Perancangan Alat Pengupas Sabut Kelapa Berbasis *Ergonomic Function Deployment* (EFD) Untuk Meminimalkan Risiko *Musculoskeletal Disorders* (MSDS)

1st Salma Aqila Hedari
Program Studi Teknik Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
salmaaqilahdr@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Agus Kusnayat
Program Studi Teknik Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
guskus@telkomuniversity.ac.id

3rd Yusuf Nugroho Doyo Yekti
Program Studi Teknik Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
doyoyekti@telkomuniversity.ac.id

Abstrak*— Proses pengupasan sabut kelapa secara manual yang umum dilakukan saat ini memiliki risiko ergonomi yang tinggi. Studi lapangan di Pasar Induk Gedebage menunjukkan operator bekerja dengan postur membungkuk dan gerakan repetitif selama 14 jam per hari. Berdasarkan pengukuran awal menggunakan Rapid Entire Body Assessment (REBA) dan Rapid Upper Limb Assessment (RULA), diperoleh skor risiko sangat tinggi yang memerlukan perbaikan segera. Penelitian ini bertujuan merancang alat pengupas sabut kelapa yang ergonomis menggunakan metode Ergonomic Function Deployment (EFD) untuk menerjemahkan kebutuhan pengguna ke dalam spesifikasi teknis. Hasil penelitian berupa rancangan alat dengan fitur tuas bi-manual (dua tangan) dengan rasio mekanis 1:4 dan ketinggian landasan yang disesuaikan dengan antropometri tubuh operator (100-110 cm). Hasil validasi menunjukkan penurunan risiko ergonomi yang signifikan, di mana skor REBA turun dari 11 menjadi 3 dan skor RULA turun dari 7 menjadi 4. Implementasi rancangan ini terbukti menciptakan postur kerja yang lebih tegak dan aman bagi pekerja.

***Kata kunci*— Alat Pengupas Kelapa, Ergonomi, Ergonomic Function Deployment (EFD), REBA, RULA.**

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu produsen kelapa terbesar di dunia, dengan Jawa Barat sebagai salah satu provinsi penghasil utama yang memiliki produksi stabil di kisaran 86-89 ribu ton per tahun [1]. Namun, dalam rantai pengolahan pasca panen, khususnya pengupasan sabut kelapa di tingkat pengepul dan pasar tradisional, proses pengerjaan masih didominasi oleh metode manual.

Berdasarkan observasi di Pasar Induk Gedebage, operator pengupas kelapa bekerja dengan durasi panjang mencapai 14 jam per hari menggunakan alat sederhana berupa besi pipih vertikal. Alat eksisting ini memiliki ketinggian hanya ±70 cm, yang memaksa operator melakukan fleksi punggung (membungkuk) sekitar 45° dan fleksi leher 30° secara berulang. Selain itu, metode kerja yang mengandalkan tarikan paksa dengan satu tangan menyebabkan pembebanan asimetris pada otot bahu dan lengan.

Kondisi kerja yang tidak alamiah ini memicu risiko *Musculoskeletal Disorders* (MSDs). Keluhan fisik yang tidak ditangani dapat menurunkan produktivitas dan menyebabkan cedera permanen. Oleh karena itu, diperlukan intervensi ergonomi melalui perancangan ulang alat kerja. Penelitian ini bertujuan mengembangkan alat pengupas sabut kelapa menggunakan pendekatan *Ergonomic Function Deployment* (EFD) untuk memastikan alat yang dirancang sesuai dengan kebutuhan fisik dan keinginan pengguna, serta efektif menurunkan tingkat risiko ergonomi.

II. KAJIAN TEORI

A. Ergonomi dan MSDs

Ergonomi adalah ilmu yang mempelajari interaksi antara manusia dan elemen sistem lain untuk mengoptimalkan kesejahteraan manusia dan kinerja sistem [2]. Dalam pekerjaan manual, prinsip ergonomi menekankan pentingnya mempertahankan postur netral. Musculoskeletal Disorders (MSDs) adalah gangguan pada otot rangka yang disebabkan oleh paparan faktor risiko seperti postur janggal, repetisi, dan pengerahan tenaga berlebih [3].

B. Rapid Entire Body Assessment (REBA) & Rapid Upper Limb Assessment (RULA)

REBA adalah metode penilaian postur untuk seluruh tubuh yang sensitif terhadap perubahan posisi mendadak dan beban statis [4]. Sedangkan RULA difokuskan pada penilaian beban tubuh bagian atas (lengan, pergelangan, leher) [5]. Kedua metode ini digunakan untuk mengukur tingkat risiko ergonomi sebelum dan sesudah perancangan.

C. Ergonomic Function Deployment (EFD)

EFD merupakan pengembangan dari Quality Function Deployment (QFD) yang mengintegrasikan aspek ergonomi ke dalam perancangan produk. EFD menerjemahkan suara konsumen (Voice of Customer) dan kebutuhan ergonomi menjadi karakteristik teknis desain, memastikan produk tidak hanya fungsional tetapi juga nyaman dan aman [6].

III. METODE

Penelitian ini dilakukan di Pasar Induk Gedebage dengan subjek penelitian tiga orang operator pengupas kelapa. Tahapan penelitian meliputi:

1. Pengumpulan Data Awal: Menggunakan kuesioner *Nordic Body Map* (NBM) untuk memetakan keluhan rasa sakit, serta dokumentasi postur kerja untuk perhitungan skor REBA dan RULA eksisting.

2. Identifikasi Kebutuhan (EFD): Melakukan wawancara untuk mendapatkan *Voice of Customer* (VoC) yang kemudian diterjemahkan menjadi *Need Statement* berdasarkan prinsip ENASE (Efektif, Nyaman, Aman, Sehat, Efisien).

3. Pengolahan Data: Menyusun *House of Ergonomics* (HoE) untuk menentukan prioritas respon teknis, dilanjutkan dengan pengembangan konsep (Morfologi Desain), seleksi konsep, dan penetapan spesifikasi akhir.

4. Validasi: Membandingkan prediksi skor REBA dan RULA pada desain usulan dengan kondisi awal.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Kondisi Awal

Berdasarkan kuesioner NBM, seluruh operator (100%) mengalami keluhan kategori "Sakit" hingga "Sangat Sakit" pada bagian punggung, pinggang, bahu kanan, dan lengan. Hal ini dikonfirmasi oleh analisis postur:

- REBA Eksisting: Skor 11 (Level Risiko Sangat Tinggi/Very High Risk). Penyebab utama adalah postur membungkuk >20° dan beban kaki yang tidak stabil.
- RULA Eksisting: Skor 7 (Level Risiko Sangat Tinggi). Penyebab utama adalah beban repetitif dan gaya hentakan (shock force) pada lengan atas.

B. Penerapan Ergonomic Function Deployment (EFD)

Dari wawancara pengguna, didapatkan atribut kebutuhan utama: alat harus mampu meringankan beban tarik, memungkinkan postur tegak, dan aman dari risiko tertusuk pisau. Melalui matriks *House of Ergonomics*, diperoleh dua respon teknis prioritas utama:

1. Tinggi Landasan Kerja: Target 100-110 cm (sesuai antropometri tinggi siku berdiri persentil 50).
2. Mekanisme Pengungkit: Penggunaan sistem tuas untuk meminimalkan tenaga otot.

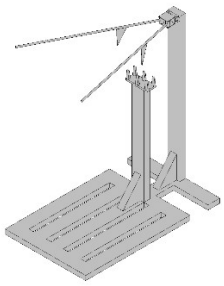
C. Pengembangan dan Seleksi Konsep

Tiga konsep dikembangkan melalui peta morfologi.

- *Konsep A:* Tuas tunggal, besi siku (fokus biaya murah).
- *Konsep B:* Tuas *bi-manual* (dua tangan), rangka *hollow* galvanis, desain *Safe Reach*.
- *Konsep C:* Sistem pedal kaki dan sensor otomatis (fokus teknologi).

Berdasarkan *Concept Scoring*, Konsep B terpilih sebagai rancangan terbaik karena unggul dalam aspek ergonomi (keseimbangan beban tubuh) dan keamanan, meskipun biaya sedikit lebih tinggi dari konsep A.

D. Spesifikasi Rancangan Akhir



GAMBAR 1
ALAT USULAN

Alat usulan memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- Dimensi: Tinggi total 140 cm, tinggi landasan kerja 100 cm.
- Material: Besi Hollow Galvanis 4x4 cm (kokoh dan tahan karat).
- Mekanisme: Tuas Bi-manual dengan rasio keuntungan mekanis 1:4. Operator menekan tuas ke bawah menggunakan berat badan, bukan menarik paksa.
- Fitur Keamanan: Safe Reach Design (panjang lengan tuas 80 cm) menjauhkan tangan operator dari mata pisau tanpa memerlukan penutup pisau manual yang menghambat kerja.

E. Validasi Perancangan

Evaluasi postur kerja pada rancangan usulan menunjukkan perbaikan signifikan:

1. Skor REBA: Turun dari 11 menjadi 3 (Risiko Rendah). Postur membungkuk hilang karena ketinggian alat disesuaikan dengan tinggi siku.
2. Skor RULA: Turun dari 7 menjadi 4 (Risiko Sedang/Aman). Beban pada bahu berkurang karena mekanisme tuas ganda membagi beban ke dua tangan dan memanfaatkan gravitasi.

V. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang alat pengupas sabut kelapa yang ergonomis menggunakan metode EFD. Alat yang dihasilkan memiliki fitur tuas *bi-manual* dan ketinggian yang sesuai antropometri tubuh (100 cm). Implementasi rancangan ini terbukti menurunkan tingkat risiko ergonomi secara signifikan, ditandai dengan penurunan skor REBA dari 11 (Sangat Tinggi) menjadi 3 (Aman) dan RULA dari 7 menjadi 4. Alat ini menjawab kebutuhan operator akan kenyamanan, keamanan, dan kesehatan kerja jangka panjang.

REFERENSI

[1] Badan Pusat Statistik, "Produksi Tanaman Perkebunan," BPS Indonesia, 2025.
[2] IEA, "Definition of Ergonomics," International Ergonomics Association, 2021.
[3] K. A. Akbar et al., "Work-Related Musculoskeletal Disorders Among Farmers in the Southeast Asia Region," *Safety and Health at Work*, vol. 14, no. 3, pp. 243-249, 2023.

[4] S. Hignett and L. McAtamney, "Rapid Entire Body Assessment (REBA)," *Applied Ergonomics*, vol. 31, pp. 201-205, 2000.
[5] L. McAtamney and E. N. Corlett, "RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders," *Applied Ergonomics*, vol. 24, no. 2, pp. 91-99, 1993.
[6] M. Nagamachi, "Requisites and practices of participatory ergonomics," *International Journal of Industrial Ergonomics*, 1995. [7] Tarwaka, *Ergonomi Industri: Dasar-Dasar Pengetahuan Ergonomi dan Aplikasi di Tempat Kerja*. Surakarta: Harapan Press, 2015.