



MODIFIKASI ALAT TANAM BIBIT PADI MANUAL TIPE DUA BARIS MODEL CHINA (MODIFICATION OF MANUAL TRANSPLANTER TWO ROWS TYPE CHINA MODEL)

D.A. Budiman dan Koes Sulistiadji

Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian
Situgadung, P.O.Box 2, Serpong 15310, Tangerang Banten.
Telp: (021) 7093687 Fax: (021) 71695497
Email : bbpmektan@litbang.deptan.go.id

Diterima : 22 Agustus 2011; Setujui : 11 Oktober 2011

ABSTRAK

Sistem tanam padi sawah di Indonesia umumnya dilakukan dengan cara pindah tanam (96%). Walaupun dengan cara tersebut kebutuhan tenaga tanam lebih besar (mencapai 25 - 30% dari total tenaga produksi) dibandingkan tanam langsung maupun sebar tanam. Karena saat ini sudah terjadi kelangkaan tenaga tanam pada sentra-sentra produksi padi, maka perlu adanya alternatif penggunaan teknologi mekanisasi untuk kegiatan pindah tanam ini secara sederhana, mudah dan murah. Penelitian ini bertujuan melakukan modifikasi alat tanam bibit padi tipe dua baris model China, agar sesuai dengan lahan dan kebiasaan tanam bibit padi sawah di Indonesia. Metodologi yang digunakan dimulai dari identifikasi karakter bibit padi, lahan sawah dan cara tanam di Indonesia, kemudian dilakukan prarancangan, gambar teknik, pembuatan komponen dan perakitan alat tanam bibit padi tipe dua baris. Prototipe yang dihasilkan diuji laboratorium, uji lapang dan modifikasi untuk mengetahui kinerja alat tanam tersebut. Hasil akhir uji lapang alat tanam bibit padi 2 baris menunjukkan bahwa jumlah bibit tertanam tiap lubang berkisar 2 - 8 batang/lubang (seharusnya 2 - 4 batang/lubang), jumlah lubang tidak ada tanaman 41,27% (seharusnya < 5%), bibit mengambang 9,92% (seharusnya < 3 - 4%), bibit rusak 7,5% (seharusnya < 3 - 4%) dan kedalaman tanam sebesar 9,8 cm (seharusnya 4,5 - 6 cm). Hal ini menunjukkan bahwa kinerja alat tanam masih belum sempurna. Sedangkan kapasitas kerja sebesar 20,29 jam/ha (sudah memenuhi persyaratan yang diinginkan) dan biaya tanam sebesar Rp 351.000/ha (dapat ditekan dari Rp 750.000/ha atau 46,87%). Langkah selanjutnya akan dilakukan perbaikan terus menerus, terutama pada unit pengumpan dan pengambilan bibit sampai didapatkan hasil yang stabil.

Kata kunci: Alat tanam bibit padi model China, tipe dua baris, modifikasi

ABSTRACT

Rice cropping systems in Indonesia is generally done by rice transplanting (96%). Although this plant needs a large amount of labor (up to 25-30% of the total power production), rather than direct seeding and spread seeding. Since the shortage of labor have occurred in the centers rice production, it needs an alternative use of mechanization technology for transplanting activity with simple, easy and cheaper ways. This study was aimed to modify two rows manual transplanter Chinese model related to the land conditions and the habit of rice farmers in Indonesia. The methodology used starting from the identification of the character of rice seeds, rice lowland and planting rice seedling manner. The methods consists pre design, technical drawings and manufacture of prototype equipment of two rows type rice transplanter. Laboratory tests, field testing and modifications of rice transplanter to determine and refine the performance of planting equipment. Based on field test results, they were obtained: number of rice seeds implanted ranged 2-8 plants / hole (it should be 2-4 plants / hole), 41.27% missing hills (it should be less than 5%), floating-hill 9.92% (it should be less than 3-4%), damage hill 7.5% (it should be less than 3-4%) and planting depth was 9.8 cm (it should be 4.5 to 6 cm). The results indicated that the performance of rice transplanter was still not perfect. However, work capacity and the cost reduction of planting has been reached, each amounting to 20.29 hours/ha and Rp 351.000/ha (it reduced the cost of planting by 46.87%). The next step is still done by fixing some equipment components, such as: feeding units and rotary picker. Laboratory and field tests would be conducted continuously until stable results.

Key words: Rice manual transplanter, type two rows, modifications

PENDAHULUAN

Kegiatan penanaman padi yang disukai masyarakat petani di Indonesia adalah sistem tanam pindah (*manual transplanting*), dimana kebutuhan tenaga dan biaya tanam lebih besar daripada kegiatan penanaman benih padi langsung (*spread/direct seedling*). Sedangkan kelangkaan tenaga tanam sudah terjadi dimana-mana, termasuk di sentra-sentra produksi padi di Jawa, walaupun diupayakan untuk menaikkan ongkos tanam yang paling tinggi saat itu. Akibatnya banyak lahan sawah tadah hujan, irigasi sederhana, setengah teknis maupun teknis mengalami penundaan waktu tanam. (Koes-Sulistiadji et al., 2008).

Untuk menghindari terjadinya kompetisi antar tanaman padi dalam memenuhi kebutuhan air dan zat hara tanaman serta memudahkan dalam melakukan kegiatan pemupukan (organik maupun kimia), penyiangan dan pemanenan, maka penanaman bibit padi perlu dilakukan dengan jarak tanam teratur, menggunakan umur muda bibit padi dan jumlah populasi tanaman per rumpun seragam serta sinar cahaya matahari yang cukup (Harjadi, 1979).

Perkembangan teknologi penanaman bibit padi di Indonesia ini terkendala pada petaninya, dimana pada umumnya petani di Indonesia bekerja sebagai buruh tanam tidak memiliki lahan garapan. Sedangkan petani pemilik lahan sawah umumnya bekerja sebagai pengusaha dan hanya menyewakan lahan tersebut kepada petani penggarap dengan sistem bagi hasil. (Siregar, 1981)

Sejak tahun 1983 pemerintah Indonesia dan Jepang melalui JICA telah mengembangkan alat tanam bibit padi (*manual transplanter*) model IRRi yang sederhana, mudah dioperasikan dan murah biaya operasionalnya. Walaupun di Jepang sendiri, penanaman bibit padi sudah menggunakan sistem tanam pindah (*transplanting*) dengan tenaga penggerak penanaman bibit padi berasal dari tenaga tarik traktor roda empat dengan sistem penggandengan *mounted* (*tractor mounted*). Bibit yang digunakan berasal dari hasil persemaian khusus (*band-type seedlings*) dan penempatan bibit padi dilakukan dengan lengan penanam yang diambil dari bibit padi pada kotak persemaian (*mat-type seedlings*) (Anonim, 1984).

Sejak tahun 1985, perkembangan alat tanam bibit padi sudah banyak mengalami kemajuan, yaitu sudah menggunakan tenaga penggerak dari motor bakar berpengerak sendiri (*self-propelled transplanter*) untuk melakukan penanaman bibit padi (Anonim, 2007).

Kriteria bibit padi yang dapat ditanam dengan menggunakan alat tanam bibit padi sebagai berikut: bibit padi berumur muda 15 – 21 hss (hari setelah semai), mempunyai 3 – 4 helai daun dan ketinggian bibit dari permukaan tanah sampai ke ujung daun yang terpanjang sekitar 17 – 20 cm dengan kedalaman penanaman berkisar antara 4,5 – 6,0 cm. (Anggono, 1986).

Oleh karena itu Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian melakukan modifikasi rekayasa rancang bangun teknologi alat tanam bibit padi manual tipe China dengan menggunakan bibit padi hasil dari persemaian basah atau konvensional yang sudah menjadi kebiasaan petani Indonesia secara turun temurun.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Kegiatan ini di mulai bulan Februari sampai November 2010. Penelitian, pabrikasi, modifikasi dan uji laboratorium dilakukan di Laboratorium Perekrayasaan dan Laboratorium *Soil Bin* di Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, sedangkan uji lapang dilakukan di Desa Situgadung, Serpong, Tangerang, Provinsi Banten.

Bahan dan Peralatan

Bahan rekayasa untuk komponen utama alat tanam bibit padi manual dua baris terdiri dari *Fabricated part* (as dan pipa baja dan pipa *stall*, plat baja, aluminium, *fiber* dan papan kayu) dan *Standard part* (bahan jadi) seperti : *Accu Charger*, *dry accu* 12V, *reduction gear*, aneka *bearing*, mur, baut dan ring, rantai transmisi dan *sprocket*. Bahan penunjang yang digunakan: mata bor, kawat las, dempul, meni, cat, amplas, perkakas bengkel dan peralatan kunci pas, ring dan *sock* (*tool kit*). Sedangkan mesin-mesin dalam pengerjaan logam yang digunakan untuk proses fabrikasi seperti mesin *pound* (mesin tekuk plat).

Bahan uji utama adalah bibit padi berbagai umur (15,21 dan 24 hss) atau berbagai diameter batang (8,12 dan > 15 mm) diperoleh dari hasil persemaian basah/konvensional (sawah). Sedangkan instrumen ukur yang digunakan, berupa: mistar ukur, *vernicaliper*, *tachometer*, timbangan digital, *stopwach* dan *rollmeter*.



Mekanisme Kerja Alat Tanam Bibit Padi Tipe 2R Model China

Menurut Kusen (1983), desain rancang bangun suatu alat tanam bibit padi manual (manual transplanter) yang baik dengan rancangan dapat berfungsi dengan baik sesuai yang dikehendaki, ada beberapa ketentuan yang harus dipenuhi, antara lain:

- Desain unit pengumpan bibit padi (feeding unit) yang terdapat pada rak (kotak) penampung bibit (seedling tray) memberikan jumlah bibit yang diambil dari rak penampung untuk diumpankan sesuai jumlah bibit pada saat lengan pengambil (rotary picker) melakukan pengambilan bibit untuk diumpankan ke lengan penanam (planting arm).
- Setting* (Pengaturan) setiap gerak proses pengumpanan, pengambilan sampai pada penanaman mulai dari unit pengumpan pada kotak penampung bibit, pengambilan dan penanaman dilakukan berdasarkan hasil perhitungan gerak kinematik dari masing-masing empat batang penghubung (kait) dan dapat disetel (*setting*) secara mudah setiap saat dan dapat diatur secara terus menerus (Gambar 1).

Pelaksanaan Kegiatan

Seluruh kegiatan desain dan rancang bangun rekayasa dilakukan di Laboratorium Perekayasa dan Laboratorium Uji BBP Mektan, Serpong diawali dengan: (a) Identifikasi kondisi lahan dan tanaman padi, (b) Penetapan parameter desain, (c) Pembuatan sketsa perancangan, (d) Desain gambar teknik menggunakan *software Autocad*, (e) Persiapan pengadaan bahan dan komponen dan (f) Proses

pabrikan, analisis pra rancangan dan perancangan dilakukan tiap-tiap komponen penyusun prototipe alat tanam bibit padi untuk mendapatkan kesesuaian antar komponen, dan (g) Penetapan parameter uji.

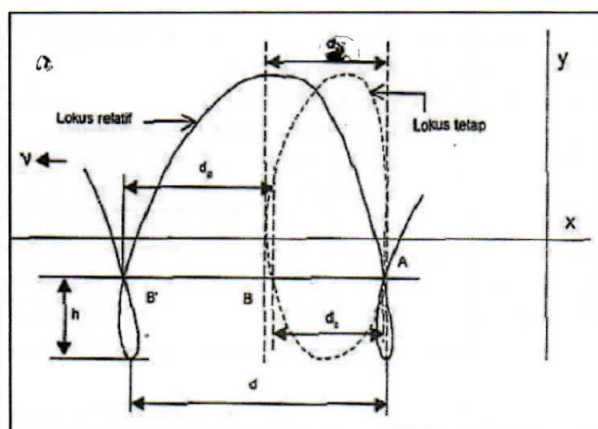
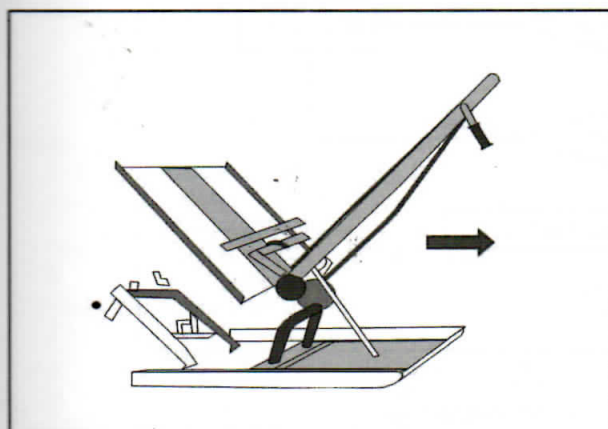
Menurut Bainer *et al.*, (1975). Untuk mengevaluasi kinerja suatu alat tanam bibit padi manual dapat dilakukan berdasarkan parameter uji dari rancangan alat tanam bibit padi manual, meliputi: jumlah lubang kosong tidak tertanam bibit (missing hills), bibit tidak tertanam atau mengambang (floating hills), bibit patah/rusak (damage hills), bibit rebah, jumlah tanaman tiap rumpun (number of plants per hill), jumlah populasi tiap satuan luas, keseragaman jumlah bibit tertanam tiap rumpun (uniformity of plants per hill), jarak tanam (row space), kedalaman tanam (planting depth) dan kapasitas kerja.

Untuk evaluasi kriteria kinerja alat tanam yang harus dicapai secara kuantitatif dapat dilihat pada Tabel 1 (Anonim, 1984).

Tabel 1. Kriteria kinerja alat tanam bibit padi tipe dua baris yang ingin dicapai

Parameter Uji	Nilai Rata - rata
Missing hill (%)	< 5
Jumlah tanaman (batang/lubang)	3 – 5
Kedalaman tanaman (cm)	2 – 3
Jarak tanam (cm)	30
Jarak dalam tanaman (cm)	15
Kapasitas kerja (a/jam)	11,7 (10,7 – 12,7)
Kecepatan kerja (m/det)	0,67 (0,65 – 0,68)
Waktu kerja penanaman (%)	80,1
Waktu belok (%)	9,8
Waktu pengisian bibit padi (%)	8,8
Waktu penyetelan (%)	1,3

(Sumber: Rice Transplanter, Farm Machinery Design, 1984)



Gambar 1 . Skema alat tanam dan gerak lokus penanama

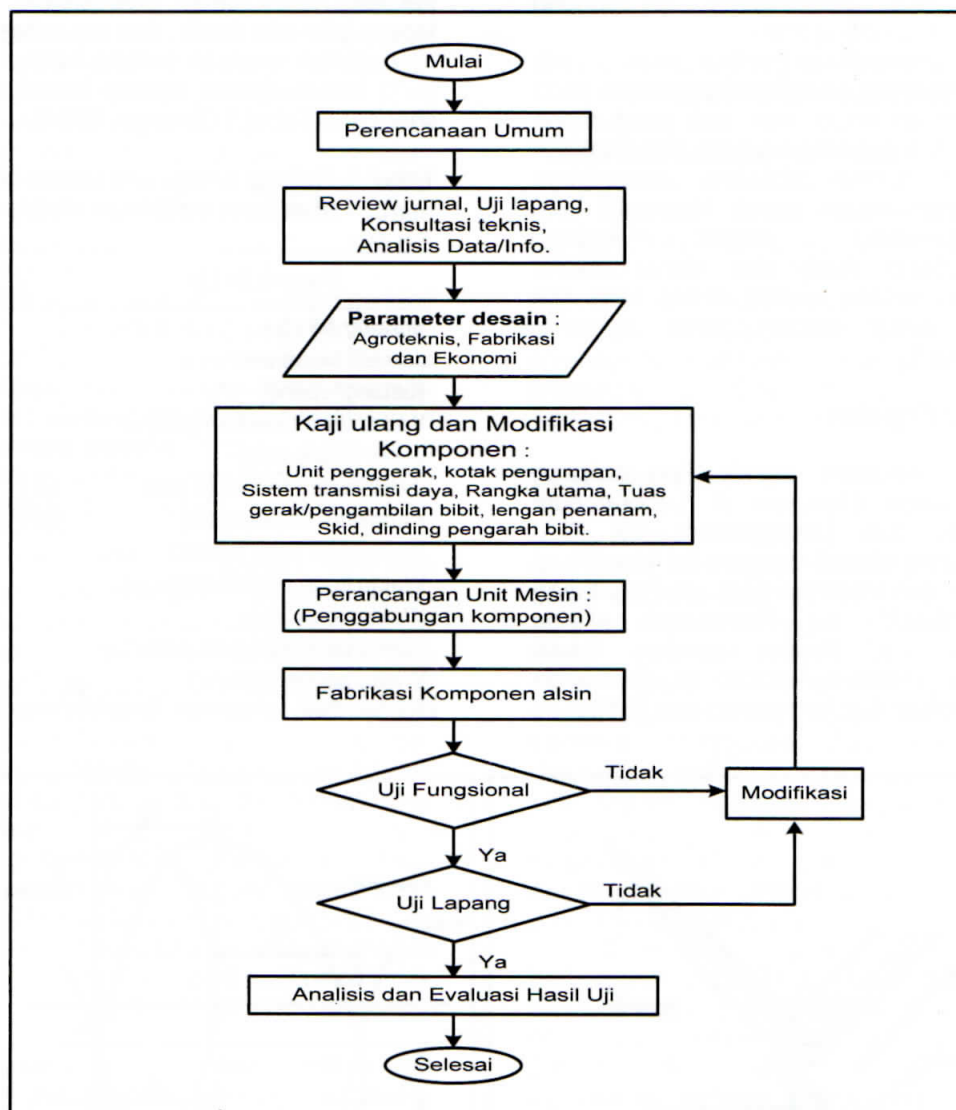
Analisa Teknis

Proses perancangan dan analisa hasil komponen yang dianalisis dan dirancang antara lain: (1) jumlah bibit padi terambil/tertanam per rumpun, (2) putaran engkol penggerak manual dan putaran *sprocket* penggerak, (3) unit pengambil dan lengan penanam bibit padi dan dinding penegak bibit padi dan kedalaman penanaman di permukaan lahan serta keterampilan operator. Proses perekayasaan rancang bangun prototipe dan pengujian alat tanam bibit padi mengikuti tahapan diagram alir seperti Gambar 2.

Untuk mengetahui ukuran dimensi dan kapasitas kerja dari konstruksi alat tanam yang dimodifikasi.

Spesifikasi alat tanam bibit padi yang dibuat :

Tipe bibit padi	: dicuci dan dipisah-pisah (<i>root wash seedling type</i>)
Daya penarik dan penggerak	: manual
Jumlah baris alur	: 2 baris
Mekanisme kerja tanam	: sistem putar engkol



Gambar 2. Diagram alir tahapan kegiatan



Desain Unit Pengumpan (*Feeding Unit*)

Bibit padi dari hasil persemaian sawah dicabut dan dibersihkan dari lumpur yang melekat (*root wash*), kemudian di pisahkan satu per satu dan disusun dengan sejajar di rak bibit (*seedling tray*). Jumlah bibit yang diumpankan pada unit pengumpan (*feeding unit*) harus terisi secara terus menerus. Hal ini akan memberikan jaminan pada unit lengan pengambil (*rotary picker*). Jumlah bibit yang diumpankan (D_1) oleh unit pengumpan (*feeding unit*) ke unit lengan pengambil (*rotary picker*) dapat dinyatakan dengan persamaan: (Anonim, 1984).

$$D_1 = \frac{w_1 \cdot Q_1 \cdot n \cdot i}{1000} \quad (1)$$

Dimana:

- D_1 : jumlah bibit yang diumpankan ke lengan pengambil (bibit/menit)
- w_1 : bobot setiap 1000 bibit (g)
- Q_1 : jumlah bibit spesifik (bibit/gram)
- n : jumlah putaran per waktu (putaran/menit)
- i : persentase bibit tertanam (%)

Berdasarkan karakter bibit padi di Indonesia, yaitu bobot bibit padi yang tersedia (w_1) berkisar 3.400 - 4.000 gram/1.000 bibit atau 250 - 300 bibit/kg dan dimensi diameter mulut pengumpan bibit ($\emptyset$) akan dibuat sebesar 8 - 12 mm. Kecepatan putar pengumpan bibit (*feeding unit*) dibuat sama dengan kecepatan putar lengan pengambilan (*rotary picker*) (n), ditentukan sebesar 45 - 60 rpm (put/min) dan jumlah bibit yang diumpankan oleh stopper (N) ke lengan pengambil sebesar 2 - 3 bibit/putaran, sehingga kapasitas pengumpanan dapat ditulis: (Anonim, 1984).

$$C_p = n \cdot N \cdot Q_2 = w_2 \times A \quad (2)$$

Dimana:

- C_p : kapasitas pengumpan, g/menit
- n : jumlah putaran per waktu (putaran/menit)
- N : jumlah bibit yang diumpankan (bibit/putaran)
- Q_2 : bobot bibit spesifik, g/bibit
- A : luas penampang unit buka-tutup (*stopper*) pada lubang pengumpan, cm^2
- w_2 : kap. pengumpan tiap satuan luas permukaan pengumpan, gr/ menit cm^2

Desain Lengan Pengambilan (*Rotary Picker*)

Jumlah bibit yang diambil oleh lengan pengambil (*rotary picker*) merupakan jumlah bibit yang diumpankan oleh unit pengumpan (*feeding unit*), dihitung berdasarkan rasio kapasitas pengambilan dengan pengumpanan, dinyatakan dengan persamaan, sebagai berikut: (Anonim, 1984).

$$D_2 = \frac{2\pi \times n \times l \times Q_3 \times i}{w_2 \times A} \quad (3)$$

Dimana:

- D_2 : jumlah bibit tiap bobot bibit yang diambil, bibit/gram
- d : diameter paruh pengambil bibit, cm
- n : jml putaran paruh pengambil bibit, put/mnt (20 - 30 put/mnt=0,33 - 0,5 put/detik)
- l : panjang lintasan pengambilan bibit, cm
- Q_3 : jumlah bibit tiap satuan luas (kerapatan bibit), bibit/ cm^2
- i : persentase bibit tertanam, % (dianggap 100%)

Jika diperoleh jumlah bibit tiap satuan luas (kerapatan bibit) (Q_3) sebesar 42 - 64 bibit/30 cm^2 (2-3 bibit/ cm^2) dengan menganggap persentase bibit tumbuh (i) 100%, maka bobot bibit yang digunakan (D_2) adalah 0,25 - 0,3 bibit/gram atau 3,3 - 4,0 gram/bibit. (Anonim, 2010).

Desain Lengan Penanam Bibit (*planting arm*)

Gerak putar poros engkol akan menjadi gerak putar lengan pengambil (*rotary picker*), gerak buka-tutup plat pipih II paruh bantalan karet pada lengan pengambil (*rotary picker*) dan gerak lokus lengan penanam (*planting arm*). Adanya bentuk eksentris dari cam lintasan roller pada permukaan plat piringan lengan pengambil tersebut menyebabkan pengambilan bibit oleh lengan pengambil bibit (*rotary picker*) untuk diumpankan ke lengan penanam (*planting arm*), dinyatakan dalam jumlah batang tiap satuan bobot bibit. Nilai N dapat diketahui dengan dihitung berdasarkan pada luas penampang buka-tutup stopper (A) dengan jumlah bibit tiap satuan bobot bibit padi yang diumpankan dari *rotary picker* (D).

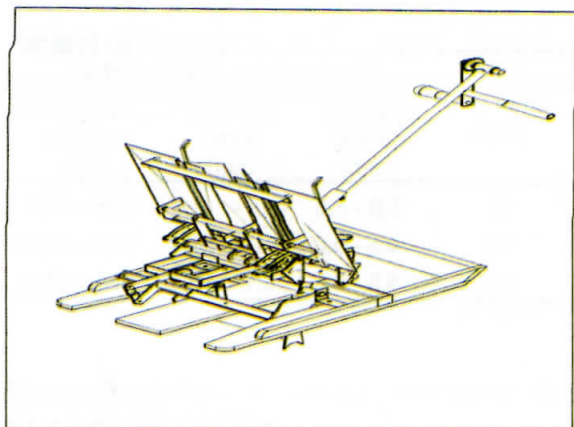
$$N = \frac{2\pi d n \times l \times Q_3 \times i}{D_2 \times w_2 \times A} \quad (4)$$



Gambar 3. Karakter bibit padi untuk varietas Ciherang dan IR42 di Subang

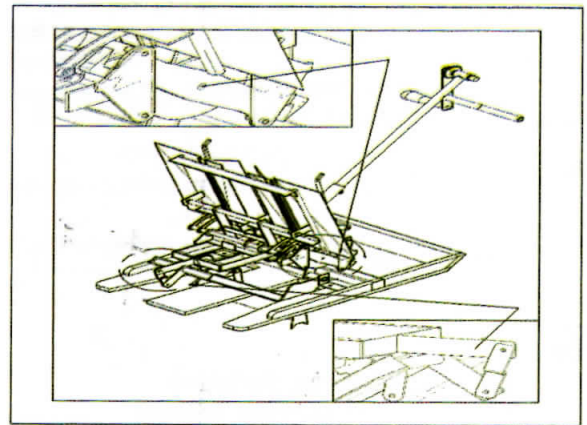
Modifikasi Alat Tanam Bibit Padi Tipe 2R Model China

Berdasarkan analisa hasil uji pendahuluan, program simulasi lengan tanam alat tanam bibit padi manual dan parameter desain yang digunakan untuk modifikasi alat tanam bibit padi tipe dua baris, maka dibuat gambar teknik modifikasi alat tanam bibit padi tersebut pada Gambar 4.

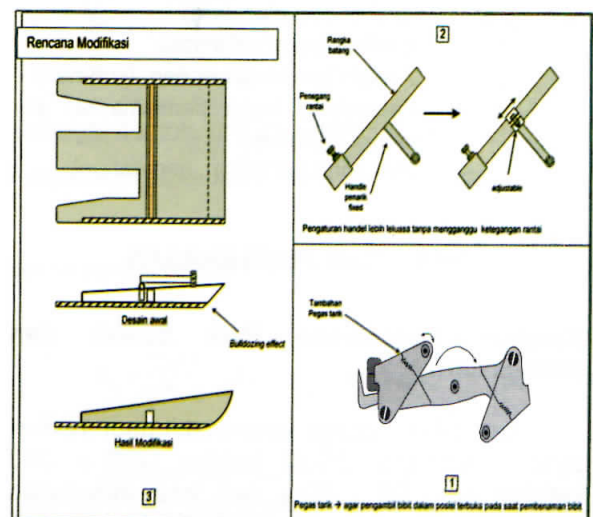


Gambar 4. Alat tanam bibit padi tipe dua baris Model China

Sedangkan unit dari alat tanam yang dimodifikasi antara lain: unit pengumpan, pengambil, penanam dan *skid* seperti pada Gambar 5 dan 6.



Gambar 5. Unit *feeder*, *rotary picker* dan lengan penanaman



Gambar 6. *Skid*, batang engkol dan *rotary picker* yang dimodifikasi

Uji Laboratorium Alat Tanam Bibit Padi Termodifikasi

Dari hasil perakitan modifikasi alat tanam bibit padi tipe dua baris yang dilakukan di Laboratorium BBP Mektan, kemudian dilakukan uji fungsi di laboratorium dengan hasil sebagai berikut:

- Pengujian dilakukan di laboratorium *soil bin* ukuran $2 \times 1,2 \text{ m}^2$ ($2,4 \text{ m}^2$).
- Bibit padi varietas Ciherang umur 18 - 24 hari.



Tabel 4. Hasil uji Fungsional alat tanam

Bagian Alat	Hasil pengamatan	Perbaikan/tindakan yang dilakukan
Feeder	Jumlah bibit padi harus diumpukan secara konstan.	Modifikasi dimensi bentuk dan ukuran unit pendorong (pusher) dan penahan (stopper).
Picker	Penjepitan bibit tidak mengalami kerusakan dan tertinggal setelah proses pengambilan bibit oleh unit lengan penanam.	Perbaikan dan penyetelan roller dan cam pada buka-tutup plat pipih II dan perbaikan cara pengambil bibit dengan sistem penjepitan bibit.
Lengan Penanam	Ukuran lengan penanam dapat melakukan penanaman bibit pada kedalaman 4,5 - 6,0 cm.	Ukuran panjang lengan penanam disesuaikan dengan ketebalan lumpur sawah dan penyetelan posisi sudut lengan penanam.

Data Hasil Uji Lapang

Uji lapang alat tanam tanam bibit padi tipe dua baris dilakukan di Desa Situgadung, Serpong, Tangerang Banten. Lahan

tersebut merupakan lahan sawah tadah hujan dengan kondisi umumnya mempunyai pelumpuran dalam dan bibit yang digunakan umumnya lokal (tidak berlabel/sertifikasi). Kondisi petak dan bibit padi serta hasil uji lapang alat tanam bibit padi tipe dua baris disajikan pada Tabel 5 dan 6.

Tabel 5. Kondisi petak dan bibit padi yang digunakan uji lapang

Kondisi Petak dan bibit padi	Keterangan
Luas	20 x 30 m ²
Tinggi genangan air	5 – 10 cm
Kedalaman lumpur (sinkage)	20 – 40 cm
Varietas	Ciherang
Umur	20 hari
Tinggi bibit	15 – 25 cm
Diameter batang bawah	5 – 15 mm
Panjang akar	3 – 8 cm

Hasil uji lapang yang telah dilakukan menunjukkan bahwa unjuk kerja alat penanam manual tipe dua baris masih ditemukan belum berfungsinya secara maksimal pada unit pengumpan. Hal tersebut berpengaruh pada hasil jumlah bibit yang tertanam dengan baik dan masih adanya lubang yang kosong (tidak tertanami) atau *missing hills*.

Sedangkan kapasitas kerja teoritis dengan kecepatan kerja dari alat tanam bibit padi tipe dua baris tersebut diperoleh hasil, disajikan pada Tabel 7.

Tabel 6. Hasil uji unjuk kerja alat tanam bibit padi tipe dua baris

Ulangan	Jml lubang (lub/m ²)	Tertanam baik (lub/m ²)	Kedalamam (cm)	Missing hill (lub/m ²)	Rusak/patah (lub/m ²)	Tenggelay (lub/m ²)	Mengambang (lub/m ²)
1	8	6	10	2	0	0	0
2	8	2	11	5	1	1	1
3	8	3	10	5	1	1	1
4	8	3	9	5	1	1	1
5	8	2	9	6	0	1	1
6	8	2	10	6	1	0	1
Jumlah (lub/m ²)	48	18	59.0	29	4	4	5
Average (lub/m ²)	6	2.3	7.4	3.6	0.5	0.5	0.6

Keterangan: 1 lubang berisi 2 - 4 bibit

Tabel 7. Hasil unjuk kerja Kecepatan jalan modifikasi alat tanam bibit padi tipe dua baris

Kecepatan kerja								
I			II			III		
Dtk	m/dtk	Km/jam	Dtk	m/dtk	Km/jam	Dtk	m/dtk	Km/jam
19,94	0,25	0,90	15,56	0,32	1,16	14,75	0,34	1,22
13,69	0,37	1,31	14,03	0,36	1,28	13,17	0,38	1,37
15,44	0,32	1,17	16,00	0,31	1,13	15,00	0,33	1,20
13,93	0,36	1,29	14,18	0,35	1,27	20,36	0,25	0,88
20,94	0,24	0,86	14,53	0,34	1,24	13,34	0,37	1,35
21,50	0,23	0,84	22,10	0,23	0,81	20,54	0,24	0,88
Rerata	0,30	1,06		0,32	1,15		0,32	1,15

Dari nilai kecepatan kerja yang dihasilkan pada panjang lintasan penanaman bibit padi, diperoleh nilai rata-rata 0,3 m/detik atau rata-rata sekitar 1,12 km/jam. Dengan diperolehnya data kecepatan kerja rata-rata (termasuk waktu pengaturan dan pelepasan bibit satu persatu) dan lebar kerja yang dihasilkan (22 cm), sehingga dapat diperoleh nilai kapasitas teoritis yaitu sebesar 40,59 jam/ha.

Aspek Finansial

Dari hasil analisa ekonomi (Lampiran 5), diperoleh perhitungan biaya operasional alat tanam bibit padi. Untuk mengetahui kelayakan penggunaan alat tanam bibit padi tipe dua baris, maka biaya operasional alat tanam dibandingkan dengan biaya operasional tanam padi dengan cara konvensional adalah 30 orang/hari/ha. Jika biaya upah tenaga kerja tanam Rp 25.000,- /orang/hari maka total biaya tanam secara konvensional sebesar Rp 750.000 /ha. Sedangkan biaya tanam dengan menggunakan alat dan cara konvensional adalah Rp 351.562 /ha. Perbandingan biaya operasional tanam antara dengan alat tanam dengan konvensional adalah Rp 351.562 / Rp 750.000 = 0,4687 atau 46,87%. Sehingga secara teoritis jika menggunakan alat tanam ini dapat menekan biaya tanam sebesar 46,87%.

KESIMPULAN

1. Alat tanam bibit padi tipe dua baris sudah dapat berfungsi untuk menanam, walaupun dari hasil uji lapang masih belum memenuhi parameter desain yang ditetapkan. Dari hasil uji lapang, diperoleh

data kinerja alat tanam bibit padi: jumlah luang tiap satuan panjang 7,5 lubang /m, tertanam baik 36,11%, missing hill 40,9 % (masih tinggi), bibit rusak 7,54%, bibit mengambang 9,92%, kedalaman penanaman 9,83 cm, jumlah bibit 2 - 11 batang/rumpun dan kapasitas kerja teoritis sebesar 20,29 jam/ha.

2. Biaya tanam dengan alat tanam bibit padi sebesar Rp 351.000/ha, sedangkan biaya tanam konvensional sebesar Rp 750.000/ha, sehingga dapat menekan biaya tanam sebesar 46,87 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1979. *Rice Transplanter. Regional Network for Agricultural Machinery*, Jepang.
- Anonim, 1984. *Farm Machinery Design. Part 1. Rice Transplanter. Farm Machinery Design Course. Rice Production Mechanization Course. Tsukuba International Agricultural Training Center. Japan International Cooperation Agency*
- Anggono, I. Y. 1986. *Buku Petunjuk Pemakaian Alat Tanam Padi Desain IRRI. IRRI-DITPROD, Jakarta dan Modifikasi dan Uji Fungsional Alat Tanam Padi Tenaga Manusia Rancangan IRRI. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.*
- Anonim. 2007. *Budidaya Padi*. Dinas Pertanian dan Kehutanan Kabupaten Bantul. Jawa



Tengah. Diunduh dari
<http://terangbulan.kampungdigital.com/?p=133> 3 Desember 2007.

- Anonim. 2010. *Pengembangan Varietas Unggul Padi Baru melalui Kombinasi Teknik Mutasi Radiasi dan Persilangan*. Diunduh dari
<http://penyuluhpertanian.com/pengembangan-varietas-unggul-padi-baru-melalui-kombinasi-teknik-mutasi-radiasi-dan-persilangan/.html> tanggal 1 Januari 2010.
- Bainer, R., R.A. Kepner, and E.L. Barger. 1975. *Principles of Farm Machinery*. John Willey and Sons. New York.
- D.A. Budiman dan Koes-Sulistiadji, 2008. *Studi Pengembangan Alsin Penanam Bibit Padi Manual Tipe IRRI di Sentra Produksi Padi Kabupaten Tangerang Banten*. Proseding Seminar Nasional Mekanisasi Pertanian 2008. ISBN: 978-979-95196-3-4. Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Harjadi, S.S. 1979. *Pengantar Agronomi*. PT. Gramedia, Jakarta. dalam Anggono, I. Y. 1986. *Modifikasi dan Uji Fungsional Alat Tanam Padi Tenaga Manusia Rancangan IRRI*. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Humaedah, U., SP. 2009. *Varietas-varietas Baru Tanaman Padi*. Balai Besar Pengembangan dan Pengkajian Teknologi Pertanian. Diunduh dari
<http://wildanm.wordpress.com/2009/08/05/varietas-varietas-baru-tanaman-padi/> tanggal 5 Agustus 2009.
- Koes-Sulistiadji, Rosmeika dan A. Gunanto, 2008. *Evaluasi Kinerja Mesin Panen Padi Pada Lahan Pasang Surut*. Jurnal Enjiniring Pertanian. Volume VI. No. 1 April 2008. Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Kusen, M. 1983. *Studi Transformasi Tenaga Manusia ke Tenaga Mekanis melalui Sistem Transmisi Sepeda*. Tesis. Fakultas Pasca Sarjana IPB, Bogor.
- Siregar, H. 1981. *Budidaya Tanaman Padi di Indonesia*. Sastra Hudaya, Jakarta.

Lampiran 1. Kumpulan Foto Kegiatan Modifikasi Alat Tanam Bibit Padi Manual Tipe Dua Baris.

1. Karakter Bibit Padi Varietas Ciherang di Kabupaten Karawang, Subang, Purwakarta, Indramayu dan Cirebon Umur 18, 21 dan 25 hari.



Gambar 1.a. Bibit umur 18, 21 dan 25 hari



Gambar 1.b. Uji putaran engkol dan picker

2. Uji Laboratorium dan Lapang Alat Tanam Bibit Padi Tipe Dua Baris Model BBP Mektan



Gambar 2.a. Uji laboratorium dan lapang dengan bibit umur 21 hari



Gambar 2.b. Prototipe alat tanam bibit padi tipe 2 baris



Lampiran 2: Tahapan Pengujian Alat Tanam Bibit Padi

Uji laboratorium dilakukan untuk mengetahui fungsi dari masing masing unit dan komponen alat penanam bibit padi tipe dua baris, meliputi:

1. Mekanisme unit umpan (*feeder*), pendorong bibit (*pusher*) dan penahan (*stopper*).
2. Mekanisme unit pengambilan (*rotary picker*) untuk membawa dan mengumpakan ke lengan penanam (*planting arm*).
3. Mekanisme unit penanam (*planting arm*) untuk menancapkan bibit pada kedalaman yang ditentukan.

Uji lapang dilakukan untuk mengukur kinerja alat tanam bibit padi manual tipe dua baris tersebut dilakukan berdasarkan parameter uji, meliputi: *missing hill*, *damage hill*, *floating hill*, jumlah bibit tiap rumpun, jumlah populasi, kedalaman tanaman diatas luas lahan uji dan variasi umur bibit.

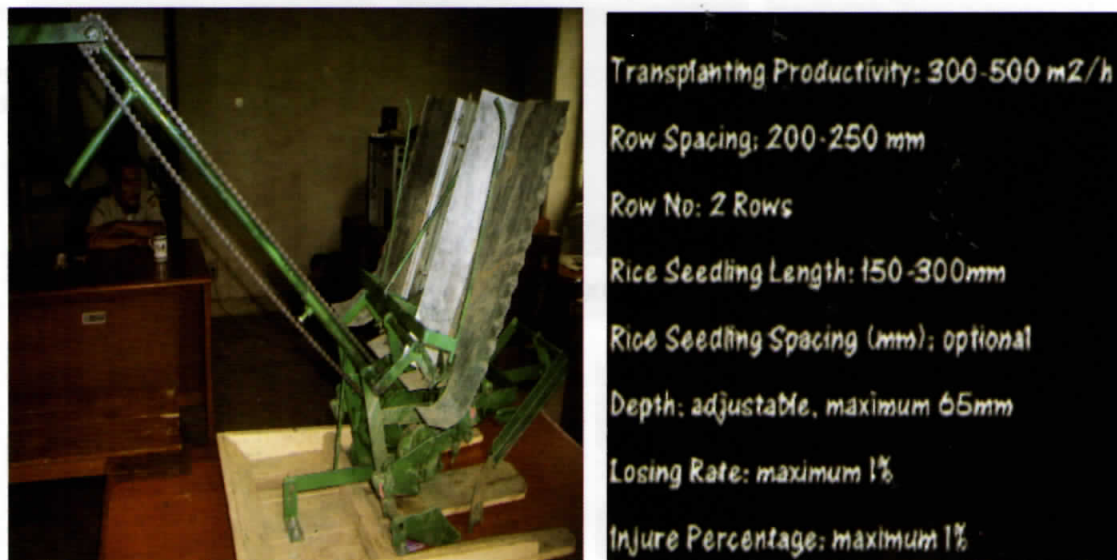
- Luas Lahan Uji :
 - Disesuaikan dengan kondisi lahan sawah yang ada di lahan uji
 - Luas satu 1 plot uji = $6 \text{ m} \times 20 \text{ m} = 120 \text{ m}^2$
 - Kebutuhan Plot Uji = 3 (umur) $\times$ 3 (ulangan) = 9 plot uji
 - Luas total lahan uji = $120 \text{ m}^2 \times 9 \text{ plot} = 1.080 \text{ m}^2$
- Umur Bibit saat tanam:
 - Umur 15 hari (U1)
 - Umur 20 hari (U2)
 - Umur 25 hari (U3)
- Bahan :
 - Varietas Bibit : Ciherang
 - Alat tanam bibit padi tipe dua baris termodifikasi

Data pengamatan hasil uji lapang terhadap prototipe alat tanam bibit padi tipe dua baris, sebagai berikut:

- a. Kondisi bibit padi dinyatakan dalam dimensi tinggi (panjang) dan diameter batang, dan panjang akar, umur bibit padi dan kedalaman tanam bibit padi), varietas dan populasi per rumpun yang digunakan.
- b. Lebar kerja alat, jarak tanam (antar dan dalam tanam).
- c. Jumlah bibit tiap rumpun dan jumlah rumpun tiap satuan luas.
- d. Sudut kerebahan bibit padi.
- e. Persentase jumlah lubang kosong (tanpa ada bibit) tiap jumlah rumpun atau satuan luas (*missing hill*), bibit tergelincir (*Slippage*) atau bibit mengambang (*floating hill*) atau akar bibit tidak tertanam di dalam tanah.
- f. Kecepatan jalan (km/jam), waktu hilang (belok, pengisian bibit padi, istirahat dan pergantian operator), kapasitas kerja (ha/jam atau jam/ha) dan jumlah operator per satuan luas (HOK/ha).
- g. Jumlah bibit padi per satuan luas (populasi/ha).
- h. Jumlah tenaga tanam manual (*hand planting*): mencabut/mengambil bibit, mengangkut, menanam dan menyulam per satuan luas (HOK/ha).

Lampiran 3: Data Kinerja Alat Tanam Bibit Padi Asal China

Setelah hasil uji laboratorium menunjukkan semua unit komponen alat tanam bibit padi tipe dua baris sudah berfungsi dengan baik, maka dilakukan uji lapang (pendahuluan) terhadap alat tanam bibit padi manual tipe dua baris asal China. Tujuannya untuk mendapatkan data kinerja alat tanam tersebut di Indonesia. Gambar 3.a adalah alat tanam bibit padi tipe dua baris asal Cina.



Gambar 3.a. Alat tanam bibit padi tipe dua baris asal China

Kinerja alat tanam bibit padi asal China yang dilakukan di Indonesia diperoleh disajikan pada Tabel 3-A. Berikut :

Tabel 3-A. Hasil uji kinerja dan rencana perbaikan

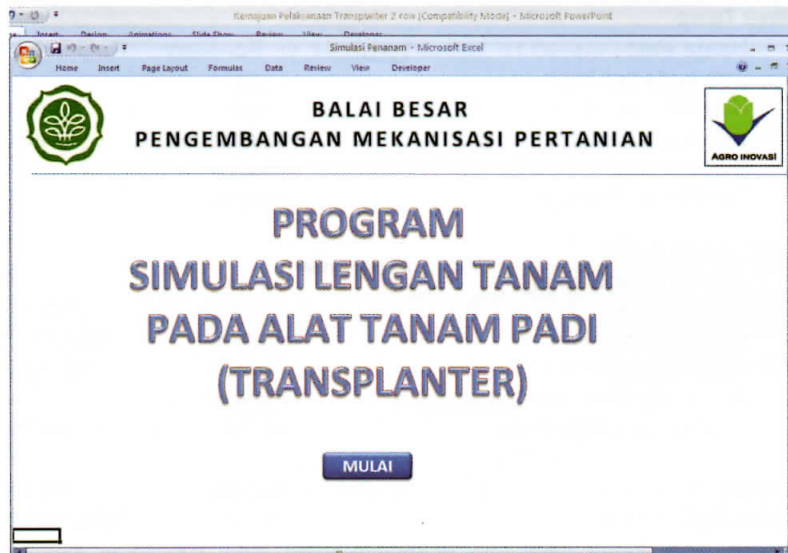
No	Parameter	Umur Bibit (hari)			Yg Diinginkan	Rencana Solusi
		21	18	15		
1	Jml Bibit/lubang (bt/lubang)	4	5	5	2 – 4	Modifikasi bagian pengambilan
2	Missing Hill (%)	35	13	21	5	Modifikasi bag feeder dan lengan penanam
3	Jumlah populasi (tanaman/ha)	138.980	150.945	188.355	150.000 – 200.000	Ok
4	Kedalaman Tanam (cm)	4	4	4	4	Ok
5	Floating Hill (%)	23	11	25	5	Analisa gerak bag penanaman (eccentric lokus)
6	Kapasitas (jam/ha)	25,43	26,34	26,87	?	?



Lampiran 4: Program Simulasi Gerak Lengan Penanam

Untuk mendapatkan gerak lengan penanam secara presisi maka dilakukan melalui Program Simulasi Gerak Lengan Transplanter, agar gerak lengan penanam bibit padi mulai dari proses pengambilan bibit padi oleh *rotary picker* sampai peletakan bibit padi di lahan dapat berlangsung sempurna.

Program Simulasi Gerak Lengan Transplanter



Gambar 4.a. Program simulasi empat batang hubung

Gerak Lokus Penentuan Panjang Empat Batang Hubung (A, C, D & θ)



Gambar 4.b. Simulasi empat batang hubung untuk gerak lokus

Lampiran 5 : Analisis Ekonomi

Biaya operasional alat tanam bibit padi tipe dua baris dihitung berdasarkan data lapang pengujian dan dibandingkan dengan biaya operasional tanam petani setempat :

Tabel 5-A. Analisis ekonomi biaya operasional alat tanam

No	Variable	Unit	Nilai
I	Biaya Tetap		
1	Harga alat	Rp	Rp 3.000.000
6	Jam kerja per hari	jam	8,00
7	Hari kerja per tahun	hari	240,00
8	Jam kerja per tahun	jam	1.920,00
12	Biaya tetap per tahun	Rp/th	
13	Total Biaya Tetap/jam	Rp/jam	
II	Biaya Tidak Tetap		
7	Jumlah tenaga kerja	orang	30,00
8	Operator/hari	Rp/hari	25.000,00
9	Upah Operator/thn	Rp/thn	180.000.000
10	Upah Operator/jam	Rp/jam	93.750,00
11	Biaya perbaikan dan Pemeliharaan	Rp/jam	-
12	Total Biaya Tidak tetap	Rp/jam	93.750
III	Total Biaya Operasi	Rp/jam	93.750
	Total Biaya Operasi	Rp/th	180.000.000
IV	Kapasitas Kerja	ha/jam	0,267
V	Total Biaya Operasi per Ha	Rp/ha	351.562,50

Biaya operasional tanam dengan cara konvensional adalah 30 orang/hari/ha, jika biaya upah tenaga kerja tanam Rp 25.000,- /orang/hari maka total biaya tanam Rp 750.000 /ha. Jadi perbandingan biaya tanam antara menggunakan alat dan cara konvensional adalah Rp 351.562 /ha. atau $(Rp\ 351.562 / Rp\ 750.000) = 0,4687$ atau 46,87%. Sehingga secara teoritis jika menggunakan alat tanam ini dapat menekan biaya tanam sebesar 46,87%.