

ANALISIS SISTEM TRANSMISI DAN PEMBUKA ALUR TANAM SEBAGAI ACUAN DALAM DESAIN MESIN PENANAM TERINTEGRASI DENGAN TRAKTOR RODA DUA

Agustami Sitorus^{1*}, Wawan Hermawan², Radite Praeko Agus Setiawan²

¹Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jambi

²Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor-Bogor

Email: At.sitorus@gmail.com

Abstrak

Mesin tanam biji-bijian yang efektif dan efisien terus dikembangkan di Indonesia. Mesin tanam yang terintegrasi dengan pengolahan tanah alur, pemupukan awal dan penanam merupakan salah satu cara untuk mencapai efektivitas tersebut. Sebuah mesin tanam terintegrasi akan didesain dengan menggunakan poros roda traktor sebagai sumber penggerak. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis sistem transmisi pada alat tanam dan pembuka alur yang akan digunakan. Sistem transmisi yang digunakan direkomendasikan menggunakan sistem sproket-rantai. Jumlah gigi sproket dari poros roda traktor hingga ke poros benih sudah didapatkan dengan jarak tanam maksimal 20.19 cm. Penjatah pupuk menggunakan tipe *edge-cell* dengan luas satu celah 69.44 mm² diikuti dengan silinder pengatur dosis pupuk. Pembuka alur tanam akan menggunakan tipe shoe dengan tinggi 10 cm, lebar 3 m dan ketebalan batang 0.78 mm.

Kata kunci: Mesin terintegrasi, penanam jagung, pemupuk

PENDAHULUAN

Pengolahan tanah termasuk dalam katagori mempersiapkan lahan untuk proses budidaya. Pengolahan tanah dalam proses budidaya bertujuan untuk menciptakan kondisi tanah yang sesuai dengan tanaman. Persiapan lahan untuk budidaya juga didalamnya termasuk pemberian pupuk awal dan pembuatan guludan jika dibutuhkan. Pitoyo dan Sulistyosari (2006) menuturkan bahwa tenaga kerja yang dibutuhkan untuk persiapan lahan yaitu 10 tenaga kerja per ha.

Proses penanaman pada budidaya jagung dilakukan dengan menanam benih. Penanam benih dilakukan dengan membuat lubang tanam dan kemudian dilakukan penutupan lubang tanam. Hendriadi *et al.* (2008) menyebutkan bahwa, pada proses penanaman diperlukan 20 hari kerja per ha.

Proses persiapan lahan (pengolahan tanah dan pemukan awal) dan penanaman sebenarnya dapat dilakukan menggunakan traktor roda dua. Traktor roda dua yang dilengkapi dengan pengolahan tanah rotari dapat diintegrasikan dengan implement alat tanam.

Syafri (2010) mengembangkan alat tanam satu alur (jagung) dan pemupuk (Urea, TSP, KCL) terintegrasi dengan pengolahan tanah penuh menggunakan traktor roda dua dengan kapasitas lapangan 0.11 ha/jam. Hermawan (2011) juga melakukan desain alat tanam satu alur (jagung) dan pemupukan (TSP dan KCL) yang terintegrasi dengan traktor roda dua dengan kapasitas 0.13 ha/jam. Dari alat tanam yang telah didesain oleh peneliti tersebut diperlukan pengembangan untuk meningkatkan kapasitas dan kualitas dari alat tanam terintegrasi.

Hasil studi menunjukkan bahwa prototipe mesin tanam terintegrasi sebelumnya tersebut memiliki beberapa kendala yang diungkapkan oleh peneliti dalam jurnalnya yang perlu dikembangkan. Penggunaan roda bantu (roda ketiga) untuk menggerakkan mekanisme penjatah benih dianggap memicu terjadinya kemacetan pada penjatahan pupuk dan benih. Hal ini disebabkan oleh beban yang harus diatasi oleh roda bantu (roda ketiga). Oleh sebab itu maka diperlukan analisis penggunaan metode sistem transmisi jika menggunakan poros roda traktor sebagai sumber penggerak penjatah benih (jagung) dan penjatah pupuk

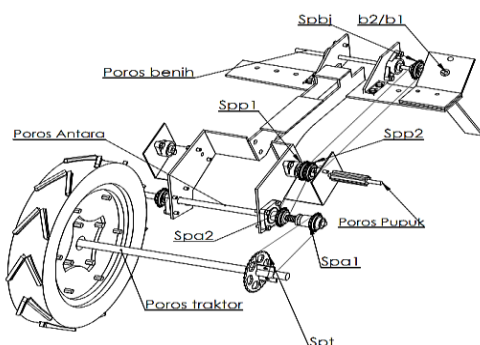
awal. Analisis ini meliputi sistem transmisi yang digunakan untuk menjatah pupuk dan benih dari poros traktor ke poros penjatah pupuk dan benih jagung, analisis ketepatan dosis pupuk dan jarak tanam akibat penggunaan poros roda traktor dan analisis batang pembuka alur.

METODE PENELITIAN

Tahapan Penelitian

Sesuai dengan tujuan, pembahasan dilakukan untuk menganalisis sistem transmisi dari poros traktor hingga ke poros penjatah pupuk dan benih jagung. Penentuan volume penjatah pupuk (NPK) dan jumlah celah penjatah benih agar sesuai dengan budidaya tanaman jagung. Analisis desain dimensi batang pembuka alur agar tidak terjadi defleksi saat melakukan pembukaan alur tanam. Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan kinematika sistem transmisi dan momen.

Penelitian dilakukan dengan menentukan bahwa sumber putaran untuk penjatah benih dan pupuk adalah menggunakan poros traktor. Traktor yang digunakan adalah traktor roda dua Yanmar TF105ML dengan daya 10.5 HP 2400 rpm. Traktor dilengkapi dengan *implement* pengolahan tanah rotari. Proses transmisi dari poros traktor ke poros penjatah benih dan pupuk dilakukan dengan batasan tanpa ada proses perombakan dari traktor itu sendiri. Sistem transmisi yang diharapkan ditunjukkan pada Gambar 1. Sistem transmisi akan menggunakan sproket dan rantai. Sproket pada poros traktor akan didesain sedemikian rupa agar mudah melakukan pemasangan dan perawatan.



Keterangan gambar :

- S_{pt} : Sproket poros traktor
- S_{pa1} : Sproket-1 poros antara
- S_{pa2} : Sproket-2 poros antara
- S_{pp1} : Sproket-1 poros pupuk
- S_{pp2} : Sproket-2 poros pupuk
- S_{pbj} : Sproket benih
- b_2/b_1 : Rasio *bevel gear*

Gambar 1 Sistem transmisi alat tanam jagung terintegrasi

Akibat penggunaan poros traktor sebagai transmisi maka diperlukan analisis terhadap bentuk dan volume penjatah agar sesuai dengan dosis pemupukan awal untuk tanam jagung. Unit penjatah benih jagung harus dapat menjatah dengan jarak tanam 20 cm. Batang pembuka alur *tipe-shoe* juga diperhitungkan untuk menghindari defleksi ketika melakukan pembukaan alur tanam.

Sumber Putaran Penjatah Pupuk dan Benih

Penjatah pupuk dan penjatah benih diputar oleh tenaga putar poros roda traktor. Poros roda traktor menghasilkan torsi yang dibutuhkan untuk memutar poros unit pemupuk dan poros unit penanam. Poros roda traktor diberi sproket dan rantai sebagai transmisi ke poros pupuk dan poros benih. Perancangan transmisi ini dilakukan tanpa mengubah posisi apapun dari traktor. Hal ini dilakukan agar tidak mengganggu kinerja dari traktor.

Dosis penjatahan pupuk disesuaikan dengan kebutuhan pupuk awal dari tanaman jagung. Pemupukan awal menurut Touchton dan Karim (1985) dapat meningkatkan hasil panen jagung. Selain hal tersebut diketahui bahwa dosis pemupukan awal untuk tanaman jagung adalah 22.4 kg N /ha, 22.4 kg P /ha dan 11.2 kg S /ha atau setara dengan 150 kg pupuk NPK jenis phonska (Mullins *et al.* 1997). Hal ini menjadi dasar dalam penentuan dosis pupuk yang akan dijatahkan. Untuk menentukan dosis pupuk per meter alur tanam maka digunakan Persamaan 1.

$$P_{p1m} = \frac{D_p \times a}{10} \quad (1)$$

Dalam hal ini P_{plm} adalah jumlah pupuk yang dijatahkan per meter panjang alur tanam (g/m), D_p adalah dosis pupuk NPK (kg/ha) dan a adalah jarak antar baris tanaman (m).

Jumlah pupuk yang dijatahkan per putaran rotor penjatah dipengaruhi oleh rasio transmisi rantai-sproket dan tingkat kemacetan roda penggerak. Tingkat kemacetan roda penggerak diduga adalah berupa *sliding* dari roda traktor. Jumlah celah rotor dan volume rotor dirancang setelah memperoleh dosis pupuk yang dijatahkan menggunakan Persamaan 2.

$$P_{1prt} = P_{plm} \times (\pi \times D_{rt} \times (1 + k_{rp})) \times \frac{S_{pa1}}{S_{pt}} \times \frac{S_{pp1}}{S_{pa2}} \quad (2)$$

Dalam hal ini P_{1prt} adalah jumlah pupuk yang harus dijatahkan per putaran rotor penjatah (g), D_{rt} adalah diameter roda traktor (m), k_{rp} adalah tingkat kemacetan roda penggerak (desimal), S_{pa1} adalah jumlah gigi sproket-1 poros antara, S_{pa2} adalah jumlah gigi sproket-2 poros antara, S_{pt} adalah jumlah gigi sproket roda traktor, S_{pp1} adalah jumlah gigi sproket poros pupuk.

Proses pemupukan awal menggunakan metode pennebaran di dalam tanah (*broadcast incorporated*). *Hopper* pupuk diletakkan di atas dek rotari dengan saluran pengeluaran di depan pisau rotari. Pupuk yang dijatahkan rotor penjatah akan jatuh di depan pisau rotari dan akan teraduk bersama dengan tanah ketika pisau rotari mengolah tanah. Hal ini menjadikan pupuk tersebar di alur pengolahan tanah yang akan ditanami dengan benih jagung. *Hopper* pupuk dirancang pada sisi kanan dan kiri di atas dek rotari.

Volume pupuk yang harus dijatahkan dalam satu putaran rotor dalam cm^3 (V_{1put}) menggunakan data kerapatan isi pupuk NPK dan dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.

$$V_{1put} = \frac{P_{1prt}}{\rho_p}$$

Maka volume pupuk yang harus dijatahkan dalam satu putaran rotor (V_{1put}) adalah 11.85 cm^3 . Dengan menggunakan tipe rotor *edge-cell* 6 celah dan panjang rotor (L) 10 cm, luas dari satu celah rotor (A_{md}) dapat dihitung menggunakan Persamaan 4.

$$A_{md} = \frac{V_{1put}}{L \times 6}$$

Luas dari satu celah rotor (A_{md}) hasil perhitungan adalah 0.2 cm^2 .

Mekanisme untuk menggerakkan poros rotor pupuk dan poros penjatah benih berasal dari poros roda traktor. Berdasarkan Persamaan 2 yang dikembangkan maka sistem transmisi yang dapat digunakan untuk mendapatkan jarak tanam.

Sistem penjataan benih dilakukan dengan menggunakan sistem transmisi yang terhubung dengan poros pupuk sebelah kiri (Gambar 1). Penjataan benih harus memperhatikan aspek jarak tanam dan kedalaman penempatan benih. Kedalaman penempatan benih yang umum digunakan adalah 2.5-5 cm (Hendriadi *et al.* 2008). Jarak tanam yang akan diterapkan menggunakan sistem jarak tanam jajarlegowo 2:1 yang mampu meningkatkan produktivitas jagung (Srihartono *et al.* 2013). Jarak tanam benih dalam satu baris adalah 20 cm. Jarak tanam ini menjadi dasar dalam penentuan jumlah celah dan jumlah gigi sproket yang akan digunakan. Jumlah gigi sproket dan jumlah celah penjatah benih yang didesain ditentukan menggunakan Persamaan 5.

$$J_{tb} = \frac{(\pi \times D_{rt} \times (1 + k_{rp})) \times \frac{S_{pb1}}{S_{rt}} \times \frac{S_{pp1}}{S_{pb2}} \times \frac{S_{pbj}}{S_{pp2}} \times \frac{b_2}{b_1}}{J_c}$$

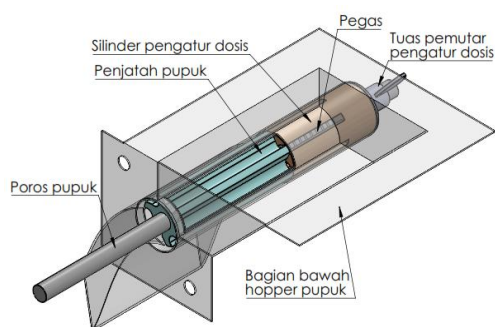
Dalam hal ini J_{tb} adalah jarak tanam benih (m), D_{rt} adalah diameter roda traktor (m), k_{rp} adalah tingkat kemacetan roda penggerak (desimal), S_{pp2} adalah jumlah gigi sproket 2 poros pupuk, S_{pbj} adalah jumlah gigi sproket 2 benih jagung, b_2 adalah jumlah gigi *bevel gear* pada poros penjatah benih, b_1 adalah jumlah gigi *bevel gear* pada poros penjatah benih dan J_c adalah jumlah celah penjatah benih.

Pembuka Alur Tanam (3)

Pembuka alur yang akan digunakan adalah tipe *shoe*. Hal ini didasarkan pada ketepatan kedalaman penanaman benih, tipe pembuka alur *shoe* lebih tepat dibanding tipe *shovel* dan tipe *hoe* (Darmora dan Pandey 1994). Pembuka alur ini akan membuka alur tanam dengan kedalaman 3-5 cm dan lebar alur 2 cm. Hasil penanaman dengan menggunakan tipe

pembuka alur *shoe* pada kondisi tanah gembur dapat menempatkan benih sehingga benih dapat tertanam di dalam tanah.

Pembuka alur yang akan digunakan adalah tipe *shoe* (Gambar 2). Pembuka alur ini akan membuka alur tanam dengan kedalaman (d_a) 3-5 cm dan lebar alur (l_a) 3 cm. Tanah hasil bumbunan dari pembuka alur dapat menutup alur tanam kembali sehingga penutup alur tidak diperlukan. Tinggi dari plat pembuka alur tanam diduga dengan mengasumsikan bahwa tanah hasil dari pembukaan alur tanam seperti pada Gambar 2.



Gambar 2 Desain pembuka alur tanam tipe *shoe*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kebutuhan Dimensi Pembuka Alur Tanam

Tanah yang terbongkar oleh pembuka alur (L_{PA}) diasumsikan berbentuk persegi dengan luas pembuka alur (L_{PA}) adalah 15 cm^2 . Luas tanah hasil bumbunan sama dengan setengah dari luas tanah pembuka alur dengan asumsi bahwa tanah yang terbongkar oleh pembuka alur terbagi sama rata ke kanan dan ke kiri. Tinggi tanah bumbunan (t) diasumsikan sama dengan lebar tanah bumbunan (a) yaitu 3.87 cm. Tinggi minimal dari plat pembuka alur tanam adalah hasil dari penjumlahan tinggi bumbunan tanah (t) dengan kedalaman pembukaan alur (d_a) yaitu sebesar 8.87 cm. Tinggi plat pembuka alur tersebut disesuaikan menjadi 10 cm untuk mempermudah pembuatan.

Tanah yang terbongkar oleh pembuka alur (L_{PA}) dapat dihitung menggunakan Persamaan 6,

$$L_{PA} = l_a \times d_a$$

dengan $l_a = 3 \text{ cm}$ dan $d_a = 5 \text{ cm}$ diperoleh

$$L_{PA} = 15 \text{ cm}^2$$

Tinggi tanah bumbunan (t) dapat dihitung menggunakan Persamaan 7.

$$t = \sqrt{l_a \times d_a}$$

$$t = 3.87 \text{ cm}$$

Tinggi minimal dari plat pembuka alur dapat dihitung menggunakan Persamaan 8.

$$t_{\min} = t + d_a$$

$$t_{\min} = 8.87 \text{ cm}$$

Batang pembuka alur menggunakan bahan baja kolom dengan tegangan tarik maksimal dari batang baja adalah 55 kg/mm^2 . Tegangan yang diijinkan dengan menggunakan *safety factor* 4 dapat dihitung menggunakan Persamaan 9.

$$\sigma = \frac{\sigma_{\max}}{sf}$$

$$\sigma = 13.75 \text{ kg/mm}^2 = 134.89 \text{ N/mm}^2$$

Momen lentur dihitung menggunakan Persamaan 10.

$$M = F \times l_f$$

Dimana gaya tahanan terhadap tanah (F) dapat dihitung dengan mengetahui kedalaman pembuka alur (d_a) dan lebar pembuka alur (l_a). *Draft* spesifikasi tanah (D_{st}) diperoleh dari lahan percobaan yaitu 0.849 kgf/cm^2 .

$$F = d_a \times l_a \times D_{st}$$

$$F = 12.74 \text{ kgf} = 124.93 \text{ N}$$

sehingga M ,

$$M = 49\,972.14 \text{ Nm}$$

Titik tengah bahan (C) diperoleh dengan menggunakan Persamaan 12 dengan p_2 adalah panjang baja kolom sisi luar 20 cm.

$$C = \frac{1}{2} p_2$$

$$C = 10 \text{ mm}$$

Dengan mengetahui tegangan yang diijinkan (σ) = 134.89 N/mm^2 , momen lentur (M), titik tengah bahan (C), maka momen inersia dengan bahan baja kolom dapat dihitung menggunakan Persamaan 13.

$$I = \frac{MC}{\sigma} \quad (6)$$

$$I = 3704.73 \text{ mm}^4$$

Momen inersia bahan baja kolom dengan panjang (p) dan lebar (l) yang sama dapat dihitung menggunakan Persamaan 14 dan dapat diturunkan untuk memperoleh panjang baja kolom sisi dalam (p_1).

$$I = \frac{p_2 l_2^3}{12} - \frac{p_1 l_1^3}{12}$$

$$I = \frac{p_2^4 - p_1^4}{12}$$

$$p_1 = \sqrt[4]{p_2^4 - (12 \times I)}$$

$$p_1 = 18.44 \text{ mm}$$

Ketebalan minimal batang pembuka alur (K) dapat dihitung menggunakan Persamaan 15.

$$K = \frac{p_2 - p_1}{2}$$

$$K = 0.78 \text{ mm}$$

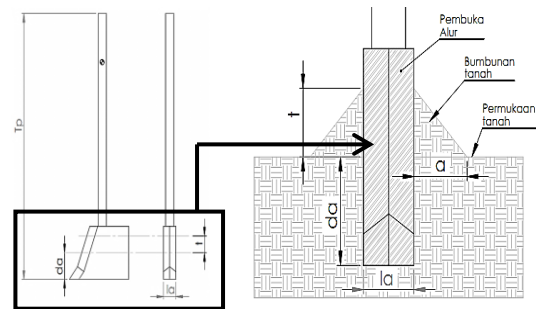
Analisis Volume Penjатаh Pupuk

Bentuk penampang celah rotor yang digunakan adalah seperti pada Gambar 4. Diameter rotor yang digunakan adalah 36 mm. Penampang celah tersebut dapat dihitung menggunakan pendekatan Persamaan 16.

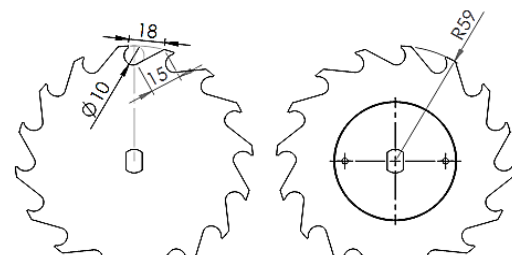
$$A_{PC} = (A_1) + (A_2)$$

$$A_{PC} = (A_1) + (A_3 - A_4 - A_5 - A_6)$$

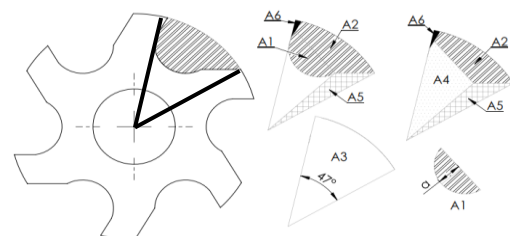
Dimensi bagian dan luas A_1 sampai dengan A_6 dapat dilihat pada Gambar 4. Luas A_{PC} dari hasil perhitungan Gambar 4 adalah sebesar 69.44 mm² (0.6944 cm²). Luas satu celah yang direncanakan ini sudah lebih besar dari kebutuhan untuk dosis pemupukan awal tanaman jagung. Kelebihan luas satu celah penjатаh ini akan dapat dimanfaatkan nantinya jika kebutuhan dosis pupuk meningkat. Pengaturan penjатаh agar sesuai dengan dosis yang dibutuhkan maka didesain juga silinder pengatur dosis pupuk seperti pada Gambar 3.



Gambar 3 Desain konseptual mekanisme penjатаh pupuk



Gambar 4 Penampang celah rotor



Gambar 5 Desain penjатаh benih jagung

Analisis Jarak Tanam Benih

Penjатаh benih seperti pada Gambar 5 menggunakan tipe lempeng bercelah yang dipasang pada posisi sesuai dengan sudut curah dari benih. Penjатаh benih terbuat dari bahan silinder pejal berbahan *polietilen*. Luas dan bentuk celah disesuaikan dengan bentuk dan dimensi dari benih jagung manis dan jagung hibrida. Jarak tanam diatur oleh penjатаh benih dan sistem transmisi yang digunakan yakni dari poros traktor sampai poros penjатаh benih (Gambar 1). Jarak tanam dalam baris yang diharapkan adalah 20 cm. Oleh sebab itu dilakukan beberapa skenario jumlah gigi transmisi dan jumlah celah penjатаh yang digunakan menggunakan Persamaan 5.

Table 1 Perhitungan luas celah rotor

Bagian	Dimensi			Persamaan	Luas (mm ²)
	Ba	Di	sa		
A ₁	R ₁ a	4.4 2 3.6 7	m m m m	$A_1 = \frac{a}{2R_1} (\pi R_1^2)$	26.02
A ₃	R ₂ a	18 47	m o	$A_3 = \frac{\alpha}{360} (\pi R_2^2)$	132.89
A ₄	a ₁	15	m m	$A_{41} = \sqrt{k(k-a_1)(k-b_1)(k-c_1)}$	5
	b ₁	13. 33	m m		6
	c ₁	8.4 9	m m		2
	a ₂	8.4 9	m m		5
A ₅	b ₂	1.3 5	m m	$A_{42} = \sqrt{k(k-a_2)(k-b_2)(k-c_2)}$	6
	c ₂	8.8 4	m m		3
	a	18. 00	m m		$A_5 = \sqrt{k(k-a)(k-b)(k-c)}$
b	5.7 8	m m			
A ₆	c	13. 32	m m	$A_6 = \sqrt{k(k-a)(k-b)(k-c)}$	1.38
	a	3	m		
	b	0.9 2	m m		
A ₂	c	3.1 2	m m	$A_2 = A_3 - A_4 - A_5 - A_6$	43.41
	A _{PC}	$A_{PC} = (A_1) + (A_3 - A_4 - A_5 - A_6)$			

Hasilnya skenario menunjukkan bahwa dengan jumlah gigi sproket 28, 18, 18, 14, 14,18,13, 33 dan jumlah celah penjatah 16 (Table 2) memberikan jarak tanam yang paling mendekati jarak tanam 20 cm.

Table 2 Data hasil skenario perhitungan jarak tanam benih jagung

Skenario	S _{pt}	S _{pa1}	S _{pa2}	S _{pp1}	S _{pp2}	S _{pbj}	b ₁	b ₂	J _c	J _{ib} (cm)
1	2 8	1 8	1 8	1 4	1 4	1 4	1 3	3 3	1 2	20 .9 3
2	2 8	1 8	1 8	1 4	1 4	1 4	1 3	3 3	1 6	15 .7 0
3	2 8	1 8	1 8	1 4	1 4	1 6	1 3	3 3	1 2	23 .9 2
4	2 8	1 8	1 8	1 4	1 4	1 6	1 3	3 3	1 6	17 .9 4
5	2 8	1 8	1 8	1 4	1 4	1 8	1 3	3 3	1 6	20 .1 9

Poros roda traktor diberi sproket dengan jumlah gigi 28. Poros antara diberi 2 buah sproket dengan masing-masing jumlah gigi sproket adalah 18. Poros pupuk diberi 2 buah sproket dengan masing-masing jumlah gigi sproket adalah 14. Poros benih diberi 1 buah sproket dengan jumlah gigi sproket adalah 18. Keseluruhan poros yang didesain menggunakan sistem transmisi rantai-sproket. Poros antara diberi mekanisme kopling untuk menghentikan proses pemupukan dan penanaman. Untuk metransformasikan gerakan vertikal ke gerakan horizontal dari poros benih akan digunakan *bevel gear* dengan perbandingan 13:33.

KESIMPULAN

1. Plat pembuka alur tanaman direkomendasikan menggunakan tinggi 10 cm dengan lebar pembukaan alur adalah 3 cm. Batang pembuka alur menggunakan jenis baja kolom dengan tagangan tarik maksimal 55 kg/mm² dan ketebalan minimal 0.78 mm.
2. Sistem transmisi dari poros roda traktor hingga ke poros benih disarankan menggunakan jumlah gigi 28 (sproket poros roda traktor), 18 (sproket poros antara satu), 18 (sproket poros antara dua), 14 (sproket

poros pupuk satu), 14 (sproket poros pupuk dua), 18 (sproket poros penjatah benih, 13 (jumlah gigi bevel gear satu), 16 (jumlah gigi bevel gear dua) untuk mendapatkan jarak tanam 20 cm. Jumlah celah penjatah benih adalah 16 celah dengan diameter piringan penjatah 188 mm.

3. Tipe penjatah pupuk yang disarankan menggunakan tipe *edge-cell* dengan luas satu celah adalah 69.44 mm². Silinder pengatur dosis pupuk didesain untuk mengatur jumlah dosis yang dibutuhkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Darmora, D.P., Pandey K.P. 1994. *Evaluation of performance of furrow openers of combined seed and fertiliser drills*. Journal Soil & Tillage Research. 34:127-139.
- [2] Hendriadi, A., Firmasnyah I.U., Aqil M. 2008. *Teknologi mekanisasi budidaya jagung*. Balai Besar Pengembanagn Mekanisasi pertanian. Serpong.
- [3] Hermawan, W. 2011. *Perbaikan desain mesin penanam dan pemupuk jagung bertenaga traktor tangan*. Jurnal Keteknikan Pertanian. 25 (1): 9-18.
- [4] Mullins, G.L., Alley S.E., Reeves D.W. 1997. *Tropical maize response to nitrogen and starter fertilizer under strip and conventional tillage systems in southern Alabama*. Journal Soil & Tillage Research. 45:1-15.
- [5] Pitoyo, J., Sulistyosari N. 2006. *Alat penanam jagung dan kedelai untuk permukaan bergelombang*. Prosiding seminar Mekanisasi pertanian. BBP MEKTAN. Bogor 75-81.
- [6] Srihartono, E., Budiarti S.W., Suwarti. 2013. *Penerapan sistem tanam jajarlegowo jagung hibrida untuk peningkatan produktivitas di*

lahan inceptisols Gunungkidul. Seminar nasional serealia.

- [7] Syafri, E. 2010. *Disain mesin penanam jagung terintegrasi dengan penggerak traktor roda dua* [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- [8] Touchton, J.T., Karim F. 1985. *Corn growth and yield responses to starter fertilizers in conservation-tillage system*. Journal Soil & Tillage Research. 7:135-144.