

Pembuatan Alat Penanam Padi Otomatis dan Estimasi Biaya Produksi

Automatic Rice Planting Machine Manufacturing and Production Cost Estimation

Fabian Trama Raharjo¹, Aprilia Tri Purwandari², Muhammad Ibrohim Hasan³, Ajeng Anindya Maheswari⁴, Niken Parwati⁵, Ahmad Juang Pratama⁶

^{1,2,4,5,6}Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Al-Azhar Indonesia, Komplek Masjid Agung Al-Azhar, Jalan Sisingamangaraja, Kebayoran Baru, Jakarta Selatan, 12110

³Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Al-Azhar Indonesia, Komplek Masjid Agung Al-Azhar, Jalan Sisingamangaraja, Kebayoran Baru, Jakarta Selatan, 12110

¹fabiantr03@gmail.com

Abstract

Traditional rice planting is a physically demanding and labor-intensive process that often results in low operational efficiency and poor ergonomic postures for farmers. Although agricultural modernization is essential, the adoption rate of modern machinery in Indonesia remains relatively low at 46.84%, mainly due to high costs and limited accessibility for smallholder farmers. Therefore, this study aims to design and manufacture an ergonomic, efficient, and affordable manual rice transplanter to improve farmers' productivity. The research employs a systematic product development approach, beginning with benchmarking against existing commercial products to identify design gaps and determine an optimal configuration. The technical design phase is supported by industrial engineering tools, including technical drawings, Bill of Materials (BOM), Operation Process Chart (OPC), and Assembly Chart, to analyze production costs and time estimation. The results show that one unit of the rice transplanter can be manufactured within a production cycle time of 164 minutes (approximately 2.73 hours). The total production cost is Rp 4,213,990, which is significantly lower than that of motorized transplanters available on the market. This study contributes a validated design of appropriate technology along with its manufacturing analysis, providing a practical reference for local fabrication of low-cost agricultural equipment.

Keywords: *bill of material, manufacturing process, rice transplanter, operation process chart*

Abstrak

Penanaman padi secara tradisional merupakan proses yang menuntut fisik dan padat karya yang seringkali menyebabkan inefisiensi operasional serta postur ergonomi yang buruk bagi petani. Meskipun modernisasi pertanian sangat penting, data menunjukkan bahwa tingkat adopsi mesin modern di Indonesia masih rendah pada angka 46,84%, terutama disebabkan oleh biaya yang mahal dan keterbatasan akses peralatan komersial bagi petani kecil. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan merancang dan memmanufaktur alat *rice transplanter* manual yang ergonomis, efisien, dan terjangkau guna meningkatkan produktivitas petani secara signifikan. Metodologi penelitian menerapkan pendekatan pengembangan produk secara sistematis, diawali dengan *benchmarking* terhadap produk *existing* untuk mengidentifikasi celah desain dan mencapai konfigurasi optimal. Tahapan perancangan teknik didukung secara ketat oleh perangkat teknik industri, meliputi pembuatan gambar teknis serta penyusunan *Bill of Material* (BOM), *Operation Process Chart* (OPC), dan *Assembly Chart* (AC) untuk menganalisis estimasi biaya dan waktu produksi secara akurat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa satu unit alat *rice transplanter* dapat diproduksi dengan waktu siklus produksi yang ringkas, yaitu 164 menit (sekitar 2,73 jam). Total biaya produksi tercatat sebesar Rp 4.213.990, angka yang jauh lebih ekonomis dibandingkan *transplanter* bermesin di pasaran. Penelitian ini berkontribusi dengan menyediakan desain teknologi tepat guna yang tervalidasi beserta analisis manufakturnya, sehingga dapat menjadi acuan praktis untuk fabrikasi peralatan pertanian berbiaya rendah secara lokal.

Kata kunci: alur proses operasi, *bill of material*, mesin tanam padi, proses manufaktur

Pendahuluan

Petani adalah pekerjaan yang dilakukan seseorang dengan cara mencurahkan waktu dan pikirannya dalam bercocok tanam untuk menumbuhkan dan memelihara tanaman, serta mengambil keputusan dalam bercocok tanam [1]. Petani terdiri dari berbagai jenis tergantung pada jenis usahanya salah satunya adalah petani padi, penanaman padi yang dilakukan oleh petani Indonesia masih banyak dilakukan dengan cara tradisional. Badan Pusat Statistik (BPS) mendata sebanyak 46,84 persen dari 28,19 juta petani telah menggunakan teknologi alat dan mesin pertanian (alsintan) modern dan teknologi digital [2], masih kurang dari 50 persen petani yang menggunakan teknologi alat dan mesin pada tahun 2023.

Pentingnya penggunaan teknologi alat dan mesin pertanian dapat membantu para petani untuk menyelesaikan pekerjaan mereka terutama untuk golongan petani padi yang masih menanam dengan cara tradisional dengan postur yang kurang baik dan waktu yang cukup lama untuk menyelesaikan penanaman. Proses Penyemaian, Penanaman hingga Pemanenan membutuhkan banyak tenaga kerja dan proses waktu yang lama [3], dari berbagai macam permasalahan pada proses – proses tersebut dibutuhkan solusi untuk membantu para petani padi. Salah satunya dalam proses penanaman menggunakan mesin penanam padi, mesin *rice transplanter* atau mesin penanam padi adalah mesin yang tanam bibit padi langsung yang dapat menancapkan Bibit padi sampai 4 bibit sekali tancap dan jumlah padi yang ditancap dapat diatur sesuai kebutuhan [4]. Terdapat 2 tipe *rice transplanter* yaitu *Walking Rice transplanter* (tipe operator berjalan) dan *Riding Rice transplanter* (tipe operator mengendarai) [5]. Mesin *rice transplanter* bekerja dengan cara menancapkan bibit padi ke dalam tanah sawah menggunakan garpu penanam secara teratur sesuai gerak jalan roda mesin, garpu penanam akan menancapkan pada setiap satu titik tanam dalam 4 baris dan memanfaatkan roda sebagai sumber gerak utama [6].

Dengan sistem kerja seperti ini usaha tani menggunakan *rice transplanter* menghemat biaya tanam sekitar Rp. 2.435.000/ha karena terjadi penghematan penggunaan tenaga kerja manual sebesar 43 HOK/ha, dan hasil studi menunjukkan bahwa *rice transplanter* mampu meningkatkan pendapatan hingga Rp. 2.690.000/ha karena efisiensi tenaga kerja [7].

Selain efisiensi biaya dengan menerapkan mesin *rice transplanter* dapat membantu petani dalam hal waktu dan postur kerja menjadi lebih baik. Namun, mayoritas penelitian yang ada, termasuk Umar et al., cenderung berfokus pada analisis ekonomi dan efisiensi waktu semata. Belum banyak studi yang secara spesifik menganalisis dampak penggunaan mesin ini terhadap risiko cedera muskuloskeletal atau perbandingan beban kerja fisik (ergonomi) antara metode manual dengan mesin tipe *walking* yang masih mengharuskan operator berjalan di lahan berlumpur. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengisi celah tersebut dengan mengevaluasi aspek ergonomi dan postur kerja operator dalam penggunaan *rice transplanter* guna memastikan bahwa efisiensi biaya tidak mengorbankan kesehatan petani.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Harapan Jaya, Kabupaten Bekasi, dengan periode pelaksanaan mulai dari bulan Februari hingga September. Lokasi dan rentang waktu tersebut dipilih untuk mendukung proses perancangan dan pembuatan alat *rice transplanter* yang disesuaikan dengan kondisi lingkungan persawahan setempat.

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui pendekatan *benchmarking*, klasifikasi kebutuhan material, dan analisis biaya. Proses *benchmarking* diawali dengan mempelajari berbagai desain *rice transplanter* yang telah tersedia di pasar, kemudian menganalisis keunggulan dan kelemahan masing-masing model sebagai dasar pengembangan alat yang dirancang. Selanjutnya, dilakukan klasifikasi kebutuhan material dengan mengidentifikasi komponen utama, seperti rangka alat, mekanisme penanaman, dan sistem penggerak, serta menentukan jenis material yang sesuai dengan karakteristik lingkungan sawah. Tahap akhir berupa analisis biaya yang bertujuan untuk menghitung total kebutuhan biaya, meliputi pengadaan material, tenaga kerja, dan proses perakitan alat.

Tahap pengolahan dan analisis data dalam penelitian ini mencakup penyusunan *Bill of Material* (BOM), *Operation Process Chart* (OPC), *assembly chart*, serta perhitungan estimasi biaya produksi. Penyusunan BOM dilakukan untuk mengidentifikasi dan mendokumentasikan seluruh kebutuhan material yang digunakan

dalam pembuatan *rice transplanter*, sekaligus mengelompokkan material berdasarkan part atau komponen penyusunnya. BOM berfungsi sebagai daftar lengkap yang memuat jenis material, komponen, jumlah, satuan, serta klasifikasi apakah komponen tersebut dibuat sendiri atau dibeli dari pemasok. Dalam penelitian ini digunakan pendekatan *single-level Bill of Material*, yang hanya mencakup satu tingkat struktur produk, yaitu produk utama dan komponen langsung yang menyusunnya[8]. Penyusunan BOM diawali dengan pengumpulan data jenis produk dan bahan baku dari setiap part, kemudian disusun secara sistematis, diberi penomoran, serta ditentukan jumlah kebutuhan masing-masing komponen. Output dari tahap ini berupa daftar kebutuhan material untuk memproduksi satu unit *rice transplanter*.

Selanjutnya dilakukan penyusunan *Operation Process Chart* (OPC) untuk memetakan alur proses produksi secara menyeluruh. OPC digunakan untuk menggambarkan urutan operasi yang dialami material sejak tahap awal hingga menjadi produk jadi, termasuk informasi terkait waktu proses, material yang digunakan, mesin yang terlibat, serta potensi *scrap* yang dihasilkan[9]. Data yang dibutuhkan dalam pembuatan OPC meliputi jenis proses, waktu pengerjaan, material, dan mesin yang digunakan pada setiap tahapan produksi. Seluruh data tersebut kemudian disusun ke dalam diagram OPC dan direkapitulasi untuk memperoleh gambaran yang jelas mengenai alur dan aktivitas produksi *rice transplanter*.

Setelah penyusunan OPC, dilakukan pembuatan *assembly chart* untuk menggambarkan hubungan antar komponen serta urutan perakitan dalam membentuk produk akhir. *Assembly chart* menyajikan struktur perakitan komponen dan part secara visual, sehingga memudahkan pemahaman terhadap tahapan perakitan *rice transplanter*. Data yang digunakan dalam pembuatan *assembly chart* meliputi daftar komponen dan part yang diperoleh dari BOM, kemudian disusun ke dalam diagram perakitan dan dilengkapi dengan penomoran operasi untuk setiap tahapan perakitan.

Tahap akhir dalam pengolahan dan analisis data adalah penghitungan estimasi biaya produksi *rice transplanter*. Analisis biaya dilakukan setelah penyusunan BOM, OPC, dan *assembly chart* untuk memastikan seluruh komponen biaya telah teridentifikasi secara lengkap. Dalam penelitian ini digunakan pendekatan *full costing*, yaitu metode penentuan harga pokok produksi yang memperhitungkan seluruh biaya produksi, meliputi biaya bahan baku, biaya tenaga kerja langsung, serta biaya overhead pabrik, baik yang bersifat tetap maupun variabel. Pendekatan ini dipilih untuk memperoleh estimasi biaya produksi yang lebih komprehensif dan mencerminkan total biaya yang dibutuhkan dalam pembuatan satu unit *rice transplanter*.

Penghitungan biaya produksi dalam penelitian ini dilakukan dengan dua pendekatan, yaitu *full costing* dan *variable costing*. Pada pendekatan *full costing*, biaya produksi dihitung dengan memasukkan seluruh unsur biaya yang terkait dengan proses pembuatan *rice transplanter*. Unsur biaya tersebut meliputi biaya bahan baku, biaya tenaga kerja langsung, biaya overhead pabrik variabel, serta biaya overhead pabrik tetap. Seluruh komponen biaya produksi tersebut dijumlahkan untuk memperoleh nilai harga pokok produksi. Selain itu, dalam pendekatan *full costing* juga diperhitungkan biaya non-produksi, seperti biaya pemasaran, biaya administrasi, dan biaya umum, sehingga diperoleh total biaya keseluruhan atau *grand total* pembuatan satu unit *rice transplanter*[10].

Sementara itu, penghitungan biaya produksi dengan pendekatan *variable costing* hanya mempertimbangkan biaya-biaya yang bersifat variabel. Unsur biaya yang dihitung dalam pendekatan ini meliputi biaya bahan baku, biaya tenaga kerja langsung, dan biaya overhead pabrik variabel. Ketiga komponen biaya tersebut dijumlahkan untuk memperoleh harga pokok produksi berdasarkan *variable costing*. Pendekatan ini tidak memasukkan biaya overhead pabrik tetap maupun biaya non-produksi, sehingga menghasilkan estimasi biaya yang lebih fokus pada biaya yang secara langsung berubah seiring dengan volume produksi.

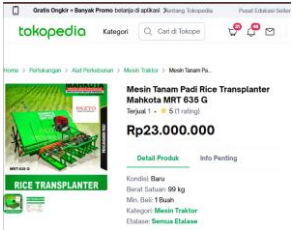


Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini dilakukan beberapa tahapan mulai dari *benchmarking* produk terdahulu, perancangan produk dengan membuat *bill of material* (BOM), *assembly chart*, *operation process chart* (OPC), dan menganalisis biaya pembuatan *rice transplanter*.

Benchmarking Produk Terdahulu

Tahap awal dalam pembuatan alat penanam padi (*rice transplanter*) dilakukan melalui proses *benchmarking* terhadap produk-produk sejenis yang telah tersedia di pasaran. *Benchmarking* ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik desain, sistem kerja, serta kelebihan dan kekurangan dari produk yang sudah ada, sehingga dapat dijadikan acuan dalam pengembangan alat yang lebih efektif dan efisien. Aspek yang dianalisis meliputi mekanisme penanaman, material yang digunakan, tingkat ergonomi, kemudahan pengoperasian, serta estimasi biaya produksi.

Tabel 1 *Benchmarking* Produk Terdahulu

| No | Produk | Keunggulan | Kekurangan |
|----|---|---|--|
| 1 |  <p>Mesin Tanam Padi Rice Transplanter Mahkota MRT 635 G Rp23.000.000</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Efisiensi Waktu Sangat Tinggi - Produktivitas Tanam (6 Jalur) - Konsumsi Bahan Bakar Irit | <ul style="list-style-type: none"> - Tenaga Mesin Kecil (2 HP) - Kompleksitas Persiapan Bibit (Sistem Dapog) |
| 2 |  <p>Mesin Penanam Padi Rice Transplanter Temco 28T-4E Rp69.243.200</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Tenaga Besar (Heavy Duty) - Fleksibilitas Pengaturan - Durabilitas Material | <ul style="list-style-type: none"> - Harga Sangat Tinggi - Hanya 4 Jalur (Working Line) |
| 3 |  <p>Gambar 51. Alat bantu tandur setelah penyempurnaan</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Bobot Sangat Ringan - Perawatan Mudah - Biaya Sangat Murah | <ul style="list-style-type: none"> - Beban Kerja Fisik Berat - Kecepatan Terbatas |

Tabel 1 menyajikan hasil perbandingan beberapa alat penanam padi (*rice transplanter*) yang telah tersedia di pasaran dan digunakan sebagai acuan dalam pengembangan alat pada penelitian ini. *Benchmarking* dilakukan untuk mengidentifikasi keunggulan dan kelemahan dari masing-masing produk, sehingga dapat ditentukan karakteristik desain dan sistem kerja yang paling sesuai untuk dikembangkan.

Produk pertama yang dianalisis memiliki keunggulan pada efisiensi waktu yang tinggi, produktivitas tanam hingga enam jalur tanam, serta konsumsi bahan bakar yang relatif irit. Namun, produk ini memiliki keterbatasan pada tenaga mesin yang relatif kecil sehingga performanya kurang optimal pada kondisi lahan tertentu. Selain itu, sistem persiapan bibit yang digunakan tergolong kompleks, sehingga dapat meningkatkan waktu persiapan sebelum proses penanaman dilakukan.

Produk kedua menunjukkan keunggulan dari sisi tenaga mesin yang lebih besar (*heavy duty*), fleksibilitas pengaturan, serta durabilitas material yang baik. Karakteristik ini menjadikan alat lebih andal untuk penggunaan intensif dan jangka panjang. Akan tetapi, kelemahan utama produk ini terletak pada harga yang sangat tinggi, sehingga kurang terjangkau bagi sebagian besar petani. Selain itu, jumlah jalur tanam yang tersedia masih terbatas, yaitu empat jalur tanam, yang berdampak pada produktivitas penanaman.

Produk ketiga merupakan alat bantu tanam dengan desain yang sederhana, bobot yang ringan, serta biaya pembuatan yang relatif murah. Keunggulan tersebut menjadikan alat ini mudah dalam perawatan dan lebih terjangkau secara ekonomi. Namun, alat ini masih mengandalkan tenaga manusia secara signifikan, sehingga beban kerja fisik pengguna menjadi lebih besar dan kecepatan penanaman relatif terbatas.

Berdasarkan hasil *benchmarking* terhadap ketiga produk tersebut, diperoleh beberapa kriteria utama yang menjadi dasar dalam pengembangan *rice transplanter* pada penelitian ini. Produk yang akan dibuat dirancang untuk mengombinasikan efisiensi waktu dan produktivitas penanaman dari mesin bermotor, durabilitas dan kestabilan struktur dari alat *heavy duty*, serta kesederhanaan desain dan keterjangkauan biaya dari alat bantu tanam manual. Oleh karena itu, *rice transplanter* yang dikembangkan dalam penelitian ini menggunakan sistem penanaman otomatis dengan sumber tenaga listrik dari aki, memiliki jumlah baris tanam yang optimal, serta menggunakan material yang cukup kuat tetapi tetap ringan dan ekonomis.

Dengan karakteristik tersebut, produk *rice transplanter* hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan solusi yang lebih seimbang antara kinerja, kemudahan pengoperasian, dan biaya produksi. Desain alat diarahkan untuk meminimalkan kompleksitas sistem persiapan bibit, mengurangi beban kerja fisik pengguna, serta tetap menjaga harga agar lebih terjangkau bagi petani, khususnya pada skala usaha kecil hingga menengah.

Bill of Material (BOM) Pembuatan Rice Transplanter

Setelah tahap *benchmarking*, dilakukan penyusunan *Bill of Material* (BOM) sebagai dasar perencanaan kebutuhan material dalam pembuatan *rice transplanter*. BOM disusun untuk mengidentifikasi secara rinci seluruh komponen dan material yang diperlukan, baik yang dibuat sendiri maupun yang dibeli dari pemasok. Setiap komponen dikelompokkan berdasarkan part utama yang menyusun alat, yaitu rangka, *storage* bibit padi, dan pacok tanam.

Tabel 2 *Bill of Material Rice Transplanter*

| No. | Parts | | | | Nama | Jumlah | Unit Ukuran | Keterangan |
|-----|--------|-----------|------|----------|--------------------------|--------|-------------|------------|
| | Produk | Part Assy | Assy | Sub Part | | | | |
| 1 | A000 | | | | <i>Rice Transplanter</i> | 1 | pcs | Buat |
| 2 | | A100 | | | Rangka | 1 | pcs | Buat |
| 3 | | | A110 | | Besi Hollow 30X30 200 CM | 1 | pcs | Buat |
| 4 | | | A120 | | Besi Hollow 30X30 140 CM | 2 | pcs | Buat |
| 5 | | | A130 | | Besi Hollow 30X30 100 CM | 3 | pcs | Buat |
| 6 | | | A140 | | Besi Hollow 30X30 83 CM | 1 | pcs | Buat |
| 7 | | | A150 | | Besi Hollow 30X30 150 CM | 1 | pcs | Buat |
| 8 | | | A160 | | Aki 12V 40Ah | 1 | pcs | Beli |
| 9 | | | A170 | | Motor DC | 1 | pcs | Beli |
| 10 | | | A180 | | Roda | 1 | pcs | Beli |
| 11 | | | A190 | | Kabel | 1 | Roll | Beli |
| 12 | | | A200 | | <i>Switch</i> | 1 | pcs | Beli |
| 13 | | B100 | | | Storage Bibit Padi | 1 | pcs | Buat |
| 14 | | | B110 | | Besi Hollow 30X30 100 CM | 2 | pcs | Buat |
| 15 | | | B120 | | Besi Plat 100 CM | 1 | pcs | Buat |
| 16 | | | B130 | | Besi Plat 6 CM | 1 | pcs | Buat |
| 17 | | | B140 | | Besi Hollow 30X30 56 CM | 1 | pcs | Buat |
| 18 | | | B150 | | Besi Hollow 30X30 41 CM | 1 | pcs | Buat |
| 19 | | | B160 | | Rantai | 1 | pcs | Beli |
| 20 | | | B170 | | Gear 17 T | 2 | pcs | Beli |
| 21 | | | B180 | | Besi Siku 6 CM | 2 | pcs | Buat |
| 21 | | C100 | | | Pacok Tanam | 1 | pcs | Buat |

| No. | Parts | | | | Unit Ukuran | Keterangan | | |
|-----|--------|----------|------|----------|-------------------------|------------|------|--------|
| | Produk | Part Asy | Asy | Sub Part | | | Nama | Jumlah |
| 22 | | | C110 | | Besi Hollow 30X30 51 CM | 1 | pcs | Buat |
| 23 | | | C120 | | Besi Hollow 30X30 62 CM | 1 | pcs | Buat |
| 24 | | | C130 | | Besi Hollow 30X30 17 CM | 4 | pcs | Buat |
| 25 | | | C140 | | Gear | 1 | pcs | Beli |
| 26 | | | C150 | | Motor DC | 1 | pcs | Beli |

Tabel 2 menunjukkan daftar lengkap komponen dan material yang dibutuhkan dalam pembuatan satu unit *rice transplanter*. Komponen-komponen tersebut dikelompokkan berdasarkan struktur perakitan alat, yang terdiri atas tiga part utama, yaitu rangka, *storage* bibit padi, dan pacok tanam. Pengelompokan ini bertujuan untuk memudahkan proses perencanaan material, perakitan, serta pengendalian kebutuhan bahan selama proses produksi.

Pada part rangka, material utama yang digunakan adalah besi hollow berukuran 30×30 mm dengan variasi panjang yang disesuaikan dengan desain alat. Material ini dipilih karena memiliki kekuatan struktural yang cukup untuk menopang keseluruhan komponen *rice transplanter*, sekaligus relatif ringan sehingga memudahkan pengoperasian di lahan sawah. Selain material rangka, digunakan pula komponen pendukung seperti aki 12 V sebagai sumber tenaga utama, motor DC sebagai penggerak, roda, kabel, dan *switch* yang mendukung sistem kerja alat secara keseluruhan.

Part *storage* bibit padi tersusun dari kombinasi besi hollow, besi plat, dan besi siku yang berfungsi sebagai wadah serta penyangga bibit padi sebelum proses penanaman. Pada bagian ini juga digunakan komponen mekanis seperti rantai dan gear yang berperan dalam mengatur pergerakan bibit menuju mekanisme pacok tanam. Pemilihan material pada part ini disesuaikan dengan kebutuhan kekuatan, ketahanan terhadap kelembapan, serta kemudahan dalam proses perakitan dan perawatan.

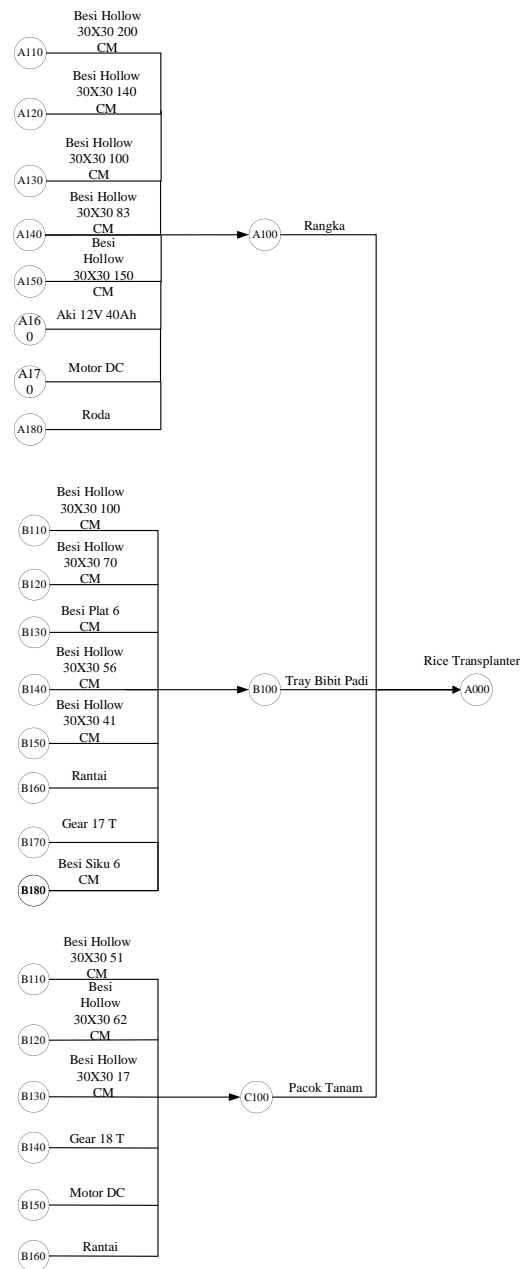
Sementara itu, part pacok tanam menggunakan material utama berupa besi hollow yang dirancang untuk membentuk mekanisme penanaman bibit padi ke dalam tanah. Pacok tanam dilengkapi dengan gear dan motor DC sebagai penggerak, sehingga mampu melakukan gerakan naik-turun secara otomatis sesuai dengan sistem kerja alat. Kombinasi material dan komponen pada bagian ini dirancang untuk menghasilkan mekanisme penanaman yang stabil dan konsisten.

Secara keseluruhan, BOM yang disusun memberikan gambaran rinci mengenai jenis material, jumlah kebutuhan, serta klasifikasi komponen yang dibuat dan dibeli. Informasi ini menjadi dasar penting dalam proses perakitan, penyusunan *assembly chart*, pembuatan *Operation Process Chart* (OPC), serta perhitungan estimasi biaya produksi *rice transplanter*. Dengan adanya BOM yang terstruktur, proses produksi dapat direncanakan secara lebih sistematis dan efisien.

Assembly Chart Rice Transplanter

Berdasarkan data BOM, selanjutnya disusun *assembly chart* untuk menggambarkan hubungan antar komponen serta urutan perakitan *rice transplanter*. *Assembly chart* ini menyajikan alur perakitan dari setiap part hingga membentuk satu kesatuan produk[11]. Proses perakitan dibagi menjadi tiga bagian utama, yaitu perakitan rangka, perakitan *storage* bibit padi, dan perakitan pacok tanam.

Penyusunan *assembly chart* bertujuan untuk memberikan panduan visual yang jelas mengenai tahapan perakitan, sehingga dapat mengurangi potensi kesalahan dalam proses assembly[12]. Dengan adanya *assembly chart*, urutan perakitan menjadi lebih sistematis dan mudah dipahami, baik untuk keperluan produksi maupun evaluasi proses manufaktur.



Gambar 1 *Assembly Chart*

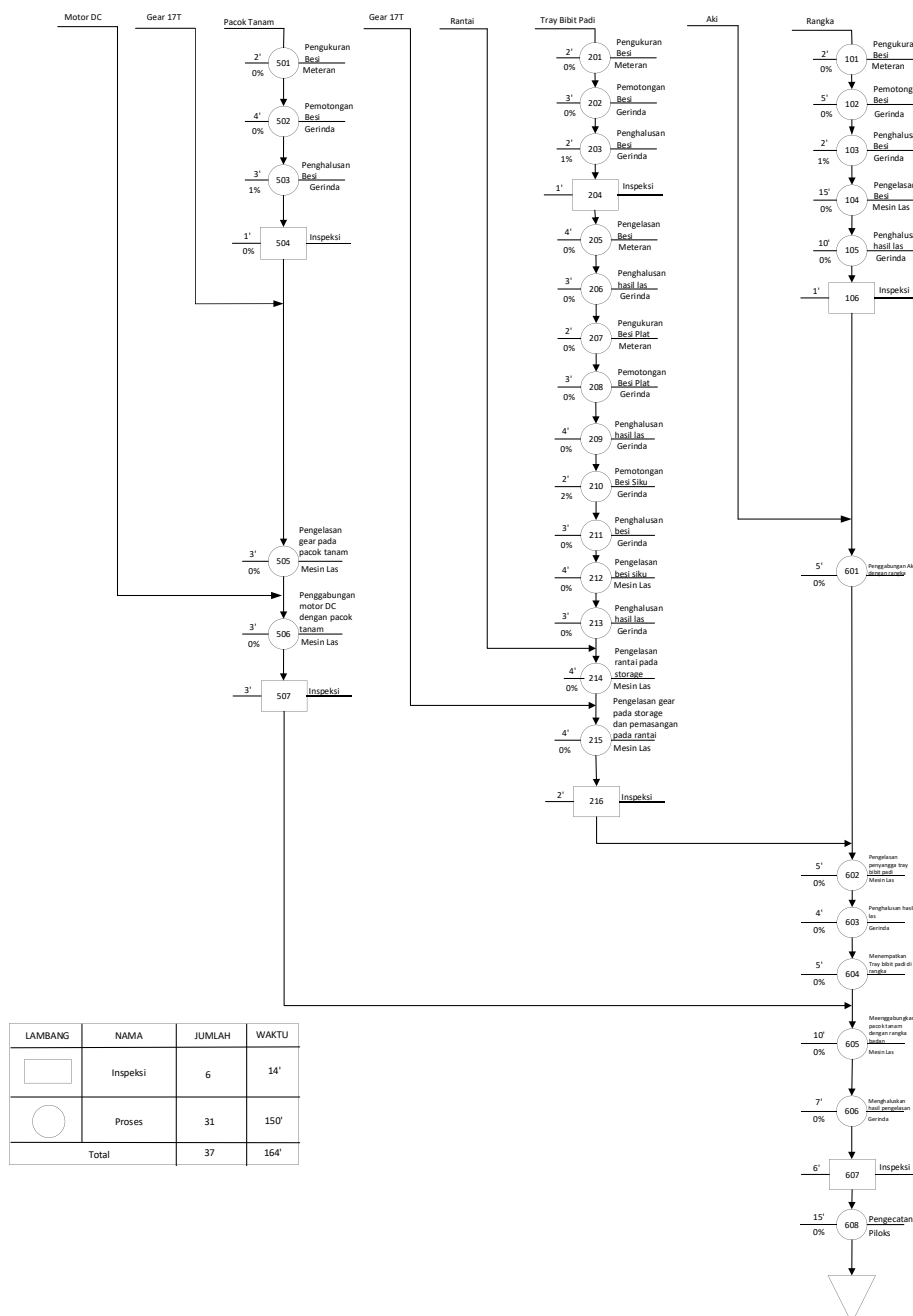
Gambar 1 menggambarkan struktur perakitan *rice transplanter* secara keseluruhan, mulai dari komponen dasar hingga terbentuk satu unit produk jadi. Diagram ini menyajikan hubungan antar komponen serta urutan perakitan yang sistematis, sehingga memberikan gambaran yang jelas mengenai tahapan assembly yang harus dilakukan. Melalui *assembly chart* ini dapat diketahui bagaimana setiap komponen dan part saling terhubung dalam membentuk fungsi kerja *rice transplanter*.

Struktur perakitan pada *assembly chart* dibagi menjadi tiga part utama, yaitu rangka, *storage* bibit padi, dan pacok tanam. Part rangka berfungsi sebagai struktur utama yang menopang seluruh komponen alat, sehingga proses perakitannya dilakukan terlebih dahulu. Selanjutnya, *storage* bibit padi dirakit dan dipasang pada rangka sebagai wadah bibit sekaligus penghubung menuju mekanisme penanaman. Part terakhir yang dirakit adalah pacok tanam, yang merupakan komponen utama dalam proses penanaman bibit padi dan dihubungkan dengan sistem penggerak.

Assembly chart juga menunjukkan urutan perakitan dari setiap part, termasuk penggabungan komponen pendukung seperti motor DC, gear, rantai, dan sumber tenaga. Setiap tahapan perakitan diberi nomor operasi untuk memudahkan identifikasi urutan kerja serta meminimalkan kesalahan dalam proses assembly. Dengan adanya *assembly chart* ini, proses perakitan *rice transplanter* menjadi lebih terstruktur, mudah dipahami, dan dapat dijadikan panduan dalam proses produksi maupun evaluasi perakitan alat.

Operation Process Chart (OPC) Rice Transplanter

Setelah *assembly chart* disusun, dilakukan pembuatan *Operation Process Chart (OPC)* untuk memetakan alur proses produksi secara menyeluruh[13]. OPC menggambarkan tahapan operasi yang dialami material sejak tahap pengukuran dan pemotongan bahan baku hingga menjadi produk akhir (*finished goods*)[14]. Setiap aktivitas dalam OPC mencakup informasi mengenai jenis proses, waktu pengerjaan, peralatan atau mesin yang digunakan, serta kegiatan inspeksi.



Gambar 2. Operation Process Chart (OPC)

Gambar 2 menunjukkan alur proses pembuatan *rice transplanter* secara menyeluruh, mulai dari tahap pengolahan bahan baku hingga menjadi produk jadi. Diagram ini menggambarkan setiap aktivitas produksi yang dilalui material, termasuk kegiatan proses, inspeksi, serta penggunaan mesin dan peralatan pada masing-masing tahapan. Dengan adanya OPC, urutan kerja dalam proses manufaktur *rice transplanter* dapat dipetakan secara sistematis dan mudah dipahami.

Berdasarkan OPC yang disusun, proses pembuatan *rice transplanter* terdiri dari beberapa tahapan utama, seperti pengukuran dan pemotongan material, penghalusan hasil pemotongan, proses pengelasan, perakitan komponen, hingga tahap finishing dan inspeksi akhir. Seluruh aktivitas tersebut dikelompokkan ke dalam 31 kegiatan proses dan 6 kegiatan inspeksi. Setiap aktivitas dilengkapi dengan informasi waktu pengerjaan dan peralatan yang digunakan, sehingga memberikan gambaran yang jelas mengenai distribusi waktu dan sumber daya dalam proses produksi.

Hasil analisis OPC menunjukkan bahwa total waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi satu unit *rice transplanter* adalah sebesar 164 menit atau sekitar 2,7 jam. Informasi ini menunjukkan bahwa sebagian besar waktu produksi digunakan pada aktivitas proses, khususnya pada tahap pengelasan dan perakitan komponen utama. Dengan memanfaatkan OPC sebagai alat analisis, alur produksi dapat dikendalikan dengan lebih baik, serta menjadi dasar untuk mengevaluasi efisiensi proses dan potensi perbaikan pada tahapan produksi *rice transplanter*.

Tahap Pembuatan *Rice Transplanter*

Tahap pembuatan *rice transplanter* dilakukan secara bertahap dan sistematis dengan mengacu pada *Operation Process Chart* (OPC) sebagai pedoman alur proses manufaktur. Proses ini meliputi beberapa tahapan utama, yaitu pembuatan rangka sebagai struktur penopang utama, pembuatan *tray* bibit sebagai komponen fungsional dalam proses penanaman, serta perakitan hingga diperoleh hasil akhir *rice transplanter* yang siap dioperasikan. Setiap tahapan dirancang untuk memastikan kesesuaian fungsi, kekuatan struktur, dan integrasi antar komponen, sehingga alat yang dihasilkan mampu bekerja secara optimal pada kondisi lahan sawah serta mendukung efisiensi dan keselamatan kerja operator.



Gambar 3. Pembuatan Rangka *Rice Transplanter*

Gambar 3 menunjukkan hasil pembuatan rangka *rice transplanter* yang berfungsi sebagai struktur utama penopang seluruh komponen alat. Rangka dibuat menggunakan material utama berupa besi hollow berukuran 30×30 mm dengan ketebalan 1,6 mm, yang dipilih karena memiliki kekuatan struktural yang baik serta cukup ringan untuk dioperasikan di lahan sawah. Proses pembuatan rangka diawali dengan pengukuran material sesuai dengan dimensi yang telah direncanakan, kemudian dilakukan pemotongan besi menjadi beberapa bagian sesuai kebutuhan desain.

Setelah proses pemotongan, setiap bagian besi dihaluskan untuk merapikan hasil potongan dan mempersiapkan permukaan material sebelum dilakukan pengelasan. Tahap pengelasan dilakukan untuk

menyatukan seluruh bagian besi hollow hingga membentuk satu kesatuan rangka yang kokoh. Setelah rangka terbentuk, dilakukan pemeriksaan dan penghalusan pada hasil las untuk memastikan kekuatan sambungan serta keamanan saat digunakan. Pada tahap akhir, aki sebagai sumber tenaga utama *rice transplanter* ditempatkan pada rangka, sehingga rangka siap menjadi dudukan bagi komponen dan part lainnya.



Gambar 4. Pembuatan Tray Rice Transplanter

Gambar 4 memperlihatkan hasil pembuatan *tray* atau *storage* bibit padi yang berfungsi sebagai wadah sementara bibit sebelum proses penanaman. *Tray* bibit padi dibuat menggunakan kombinasi material berupa besi plat, besi hollow 30×30 mm, dan besi siku. Proses pembuatan diawali dengan pengukuran dan pemotongan besi plat sesuai dengan ukuran yang telah direncanakan, kemudian dilakukan penghalusan untuk merapikan tepi hasil potongan.

Besi hollow digunakan sebagai rangka penyangga *tray* dan dipotong sesuai ukuran yang dibutuhkan. Selanjutnya, besi hollow dan besi plat disatukan melalui proses pengelasan hingga membentuk struktur *tray* yang stabil. Besi siku dipasang pada bagian bawah sebagai penahan besi plat sekaligus penopang bibit padi agar tetap berada pada posisi yang sesuai selama proses penanaman. Setelah seluruh komponen terpasang, dilakukan pemeriksaan dan penghalusan hasil las untuk memastikan kekuatan dan kerapian struktur *tray* bibit padi.



Gambar 5. Hasil Akhir Rice Transplanter

Gambar 5 menunjukkan hasil pembuatan pacok tanam, yaitu komponen utama yang berfungsi untuk menancapkan bibit padi ke dalam tanah sawah. Pacok tanam dibuat menggunakan material utama berupa besi hollow 30×30 mm dengan ketebalan 1,6 mm. Proses pembuatan diawali dengan pengukuran dan pemotongan besi hollow menjadi beberapa bagian dengan panjang yang telah ditentukan, termasuk satu bagian utama sebagai poros dan beberapa bagian pendek sebagai ujung pacok.

Bagian-bagian besi hollow tersebut kemudian disatukan melalui proses pengelasan hingga membentuk mekanisme pacok tanam yang utuh. Ujung pacok berfungsi untuk mengambil bibit padi dari *tray* dan menancapkannya ke dalam tanah melalui gerakan naik dan turun. Setelah struktur pacok tanam terbentuk, dilakukan pemasangan gear dan motor DC sebagai sistem penggerak. Motor DC berperan dalam menggerakkan pacok tanam secara otomatis, sehingga proses penanaman dapat berlangsung secara konsisten dan terkontrol.

Setelah rangka, *tray* bibit padi, dan pacok tanam selesai dibuat, tahap selanjutnya adalah perakitan seluruh part menjadi satu kesatuan *rice transplanter*. Proses perakitan diawali dengan pemasangan penyangga *tray* bibit padi pada rangka, kemudian *tray* dipasang pada posisi yang telah ditentukan. Selanjutnya, pacok tanam digabungkan dengan rangka menggunakan proses pengelasan, diikuti dengan pemasangan komponen pendukung lainnya seperti motor, rantai, dan gear.

Tahap akhir perakitan meliputi penghalusan hasil pengelasan, inspeksi keseluruhan struktur dan fungsi alat, serta proses finishing dengan pengecatan menggunakan piloks. Finishing ini bertujuan untuk meningkatkan ketahanan material terhadap korosi serta memberikan tampilan yang lebih rapi. Setelah seluruh tahapan selesai, *rice transplanter* siap untuk diuji dan digunakan dalam proses penanaman padi.

Analisis Biaya Pembuatan *Rice Transplanter*

Analisis biaya dilakukan untuk mengetahui total biaya produksi yang dibutuhkan dalam pembuatan satu unit *rice transplanter*. Biaya produksi diklasifikasikan ke dalam dua kelompok utama, yaitu *variable cost* dan *fixed cost*. *Variable cost* terdiri dari biaya bahan baku yang secara langsung dipengaruhi oleh jumlah produksi, sedangkan *fixed cost* mencakup biaya tenaga kerja, biaya penggunaan listrik, dan biaya perawatan (*maintenance*) [15].

Tabel 3 *Bill of Material Rice Transplanter*

| <i>Variable Cost</i> | |
|--------------------------|--------------------|
| Biaya Bahan Baku | Rp3.130.400 |
| Total | Rp3.130.400 |
| <i>Fixed Cost</i> | |
| Biaya Tenaga Kerja | Rp1.000.000 |
| Biaya Penggunaan Listrik | Rp7.599 |
| Maintenance | Rp75.991 |
| Total | Rp1.083.590 |
| Grand Total | Rp4.213.990 |

Tabel 3 menyajikan hasil analisis biaya pembuatan satu unit *rice transplanter* yang diklasifikasikan ke dalam dua komponen utama, yaitu *variable cost* dan *fixed cost*. Pengelompokan biaya ini dilakukan untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai struktur biaya produksi serta memudahkan analisis pengendalian biaya dalam proses pembuatan alat.

Variable cost pada pembuatan *rice transplanter* terdiri dari biaya bahan baku yang digunakan dalam proses manufaktur. Biaya ini bersifat langsung dan berubah seiring dengan jumlah produksi, karena mencakup seluruh material yang diperlukan untuk merakit satu unit alat. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa biaya bahan baku merupakan komponen biaya terbesar dalam keseluruhan biaya produksi.

Sementara itu, *fixed cost* mencakup biaya-biaya yang tidak secara langsung dipengaruhi oleh jumlah produksi, yaitu biaya tenaga kerja, biaya penggunaan listrik, dan biaya perawatan (*maintenance*). Dalam penelitian ini, tenaga kerja yang digunakan berjumlah satu orang, sehingga biaya tenaga kerja dapat diestimasi secara lebih terkontrol. Biaya listrik dan *maintenance* dihitung sebagai biaya pendukung yang diperlukan untuk menunjang kelancaran proses produksi.

Berdasarkan hasil penghitungan *variable cost* dan *fixed cost*, diperoleh total biaya produksi untuk pembuatan satu unit *rice transplanter* sebesar Rp 4.213.990. Nilai ini mencerminkan total biaya yang dibutuhkan mulai dari pengadaan material hingga proses perakitan dan pendukung produksi lainnya. Hasil analisis biaya ini menunjukkan bahwa *rice transplanter* yang dikembangkan memiliki potensi untuk diproduksi dengan biaya yang relatif terjangkau, sehingga dapat menjadi alternatif alat penanam padi yang ekonomis bagi petani.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa proses pembuatan alat penanam padi (*rice transplanter*) telah berhasil dirancang dan dianalisis secara sistematis mulai dari tahap perancangan hingga estimasi biaya produksi. Alat *rice transplanter* yang dikembangkan terdiri atas tiga komponen utama, yaitu rangka, *storage* bibit padi, dan pacok tanam, yang masing-masing dirancang untuk mendukung fungsi penanaman bibit padi secara otomatis dan efisien. Pemilihan material utama berupa besi hollow 30 × 30 mm dengan ketebalan 1,6 mm serta penggunaan sumber tenaga listrik dari aki menunjukkan bahwa alat ini memiliki struktur yang cukup kuat dan sesuai untuk diaplikasikan pada kondisi lahan sawah.

Analisis proses manufaktur melalui penyusunan *Bill of Material* (BOM), *assembly chart*, dan *Operation Process Chart* (OPC) memberikan gambaran yang jelas mengenai kebutuhan material, urutan perakitan, serta alur proses produksi *rice transplanter*. Berdasarkan hasil analisis OPC, waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi satu unit *rice transplanter* adalah sebesar 164 menit atau sekitar 2,5 jam, yang menunjukkan bahwa proses pembuatan alat dapat dilakukan secara relatif efisien. Selain itu, analisis biaya produksi menunjukkan bahwa total biaya yang dibutuhkan untuk memproduksi satu unit *rice transplanter* adalah sebesar Rp 4.213.990, dengan komponen biaya terbesar berasal dari biaya bahan baku.

Secara keseluruhan, *rice transplanter* yang dikembangkan dalam penelitian ini memiliki keunggulan berupa sistem penanaman otomatis, kemampuan pengaturan ketinggian gagang untuk meningkatkan kenyamanan pengguna, serta potensi efisiensi waktu dan tenaga kerja dalam proses penanaman padi. Dengan karakteristik tersebut, alat ini diharapkan dapat menjadi alternatif solusi yang ekonomis dan aplikatif bagi petani, serta dapat dijadikan sebagai referensi dalam pengembangan alat penanam padi pada penelitian selanjutnya.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Lembaga Penelitian, Inovasi, dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Al-Azhar Indonesia (LPIPM UAI) yang telah mendanai penelitian dan publikasi artikel ini pada skema penelitian *Competitive Research Grant*.

Daftar Rujukan

- [1] N. Ardhi, A. Kristanto, And W. Hariyono, "Analisis Postur Tubuh Petani Pada Aktivitas Penanaman Padi Menggunakan Metode Rapid Entire Body Assessment (REBA)".
- [2] Kuntum Khaira Riswan, "Bps: 46,84 Persen Petani Pakai Alsintan Modern Dan Teknologi Digital," Antara. Accessed: Dec. 03, 2024. [Online]. Available: <https://www.antaraneews.com/berita/3854265/Bps-4684-Persen-Petani-Pakai-Alsintan-Modern-Dan-Teknologi-Digital>
- [3] Z. Arif, S. Bahri Widodo, T. Azuar Rizal, And A. Ilham Awang, "Implementasi Mesin Tanam Padi Sistem Mekanik Untuk Meningkatkan Efektifitas Proses Penanaman Padi Pada Kelompok Tani Wanita Ayu Kencana Di Aceh Tamiang," Vol. 6, No. 3, 2022.
- [4] Luthfi, L. Marlina, H. Erliana, I. Wulan Sari, R. Hasan, And F. Akhyat, "Penerapan *Rice Transplanter* Semi Otomatis Untuk Meningkatkan Efisiensi Dan Produktivitas Pertanian Dalam Mendukung Keberlanjutan Ketahanan Pangan," *Komunita: Jurnal Pengabdian Dan Pemberdayaan Masyarakat*, Vol. 4, No. 4, Pp. 946–953, Nov. 2025, Doi: 10.60004/Komunita.V4i4.305.
- [5] I. Artikel, M. Zakky, A. Prayoga, And T. Indrayanti, "Jurnal Agrica Ekstensia Unjuk Kerja Walking Rice Transplanter 4 Baris Dengan Sistem Tanam Jajar Legowo 2 : 1 Di Balai Penyuluhan Pertanian Sepatan, Kabupaten Tangerang, Banten," Jun. 2021.
- [6] I. 1*, Y. Jafar, And T. Sapsal, "Unjuk Kerja Rice Transplanter Sistem Jajar Legowo Tipe Crown Indo Jarwo Di Kabupaten Pinrang Sulawesi Selatan Performance Of Indo Jarwo Rice Transplanter Crown Type On Jajar Legowo System In Pinrang Regency South Sulawesi," *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, Vol. 10, No. 1, Pp. 113–118, 2021, Doi: 10.23960/Jtep-L.V10.I1.113-118.

- [7] S. Umar *Et Al*, “Evaluasi Penggunaan Mesin Tanam Bibit Padi (Rice Transplanter) Sistem Jajar Legowo Di Lahan Pasang Surut Evaluation Of Rice Transplanter With Jajar Legowo System In Tidal Swampland.”
- [8] A. A. Permana And B. Yuwono, “Proses Pengujian Material Pada Pembuatan Storage Tank Kapasitas 250 Bbl Yang Mengacu Pada Bill Of Material (BOM) Di Pt. Mudalaya Energi Indonesia,” Pp. 868–877, 2023, [Online]. Available: [Http://Prosiding.Pnj.Ac.Id](http://Prosiding.Pnj.Ac.Id)
- [9] W. Dwi Permana *Et Al*, “Jutmi Jurnal Teknik Mesin Dan Industri Perancangan Operation Process Chart Dan Pengukuran Waktu Baku Dengan Metode Stopwatch Time,” 2022. [Online]. Available: [Http://Jutmi.Stitekna.Ac.Id/Index.Php/](http://Jutmi.Stitekna.Ac.Id/Index.Php/)
- [10] P. Restu Anugerah Harefa, S. Zebua, And A. Bawamenewi, “Analisis Biaya Produksi Dengan Menggunakan Metode Full Costing Dalam Perhitungan Harga Pokok Produksi,” Vol. 1, No. 2, Pp. 218–223, 2022, Doi: 10.56248/Jamane.V1i2.36.
- [11] M. Evander, F. J. Daywin, And C. O. Doaly, “Perancangan Alat Desk Organizer Dengan Metode Reverse Engineering Dan Vdi 2221.”
- [12] H. I. Kusuma And H. Purnomo, “Analisis Perancangan Stasiun Kerja Dalam Memproduksi Produk Inalcafa Jacket Dengan Lima Metode Line Balancing,” *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, Vol. 8, No. 1, Pp. 546–553, Jan. 2024, Doi: 10.33379/Gtech.V8i1.3854.
- [13] W. Dwi Permana *Et Al*, “Jutmi Jurnal Teknik Mesin Dan Industri Perancangan Operation Process Chart Dan Pengukuran Waktu Baku Dengan Metode Stopwatch Time,” 2022. [Online]. Available: [Http://Jutmi.Stitekna.Ac.Id/Index.Php/](http://Jutmi.Stitekna.Ac.Id/Index.Php/)
- [14] D. Nauli, K. Hasanah, D. Ayuningtyas, R. P. Sari, And W. Wahyudin, “Optimasi Proses Produksi Kemasan Makanan Pada Umkm Ecosekam Packaging Menggunakan Quality Function Deployment Dan Operation Process Chart,” *Jurnal Penelitian Inovatif*, Vol. 4, No. 4, Pp. 2065–2096, Oct. 2024, Doi: 10.54082/Jupin.822.
- [15] S. Nainggolan, I. Marpaung, H. Hutasoit, N. Zega, And H. Siallagan, “Analisis Perilaku Biaya Terhadap Biaya Tetap Dan Biaya Variabel,” *Ekoma : Jurnal Ekonomi*, Vol. 3, No. 5, 2024.