

Desain Dan Simulasi Lokus Penanam Padi Pada Mekanisme Empat Batang Penghubung Dengan Menggunakan *Software Solidworks*

Marzuki¹, Sumardi²,

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe
 Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

¹marzuki@pnl.ac.id

²sumardi@pnl.ac.id

Abstrak - Four link bar mechanism is one of mechanism used in wet Rice transplanting machine. This mechanism consist of a Frame, Cranck, Connector, and Rocker, which is a kinematics chain that is bounded by a systems condition of link bar that are joined together or intersect conditions that allows moving relative or moving any other link bar position as desired. The planting locus from the movement of this mechanism shows the steps of taking the seedlings from the hoper, placing the seedlings in the right position, correct planting holes and accuracy of feeding the planting holes. This study aims to design and simulate the parameter of four links bar mechanism in order to obtain the optimum parameters and provide an accurate planting locus. The method used in this research is selection of the optimum design parameter of four link bars, namely dimensions and simulation mechanism and movement analysis. Using Solidworks software can simulate an optimal locus of planting by analyzing the velocity, acceleration and movement of four link bar mechanism.

Key words: Four link bar mechanism, Locus of planting, Rice seedlings planted, simulation and Motions Analysis.

I. PENDAHULUAN

Metode penanaman padi secara tradisional yang dikerjakan oleh petani di provinsi Aceh menghasilkan jarak tanam yang tidak seragam, membutuhkan tenaga kerja yang banyak, waktu yang lama dan biaya yang besar. Ketidakseragaman jarak tanam juga akan memberikan dampak terhadap kelambatan perkembangbiakan bibit, menyulitkan petani saat melakukan penyiangan, pemupukan dan penyemprotan [1]. Hal ini tentunya akan berdampak pada penurunan hasil panen padi. Fakta lain menunjukkan bahwa masa tanam tidak pernah terjadi secara serentak dikarenakan langkanya tenaga kerja yang mempunyai kualifikasi dibidang ini.

Penggunaan mesin penanam padi (rice transplanter) telah berhasil dilaksanakan di Jepang, Korea, Thailand dan China, akan tetapi tidak bisa diadopsi di India dan Indonesia dikarenakan keterbatasan kemampuan ekonomi petani dan budaya, [2]. Penggunaan mesin ini akan memudahkan petani menanam padi karena dapat menghemat waktu, mempercepat proses penanaman bibit padi serta menyiasati kurangnya tenaga kerja dalam proses penanaman padi, [3]. Alat ini mampu menanam 1 ha dalam waktu 4 jam dengan kondisi jarak tanam secara baris dan kolom seragam.

Mekanisme empat batang penghubung (four bar linkage mechanism) merupakan mekanisme yang cocok yang digunakan pada mesin penanam padi yang berfungsi sebagai lengan penanam dan pengambil bibit dari hoper. Implementasi dari mekanisme ini sangat rumit, sehingga memerlukan kedalaman analisa kinematik untuk memastikan mekanisme ini dapat bekerja sesuai yang diinginkan [2].

Anon menyatakan bahwa secara umum untuk mesin-mesin mekanisasi pertanian selalu menggunakan mekanisme batang penghubung yang digerakkan oleh penggerak utama yang berupa motor bensin atau diesel untuk menggerakkan mekanisme tersebut [10]. Pergerakan, kecepatan dan percepatan yang terjadi pada setiap batang peluncur atau penghubung selalu dianalisa dengan prinsip kinematik.

Batang-batang penghubung pada mekanisme diidentifikasi sebagai 1), Panjang batang penghubung tetap (frame), L₁, 2) Panjang batang penghubung (cranck), L₂, 3) Panjang batang yang mengikuti (Connector), L₃, 4) Panjang batang ayun (rocker), L₄, 5) Panjang penambahan batang

penghubung, L_F, 6) Perubahan sudut batang penghubung, ψ , 7) Sudut dari batang penghubung tetap horisontal, β .

Batang penghubung diposisikan tetap, dimensi akan disesuaikan mengikuti engkol yang bergerak. Komponen ini disambungkan dengan dua batang penghubung dengan menghitung sudut pergerakan engkol. Sudut engkol dikondisikan pada 1^o. Untuk analisa kinematiknya menggunakan metode Newton-raphson yang dituliskan dengan matrik Jacobian untuk batang penghubung. Perhitungan dimensi dilakukan untuk menentukan dimensi batang dan menganalisa panjang batang penghubung L₂, L₃, dan L₄.

Penelitian yang dilakukan oleh Reis dan Forcellini (2002) telah menemukan empat konsep dasar yang harus diperhatikan guna memaksimalkan fungsi dari mekanisme penanaman, sehingga didapatkan suatu penanaman dengan jarak tanam yang presisi. Konsep tersebut antara lain meliputi ; a) Bagaimana menempatkan bibit pada posisi yang tepat, b) Penggalan lubang tanam yang benar, c) Prosesi pengumpanan bibit ke lubang tanam, dan d) Kemampuan menutup lubang kembali setelah penanaman selesai.

Analisa kinematik untuk perpindahan batang penghubung dapat dihitung dengan menggunakan persamaan-persamaan berikut :

$$S = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cos \phi_2} \tag{1}$$

$$\beta = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cos \phi_2} \tag{2}$$

$$\psi = \cos^{-1} \left(\frac{c^2 + s^2 + d^2}{2cs} \right) \tag{3}$$

$$\lambda = \sin^{-1} \left(\frac{c}{d} \sin \psi \right) \tag{4}$$

$$\theta_3 = \psi - \beta \tag{5}$$

$$\theta_4 = 360^\circ - \lambda - \beta \tag{6}$$

Adapun maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah merancang atau mendesain lokus penanam padi pada mekanisme empat batang Penghubung dan disimulasikan dengan menggunakan software untuk menentukan bentuk lokus penanaman yang tepat.

II. METODOLOGI PENELITIAN

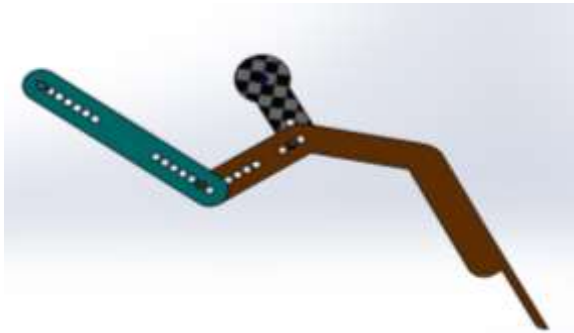
A. Perumusan Konsep Desain dan Analisis Desain

1. Menentukan parameter desain untuk mekanisme empat batang penghubung.
2. Merumuskan beberapa konsep desain terkait dengan pemilihan dimensi dari empat batang Penghubung.
3. Memilih konsep terbaik untuk di lanjutkan ke tahap pembuatan program perancangan dan penggambaran dengan software CAD.
4. Permodelan dan simulasi komputasi untuk menentukan gaya dan analisa gerakan mekanis pada mekanisme empat batang penghubung.

B. Rancangan Model

Rancangan model mekanisme dari empat batang penghubung untuk konstruksi mekanisme mesin penanam padi yang direncanakan seperti yang terlihat pada gambar 1.

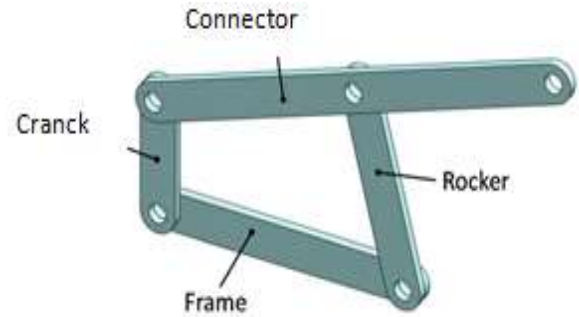
1. Batang pengambil bibit padi dari hoper yang sekaligus berfungsi untuk menancapkan bibit padi ke tanah dan bergerak sesuai dengan lokus pergerakan derajat kebebasan batang penahan gerakan dan sumbu putar batang yang digerakkan oleh poros.
2. Batang yang berhubungan dengan poros penggerak, berfungsi meneruskan putaran dari motor penggerak untuk memutar lengan pengambil bibit padi.
3. Batang penahan gerakan, berhubungan langsung dengan rangka mesin untuk memastikan terjadinya gerakan, sehingga mekanisme ini bekerja.



Gambar 1. Desain gambar untuk mekanisme empat batang penghubung

C. Simulasi Model

Permodelan dengan software Solidworks Premium 2015 haruslah melalui pengenalan dasar dari batang 1 (Frame), Batang 2 (Crank), Batang 3 (Connector) dan Batang 4 (Rocker) seperti terlihat pada gambar 2. Panjang ke 4 batang haruslah terdapat kesesuaian lubang, sehingga dapat memberikan efek gerakan yang mulus dan haruslah dipastikan bahwa Batang 2 harus dapat berputar 360⁰ setelah proses perakitan.



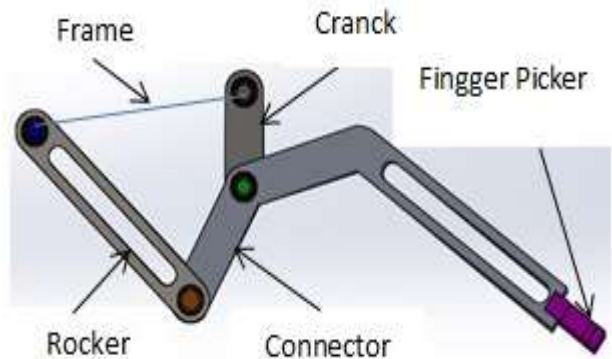
Gambar 2. Dasar Permodelan mekanisme 4 Batang Penghubung

Jika permodelan telah sesuai seperti yang diinginkan, maka langkah selanjutnya adalah menentukan komponen-komponen yang tetap dan bergerak baik rotasi maupun linear. Analisa kinematik untuk kecepatan dan percepatan dari setiap batang penghubung dapat dianalisa dengan perhitungan Microsoft Excell maupun dengan memodelkan mekanisme dengan menggunakan perangkat lunak SolidWorks.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Desain Empat batang penghubung

Desain mekanisme empat batang penghubung yang optimum dari berbagai uji alternatif dimensi untuk menghasilkan lokus penanam padi sebagaimana yang terlihat pada gambar 4. Gambar 4. menjelaskan bahwa mekanisme yang dipilih telah diuji dan dapat bergerak mulus sesuai dengan fungsionalnya untuk penanaman padi.



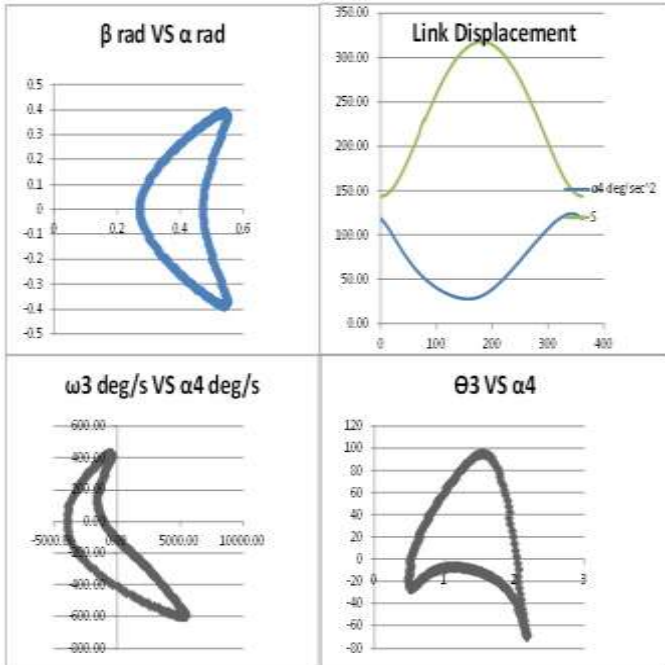
Gambar 3. Gambar desain mekanisme empat batang penghubung

Lokus penanaman akan terbentuk pada ujung jari penanam (finger picker) yang merupakan perpanjangan dari batang penghubung (connector). Lokus merupakan rekam jejak pergerakan dari jari penanam yang mengambil bibit dari hoper, membawa dan menancapkan bibit padi ketanah kemudian bergerak mundur pada posisi awal secara terus menerus. Bentuk dari lokus sangat dipengaruhi oleh kecepatan dan percepatan batang penghubung pada mekanisme empat batang

B. Analisa Kinematik

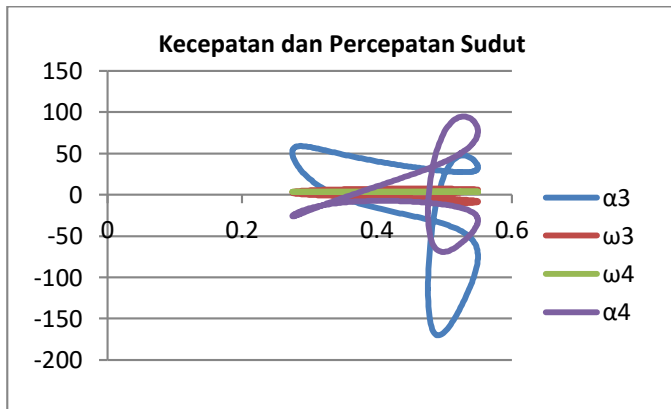
Penggunaan persamaan 1, 2, 3, 4,5 dan 6 merupakan tahapan awal yang dilakukan untuk menguji perpindahan dan gerakan dari empat batang penghubung apakah dapat bergerak sesuai dengan yang diinginkan atau tidak. Kesesuaian pergerakan kinematik ini dapat dilihat dari hasil perhitungan yang selanjutnya dianalisa dengan grafik sehingga akan memberikan gambaran awal dari lokus yang akan terbentuk. Gambar 4 merupakan grafik ilustrasi dari analisa kinematic mekanisme empat batang penghubung yang dihitung berdasarkan persamaan matematik dengan menggunakan Microsoft Excel.

Dengan menggunakan software Solidworks, analisa kinematik mekanisme empat batang penghubung untuk jari pengambil bibit sebagaimana terlihat pada gambar 4, 5, 6, 7, 8 dan 9.

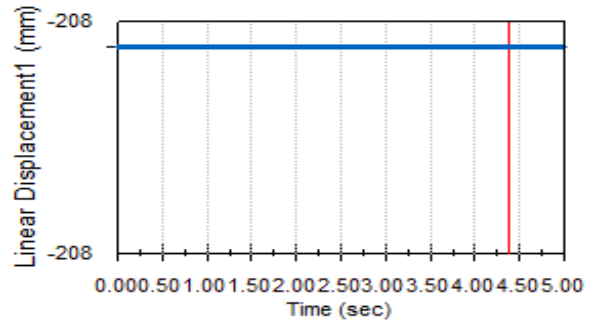


Gambar 4. Analisa kinematic pergerakan batang penghubung

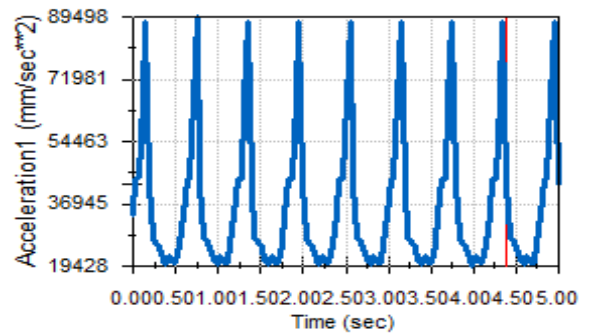
Hasil dari perhitungan kecepatan sudut (α), dan percepatan sudut (ω) seperti yang terlihat pada pada gambar 5. Gambar 5 juga memberikan informasi bahwa mekanisme dapat bersinergi antara keempat batang yang saling berhubungan dan dapat bergerak simultan.



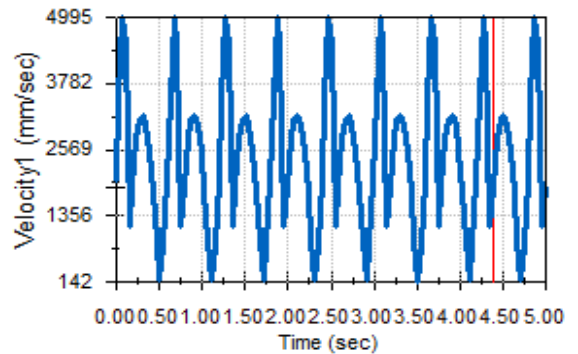
Gambar 5. Kecepatan dan percepatan sudut jari penanam



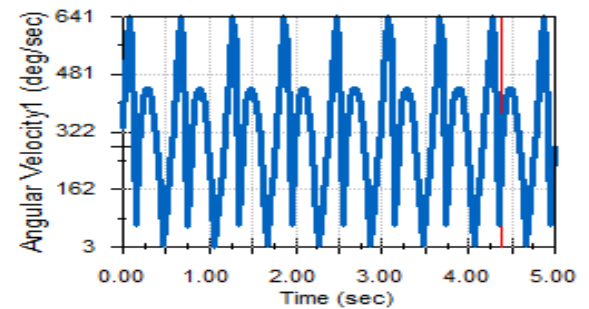
Gambar 4. Pergerakan linear jari penanam



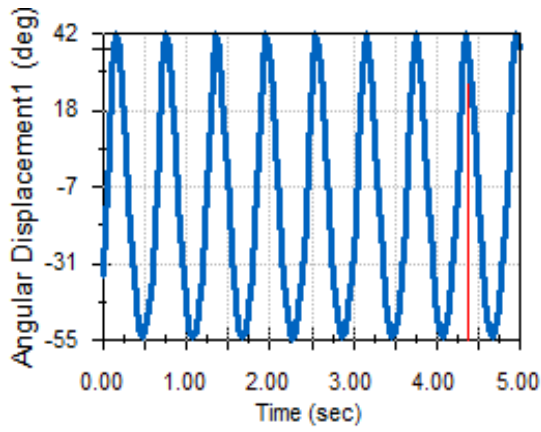
Gambar 5. Akselerasi linear dari jari penanam



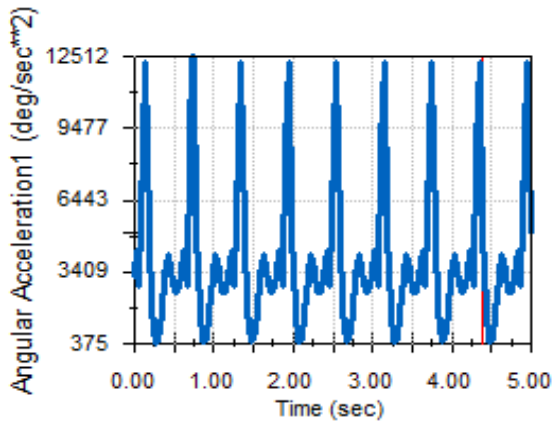
Gambar 6. Kecepatan linear jari penanam



Gambar 7. Kecepatan sudut jari penanam



Gambar 8. Sudut pergerakan/perpindahan jari penanam



Gambar 9. Percepatan/perpindahan sudut jari penanam

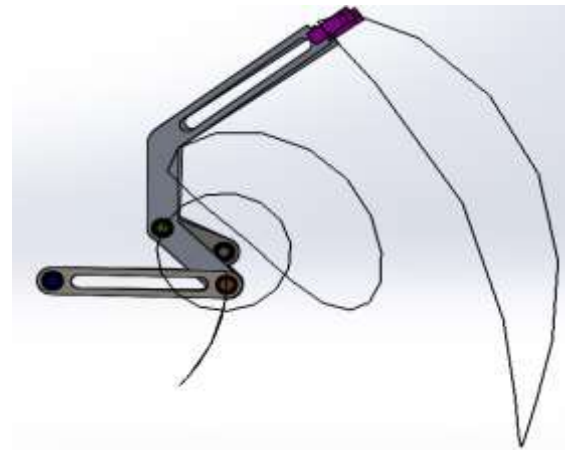
Gambar 4, 5, 6, 7, 8 dan 9 merupakan ilustrasi dari keberhasilan mekanisme yang mengarahkan jari penanam untuk bergerak secara linear atau bergerak sesuai dengan perubahan sudut berdasarkan kecepatan dan percepatan dengan kondisi yang stabil secara terus menerus dalam waktu tertentu.

C. Permodelan Lokus Penanaman

Lokus penanaman akan terbentuk dengan memodelkan mekanisme empat batang penghubung, dimana parameter pergerakan dari mekanisme ditentukan. Kecepatan, percepatan dan akselerasi dari mekanisme harus ditentukan, sehingga analisa pergerakannya mulus untuk putaran 360°.

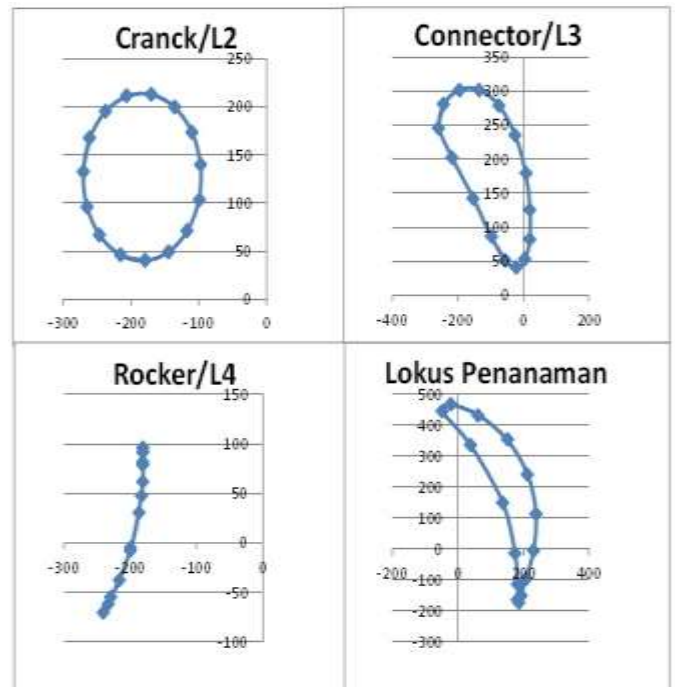
Lokus penanaman adalah bentuk yang diinginkan sebagai representasi dari langkah penanaman (trace path) dari jari penanam yang nantinya diimplementasikan pada mesin-mesin penanam padi (rice transplanter machine).

Batang penghubung L2 (cranck) bergerak rotasi 360° yang juga merupakan pembangkit gerakan untuk mekanisme. Gerakan batang L2 membawa batang penghubung L3 (connector) sehingga berputar 360°. Gerakan rotasi batang L3 diatur dan dibatasi oleh batang penghubung L4 yang bergerak interpolasi linear (berayun). Sementara batang penghubung L1 (frame) hanya tetap sebagai penjaga kestabilan gerakan.



Gambar 10. Permodelan Lokus penanaman

Gambar 10. menunjukkan lokus pergerakan maju mundur dari jari penanam bibit yang membentuk pola penanaman yang sesuai untuk lahan sawah basah.



Gambar 11. Lokus untuk masing-masing batang penghubung

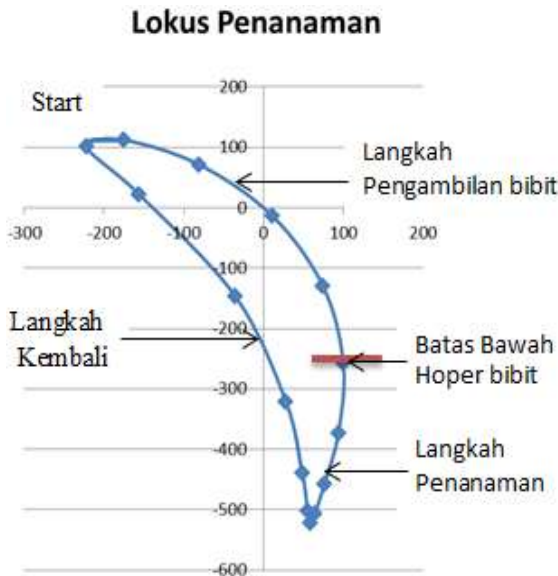
Untuk melihat bentuk dan pola gerakan dari masing-masing batang penghubung (L2, L3, dan L4) seperti yang diilustrasikan gambar 11.

D. Lokus Penanam Padi.

Jari penanam ataupun jari pengambil bibit akan bergerak sesuai dengan derajat kebebasan yang diberikan oleh gabungan mekanisme empat batang penghubung. Lokus penanaman harus memastikan kinerjanya untuk dapat mengambil bibit dari hopper, membawa dan menancapkan bibit ke dalam tanah dengan kedalaman tertentu. Selanjutnya bergerak mundur keposisi awal tanpa merusak bibit padi yang

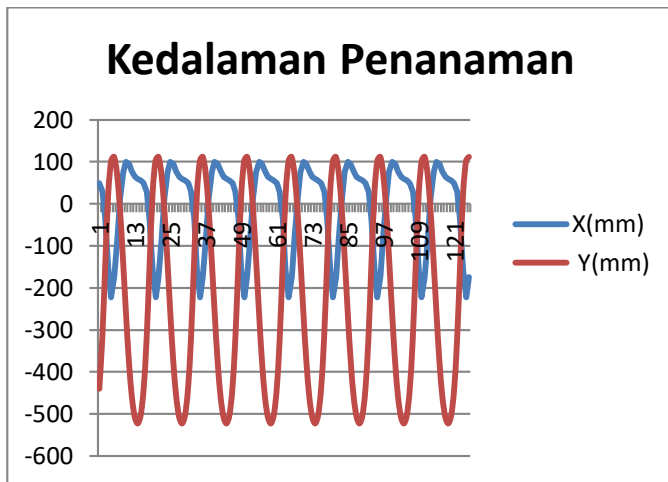
telah ditancapkan. Pergerakan ini harus sama untuk setiap langkah maju dan mundur.

Lokus penanaman harus dapat memastikan ketinggian angkat dari jari penanam, batas bawah hoper bibit, kedalaman penancapan bibit kedalam tanah (gambar 12).



Gambar 12, Lokus Penanaman Padi

Model mekanisme yang telah didesain dan disimulasikan pada penelitian ini memiliki jarak angkat 600 mm pada langkah mundur, 350 mm untuk mencapai batas bawah hoper pada langkah maju dan kedalaman penancapan bibit kedalam tanah 100 mm (gambar 13).



Gambar 13, Kedalaman penanaman dan translasi batang

IV. KESIMPULAN

1. Penentuan dan pemilihan alternatif dimensi batang yang dapat memberikan gerakan mulus dan sesuai berdasarkan permodelan dan simulasi adalah L1, L2, L3

dan L4 masing masing adalah 230,87 mm, 87 mm, 117,85 mm dan 225,57 mm.

2. Lokus penanaman harus memastikan kinerjanya untuk dapat mengambil bibit dari hoper, membawa dan menancapkan bibit kedalam tanah dengan kedalaman tertentu. Selanjutnya bergerak mundur keposisi awal tanpa merusak bibit padi yang telah ditancapkan. Pergerakan ini harus sama untuk setiap langkah maju dan mundur.
3. Model mekanisme memiliki jarak angkat 600 mm pada langkah mundur, 350 mm untuk mencapai batas bawah hoper pada langkah maju dan kedalaman penancapan bibit kedalam tanah 100 mm.
4. Kesesuaian dimensi dari 4 batang penghubung akan memberikan kinerja pencapaian gerakan yang mulus pada permodelan dan simulasi
5. Permodelan simulasi dengan Solidworks Premium 2015 sangat membantu dalam penentuan dimensi batang penghubung sehingga ditemukan kesesuaian dimensi ke 4 batang penghubung yang dapat bergerak sesuai dengan mekanisme penanaman padi.

REFERENSI

- [1] Marzuki, dkk, *Permodelan Mekanisme Empat Batang Penghubung Pada Mesin Penanam Padi Dengan Menggunakan Software Solidworks*, Jurnal Teknologi Volume 14 No.2 ISSN 1412-1476.
- [2] Thomas, E.V, *Development of Mechanism for Transplanting Rice Seedlings, Mechanism and Machine Theory*, Elsevier Science Ltd, 2002.
- [3] Lu Xiao-rong, dkk, *Experimental Study on Working Performance of Rice Rope Direct Seeding Machine*, Science Direct, Elsevier Ltd, 2010.
- [4] Marzuki dan Nurdin, 2011, Rancang bangun alat bantu penanam padi, Laporan Penelitian, Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- [5] Watson, J 2007, Unveiled Machine That is Sow Precise, Farm Journal, The Pers and Journal 22 September 2007, UK.
- [6] Singh, G, 1985, Field Performance Evaluation of a Manual Rice Transplanter, The British Society for Research in Agricultural Engineering.
- [7] Lu Xiao-rong, dkk, 2010, Experimental Study on Working Performance of Rice Rope Direct Seeding Machine, Science Direct, Elsevier Ltd.
- [8] The IRRI Reporter, 1984, IRRI Machines Changes Ancient Burmese Farming Methods, Published by IRRI.
- [9] Anonymous Rice Transplanters, RNAM Digest I, 1979, Regional Network for Agricultural Machinery, C/o United Nations Development Programme, Pasay city, Philippines.
- [10] Guo, L.S dan Zhang, W.J, 2001, Kinematic Analysis of a Rice Transplanting Mechanism with eccentric Planetary gear Trains, pergamon, Elsevier Science Ltd.
- [11] Waldron, K.J and Kinzel, G.L 1999, Kinematics, Dynamics and Design of Machinery, John Willey & Sons Inc, New York.
- [12] Bahri, S 2007, Desain dan Simulasi Mekanisme Penggerak Pengeruk Ditcher untuk Pembuatan Saluran Drainase Pada Lahan Beralur, Jurnal Teknologi, Vol. 8 No.1 Oktober 2007 ISSN 1412-1476.
- [13] Saputro, O.W.W 2004, Rancang Bangun Furrower Pembuat Guludan dan Modifikasi Furrower Pembuat Bedengan Untuk Budidaya Sayuran, [Skripsi], Fateta IPB, Bogor.
- [14] Reis, A.V and Forcellini, F.A, 2002, Functional analysis in the evaluation of four concepts of planter, Scielo international jurnal, ISSN 0103-8478.