



Penilaian Proses Produksi dan Ergonomi dengan Penerapan Mesin Pencuci Peragi Kedelai

Nindy Elsa Rafela*, Andrian Iswanto, Arief Reza Indra Saputra, Nugroho Agung Pambudi

Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Sebelas Maret Surakarta, Jl. Ahmad Yani No.200 Pabelan, Jawa Tengah 57169, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Artikel Masuk: 27 Mei 2024

Artikel direvisi: 5 Desember 2024

Artikel diterima: 28 Desember 2024

Kata kunci

Penilaian Aliran Proses
Kompleksitas Pekerja
Ergonomi
Mesin Pencuci Peragi Kedelai

ABSTRAK

Proses pencucian dan peragian kedelai merupakan salah satu operasi yang merepresentasikan perlu adanya perbaikan karena beresiko menimbulkan masalah ergonomi yaitu cedera akibat postur kerja yang tidak optimal. Hal ini dikarenakan aktivitas operasi produksi sebagian besar dilakukan tanpa menggunakan alat bantu dan melakukan gerakan secara repetitif sehingga menambah parameter waktu pemrosesan dan masuk dalam pemborosan. Untuk mengevaluasi kondisi proses kerja ini, diperlukan pendekatan yang menggabungkan penilaian proses produksi dan ergonomi terhadap beban kerja fisik. Kuesioner Nordic Body Map (NBM) digunakan untuk mengetahui prevalensi cedera MSDs yang dialami dan memberikan informasi kondisi beban kerja yang tidak menguntungkan. Temuan menunjukkan bahwa daerah yang paling sering terkena dampak adalah kaki, punggung, dan tangan. Selanjutnya, pengukuran sistem REBA assessment digunakan untuk menganalisis dan mengkategorikan urgensi kedalam empat tingkat perbaikan. Mesin pencuci peragi kedelai dikembangkan dan diteliti untuk meningkatkan produktivitas pekerja pada proses pencucian dan peragian kedelai. Peninjauan eksperimental dilakukan dengan mengkombinasikan analisis efektifitas, kenyamanan dan efisiensi mesin pencuci peragi kedelai. Eksperimental dilakukan di UD.Tempe 85 dengan bahan uji berasal dari mitra. Pengambilan data penelitian efektifitas - efisiensi dilakukan sebanyak 4-5 replikasi dengan mengkomparasikan metode proses manual dan mesin pencuci peragi kedelai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mesin pencuci peragi kedelai jauh lebih cepat daripada metode manual dalam mencuci maupun meragi kedelai dengan kapasitas 2x lipat dibanding hanya 30 kg/jam proses manual. Analisis kenyamanan REBA menunjukkan level 1 sangat rendah terkena cedera dengan skor REBA 3 sedangkan metode pencucian peragian manual termasuk dalam level 4 memerlukan penerapan perubahan dengan skor REBA 11. Kelayakan penerapan mesin pencuci peragi kedelai ini direkomendasikan karena menekankan pentingnya risiko rendah dan produktivitas dalam penggunaannya.

ABSTRACT

The soybean washing and fermentation processes represent operations that require improvement due to the risk of ergonomic issues, specifically injuries caused by non-optimal working postures. This is because most production activities are performed without assistive tools and involve repetitive movements, increasing processing time and contributing to waste. To evaluate the working conditions of this process, an approach that integrates production process assessment with ergonomics focusing on physical workload is required. The Nordic Body Map (NBM) questionnaire identifies the prevalence of Musculoskeletal Disorders (MSDs) and provides insights into unfavorable workload conditions. To assess the prevalence of Musculoskeletal Disorders (MSDs) among workers, the Nordic Body Map (NBM) questionnaire is applied to gather data on adverse workload conditions, revealing that the most commonly affected areas are legs, back, and hands. Additionally, the REBA assessment system is utilized to analyze and categorize the urgency of improvements needed in four levels of categorization. In response to these findings, a soybean washing and fermenting machine is tested and developed to enhance worker productivity. Experimental evaluation is conducted at UD.Tempe 85 using materials provided by partners, with effectiveness and efficiency comparisons between the manual process and the soybean washing and fermenting machine method. The result indicates that the machine significantly outperforms the manual process, boosting a twice-as-fast processing capacity of 30 kg/hour. Furthermore, comfort analysis using the REBA method demonstrates a low-risk level (level 1) for the soybean washing and fermenting machine, with a REBA score of 3, while the manual method fell into a higher risk category (level 4), which needs implementation changes with a REBA score of 11. Overall, implementing the soybean washing and fermenting machine is recommended due to its potential to mitigate risks and enhance productivity in the workplace.

Keywords

Process Evaluation
Worker Complexity
Ergonomics
Soybean Washing and Fermenting Machine

* Penulis Korespondensi

Nindy Elsa Rafela

E-mail: nindyelsarafela@student.uns.ac.id

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



© 2024. Some rights reserved

1. PENDAHULUAN

Peranan manusia sebagai aset penting sumber daya tenaga kerja dalam menjalankan proses produksi seringkali kurang mendapat perhatian yang memadai terkait kebutuhan dan kepentingannya. Faktor penting kebutuhan pekerja yaitu kenyamanan bekerja di mana merupakan bagian dari proses produksi, karena dapat mengurangi keluhan dan gangguan risiko dalam bekerja yang disebabkan oleh beban kerja. Beban kerja yang berlebihan akan memungkinkan risiko buruk terhadap pekerja, seperti gangguan fisik dan mental pada kelelahan dan stress hingga menurunnya kesehatan mental serta efisiensi kerja pada tenaga kerja (Özkaya et al., 2018). Faktor lain yang dapat mempengaruhi sistem kinerja pada pekerja berupa fasilitas kerja (Amaliah & Achiraeniwati, 2023). Risiko timbul jika fasilitas kerja tidak memperhatikan prinsip-prinsip ergonomi. Penilaian ergonomi di industri kecil teridentifikasi bahwa adanya prevalensi gangguan muskuloskeletal pada tingkat sedang sampai tinggi. Gangguan muskuloskeletal merupakan keluhan yang dirasakan seseorang pada bagian-bagian otot skeletal mulai dari rasa sakit ringan hingga ekstrem (Akbar et al., 2020). Gangguan ini timbul dikarenakan otot menerima beban statis berulang tanpa diselingi istirahat yang cukup setiap hari dalam frekuensi yang sering dan waktu berlebih (Suhendar et al., 2023).

Pelaku usaha industri yang teridentifikasi masih melakukan operasional produksi dengan berpusat pada tenaga manusia yaitu industri pembuatan tempe UD. Tempe 85 yang terletak di Bantulan, Boyolali. Identifikasi merepresentasikan terdapat kendala pada proses produksi pencucian dan peragian, hal ini terlihat pada aktivitas pergeseran bak dari stasiun penggilingan untuk kemudian dilakukan proses pencucian dengan posisi operator janggal. Posisi ini terlihat pada bagian punggung yang membungkuk ke depan, kedua tangan masuk kedalam bak pencucian 90 cm dengan intensitas terkena air yang tinggi, serta posisi leher yang menunduk kebawah.

Dalam satu kali produksi operator memproses pencucian dan peragian kedelai sebesar 350 – 400 Kg dengan proses pencucian berulang 7 – 8 kali oleh 2 operator pencuci. Menurut Tarigan (2023) peranan proses pencucian kedelai sangat penting dalam kualitas kebersihan tempe yang dihasilkan. Hingga saat ini operator pencuci masih mengeluhkan dengan kondisi fasilitas yang digunakan sangat mempercepat munculnya kelelahan atau rasa sakit pada anggota tubuh serta kurangnya pengendalian lingkungan akibat intensitas air yang tinggi berpengaruh pada tingkat kenyamanan pekerja. Beban repetitif yang diperoleh tanpa adanya variasi gerakan serta iklim di tempat kerja yang dingin dapat menurunkan keluwesan, kepekaan dan kekuatan sehingga gerakan pekerja menjadi lamban bahkan sulit bergerak dengan menurunnya kekuatan otot (Nur Syahputra et al., 2023). Dalam konteks ini, perlunya manajemen proses dan alat produksi sebagai fungsi titik awal penerapan teknologi operasional dengan efisien tenaga lebih kecil, lebih ergonomis untuk meningkatkan produktivitas kenyamanan pekerja.

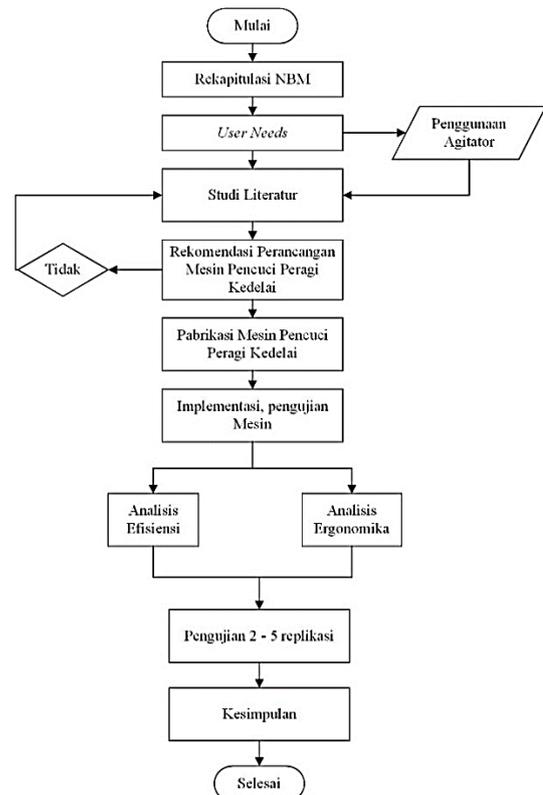
Perbaikan dilakukan dengan teknik tata cara (*method engineering*) sehingga mendapatkan penyederhanaan kerja melalui penggabungan proses yang tergolong ke dalam pemborosan (Septiani et al., 2022),

maka telah diusulkan penerapan otomatisasi menggunakan agitator *helical ribbon* untuk mencuci dan mengaduk peragian kedelai dalam satu alat secara merata. Pengukuran dimensi mesin dilakukan dengan kaliber batas di dalam toleransi produk mesin *standart* dengan tetap mengintegrasikan keluhan sensitivitas yang dirasakan oleh pekerja melalui analisis metode REBA terhadap postur seluruh tubuh sesuai dengan kondisi yang ada di UD.Tempe 85.

Mesin pencuci peragi kedelai diusulkan untuk dapat melakukan pencucian dan peragian sehingga mampu mengurangi beban fisik subjektif serta dapat meningkatkan produktivitas pembuatan tempe. Keberhasilan usulan penerapan mesin ini dapat dilihat dari tingkat efisiensi waktu produktivitas pada stasiun pencucian peragian serta penurunan risiko ergonomi pekerja untuk penggunaan mesin paralel dan produksi massal lebih lanjut.

2. METODE PENELITIAN

Prosedur penelitian ini terdiri dari identifikasi permasalahan melalui penilaian proses produksi, pembahasan rekapitulasi hasil kuesioner NBM, kebutuhan pekerja pada mitra UD.Tempe 85, dilanjut dengan kajian pustaka, perancangan mesin pencuci peragi kedelai, implementasi dan uji coba mesin untuk menganalisis efisiensi dan ergonomi pekerja (Gambar 1).



Gambar 1. Tahapan Penelitian

2.1. Tempat Penelitian

Pabrikasi mesin pencuci peragi kedelai dilakukan di bengkel Las Laboratorium Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,

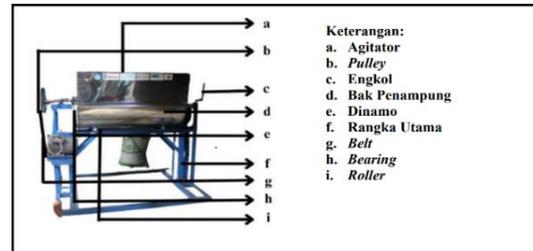
Universitas Sebelas Maret, Surakarta. Sementara itu, Penilaian proses produksi dan pengujian efisiensi melalui analisis ergonomi dilakukan di UD.Tempe 85. Lokasi mitra berada di Desa Jembungan, Kecamatan Boyolali, Kabupaten Boyolali. UD.Tempe 85 memiliki lima pekerja dengan total pengolahan kedelai tiap hari 350 – 400 kg per hari. Evaluasi ergonomi dilakukan di salah satu stasiun produksi pencucian dan peragian. Pada stasiun produksi yang diteliti, terdapat dua orang pekerja yang dijadikan subjek penelitian. Rata – rata dari mereka bekerja 3 jam per hari dan telah bekerja lebih dari 5 tahun di UD.Tempe 85.

2.2. Alat dan Bahan

Alat dan Bahan yang digunakan dalam membantu memperoleh pengambilan data antara lain:

- Lembar kuesioner *Nordic Body Map* (NBM)
Lembar kuesioner *Nordic Body Map* (NBM), Kuesioner ini menganalisis 28 titik tubuh untuk mengetahui terjadinya keluhan subjektif berupa rasa sakit atau nyeri. Lembar kuesioner menampilkan sosok manusia sebagai acuan responden dalam mengidentifikasi dan melaporkan gangguan yang terjadi secara akurat. Pembobotan dan penentuan tingkat urgensi ini sesuai panduan yang dirujuk [Dewi \(2020\)](#) guna mengetahui lebih detail bagian tubuh yang mengalami gangguan rasa sakit setelah aktivitas kerja.
- REBA Assessment
Akumulasi nilai REBA digunakan untuk memberikan indikasi ergonomi pada kelayakan yang harus dilakukan perbaikan atau urgensi segera. Kondisi tersebut diinputkan ke tabel REBA *Assessment* dengan mengikuti aturan ([Fatimah, 2012](#)) untuk menilai posisi kerja yang terdiri atas *neck, trunk, leg arm, lower arm, wrist, wrist twist dan coupling*. Dari metode yang disebutkan, REBA bersifat menyeluruh dan sebagian besar diterapkan di banyak sektor ([Hita-Gutiérrez et al., 2020](#)).
- Mesin Pencuci Peragi Kedelai
Alat yang digunakan dalam pabrikasi mesin pencuci peragi kedelai yaitu, mesin las, mesin *frais*, mesin bubut, gerinda, gergaji besi, penggaris siku, magnet siku, obeng, meteran, jangka sorong, kunci inggris. Kemudian bahan yang digunakan untuk membuat mesin pencuci peragi kedelai yaitu besi siku, besi *hollow*, pelat *stainless steel 304*, besi plat, akrilik, cat akrilik, *bearing* serta mur dan baut. Model visual tampak luar dari mesin pencuci peragi kedelai dibuat mengadopsi rancangan dari ([Dwiyanto & Rhozman, 2021](#)). Desain ruang campur dibuat dengan mengintegrasikan 2 *in 1* proses berbentuk setengah silinder terintegrasi antar proses pencucian dan peragian untuk menyingkat siklus proses. Hal ini seperti yang telah dilakukan oleh [Wardjito & Suyadi \(2013\)](#), dimana prinsip kerja mesin ini dapat membuat material terangkat keatas karena dorongan dari sirip-sirip *helical ribbon* yang terdapat pada agitator. Jenis pengaduk ini dipasang pada geometris horizontal yang telah diterapkan banyak pada industri untuk meningkatkan kinerja pencampuran ([Shabrina & Agus Kusnayat, 2018](#)). Rangka mesin dibuat menyesuaikan tinggi dari ember yang digunakan untuk menampung dan ketinggian rata-

rata pekerja. Penggerak tipe *hybrid* dipilih dengan dua sistem kerja secara otomatis menggunakan komponen dinamo motor 1Hp dan manual engkol yang dibatasi dengan kekuatan dari tenaga pekerja ([Gambar 2](#)).



Gambar 2. Mesin Pencuci Peragi Kedelai

2.3. Desain Penelitian

Desain penelitian menggunakan jenis kuantitatif yang berdasarkan antara hubungan kondisi dan objeknya. Kegiatan penilaian proses produksi dilakukan dengan teknik yang sistematis untuk memperoleh korelasi penyebab permasalahan dan pendekatan yang terstruktur melalui penilaian proses produksi, penyebaran kuesioner serta perancangan dan pabrikasi mesin pencuci peragi kedelai, melakukan eksperimen atau investigasi dan analisis data.

Pengambilan data dilakukan dengan prosedur sebagai berikut:

- Pengumpulan data melalui studi waktu operasi proses produksi dan memvisualisasikan dalam peta aliran proses produksi.
- Melibatkan kuesioner komprehensif yang mencakup penilaian MSDs untuk mengevaluasi keluhan subjektif dari pekerja.
- Penilaian dan rekapitulasi urgensi REBA menggunakan aktivitas di stasiun pencucian peragian kedelai.
- Uji efisiensi dan ergonomi dari desain agitator *helical ribbon* yang di *assembly* menjadi mesin pencuci peragi kedelai sesuai dengan eksisting mitra.

2.4. Analisis Data

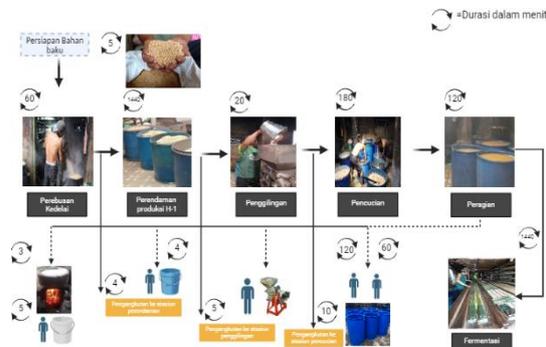
Analisis data didapatkan pengamatan keadaan penelitian dan hasil pengukuran secara langsung kemudian dilakukan pengolahan data. *Software* origin digunakan untuk menampilkan dalam bentuk grafik mengenai kinerja dan efisiensi mesin pencuci peragi kedelai. Selain itu pengukuran sudut postur tubuh menggunakan *software visio* digunakan untuk REBA yang menampilkan data penilaian ergonomi kenyamanan dalam penerapan mesin pencuci peragi kedelai. Pengumpulan dan pengolahan data selanjutnya akan dianalisis dengan metode deskriptif kuantitatif melalui studi komparatif. Hal ini dimaksudkan untuk menjelaskan kondisi dan temuan yang terjadi selama proses pengujian mesin melalui sudut efektifitas, dan ergonomi penerapan mesin pencuci peragi kedelai.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Penilaian Proses Produksi

Menurut [Baharudin et al. \(2021\)](#) terdapat 9 kategori pemborosan yang menjadi akar penyebab

waste. Dalam suatu organisasi ketika membahas 9 kategori waste ini, maka terdapat aktivitas yang terjadi di dalam suatu produksi. Jenis *value activity* yang sering terjadi dikategorikan kedalam tiga aktivitas yakni *Value added activity*, *Non value added activity*, *Necessary non value added activity* (Kulkarni, 2007). Penelitian ini menganalisis mengenai gambaran pemborosan pada aktivitas di UD. Tempe 85. Pemborosan dapat diartikan sebagai aktivitas yang menyerap atau memboroskan sumber daya seperti biaya dan waktu produksi tetapi tidak memberikan nilai tambah apapun dalam aktivitas tersebut (Nurwahidah & Samad, 2021). Terkait aktivitas yang tidak menambah nilai proses ditunjukkan pada (Gambar 3), tetapi tidak dapat dihilangkan secara langsung berdasarkan kondisi eksisting mitra. Penyumbang terbanyak aktivitas yang tidak mempunyai nilai tambah pada stasiun operasi pencucian dan peragian yang memberikan nilai berturut 120 menit dan 60 menit. Hasil seluruh operasi produksi per siklus menit 3.476 diperlukan untuk menyelesaikan satu operasi produksi.



Gambar 3. Operasi Produksi di UD.Tempe 85

3.2. Gejala *Muskuloskeletal* Pekerja Stasiun Pencucian Peragian

Identifikasi dengan pendekatan yang berpusat pada pekerja dilakukan untuk mencapai peningkatan kinerja sistem. Gangguan subjektif dari gejala *muskuloskeletal* (MSDs) merupakan masalah yang sering terjadi dikalangan pekerja. Paparan *muskuloskeletal* (MSDs) pada stasiun pencucian dan peragian diakibatkan oleh gerakan repetitif, postur janggal, serta faktor lingkungan. Tahapan dalam penelitian ini dilakukan dengan memberikan kuesioner *Nordic Body Map* (NBM) terhadap pekerja UD. Tempe 85. Data prevalensi gejala *muskuloskeletal* dengan meminta responden mengisi kuesioner untuk mengetahui gejala nyeri, rasa sakit, dan ketidaknyamanan yang dialami dalam 12 bulan terakhir (Tabel 1).

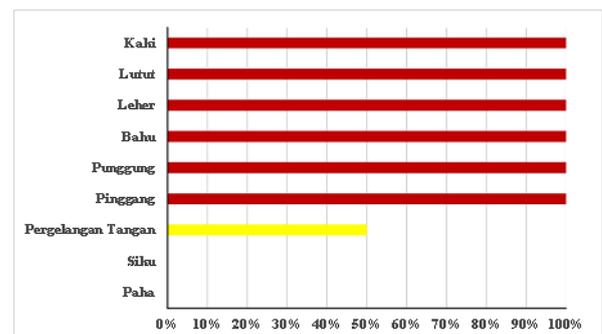
Keluaran dari kuesioner *nordic* menunjukkan korelasi signifikan ditemukan antara aktivitas repetitif dan terjadinya MSDs pekerja yang memiliki skor 52 dan 59 oleh operator stasiun pencucian peragian. Keluhan subjektif sesuai pengisian dan keakuratan dari responden menunjukkan urgensi sedang, serta perlu adanya penyelidikan lebih lanjut. Hasil skor titik keluhan rasa sakit tiap individu ini seperti yang dilakukan (Pratiwi et al., 2021). Selanjutnya hasil kuesioner diolah dalam bentuk persentase (Gambar 4) yang menunjukkan data keluhan muskuloskeletal setelah

bekerja. Kaki, lutut, leher, bahu, punggung dan pinggang memiliki prevalensi tertinggi (100%), sedangkan pergelangan tangan memiliki pravalensi (50%), dan tidak terdefiniskannya keluhan rasa sakit pada siku dan paha.

Tabel 1. Langkah Pengukuran Prevalensi Keluhan

Langkah Tugas	Keluaran
Pengumpulan kuesioner <i>Nordic</i> yang telah diisi oleh responden	Hasil skor titik keluhan rasa sakit tiap individu responden
Mengolah data persentase prevalensi tingkat keluhan responden	Prevalensi dalam bentuk %
Menghitung rata – rata penilain rasa sakit yang dirasakan pada masing – masing titik tubuh	Menghitung <i>exposure</i> titik tubuh tertinggi bagi para pekerja.
Deskripsi Hasil	Empat tingkat urgensi

Temuan nyeri rata-rata pada titik tubuh ini bersama (Tabel 2) mengkonfirmasi prevalensi MSDs yang signifikan di bagian titik tubuh di kalangan operator pencuci peragi kedelai untuk membentuk aktivitas kerja yang lebih nyaman. Rata – rata keluhan sakit pada kaki dan sumbu tubuh miring dengan postur membungkuk yang selalu dialami pekerja pencuci peragi kedelai dikarenakan kaki menopang tubuh dan posisi aktivitas kerja dalam waktu yang cukup lama, gerakan yang statis serta kondisi lingkungan memberikan *exposure* rasa sakit yang cukup tinggi bagi para pekerja. Awalnya, keluhan MSDs meliputi rasa sakit, nyeri, mati rasa, kesemutan, bengkak, kekakuan, tremor, insomnia, dan rasa terbakar. Hingga ketidakmampuan seseorang dalam melakukan gerakan dan koordinasi gerakan tubuh atau anggota tubuh, sehingga mengakibatkan penurunan produktivitas dan hilangnya waktu kerja (Hidayati et al., 2021).



Gambar 4. Persentase Keluhan MSDs

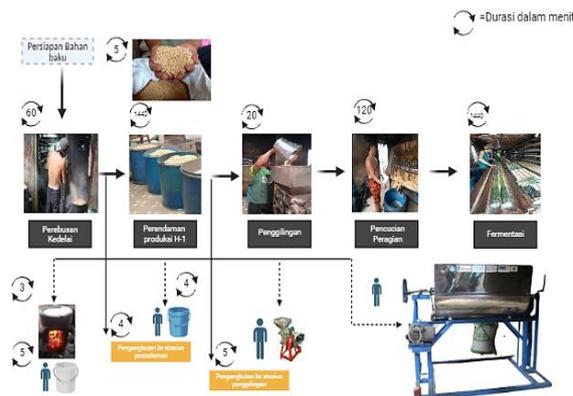
Aktivitas manual ketika seseorang bekerja dengan postur janggal menyebabkan tubuh berusaha lebih keras untuk posisi kerja dengan mempertahankan kontraksi otot statis. Saat otot dalam posisi *fatigue* dan kontraksi tetap berlangsung panjang maka dapat menyebabkan iskemia pada otot (Yosineba et al., 2020). Jika aktivitas manual tersebut dilakukan tanpa istirahat yang cukup per harinya menimbulkan rasa sakit akan lebih parah. Hal ini memerlukan urgensi segera agar pekerja lebih nyaman.

Tabel 2. Rata – Rata Penilaian Keluhan

Lokasi Keluhan	Rata – Rata Keluhan (Sakit)		
Kaki	7	Keluhan hampir selalu terjadi	
Lutut	6		
Leher	4		
Bahu	4		
Punggung	4		
Pinggang	3,5		Sering terjadi keluhan
Pergelangan tangan	3		Terjadi keluhan
Siku	0		
Paha	0		

3.3. Deskripsi Usulan Perbaikan

Hasil penilaian proses produksi di UD.Tempe 85 ini merepresentasikan aliran material dan informasi hasil produksi tempes per harinya 455 batang (1 batang = 2 meter). Prosesnya berjalan 6 hari per minggu. Permintaan tempes diperkirakan setiap hari dan disesuaikan variasi kebutuhan pasar. Model produk dari UD.Tempe 85 adalah *make - to -stock*, di mana disimpan dalam jumlah aman satu hari produksi. Gambar 5 menunjukkan pemetaan aliran proses produksi setelah diterapkannya mesin pencuci peragi kedelai.



Gambar 5. Operasi Produksi Menerapkan Mesin Pencuci Peragi Kedelai

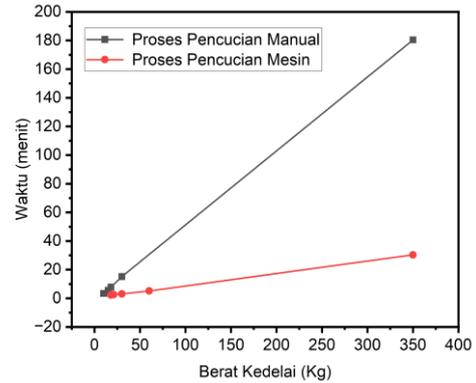
Usulan penerapan alat dengan penggabungan proses pencucian dan peragian dalam satu kali proses dengan bantuan agitator berbentuk *helical ribbon* berjenis *stainless steel 304* yang di *assembly* menjadi mesin pencuci peragi kedelai mampu memberikan nilai tambah (*value added*) pada aktivitas produksi hingga 180 menit serta jalur waktu yang mewakili keseluruhan aktivitas *non value added* 210 menit berkurang menjadi 21 menit. Sehingga hasil keseluruhan operasi hanya membutuhkan waktu 3.106 persiklus menit menyelesaikan satu operasi produksi.

3.4. Uji Efisiensi Mesin Pencuci Peragi

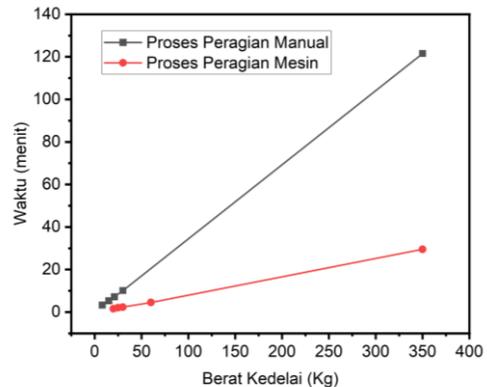
Penerapan mesin pencuci peragi dilakukan untuk mengetahui peningkatan produktivitas kerja. Analisis efisiensi dilakukan dengan mengkomparasi antara metode manual dan penerapan mesin pencuci peragi kedelai.

Pengujian kecepatan proses pencucian dan peragian telah dilakukan dengan dua metode baik

manual menggunakan tenaga pekerja dan penerapan mesin pencuci peragi kedelai. Berdasarkan grafik pada Gambar 6 dan Gambar 7 menunjukkan bahwa semakin bertambah berat kedelai yang melalui proses pencucian maupun peragian maka semakin besar jarak perbandingan waktu di antara metode manual dengan mesin. Hal ini dikarenakan penggunaan mesin yang cenderung lebih konstan sedangkan manual menggunakan tenaga pekerja cenderung terdapat penyumbang faktor subjektif tiap individu. Penggunaan mesin pencuci peragi kedelai mampu 6 kali lipat mencuci dan 4 kali lipat meragi dibanding dengan metode manual oleh tenaga pekerja.

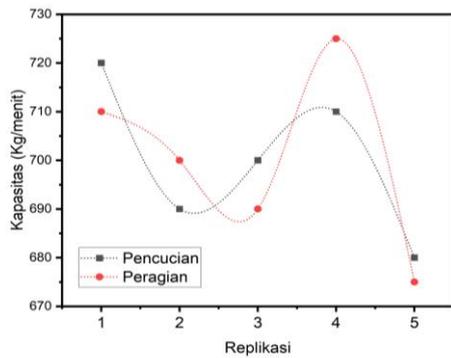


Gambar 6. Grafik Komparasi Proses Pencucian Kedelai

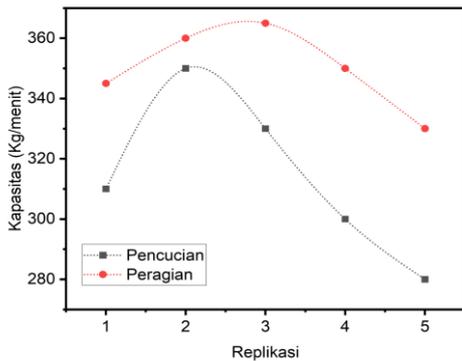


Gambar 7. Grafik Komparasi Proses Peragian Kedelai

Perbandingan kapasitas pencucian dan peragian kedelai juga diukur menggunakan metode manual dan metode mesin pencuci peragi kedelai. Pengujian kapasitas dilakukan dengan berat kedelai per Kg yang berbeda dan dilakukan replikasi sebanyak lima kali untuk melihat hasil yang akurat. Kapasitas pencucian menggunakan mesin pencuci peragi lebih besar dibanding dengan cara manual. Hal ini disebabkan karena mesin dapat memproses dua kali lipat kapasitas bak penampung 30 Kg yang digunakan pada pekerjaan manual. Berdasarkan grafik pada Gambar 8 dan Gambar 9, diketahui bahwa laju mesin pencuci peragi kedelai mampu mencuci dan meragi hingga rata – rata kapasitas 700 Kg/menit, sedangkan menggunakan manual adalah 350 Kg/menit. Hasil menunjukkan peningkatan efektivitas dan efisiensi yang signifikan pada produktivitas pekerja dibanding dengan metode manual.



Gambar 8. Grafik Kapasitas Pencucian Peragian Mesin



Gambar 9. Grafik Kapasitas Pencucian Peragian Manual

3.5. Analisis Ergonomi

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan pada aktivitas pencucian dan peragian (Gambar 10) diperoleh skor REBA 11. Postur pekerja pada aktivitas pencucian dan peragian menunjukkan leher diberi nilai 2 karena posisi menunduk pada 24,5° kebawah, bagian tulang punggung diberi nilai 4 dilihat dari gerak yang membentuk 82,8° dan dalam posisi membungkuk kaki memperoleh nilai 3 di mana + 1 posisi kedua kaki lurus dan +2 akibat penekukan sudut yang dibentuk lutut 86,5°. Perhitungan beban dilakukan pada aktivitas penuangan kedelai dengan isian ember pada 7 Kg, aktivitas dilakukan dengan beban awal dan akhir dari bak penampung ke tempat bak cuci yang lebih rendah. Sehingga interpretasi nilai REBA yang diberikan 2, nilai +1 beban diantara range 5-10 Kg dengan +1 pemberian frekuensi gaya secara cepat 6 kali/menit. Penilaian kondisi lengan atas mendapat nilai lengan atas 5 dibentuk dari 66,9° bahu dengan nilai +3, kedua sisi kanan kiri bahu yang terangkat dan +1 menjauh dari tubuh. Lengan bawah dinilai 1 membentuk sudut 9,4° bergerak dari bawah ke permukaan ember, dan pergelangan tangan diberi nilai 3, nilai +2 diperoleh dari pekerja yang memerlukan pergelangan tangan yang membentuk sudut 20,3° untuk mengaduk dan meratakan ragi dengan kedelai, serta +1 penambahan posisi telapak tangan *twisting* didalam bak. Pekerjaan yang didapatkan nilai posturnya lebih dari 4, maka beresiko dan dapat menyebabkan ketidaknyamanan dalam melakukan pekerjaan. Oleh sebab itu, perlunya perbaikan dengan cara mengatur kerja atau menerapkan fasilitas kerja.



Gambar 10. Analisis Postur Tubuh Aktivitas Pencucian Peragian Manual

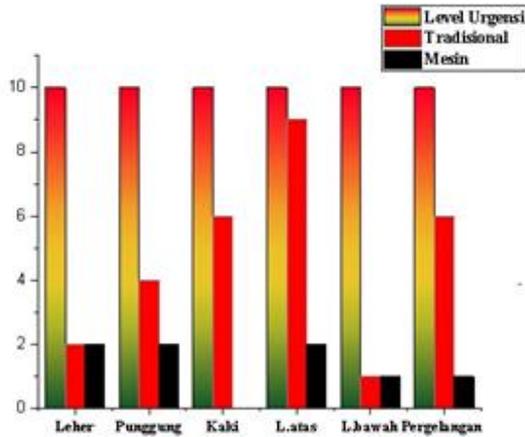
Setelah dilakukan perbaikan fasilitas dengan penerapan mesin pencuci peragi kedelai, diperoleh skor REBA sebesar 3 dengan level risiko 1 sangat rendah (Gambar 11). Hal-hal yang diubah untuk perbaikan aktivitas pencucian dan peragian cara manual yakni pada posisi leher yang lebih dari 20° menjadi di antara 0-20°, untuk mengurangi resiko cedera pada leher akibat terjadi ketegangan. Kemudian pada posisi tulang punggung yang awalnya membungkuk 86,5° diubah posisi kerjanya menjadi tegak alamiah. Kemiringan yang terbentuk pada badan terlihat pada 2,7° ke samping dimana posisi ini terhitung dapat mengurangi tingkat risiko cedera dan pegal pada pinggang aktivitas pencucian dan peragian. Pengurangan keluhan subjektivitas juga terlihat pada posisi kerja yang terbentuk oleh lengan atas dan bawah dari 66,9° dan 9,4° menjadi di antara 0-20°. Posisi kaki tertopang merata dan pegangan yang terlihat baik, genggamannya kuat. Serta pembebanan dinilai 0 karena operator cukup mengoperasikan alat tanpa terdapat aktivitas tambahan.



Gambar 11. Analisis Postur Tubuh Setelah Implementasi Mesin

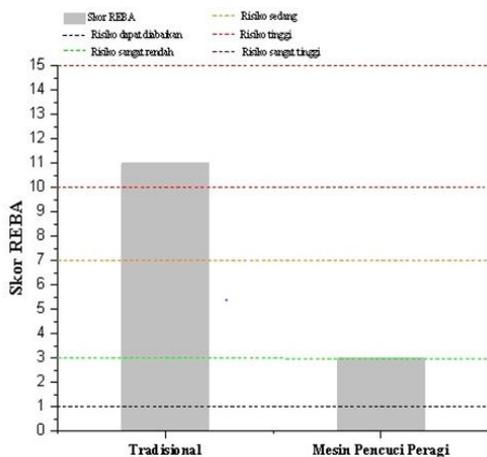
REBA atau Rapid Entire Body Assessment menggunakan proses sistematis untuk mengevaluasi

postur tubuh pekerja bagian atas dan bawah secara bersamaan dari posisi yang terjadi pada anggota tubuh serta akumulasi faktor lain terkait dengan tugas pekerja yang dianggap dapat menentukan nilai akhir seperti pembebanan, jenis pegangan dan aktivitas otot yang dilakukan (Jordan et al., 2023). Nilai skor REBA yang terkait dengan faktor postural dan evaluasi aktivitas manual tradisional dan penggunaan mesin ditunjukkan pada Gambar 12 dan Gambar 13.



Gambar 12. Distribusi Postur

Distribusi skor untuk faktor postural REBA berdasarkan level urgensi yang kemudian dibandingkan hasil pengkategorian dengan metode manual atau tradisional dan penggunaan mesin pencuci peragi kedelai (Gambar 12). Hasil menunjukkan bahwa metode manual atau tradisional memiliki distribusi postur yang dominan pada semua bagian tubuh (Leher, Punggung, kaki, Lengan atas, Lengan bawah, Pergelangan tangan) dibanding dengan mesin. Kolom warna latar belakang pada level urgensi bervariasi antara hijau (nilai skor minimum) dan merah (nilai skor maksimum). Evaluasi manual terutama yang ditampilkan pada kolom merah secara keseluruhan pekerjaan dengan metode manual atau tradisional cenderung memiliki risiko postur lebih tinggi. Kolom hitam menunjukkan distribusi postur yang lebih rendah setelah diterapkannya penggunaan mesin, mengindikasikan dampak ergonomi yang lebih minimal.



Gambar 13. Hasil Perhitungan REBA

Hasil perhitungan REBA untuk membandingkan aksesoris pada Gambar 10 dan Gambar 11. Kolom Abu menunjukkan skor REBA dengan metode yang diusulkan (Gambar 13). Lima garis putus horizontal menunjukkan tingkat risiko yang berbeda: risiko dapat diabaikan berwarna hitam, risiko sangat rendah berwarna hijau, risiko sedang berwarna oranye, risiko tinggi – sangat tinggi berwarna merah. Garis merujuk pada kolom tradisional menunjukkan tingkat risiko 4 yang berarti risiko sangat tinggi, menerapkan perubahan dengan jumlah skor REBA 11. Garis berwarna hijau merujuk pada kolom mesin pencuci peragi menunjukkan tingkat risiko 1 yang berarti sangat rendah dan urgensi mungkin diperlukan. Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan mesin secara signifikan mengurangi risiko ergonomi.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini mengungkap terdapat pemborosan (waste) pada operasi produksi di UD. Tempe 85 berdasarkan gabungan penilaian yang berpusat pada pekerja, terutama di stasiun pencucian dan peragian, lebih lanjut pekerja yang melakukan tugas di stasiun tersebut melaporkan prevalensi gejala muskuloskeletal yang tinggi. Prevalensi tertinggi di temukan di bagian kategori kaki, punggung, dan tangan.

Penilaian efektif penggunaan mesin pencuci peragi menunjukkan bahwa penggunaan mesin dengan agitator *helical ribbon* mengalami peningkatan kecepatan produksi secara signifikan hingga 6 kali lipat dan 4 kali lipat pada proses pencucian dan peragian serta pengurangan waktu produksi sebesar 370 menit, dengan kenyamanan penggunaan mesin pencuci peragi tergolong baik. Penilaian ergonomi posisi tubuh dalam melakukan pekerjaan tergolong dalam risiko 1 sangat rendah terkena cedera. Ergonomi ini dapat dilihat dari analisis REBA. Hasil yang diperoleh untuk penerapan mesin pencuci peragi kedelai yaitu skor REBA 3 yang tergolong aman digunakan operator. Sementara itu metode manual tradisional menggunakan fasilitas bak penampung dan tenaga manusia tergolong sangat tinggi dengan skor REBA 11.

Penelitian lebih lanjut, dapat membahas konsep detail *mapping* seluruh stasiun dimana setiap perubahan aktivitas kerja pada tiap stasiun mempengaruhi stasiun lain dapat lebih dispesifikasi kembali. Selain itu, perlu adanya mesin pematangan fermentasi yang terintegrasi dengan mesin pencuci peragi kedelai untuk menghasilkan tempe yang berkualitas setelah proses pencampuran ragi dengan *agitator helical ribbon*

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, I., Emra, D., Eko, D., & Prasetyo, A. (2020). Analisis Postur Kerja Operator Washing dengan Metode Nordic Body Map dan REBA pada PT. *Jurnal Inovisi*, 16(1), 7. <http://www.ejournal-unipra.com/index.php/jer/article/view/247>
- Amaliah, R., & Achiraeniwati, E. (2023). Perancangan Fasilitas Kerja Ergonomis Menggunakan Metode Antropometri pada Pekerja Pencucian Kedelai untuk Mengurangi Risiko Muskuloskeletal Disorders (MSDs) di Rumah Tempe Zanada. *Bandung Conference Series: Industrial Engineering Science*, 3(1), 233–242.

- <https://doi.org/10.29313/bcsies.v3i1.6501>
- Baharudin, I., Purwanto, A. J., & Fauzi, M. (2021). Analisis Pemborosan Menggunakan "9 Waste" Pada Proses Produksi Pt Abc. *Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan*, 8(1), 187–192. <https://doi.org/10.33197/jitter.vol8.iss1.2021.745>
- Dewi, N. F. (2020). Identifikasi Risiko Ergonomi dengan Metode Nordic Body Map Terhadap Perawat Poli RS X. *Jurnal Sosial Humaniora Terapan*, 2(2), 125-134. <https://scholarhub.ui.ac.id/jsht/vol2/iss2/15>
- Dwiyanto, A. S., & Rhohman, F. (2021, August). Rancang Bangun Mesin Pencampur Ampas Tahu dan Ragi Dengan Kapasitas 25 Kg. In *Prosiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi)* (Vol. 5, No. 3, pp. 319-324). <https://proceeding.unpkediri.ac.id/index.php/inotek/article/view/1127>
- Fatimah. (2012). Penentuan Tingkat Resiko Kerja Dengan Menggunakan Score Reba. *Industrial Engineering Journal Vo.1 No, 1(1)*, 25–29. <https://journal.unimal.ac.id/miej/article/view/132>
- Hidayati, F. W., Jhoansyah, D., Deni, R., & Danial, M. (2021). Jurnal Indonesia Sosial Sains. *Jurnal Indonesia Sosial Sains*, 2(2), 230–240. <https://doi.org/10.36418/jiss.v2i2.179>
- Hita-Gutiérrez, M., Gómez-Galán, M., Díaz-Pérez, M., & Callejón-Ferre, Á. J. (2020). An overview of reba method applications in the world. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(8). <https://doi.org/10.3390/ijerph17082635>
- Jordan, A. R., Wardani, P. S., Subagiada, K., Putri, D. R. P. S., & Natalisanto, A. I. (2023). Penilaian Tingkat Risiko Postur Kerja Menggunakan Metode REBA dan Biomekanika Pada Aktivitas Mengangkat Beban. *Progressive Physics Journal*, 4(1), 231. <https://doi.org/10.30872/ppj.v4i1.1021>
- Kulkarni, R. G. (2007). Going lean in the emergency department: A strategy for addressing emergency department overcrowding. *MedGenMed Medscape General Medicine*, 9(4). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2234328/>
- Nur Syahputra, M. A., Zakaria, M., & Erliana, C. I. (2023). Analisis Risiko Ergonomi Di Ud.Mawar Sari. *Industrial Engineering Journal*, 12(1), 58–70. <https://doi.org/10.53912/iej.v12i1.1102>
- Nurwahidah, A., & Samad, A. (2021). Identifikasi Waste Dengan Metode Lean Manufacturing Pada Proses Produksi di IKM Tempe XYZ. In *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri (SNTI)* (Vol. 8, No. 1, pp. 173-179). <https://journal.atim.ac.id/index.php/prosidin/g/article/view/210>
- Özkaya, K., Polat, O., & Kalinkara, V. (2018). Physical Workload Assessment of Furniture Industry Workers by Using Owas Method. *The Ergonomics Open Journal*, 11(1), 11–19. <https://doi.org/10.2174/1875934301811010011>
- Pratiwi, P. A., Widyaningrum, D., & Jufriyanto, M. (2021). Analisis Postur Kerja Menggunakan Metode Reba Untuk Mengurangi Risiko Musculoskeletal Disorder (MSDs). *Profisiensi: Jurnal Program Studi Teknik Industri*, 9(2), 205–214. <https://doi.org/10.33373/profis.v9i2.3415>
- Septiani, W., Garamba, N. F., & Adisuwiryo, S. (2022). Pendekatan Lean Ergonomic Untuk Perbaikan Metode Kerja Proses Wool Press. *Jurnal Penelitian Dan Karya Ilmiah Lembaga Penelitian Universitas Trisakti*, 7(2), 371–389. <https://doi.org/10.25105/pdk.v7i2.14272>
- Shabrina, E., & Agus Kusnayat, S. M. (2018). Designing Agitator for Soybean Peel Separator Machine To Decrease Cycle Time Using Reverse Engineering Approach. *EProceedings of Engineering*, 5(3), 6766–6773. <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/7897>
- Suhendar, A., Sinaga, A. B., Firmansyah, A., Supriyadi, S., & Kusmasari, W. (2023). Analisis Risiko Musculoskeletal Disorders (MSDs) pada Pekerjaan Pengangkutan Galon Air Mineral. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 9(1), 71–78. <https://doi.org/10.30656/intech.v9i1.5641>
- Tarigan, I. R., Tarigan, U., & Dalimunthe, A. (2023). *Alat Pencuci Kedelai untuk Mengurangi Kelelahan Kerja di Home Industry Tempe*. 5(1), 22–32. <https://doi.org/10.35308/baktiku.v5i1.5282>
- Wardjito, W. & Suyadi, S. (2013). Desain Rancangan Bangu Mesin Pemecah dan Pemisah Kulit Ari Kedelai dengan Kapasitas 60 Kg/Jam yang Terintegrasi dalam Satu Proses Kerja. *Jurnal Keilmuan Dan Terapan Teknik*, 02, 32–39. <https://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=1284330&val=17201&>
- Yosineba, T. P., Bahar, E., & Adnindya, M. R. (2020). Risiko ergonomi dan keluhan musculoskeletal disorders (MSDs) pada pengrajin tenun di Palembang. *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan: Publikasi Ilmiah Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya*, 7(1), 60-66. <https://doi.org/10.32539/JKK.V7i1.10699>