

## EVALUASI ALAT PENGADUK DODOL NANGKA SKALA RUMAH TANGGA BERDASARKAN PRINSIP ERGO-EKONOMI

### *EVALUATION OF HOUSEHOLD SCALE JACKFRUIT DODOL MIXER TOOL BASED ON ERGO-ECONOMIC PRINCIPLES*

I Gede Bawa Susana\*, Ida Bagus Alit

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Jalan Majapahit No. 62 Mataram-NTB

\*Corresponding author

E-mail addresses: [gedebawa@unram.ac.id](mailto:gedebawa@unram.ac.id)

<https://doi.org/10.29303/empd.v3i2.5500>

Received 15 October 2024; Received in revised form 14 November 2024; Accepted 21 November 2024

### **ABSTRACT**

*The use of manual tools in the process of stirring jackfruit dodol tends to have an impact on high workload, fatigue, and complaints from workers. The stirring process requires a lot of energy to get perfectly cooked dodol. In addition, manual tools take a long time, and the product needs to be evenly cooked, leaving a crust on the dodol stirring pan. To overcome this, an automatic stirring tool is needed at an affordable cost. Workers' participation as users is required so that the tools used match workers' wishes. Ergo-economic applications are necessary to meet workers' desires: comfort and affordable costs. From the evaluation carried out, it was found that the automatic stirring tool only requires a little energy because a machine does the stirring. This impacts the workload, fatigue, and complaints automatically decreasing when compared to using a manual stirring tool. Economically, the use of an automatic stirring tool provides benefits for dodol entrepreneurs after the 2.4th month. This is based on the investment value of the automatic stirring machine. The ROI (Return on Investment) level is 170.216%. This stirring machine is more effective because the stirring results are more even and do not cause crust on the container. Worker performance can be improved by applying ergo-economics based on preventive measures against behaviors that can potentially cause injury in the workplace. Workers are the main asset or economic resource in the industry, and ergonomics and economics are interrelated with ergonomics, which can create better working conditions, producing a better economy.*

**Keywords:** *Ergo-economics, Jackfruit Dodol, Mixing, Payback period*

## **1. Pendahuluan**

Dodol dalam proses produksi skala rumah tangga masih dilakukan secara tradisional dengan alat kerja manual. Hal ini dilakukan akibat keterbatasan dalam pengetahuan dan biaya investasi alat kerja yang lebih modern. Dampaknya terhadap pekerja dan pemilik usaha adalah terbatasnya produksi, waktu yang lama, dan timbulnya masalah ergonomi pada pekerja. Disilain, dodol sebagai jajan tradisional cukup populer di masyarakat dan komoditi khas Lombok sebagai olahan hasil pertanian pasca panen. Masalah ergonomi yang sering muncul dari penggunaan alat manual seperti terjadinya keluhan muskuloskeletal pada pekerja, kelelahan, dan beban kerja tambahan. Hal ini sebagai dampak dari postur kerja yang tidak alamiah. Paparan dari adanya keluhan muskuloskeletal menyebabkan risiko cedera meningkat sebagai akibat postur kerja yang tidak alamiah dan di luar kebiasaan [1, 2]. Postur kerja yang

tidak alamiah dapat diperbaiki melalui prinsip ergonomi dengan mensesuaikan pekerja dan alat kerja, yang secara ekonomi alat kerja tersebut terjangkau oleh pekerja.

Perpaduan prinsip ergonomi dan ekonomi dalam aplikasinya terhadap perajin dodol disebut sebagai metode ergo-ekonomi. Ergonomi dan ekonomi saling terkait, karena yang satu selalu memengaruhi yang lain, bahwa dengan ergonomi holistik menciptakan kondisi kerja yang lebih baik, yang pada gilirannya menghasilkan ekonomi yang lebih baik [3]. Aplikasi prinsip ergo-ekonomi pada usaha kecil untuk meningkatkan kenyamanan pekerja dan kemudahan dalam melakukan aktivitas kerja. Dari hasil pengamatan dan wawancara pada industri kecil di kawasan Suranadi Lombok Barat, diperoleh bahwa produksi dodol terbatas proses pembuatan dodol membutuhkan tenaga fisik yang cukup berat, serta akibat pengadukan adonan berdampak terhadap timbulnya kelelahan. Selain itu, akibat kerja manual dengan mengandalkan tenaga fisik mengakibatkan terjadinya keluhan muskuloskeletal seperti nyeri pada tangan, pergelangan tangan, punggung, dan lain-lain. Pembuatan dodol yang dilakukan terutama pada proses pemanasan hingga mengental masih dilakukan secara manual. Hal ini membutuhkan proses pengadukan terus-menerus dan memerlukan waktu cukup lama sekitar 5 jam. Pada pemanasan memerlukan tenaga/energi fisik yang besar dan termasuk proses yang berat. Industri kecil dan menengah dalam melakukan proses produksi jika dilakukan dengan cara salah dalam pekerjaan secara manual menimbulkan *musculoskeletal disorders* seperti gangguan pada sistem tendon, syaraf, otot, dan tulang [4, 5]. Nyeri punggung bawah dan atas, siku, lutut, leher, bahu, pergelangan kaki, lutut, tangan, dan pergelangan tangan merupakan gejala gangguan muskuloskeletal dan dapat dikurangi melalui postur kerja yang bergantian dan melatih pekerja dalam ergonomi [6, 7]. Proses pemanasan dalam produksi dodol sangat dibutuhkan agar produk tidak mudah rusak. Kurangnya pemanasan dapat menyebabkan produk dodol mengalami kerusakan yaitu bau tengik. Pemanasan harus terkontrol karena berpengaruh terhadap kandungan air dalam dodol. Kandungan air sebesar 26,05-30,61% dalam dodol memberikan daya tahan selama  $\pm 2$  minggu [8]. Pekerjaan dalam pengadukan dodol seperti ditunjukkan pada Gambar 1 menimbulkan kelelahan lebih cepat dan beban kerja yang tinggi [9].



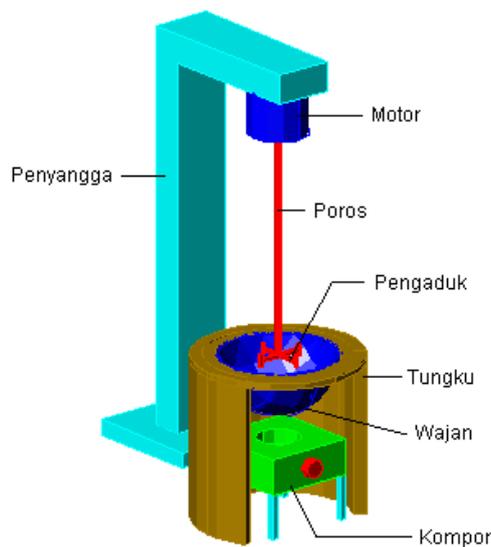
Gambar 1 Postur pekerja dalam pengadukan dodol [9]

Penggunaan alat tradisional dalam pembuatan dodol seperti menggunakan tungku kayu bakar dan alat pengaduk berupa sutil. Pembuatan dodol skala rumah tangga pada umumnya belum melakukan standarisasi proses pemanasan selama pengolahan dodol. Hal ini memberikan dampak terhadap kondisi kerja yaitu meningkatnya tingkat kelelahan yang berdampak pada gerakan tubuh semakin lambat yang berefek pada dodol yang dihasilkan masih mengandung banyak kotoran, bau gosong, kadar air masih tinggi sehingga dodol kurang awet. Dengan kondisi seperti ini, berpengaruh terhadap biaya produksi dan harga jual dari produk. Hal ini dapat diatasi melalui aplikasi prinsip ergo-ekonomik yaitu perancangan alat kerja berupa pengaduk dodol berdasarkan partisipasi dari pekerja berupa data antropometri. Hasil rancangan dibuat dengan material yang mudah diperoleh dan alat kerja mudah dioperasikan dan mudah dalam perawatan, serta dengan harga terjangkau. Hasil rancangan alat pengaduk dodol otomatis yaitu menggunakan motor untuk menggerakkan alat pengaduk. Untuk mengetahui terjangkaunya alat pengaduk dodol dari segi biaya, dilakukan analisis ekonomi melalui analisis layak investasi.

Analisis layak investasi bertujuan untuk mengetahui kemungkinan timbulnya keuntungan (*profitability*) yang diperoleh baik perusahaan maupun pekerja dalam jangka waktu pendek maupun jangka panjang. Selain itu, analisis ini dilakukan untuk menentukan tingkat kemanfaatan (*benefit*) dari investasi. Analisis menggunakan metode *Payback Period* (PBP), *Break Even Point* (BEP), dan *Return on Investment* (ROI) untuk mengetahui kelayakan usaha (aspek ekonomi) dodol buah. BEP adalah suatu titik atau keadaan perusahaan tidak memperoleh keuntungan dan tidak menderita rugi [10]. *Return on Investment* (ROI) adalah keuntungan yang diperoleh dari sejumlah modal. Nilai ini dapat digunakan untuk mengetahui efisiensi penggunaan modal. ROI adalah kemampuan perusahaan menghasilkan keuntungan yang akan digunakan untuk menutup investasi yang dikeluarkan. Rasio ini menghubungkan keuntungan yang diperoleh dari operasi perusahaan (*net operating income*) dengan jumlah investasi atau aktiva yang digunakan untuk menghasilkan keuntungan operasi tersebut. Dengan analisis yang dilakukan diharapkan tercipta desain alat pengaduk dodol yang ergonomis yaitu mampu memberikan kenyamanan pada pekerja, terjangkau dari segi biaya, dan meningkatkan produksi dodol buah.

## 2. Bahan dan Metode

Bahan dalam penelitian ini meliputi buah nangka, gula, tepung, dan bahan pembuat dodol, kompor berbahan bakar LPG, serta alat pengaduk dodol otomatis. Produk pertanian berupa dodol buah karena dodol merupakan komoditi khas Lombok yang berasal dari pengolahan hasil-hasil pertanian. Komoditi ini sebagian besar dikerjakan oleh industri rumah tangga yang tersebar di kawasan pulau Lombok. Untuk menurunkan beban kerja, kelelahan, dan keluhan pada pekerja, maka proses pengadukan dodol secara manual digantikan menggunakan mesin pengaduk. Hal ini berdasarkan hasil penelitian Santosa [13], dengan menggunakan alat pengaduk dodol mekanis menurunkan kelelahan pekerja sebesar 22,09% dari penggunaan pengaduk manual. Rancangan alat pengaduk dodol seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Desain gambar sesuai dengan kebutuhan pengguna dan menggantikan penggunaan alat manual. Alat pengaduk dirancang otomatis sehingga tidak membutuhkan kerja fisik pekerja saat melakukan pengadukan dodol.



Gambar 2 Desain alat pengaduk dodol

Analisis *Payback Period* (PBP) dilakukan untuk mengetahui lama waktu investasi dapat dikembalikan saat terjadinya kondisi *Break Even Point* (BEP). *Payback Period* dihitung berdasarkan Persamaan 1 [11].

$$k_{(PBP)} = \frac{\text{Investasi}}{\text{Annual Benefit}} \text{ (tahun)} \quad (1)$$

*Annual Benefit* (Rp/tahun) adalah penghasilan–biaya operasional;  $K_{(PBP)}$  adalah jumlah periode pengembalian; dan  $n$  adalah umur investasi. Untuk mengetahui rencana suatu investasi layak ekonomis atau tidak, diperlukan suatu ukuran atau kriteria tertentu, sehingga rencana investasi dikatakan layak (*feasible*) jika  $k \leq n$ .

BEP bertujuan untuk menghitung volume produksi dodol dari penggunaan pengaduk dodol otomatis yang menyebabkan pekerja tidak memperoleh keuntungan maupun tidak menderita kerugian. BEP merupakan perbandingan total pendapatan dari penjualan produksi saat PBP dengan harga jual per kg ikan teri kering. Menurut Pujawan [12] dalam analisis titik impas selalu diasumsikan bahwa total pendapatan (total *revenue*) diperoleh dari penjualan semua produk yang diproduksi.

$$TR = pX \quad (2)$$

Titik impas akan diperoleh apabila total ongkos-ongkos yang terlibat persis sama dengan total pendapatan.

$$TR = TC \quad (3)$$

$$BEP = \frac{FC}{p-VC} \quad (4)$$

TR merupakan total pendapatan dari penjualan  $X$  buah produk; FC adalah ongkos tetap;  $p$  adalah harga jual per satuan produk; VC adalah ongkos variabel untuk membuat  $X$  produk; TC adalah ongkos total untuk membuat  $X$  produk;  $X$  adalah volume produksi yang menyebabkan perusahaan berada pada titik impas (BEP). Keuntungan diperoleh apabila dapat berproduksi di atas  $X$  (melampaui titik impas).

*Return on Investment* (ROI) dihitung berdasarkan hasil penjualan dodol saat PBP dikurangi investasi dibandingkan dengan investasi. Investasi mesin pengaduk otomatis. Laba yang digunakan untuk mengukur rasio ini adalah laba bersih. *Return on Investment* (ROI) seperti pada Persamaan 5.

$$ROI = \frac{\text{Total Penjualan} - \text{Investasi}}{\text{Investasi}} \times 100\% \quad (5)$$

### 3. Hasil dan Pembahasan

Pemanfaatan mesin pengaduk pada pembuatan dodol buah memberikan dampak pada pekerja dalam melakukan proses pengadukan menjadi lebih ringan. Hal ini terkait dengan perubahan cara kerja manual seperti Gambar 1 menjadi menggunakan alat pengaduk otomatis seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Postur pekerja menjadi lebih alamiah sehingga mengurangi terjadinya beban kerja, keluhan muskuloskeletal, dan kelelahan. Pekerja yang awalnya dengan postur kerja membungkuk dengan kerja fisik yang berat, serta pekerjaan dengan tangan mengaduk yang dilakukan berulang berubah menjadi alamiah yaitu tidak ada lagi proses pekerja dalam mengaduk dodol. Hal ini sesuai dengan penelitian Santosa [13] bahwa pemakaian alat pengaduk dodol menurunkan kelelahan pekerja sebesar 22,09%. Postur kerja alamiah saat bekerja dapat meminimalkan terjadinya cedera pada muskuloskeletal [14]. Pemanfaatan alat pengaduk dodol seperti desain Gambar 2 dan hasil desain seperti Gambar 3 mampu mengurangi kontaminasi seperti debu dan kotoran lainnya pada produk sehingga lebih higienis jika dibandingkan dengan Gambar 1. Untuk menggantikan proses tersebut, maka digunakan alat pengaduk otomatis berbahan bakar gas. Proses pemanasan hingga mengental dilakukan terlebih dahulu sebelum dilakukan proses pengeringan pada dodol buah. Pengadukan secara terus-menerus dibutuhkan dalam proses pemanasan. Proses pengadukan ini memerlukan waktu cukup lama yaitu sekitar 5 jam. Pada proses ini memerlukan tenaga/energi fisik yang besar, menimbulkan kelelahan terutama pada saat pengadukan adonan, dan termasuk proses yang berat. Kurangnya pemanasan dapat menyebabkan produk dodol mengalami kerusakan yaitu bau tengik. Pemanasan harus terkontrol karena berpengaruh terhadap kandungan air dalam dodol. Berdasarkan hal ini, maka digunakan alat pengaduk dodol otomatis seperti disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3 Mesin pengaduk dodol Nangka

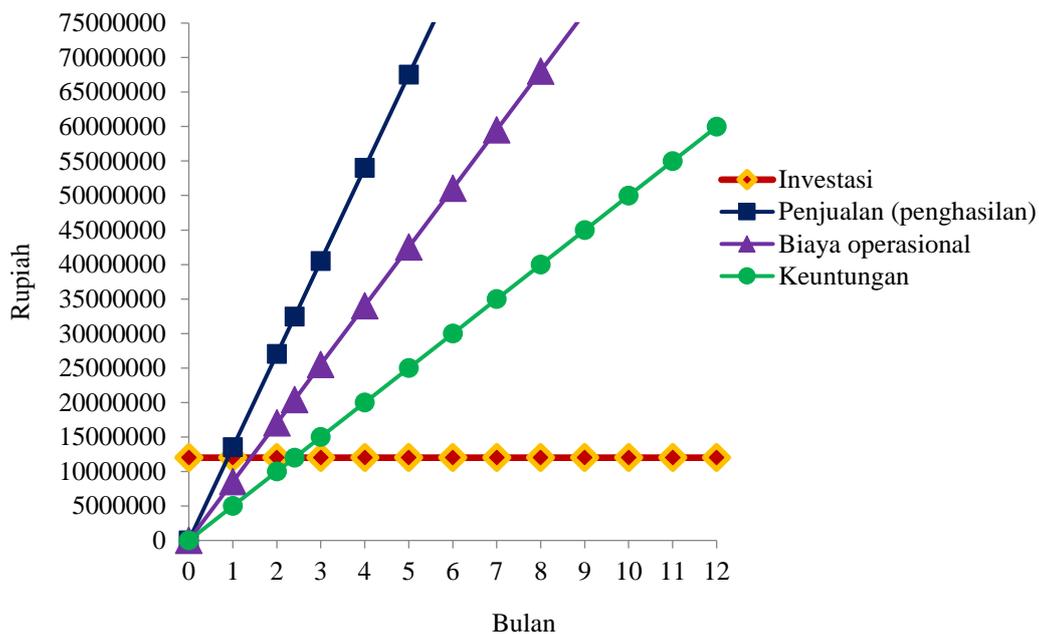
Dengan penggunaan mesin pengaduk pada pembuatan dodol buah memberikan dampak pada pekerja dalam melakukan proses pengadukan menjadi lebih ringan. Hal ini terkait dengan perubahan cara kerja manual seperti Gambar 1 menjadi menggunakan alat dengan sumber energi listrik. Peran pekerja hanya memastikan bahwa pengadukan dodol berjalan dengan baik dan pengawasan terhadap fungsinya dengan baik alat pengaduk dodol. Secara umum proses pembuatan dodol buah meliputi pemilihan buah yang sudah matang dan tidak busuk; pengukusan daging buah selama 5-10 menit; buah diblender supaya halus dan ditambahkan gula, vanili, garam secukupnya; pemanasan campuran dan adonan diaduk agar tidak gosong; pemanasan dihentikan jika adonan sudah menjadi pasta yang kenyal, berwarna coklat, dan berminyak; adonan dikeringkan awal  $\pm 2$  hari; adonan dicetak pada loyang dengan ketebalan  $\pm 2$  cm; adonan dikeringkan lanjutan  $\pm 2$  hari; adonan dipotong kecil sesuai ukuran; potongan dodol dikeringkan akhir  $\pm 1$  hari; dodol siap dikemas. Penggunaan mesin pengaduk untuk pembuatan dodol buah memberikan dampak yang baik untuk pekerja. Hal ini terlihat dari pekerja merasa lebih ringan dalam proses pengadukan dodol. Hasil akhir adonan dodol memberikan dampak hasilnya lebih banyak karena tidak adanya kerak yang menempel pada wadah. Selain itu, rasanya lebih enak karena tidak ada lagi campuran yang gosong ataupun pahit karena tercampur abu sisa pembakaran kayu. Alat kerja sangat dibutuhkan dalam suatu proses produksi karena memiliki peranan sangat penting bagi pekerja, dan lingkungan fisik kerja sebagai bagian dari stasiun kerja [15].

Analisis investasi dilakukan berdasarkan data untuk waktu satu bulan. Umur investasi alat pengaduk dodol ( $n$ ) diasumsikan 7 tahun. Asumsi tersebut didasarkan pada ukuran umum untuk menentukan usia investasi. Ukuran umum penentuan usia investasi adalah sama dengan jangka waktu yang kira-kira sama dengan umur ekonomis proyek [16]. Harga mesin pengaduk dodol dengan kapasitas 10 kg adalah Rp 12.000.000. Bahan baku yang diperlukan dalam proses pembuatan dodol buah meliputi buah nangka 6 kg x Rp17.000 sebesar Rp 102.000; gula 2 kg x Rp16.000 adalah Rp 32.000; bahan bakar gas (LPG) sebesar Rp 17.000; dan listrik 3 jam x 1400 kWh sebesar Rp 4.200; biaya pengeringan 90.000. Total alat pengaduk dan bahan baku adalah Rp 12.000.000 + Rp 155.200 adalah 12.155.200. Hasil analisis ekonomi meliputi dodol yang dihasilkan setiap produksi adalah 5 kg. Harga jual dodol per kg adalah Rp 135.000. Upah pekerja untuk mengaduk dodol sebanyak dua orang sebesar Rp 180.000 dan upah untuk satu orang melakukan pengeringan sebesar Rp 90.000 perhari. Keuntungan dalam 1 kali produksi adalah  $(5 \times \text{Rp } 135.000) - (3 \times \text{Rp } 90.000) - (6 \times \text{Rp } 17.000) - (2 \times \text{Rp } 16.000) - (\text{Rp } 21.200) = \text{Rp } 249.800$ . Dodol buah setelah mengalami proses pengeringan siap untuk dijual. Proses produksi dodol buah dilakukan 4 kali dalam sebulan dengan 5 hari kerja dalam satu minggu, sehingga keuntungan perbulan mencapai Rp 4.996.000. Dalam satu tahun mencapai Rp 59.952.000.

Perhitungan *payback period* (PBP) menggunakan  $k_{(PBP)} = \text{Rp } 12.000.000 : \text{Rp } 59.952.000 = 0,20016$  tahun. Berdasarkan analisis *payback period*, diperoleh jangka waktu pengembalian biaya investasi adalah 0,20016 tahun atau 2,40192 bulan. Hal ini berarti  $k < n$  ( $0,20016 \text{ tahun} < 7 \text{ tahun}$ ), sehingga dapat dinyatakan bahwa investasi mesin pengaduk dodol untuk usaha pembuat dodol buah adalah layak. Untuk mendapatkan suatu keadaan bagi pengusaha kecil pembuat dodol buah di dalam operasinya tidak memperoleh

keuntungan dan tidak menderita rugi, maka dilakukan analisis berdasarkan *break even point* (BEP) atau titik impas. Total pendapatan dari penjualan semua produk yang diproduksi selama 2,40192 bulan (sesuai waktu PBP) adalah Rp 135.000/kg x 5 kg/ hari x 5 hari/1 minggu x 4 minggu/1 bulan x 2,40192 bulan = Rp 32.425.920. p merupakan harga jual unit produk, dalam hal ini berdasarkan harga jual produk dodol buah yaitu Rp 135.000/kg. Volume produksi (X) =  $\frac{\text{Rp } 32.425.920}{\text{Rp } 135.000/\text{kg}} = 240,15 \text{ kg}$ . Produksi dodol buah dengan mesin pengaduk yang menyebabkan berada pada *break even point* atau titik impas adalah saat volume produksi mencapai 240,15 kg.

*Return on investement* (ROI) atau pengembalian keuntungan investasi dinyatakan dalam bentuk persentase. Persentase ini menunjukkan pengembalian investasi yang mungkin diperoleh dalam jangka waktu tertentu sebagai hasil dari perbaikan alat kerja. Jangka waktu tertentu yang dimaksud adalah jangka waktu pengembalian biaya investasi pada analisis *payback period*. Total penjualan adalah Rp 135.000/kg x 5 kg/hari x 5 hari/1 minggu x 4 minggu/1 bulan x 2,40192 bulan = Rp 32.425.920 dengan investasi adalah Rp 12.000.000. Dengan menggunakan mesin pengaduk, tingkat ROI dihitung berdasarkan total penjualan – investasi dibagi investasi kali 100%. Sehingga tingkat ROI sebesar 170,216%. Hubungan antara investasi mesin pengaduk dengan keuntungan yang akan diperoleh usaha pembuat dodol buah disajikan pada Gambar 4. Jangka waktu pengembalian biaya investasi atau PBP (*payback period*) dari mesin pengaduk adalah 0,20016 tahun atau 2,40192 bulan. Jumlah penghasilan pada 2,40192 bulan adalah Rp 32.425.920; biaya operasional Rp 5.106.482; dan investasi Rp 12.000.000. Pekerja pada saat 2,40192 bulan tidak mengalami kerugian maupun tidak memperoleh keuntungan. Pekerja dapat menikmati keuntungan dari biaya investasi mesin pengaduk setelah 2,40192 bulan. Penerapan mesin pengaduk pada usaha dodol buah memiliki tingkat ROI 170,216%. Dapat dikatakan bahwa penerapan mesin pengaduk pada usaha dodol buah memberikan hasil yang positif berupa keuntungan secara ekonomi dan meningkatnya kenyamanan kerja pekerja.



Gambar 4 Hubungan investasi dengan keuntungan dalam proses pembuatan dodol buah menggunakan mesin pengaduk

Ditinjau dari segi ergonomi, pemanfaatan mesin pengaduk dodol dapat meringankan pekerjaan dari pekerja. Postur pekerja mengalami perubahan menjadi lebih alamiah, sehingga beban kerja, kelelahan, dan keluhan dapat diturunkan. Pemakaian alat kerja untuk membantu dalam pekerjaan manual memberikan dampak terhadap postur pekerja menjadi alamiah, sehingga pekerjaan menjadi efektif, nyaman, aman, sehat, efisien, dan berkelanjutan. Alat kerja yang sesuai dengan pekerja yaitu didesain berdasarkan data antropometri pekerja sebagai pengguna. Hal inilah yang memberikan pengaruh terhadap postur pekerja

menjadi lebih alamiah. Data antropometri dibutuhkan dalam rangka terciptanya kesesuaian antara alat dengan penggunaannya sehingga suasana kerja menjadi efektif, nyaman, aman, sehat, dan efisien [17]. Sikap tubuh saat bekerja yang dilakukan secara alamiah disebut sebagai postur kerja yang nyaman. Postur kerja alamiah saat bekerja dapat meminimalkan terjadinya cedera pada muskuloskeletal [14]. Dengan aplikasi ergo-ekonomi dapat memaksimalkan kinerja pekerja melalui tindakan pencegahan terhadap perilaku yang berpotensi menimbulkan cedera ditempat kerja. Hal ini terkait dengan pekerja merupakan aset utama atau sumber daya bernilai ekonomi dalam industri. Timbulnya cedera pada pekerja memberikan dampak terhadap ekonomi dan menimbulkan kesengsaraan serta penderitaan bagi pekerja, rekan kerja, dan keluarga. Selain itu, ergonomi memberikan pengaruh terhadap terbentuknya budaya keselamatan dan biaya tersembunyi dapat dihilangkan [18]. Biaya langsung akibat ergonomi yang buruk cenderung paling terlihat (misalnya kompensasi medis dan pekerja), biaya tidak langsung bisa 0,5 hingga 20 kali lebih mahal. Misalnya, dampak pada penurunan kualitas, penggantian pekerja dan biaya pelatihan terkait, serta kerugian produktivitas/produksi [19]. Ergonomi yang buruk dapat berdampak negatif secara langsung pada kualitas dan keuntungan. Lingkungan kerja yang ergonomis mendukung kesehatan dan keselamatan kerja, serta manfaat ekonomi yang penting [19].

#### 4. Kesimpulan

Alat pengaduk dodol nangka sebagai pengganti kerja manual pada industri rumah tangga berdasarkan evaluasi ergo-ekonomi memberikan manfaat secara ergonomi melalui kenyamanan kerja dan ekonomi melalui tingkat penghasilan pekerja. Pemanfaatan alat pengaduk dodol akan meringankan beban kerja pekerja yang berdampak terhadap tingkat kelelahan dan keluhan yang menurun. Hal ini dapat ditinjau dari penggunaan alat pengaduk manual yang membutuhkan kekuatan otot terutama pada tangan untuk mengaduk dodol agar matang sempurna. Sedangkan, setelah menggunakan alat pengaduk otomatis, proses pengadukan dengan tangan tidak lagi dibutuhkan. Secara ekonomi, alat pengaduk otomatis mampu memberikan keuntungan setelah 2,40192 bulan dari investasi. Jangka waktu pengembalian biaya investasi atau PBP (*payback period*) dari mesin pengaduk adalah 0,20016 tahun atau 2,40192 bulan. Produksi dodol buah dengan mesin pengaduk berada pada *break even point* atau titik impas adalah saat volume produksi mencapai 240,15 kg dengan tingkat ROI (*Return on investment*) sebesar 170,216%. Kinerja pekerja dapat ditingkatkan melalui aplikasi ergo-ekonomi berdasarkan tindakan pencegahan terhadap perilaku yang berpotensi menimbulkan cedera ditempat kerja. Pekerja sebagai aset utama atau sumber daya bernilai ekonomi dalam industri, maka ergonomi dan ekonomi saling terkait dengan ergonomi dapat menciptakan kondisi kerja yang lebih baik, yang pada gilirannya menghasilkan ekonomi yang lebih baik.

#### Daftar Pustaka

- [1] R.S. Bridger, Introduction to the Ergonomics, second ed., Taylor & Francis, New York, 2003.
- [2] OSHA, Ergonomics, Available online: <https://www.osha.gov/ergonomics> (accessed on 1 August 2024).
- [3] Kinnarps, Good ergonomics=good economics, Available online: <https://www.kinnarps.com/knowledge/good-ergonomics--good-economics/> (accessed on 1 July 2024).
- [4] L. Lady, S.F. Nuraeni, Preventing musculoskeletal disorders due to manual material handling in the production process of clean water, *Journal Industrial Services*, 10 (1) (2024) 125-132.
- [5] N. Evadarianto, E. Dwiyanti, Postur kerja dengan keluhan musculoskeletal disorders pada pekerja manual handling bagian rolling mill, *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, 6 (1) (2017) 97-106.
- [6] T.S. Olowogbon, R.O. Babatunde, E. Asiedu, A.M. Yoder, Prevalence and exposure to ergonomic risk factors among crop farmers in Nigeria, *Applied Sciences*, 11 (2021) 11989.

- [7] M. Barneo-Alcántara, M. Díaz-Pérez, M. Gómez-Galán, A. Carreño-Ortega, A.J. Callejón-Ferre, 2021. Musculoskeletal disorders in agriculture: a review from web of science core collection, *Agronomy*, 11 (2021) 2017.
- [8] R.A. Maheswari, Z. Wulandari, Standarisasi pemanasan pada pengolahan dodol skala industri rumah tangga, Vucer, Dikti, Jakarta, 2004.
- [9] I G. Santosa, I G. Bawa Susana, Redesain alat pengaduk dodol sesuai dengan antropometri pekerja dalam meningkatkan kinerja dan mutu dodol di Desa Penglatan Buleleng, Proceeding 11<sup>th</sup> National Conference of Indonesian Ergonomics Society, Universitas Indonesia, Depok, 14-15 September, 1-14, 2011.
- [10] H. Purnomo, Pengantar Teknik Industri, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2004.
- [11] M. Giatman, Ekonomi Teknik, PT. Rajagrafindo Persada, Jakarta, 2007.
- [12] I N. Pujawan, Ekonomi Teknik, Edisi Kedua. PT. Guna Widya, Jakarta, 2009.
- [13] I G. Santosa, “Perbaikan kondisi dan lingkungan kerja dengan intervensi ergonomi meningkatkan kinerja dan mutu produk pada perajin dodol di Desa Pengletan Buleleng” (disertasi), Denpasar, Universitas Udayana, 2013.
- [14] I. Pratiwi, Purnomo, R. Dharmastiti, L. Setyowati, Evaluasi resiko postur kerja di UMKM gerabah menggunakan metode quick exposure checklis, Seminar Nasional IENACO, (2015) 132-138.
- [15] I G. Bawa Susana, I.B. Alit, I G.A.K. Chatur Adhi Wirya Aryadi, Aplikasi ergonomi berdasarkan data antropometri pekerja pada desain alat kerja, *Energy, Materials and Product Design*, 1 (1) (2022) 28-34.
- [16] K. Purbono, M. Ainuri, Suryandono, Rancang bangun dan uji kelayakan finansial alat pengering mekanis untuk pemenuhan pasokan eceng gondok (*eichhornia crassipes*) sebagai bahan baku kerajinan, *Agritech*, 30 (2) (2010) 80-89.
- [17] T.N. Sari, R. Fil’aini, D. Cahyani, Analisis desain gagang cangkul berdasarkan antropometri petani pria dan beban kerja penggunaannya pada lahan sawah di Kecamatan Wedung, Demak, Jawa Tengah, *Jurnal Optimasi Teknik Industri*, 2 (2) (2020) 66-71.
- [18] Ergonomic office, Economics of ergonomics, Available online: <https://www.ergonomicoffice.com.au/guidelines/ergonomic-guidelines/economics-of-ergonomics/> (accessed on 10 July 2024).
- [19] Center for Occupational and Environmental Health, The economics of ergonomics, Available online: <https://www.coeh.berkeley.edu/the-economics-of-ergonomics> (accessed on 10 August 2024).