	17.500	30.625	7.000.000	12.600.000	25.423.125
3	Tongkol Jagung	5.754.000	21.000	17.500	30.625	2.800.000	12.600.000	21.223.125

Analisis Ekonomi

Berdasarkan analisis ekonomi ini diharapkan dapat diketahui nilai lebih penggunaan bahan bakar organik (kulit buah klampis, kayu jati dan tongkol jagung) pada pengolahan gula kelapa.

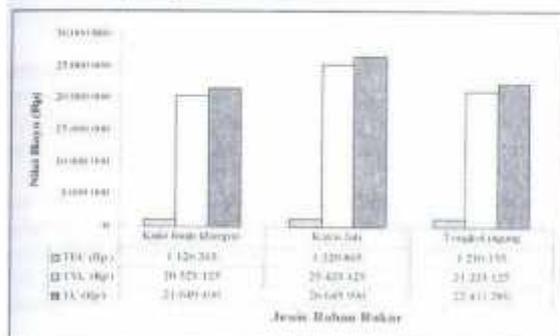
1. Analisis biaya

Biaya tetap untuk masing-masing penggunaan bahan bakar dalam pengolahan gula kelapa dapat dilihat dalam **Tabel 1**. Sedangkan biaya tidak tetap untuk masing-masing penggunaan bahan bakar dalam pengolahan gula kelapa dapat dilihat dalam **Tabel 2**. Perbandingan biaya-biaya yang dikeluarkan untuk penggunaan bahan bakar kulit buah klampis, kayu jati dan tongkol jagung untuk pengolahan gula kelapa disajikan pada **Gambar 4**.

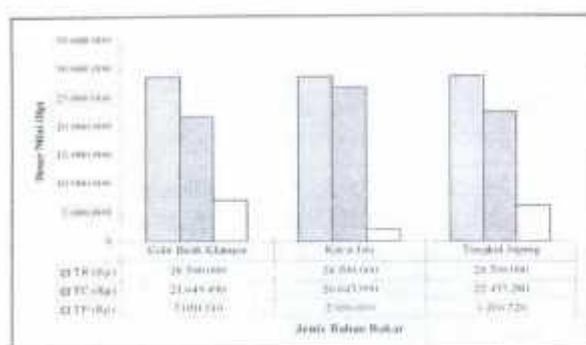
Perbedaan yang biaya terjadi karena harga bahan bakar kayu jati jauh lebih mahal dari pada harga bahan bakar kulit buah klampis, sedangkan harga bahan bakar tongkol jagung sedikit lebih mahal dari harga bahan bakar kulit buah klampis. Dengan kata lain, penggunaan bahan bakar kulit buah klampis relatif lebih hemat dari pada penggunaan bahan bakar kayu jati dan tongkol jagung.

2. Analisis Penerimaan dan Pendapatan

Sumber penerimaan usaha gula kelapa berasal dari penjualan hasil produksinya yaitu gula kelapa. Penerimaan (pendapatan kotor) yang diperoleh bergantung pada harga penjualan dan jumlah produksinya. Setiap hari pengolahan gula kelapa yang dilakukan oleh pengrajin di lokasi penelitian dengan menggunakan bahan baku nira kelapa sebanyak 120 liter menghasilkan 20 kg gula kelapa. Perbedaan penerimaan dan pendapatan yang diperoleh pada ketiga penggunaan bahan bakar tersebut disajikan pada **Gambar 5**.



Gambar 4. Diagram batang biaya-biaya pada usaha pengolahan gula kelapa dengan menggunakan tiga jenis bahan bakar



Gambar 5. Diagram batang penerimaan dan pendapatan pada usaha pengolahan gula kelapa dengan menggunakan tiga jenis bahan bakar

Tabel 3. Total biaya tetap yang digunakan dalam analisis *NPV* dan *B/C Ratio* pada usaha pengolahan gula kelapa dengan menggunakan tiga jenis bahan bakar

No	Jenis Bahan Bakar	D (Rp)	I (Rp)	TIS (Rp)	R&M (Rp)	TFC (Rp)	TVC (Rp)	TC (Rp)
1	Kulit Buah Klampis	180.000	128.115	11.250	283.500	602.665	20.523.125	21.125.990
2	Kayu Jati	180.000	128.115	11.250	378.000	697.365	25.423.125	26.120.490
3	Tongkol Jagung	180.000	128.115	11.250	367.290	696.655	21.223.125	21.909.780

Rendahnya pendapatan pada pengolahan gula kelapa dengan menggunakan bahan bakar kayu jati karena total biayanya paling tinggi, yaitu pada biaya pemeliharaan dan perbaikan dan biaya pembelian bahan bakar. Sedangkan untuk total biaya pada penggunaan bahan bakar kulit buah klampis dan tongkol jagung jauh lebih rendah dari penggunaan bahan bakar kayu jati dan total biaya pada penggunaan bahan bakar kulit buah klampis paling rendah. Dengan demikian penggunaan bahan bakar kulit buah klampis dan tongkol jagung untuk pengolahan gula kelapa jauh lebih menguntungkan dari penggunaan bahan bakar kayu jati.

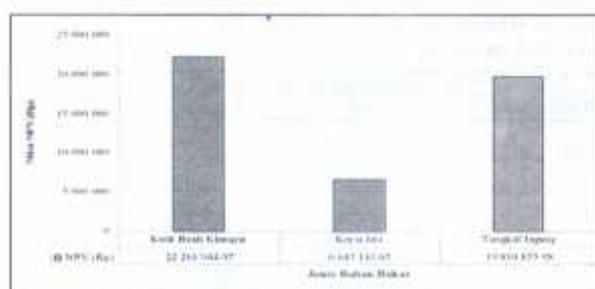
3. Analisis Kelayakan Ekonomi

Analisis kelayakan ekonomi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah analisis *Net Present Value (NPV)* dan analisis *Benefit Cost Ratio (B/C Ratio)*. Total biaya tetap yang digunakan dalam analisis *NPV* dan *B/C Ratio* berbeda dengan total biaya tetap pada perhitungan total biaya (*TC*). Total biaya tetap yang digunakan dalam analisis *NPV* dan *B/C Ratio* hanya untuk peralatan yang memiliki biaya penyusutan, bunga modal, pajak, asuransi dan bangunan, serta pemeliharaan dan perbaikan, dalam hal ini tidak menyertakan investasi (Duniati, 2005). Total biaya tetap yang digunakan dalam analisis *NPV* dan *B/C Ratio* dapat dilihat pada Tabel 3.

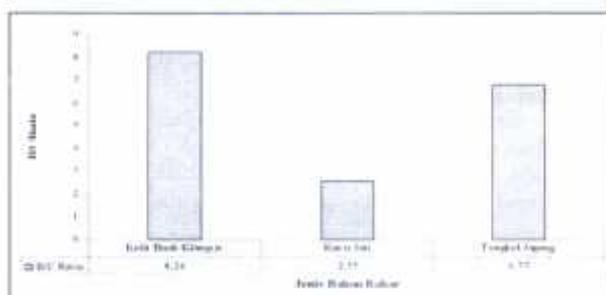
A. Analisis *Net Present Value (NPV)*

Net Present Value (NPV) merupakan suatu teknik untuk mengukur nilai uang pada masa sekarang dari suatu investasi, pengeluaran dan pendapatan, dimana semua variabel tersebut dinyatakan dalam nilai *present worth*. Suatu usaha dapat diterima apabila nilai *NPV* sama atau lebih besar daripada nol. Sebaliknya jika *NPV* yang didapat lebih kecil daripada nol, usaha tersebut tidak layak secara ekonomis.

Perbedaan nilai *NPV* dari penggunaan bahan bakar kulit buah klampis, kayu jati dan tongkol jagung dapat dilihat pada Gambar 6. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan bahan bakar kulit buah klampis untuk pengolahan gula kelapa menghasilkan keuntungan yang paling besar, diikuti penggunaan bahan bakar tongkol jagung, dan penggunaan bahan bakar kayu jati. Jadi bahan bakar kulit buah klampis dan tongkol jagung dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar kayu jati pada pengolahan gula kelapa, bahkan lebih menguntungkan.



Gambar 6. Diagram batang *Net Present Value* pada usaha pengolahan gula kelapa dengan menggunakan tiga jenis bahan bakar



Gambar 7. Diagram batang *B/C Ratio* pada usaha pengolahan gula kelapa dengan menggunakan tiga jenis bahan bakar

B. Analisis *Benefit Cost Ratio*

Analisis *B/C ratio* pada usaha pengolahan gula kelapa bertujuan untuk mengetahui apakah layak atau tidak untuk mendirikan usaha ini. Suatu investasi atau sebuah usaha dikatakan layak secara ekonomis apabila *B/C ratio* > 1. Nilai *B/C ratio* pada pengolahan gula kelapa dengan menggunakan bahan bakar kulit buah klampis, kayu jati dan tongkol jagung dapat dilihat pada Gambar 7.

Perbedaan nilai *B/C Ratio* disebabkan karena total biaya pada penggunaan bahan bakar kulit buah klampis yang dikeluarkan paling kecil, yaitu pada biaya pemeliharaan dan perbaikan serta biaya pembelian bahan bakar, diantara penggunaan bahan bakar yang lain. Kecilnya total biaya menyebabkan pendapatan (keuntungan) yang diperoleh menjadi besar, sedangkan pemasukan, investasi dan depresiasi besarnya sama untuk semua penggunaan bahan bakar.

4. Analisis *Break Even Point (BEP)*

Analisis *BEP* pada usaha pengolahan gula kelapa bertujuan untuk mengetahui nilai titik impas yang akan dicapai oleh pemilik usaha dalam setiap penggunaan jenis bahan bakar yaitu keadaan dimana nilai penerimaan (pendapatan kotor) sama dengan nilai total biaya. Nilai *BEP* dapat dilihat pada Tabel 4.

Dari Tabel 4 dapat diketahui, bahwa nilai *BEP* terkecil yang berarti terbaik diperoleh pada penggunaan bahan bakar kulit buah klampis, karena semakin kecil nilai *BEP* maka semakin cepat penerimaan pengrajin gula kelapa yang digunakan untuk menutupi biaya produksi. Dengan demikian, apabila pengrajin gula kelapa menghasilkan gula kelapa melebihi jumlah gula kelapa untuk mencapai titik impas maka jumlah kelebihan tersebut merupakan keuntungan bagi pengrajin.

Tabel 4. Nilai *BEP* pengolahan gula kelapa menggunakan 3 jenis bahan bakar

No	Jenis Bahan Bakar	TFC (Rp)	P (Rp/kg)	c (Rp/kg)	BEP (kg)	BEP (Rp)	BEP (hari)
1	Kulit buah Klampis	1.126.365	4.100	2.931,88	964,25	3.953.425	48,21
2	Kayu Jati	1.220.865	4.100	3.631,88	2.608,02	10.692.882	130,4
3	Tongkol Jagung	1.210.155	4.100	3.031,88	1.132,98	4.645.218	56,65

Tabel 5. Nilai NPV dari analisis sensitivitas usaha pengolahan gula kelapa menggunakan 3 jenis bahan bakar

Analisis Sensitivitas	Nilai NPV (Rp) Penggunaan Bahan Bakar		
	KB Klampis	Kayu Jati	Tongkol Jagung
Penerimaan			
Penurunan 15%	8.799.348,07	-6.819.452,33	6.348.279,98
Penurunan 30%	-4.663.247,93	-20.282.048,33	-7.114.316,02
Biaya Operasional			
kenaikan 15%	12.634.956,60	-6.282.335,80	9.855.532,51
kenaikan 30%	3.007.969,12	-17.207.815,28	-99.810,97
kenaikan 45%	-6.819.018,35	-29.133.294,75	-10.055.154,44

5. Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas pada usaha pengolahan gula kelapa digunakan untuk mengetahui apakah akan mendapatkan keuntungan atau kerugian jika terjadi penurunan penerimaan dan kenaikan biaya operasional pada waktu mendatang. Pada usaha pengolahan gula kelapa, penerimaan diperkirakan mengalami penurunan sebesar 15% dan 30% dan kenaikan biaya produksi pada waktu mendatang diperkirakan 15%, 30% dan 45%. Pada Tabel 5 diperlihatkan besarnya nilai NPV dari analisis sensitivitas yang dicapai pada usaha pengolahan gula kelapa dengan menggunakan tiga macam bahan bakar.

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari analisis sensitivitas ini (Tabel 5), dari semua usaha pengolahan gula kelapa dengan menggunakan ketiga bahan bakar, usaha pengolahan gula kelapa dengan menggunakan bahan bakar kayu jati paling sensitif terhadap penurunan pendapatan dan kenaikan biaya operasional. Sedangkan usaha pengolahan gula kelapa dengan menggunakan bahan bakar kulit buah klampis paling tidak sensitif terhadap penurunan pendapatan dan kenaikan biaya operasional.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan pada penelitian yang telah dilakukan, maka dapat dikemukakan beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Kapasitas pembakaran pengolahan gula kelapa dengan menggunakan bahan bakar kulit klampis sebesar 65 kg/proses, kayu jati sebesar 70,5 kg/proses dan tongkol jagung sebesar 84 kg/proses.
2. Efisiensi pengolahan gula kelapa menggunakan bahan bakar kulit buah klampis, kayu jati dan tongkol jagung menghasilkan efisiensi yang sama, sebesar adalah 15,37%.
3. Efisiensi energi pengolahan gula kelapa menggunakan bahan bakar kulit buah klampis sebesar 31,85%, kayu jati sebesar 27,43% dan tongkol jagung sebesar 25,79%.
4. Total biaya yang dikeluarkan tiap tahunnya pada usaha pengolahan gula kelapa dengan menggunakan bahan bakar kayu jati paling tinggi yaitu sebesar Rp. 26.643.990,-, diikuti oleh penggunaan tongkol jagung sebesar Rp. 22.433.280,- dan kulit buah klampis sebesar Rp. 21.649.490,-.
5. Pendapatan yang diperoleh tiap tahunnya pada usaha pengolahan gula kelapa dengan menggunakan bahan bakar kulit buah klampis paling tinggi yaitu sebesar Rp. 7.050.510,-, diikuti oleh tongkol jagung sebesar Rp. 6.266.720,- dan kayu jati sebesar Rp. 2.056.010,-.
6. Nilai NPV pada usaha pengolahan gula kelapa dengan menggunakan semua jenis bahan bakar bernilai positif sehingga dianggap layak dan nilai NPV.
7. usaha pengolahan gula kelapa dengan menggunakan semua jenis bahan bakar mendapatkan nilai *B/C ratio* lebih dari 1, yang berarti usaha tersebut layak secara ekonomis dan menguntungkan.
8. Nilai *BEP* pada usaha pengolahan gula kelapa dengan menggunakan bahan bakar bahan bakar kulit buah klampis sebanyak 964,25 kg, kayu jati sebanyak 2.608,02 kg dan tongkol jagung sebanyak 1.132,98 kg.
9. Dari analisis sensitivitas, usaha pengolahan gula kelapa dengan menggunakan bahan bakar kayu jati paling sensitif terhadap penurunan pendapatan dan kenaikan biaya operasional, diikuti usaha pengolahan gula kelapa dengan menggunakan bahan bakar tongkol jagung dan kulit buah klampis.

Saran

Mengingat penelitian yang dilakukan masih jauh dari kesempurnaan maka saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut.

1. Perlu adanya pembaharuan bentuk tungku yang dapat meningkatkan efisiensi energi pengolahan gula kelapa.
2. Perlu adanya kajian lebih lanjut mengenai kandungan dari kulit buah klampis, yang disinyalir adanya minyak yang mudah terbakar, sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim, 2004a. *Prospek dan Kebijakan Perkelapaan di Indonesia*. www.deptan.go.id.
2. Anonim, 2004b. *Teknologi Tepat Guna Tentang Pengolahan Pangan : Tanaman Perkebunan*. www.iptek.net.id/ind/warintek/Pengolahan_Pangan_idx.
3. Anonim, 2005. *Biogas, Alternatif Ketika BBM Menipis*. www.waspada.co.id/seni_&_budaya/tirai/artikel.php?article_id.
4. Abdullah, Kamaruddin, Abdul Kohar, Nirwan Siregar, Endang Agustina, Armansyah, Tambunan, Nyamin, Edy Hartulistiyono dan Purwanto. 1990. *Energi dan Listrik pertanian*. Proyek Peningkatan Perguruan Tinggi IPB. Bogor.
5. Agustono, S. 1990. *Pengusahaan Gula Kelapa Dalam Skala Besar (Perkebunan)*. PT, Perkebunan Nusantara XXVI. Jember.
6. Asmoro, Yus D.B. 2005. *Pengaruh Penambahan Karur, Kulit Buah Manggis Dan Sukrosa Terhadap Kualitas Gula Kelapa*. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Jember. Jember.
7. Daniati, Ita. 2005. *Analisis Ekonomi Pemanfaatan Bahan Bakar pada Proses Pembuatan Gula Kelapa*. Jurusan Teknik Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Jember. Jember.
8. Gray, Clive, Lien K. S., Payaman S., dan P. F. L. Maspaitella. 1997. *Pengantar Evaluasi Proyek*. PT Gramedia Pustaka Umum. Jakarta.
9. Harri, Setiyo. 1989. *Penggunaan Energi Kayu Bakar oleh Petani Pedesaan*. Jurusan Teknologi Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Jember. Jember.
10. Hieronymus, B.S. 1993. *Pembuatan Gula Kelapa*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
11. Joyowiyono, F.X. 1993. *Ekonomi Teknik*. Departemen Pekerjaan Umum Pusat. Jakarta.
12. Kadariah. 1988. *Evaluasi Proyek. Analisa Ekonomis*. Lembaga Penerbit FE UI. Jakarta.
13. Kartikawati, Femi. 2005. *Efisiensi Energi Proses Pemasakan Gula Kelapa Menggunakan Kompor Bertekanan dan Tungku Tradisional*. Jurusan Teknik Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Jember. Jember.
14. Palungkun, Rony. 1992. *Aneka Produk Olahan Kelapa*. Penerbit Penebar Swadaya. Jakarta.
15. Pujawan, I.N. 1995. *Ekonomi Teknik*. PT. Guna Widya. Jakarta.
16. Santoso. 1993. *Proses Pembuatan Gula Merah*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
17. Setyamidjaja. 1995. *Bertanam Kelapa*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
18. Soediyanto dan Sianipar. 1981. *Kelapa*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
19. Sucipto. 1999. *Analisis Efisiensi Teknis dan Ekonomi pada Proses Pembuatan Gula Kelapa dengan Menggunakan Tungku Kayu Bakar*. Universitas Jember. Jember.
20. Suhardiyono, L. 1989. *Tanaman Kelapa*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
21. Soekarno, S. 1999. *A Study of The Coconut Palm Sugar Home Industry in Jember, Indonesia*. AIT-M. Eng. Thesis no AE-99-6. Asian Institute of Technology. Bangkok. Thailand.
22. Soekartawi. 1995. *Analisis Usaha Tani*. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
23. Suryaningrat, I.B. 1997. *Laporan Penelitian : Modifikasi Tungku Batu Bara Sebagai Alternatif Pengganti Tungku Bahan Bakar Kayu Pada Proses Pembuatan Gula Kelapa*. Lembaga Penelitian Universitas Jember. Jember.
24. Wagito. 1989. *Peran Serta Motor Bakar Dalam Usaha Pengembangan Mekanisasi Pertanian di Indonesia*. Jurusan Teknologi Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Jember. Jember.