



## MODIFIKASI MESIN POTONG RUMPUT UNTUK MESIN PANEN PADI

*(Modification of Grass Cutter for Small Rice Harvester)*

*Handaka dan Joko Pitoyo*

Masing-masing adalah Perekayasa Utama dan Perekayasa Muda  
Pada Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian

### ABSTRAK

Salah satu titik kritis masalah pasca panen padi adalah mahal nya harga alsin panen yang memenuhi standar susut rendah dan terjangkau oleh konsumen, untuk itu mesin panen padi telah dimodifikasi dari sebuah mesin pemotong rumput komersial yang ada di pasar. Perubahan dilakukan pada : (1) desain pisau pemotong yang diganti dengan pisau putar, (2) keseimbangan dinamis mesin pemanen tipe *mower*, (3) penambahan *guider* dan pendorong, (4) tambahan sabuk operator. Uji kinerja pada 100 m<sup>2</sup> dengan standar uji mesin panen menunjukkan bahwa mesin panen ini dapat mencapai kapasitas kerja 18-20 jam/ha, dengan konsumsi bahan bakar 15,0 l/ha, efisiensi 95%, dengan berat sekitar 10 kg. Semua komponen standar terdapat di pasar, sedangkan rangka pendorong dan sabuk (*belt*) dapat dibuat di dalam negeri. Total harga mesin berkisar antar Rp 2,5-3 juta per unit pada tahun 2007. Pada kondisi kapasitas dan harga seperti tersebut biaya operasi sekitar Rp 75.000-100.000/ha.

**Kata kunci:** modifikasi, mesin panen, mesin potong rumput, padi.

### ABSTRACT

*A modified padi mower has been developed. This machine is modified from the grass cutter which is commercially available in the market. Some modifications such as (1) circular blade, (2) dynamic stability of machine, (3) guider and stem supporter, (4) operator belt have been made. A standar test of 100 m<sup>2</sup> field has shown that mower machine has a work rate of 18-20 hrs/ha, and the fuel consumption of 15.0 l/ha, at the efficiency of more than 90%. Total weight of the machine is less than 10 kg. Most of the components are easily purchased at the market. The handling test indicated that machine is easy to operate and repair assembly and disassembly. At the price of Rp 2,5 to 3 million, the cost of operation fall at Rp 75,000 to 100,000/ha.*

**Key words:** *Modification, mower, grass cutter, paddy.*

### PENDAHULUAN

Kegiatan panen tanaman pangan di Indonesia masih dilakukan dengan menggunakan tenaga manusia. Meskipun curahan tenaga kerja manusia untuk panen masih tinggi, pekerjaan ini masih sangat sulit digantikan dengan tenaga mesin, karena tenaga cukup berlimpah, sehingga upah buruh panen relatif masih rendah. Namun di beberapa daerah di Indonesia, seperti di Sulawesi Selatan panen padi sudah menggunakan tenaga mesin (Koes-Sulistiaji *et.al.*, 2005). Penelitian tentang mesin

pemanen padi telah lama dimulai yaitu sejak IRRI melakukan introduksi mesin *reaper* sekitar tahun 1978 sampai pada era 1990an. Silsoe (NCAE) juga mengadakan penelitian tentang *Stripper harvester* yang di Indonesia, dikerjakan bersama GTZ dan IPB (Tado C. J. M. and Quick, G.R, 2003). Untuk tanaman pangan lainnya Rojanasaroj *et.al.*, (2003) melakukan penelitian mengenai pemanen kedelai di Thailand dengan menggunakan traktor 2 roda. Hasil penelitian melaporkan bahwa panen dengan mesin pertanian kecil sudah semakin banyak dilakukan.

Akhir akhir ini China mengembangkan sebuah mesin panen kecil yang mereka buat sebagai *crop harvester* dengan bentuk seperti mesin potong rumput, dan sereal lainya seperti padi, gandum, jagung, rumput pakan, dan semak belukar, dengan mengganti pisau potongnya (Boshima Co, 2007). Keunggulan mesin rancangan China tersebut, adalah sederhana, ringan, murah, mudah dibongkar pasang dan sangat mudah pengoperasiannya. Dari bentuk dan struktur kerangka, mesin *crop harvester* (Boshima), merupakan *advance modification* dari sebuah mesin potong rumput standar, dengan *engine* ringan (2-2,5 hp), rpm tinggi (<4.500) kemudi dan tangkai pegangan untuk mengaun (*swing arm*) dan pisau diujung yang dapat diganti dan dilepas (*detachable and removable, circular blade*).

Penelitian Chattopadya et.al., (2000) menyebutkan bahwa kecepatan potong dan sudut kemiringan (kerobohan) batang yang akan dipotong dapat mempengaruhi energi pemotongan pada mesin potong sereal. Lebih lanjut juga disebutkan bahwa kontribusi dari kecepatan potong dapat meningkatkan konsumsi energi pemotongan 10%. Namun demikian kecepatan gerak maju tidak memberikan pengaruh kepada energi potong.

Parameter yang penting untuk dipakai dalam melakukan modifikasi dan konversi mesin potong rumput menjadi mesin panen padi adalah kapasitas kerja, efisiensi, dan konsumsi bahan bakar. Dengan dasar itu diperoleh angka acuan (*reference coefficient*) untuk mesin panen adalah: (a) Kapasitas Kerja minimum 18 jam/ha, Efisiensi kerja minimum 80% dan Konsumsi bahan bakar maksimum 0,8 l/jam. Berat mesin maksimum adalah 12,5 kg dengan tenaga mesin maksimum 2,5 hp. Susut panen harus kurang dari 2%. Dipilih enjin dengan bahan bakar premium murni, dan sistem aliran bahan bakar adalah gravitasi. Disamping itu di tambahkan sabuk operator (*working belt*) yang disesuaikan dengan tuntutan kerja. Sabuk ini dapat diperoleh dipasaran dengan *design* yang cukup menarik.

Dengan rancangan sederhana, sebuah mesin potong rumput dan semak yang berharga Rp 2 juta (2008) dapat dirubah untuk menjadi sebuah mesin potong padi, jagung, rumput dan sereal lainya yang lain. Mesin ini diharapkan akan semakin mudah dan cepat untuk menggantikan sabit sebagai alat panen, mengingat sudah lebih dari 25 tahun, mesin *reapper* yang diteliti dan dikembangkan oleh IRRI pada awal 1980, dan secara komersial diperdagangkan oleh industri

mesin Kubota, Yanmar, dan beberapa industri mesin pertanian Korea tidak juga berkembang di Indonesia.

Tujuan dari modifikasi mesin pemotong rumput menjadi mesin pemanen padi ini adalah untuk mencari solusi inovasi mesin panen sederhana, berfungsi untuk multi komoditas sereal, ringan, mudah dioperasikan, dan berkapasitas relatif besar.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

Lingkup kegiatan ini merupakan kerekayasa, yaitu kegiatan rekayasa untuk melakukan modifikasi pada suatu model atau *prototype* yang sudah terdapat dipasar. Oleh karena itu bahan utama yang digunakan adalah sebuah mesin pemotong rumput yang ada di pasar.

Tabel 1. Spesifikasi mesin potong rumput tipe lurus

No	Parameter	Keterangan
1	Tipe	Gendong
2	Model	<i>Grass Cutter</i>
3	Motor Penggerak	2 langkah/2 Hp/6000 rpm
4	Berat	9 kg ( termasuk enjin)
5	Bahan Bakar	Premium campur/premium
6	Komoditas yang dipanen	Padi, jagung

Sumber : *Brush\_Cutter\_Grass\_Trimmer\_Grass\_Cutter\_CG415, Internet web.*

Bahan rekayasa terdiri dari : pelat aluminium, pisau putar (*circular blade*) yang diperkaya dengan lapisan *carbide*, sabuk operator, pipa aluminium, dan *engine*.

### Metodologi

Langkah yang dilakukan adalah:

- (1) Melakukan perancangan dengan menetapkan *design capacity* antara lain (a) modifikasi mesin potong rumput yang berbobot maksimum 10 kg, (b) harga sekitar Rp 2,5 juta termasuk enjin, dengan putaran mesin minimum 4.500 rpm. (c) mencari *circular blade* dengan lapisan *carbide*, (d) biaya panen *competitive* dibanding dengan biaya panen



menggunakan tenaga manusia, (e) yang paling penting adalah susut maksimum 2%;

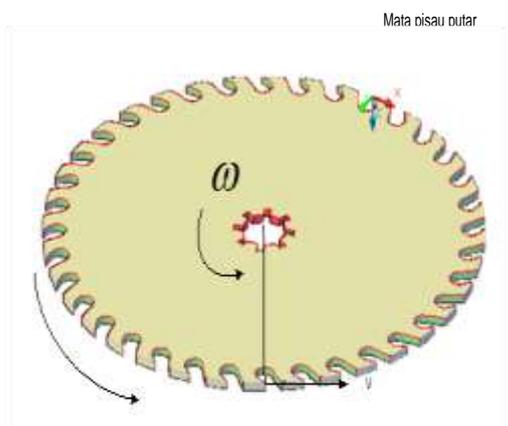
- (2) Melakukan pengujian untuk evaluasi kinerja antara lain kapasitas, konsumsi bahan bakar, kemudahan operasi (handling test), efisiensi kerja, dan perkiraan biaya operasional. Pengujian dilakukan di Laboratorium Alat dan Mesin Pertanian, Balai Besar Pengembangan Mesin Pertanian Serpong, meliputi uji fungsional dan uji verifikasi di lapang (sawah dan lahan kering). Pengujian dilakukan menurut standar yang berlaku baik standar SNI maupun yang diakui oleh masyarakat internasional di bidang perencanaan mekanisasi pertanian (FAO, 1997);
- (3) Analisis Finansial  
Analisis finansial yang dimaksud adalah perkiraan biaya pokok dengan menggunakan asumsi kapasitas, investasi, dan biaya variabel seperti upah buruh, harga bahan bakar, biaya perbaikan dan pemeliharaan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Desain dan Pengembangan Mesin Panen Padi Sawah Tipe *Mower*

#### Desain pisau pemotong

Desain pisau pemotong adalah seperti tersaji pada Gambar 1.



Gambar 1. Disain pisau pemotong

Tipe pisau : *circular*  
 Jumlah mata pemotong : 42 buah  
 - Bahan mata pisau : *carbide tip*  
 - Ukuran (pxlxt) : 4 x 3 x 2 mm  
 Kecepatan putar : 3.000 – 4.000 rpm  
 Diameter pisau : 255 mm

Kecepatan pemotongan :

$$v = \omega r \quad \omega = \frac{2\pi n}{60} \quad \omega = \frac{2\pi 3000}{60} \text{ rad/dt}$$

$$v = \pi \cdot 100,0,1275 \text{ mt/dt}$$

$$= 40,05 \text{ mt/dt}$$

Pisau pemotong tipe *circular* sudah tersedia di pasaran, pisau ini akan mengalami keausan pada bagian mata pemotong atau tepatnya pada bagian material *carbide tip*, seperti pada Gambar 2 di bawah.

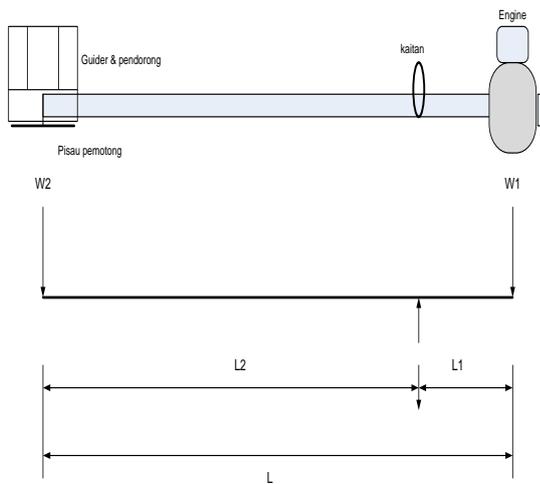


Gambar 2. Pisau potong komersial dengan lapisan *carbide* pada ujung pisau.

Pada saat proses pemotongan padi yang berjarak dalam rumpun dengan jarak teratur, diperlukan gerakan atau dorongan unik, sehingga 3 atau 4 bahkan lebih dari rumpun padi dapat terpotong dan tersusun rapi dalam satu robohan. Gerakan tersebut adalah gerakan dorongan pisau berikut pengait pisau dan pendorong untuk mendorong rumpun padi yang telah terpotong sehingga rumpun padi tersebut tidak jatuh atau roboh per bulir yang dapat menyebabkan batang padi tercecer. Kecepatan dorongan tidak boleh terlalu tinggi atau terlalu rendah, apabila terlalu tinggi mengakibatkan rumpun padi hanya roboh atau tertekuk tapi tidak terpotong karena rumpun padi belum semua terpotong oleh ujung pisau sudah didorong. Sedangkan apabila terlalu rendah atau

pelan batang padi yang sudah terpotong akan roboh terlebih dahulu dan tidak dapat terkumpul dengan rumput padi berikutnya. Berdasarkan pengalaman kecepatan dorong nilainya untuk pemotongan empat rumpun padi dengan jarak tanam 25 cm atau setara lebar kerja 100 cm gerakan dorongan dari awal di kanan sampai kiri berkisar 0,7 sampai 1 detik (1 - 1,4 mt/detik).

**Desain keseimbangan dinamis mesin pemanen tipe mower**



Gambar 3. Keseimbangan dinamis mesin pemanen tipe *mower*.

**Perhitungan Keseimbangan Dinamis**

Faktor utama rancangan panjang lengan atau batang adalah mempertimbangkan keamanan dan penyamanan operator sewaktu mengayunkan mesin pemanen dengan bentuk setengah lingkaran.

Panjang lengan L = 150 cm.

$$w1L1 = W2L2$$

Diketahui :

- W1 : 6 kg
- L1 : 25 cm
- L2 = 125 cm, sehingga W2 maximum yang ditambahkan adalah 1,2 kg.

Berbagai bentuk mesin pemotong rumput terdapat di pasaran, dimana yang terbanyak adalah tipe gendong. Enjin atau motor penggerak digendong di punggung operator kemudian tenaga disalurkan ke pisau pemotong

melalui poros fleksibel menuju poros *rigid* di dalam pipa aluminium yang juga dipegang oleh tangan operator untuk menggerakkan pisau pemotong seperti terlihat pada gambar 4.



Gambar 4. Mesin potong rumput tipe gendong belakang.

Tipe mesin potong rumput yang lain yaitu konstruksi dari motor penggerak ke ujung poros pisau pemotong tersambung langsung menggunakan poros lurus. Tipe mesin potong rumput seperti ini jarang terdapat di pasaran Indonesia (Gambar 5).



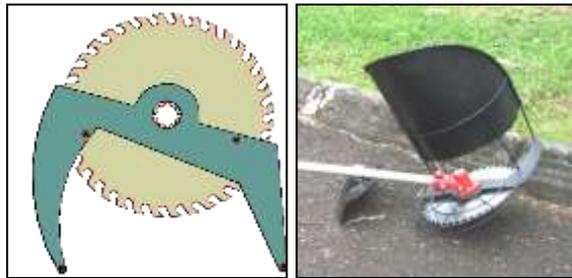
Gambar 5. Mesin potong rumput tipe lurus

Modifikasi yang dilakukan dari mesin potong rumput tipe gendong adalah merubah konstruksinya menjadi lurus yaitu menambahkan suatu pipa lurus pada ujung motor penggerak ke pipa aluminium. Sehingga bentuk dan konstruksinya menyerupai mesin potong rumput tipe lurus.



### Desain Guider dan Pendorong Potongan

Proses pemotongan pada waktu pemanenan menggunakan pisau tipe *circular* diharapkan bahan yang terpotong terkumpul dan tertata dengan rapi seperti jika menggunakan mesin panen *reaper*. Untuk itu dirancang bentuk sedemikian rupa *guider* atau pengarah pemotongan sesuai dengan lebar atau tebal 1 rumpun ditambah jarak longgar kiri dan kanan sehingga dapat memisahkan rumpun tanaman yang dipotong dan tidak dipotong. Pendorong rumpun tanaman didesain melengkung atau cekung sehingga mampu menampung rumpun tanaman terpotong dengan tinggi bagian pendorong disesuaikan dengan tinggi rumpun pada alur tanaman, seperti ilustrasi pada Gambar 6.



Gambar 6. Guider dan bagian pendorong



Gambar 7. Rakitan utama dari mesin Mower padi (Mesin Panen)

### Hasil Pengujian Lapang

#### Kinerja Mesin

Pengujian lapang dilakukan di Desa Klinong, Kecamatan Kebumen, Kabupaten Kebumen pada bulan Juni 2007. Pada

pengujian ini luas petak uji ditetapkan dalam ukuran setempat (ubin) yang dikonversikan seluas 100 m<sup>2</sup> per petak. Pengujian dilakukan dengan standar uji *reaper*, sesuai dengan SNI yang ada (BBPMP, 2004). Uji mesin mengikuti konsep *single test*, dengan ulangan sebanyak dua belas (12) petak. Pengamatan dilakukan pada kapasitas, kecepatan kerja, konsumsi bahan bakar dan efisiensi kerja (Anonimous, 2007).

#### Hasil Uji Unjuk Kerja untuk Panen Padi

Uji unjuk kerja mesin pemanen untuk tanaman padi dilakukan pada kecepatan rata-rata pemanenan padi antara 9,07-10,95 m/m. Dengan lebar kerja teoritis 75-100 cm (3-4 baris) didapatkan kapasitas kerja teoritis 18,54 - 26,3 jam/ha. Konsumsi bahan bakar pada kisaran 0,60 - 0,86 l/ha.

Tabel 2. Hasil uji mesin panen untuk tanaman padi di Kebumen

No	Parameter Uji		Lokasi 1	Lokasi 2
1	Kecepatan Kerja	m/m	9,51	10,95
2	Lebar Kerja	cm	80	90
3	Kapasitas Kerja	Jam/ha	26,30	19,60
4	Efisiensi Kerja	%	82,38	86,28
5	Konsumsi bahan Bakar	l/jam	0,60	0,59

Lokasi 1 dan 2 : Kebumen, sawah basah

Sumber: Laporan hasil Uji Mesin Panen 2007

Tabel 2 menunjukkan bahwa kinerja pada tanaman padi bervariasi pada parameter kapasitas, kecepatan kerja dan efisiensi, yang disebabkan oleh kondisi lahan sawah. Pada kondisi lahan sawah kering diperoleh efisiensi pemotongan yang tinggi (mencapai 99 %), sedangkan pada kondisi sawah basah di Kebumen hanya mencapai 82-85% (BBPAP, 2007).

Hasil uji lapang untuk mesin potong rumput yang telah dimodifikasi menjadi mesin panen jagung menunjukkan bahwa kapasitas kerja panen tidak terlalu berbeda banyak dengan mesin pengolah tanah, atau mesin *reaper* kapasitas 3 row (18-19 jam/ha), dengan efisiensi di atas 95 %, dan konsumsi bahan bakar 0,8-0,9 l/per jam. Pada konversi ini

ditambahkan sabuk yang lebih besar dengan konstruksi yang lebih ergonomis, sehingga operator tidak merasa jernih (capek) walau bekerja lebih dari 0.5 jam terus menerus. Berbeda dengan rancangan yang asli, dimana sabuk yang digunakan lebih kecil sehingga kurang nyaman dipakai.



Gambar 8. Mesin panen di coba di laboratorium BBPMP, diuji di sawah.

### Perkiraan Biaya Pokok

Berdasarkan harga mesin potong rumput yang ada di pasar mesin pertanian, harga sebelum konversi berkisar Rp 2-2,5 juta per unit, tergantung kepada mesin yang digunakan (2 HP, 6.000 rpm). Setelah ada penambahan dan perubahan pada : (a) Pengarah/pendorong, (b) Stang kemudi, (c) Sabuk Gantung, dan (d) asesoris lainnya, diperkirakan sebuah prototipe baru mesin panen multi komoditi ini berharga Rp 3-3,5 juta/unit. Dengan asumsi tersebut dapat disusun perkiraan biaya operasi mesin seperti tersebut pada Tabel 3.

Tabel 3. Komponen pokok biaya operasi mesin pemanen jagung.

No	Komponen dan asumsi	Unit	
1	Kapasitas	Jam/ha	19
2	Investasi awal	Rp	3.500,000
3	Umur ekonomis	th	3
4	Bunga Bank	%/tahun	18
5	Biaya Tetap	Rp/jam	1.745,63
6	Biaya Tetap	Rp/jam	11,195,00
7	Total Biaya Operasi	Rp/jam	12.940,63
8	Total Biaya per ha	Rp	245.871,88
9	Total Biaya per kg (asumsi 5 ton/ha)	Rp/kg	49,17 - 50,00

Dari Tabel 3 tersebut dapat dijelaskan bahwa biaya operasi mesin panen setiap hektar adalah sekitar Rp 246.000. Jika diperkirakan hasil panen adalah 5 ton jagung pipil, biaya panen per kg akan mencapai lebih kurang Rp 50/kg. Biaya ini masih harus ditambah dengan biaya mengumpulkan padi dan biaya untuk perontokan yang diperhitungkan akan mencapai Rp 100/kg.

Dengan analisis biaya tersebut, nampaknya mesin panen sederhana ini akan dapat memberikan alternatif apabila terjadi kekurangan tenaga kerja panen. Jika digunakan untuk wilayah produksi padi dengan intensitas tanam yang tinggi (>2) kemungkinan besar mesin ini akan mudah diterima karena masalah *timelines* (Singh, 2008). Namun demikian hal yang masih perlu diperhitungkan adalah *durability* mesin.

### KESIMPULAN

1. Modifikasi mesin potong rumput menjadi mesin panen telah selesai dilakukan oleh Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Badan Litbang Pertanian. Mesin ini dirancang karena tuntutan perlunya suatu mesin panen sederhana yang harganya kurang dari Rp 5 juta per unit, dan diilhami oleh inovasi mesin panen kecil yang sudah banyak diperdagangkan oleh China;



2. Modifikasi dilakukan dengan mengganti pisau potong pada mesin pemotong rumput dengan pisau putar (*circular blade*), menambahkan bagian guider dan pendorong untuk mengarahkan pemotongan (merebahkan), meletakkan *engine* secara lurus dengan pisau, dan menambah sabuk operator untuk memudahkan operasi;
  3. Mesin panen modifikasi ini mempunyai daya 2 hp/6.000 rpm, dengan bahan bakar premium murni, atau bensin campur. Kapasitas kerja 19 jam/ha, dengan efisiensi kerja lebih dari 90% tergantung kepada kondisi lapang, kemampuan dan ketrampilan operator. Lebar kerja berkisar antara 75-100 cm, tergantung kepada pola tanam petani, dan konsumsi bahan bakar kurang dari 1 l/jam. Pada prinsipnya mesin ini dapat digunakan untuk memotong (*cutting*) dan merobohkan (*windrowing*) batang tanaman (padi, jagung, rumput dan sereal lainny);
  4. Dengan harga mesin potong rumput sekitar Rp 2-2,5 juta unit, dan biaya tambahan untuk kelengkapan mesin panen, diperkirakan total harga mesin baru akan mencapai Rp 3-3,5 juta/unit. Pada tingkat harga seperti ini, biaya operasi akan mencapai Rp 245.000/ha, atau diperkirakan mencapai Rp 100-50/kg, sudah termasuk perkiraan tambahan untuk biaya angkut, pengumpulan dan pemipilan. Dengan asumsi tersebut, mesin panen ini akan menjadi mesin *alternative* untuk menggantikan cara panen padi.
- Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian. 2005. *Standar Prosedur Pengujian Mesin Pemanen Reapper*.
- Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian. 2007. *Laporan Hasil Pengujian Mesin Pemanen Multicrop Boshima*, 2007.
- Boshima Co. Ltd. 2007. *Boshima Harvester and Grass Cutter*. Hand Out. Advertising. Shenshen. China.
- Brush\_Cutter\_Grass\_Trimmer\_Grass\_Cutter\_C G415.2008*. Internet web.
- Chattopadhy P.S.; Pandey K.P. *Effect of Knife and Operational Parameters on Energy Requirement in Flail Forage Harvesting*. Journal of Agricultural Engineering Research, Volume 73, Number 1, May 1999, pp. 3-12(10).
- Food and Agriculture Organisation. 1997. *Concept, Selection, Testing and Evaluation of Farm Machinery*. Bulletin FAO. No. Documen. United Nation Rome.
- Koes-Sulistiadji, Hendriadi A, Harjono, Pitoyo J. 2005. *Pengujian Mesin Panen Stripper Harvester tipe Chandoe*. Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian.
- Pitoyo J. 2007. *Rancangan Modifikasi Mesin Pemanen Multi Komoditi* (tidak dipublikasikan). Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian. 2007.
- Rojanasaroj C.R., C. Sirisomboon, R. Nochai, W. Tangjaroendai. 2003. *Small Soybean Harvester: Implementing A Two Wheel Tractor*. Proceeding of the International Conference on Crop Harvesting and Processing. 9-11 February 2003. ASABE, ST Joseph Michigan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous. 2007. *Farm Mechanization Planning*. Artikel dalam Internet. [http://www.Fmech\\_20.htm/Farm mechanization Planning](http://www.Fmech_20.htm/Farm_mechanization_Planning).

