

## MODIFIKASI MESIN PANEN TIPE KOMBINASI UNTUK TANAMAN PADI DAN JAGUNG (*Modification of Combine Harvester for paddy and corn*)

Sigit Triwahyudi<sup>1</sup>, Joko Wiyono<sup>1</sup> dan Dony Anggit Sasmito<sup>1</sup>

<sup>1</sup>) Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian  
Jl. Sinarmas Boulevard, Pagedangan, Tangerang, Banten 15338  
Telp. 0811-9936-787  
Email: sigitriwahyudi@yahoo.com

Diterima: 4 Oktober 2019; Disetujui: 9 Oktober 2019

### ABSTRAK

Pada Tahun 2016, BBP Mektan telah merencanakan mesin pemanen jagung tipe kombinasi (*corn combine harvester*) yang merupakan modifikasi dari mesin pemanen padi namun hasilnya belum sesuai dengan yang diharapkan, terutama pada kecepatan kerja dan kapasitas kerjanya. Tujuan kegiatan ini adalah memodifikasi beberapa komponen mesin panen padi tipe kombinasi sesuai dengan yang dibutuhkan oleh mesin panen jagung. Modifikasi pada bagian pembawa (*conveyor*), unit perontok dan unit pembersih. Pada pengujian unjuk kerja di Klaten pada kondisi kadar air jagung 25,27%, didapatkan kapasitas kerja sebesar 4,98 jam/ha pada kecepatan kerja 2,24 km/jam, dengan kondisi hasil panen tingkat kebersihan 99,66%, tingkat kerusakan biji 1,20% dan susut hasil (*losses*) sebesar 2,58%. Pada pengujian ini mesin panen juga dicoba kan untuk memanen padi. Pada kondisi kadar air saat panen sebesar 22,6%, dengan kecepatan kerja pemanenan rata-rata 2,47 km/jam didapatkan kapasitas kerja sebesar 4,19 jam/ha, susut hasil 2,47% dan tingkat kebersihan 98,5%. Hasil uji di grobogan, kondisi kadar air jagung 24,95% dengan kondisi tanaman jagung dipotong pucuknya adalah kapasitas kerja sebesar 5,4 jam/ha pada kecepatan kerja 2,22 Km/jam, tingkat kebersihan 99,47%, tingkat kerusakan biji 1,29% dan susut hasil (*losses*) sebesar 2,84%. Sedangkan hasil uji di kabupaten Serang Banten pada kondisi kadar air jagung 28,5% dengan kondisi tanaman jagung masih ada pucuknya. Didapatkan kapasitas kerja sebesar 5,4 jam/ha pada kecepatan kerja 2,14 km/jam, dengan kondisi hasil panen tingkat kebersihan 97,70%, tingkat kerusakan biji 1,70% dan susut hasil (*losses*) sebesar 2,92%.

**Kata kunci:** mesin panen tipe kombinasi, jagung, prototipe, modifikasi.

### ABSTRACT

In 2016, Indonesian Center for Agricultural Engineering Research and Development (ICAERD) has developed a corn combine harvester which is a modification of rice combine harvester. However, the results were not as expected, especially regarding speed and work capacity. The purpose of this activity was to modify some components of rice harvest machines as that is required by machine of corn harvest. Modifications that need to be done mainly on the part of the carrier (*conveyor*), part of threshing unit and the cleaning unit. Functional tests conducted at ICAERD, Serpong. Performance test of the combine harvester for corn in Klaten at 25,27% of moisture content, showed that working capacity was 4,98 hours/ha, working speed was 2,24 km/h, the cleaning efficiency was 99,66%, percentage seed damage was 1,20%, and percentage yield loss was 2,58%. While when the machine was utilized for paddy harvesting at 22,6% moisture content, with the working capacity of 4,19 hours/ha, showed that the working speed was 2,47 km/h, percentage of yield loss was 2,47% and cleaning efficiency was 98,5%. The second test in Grobogan at 24,95% of moisture content and using corn crops shoots cut method, showed that working capacity was 5,4 hours/ha, working speed was 2,22 km/h, the cleaning efficiency was 99,47%, percentage seed damage was 1,29% and percentage yield loss was 2,84%. While the test results in the district of Serang on the condition of 28,5% moisture content and the shoots of corn crops are still existing, working capacity was 5,4 hours/ha at working speed of 2,14 km/h, with this condition, obtained the cleaning efficiency of 97.70%, percentage seed damage to 1,70% and percentage yield loss to 2.92%.

**Keywords:** combine harvester, corn, prototype, modification

## PENDAHULUAN

Jagung merupakan komoditas strategis ke dua setelah padi. Peranan komoditas jagung sangat penting baik pada industri pangan maupun industri ternak sebagai bahan baku utama pakan ternak. Kebutuhan untuk industri pakan ternak meningkat setiap tahunnya (Bunyamin dan Andayani, 2012). Untuk mendukung kebutuhan tersebut, pemerintah menargetkan swasembada jagung pada tahun 2015 dengan target produksi sebesar 20 juta ton (Anonim, 2015). Target produksi tersebut dapat dicapai dengan melakukan peningkatan produktivitas maupun penanganan panen dan pasca panen yang benar.

Program peningkatan produktivitas jagung telah berhasil meningkatkan produksi nasional mencapai 19,13 juta ton pada Tahun 2014 (BPS, 2014). Peningkatan produksi tersebut perlu diikuti dengan perbaikan proses penanganan pasca panen. Hal tersebut disebabkan karena sebagian besar produksi ( $\pm$  57%) dihasilkan pada musim hujan yang berpotensi menurunkan kualitas produk biji apabila tidak tertangani dengan baik (Aqil, 2010). Perkiraan kehilangan hasil karena susut (kualitas) dan susut tercecer (kuantitas) di petani pada musim hujan dan kemarau berkisar 5,2 - 15,2% (Purwadaria, 1988).

Kegiatan pascapanen terdiri dari sejumlah tahapan dimulai dari panen, pengupasan, pengeringan, pemipilan, penyimpanan dan pengangkutan (Muhidong, 1998 dalam Aqil, 2010). Menurut Aqil (2010), diantara semua tahapan pascapanen, segmen pemipilan yang paling tinggi peluang susut hasilnya yang mencapai 8% sehingga proses ini dianggap

sebagai proses kritis dalam penanganan pascapanen. Perkiraan susut hasil akibat proses pemipilan mencapai 630 – 720 ribu ton per tahun. Sedangkan pada proses panen jagung selama ini sebagian besar masih dilakukan secara manual. Panen secara manual seperti ini akan sulit untuk memenuhi permintaan jagung yang semakin tinggi dikarenakan tenaga manusia yang digunakan terbatas, baik dari efisiensi kinerja maupun jumlah tenaga kerja. Hal tersebut berpeluang terjadinya penundaan waktu panen yang juga berpotensi menimbulkan terjadinya susut hasil karena tercecer maupun susut mutu karena kerusakan pada biji. Menurut McNell (2000), panen jagung yang optimum dilakukan pada kadar air antara 23 – 25%. Pada kondisi tersebut, susut hasil dapat ditekan menjadi 1 – 2%. Penundaan waktu panen sampai kadar air mencapai 17 – 19% akan mengurangi biaya pengeringan. Akan tetapi pada kondisi tersebut akan berpotensi meningkatnya susut hasil menjadi 2 – 8%.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut perlu dilakukan rekayasa mesin panen jagung yang sekaligus dapat melakukan proses pemipilan. Mesin panen ini biasa dikenal sebagai mesin panen tipe kombinasi (*combine harvester*). Oleh karena itu dimulai pada tahun kegiatan 2016 Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian (BBP Mektan), Serpong akan melakukan perekayasaan prototipe mesin panen jagung tipe kombinasi (*corn combine harvester*) berturut-turut selama 2 tahun dan akan berakhir pada tahun 2017.

Pada Tahun 2016, BBP Mektan telah merekayasa mesin pemanen jagung tipe kombinasi (*corn combine harvester*) yang merupakan modifikasi dari mesin *combine* padi

dengan merubah bagian *header*, bagian pisau statis, bagian perontok dan bagian pembersih disesuaikan dengan komoditas tanaman jagung. *Corn Combine harvester* yang telah dibuat mempunyai unjuk kerja: kapasitas kerja 11,05 jam/ha pada kecepatan kerja 1,12 km/jam, tingkat kebersihan antara 96,03 - 99,74%, tingkat kerusakan biji antara 0,52 – 1,70% dan susut hasil (*losses*) berkisar antara 2,50 - 2,79%.

Tujuan penelitian ini adalah memodifikasi beberapa komponen mesin panen padi tipe kombinasi sesuai dengan yang dibutuhkan oleh mesin panen jagung. Modifikasi pada bagian pembawa (*conveyor*), unit perontok dan unit pembersih.

## BAHAN DAN METODE

### Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan pada Januari sampai Desember 2017 dimana kegiatan perekayasa dilakukan di laboratorium perekayasaan BBP Mektan Serpong, sedangkan uji lapang dilakukan di Jawa Tengah dan Banten.

### Bahan dan Peralatan

Bahan yang dibutuhkan dalam penelitian meliputi (1) mesin combine harvester; (2) bahan rekayasa untuk modifikasi; (3) bahan uji berupa hamparan lahan padi dan jagung siap panen. Peralatan yang digunakan terdiri dari peralatan untuk keperluan perekayasaan di bengkel dan laboratorium serta peralatan uji, antara lain: rol meter, gelas ukur, *penetrometer*, *tachometer*, torsi meter, timbangan dan *stopwatch*.

### Metode

Kegiatan rekayasa dan evaluasi mesin panen jagung dilakukan dengan menggunakan model *redesign / riversed engineering* terhadap subsistem mesin combine harvester yang memiliki tingkat sensitivitas paling berpengaruh terhadap peningkatan efisiensi dan produksi. Mesin panen jagung tipe *combine harvester* merupakan gabungan dari berbagai sub-sistem saling berinteraksi dan bekerja bersama-sama untuk mencapai tujuan pemanenan dalam bentuk jagung yang sudah dirontok. Untuk dapat menghasilkan unjuk kerja yang maksimal perlu diperhatikan kecepatan alur proses masing-masing komponen nya. Laju massa pemanenan jagung akan optimal, jika ratio kecepatan periperal (*linear*) dari bagian paling depan (*reel guide*) menuju *threshing* terus dipercepat pada interval kecepatan yang sesuai untuk komoditas jagung dengan memperhitungkan kecepatan maju *combine harvester*.

### Uji Lapang

Pengamatan kondisi ini berisikan: kemampuan kapasitas unjuk kerja mesin, ketepatan dan ketelitian operator, menetapkan susut panen pada kondisi tingkat kematangan jagung, kondisi keadaan tanaman dan lapang saat panen dilakukan serta pola pemanenan yang diterapkan pada saat penentuan nilai kemampuan kerja. Pengamatan kondisi mesin pemanen meliputi: uji operasi mesin, pengamatan kondisi tanaman dan lahan yang dapat mempengaruhi kapasitas kerja mesin.

Hasil analisa terhadap pengukuran di lapang, meliputi: waktu efektif lapang, kecepatan jalan, lebar pemotongan, kapasitas kerja, losses panen, tinggi tanaman, jarak tanam, tingkat kebersihan lahan dari gulma, kerusakan tanaman, jumlah jagung yang dipanen dan dirontok, kadar air jagung, jumlah tenaga kerja yang dikerahkan dan penggunaan bahan bakar minyak. Hasil analisis tersebut akan dibandingkan dengan mesin pemanen jagung standar yang ada. Persentase susut tercecer dihitung dengan membandingkan jumlah susut terhadap total hasil per hektar dan menggunakan kontrol panen jagung secara manual, untuk memperoleh nilai aspek teknis dan aspek ekonomisnya

#### Analisis teknis

Analisa teknis dilakukan dengan cara menghitung kapasitas kerja, efisiensi lapang dan penggunaan bahan bakar minyak (BBM). Perhitungan aspek teknis dengan menggunakan beberapa persamaan sebagai berikut:

a. Kapasitas lapang

$$C = \frac{A}{T_e + T_l}$$

b. Efisiensi lapang

$$Ef = \frac{Kapasitasefektif}{Kapasitasteoritis} = \frac{W_e \times V_e \times T_p}{W_i \times V \times (T_e + T_l)} \times 100\%$$

Biasanya  $V_e$  dianggap sebagai  $V_t$ , maka persamaannya:

$$Ef = \frac{W_e \times T_e}{W_i (T_e + T_l)} \times 100\%$$

c. Kebutuhan bahan bakar minyak (BBM)

Bahan bakar = {F x BB}

Keterangan:

C	: Kapasitas lapang efektif	= Ha/jam
A	: luas pemanenan	= Ha
Te	: Waktu efektif	= Jam
Tl	: Waktu hilang	= Jam
Ef	: Efisiensi lapang	= %
We	: Lebar kerja efektif	= M
W	: Lebar kerja teoritis	= M
Ve	: Kecepatan kerja efektif	= Km/jam
Vt	: kecepatan kerja teoritis	= Km/jam

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil modifikasi mesin panen tipe kombinasi

Mesin panen jagung tipe *combine harvester* merupakan gabungan dari berbagai sub-sistem saling berinteraksi dan bekerja bersama-sama untuk mencapai tujuan pemanenan dalam bentuk jagung yang sudah dirontok. Prinsip kerja mesin *combine harvester* melalui beberapa tahapan sebagai berikut:

- 1) menggaet dan mengarahkan tanaman menuju bagian pemotong (*reel*),
- 2) memotong batang jagung (*cutting platform*),
- 3) merontokkan bulir jagung dari tongkolnya (*threshing*),
- 4) memisahkan jagung dan kotoran (*separation and cleaning*), dan
- 5) memotong atau menghancurkan batang jagung (*chopping*).

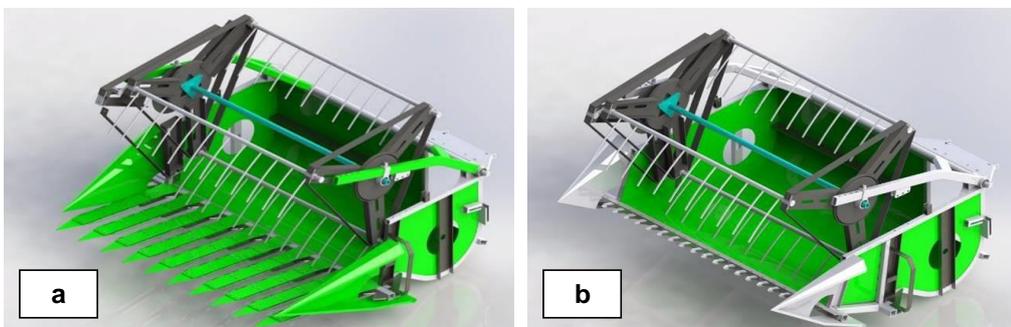
Prototipe yang telah dihasilkan pada TA 2016, menunjukkan hasil perhitungan bahwa pada kecepatan maju *combine harvester* 0,708 M/s, kecepatan *reel guide* 1,402 M/s, kecepatan *cutter bar* 0,974 M/s, kecepatan *auger* 4,495 M/s, kecepatan *konveyor* 3,232 M/s

dan *thresher* 18,687 M/s. Dari perhitungan tersebut dapat dilihat bahwa masing-masing bagian telah mengalami percepatan dibandingkan kecepatan maju *combine harvester*, tetapi secara alur proses belum berurutan bahkan mengalami perlambatan. Pada bagian *reel guide* menuju *cutter bar* kecepatan justru melambat dari 1,402 menjadi 0,974 M/s, akibatnya maka batang jagung sering terlambat dalam pemotongan atau terdorong ke depan sebelum terpotong. Sedangkan pada bagian *auger* menuju konveyor juga terjadi perlambatan, yaitu 4,495 menjadi 3,232 M/s,

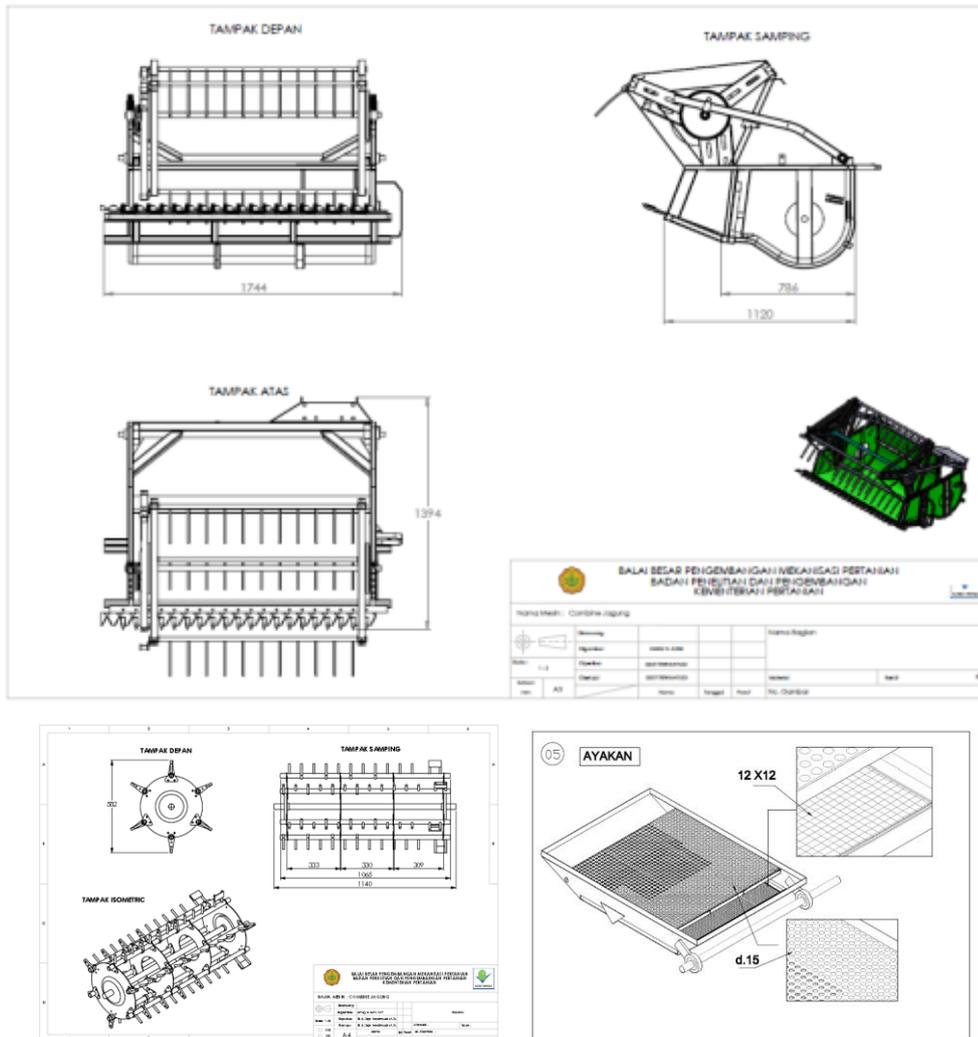
akibatnya hasil potongan sering menumpuk di bagian depan konveyor.

Comment [u1]: ???

Berdasarkan hasil unjuk kerja prototipe TA 2016 tersebut dilakukan modifikasi untuk meningkatkan kapasitas kerja < 6 Jam/ha dengan mempercepat kecepatan maju *combine harvester* di atas 2 Km/jam. Modifikasi prototipe 2017 adalah mengganti pisau statis dengan memajukan posisi *cutter bar* 400 mm dari posisi awal seperti terlihat pada Gambar 1. Gambar rancangan lengkap modifikasi mesin panen tipe kombinasi prototipe II, TA 2017 dapat dilihat pada Gambar 2, sedangkan hasil pabrikasinya seperti terlihat pada gambar 3.



Gambar 1. Rancangan modifikasi bagian *header*; a) desain kegiatan TA 2016 dengan tambahan pisau statis dan b) modifikasi TA. 2017 dengan meniadakan pisau statis dan memajukan posisi *cutter bar*.



Gambar 2. Rancangan modifikasi mesin panen tipe kombinasi prototipe II, TA 2017

**Comment [u2]:** Perhatikan urutan gambar. Gambar 2 tidak ada.



Gambar 3. Hasil modifikasi mesin panen jagung prototipe II, TA 2017

**Comment [u3]:** Perhatikan urutan gambar. Gambar 2 tidak ada.

### Pengujian unjuk Kerja

Pengujian unjuk kerja dilakukan di tiga lokasi, yaitu: Klaten, Grobogan, Jawa Tengah dan Serang, Banten. Pengujian unjuk kerja lapang dilakukan untuk mendapatkan kinerja mesin yaitu (i) kapasitas kerja, (ii) efisiensi lapang, (iii) susut hasil pada kondisi tanah dan

tanaman tertentu. Pelaksanaan pengujian lapang Tahap I dilakukan di lahan petani siap panen di Desa Kebondalem Lor, Kec. Prambanan, Kab. Klaten. Tahap II di di Desa Boloh, Kec. Toroh, Kabupaten Grobogan dan Tahap III dilakukan bertepatan dengan panen perdana jagung oleh Gempita (gerakan pemuda tani Indonesia) Kabupaten Serang Banten.

Tabel 1: Perbandingan hasil unjuk kerja lapang

Parameter	Satuan	CMK Prototipe TA	CMK Prototipe 2, TA 2017		
			Klaten	Grobogan	Serang
Kondisi			Potong Pucuk	Potong Pucuk	Tanpa Potong Pucuk
Kadar air saat panen	%	27,	23,	24,	28,
Kecepatan kerja pemanenan	Km/ja	1,1	2,2	2,2	2,1
Kapasitas kerja aktual	Jam/h	11,0	4,9	5,	5,
Efisiensi kerja lapang	%	47,	52,2	48,	48,
Susut hasil	%	2,6	2,	2,	2,
Butir retak dan rusak	%	1,1	1,	1,	1,
Tingkat kebersihan	%	96,8	99,	99,	97,7

Dari Tabel 1. terlihat bahwa kecepatan untuk Prototipe II hasil TA 2017 dua kali lipat jika dibandingkan dengan kecepatan kerja Prototipe I, hasil TA 2016 yaitu dari 1,1 km/jam menjadi 2,2 Km/jam. Hal tersebut berakibat pada kapasitas kerja yang dihasilkan untuk Prototipe II juga meningkat menjadi sekitar 4,98 – 5,4 jam/ha. Efisiensi kerja lapang juga meningkat dari 47,2% menjadi 48,4 – 52,25% Untuk tingkat

kebersihan, hasil modifikasi Prototipe II juga menunjukkan tingkat kebersihan yang lebih bersih yaitu sebesar 97,7 – 99,6%, sedangkan pada prototipe I hanya sebesar 96,8%. Gambar 4, 5 dan 6 memperlihatkan proses pengujian unjuk kerja di Klaten, Grobogan dan Serang, Sedangkan Gambar 7, 8 dan 9 memperlihatkan hasil pemanenannya.



Gambar 4. Pelaksanaan uji lapang di daerah Klaten



Gambar 5. Pelaksanaan uji lapang di daerah Grobogan



Gambar 6. Pelaksanaan uji lapang dan uji adaptasi di daerah Serang Banten



Gambar 7. Hasil pemanenan jagung menggunakan mesin pemanen jagung di Klaten (kondisi tanaman jagung telah dibersihkan pucuk daunnya).



Gambar 8. Hasil pemanenan jagung menggunakan mesin pemanen jagung di Grobogan (kondisi tanaman jagung telah dibersihkan pucuk daunnya).



Gambar 9. Hasil pemanenan jagung menggunakan mesin pemanen jagung di Serang (kondisi tanaman jagung dengan pucuk daun)

Pada pengujian ini mesin panen juga dicobakan untuk memanen padi. Lokasi pengujian bertempat di Prambanan, Klaten, dengan kondisi kadar air saat panen sebesar 22,6%, dan kecepatan kerja pemanenan rata-rata 2,47 Km/jam, didapatkan kapasitas kerja

sebesar 4,19 jam/ha, susut hasil 2,47% dan tingkat kebersihan 98,5%.

Gambar 10 memperlihatkan proses pemanenan, sedangkan Gambar 11 memperlihatkan hasil pemanenan padi dengan menggunakan mesin pemanen hasil modifikasi.



Gambar 10. Pelaksanaan uji coba mesin panen untuk panen padi



Gambar 11. Hasil panen padi menggunakan mesin pemanen kombinasi

## KESIMPULAN

1. Telah dihasilkan **modifikasi prototipe II** mesin panen kombinasi untuk jagung dalam rangka meningkatkan kapasitas kerja yaitu dengan mengganti pisau statis dengan memajukan posisi cutter bar 400 mm. Unjuk kerja prototipe hasil modifikasi telah dilakukan di 3 (tiga) lokasi yaitu; (a) Klaten-Jawa Tengah, (b) Grobogan-Jawa Tengah dan (c) Serang-Banten. Uji lapang dilakukan pada kadar air jagung 24,95 – 28,5% dengan variasi tanaman dipotong pucuk dan tanpa dipotong pucuk.
2. Hasil uji lapang prototipe hasil modifikasi menunjukkan bahwa kapasitas kerja pemanenan telah mencapai 4,98 – 5,4 jam/ha dari semula 11,05 Jam/ha dengan kecepatan kerja 2,14 – 2,24 Km/jam.
3. Kualitas hasil pemanenan telah baik, yaitu; tingkat kebersihan adalah 97,70-99,60%, tingkat kerusakan biji adalah 1,20 -1,70% dan tingkat susut hasil adalah 2,58 -2,92%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2015, *Pemerintah Optimistis Produksi Jagung Capai 20,3 Juta Ton* [on line] <http://www.indopos.co.id/2015/04/pemerintah-optimistis-produksi-jagung-capai-203-juta-> [diakses 22 April 2015].
- Aqil, M., 2010, *Pengembangan Metodologi untuk Penekanan Susut Hasil pada Proses Pemipilan Jagung*, Prosiding Pekan Serealia Nasional 2010.

Biro Pusat Statistik, 2014. *Produksi Jagung di Indonesia 2014*, [on line] <http://www.bps.go.id/> [diakses 15 April 2015].

Bunyamin, Z dan A.A. Andayani, 2012. *Analisis Usaha Tani Jagung Hibrida pada Agroekosistem*, [online] <http://www.academia.edu>, [diakses 16 April 2015].

McNell, S.G., 2000. *When should you start harvesting corn*. University of Kentucky [On line] <http://www.ca.uky.edu>. [diakses 19 April 2015].

Purwadaria, H. K. 1988. *Buku Pegangan: Teknologi Penanganan Pascapanen Jagung*. Edisi Kedua. Deptan, FAO, UNDP. Development and Utilization of Postharvest Tools and Equipment, INS/088/077.

**Comment [u4]:** Bagian2 mesin yang dimodifikasi perlu dideklarasikan pada kesimpulan.