EMPD 3 (1) (2024) 176-183 ISSN 2964-6987
Energy, Materials and Product Design
https://journal.unram.ac.id/index.php/empd

# APLIKASI ALAT BANTU ERGONOMIS PADA KERJA MANUAL BERDASARKAN KAJIAN *ERGO-MECHANICAL* UNTUK PETANI KECIL

## *APPLICATIONS OF ERGONOMIC AIDS IN MANUAL WORK BASED ON ERGO-MECHANICAL STUDIES FOR SMALL FARMERS*

**I Gede Bawa Susana[1*], I Ketut Perdana Putra[2], I G.A.K.C. Adhi[1]**

[1]Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Jalan Majapahit No. 62 Mataram-NTB
[2]Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Jalan Majapahit No. 62 Mataram-NTB

*Corresponding author
*E-mail addresses:* gede.bawa12@gmail.com
https://doi.org/10.29303/empd.v3i1.4505
*Received 12 March 2024; Received in revised form 18 May 2024; Accepted 21 May 2024*

## *ABSTRACT*

*Using traditional tools and manual work by small farmers in rural and developing areas is routine in processing agricultural land, especially planting plant seeds. This working model includes moderate to severe workload due to additional workload, namely sunlight when planting. In addition, work is carried out with non-ergonomic work postures, namely non-natural work postures. This causes musculoskeletal complaints to workers due to the non-harmonious tools with workers. Workers' productivity will decrease and potentially reduce the quality of life of small farmers themselves. To help the manual work of small farmers to create effective, comfortable, safe, healthy, efficient, and sustainable jobs, an ergo-mechanical application is needed to design work tools. This application is based on studies conducted on the design of work tools from several libraries or research results. The ergo-mechanical study is an integrated system that applies ergonomic and mechanical principles. The ergo-mechanical application produces ergonomic work tools that are comfortable to use by workers, and technical standards include material, product, and service requirements. Mechanically, the application through technical drawings, mechanical planning, and work tool materials to get a strong, lightweight, and safe work tool from hazardous substances, according to technical specifications. Technical standards are related to data sheets or specifications that describe the technical characteristics of a work tool. On the specifications of the work tool design, specifications can be added that the work tools are ergonomic. Ergonomic work tools can produce effective, comfortable, safe, healthy, and efficient work. This results from the compatibility between work tools and workers or the harmonious work tools with workers. Ergo-mechanical creates comfort in work that affects the increase in productivity and quality of life for workers.*

***Keywords:*** *Small farmers, Manual work, Ergonomic, Ergo-mechanical*

## 1. Pendahuluan

Petani kecil merupakan petani dengan penguasaan lahan terbatas atau kecil yang berproduksi secara terbatas. Selain itu, penyiapan lahan, budidaya tanaman, penanaman, pemeliharaan, dan memanen dilakukan secara langsung dan mandiri. Hasil panen biasanya digunakan untuk kebutuhan keluarga sendiri atau dijual ke pasar. Petani kecil dalam proses produksi dilakukan secara manual baik pada proses tanam maupun pasca panen. Manual secara alat kerja maupun proses produksi secara konvensional. Proses produksi membutuhkan alat kerja yang memiliki peranan sangat penting bagi

pekerja, dan lingkungan fisik kerja sebagai bagian dari stasiun kerja [1]. Selain itu, penggunaan alat kerja agar aktivitas pekerjaan yang dilakukan oleh pekerja dapat dilakukan secara efektif, nyaman, aman, sehat, dan efisien.

Pekerjaan yang dilakukan dengan lahan kecil belum bisa memanfaatkan mesin baik sangat sederhana maupun mesin berbasis teknologi tinggi. Hal ini sebagai dampak dari kemampuan biaya maupun pengoperaisan dari alat tersebut oleh petani kecil. Dampak dari pekerjaan yang dilakukan secara manual, seperti halnya terjadi pada penggunaan mekanisasi adalah meningkatkan terjadinya keluhan dan komplain pada pekerja. Keluhan dan komplain pada pekerja diantaranya terjadi sakit pada punggung dan pinggang; ketegangan pada leher; sakit pergelangan tangan, lengan, dan kaki; kelelahan mata; dan komplain yang lain. Terjadinya keluhan dan komplain akan mengakibatkan performansi kerja menurun yang bermuara pada terjadinya penurunan produktivitas kerja. Berkaitan dengan hal tersebut, maka muncullah ergonomi untuk memberikan solusi dari setiap permasalahan yang timbul di tempat kerja. Penilaian ergonomis penting dilakukan untuk meningkatkan produktivitas dan mengurangi risiko dalam pekerjaan fisik [1]. Intervensi ergonomi saat ini memberikan dampak terhadap menurunnya keluhan muskuloskeletal *disorders* (MSDs) secara luas [2]. Hasil penilaian ergonomis pada suatu alat kerja hasil intervensi ergonomi menunjukkan postur kerja menjadi alamiah, penurunan tingkat keluhan muskuloskeletal dan kelelahan, peningkatan kenyamanan dan produktivitas. Aplikasi prinsip-prinsip ergonomi seperti pada desain mesin potong kulit kerang mutiara memberikan pengaruh terhadap terjadinya penurunan kelelahan pada pekerja [3]. Menurunnya kinerja yang mempengaruhi terjadinya penurunan produktivitas kerja merupakan dampak dari adanya berbagai keluhan baik fisik maupun psikis [4]. *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) memberikan suatu rekomendasi terkait tindakan ergonomik untuk mencegah adanya sumber penyakit yaitu (1) rekayasa teknik, seperti desain alat kerja dan stasiun kerja; (2) rekayasa manajemen, seperti organisasi kerja. Rekomendasi ini mengurangi gangguan muskuloskeletal pada pekerja untuk menghindari terjadinya risiko cedera kerja [5].

Petani kecil dalam melakukan kerja manual membutuhkan alat kerja untuk dapat melakukan pekerjaan dengan aman dan nyaman. Hal ini membutuhkan aplikasi ergonomi pada alat kerja yang digunakan yaitu berdasarkan dimensi tubuh pekerja. Alat kerja didesain berdasarkan data antropometri pekerja sebagai pengguna alat kerja. Penerapan data antropometri pekerja terhadap desain alat kerja terbukti menurunkan keluhan muskuloskeletal dan meningkatkan produktivitas berdasarkan hasil penelitian pada alat penuang cairan logam, pengering hybrid energi surya, ruang pengering, dan pemanen manggis [6, 7, 8, 9]. Ergonomi adalah studi efisiensi di lingkungan kerja, dengan menemukan yang paling sesuai antara pekerja dan kondisi pekerjaan, dan dapat menghindari cedera. Selain itu, memahami ergonomi pekerjaan pertanian dapat membantu menghindari cedera umum yang dapat ditimbulkan oleh pekerjaan pertanian [10]. Pekerjaan pertanian skala petani kecil dominan dilakukan secara manual baik alat kerja maupun postur kerja. Alat kerja yang digunakan mempengaruhi postur kerja petani. Dengan alat sederhana yang kurang sesuai dengan dimensi tubuh pekerja menyebabkan postur kerja tidak alamiah seperti membungkuk, jongkok, gerakan memaksa, dan bekerja di bawah terik matahari. Penanganan yang buruk pada manual pertanian sebagai akibat buruknya postur kerja menimbulkan gangguan muskuloskeletal (MSDs). Gejala dari gangguan ini meliputi nyeri pergelangan tangan, pergelangan kaki, lutut, siku, leher, punggung bawah dan atas, bahu, dan tangan [11]. Postur kerja yang bergantian, mendorong istirahat, dan melatih pekerja dalam ergonomi dapat mengurangi gangguan muskuloskeletal (MSDs) [12]. Pekerjaan manual oleh petani kecil yang perlu memperoleh penanganan secara ergonomi adalah pada saat pengolahan lahan, penanaman, dan pasca panen. Desain alat kerja agar aman, nyaman, mudah dalam pengoperasian, dan mudah dalam perawatan maupun perbaikan memerlukan kolaborasi keilmuan ergonomi dengan teknik mesin atau *ergo-mechanical*. *Ergo-mechanical* digunakan untuk mengatasi permasalahan kerja yang berhubungan dengan bidang alat kerja, ergonomi, dan kesehatan dan keselamatan kerja [13]. Selain itu, *ergo-mechanical* memiliki tujuan terciptanya situasi kerja yang efektif, nyaman, aman, sehat, dan efisien, sehingga terpeliharanya kesehatan mental dan fisik yang berdampak terhadap peningkatan kualitas produksi yang berkelanjutan. Intervensi ergonomi yang mencakup modifikasi peralatan kerja untuk membantu proses produksi telah mengurangi tuntutan fisik, menghilangkan pergerakan yang tidak perlu, menurunkan tingkat cedera dan biaya kompensasi pekerja [14]. *Ergo-mechanical* merupakan suatu sistem kajian sinergi sistem ergonomi dan *mechanical* yaitu sinergi ergonomis antara pekerja dan sistem *mechanical* alat kerja yang

dalam hal ini dilakukan pada mesin pengering guna meningkatkan produktivitas dan efisiensi tenaga kerja [15]. Aplikasi *ergo-mechanical* pada suatu alat kerja menghasilkan desain yang ergonomis. Struktur mekanis yang ergonomis (*ergonomic mechanical structure*) mudah digunakan dalam berbagai aplikasi [16].

Berdasarkan hal tersebut di atas, maka dalam tulisan ini dilakukan kajian tentang *ergo-mechanical* yang berhubungan dengan postur pekerja dan alat kerja yang digunakan petani kecil pada proses pengolahan lahan maupun pasca panen. Alat kerja dan postur pekerja yang ergonomis sangat dibutuhkan untuk melakukan proses produksi yang lebih mudah, nyaman, dan aman oleh petani kecil sehingga produktivitas dapat ditingkatkan dan kualitas hidup tetap terjaga.

## 2. Bahan dan Metode

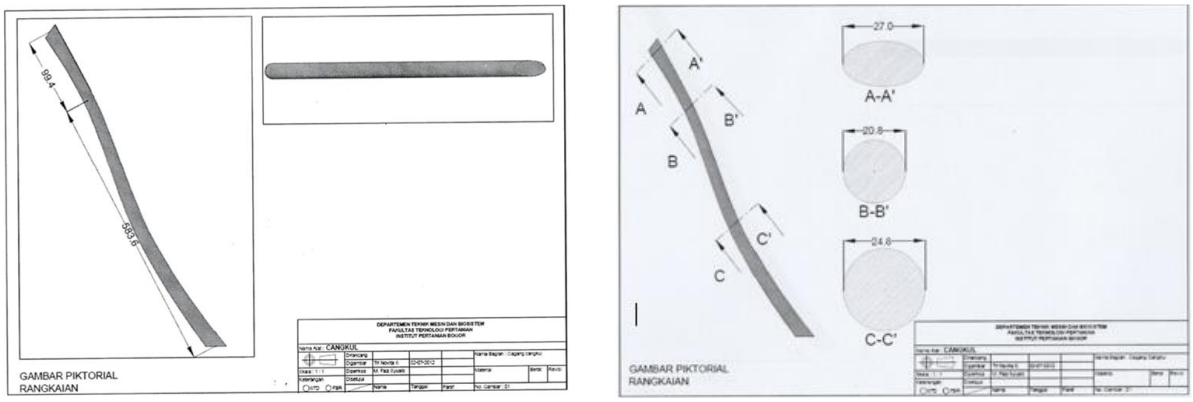
Dalam tulisan ini diulas terkait peran ergonomi dan *mechanical* (*ergo-mechanical*) terhadap beberapa model desain alat kerja dan pekerja sebagai pengguna khusunya pada petani kecil dalam melakukan proses produksi pertanian dan pasca panen. Alat kerja dibuat berdasarkan sistem *mechanical* untuk membantu agar pekerja lebih mudah dalam melakukan pekerjaan. Selain itu, agar alat kerja aman dan nyaman digunakan dibutuhkan aplikasi ergonomi. Aplikasi ergonomi pada desain alat kerja berdasarkan dimensi tubuh pekerja atau data antropometri pekerja. Aplikasi prinsip-prinsip ergonomi terkait manusia sebagai pusat dalam suatu pekerjaan untuk mengurangi risiko kesehatan dan keselamatan kerja [17, 18]. Alat kerja yang digunakan harus sesuai dengan kemampuan dan keterbatasan pekerja. Pekerjaan harus disesuaikan dengan kemampuan dan keterbatasan manusia dalam hal ini pekerja sehingga hasil yang dicapai dapat meningkat dan dalam ergonomi dikenal sebagai prinsip *fitting the task to the man* [19]. Pemahaman tentang ergonomi ditemukan dalam berbagai definisi dan istilah meliputi *industrial engineering/ergonomics*, *applied ergonomics*, *human factors psychology*, *human engineering*, *human factors*, dan *ergonomics*. Perancangan *man-machine interface* merupakan definisi dari ergonomi yaitu sebagai sistem manusia-mesin yang terpadu agar pekerja dan mesin atau produk lainnya bisa berfungsi lebih efektif dan efisien [20, 21]. Aplikasi *ergo-mechanical* dalam desain alat kerja berdasarkan data antropometri pekerja agar proses pekerjaan dapat dilakukan denga naman, sehat, dan nyaman sehingga mengurangi timbulnya keluhan muskuloskeletal pada pekerja. Dalam laporan ini menggunakan metode hasil pengamatan dilapangan, berita, dan artikel dari beberapa hasil penelitian. Ulasan terkait dengan intervensi ergonomi berdasarkan data antropometri untuk mendesain alat kerja dalam rangka mengurangi keluhan muskuloskeletal pekerja dalam proses produksi sekala kecil. Dalam penelitian ini akan disajikan beberapa desain alat kerja yang sesuai dengan kajian *ergo-mechanical* yang diaplikasikan untuk petani kecil dalam mengolah pertanian dan pasca panen.

## 3. Hasil dan Pembahasan

Proses pengolahan lahan pertanian dan pasca panen skala kecil yang dilakukan oleh petani sebagian besar masih dilakukan secara manual dengan alat kerja tradisional. Peralatan tradisonal yang masih digunakan seperti cangkul, alat tanam berupa batang bambu atau kayu yang ujungnya dilancipkan, pelubang plastik mulsa sederhana, dan pengeringan pasca panen dengan menjemur di bawah sinar matahari. Alat dan proses seperti ini menimbulkan postur kerja yang tidak alamiah pada pekerja. Hal ini memberikan dampak terjadinya keluhan muskuloskeletal, kelelahan, dan beban kerja tambahan pada pekerja. Proses pekerjaan pada pertanian dengan cara manual dan dilakukan dengan postur kerja yang buruk menimbulkan gangguan muskuloskeletal (MSDs) dengan gejala seperti nyeri pada pergelangan tangan, tangan, lutut, siku, leher, punggung bawah dan atas, bahu, dan pergelangan kaki [11]. Peningkatan risiko cidera pada bagian muskuloskeletal sebagai dampak dari postur kerja di luar kebiasaan dan salah atau tidak alamiah [22]. Gambar 1 menunjukkan postur kerja tidak alamiah pekerja pada proses mencangkul lahan pertanian. Postur kerja yang ditunjukkan pada Gambar 1 tidak memenuhi prinsip-prinsip ergonomi karena dilakukan dengan membungkuk dan berulang. Hal ini terjadi akibat tidak serasinya antara pekerja dengan alat kerja yang digunakan.

Gambar 1 Proses mencangkul lahan pertanian dengan postur kerja tidak alamiah

Penggunaan cangkul tidak sesuai dengan dimensi tubuh pekerja. Kesesuaian antara cangkul dengan pekerja dibutuhkan untuk menciptakan suasana kerja yang efektif, nyaman, aman, sehat, dan efisien, karena mencangkul dikategorikan pekerjaan berat [23]. Cangkul sebagai alat kerja utama bagi sebagian besar petani di Indonesia khususnya di Lombok yang masih melakukan pekerjaan secara manual membutuhkan desain yang ergonomis. Hasil desain gagang cangkul berdasarkan data antropometri pekerja dilakukan oleh Sari dkk. seperti yang disajikan pada Gambar 2 [23].




(a) (b)

Gambar 2 Desain a) Panjang gagang cangkul, b) diameter gagang cangkul [23]

Desain seperti pada Gambar 2 menggunakan aplikasi persentil 5, 50, dan 95 dengan data antropometri pekerja laki-laki. Pengukuran data antropometri dilakukan terhadap tinggi badan, tinggi bahu, tinggi pinggang, panjang telapak tangan (sampai jari), keliling genggaman tangan (antara ibu jari dan jari tengah), diameter genggaman tangan (antara ibu jari dan jari tengah), tinggi lutut, panjang lengan atas, lebar telapak tangan, dan panjang lengan. Model desain gagang cangkul pada penelitian [23] dapat diaplikasikan di daerah lain dengan menyesuaikan terhadap pekerjanya, misalnya kalau pekerjanya adalah perempuan maka data antropometri yang diukur berdasarkan pekerja perempuan. Aplikasi *ergo-mechanical* dalam mendesain maupun meredesain cangkul dapat dilakukan melalui gagang dan diameter gagang cangkul sehingga terjadi perubahan postur kerja pekerja yang lebih ergonomis. Selain proses mencangkul yang dilakukan petani, terjadinya keluhan muscckloskeletal akibat postur kerja yang tidak ergonomis sering ditemukan pada proses menanam padi dengan cara manual. Postur kerja yang mendominasi seperti membungkuk yang menyebabkan terjadinya keluhan muskuloskeletal. Penelitian Nofita dkk. menjelaskan bahwa keluhan yang dialami para petani saat menanam padi yang dilakukan secara manual adalah rasa sakit di bagian pinggang dan punggung berdasarkan nilai dari pengukuran menggunakan kuesioner *Nordic Body Map* [24]. Dalam penelitiannya juga dijelaskan bahwa alat bantu menanam padi didesain menggunakan pendekatan ergonomi yaitu

dengan ukuran antropometri petani dan pendekatan *reverse engineering*. Gambar 3 menunjukkan penelitian Nofita dkk. pada proses menanam padi yang dilakukan dengan postur kerja tidak alamiah dan rekomendasi alat kerja untuk membantu kerja manual pekerja.

(a) (b)

Gambar 3 Proses menanam padi dengan a) postur kerja membungkuk, b) desain alat bantu kerja manual [24]

Pekerjaan yang dilakukan dalam menanam padi seperti pada Gambar 3a menyebabkan terjadinya keluhan muskuloskeletal. Hal ini sebagai dampak dari postur kerja tidak alamiah dan menimbulkan rasa sakit terutama pada punggung, pinggang, kaki, tangan, bahu, dan leher. Proses menanam padi termasuk pekerjaan repetitif dan dilakukan dalam jangka waktu lama. Selain itu, pekerja terpapar sinar matahari sebagai beban kerja tambahan. Pekerjaan dengan membungkuk dan adanya beban kerja tambahan tidak sesuai dengan prinsip-prinsip ergonomi. Dengan desain seperti pada Gambar 3b hasil penelitian Nofita dkk. [24] diharapkan dapat merubah postur kerja menjadi lebih alamiah. Secara *ergo-mechanical*, proses menanam padi dilakukan secara ergonomis yaitu postur kerja alamiah dan alat kerja didesain berdasarkan perhitungan *mechanical* yang dipadukan dengan dimensi tubuh pekerja atau data antropometri pekerja. Desain alat hasil penelitian seperti Gambar 3b dapat diapliksikan di daerah lain untuk pekerjaan manual menanam padi, tetapi harus disesuaikan lagi dengan data antropometri pekerja yang akan menggunakannya. Aplikasi *ergo-mechanical* selain untuk mendesain alat kerja juga dapat digunakan untuk meredesain alat kerja. Alat kerja yang sudah ada kemudian dirancang ulang berdasarkan prinsip-prinsip ergonomi melalui data antropometri pekerja atau pengguna. Seperti alat kerja pada Gambar 4 yang digunakan untuk menanam benih biji-bijian seperti jagung, kacang-kacangan, dll., dapat didesain ulang atau diredesain sesuai dengan data antropometri petani yang menggunakan alat tersebut agar pekerjaan dapat dilakukan dengan nyaman.

(a) (b) (c) (d)

Gambar 4 Alat tanam jagung a) tugal-hooper, b) tugal dalam-pemberi air dan hooper, c) tugal-kayu [25], dan d) desain alat tanam benih pendekatan antropometri [26]

Gambar 4 (a sampai c) merupakan hasil penelitian desain alat dari Hajad dkk. yang digunakan untuk menanam jagung oleh petani [25]. Alat kerja didesain menggunakan pendekatan *Kansei Engineering* melalui prioritas dari petani meliputi faktor efektivitas, fungsionalitas, ekonomi, dan ergonomi. Sedangkan, Gambar 4d merupakan hasil desain alat berdasarkan data antropometri pekerja untuk alat tanam benih [26]. Desain alat memiliki fungsi untuk mengolah benih, tanah, dan mengatur jarak tanam dalam membantu petani memudahkan proses penyemaian. Dari beberapa desain alat kerja dalam kajian ini diaplikasikan untuk membantu dan memudahkan kerja manual petani. Kajian *ergo-mechanical* bertujuan untuk menimbulkan postur kerja yang ergonomis pada pekerja atau pengguna dari pemakaian alat kerja. Alat kerja didesaian secara ergonomi melalui partisipasi dan data antropometri dari pekerja yang menggunakan alat kerja tersebut. Sedangkan, secara *mechanical* dipalikasikan melalui gambar teknik, perencanaan *mechanical*, dan material alat kerja agar diperoleh suatu alat kerja yang kuat, ringan, aman dari zat berbahaya, dan sesuai spesifikasi teknik. Selain itu, kajian *mechanical* dilakukan melalui teknik pengukuran, tingkat toleransi yang digunakan, program komputer seperti *CAD/CAM*. *Ergo-mechanical* dapat dijadikan pedoman dalam mendesaian maupun meredesain alat kerja supaya menghasilkan suatu pekerjaan yang efektif, nyaman, aman, sehat, efisien, harga terjangkau, ringan, kuat, dan mudah digunakan oleh pekerja, sehingga postur kerja pekerja menjadi alamiah. Postur kerja alamiah sebagai dampak dari aplikasi *ergo-mechanical* mencegah timbulnya keluhan muskuloskeletal pada pekerja. Hal ini memberikan pengaruh terhadap waktu kerja yang lebih cepat, efisien, dan terjadinya peningkatan produktivitas dengan tetap terjaganya kondisi kesehatan pekerja, sehingga kualitas hidup pekerja semakin meningkat. Aplikasi *ergo-mechanical* digunakan dalam menemukan material lokal yang ramah lingkungan untuk bahan pembentuk alat kerja sehingga secara ekonomis harga terjangkau, ramah lingkungan, berkelanjutan, dan tidak menimbulkan masalah baru bagi pekerja atau petani sebagai pengguna. Untuk pasca panen, proses produksi utama yang dilakukan oleh petani adalah mengeringkan produk hasil panen. Hal ini dilakukan dalam rangka pengawetan dan memperpanjang umur simpan hasil panen. Dalam tulisan ini hanya menyajikan sedikit kajian terkait proses pengeringan yang dibutuhkan oleh petani untuk mengurangi beban kerja tambahan berupa paparan sinar matahari langsung. Alat pengering dibutuhkan untuk mengurangi paparan sinar matahari terhadap pekerja/petani. Alat pengering yang diaplikasikan berdasarkan partisipasi pekerja/petani sebagai pengguna. Beberapa hasil penelitian berdasarkan kebutuhan petani yaitu bahan pangan yang akan dikeringkan seperti pengolahan dodol atau biji-bijian. Pengeringan dodol dapat menggunakan alat pengering berbahan bakar sekam padi seperti penelitian Alit dan Susana [27], bahwa sekam padi merupakan bahan bakar yang murah dan mudah diperoleh di sekitar tempat tinggal pengguna. Selain itu, untuk bahan pangan berupa biji-bijian seperti jagung, kopi, dan biji-bijian lain dapat memanfaatkan alat pengering tipe *rotary*. Aplikasi pengering *rotary* pada penelitian Susana dkk. [28] memanfaatkan energi sekam padi dan digunakan dalam mengeringkan kopi cherry. Alat pengering pada penelitian [27, 28] dari kajian *ergo-mechanical* dapat dijelaskan bahwa secara ergonomi memenuhi syarat karena proses pengeringan dilakukan di tempat yang teduh. Pekerja tidak terpapar sinar matahari langsung sehingga tidak ada beban kerja tambahan yang dialami oleh pekerja. Secara *mechanical*, aplikasi alat pengering menggunakan prinsip konversi energi yaitu konversi energi biomassa sekam padi menjadi termal. Hal ini bertujuan untuk mengoptimalkan temperatur lingkungan yang digunakan sebagai udara panas pengeringan produk pasca panen. Diperlukan kajian *ergo-mechanical* lebih mendalam terhadap aplikasi alat untuk proses pasca panen pada petani kecil.

## 4. Kesimpulan

Berdasarkan kajian yang dilakukan terhadap beberapa pustaka dan hasil penelitian memberikan kesimpulan bahwa sistem ergonomi dan *mechanical* (*ergo-mechanical*) sangat tepat digunakan dalam mendesain atau meredesain suatu alat kerja bagi petani. *Ergo-mechanical* dalam aplikasinya agar memberikan postur kerja ergonomis yaitu postur kerja alamiah, dan alat kerja didesain berdasarkan data antropometri pekerja dan perhitungan *mechanical*. Sistem *mechanical* diaplikasikan melalui gambar teknik, perencanaan *mechanical*, dan material alat kerja agar diperoleh suatu alat kerja yang kuat, ringan, aman dari zat berbahaya, dan sesuai spesifikasi teknik. *Ergo-mechanical* yang digunakan dalam mendesain atau meredesaian alat kerja sebagai suatu sistem yang terintegrasi antara penerapan prinsip-

prinsip ergonomi dan *mechanical*. Sehingga, alat kerja yang dihasilkan ergonomis yaitu nyaman digunakan oleh pekerja dan berstandar teknik meliputi syarat bahan, produk, dan layanan. Standar teknik berhubungan dengan lembar data atau spesifikasi yang menggambarkan karakteristik teknis dari suatu alat kerja. Dengan aplikasi *ergo-mechanical*, alat kerja yang dihasilkan dapat ditambahkan klaim dalam lembar spesifikasi sebagai alat kerja ergonomis. Untuk proses pasca panen khususnya dalam mengeringkan produk, kajian *ergo-mechanical* menghasilkan alat pengering yang mudah digunakan dengan memanfaatkan sumber energi limbah. Pemanfaatan alat pengering secara ergonomi memberikan dampak terhadap pekerja tidak terpapar sinar matahari langsung sehingga tidak ada beban kerja tambahan. Sedangkan secara *mechanical*, aplikasi alat pengering menggunakan prinsip konversi energi yaitu konversi energi biomassa sekam padi menjadi termal. Hal ini bertujuan untuk mengoptimalkan temperatur lingkungan yang digunakan sebagai udara panas pengeringan produk pasca panen. Alat kerja yang dihasilkan mampu mengurangi keluhan muskuloskeletal karena didesain berdasarkan data antropometri pekerja atau pengguna. Selain itu, terciptanya kenyamanan dalam pekerjaan yang berpengaruh terhadap peningkatan produktivitas dan kualitas hidup dari pekerja.

## Daftar Pustaka


[1] I G.B. Susana, I.B. Alit, I G.A.K. Chatur A.W.A., Aplikasi ergonomi berdasarkan data antropometri pekerja pada desain alat kerja, Energy, Materials and Product Design, 1 (1) (2022) 28-34.

[2] L. Benos, D. Tsaopoulos, D. Bochtis, A Review on ergonomics in agriculture. Part I: Manual Operations, Applied Sciences, 10 (6) (2020) 1905.

[3] I W. Joniarta, M. Wijana, I G.A.K. Chatur A.W.A., I G.B. Susana, I M. Suartika, Analisis penerapan konsep ergonomi untuk mendesain mesin potong kulit kerrang mutiara, Energy, Materials and Product Design, 1 (2) (2022) 53-63.

[4] Tarwaka, Ergonomi Industri: Dasar-dasar Pengetahuan Ergonomi dan Aplikasi di Tempat Kerja, edisi 2 dengan revisi, Harapan Press, Surakarta, 2019.

[5] OSHA, Ergonomics, Available online: https://www.osha.gov/ergonomics (accessed on 1 April 2024).

[6] L.K. Wilogo, T.I. Oesman, J. Susetyo, Perbaikan alat penuang cairan logam berdasarkan pendekatan ergonomis mengurangi resiko cedera fisik pada karyawan di PT. Aneka Adhilogam Karya Klaten, Prosiding SENDI_U, (2019) 625-632.

[7] I G. Santosa, I N. Sutarna, Use of solar energy hybrid dryer with techno-ergonomic application to increase productivity of *dodol* wokers in Buleleng, Bali, IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 953 (2017) 012087.

[8] I G.B. Susana, Rancangan ruang pengering berbasis ergonomi menurunkan keluhan muskuloskeletal perajin ikan, Dinamika Teknik Mesin, 6 (1) (2016) 15-21.

[9] S. Fiana, W.K. Sugandi, A. Thoriq, A. Yusuf, Analisis antropometri petani dan aplikasinya pada desain alat pemanen manggis, Jurnal Ergonomi Indonesia, 5 (1) (2019) 25-31.

[10] V. Grubinger, Ergonomics of farm work, Available online: https://www.uvm.edu/vtvegandberry/factsheets/ergonomics.html (accessed on 1 Maret 2024).

[11] T.S. Olowogbon, R.O. Babatunde, E. Asiedu, A.M. Yoder, Prevalence and exposureto ergonomic risk factors among crop farmers in Nigeria, Applied Sciences, 11 (2021) 11989.

[12] M. Barneo-Alcántara, M. Díaz-Pérez, M. Gómez-Galán, A. Carreño-Ortega, A.J. Callejón-Ferre, Musculoskeletal disorders in agriculture: a review from web of science core collection, Agronomy, 11 (2021) 2017.

[13] I W.G. Suarjana, M.F. Pomalingo, B.R. Parhusip, Penerapan *ergo-mechanical design* sebagai upaya peningkatan kualitas Kesehatan pekerja CV. Victoria, Jurnal Abdimas Jatibara, 1 (1) (2022) 73-83.

[14] Occupational Safety and Health Administration, Ergonomics: solutions to control hazards, Available online: https://www.osha.gov/ergonomics/control-hazards (accessed on 1 Maret 2024).

[15] I W.B. Adnyana, I N. Adiputra, K. Tirtayasa, I G.B. Wijaya Kusuma, Application of synergy of ergo-mechanical system to improve fuel energy efficiency of dryer and working capacity of women employees in industrial facilities of *banten* at Blahbatuh Gianyar Bali, Indonesia Journal of Biomedical Science, 9 (1) (2015) 1-8.
[16] X. Yong, Z. Yan, C. Wang, Ch. Wang, N. Li, X. Wu, Ergonomic mechanical design and assessment of a waist assist exoskeleton for reducing lumbar loads during lifting task, Micromachines, 10 (7) (2019) 463.
[17] R. Burgess-Limerick, Participatory ergonomics: evidence and implementation lessons, Applied Ergonomics, 68 (2018) 289-293.
[18] A. Imada, Participatory ergonomics: a strategy for creating human-centred work, J. Sci. Lab., 76 (2000) 25–31.
[19] K.H.E. Kroemer, E. Grandjean, Fitting the Task to The Human, A Textbook of Occupational Ergonomics, edisi 5, CRC Press, London, 2009.
[20] A. Reiman, J. Kaivo-oja, E. Parviainen, E.P. Takala, T. Lauraeus, Human factors and ergonomics in manufacturing in the industry 4.0 context – A scoping review, Technology in Society, 65 (101572) (2021) 1-9.
[21] E. Sormunen, E. Mäenpää-Moilanen, H. Ylisassi, J. Turunen, J. Remes, J. Karppinen, K.P. Martimo, Participatory ergonomics intervention to prevent work disability among workers with low back pain: a randomized clinical trial in workplace setting, Journal of Occupational Rehabilitation, 32 (2022) 731-742.
[22] R.S. Bridger, Introduction to the Ergonomics, second ed., Taylor & Francis, New York, 2003.
[23] T.N. Sari, R. Fil`aini, D. Cahyani, Analisis desain gagang cangkul berdasarkan antropometri petani pria dan beban kerja penggunanya pada lahan sawah di kecamatan Wedung, Demak, Jawa Tengah, Jurnal Optimasi Teknik Industri, 2 (2) (2020) 66-71.
[24] S. Nofita, M.F. Farras, A.D. Prabaswari, Perancangan alat penanam padi ergonomis untuk mengurangi risiko *musculoskeletal disorder* dengan metode *reverse engineering*, Seminar Nasional IENACO, (2019) 215-221.
[25] M. Hajad, Radi, B. Purwantana, Pengembangan alat tanam jagung tipe tugal dalam untuk lahan kritis, Jurnal Teknik Pertanian Lampung, 10 (2) (2021) 129-138.
[26] D. Kusuma, A.H. Faiz, R.D.A. Purba, M.I. Sabit, Perancangan alat tanam benih ergonomis dengan pendekatan antropometri, Seminar Nasional IENACO, (2018) 99-105.
[27] I.B. Alit, I G.B. Susana, Drying performance of jackfruit *dodol* using rice husk energy on household in Lombok, Indonesia, Frontiers in Heat and Mass Transfer, 17 (2021) 15.
[28] I G.B. Susana, I.B. Alit, I D.K. Okariawan, Rice husk energy rotary dryer experiment for improved solar drying thermal performance on cherry coffee, Case Studies in Thermal Engineering, 41 (2023) 102616.