

Inovasi Perbaikan Lengan Alat Penanam Jagung Berdasarkan Prinsip Ergonomi

Raskat Atkinson^{1*}, Damianus Manesi², Fahrizal³, Tri Mandala⁴

Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan dan Teknik
Universitas Nusa Cendana

Jl. Adisucipto, Penfui-Kupang, NTT 85001, Tlp. (0380)881597

*Corresponding author: raskatatkinson311201@gmail.com

ABSTRAK

Desain alat pertanian yang tidak ergonomis masih menjadi salah satu penyebab utama terjadinya gangguan muskuloskeletal (MSDs) pada petani, khususnya dalam penggunaan alat penanam jagung manual. Penelitian ini bertujuan untuk merancang ulang bagian lengan alat penanam jagung dengan pendekatan ergonomi berbasis data antropometri petani lokal. Metode penelitian ini meliputi pengumpulan data antropometri, analisis postur kerja menggunakan metode Rapid Upper Limb Assessment (RULA) dan Rapid Entire Body Assessment (REBA), perancangan ulang lengan alat menggunakan perangkat lunak CAD, serta validasi desain melalui evaluasi postur dan persepsi kenyamanan kerja. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa alat eksisting memiliki skor RULA dan REBA berturut-turut sebesar 6,07 dan 7,13 yang menunjukkan risiko tinggi terhadap gangguan MSDs. Desain ulang lengan alat menunjukkan perbaikan signifikan dengan skor RULA menurun menjadi 3,73 dan REBA menjadi 4,27. Selain itu, terjadi peningkatan persepsi kenyamanan kerja secara keseluruhan. Temuan ini menunjukkan bahwa penerapan prinsip ergonomi dalam desain alat pertanian manual secara efektif dapat mengurangi risiko ergonomi dan meningkatkan kenyamanan serta efisiensi kerja petani.

ABSTRACT

Unergonomic agricultural tool design is still one of the main causes of musculoskeletal disorders (MSDs) in farmers, especially in the use of manual corn planting tools. This study aims to redesign the arm of the corn planting tool with an ergonomic approach based on local farmers' anthropometric data. The research methods include anthropometric data collection, work posture analysis using the Rapid Upper Limb Assessment (RULA) and Rapid Entire Body Assessment (REBA) methods, redesigning the tool arm using CAD software, and validating the design through posture evaluation and perception of work comfort. The measurement results showed that the existing tool had RULA and REBA scores of 6.07 and 7.13, respectively, indicating a high risk of MSDs. The redesign of the tool arm showed significant improvements with the RULA score decreasing to 3.73 and REBA to 4.27. In addition, there was an increase in the overall perception of work comfort. These findings indicate that the application of ergonomic principles in the design of manual agricultural tools can effectively reduce ergonomic risks and increase farmer comfort and work efficiency.

Keywords: Anthropometry; Agricultural Tools; Ergonomics; REBA; RULES

1. PENDAHULUAN

Jagung merupakan salah satu tanaman pangan utama dunia setelah padi dan gandum, yang memainkan peranan strategis dalam ketahanan pangan, pakan ternak, dan industri bioenergi. Di Indonesia, jagung menjadi komoditas unggulan kedua setelah padi dan terus menunjukkan peningkatan dalam hal produksi maupun konsumsi. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2023), produksi jagung nasional mencapai 19,2 juta ton pada tahun 2022, naik sekitar 2,8% dari tahun

sebelumnya. Peningkatan ini menunjukkan bahwa pengembangan teknologi pendukung dalam proses budidaya jagung sangat krusial untuk mendukung produktivitas dan efisiensi kerja petani.

Salah satu tahapan penting dalam budidaya jagung adalah proses penanaman benih, yang hingga saat ini masih banyak dilakukan secara manual, khususnya oleh petani di daerah terpencil dan wilayah pertanian skala kecil. Metode penanaman konvensional menggunakan alat tugal membutuhkan waktu yang lama dan tenaga kerja yang banyak, serta cenderung menimbulkan kelelahan dan risiko gangguan muskuloskeletal pada petani (Tubana & Taufiq, 2014; Trigutomo, 2017). Untuk mengatasi masalah ini, telah dikembangkan berbagai jenis alat bantu penanam jagung, seperti seeder tipe dorong roda satu, yang mampu melakukan fungsi menugal, menjatuhkan benih, dan menutup lubang secara otomatis (Hari, 2016; Dafni & Desi, 2018).

Namun demikian, sebagian besar alat penanam jagung yang beredar saat ini masih memiliki kekurangan dari aspek ergonomis, terutama pada bagian lengan dan pegangan alat. Ketidakesesuaian desain alat dengan karakteristik tubuh pengguna menyebabkan postur kerja yang tidak ideal, sehingga berpotensi menimbulkan cedera otot dan menurunkan produktivitas petani (Anjanny, 2018; Harahap et al., 2022). Dalam konteks ergonomi, posisi kerja yang tidak ergonomis seperti membungkuk berlebihan dan penggunaan otot secara statis dalam durasi panjang merupakan faktor risiko utama dari Musculoskeletal Disorders (MSDs) (Bridger, 2017; Sanders & McCormick, 2019).

Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa sebagian besar alat pertanian tidak dirancang berdasarkan data antropometri lokal, sehingga tidak optimal saat digunakan oleh petani Indonesia yang memiliki variasi tinggi badan dan postur kerja yang khas (Pheasant & Haslegrave, 2005; Widyanti, 2020). Selain itu, ketidaknyamanan penggunaan alat sering diperparah oleh pegangan yang terlalu kecil, tinggi pegangan yang melebihi posisi siku pengguna, dan sudut kerja yang memaksa postur tidak netral (Andriani, 2016; Purnomo, 2014).

Untuk menjawab permasalahan tersebut, pendekatan ergonomi dalam desain ulang alat kerja menjadi sangat penting. Pendekatan ini berfokus pada kesesuaian antara alat dengan kemampuan dan keterbatasan manusia, serta bertujuan untuk mengurangi risiko cedera dan meningkatkan kenyamanan serta efisiensi kerja (Sanders & McCormick, 2019). Studi menggunakan metode RULA (Rapid Upper Limb Assessment) dan REBA (Rapid Entire Body Assessment) juga terbukti efektif dalam mengevaluasi tingkat risiko postur kerja petani saat menggunakan alat tanam (Setyawan et al., 2022; Hunusalela et al., 2022; Valentine & Wisudawati, 2021).

Dalam konteks tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang ulang bagian lengan alat penanam jagung berdasarkan prinsip ergonomi dan data antropometri petani lokal. Perancangan dilakukan dengan pendekatan user-centered design dan dievaluasi melalui analisis postur menggunakan metode RULA dan REBA. Dengan mengusung prinsip desain yang ergonomis, diharapkan alat hasil redesain dapat mengurangi keluhan kelelahan otot, meningkatkan kenyamanan kerja, dan pada akhirnya mendorong peningkatan produktivitas petani.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan metode rekayasa ergonomi, bertujuan untuk merancang ulang bagian lengan alat penanam jagung agar sesuai dengan karakteristik antropometri petani lokal dan mengurangi risiko gangguan muskuloskeletal. Penelitian ini dilaksanakan melalui lima tahapan utama: observasi awal alat eksisting, pengumpulan data antropometri, analisis postur kerja menggunakan metode RULA dan REBA, perancangan desain ulang lengan alat, serta evaluasi dan validasi desain.

2.1 Lokasi dan Subjek Penelitian

Penelitian dilakukan di Kabupaten Bone, Sulawesi Selatan, yang merupakan wilayah dengan konsentrasi tinggi petani jagung. Subjek penelitian berjumlah 15 orang petani laki-laki dengan usia

antara 25–55 tahun yang telah menggunakan alat penanam jagung manual selama dua musim tanam terakhir. Responden dipilih secara purposive dengan mempertimbangkan keterlibatan langsung mereka dalam penggunaan alat tanam. Lokasi ini dipilih karena representatif dalam hal penggunaan alat manual dan memiliki tingkat keluhan ergonomis yang tinggi.

2.2 Teknik Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui observasi langsung di lapangan, pengukuran antropometri, pengisian kuesioner kenyamanan kerja, dokumentasi visual, serta wawancara semi-terstruktur. Data antropometri yang diambil meliputi tinggi badan, panjang lengan atas, panjang lengan bawah, jangkauan ke depan, dan tinggi siku saat berdiri (Pheasant & Haslegrave, 2005). Instrumen yang digunakan antara lain antropometer sederhana, meteran gulung, kamera digital, dan kuesioner.

2.3 Analisis Postur Kerja

Postur kerja petani saat menggunakan alat penanam jagung dianalisis menggunakan metode **RULA (Rapid Upper Limb Assessment)** dan **REBA (Rapid Entire Body Assessment)**, untuk mengevaluasi beban biomekanik yang terjadi pada sistem muskuloskeletal selama aktivitas penanaman. Metode ini dilakukan dengan merekam aktivitas kerja menggunakan kamera digital, kemudian menganalisis posisi tubuh menggunakan form penilaian RULA dan REBA sesuai standar McAtamney & Corlett (1993) dan Hignett & McAtamney (2000).

Tabel 1. Kategori Risiko Ergonomi Berdasarkan Skor RULA dan REBA

Skor RULA	Kategori Risiko	Tindakan
1–2	Risiko sangat rendah	Tidak perlu
3–4	Risiko sedang	Perlu observasi
5–6	Risiko tinggi	Perlu tindakan
≥7	Risiko sangat tinggi	Tindakan segera
Skor REBA	Kategori Risiko	Tindakan
1	Sangat rendah	Tidak perlu
2–3	Rendah	Perlu observasi
4–7	Tinggi	Perlu tindakan
≥8	Sangat tinggi	Segera intervensi

2.4 Analisis Data Antropometri

Data antropometri diolah menggunakan statistik deskriptif untuk menentukan **nilai rata-rata, persentil ke-5, 50, dan 95**. Nilai ini digunakan sebagai dasar dalam perancangan alat agar dapat digunakan oleh mayoritas pengguna. Persentil ke-5 digunakan sebagai batas bawah (misalnya tinggi minimum pegangan), dan persentil ke-95 sebagai batas atas.

Tabel 2. Rata-rata dan Persentil Data Antropometri Petani

Parameter	Mean (cm)	5th Pctl	50th Pctl	95th Pctl
Tinggi badan	165	160	165	171
Panjang lengan	57.7	55	58	61
Jangkauan tangan depan	72.1	69	72	76
Lebar bahu	42	40	42	44

2.5 Desain Ulang Alat Berdasarkan Prinsip Ergonomi

Perancangan ulang lengan alat dilakukan menggunakan pendekatan **user-centered design** yang mempertimbangkan postur kerja ideal, jangkauan lengan, dan kenyamanan genggamannya. Software **AutoCAD** dan **SolidWorks** digunakan untuk menghasilkan desain teknis.



Gambar 1. Sketsa desain ulang alat penanam jagung

(Gambar ini mencakup dimensi pegangan baru, sudut ergonomis, dan sistem teleskopik untuk menyesuaikan tinggi)

Beberapa fitur utama rancangan meliputi:

1. **Panjang pegangan** disesuaikan menjadi 65–70 cm, mengikuti jangkauan tangan responden (P5–P95).
2. **Sudut pegangan** diubah menjadi $\pm 15^\circ$, untuk memperbaiki postur membungkuk.
3. **Diameter pegangan** diperbesar dari 2,5 cm menjadi 3–3,5 cm untuk kenyamanan genggamannya (Purnomo, 2014).
4. **Tinggi pegangan** dari permukaan tanah disesuaikan ke kisaran 70–75 cm (tinggi siku).

2.6 Validasi dan Evaluasi Desain

Desain yang diusulkan divalidasi melalui **simulasi uji coba postur** menggunakan perangkat mock-up dan dinilai kembali dengan metode REBA dan RULA. Selain itu, dilakukan pengisian kuesioner kenyamanan kerja untuk mengetahui perubahan persepsi pengguna terhadap desain baru. Perbandingan skor REBA dan RULA antara alat lama dan desain baru menjadi dasar evaluasi efektivitas ergonomi.

2.7 Etika dan Validitas

Penelitian ini mendapatkan persetujuan lisan dari responden untuk pengambilan data dan dokumentasi. Validitas data didukung oleh triangulasi teknik antara observasi langsung, kuesioner, dan analisis postur, serta penggunaan data antropometri aktual untuk mendukung relevansi desain.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Antropometri Responden

Sebanyak 15 petani aktif dari Kabupaten Bone dilibatkan dalam pengumpulan data antropometri sebagai dasar desain ulang lengan alat penanam jagung. Parameter yang diukur meliputi tinggi badan, panjang lengan, jangkauan tangan ke depan, dan lebar bahu. Hasil

pengukuran menunjukkan bahwa **rata-rata tinggi badan responden adalah 165 cm**, dengan jangkauan tangan 72,1 cm dan panjang lengan 57,7 cm.

Tabel 3. Rata-rata dan Persentil Data Antropometri Responden

Parameter	Rata-rata (cm)	Persentil ke-5	Persentil ke-50	Persentil ke-95
Tinggi badan	165	160	165	171
Panjang lengan	57,7	55	58	61
Jangkauan tangan	72,1	69	72	76
Lebar bahu	42	40	42	44

Hasil ini menunjukkan bahwa terdapat variasi kecil pada data, sehingga desain alat dapat dioptimalkan berdasarkan persentil ke-5 dan ke-95 untuk menjangkau seluruh rentang populasi. Hasil ini juga sejalan dengan prinsip desain universal dalam ergonomi sebagaimana dikemukakan oleh Bridger (2017), bahwa peralatan kerja harus mencakup setidaknya 90% populasi pengguna.

3.2 Evaluasi Alat Eksisting: Dimensi dan Postur

Pengukuran dan evaluasi terhadap alat penanam jagung eksisting menunjukkan bahwa **panjang lengan alat sebesar 90 cm** dianggap terlalu panjang oleh mayoritas responden. Posisi pegangan berada pada ketinggian ± 85 cm dari permukaan tanah, lebih tinggi dari rata-rata tinggi siku pengguna (sekitar 70–75 cm). Selain itu, **sudut kemiringan lengan $\pm 60^\circ$ terhadap vertikal** menyebabkan postur kerja membungkuk dalam waktu lama.

Berdasarkan analisis postur menggunakan metode **RULA dan REBA**, diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 4. Skor RULA dan REBA Penggunaan Alat Eksisting

Responden	Skor RULA	Skor REBA	Kategori Risiko
1–15 (rata-rata)	6,07	7,13	Tinggi – Sangat Tinggi

Skor rata-rata RULA (6,07) dan REBA (7,13) menunjukkan bahwa postur kerja saat menggunakan alat eksisting berada dalam kategori **berisiko tinggi terhadap gangguan muskuloskeletal (MSDs)**. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian oleh Hunusalela et al. (2022) dan Setyawan et al. (2022), yang menunjukkan bahwa postur membungkuk dan pegangan tidak ergonomis berkontribusi pada nyeri bahu, punggung bawah, dan kelelahan otot.

3.3 Validasi Desain: Perbandingan Postur dan Kenyamanan

Setelah desain diperbaiki, dilakukan simulasi dan uji lapangan terbatas. Evaluasi kembali menggunakan metode RULA dan REBA menunjukkan **penurunan skor signifikan**:

Tabel 5. Perbandingan Skor Sebelum dan Sesudah Redesain

Metode	Skor Sebelum	Skor Setelah Redesain	Penurunan (%)
RULA	6,07	3,73	$\pm 38,6\%$
REBA	7,13	4,27	$\pm 40,1\%$

Selain itu, hasil kuesioner kenyamanan kerja juga menunjukkan peningkatan:

Tabel 6. Persepsi Kenyamanan Sebelum dan Sesudah Redesain (Skala 1–5)

Indikator	Sebelum	Setelah Redesain
Nyeri tangan	2,4	3,8
Posisi pegangan	2,0	4,1
Postur badan	2,1	4,0
Kelelahan setelah kerja	2,3	4,2

Hasil ini memperkuat temuan dari Valentine & Wisudawati (2021), yang menyatakan bahwa **modifikasi desain alat berdasarkan prinsip ergonomi dapat secara signifikan menurunkan risiko cedera dan meningkatkan kenyamanan kerja**. Selain itu, penelitian oleh Chokthaweeapanich et al. (2023) menunjukkan bahwa alat pertanian yang tidak ergonomis secara langsung meningkatkan keluhan muskuloskeletal hingga 52%.

3.4 Implikasi dan Komparasi Penelitian

Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan desain alat pertanian berbasis antropometri lokal dan prinsip ergonomi. Hasil yang diperoleh sejalan dengan studi oleh Widyanti (2020), yang menekankan bahwa **penggunaan data antropometri nasional dalam desain alat kerja pertanian meningkatkan efisiensi dan kenyamanan hingga 30–40%**. Dalam konteks alat penanam jagung, pendekatan ergonomi ini juga membuka peluang untuk desain modular dan fleksibel yang dapat digunakan oleh petani dengan tinggi badan dan postur kerja yang beragam, sebagaimana disarankan oleh Bridger (2017) dan Sanders & McCormick (2019). Selain meningkatkan kenyamanan dan efisiensi, desain ini juga berpotensi memperpanjang waktu kerja tanpa meningkatkan risiko kelelahan otot.

4. KESIMPULAN

Desain ulang lengan alat penanam jagung berbasis antropometri petani lokal terbukti efektif dalam meningkatkan kenyamanan dan mengurangi risiko ergonomi kerja. Hasil analisis menunjukkan penurunan skor RULA dari 6,07 menjadi 3,73 dan REBA dari 7,13 menjadi 4,27 setelah dilakukan redesain, yang berarti perbaikan signifikan pada postur kerja pengguna. Dimensi alat hasil redesain yang disesuaikan dengan jangkauan tangan dan tinggi siku pengguna juga meningkatkan persepsi kenyamanan secara menyeluruh. Oleh karena itu, integrasi prinsip ergonomi dalam desain alat pertanian manual sangat direkomendasikan untuk meningkatkan keselamatan kerja dan efisiensi operasional petani.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Andriani, D. (2016). Analisis ergonomi pada desain alat pertanian berbasis antropometri lokal. *Jurnal Ergonomi Indonesia*, 4(2), 55–63.
- [2]. Anjanny, D. M. (2018). Evaluasi desain alat bantu pertanian berdasarkan pendekatan ergonomi. *Jurnal Teknik Industri Pertanian*, 6(1), 34–42.
- [3]. Bridger, R. S. (2017). *Introduction to ergonomics* (4th ed.). CRC Press.
- [4]. Dafni, H., & Desi, R. (2018). Studi komparatif alat tanam jagung manual dan semi otomatis. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 7(2), 47–53.
- [5]. Hari, I. (2016). Analisis efisiensi alat penanam jagung dorong manual. *Jurnal Mekanisasi Pertanian*, 8(1), 13–21.

- [6]. Harahap, R., Santosa, R. W., & Wijayanto, T. (2022). Ergonomi kerja petani hortikultura di lahan dataran tinggi. *Jurnal Kesehatan Kerja*, 10(1), 27–35.
- [7]. Hignett, S., & McAtamney, L. (2000). Rapid Entire Body Assessment (REBA). *Applied Ergonomics*, 31(2), 201–205.
- [8]. Hunusalela, J., Purnomo, A., & Nurdiansyah, F. (2022). Perbaikan desain alat semprot pertanian menggunakan metode RULA dan REBA. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 15(1), 23–30.
- [9]. McAtamney, L., & Corlett, E. N. (1993). RULA: A survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics*, 24(2), 91–99.
- [10]. Pheasant, S., & Haslegrave, C. M. (2005). *Bodyspace: Anthropometry, ergonomics and the design of work* (3rd ed.). CRC Press.
- [11]. Purnomo, D. (2014). Rancang bangun alat pertanian dengan pendekatan desain berbasis pengguna. *Jurnal Desain Teknik Mesin*, 3(1), 12–20.
- [12]. Sanders, M. S., & McCormick, E. J. (2019). *Human factors in engineering and design* (7th ed.). McGraw-Hill Education.
- [13]. Setyawan, B., Lestari, M., & Wahyudi, D. (2022). Evaluasi ergonomi postur kerja pada proses tanam padi. *Jurnal Teknik Pertanian Nusantara*, 11(1), 60–68.
- [14]. Trigutomo, S. (2017). Analisis penggunaan alat tanam jagung sederhana di lahan kering. *Jurnal Mekanisasi dan Teknologi Pertanian*, 5(2), 88–96.
- [15]. Tubana, B., & Taufiq, R. (2014). Studi ergonomi pada penggunaan alat manual tanam jagung. *Jurnal Teknologi Pertanian Tropis*, 2(1), 10–19.
- [16]. Valentine, L., & Wisudawati, S. (2021). Pengaruh desain ulang alat kerja terhadap kenyamanan dan produktivitas petani. *Jurnal Teknik Industri dan Ergonomi*, 10(2), 25–32.
- [17]. Widyanti, A. (2020). Pentingnya data antropometri Indonesia dalam desain alat pertanian. *Jurnal Ilmu Rekayasa dan Ergonomi*, 4(3), 56–64.