

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Rancangan

Hasil rancangan alat tanam bibit tomat semi mekanis yang telah dirancang memiliki beberapa komponen dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 19. Hasil Rancangan Alat

Spesifikasi dari hasil rancangan alat tanam bibit tomat semi mekanis terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi Alat Tanam Bibit Tomat Semi Mekanis

No	Komponen	Ukuran
1	Rangka utama	Tinggi: 90 cm Diameter: 4,5 cm
2	Pegangan	Panjang: 15 cm Diameter: 3 cm
3	Pedal kontrol	Panjang: 10 cm

Tabel 2. Lanjutan

No	Komponen	Ukuran
4	Wadah bibit	Panjang: 15 cm Lebar: 10 cm Tinggi: 10 cm
5	Penarik corong	Panjang: 80 cm
6	Per	Panjang: 8 cm
7	Pijakan	Panjang: 8 cm
8	Pembatas kedalaman	Panjang: 5 cm
9	Corong pembuka	Panjang: 10 cm
10	Berat alat	3,15 kg

Berdasarkan hasil perhitungan persentase kesesuaian antropometri pada Lampiran 2, diketahui bahwa dimensi alat tanam bibit tomat semi mekanis memiliki tingkat kesesuaian yang tinggi terhadap dimensi tubuh operator. Nilai kesesuaian yang mendekati 100% menunjukkan bahwa ukuran alat telah dirancang berdasarkan data antropometri sehingga mampu menyesuaikan karakteristik tubuh pengguna. Semakin kecil selisih antara dimensi alat dan dimensi antropometri, maka semakin kecil pula potensi terjadinya postur kerja yang salah selama pengoperasian alat. Hasil kesesuaian perancangan dengan data antropometri terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Persentase Kesesuaian Antropometri

Komponen	Data Antropometri	Nilai Antropometri	Ukuran Alat	Kesesuaian
Tinggi Alat	Tinggi siku P95	140,44 cm	100 cm	71,21%
Diameter Pegangan	Diameter Pegangan P5	2,23 cm	3 cm	74,33%
Pijakan	Panjang kaki P50	22,8 cm	10 cm	43,86%

Berdasarkan Tabel 3, hasil tinggi alat telah mendekati tinggi siku berdiri operator sehingga operator dapat mengoperasikan alat dalam posisi berdiri tanpa harus membungkukkan badan secara

berlebihan. Kondisi tersebut berpotensi mengurangi pembebanan pada otot punggung bawah dan pinggang yang umumnya terjadi pada proses penanaman secara manual. Diameter pegangan yang disesuaikan dengan dimensi genggam tangan memungkinkan operator menggenggam alat secara lebih nyaman dan stabil. Pegangan yang sesuai akan mengurangi tekanan pada telapak tangan dan menurunkan risiko kelelahan pada otot lengan maupun pergelangan tangan selama proses penanaman berlangsung.

Pada bagian panjang pijakan nilai yang didapatkan sebesar 40,47%. Nilai tersebut tidak menunjukkan ketidaksesuaian rancangan karena pijakan pada alat tanam tidak dirancang untuk menopang seluruh telapak kaki, melainkan hanya bagian depan telapak kaki yang berfungsi sebagai titik tumpu saat memberikan gaya tekan ke tanah. Dengan panjang pijakan 10 cm, operator masih dapat menginjak alat secara stabil tanpa mengurangi kenyamanan maupun efektivitas proses penanaman. Hal ini menunjukkan bahwa dimensi pijakan telah memenuhi fungsi ergonomis sesuai dengan tujuan penggunaannya.

4.2 Uji Kinerja

Proses penanaman bibit tomat dilakukan dengan dua cara yaitu menggunakan alat tanam bibit tomat semi mekanis dan secara manual yang dibantu tugal penggembur tanah. Sebelum dilakukan proses penanaman maka dilakukan pengolahan lahan yang dimulai membersihkan lahan, membuat bedengan dan membungkus bedengan menggunakan mulsa. Selanjutnya dilakukan pengukuran lahan, bedengan dan lintasan. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan meteran dan direntangkan tali pada lintasan dari ujung sampai ke ujung agar lubang yang terbentuk tetap lurus dan sesuai dengan ukuran. Proses pengukuran dapat dilihat pada Gambar 20.



Gambar 20. Proses Pengukuran Lahan

Lahan yang digunakan memiliki ukuran panjang 11 meter dan lebar 12,5 meter. Lahan tersebut menghasilkan 8 bedengan dengan panjang 10 meter dan lebar 1 meter. Setiap bedengan memiliki 2 lintasan dan setiap lintasan memiliki 20 lubang tanam. Lubang tanam ini memiliki diameter 8 cm dan jarak antar lubang yaitu 50 cm. Untuk lahan yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 21.

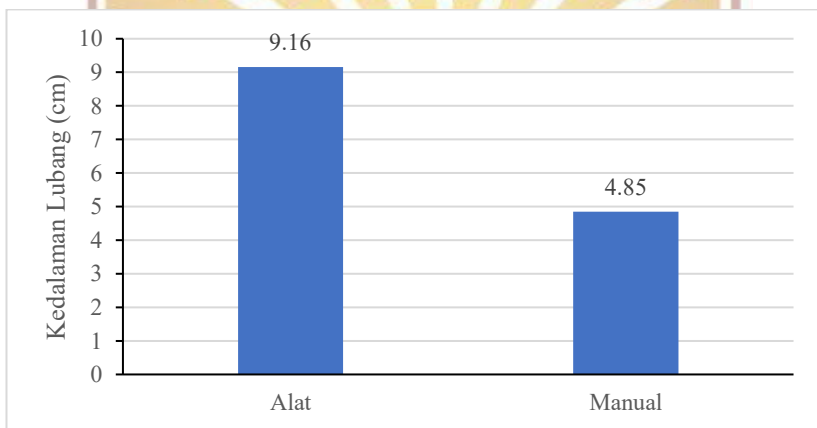


Gambar 21. Lahan Siap Tanam

4.2.1 Analisis Teknis

a. Kedalaman Lubang

Kedalaman lubang didapatkan dengan cara mengukur tinggi bibit sebelum tanam dan mengukur tinggi bibit setelah tanam. Selisih yang dihasilkan adalah kedalaman lubang yang terbentuk. Selain itu kedalaman lubang juga bisa di ukur langsung menggunakan meteran untuk memastikan data yang didapatkan valid. Perhitungan kedalaman lubang dapat dilihat pada Lampiran 2 dan grafik dari rata-rata kedalaman lubang terdapat pada Gambar 22.



Gambar 22. Grafik Rata-rata Kedalaman Lubang

Berdasarkan grafik pada Gambar 22 kedalaman lubang rata-rata yang dihasilkan menggunakan alat yaitu 9,16 cm sedangkan penanaman secara manual yaitu 4,85 cm. Menunjukkan bahwa kedalaman lubang tanam yang dihasilkan alat lebih dalam dibandingkan secara manual. Hal ini lebih baik karena bibit yang digunakan juga memiliki wadah dengan tinggi 5 cm sehingga bibit dapat tertanam pada posisi optimal. Tanaman tomat juga memiliki kemampuan untuk membentuk akar baru pada batang yang tertimbun tanah. Oleh karena itu, penanaman bibit tomat sebaiknya lebih dalam untuk membentuk akar baru dan mencegah bibit rebah atau patah. Hal ini sejalan dengan pendapat Mugiyanto (2000) kedalaman lubang tanam yang baik untuk tanaman tomat berkisar

antara 9-15 cm dengan ketentuan daun bibit tomat tidak menyentuh tanah secara langsung dan tanpa melepas bibit dari wadah semainya.

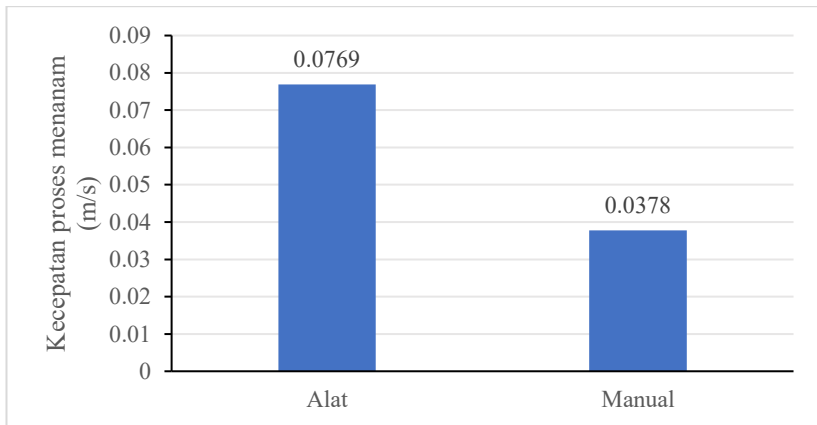
Perbedaan kedalaman lubang tanam juga mempengaruhi pembentukan sistem pengakaran. Penggunaan alat tanam bibit tomat semi mekanis berpotensi memberikan kondisi awal tanaman lebih baik dibandingkan manual khususnya pada kedalaman lubang tanam yang mempengaruhi kerja akar. Lubang tanam yang cukup dalam memungkinkan akar berkembang lebih baik, meningkatkan kestabilan tanaman serta memperbaiki kemampuan akar dalam menyerap unsur hara dan air (Hapsari *et al.*, 2018). Lubang tanam yang dihasilkan oleh alat dapat dilihat pada Gambar 23.



Gambar 23. Kedalaman Lubang Tanam

b. Kecepatan Proses Menanam

Kecepatan proses menanam dilakukan pada setiap lintasan dengan mengukur jarak satu lintasan dibagi dengan waktu yang dibutuhkan saat menanam. Perhitungan kecepatan proses menanam dapat dilihat pada Lampiran 3 dan grafik dari rata-rata kecepatan proses menanam terdapat pada Gambar 24.



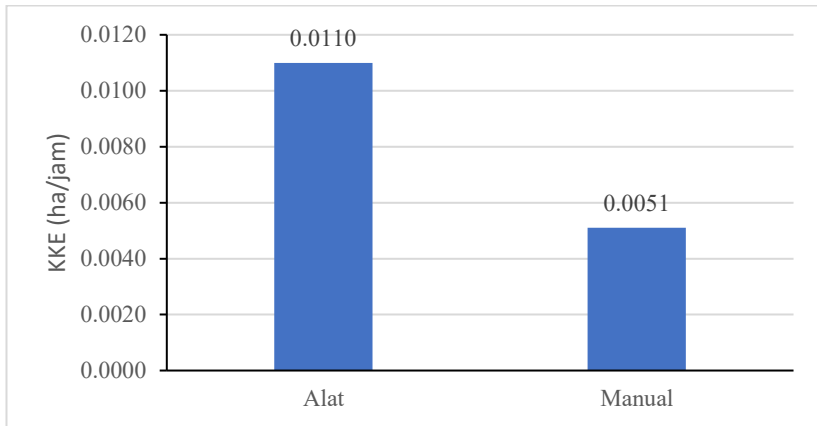
Gambar 24. Grafik Rata-rata Kecepatan Proses Menanam

Berdasarkan grafik pada Gambar 24, rata-rata kecepatan proses menanam dengan menggunakan alat yaitu 0,0769 m/s lebih cepat dari proses penanaman secara manual yaitu sebesar 0,0378 m/s. Kecepatan yang lebih tinggi pada saat menggunakan alat disebabkan oleh mekanisme kerja alat yang lebih simpel. Hal ini dikarenakan beberapa tahapan yang dilakukan pada proses manual langsung sejalan dengan mekanisme kerja alat seperti penggemburan, pelubangan lubang tanam dan penutupan lubang tanam. Sehingga waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu lintasan lebih singkat. Sebaliknya pada proses penanaman manual kecepatan kerja dipengaruhi oleh proses menanam yang lebih kompleks yang mengharuskan petani jongkok dan membungkuk sehingga mempengaruhi kondisi fisik dan mudah lelah. Hal ini sejalan dengan pendapat Fitri *et al.* (2020) mekanisasi pertanian mampu meningkatkan kecepatan kerja karena mengurangi ketergantungan terhadap tenaga manusia dan penanaman secara manual sangat bergantung terhadap kondisi fisik, kecepatan tangan, kondisi tanah serta keterampilan manusia.

c. Kapasitas Kerja Efektif (KKE)

Kapasitas kerja efektif merupakan suatu kemampuan alat untuk menyelesaikan suatu pekerjaan dalam ha/jam. Waktu yang digunakan yaitu waktu total pada setiap demplot mencakup waktu

berhenti, pengisian bibit, penggemburan lubang, penanaman dan kendala lainnya. Perhitungan kapasitas kerja efektif dapat dilihat pada Lampiran 4 dan grafik dari rata-rata kapasitas kerja efektif terdapat pada Gambar 25.



Gambar 25. Grafik Kapasitas Kerja Efektif (KKE)

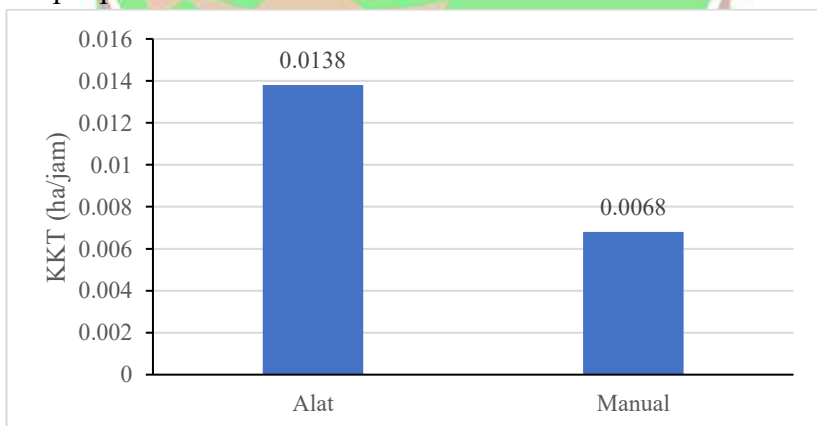
Berdasarkan grafik pada Gambar 25, rata-rata kapasitas kerja efektif alat yaitu 0,0110 ha/jam sedangkan rata-rata kapasitas kerja efektif pada proses penanaman secara manual yaitu 0,0051 ha/jam. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan alat memiliki kapasitas kerja efektif lebih tinggi dua kali lipat dibandingkan dengan penanaman secara manual. Hal ini sejalan dengan pendapat Sukirno (2006), pekerjaan pertanian secara manual umumnya memiliki kapasitas kerja lebih rendah dibandingkan menggunakan alat karena efisiensi kerja yang tidak seragam. Efisiensi yang tidak seragam menunjukkan adanya variasi kinerja selama proses penanam karena faktor kelelahan, kecepatan setiap orang yang berbeda atau kondisi lapangan sehingga waktu kerja menjadi kurang stabil.

Pada proses penanaman menggunakan alat, waktu yang dibutuhkan lebih efektif sehingga tidak banyak waktu terbuang dan proses penanaman dapat dilakukan secara lebih teratur serta proses penanaman dapat dilakukan dalam sekali tahap. Proses penanaman yang dilakukan dimulai dengan membuat lubang tanam,

memasukkan bibit dan menutup lubang tanam agar bibit dapat berdiri kokoh. Sedangkan pada proses manual banyak waktu yang terbuang karena keterbatasan kecepatan kerja, tingginya ketergantungan terhadap tenaga manusia yang rentan mengalami kelelahan, variasi keterampilan operator dan proses penanaman dilakukan dengan beberapa tahapan. Menurut Herdiansyah *et al.*, (2023) peningkatan kapasitas kerja efektif disebabkan oleh meningkatnya kecepatan operator, waktu yang tidak banyak terbuang dan berkurangnya ketergantungan terhadap tenaga manusia.

d. Kapasitas Kerja Teoritis (KKT)

Kapasitas kerja teoritis adalah suatu kemampuan maksimal alat melakukan kerja berdasarkan kecepatan dan lebar kerja dalam ha/jam. Kapasitas ini merupakan nilai ideal yaitu ketika mulai proses penanam hingga akhir tanpa adanya kehilangan waktu, hambatan atau beban. Sehingga waktu yang digunakan yaitu ketika mulainya proses penanaman hingga selesai pada lubang terakhir pada demplot. Perhitungan kapasitas kerja teoritis dapat dilihat pada Lampiran 5 dan grafik dari rata-rata kapasitas kerja teoritis terdapat pada Gambar 26.



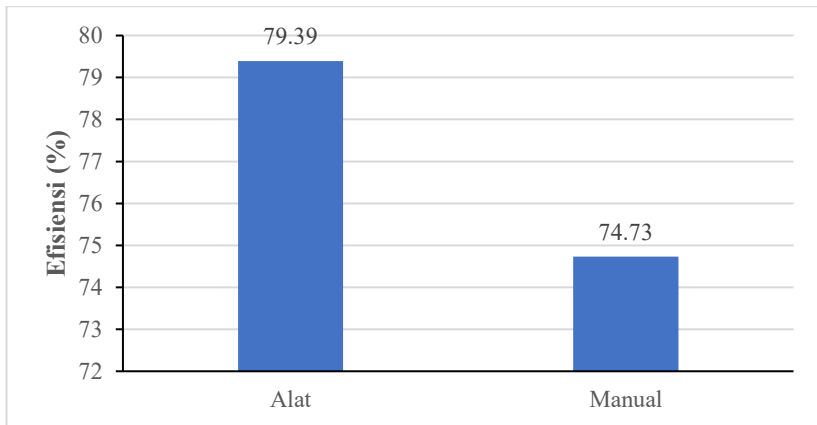
Gambar 26. Grafik Kapasitas Kerja Teoritis (KKT)

Berdasarkan grafik pada Gambar 26, rata-rata kapasitas kerja teoritis alat yaitu 0,0138 ha/jam sedangkan rata-rata kapasitas kerja teoritis pada proses penanaman secara manual yaitu 0,0068 ha/jam. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan alat memiliki kapasitas kerja teoritis lebih tinggi dua kali lipat dibandingkan dengan penanaman secara manual. Sehingga penggunaan alat pada proses penanaman memiliki potensi peningkatan produktivitas kerja secara teoritis.

Tingginya nilai kapasitas kerja teoritis pada penggunaan alat dikarenakan kecepatan kerja yang lebih besar, waktu yang efektif dibandingkan manual, serta proses penanaman yang dilakukan sekali tahap penanaman. Kecepatan kerja pada proses manual sangat dipengaruhi oleh kondisi fisik dan tenaga manusia yang sangat rentan kelelahan serta proses penanaman yang dilakukan memiliki beberapa tahap. Selain itu penanaman manual juga memerlukan lebih banyak gerak tubuh seperti membungkuk sehingga secara teoritis luas lahan yang dapat ditanami menjadi lebih kecil. Hal ini sesuai dengan pendapat Srivastava *et al.*, (2006) sistem penanaman manual memiliki kapasitas teoritis yang lebih rendah dibandingkan menggunakan alat pertanian karena memiliki keterbatasan kecepatan, tenaga dan konsistensi operator.

e. Efisiensi

Efisiensi adalah kemampuan untuk mencapai hasil maksimal dengan penggunaan energi, waktu dan biaya seminimal mungkin. Efisiensi didapatkan dengan membagi nilai kapasitas kerja efektif dengan kapasitas kerja teoritis dengan hasil akhir dalam satuan persen. Perhitungan efisiensi dapat dilihat pada Lampiran 6 dan grafik dari rata-rata efisiensi terdapat pada Gambar 27.



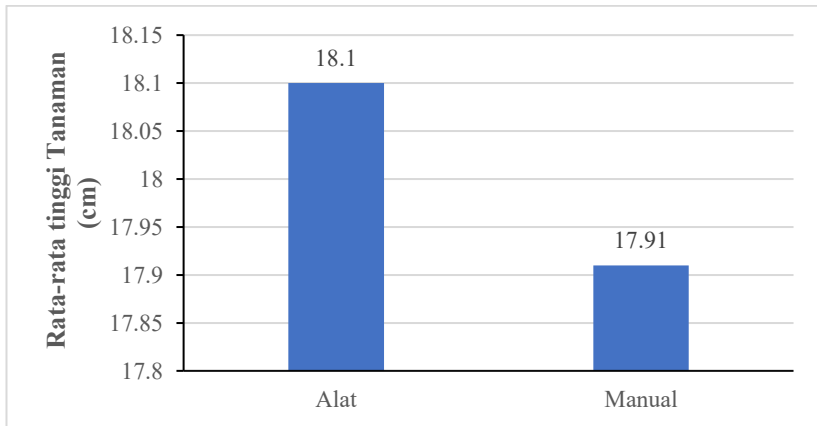
Gambar 27. Grafik Efisiensi

Berdasarkan grafik pada Gambar 27 rata-rata efisiensi penggunaan alat yaitu 79,39% sedangkan rata-rata efisiensi pada proses penanaman manual yaitu 74,73%. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan alat memiliki tingkat efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan proses penanaman manual. Efisiensi untuk berbagai kegiatan pertanian tergantung jenis pekerjaannya dan kondisi lapangan, umumnya pada penanaman berkisar pada 55-80%. Sehingga, alat yang dikembangkan sesuai dengan keadaan yang dikemukakan Hunt (2008).

Tingginya nilai efisiensi pada penggunaan alat menunjukkan bahwa alat dapat meminimalkan waktu, meningkatkan kapasitas, kecepatan dan konsistensi kerja selama proses penanaman. Pada proses penanaman secara manual efisiensi lebih rendah dikarenakan penanaman sangat bergantung kepada tenaga manusia yang rentan terhadap kelelahan, variasi kecepatan dan waktu yang lebih lama. Hal ini sesuai dengan Aldillah (2016), penggunaan alat pertanian meningkatkan efisiensi operasional dan kapasitas kerja karena proses kerja menjadi lebih terstruktur dan konsisten, serta mengurangi ketergantungan terhadap tenaga manusia.

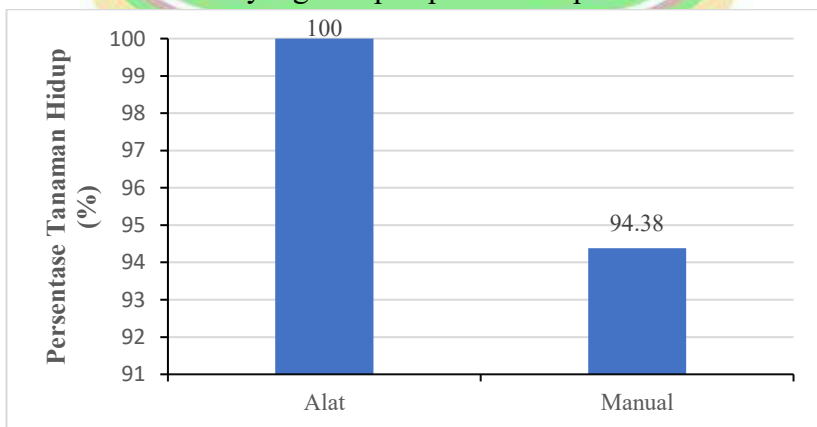
f. Pengamatan Tanaman

Pengamatan tanaman dilakukan 15 hari setelah tanam pada tinggi tanaman tomat dan persentase tanaman hidup. Perhitungan pengamatan tanaman dapat dilihat pada Lampiran 7 dan grafik dari pengamatan tinggi tanaman terdapat pada Gambar 28.



Gambar 28. Grafik Rata-rata Tinggi Tanaman Tomat 15 HST

Berdasarkan grafik pada Gambar 28 rata-rata tinggi tanaman tomat pada hari ke-15 setelah tanam menggunakan alat yaitu 18,1 cm sedangkan rata-rata tinggi tanaman tomat pada hari ke-15 setelah tanam secara manual yaitu 17,91. Selanjutnya yaitu persentase tanaman yang hidup dapat di lihat pada Gambar 29.



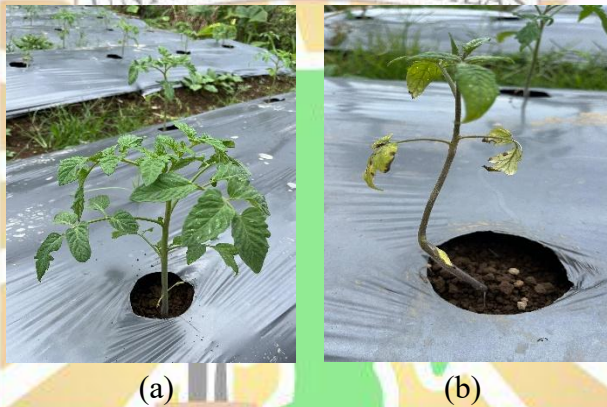
Gambar 29. Grafik Persentase Tanaman Hidup

Berdasarkan grafik pada Gambar 29 persentase tanaman yang hidup menggunakan alat tanam bibit tomat yaitu 100% sedangkan pada proses penanaman secara manual persentase tanaman yang hidup yaitu 94,38%.

Hasil pengamatan tinggi tanaman pada Gambar 28 menunjukkan perbedaan yang relatif kecil. Namun pada gambar 29 menunjukkan bahwa penanaman menggunakan alat menunjukkan bibit yang ditanam hidup semuanya. Hal ini disebabkan karena alat mampu menghasilkan pertumbuhan awal tanaman yang lebih baik dibandingkan metode manual. Pertumbuhan tanaman ini pada penggunaan alat dipengaruhi oleh keseragaman tanaman, posisi bibit di dalam tanah dan tanah yang tidak padat ketika proses tanam selesai dilakukan serta tidak adanya tekanan yang diberikan pada batang bibit. Proses penanaman bibit tomat menggunakan alat tanam bibit tomat semi mekanis memungkinkan proses perakaran bibit dapat berkembang lebih optimal sehingga dapat menyerap air dan nutrisi lebih baik serta mengurangi stres pada bibit tomat.

Proses penanaman secara manual menghasilkan nilai rata-rata tinggi tanaman dan persentase tanaman hidup lebih kecil dibandingkan menggunakan alat disebabkan oleh variasi kedalaman lubang tanam, tekanan tanah dan kerusakan pada bibit. Hal ini dikarenakan penanaman secara manual sangat bergantung terhadap bagaimana operator mengontrol tenaga dan keterbatasan dalam lubang tanam, sehingga dapat menyebabkan bibit stres pada awal pertumbuhannya. Menurut Nahda Kanara dan Disi Asrani (2020), variasi kedalaman lubang tanam dapat mempengaruhi perkembangan vegetatif tanaman termasuk tinggi tanaman karena kedalaman lubang tanam yang tepat memberikan kondisi oksigen, air, dan posisi akar yang optimal pada fase awal pertumbuhan. Kondisi tanah yang terlalu padat setelah proses penanaman akibat tekanan ketika menanam akan mempengaruhi perkembangan akar sehingga bibit akan kesulitan untuk tumbuh dengan baik, serta tekanan pada batang bibit akan membuat bibit layu dan mati (Posundu, 2024).

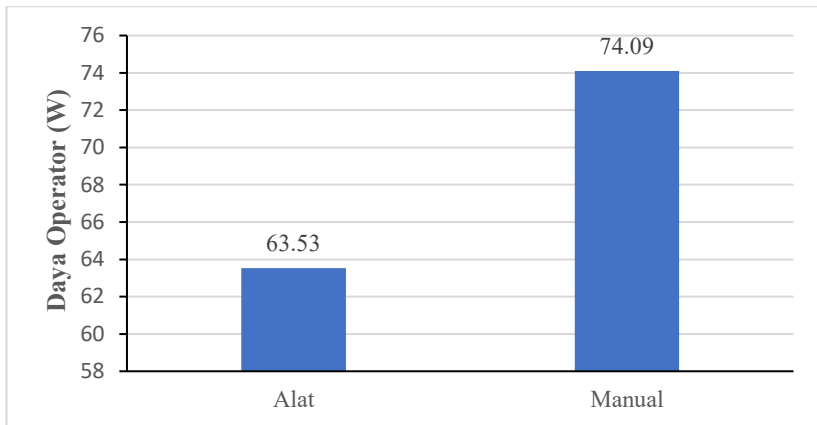
Secara keseluruhan penggunaan alat tanam bibit tomat semi mekanis tidak memberikan dampak negatif terhadap pertumbuhan tanaman tomat, baik secara tinggi tanaman maupun persentase hidup. Bahkan terdapat kecenderungan peningkatan pertumbuhan awal tanaman dan tingkat keberhasilan hidup dibandingkan manual. Hal ini menunjukkan bahwa alat tanam bibit tomat berpotensi meningkatkan efisiensi kerja tanpa mengurangi kualitas pertumbuhan tanaman. Pertumbuhan bibit tomat yang bagus dan kurang bagus dapat dilihat pada Gambar 30.



Gambar 30. Pertumbuhan Bibit Tomat (a) Bagus (b) Kurang

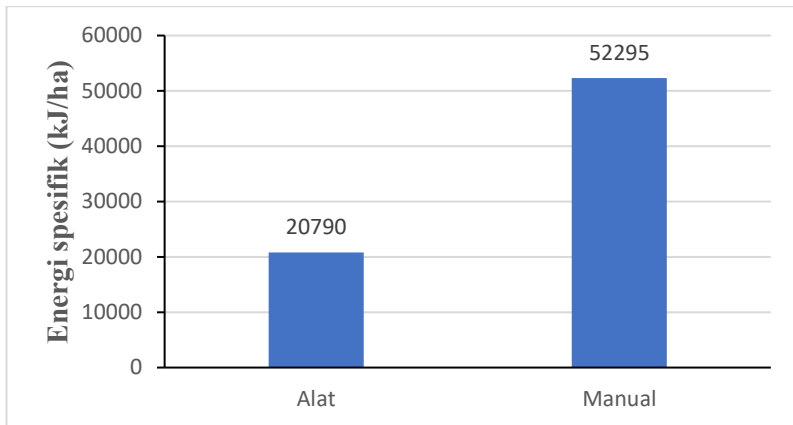
4.2.2 Analisis Energi

Analisis energi yang dilakukan yaitu menghitung daya operator dimulai dari pertama kali proses penanaman berlangsung hingga selesai pada lubang tanam terakhir pada setiap lintasan. Pengukuran daya operator bertujuan untuk mengetahui banyaknya tenaga yang dikeluarkan ketika proses penanaman berlangsung. Perhitungan daya operator dilihat pada Lampiran 8 dan grafik dari daya operator terdapat pada Gambar 31.



Gambar 31. Grafik Daya Operator

Berdasarkan grafik pada Gambar 31 rata-rata daya operator pada proses penanaman bibit tomat menggunakan alat yaitu 63,53 watt, sedangkan pada proses penanaman manual yaitu 74,09 watt. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan alat pada proses penanaman dapat mengurangi kebutuhan daya operator sebesar 10,56 watt. Penurunan ini terjadi karena sebagian aktivitas fisik pada penggunaan alat berkurang dibandingkan manual. Daya operator pada penggunaan alat dipengaruhi oleh berat alat ketika mengangkat alat dan menekan pedal kontrol. Sedangkan pada proses manual dipengaruhi kondisi tubuh saat melakukan proses penanaman seperti jongkok dan membungkuk serta saat menggemburkan tanah. Jika dikonversikan menjadi kebutuhan energi per satuan luas lahan maka kebutuhan energi dapat dilihat pada Gambar 32.



Gambar 32. Grafik Energi Spesifik

Berdasarkan grafik pada Gambar 32 penggunaan alat memerlukan energi operator sebesar 20.791,64 kJ/ha, sedangkan penanaman manual memerlukan energi sebesar 52.298,82 kJ/ha. Hasil ini menunjukkan bahwa alat tanam bibit tomat semi mekanis mampu menghemat kebutuhan energi operator sekitar 60,24% dibandingkan metode manual. Penghematan energi tersebut menunjukkan bahwa alat tidak hanya meningkatkan kapasitas kerja dan efisiensi penanaman, tetapi juga mengurangi beban kerja fisik operator sehingga proses penanaman menjadi lebih ringan dan ergonomis.

Keunggulan alat dari segi penggunaan energi yaitu dapat menurunkan beban fisik operator dan konsistensi energi kerja sehingga dapat mengurangi risiko kelelahan otot akibat postur tubuh saat bekerja, produktivitas kerja dapat dipertahankan lebih lama dan pola kerja lebih stabil. Hal ini juga dapat meningkatkan potensi efisiensi waktu pada saat proses penanaman berlangsung. Selain itu, aktivitas fisik yang dilakukan lebih sedikit. Sedangkan pada proses penanaman secara manual akan menurunkan efisiensi waktu pada saat menanam yang disebabkan oleh beban kerja otot akan lebih tinggi sehingga meningkatkan risiko kelelahan otot lebih cepat. Selain itu proses menanam yang dilakukan juga membutuhkan aktivitas fisik yang lebih banyak seperti posisi

jongkok dan membungkuk sehingga akan meningkatkan tekanan pada otot pinggang, paha dan kaki. Kelelahan ini akan menambah waktu yang dibutuhkan operator untuk beristirahat sehingga waktu pada saat proses penanaman lebih lama. Hal ini sesuai dengan pendapat Sukirno (2006), penggunaan alat pertanian dapat menekan kelelahan operator, dan mengurangi beban kerja operator karena sebagian energi kerja digantikan oleh alat serta meningkatkan efisiensi operasional pekerjaan.

4.2.3 Analisis Ekonomi

Analisis ekonomi dilakukan untuk mengetahui tingkat kelayakan alat tanam bibit tomat semi mekanis dari segi biaya dan manfaat yang dihasilkan. Tujuan utama dilakukannya analisis ini yaitu membandingkan biaya yang dibutuhkan untuk proses penanaman bibit tomat dengan menggunakan alat dan proses penanam secara manual. Analisis yang dilakukan di antaranya biaya pokok, biaya tetap, biaya tidak tetap dan titik impas (BEP). Nilai analisis ekonomi terdapat pada Tabel 3 dan perhitungannya pada Lampiran 9.

Tabel 4. Hasil Analisis Ekonomi

No	Parameter	Satuan	Alat	Manual
1	Biaya Pokok	Rp/ha	1.827.125	3.921.586
	Biaya Tetap	Rp/tahun	63.900	0
	Biaya Tidak tetap	Rp/jam	20.054	20.000
2	Titik Impas atau BEP	ha/tahun	0,291	0

a. Biaya Pokok

1. Biaya Tetap

Biaya tetap adalah biaya yang tidak berubah walaupun alat digunakan atau tidak dan harus tetap dibayarkan setiap tahunnya. Pada proses penanaman secara manual biasanya biaya tetap tidak ada karena tidak menggunakan biaya alat yang harus dikeluarkan. Biaya tetap didapatkan dari penjumlahan biaya penyusutan dengan biaya bunga modal. Biaya tetap dalam mekanisasi pertanian terdiri

dari penyusutan dan bunga modal yang dihitung berdasarkan umur ekonomis alat (Santosa *et al.*, 2005).

Biaya penyusutan yang didapatkan menggunakan alat yaitu Rp 54.000/tahun dan biaya bunga modal sebesar Rp 9.900/tahun. Maka biaya tetap yang harus dikeluarkan sebesar Rp 63.900/tahun. Pada proses penanaman secara manual, biaya tetap yang didapatkan yaitu Rp 0/ tahun. Maka biaya tetap yang harus dikeluarkan pada penanaman manual tidak ada. Hal ini dikarenakan proses penanaman secara manual tidak menggunakan alat hanya bergantung terhadap tubuh operator.

Biaya tetap dapat diperkecil dengan mengoptimalkan waktu penggunaan alat, meningkatkan kapasitas kerja alat dan memperpanjang umur ekonomi alat. Dengan biaya tetap yang relatif kecil, beban modal alat tergolong ringan sehingga risiko ekonomi rendah apabila alat dimanfaatkan secara kontinu. Menurut Santosa dan Andasuryani (2013), biaya tetap dihitung berdasarkan nilai penyusutan dan bunga modal yang dapat ditekan apabila kapasitas kerja alat tinggi sehingga biaya pokok per satuan luas menjadi lebih rendah.

2. Biaya Tidak Tetap

Biaya tidak tetap adalah biaya yang dapat berubah secara langsung dengan lama waktu operasi atau jam kerja, semakin lama alat digunakan maka akan semakin besar biaya yang dikeluarkan. Biaya tidak tetap didapatkan dengan menjumlahkan biaya pemeliharaan dengan biaya operator. Menurut Santosa *et al.*, (2005) biaya tidak tetap meliputi biaya tenaga kerja operator, bahan bakar, pelumas, perawatan alat dan perbaikan alat yang besarnya tergantung pada intensitas penggunaan alat.

Biaya pemeliharaan yang didapatkan menggunakan alat yaitu Rp 54/jam dan biaya operator sebesar Rp 20.000/jam. Maka biaya tidak tetap yang harus dikeluarkan sebesar Rp 20.054/jam. Pada proses penanaman secara manual, biaya tidak tetap yang didapatkan yaitu Rp 20.000/jam karena pada proses manual tidak ada biaya pemeliharaan alat.

Berdasarkan hasil pada biaya tidak tetap menunjukkan bahwa biaya antara alat dan manual relatif sama. Namun kapasitas kerja efektif alat lebih tinggi maka waktu kerja yang dibutuhkan lebih singkat sehingga biaya per satuan luas menjadi lebih rendah dibanding metode manual. Peningkatan kapasitas kerja alat secara langsung menurunkan biaya operasional. Biaya tidak tetap sangat dipengaruhi oleh intensitas penggunaan alat dan jam kerja (Santosa *et al.*, 2005).

Biaya pokok merupakan biaya total yang dikeluarkan untuk melakukan proses penanaman bibit tomat per satuan luas lahan yang diakumulasikan dari biaya tetap dan biaya tidak tetap. Berdasarkan hasil analisis, biaya pokok pada proses penanaman bibit tomat dengan menggunakan alat tanam semi mekanis didapatkan sebesar Rp 1.827.274/ha sedangkan pada proses manual sebesar Rp 3.921.569/ha.

Penggunaan alat mampu menurunkan biaya pokok lebih 50% karena jam kerja yang dibutuhkan pada penanaman menggunakan alat lebih cepat dibandingkan dengan proses manual. Hal ini menunjukkan bahwa alat tanam bibit tomat semi mekanis efisien dibandingkan manual secara ekonomi. Efisiensi ini disebabkan oleh kapasitas kerja yang lebih tinggi sehingga waktu penanaman lebih singkat dan biaya tenaga kerja menurun. Menurut (Santosa Andasuryani, 2013), dalam analisis ekonomi alat pertanian, biaya pokok sangat dipengaruhi oleh kapasitas kerja dan biaya pokok dapat ditekan apabila intensitas penggunaan alat tinggi.

b. Break Even Point (BEP) atau Titik Impas

Break Even Point (BEP) atau Titik Impas adalah kondisi yang menunjukkan total biaya yang dikeluarkan sama dengan pendapatan. Berdasarkan hasil analisis, BEP alat tanam bibit tomat semi mekanis yaitu 0,291 ha/tahun. Hal ini menunjukkan bahwa alat hanya memerlukan luas kerja minimal 0,291 ha/tahun untuk menutup biaya tetap dan biaya tidak tetapnya. Nilai BEP yang relatif kecil ini menunjukkan bahwa alat memiliki tingkat kelayakan yang tinggi dari segi ekonomi.

Nilai BEP tercapai pada analisis yaitu sebesar 5,291 ha/tahun, menunjukkan bahwa penggunaan aktual alat telah melampaui titik impas. Dengan demikian alat tanam bibit tomat semi mekanis ini dapat dikategorikan layak digunakan secara ekonomi. Hal ini sesuai dengan Santosa *et al.*, (2005) yang menyatakan suatu alat pertanian dinyatakan layak apabila luas penggunaan aktual melebihi nilai BEP yang dihitung.

4.3 Rekapitulasi Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian dapat dibuat hasil rekapitulasi untuk mempermudah perbandingan analisis kerja alat dan manual menggunakan beberapa parameter pengujian yang telah dilakukan. Rekapitulasi data hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Penelitian

No	Parameter Penelitian	Satuan	Alat	Manual
1	Kedalaman Lubang	cm	9,16	4,85
2	Kecepatan Proses Menanam	m/s	0,0769	0,0378
3	Kapasitas Kerja Efektif	ha/jam	0,0110	0,0051
4	Kapasitas Kerja Teoritis	ha/jam	0,0138	0,0068
5	Efisiensi	%	79,39	74,73
6	Tinggi Tanaman 15 Hari Setelah Tanam	cm	18,1	17,91
7	Persentase Tanaman yang Hidup	%	100	94,38
8	Daya Operator	watt	63,53	74,09
9	Energi Spesifik	kJ/ha	20790	52295
10	Biaya Tetap	Rp/tahun	63.900	0
11	Biaya Tidak Tetap	Rp/tahun	20.054	20.000
12	Biaya Pokok	Rp/ha	1.827.274	3.921.568
13	BEP atau Titik impas	ha/tahun	0,291	0

Berdasarkan Tabel 5 alat tanam bibit tomat semi mekanis memiliki keunggulan di pada kedalaman lubang, kecepatan proses menanam, kapasitas kerja efektif (KKE), kapasitas kerja teoritis

(KKT), efisiensi, tinggi tanaman 15 hari setelah tanam, persentase tanaman yang hidup, daya operator, dan biaya pokok. Hal ini dikarenakan pekerjaan lebih cepat, kapasitas kerja dan efisiensi lebih tinggi, pertumbuhan awal tanaman lebih baik, beban kerja operator lebih ringan, pekerjaan lebih ergonomis, waktu dapat dimaksimalkan dan BEP cepat tercapai. Akan tetapi pada biaya tetap, biaya tidak tetap dan titik impas (BEP) manual lebih unggul dikarenakan pada proses manual tidak ada biaya investasi pada alat dan tidak ada modal hanya ada biaya upah. Pada analisis ekonomi biaya manual lebih kecil di awal akan tetapi pada penggunaan alat lebih kecil dalam jangka waktu operasional.

Secara keseluruhan penanaman bibit tomat menggunakan alat lebih unggul dibandingkan pada proses manual karena meningkatkan efisiensi teknis, ergonomis dan ekonomis secara simultan. Hal ini menunjukkan bahwa mekanisasi tidak hanya mempercepat kerja tetapi juga meningkatkan kualitas tanaman dan menurunkan biaya produksi.

