Perancangan Mesin Pencabut Bulu Ayam Untuk Rumah Potong Menggunakan Metode *Ergonomic Function Deployment* (EFD)

1st Muhammad Najib Ramadhani
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
najibramadhani@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Dr Agus Kusnayat
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
guskus@telkomuniversity.ac.id

3rd Sheila Amalia Salma
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
sheilaamalias@telkomuniversity.ac.id

***Abstrak* — Meningkatnya konsumsi daging ayam menuntut proses pencabutan bulu yang lebih efisien, aman, dan ergonomis, khususnya pada UMKM rumah potong ayam yang masih mengandalkan metode manual. Proses pencabutan bulu secara manual umumnya dilakukan dengan postur membungkuk dan jongkok dalam durasi yang lama, sehingga berpotensi menimbulkan keluhan musculoskeletal disorders (MSDs) serta menurunkan produktivitas kerja. Penelitian ini bertujuan untuk merancang mesin pencabut bulu ayam yang ergonomis dengan menggunakan metode Ergonomic Function Deployment (EFD). Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung, wawancara, penyebaran kuesioner Nordic Body Map (NBM), serta analisis postur kerja menggunakan metode Rapid Entire Body Assessment (REBA). Kebutuhan dan keluhan pekerja diterjemahkan ke dalam spesifikasi teknis melalui penyusunan House of Ergonomics (HoE) dan proses pemilihan konsep desain. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan mesin usulan mampu menurunkan skor REBA dari 9 menjadi 3, yang berarti terjadi penurunan risiko kerja sebesar 66,7%. Selain itu, produktivitas meningkat karena mesin mampu memproses 3–5 ekor ayam dalam waktu 40–60 detik, dibandingkan metode manual yang hanya mampu memproses 1 ekor ayam dalam 60–120 detik. Dengan demikian, mesin usulan terbukti dapat meningkatkan keselamatan, kenyamanan, dan efisiensi kerja pada UMKM rumah potong ayam.**

Kata kunci: *Ergonomic Function Deployment*, mesin pencabut bulu ayam, ergonomi, REBA.

I. PENDAHULUAN

Ayam merupakan salah satu sumber pangan penting yang berperan dalam kehidupan sosial dan ekonomi masyarakat serta memiliki prospek usaha yang baik. Meningkatnya konsumsi daging ayam di Indonesia dipengaruhi oleh rasanya yang digemari, kandungan gizinya yang baik, kemudahan pengolahan, serta harganya yang relatif terjangkau[1]. Kondisi ini mendorong meningkatnya permintaan pasar terhadap daging ayam dan berkembangnya usaha pengolahan ayam skala kecil dan menengah.



GAMBAR 1
Grafik Rata - Rata Konsumsi Ayam per Kapita Seminggu

Seiring meningkatnya konsumsi daging ayam, kebutuhan akan produk ayam yang bermutu dan siap konsumsi juga semakin besar. Hal ini menuntut proses pengolahan yang efisien, higienis, dan mampu memenuhi permintaan pasar secara berkelanjutan, khususnya pada tahapan pasca penyembelihan yang berperan penting dalam menjaga mutu dan keamanan produk sebelum didistribusikan.

Berdasarkan hasil observasi, proses pencabutan bulu ayam diawali dengan perendaman ayam yang telah disembelih ke dalam air panas bersuhu sekitar 50–60°C selama 30–60 detik agar bulu lebih mudah dilepaskan. Seluruh proses pencabutan ini memerlukan waktu sekitar 60–120 detik per ekor, sebelum dilanjutkan ke tahap pemotongan dan pembelahan ayam.

Proses pencabutan bulu ayam masih menghadapi kendala karena belum adanya alat bantu khusus, sehingga pekerjaan dilakukan secara manual tanpa mesin. Kondisi ini menyebabkan efisiensi rendah, kebersihan kurang optimal, serta menimbulkan beban fisik tinggi akibat gerakan berulang dan postur kerja yang tidak ergonomis

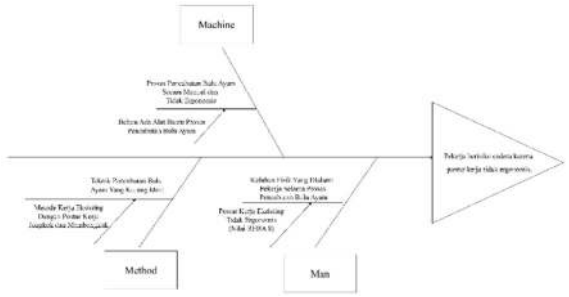


GAMBAR 2
Proses Pencabutan Bulu Ayam

Proses pencabutan bulu ayam yang dilakukan secara manual membuat pekerja bekerja dalam postur membungkuk dan jongkok secara statis dalam waktu lama, sehingga berpotensi menimbulkan kelelahan otot, ketegangan pada punggung, bahu, dan tangan, serta meningkatkan risiko gangguan Musculoskeletal Disorders (MSDs). Hasil analisis menggunakan metode Rapid Entire Body Assessment (REBA) menunjukkan skor sebesar 9, yang termasuk dalam kategori risiko tinggi dan memerlukan perbaikan segera. Kondisi ini terutama disebabkan oleh postur kerja yang tidak ergonomis dan aktivitas yang berulang, sehingga diperlukan perancangan alat bantu yang lebih ergonomis untuk memperbaiki posisi kerja, meningkatkan keselamatan, dan mengurangi beban fisik pekerja selama proses pencabutan bulu ayam.

Penelitian ini menggunakan metode Ergonomic Function Deployment (EFD) untuk merancang alat pencabut bulu ayam yang ergonomis berdasarkan prinsip EASNE (efektif, aman, sehat, nyaman, dan efisien). Metode ini digunakan untuk memastikan bahwa desain alat sesuai dengan kebutuhan fisik dan kemampuan pengguna sehingga dapat meningkatkan kenyamanan, efisiensi kerja, serta mengurangi risiko cedera. EFD merupakan pengembangan dari Quality Function Deployment (QFD) yang mengintegrasikan kebutuhan pengguna dengan aspek ergonomi melalui matriks House of Ergonomics (HoE), sehingga proses perancangan dapat dilakukan secara sistematis dan mudah dievaluasi [2].

Akar penyebab masalah postur kerja dianalisis menggunakan diagram fishbone untuk mengidentifikasi faktor manusia, metode, dan mesin yang memicu tingginya risiko MSDs. Hasil analisis ini menjadi dasar perancangan alat bantu pencabut bulu ayam yang lebih ergonomis, aman, dan nyaman bagi pekerja.



GAMBAR 3
Diagram Fishbone

Berdasarkan analisis diagram fishbone pada gambar 3, kebutuhan perancangan alat bantu pencabutan bulu ayam didasarkan pada tiga aspek yaitu manusia, mesin, dan metode. Dari segi aspek manusia, permasalahan pada keluhan terhadap kondisi fisik akibat posisi kerja yang kurang ergonomis diatasi dengan merancang alat bantu pencabut bulu ayam yang ergonomis. Pada aspek mesin, permasalahannya masih menggunakan proses pencabutan secara manual yang akan diatasi dengan mengembangkan mesin yang lebih sesuai dengan kebutuhan dan memberikan kenyamanan bagi pekerja. Pada aspek metode, permasalahan pada teknik yang kurang ideal yang akan diatasi dengan solusi mengembangkan metode yang lebih ideal dan efisien dengan dukungan alat bantu pencabutan bulu ayam yang ergonomis.

II. Landasan Teori

A. Pengembangan Produk

Pengembangan produk adalah rangkaian kegiatan yang dimulai dari identifikasi peluang pasar hingga tahap produksi, penjualan, dan pengiriman produk kepada konsumen. Proses ini melibatkan berbagai departemen dalam perusahaan, seperti pemasaran, desain, dan manufaktur, karena keberhasilan produk tidak hanya bergantung pada ide dan desain saja, tetapi juga pada kemampuan untuk memproduksi dan memasarkan secara efisien. pengembangan produk adalah upaya terpadu yang menggabungkan berbagai fungsi agar produk yang dihasilkan memenuhi kebutuhan pelanggan sekaligus memberikan manfaat bagi perusahaan [3].

B. Ergonomi

Ergonomi merupakan ilmu multidisipliner yang bertujuan untuk mengoptimalkan interaksi antara manusia dan pekerjaannya dengan menyesuaikan alat, metode, dan lingkungan kerja agar menjadi sehat, aman, nyaman, dan efisien. Fokus utama ergonomi adalah manusia, dengan memperhatikan keterbatasan dan kemampuannya, sehingga dapat mencegah cedera serta meningkatkan produktivitas, efisiensi, dan kenyamanan. Penerapan ergonomi meliputi desain peralatan, penyesuaian tugas sesuai kondisi fisik, serta pengaturan lingkungan kerja seperti suhu, pencahayaan, dan kelembaban agar sejalan dengan kebutuhan manusia dan mengurangi tekanan kerja [4].

C. Antropometri

Antropometri merupakan ilmu yang mempelajari ukuran dan dimensi tubuh manusia, seperti tinggi dan lebar, yang berbeda pada setiap individu. Data ini digunakan sebagai dasar perancangan produk agar ukuran dan bentuknya sesuai dengan tubuh pengguna sehingga dapat digunakan secara nyaman dan efektif [5].

D. Ergonomic Function Deployment

Ergonomic Function Deployment (EFD) merupakan metode pengembangan dari Quality Function Deployment (QFD) yang mengintegrasikan kebutuhan pengguna dengan aspek ergonomi melalui matriks. Metode ini digunakan untuk memastikan bahwa rancangan produk memenuhi prinsip ergonomi serta dapat dievaluasi dan disempurnakan secara sistematis [6].

E. Rapid Entire Body Assessment (REBA)

Rapid Entire Body Assessment (REBA) adalah metode ergonomi untuk mengevaluasi postur kerja dengan menilai posisi bagian tubuh, beban, dan jenis aktivitas yang dilakukan. Metode ini menghasilkan skor risiko yang digunakan untuk menentukan tingkat bahaya serta kebutuhan perbaikan postur kerja [7].

F. Nordic Body Map (NBM)

Nordic Body Map (NBM) merupakan metode kuesioner untuk mengidentifikasi keluhan otot dan sendi yang dirasakan pekerja pada berbagai bagian tubuh. Data ini digunakan untuk mengetahui area tubuh yang paling bermasalah dan menjadi dasar dalam perbaikan kondisi kerja [8].

G. Mesin Pencabut Bulu Ayam

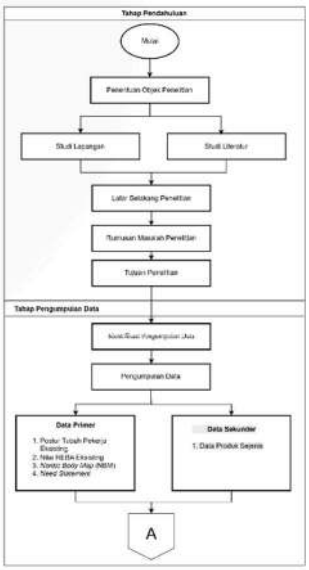
Mesin pencabut bulu ayam merupakan alat untuk melepaskan bulu unggas secara lebih cepat dan efisien, sehingga mempermudah pekerjaan pada usaha pemotongan ayam. Alat ini dapat digunakan untuk berbagai jenis unggas dan menggantikan proses manual yang lambat, sehingga meningkatkan produktivitas, kebersihan, dan kualitas hasil akhir [9].

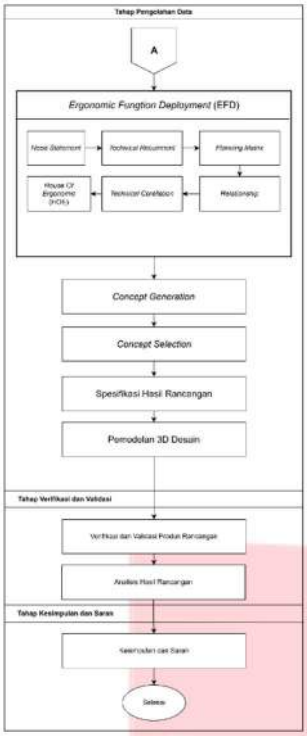
H. Proses Pencabutan Bulu Ayam

Pencabutan bulu merupakan salah satu tahap penting dalam pengolahan ayam dan masih sering dilakukan secara manual, sehingga kurang efisien dan berisiko cedera. Umumnya, ayam direndam dalam air panas bersuhu 60–68°C selama 45–50 detik sebelum proses pencabutan dilakukan [10].

III. Metode

Metode perancangan merupakan alur kerja terstruktur yang digunakan untuk memastikan penelitian berjalan efektif dan terarah. Proses ini dimulai dari identifikasi masalah, dilanjutkan dengan pengumpulan dan analisis data, hingga tahap evaluasi untuk menghasilkan solusi yang tepat dan efisien. Diagram sistematika perancangan penelitian ditunjukkan pada gambar berikut.





GAMBAR 4
Diagram sistematika perancangan penelitian

Tahap pendahuluan merupakan langkah awal penelitian yang dilakukan melalui studi literatur dan observasi lapangan untuk mengidentifikasi objek dan permasalahan. Data yang diperoleh dari observasi dan wawancara digunakan sebagai dasar perumusan masalah dan penetapan tujuan penelitian.Tahap ini bertujuan untuk mengumpulkan data yang relevan. Proses dimulai dengan mengidentifikasi kebutuhan data untuk menentukan informasi apa yang diperlukan. Setelah kebutuhan data ditetapkan informasi tersebut dikumpulkan dari dua sumber utama yaitu data primer yang diperoleh langsung dari sumber asli melalui wawancara, survei, atau observasi, dan data sekunder, yang diambil dari sumber lain seperti laporan, buku, atau artikel

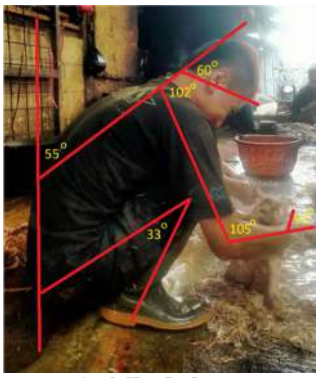
Pada tahap pengolahan data, menggunakan metode Ergonomic Function Deployment (EFD) sebagai pendekatan utama dalam merancang mesin pencabut bulu ayam. Proses diawali dengan mengidentifikasi kebutuhan pengguna melalui observasi dan wawancara, kemudian diterjemahkan ke dalam karakteristik teknis yang memperhatikan aspek kenyamanan, keamanan, dan efisiensi. Hubungan antara kebutuhan dan respons teknis dianalisis menggunakan House of Ergonomics (HoE) untuk memastikan desain yang dihasilkan sesuai dengan prinsip ergonomi. Selanjutnya dilakukan concept generation untuk menyusun berbagai alternatif desain berdasarkan need statement dan target spesifikasi, diikuti concept selection untuk memilih konsep terbaik. Tahap akhir meliputi penentuan spesifikasi final serta pembuatan model 3D menggunakan Autodesk Inventor sebagai visualisasi rancangan mesin pencabut bulu ayam.

Tahap verifikasi dilakukan untuk memastikan rancangan mesin sesuai dengan kebutuhan dan spesifikasi yang ditetapkan. Selanjutnya, validasi dilakukan melalui simulasi dan evaluasi kinerja mesin dengan membandingkan skor REBA sebelum dan sesudah penggunaan untuk menilai penurunan risiko ergonomi. Tahap akhir adalah penyusunan kesimpulan dan saran berdasarkan hasil penelitian.

IV. Hasil dan Pembahasan

A. Pengumpulan Data

1. Perhitungan Skor REBA Eksisting



GAMBAR 5
Postur tubuh eksisting

Hasil analisis REBA pada Gambar 5 menunjukkan skor **9** yang termasuk kategori risiko tinggi, sehingga postur kerja pencabutan bulu ayam berpotensi menimbulkan cedera jika dilakukan terus-menerus. Kondisi ini menegaskan perlunya perbaikan postur melalui perancangan alat bantu ergonomis untuk menurunkan risiko dan meningkatkan efisiensi kerja.

2. Need Statement

Need statement merupakan pernyataan kebutuhan produk yang disusun berdasarkan hasil analisis customer statement. Proses ini bertujuan untuk menggali dan merumuskan keinginan serta kebutuhan dasar pengguna yang paling penting terhadap alat yang dirancang.

TABEL 1
Need Statement

No.	*Need Statement*
1.	Alat bantu harus mampu mempercepat proses pencabutan bulu ayam.
2.	Alat bantu harus stabil, kuat, dan mudah saat digunakan.
3.	Alat bantu harus dapat mengurangi beban kerja fisik.
4.	Alat bantu harus mendukung postur kerja yang lebih baik sehingga pekerja tidak perlu banyak menunduk atau jongkok.
5.	Alat bantu harus mudah dibersihkan dan menjaga kebersihan area kerja.
6.	Alat bantu harus memiliki mekanisme kerja yang sederhana dan mudah dioperasikan.
7.	Alat bantu harus aman digunakan dan meminimalkan risiko cedera.
8.	Alat bantu harus tahan lama dan kuat.
9.	Alat bantu harus efisien dan dapat mengurangi gerakan berulang

A. Ergonomic Function Deployment (EFD)

1. Customer Attribute

Pada tahap awal EFD, kebutuhan dan keinginan pengguna yang diperoleh dari customer attributes dan need statement diterjemahkan ke dalam lima aspek ENASE (efektif, nyaman, aman, sehat, dan efisien) agar dapat dianalisis secara ergonomis. Pendekatan ini memastikan bahwa setiap keputusan desain tidak hanya memenuhi fungsi alat, tetapi juga meningkatkan kenyamanan, keselamatan, kesehatan, dan produktivitas kerja pengguna.

TABEL 2
Customer attribute

No	Aspek Ergonomi	*Need Statement*	Deskripsi	Kode
1	Efektif	Alat bantu harus mampu mempercepat proses pencabutan bulu ayam	Alat harus memiliki mekanisme untuk mempercepat proses pencabutan bulu ayam.	V1

		Alat bantu harus mudah dibersihkan dan menjaga kebersihan area kerja.	Alat harus dirancang dengan desain yang mudah dibersihkan.	V2
		Alat bantu harus memiliki mekanisme kerja yang sederhana dan mudah dioperasikan.	Alat harus mudah dioperasikan dan mudah dipahami pekerja.	V3
2	Nyaman	Alat bantu harus stabil, kuat, dan mudah digunakan.	Alat harus stabil agar nyaman dan mudah dikendalikan oleh pekerja.	V4
		Alat bantu harus dapat mengurangi beban kerja fisik.	Alat harus dirancang agar mengurangi beban pada otot tangan, bahu, dan lengan guna mencegah kelelahan.	V5
3	Aman	Alat bantu harus aman digunakan dan meminimalkan risiko cedera.	Alat harus dirancang dengan menutup rapat semua bagian bergerak agar tangan operator aman dari cedera.	V6
4	Sehat	Alat bantu harus mendukung postur kerja yang lebih baik	Alat dirancang dengan menyesuaikan dengan tinggi operator agar postur kerja ergonomis.	V7
		Alat bantu harus tahan lama dan kuat.	Material harus tahan korosi dan kuat untuk menjamin kesehatan kerja dan alat.	V8
5	Efisien	Alat bantu harus efisien dan dapat mengurangi gerakan berulang.	Mekanisme alat harus mengurangi gerakan berulang untuk mempercepat proses dan mengurangi beban otot.	V9

2. Technical Response

Tahap berikutnya dalam metode Ergonomic Function Deployment (EFD) adalah menyusun technical response, yaitu menerjemahkan setiap need statement menjadi spesifikasi teknis yang menggambarkan fitur dan karakteristik desain alat pencabut bulu ayam.

TABEL 3
Technical Response

No	*Need Statement*	*Technical Response*	Satuan
1	Alat bantu harus mampu mempercepat proses pencabutan bulu ayam	Kecepatan putaran drum pencabut bulu ayam	*Rpm*
2	Alat bantu harus mudah dibersihkan dan menjaga kebersihan area kerja.	Sistem pembersihan yang praktis	*Binary*
3	Alat bantu harus memiliki mekanisme kerja yang sederhana dan mudah dioperasikan.	Kesederhanaan mekanisme operasional alat	*Binary*
4	Alat bantu harus stabil, kuat, dan mudah digunakan.	Kestabilan alat saat digunakan	*Binary*
5	Alat bantu harus dapat mengurangi beban kerja fisik.	Skor REBA	Skor
6	Alat bantu harus aman digunakan dan meminimalkan risiko cedera.	Keamanan alat bantu saat digunakan	*Binary*
7	Alat bantu harus mendukung postur kerja yang lebih baik	Tinggi mesin yang ergonomis	Cm
8	Alat bantu harus tahan lama dan kuat.	Ketahanan material alat bantu.	*Binary*
9	Alat bantu harus efisien dan dapat mengurangi gerakan berulang.	Waktu siklus proses pencabutan bulu ayam	Detik

3. Target Specification

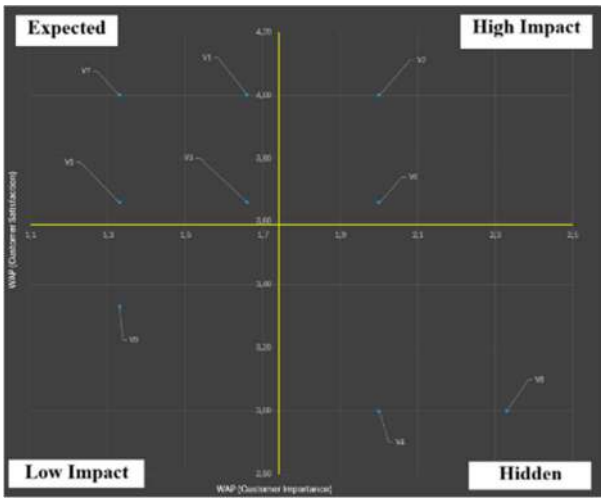
Tahap selanjutnya dalam metode *Ergonomic Function Deployment* (EFD) adalah tahap *target specification*. Tahap target specification dalam metode EFD merupakan proses penetapan spesifikasi alat pencabut bulu ayam berdasarkan kebutuhan teknis yang telah ditentukan.

TABEL 4
Target spesification

No	*Technical Response*	Nilai Target	Satuan	Referensi
1.	Kecepatan putaran drum pencabut bulu ayam	200-400	*Rpm*	(Adetola, 2025)
2.	Sistem pembersih yang praktis	Ya/Tidak	*Binary*	(Adetola, 2025)
3.	Kesederhanaan mekanisme operasional alat	Ya/Tidak	*Binary*	(Ulrich et al., 2020)
4.	Kestabilan alat saat digunakan	Ya/Tidak	*Binary*	(Defrian et al., 2024)
5.	Skor REBA	< 5	*Skor*	REBA *Assessment Worksheet*
6.	Keamanan alat bantu saat digunakan	Ya/Tidak	*Binary*	(Apriansyah, 2025)
7.	Tinggi mesin yang ergonomis	70-90	Cm	Data Antropometri
8.	Ketahanan material alat bantu.	Ya/Tidak	*Binary*	(Rossi et al., 2024)
9.	Waktu siklus proses pencabutan bulu ayam	120-180	Detik	(Defrian et al., 2024)

4. Klein Grid Matrix dan Planning Matrix

Langkah awal penyusunan Klein Grid Matrix adalah menetapkan bobot kepentingan dan kepuasan dari kuesioner pekerja, lalu menghitung nilai WAP untuk menentukan garis tengah pada sumbu X dan Y. Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh titik potong (intersection point) pada sumbu X sebesar 1,74 dan pada sumbu Y sebesar 3,59. Nilai titik potong ini selanjutnya dijadikan acuan dalam penyusunan Klein Grid Matrix.



GAMBAR 6
Klein grid matrix

Tahap planning matrix berfungsi untuk mengumpulkan data kuantitatif setiap kebutuhan pelanggan guna menentukan prioritas utama dalam perancangan produk atau layanan.

No.	Need Statement	Matriks Klein Grid	Customer Satisfaction Performance	Importance to Customer	Goal	Improvement Ratio	Sales Point	Raw Weight	Normalized Raw Weight
1	Alat bantu harus mampu mempercepat proses pencabutan bulu ayam	EXP	1,66	4,00	2,83	1,70	1,5	10,23	0,15
2	Alat bantu harus mudah dibersihkan dan menjaga kebersihan area kerja.	HIM	2,00	4,00	3,00	1,50	1,2	7,20	0,11
3	Alat bantu harus memiliki mekanisme kerja yang sederhana dan mudah dioperasikan.	EXP	1,66	3,66	2,66	1,60	1,2	7,04	0,11
4	Alat bantu harus stabil, kuat, dan mudah digunakan.	HID	2,00	3,00	2,50	1,25	1,0	3,75	0,06
5	Alat bantu harus dapat mengurangi beban kerja fisik.	EXP	1,33	3,66	2,50	1,88	1,5	10,30	0,16
6	Alat bantu harus aman digunakan dan meminimalkan risiko cedera.	HIM	2,00	3,66	2,83	1,42	1,0	5,18	0,08
7	Alat bantu harus mendukung postur kerja yang lebih baik.	EXP	1,33	4,00	2,67	2,00	1,5	12,02	0,18
8	Alat bantu harus tahan lama dan kuat.	HID	2,33	3,00	2,67	1,14	1,0	3,43	0,05
9	Alat bantu harus efisien dan dapat mengurangi gerakan berulang.	LIM	1,33	3,33	2,33	1,75	1,2	7,00	0,11

GAMBAR 7
Planning matrix

5. Relationship of Need Statement and Technical Response

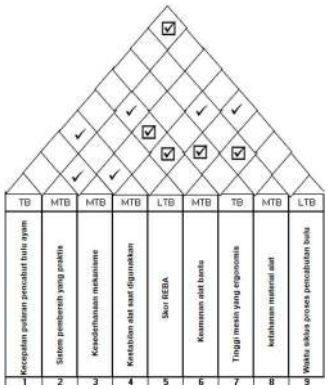
Pada tahap ini ditentukan tingkat hubungan antara need statement dan technical response untuk mengetahui kontribusi masing-masing aspek teknis. Hasilnya digunakan sebagai dasar penentuan prioritas desain, dengan hubungan dinyatakan melalui simbol dan bobot nilai tertentu.

No	Metric / Need Statement	Kecepatan putaran pencabut bulu ayam	Sistem pembersih yang praktis	Kesederhanaan mekanisme	Kestabilan alat saat digunakan	Skor REBA	Keamanan alat bantu	Tinggi mesin yang ergonomis	ketahanan material alat	Waktu siklus proses pencabutan bulu
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Alat bantu harus mampu mempercepat proses pencabutan bulu ayam	◎	○	○						●
2	Alat bantu harus mudah dibersihkan dan menjaga kebersihan area kerja		◎				○		○	
3	Alat bantu harus memiliki mekanisme kerja yang sederhana dan mudah dioperasikan			◎	○		○			
4	Alat bantu harus stabil, kuat, dan mudah digunakan			○	◎		●		●	
5	Alat bantu harus dapat mengurangi beban kerja fisik					◎		●		○
6	Alat bantu harus aman digunakan dan meminimalkan risiko cedera			○	●		◎			
7	Alat bantu harus mendukung postur kerja yang lebih baik				○			◎		
8	Alat bantu harus tahan lama dan kuat.				●				◎	
9	Alat bantu harus efisien dan dapat mengurangi gerakan berulang	●		○		○				◎

GAMBAR 8
correlation need statement between technical response

6. Technical Response Correlations

Tahap technical response correlations bertujuan mengidentifikasi keterkaitan antar technical response dengan menggunakan simbol tertentu untuk menunjukkan jenis dan tingkat hubungannya.



GAMBAR 9
Technical Response Correlations

7. House of Ergonomic

Tahap akhir EFD adalah penyusunan House of Ergonomic (HoE) yang mengintegrasikan need statement, aspek ergonomi, technical response, dan spesifikasi teknis untuk menetapkan prioritas desain alat pencabut bulu ayam.



GAMBAR 10
House of Ergonomic

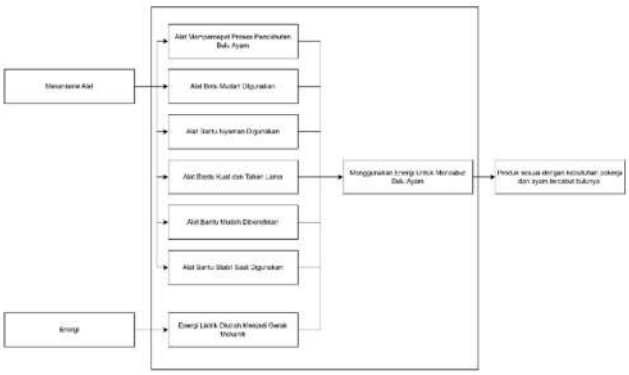
B. Concept generation

Concept generation adalah tahap untuk mengubah customer needs dan spesifikasi target menjadi beberapa alternatif konsep desain. Proses ini dilakukan dengan menguraikan kebutuhan ke dalam diagram fungsi menggunakan pendekatan black box, yang menggambarkan aliran input (mekanisme dan energi alat) dan output (ayam tercabut bulunya) sebagai dasar pengembangan dan evaluasi konsep desain.



GAMBAR 11
Black Box

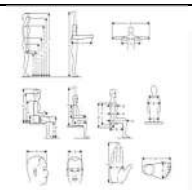
Struktur black box kemudian didekomposisi untuk mengidentifikasi fungsi turunan secara lebih detail, yang selanjutnya ditampilkan dalam bentuk diagram.



GAMBAR 12
Dekomposisi Fungsi

Pemilihan konsep alat pencabut bulu ayam dilakukan berdasarkan hasil dekomposisi fungsi menggunakan morphology chart, yang berfungsi untuk menentukan alternatif komponen terbaik pada setiap fungsi alat.

TABEL 5
Morphology Chart

Function	*Option*	
	Option 1	***Option 2***
Kecepatan alat bantu	300 *Rpm*	500 *Rpm*
Mesin alat yang digunakan	 Diesel	 Listrik
Alat bantu nyaman digunakan	 Data *Antoprometri*	
Material kuat dan tahan lama	 *Aluminium Alloy* 6061	 *Stainless Steel* 304
Alat mudah dibersihkan	Sistem saluran air dan pembuangan bulu	
Tinggi alat bantu	90 cm	

Setelah morphological chart disusun, setiap fungsi desain dikombinasikan untuk menghasilkan beberapa alternatif konsep yang menjadi dasar pemilihan desain terbaik.

TABEL 6
Kombinasi Konsep

Fungsi Konsep	**Kecepatan alat bantu**	**Mesin alat yang digunakan**	**Alat bantu nyaman digunakan**	**Material kuat dan tahan lama**	**Alat mudah dibersihkan**	**Tinggi alat bantu**
A	1	1	1	1	1	1
B	1	2	1	2	1	1
C	2	2	1	2	1	1
D	2	1	1	1	1	1

C. Concept selection

Concept selection adalah tahap menilai alternatif konsep berdasarkan need statement dan kriteria tertentu untuk memilih desain paling layak. Proses ini meliputi concept screening dan concept scoring dengan selection criteria sebagai dasar penilaian.

TABEL 7
Selection Criteria

No.	***Need Statment***	***Selection Criteria***
1	Alat bantu harus mampu mempercepat proses pencabutan bulu ayam	Fungsi alat bantu
2	Alat bantu harus efisien dan dapat mengurangi gerakan berulang.	
3	Alat bantu harus memiliki mekanisme kerja yang sederhana dan mudah dioperasikan	Kemudahan penggunaan
4	Alat bantu harus mudah dibersihkan dan menjaga kebersihan area kerja.	Kebersihan alat bantu
5	Alat bantu harus dapat mengurangi beban kerja fisik.	Kenyamanan pengguna
6	Alat bantu harus mendukung postur kerja yang lebih baik	
7	Alat bantu harus stabil, kuat, dan mudah digunakan.	Ketahanan alat bantu
8	Alat bantu harus tahan lama dan kuat	
9	Alat bantu harus aman digunakan dan meminimalkan risiko cedera.	Keamanan pengguna

D. Concept screening

Setelah selection criteria ditetapkan, tahap selanjutnya adalah concept screening untuk menyaring dan mengevaluasi alternatif konsep menggunakan kriteria dan simbol penilaian yang telah ditentukan.

TABEL 8
Concept Screening

Selection Criteria	**Concepts**				
	A	**B**	**C**	**D**	***Reference***
Fungsi alat bantu	0	0	-	-	0
Kemudahan penggunaan	0	+	+	0	0
Kebersihan alat bantu	+	+	+	+	0
Kenyamanan pengguna	+	+	+	+	0
Ketahanan alat bantu	-	0	0	-	0
Keamanan pengguna	-	+	0	-	0
Sum +'s	2	4	3	2	
Sum 0's	2	2	2	1	
Sum –'s	2	0	1	3	
Net Score	0	4	2	-1	
Rank	3	1	2	4	
Continue	Tidak	Ya	Ya	Tidak	

Berdasarkan hasil concept screening pada tabel sebelumnya, ditetapkan bahwa Konsep B dan C lolos seleksi dan akan dilanjutkan ke tahap evaluasi berikutnya.

E. Concept scoring

Setelah concept screening, dilakukan concept scoring untuk membandingkan konsep secara lebih detail menggunakan nilai WAP dari kepentingan pelanggan, dengan bobot kriteria seleksi sebagai dasar penilaian.

TABEL 9
Selection Criteria Weight

No.	***Need Statement***	***Selection Criteria***	***Weight***
1	Alat bantu harus mampu mempercepat proses pencabutan bulu ayam	Fungsi alat bantu	23%
2	Alat bantu harus efisien dan dapat mengurangi gerakan berulang.		
3	Alat bantu harus memiliki mekanisme kerja yang sederhana dan mudah dioperasikan	Kemudahan penggunaan	11%
4	Alat bantu harus mudah dibersihkan dan menjaga kebersihan area kerja.	Kebersihan alat bantu	12%

5	Alat bantu harus dapat mengurangi beban kerja fisik.	Kenyamanan pengguna	24%
6	Alat bantu harus mendukung postur kerja yang lebih baik		
7	Alat bantu harus stabil, kuat, dan mudah digunakan.	Ketahanan alat bantu	19%
8	Alat bantu harus tahan lama dan kuat		
9	Alat bantu harus aman digunakan dan meminimalkan risiko cedera.	Keamanan pengguna	11%

Concept scoring merupakan tahap penilaian alternatif konsep berdasarkan kriteria tertentu untuk membandingkan kinerjanya secara kuantitatif dan objektif.

TABEL 10
Concept Scoring

Selection Criteria	***Weight***	***Concept***			
		B		**C**	
		Rating	**Weight Score**	**Rating**	**Weight Score**
Fungsi alat bantu	23%	3	0,69	2	0,46
Kemudahan penggunaan	11%	4	0,44	4	0,44
Kebersihan alat bantu	12%	5	0,60	5	0,60
Kenyamanan pengguna	24%	4	0,96	4	0,96
Ketahanan alat bantu	19%	3	0,57	3	0,57
Keamanan pengguna	11%	4	0,44	3	0,33
Total *Score*		3,70		3,36	
Rank		1		2	
Continue		DEVELOP		NO	

F. Hasil Rancangan

Setelah konsep terpilih ditetapkan, tahap selanjutnya adalah menyusun spesifikasi akhir alat bantu berdasarkan hasil concept scoring. Untuk konsep yang terpilih adalah konsep B.

TABEL 11
Spesifikasi Hasil Akhir

No.	***Technical Response***	**Spesifikasi**	**Satuan**
1	Tinggi mesin yang ergonomis	88	Cm
2	Tinggi drum	48	Cm
3	Tinggi body	40	Cm
4	Diameter drum	47	Cm
5	Diameter karet pencabut	1,5	Cm
6	Panjang karet pencabut	8	Cm
7	Jenis karet pencabut	Silicone	Food grade
8	Tebal plat stainless drum	0,2	Mm
9	Motor penggerak	0,25	Hp
10	Daya motor	187	Watt
11	Frekuensi pompa	50	Hz
12	Daya pompa	150	Watt
13	Tebal belt transmisi	1	Cm
14	Tebal bodi rangka besi	3	Cm
15	Kecepatan putaran pencabut bulu ayam	250-300	*Rpm*
16	Waktu siklus proses pencabutan bulu	<180	Detik
17	Skor REBA	< 5	Skor

Rancangan alat pencabut bulu ayam divisualisasikan menggunakan Autodesk Inventor 2025 berdasarkan spesifikasi akhir. Gambar rancangan alat bantu sebagai gambar berikut.



GAMBAR 13
Visualisasi Hasil Raancangan

G. Verifikasi

1. Analisis REBA Operator

Penilaian REBA dilakukan melalui observasi langsung postur kerja operator saat menggunakan alat bantu usulan di kondisi kerja nyata, dengan mengamati sudut tubuh dan aktivitas selama proses pencabutan bulu ayam.



GAMBAR 14
Postur Kerja Menggunakan Alat Usulan

Sudut postur operator diukur langsung dan dianalisis dengan REBA, menghasilkan skor 3 yang menunjukkan risiko rendah. Skor ini turun 66,67% dibanding kondisi awal, menandakan desain alat bantu lebih ergonomis dan mampu mengurangi risiko MSDs secara signifikan

2. Mekanisme Kerja Alat Rancangan

Mekanisme kerja alat bantu menunjukkan, ayam yang telah disembelih dan direndam air panas dimasukkan ke dalam drum berputar untuk melepaskan bulu dengan bantuan karet. Sistem pembersih menyemprotkan air secara berkelanjutan agar bulu langsung keluar dan drum tetap bersih, sehingga ayam keluar dalam kondisi bersih. Mekanisme ini membuat proses lebih efisien, higienis, dan mengurangi beban kerja operator.



GAMBAR 15
Mekanisme Kerja Alat Rancangan

3. Waktu Siklus Hasil Rancangan

Analisis waktu siklus menunjukkan bahwa metode manual membutuhkan 60–120 detik per ekor, sedangkan mesin usulan mampu memproses 3–5 ekor sekaligus dalam 40–60 detik.

Perubahan dari proses satuan ke serentak ini meningkatkan efisiensi dan produktivitas secara signifikan serta mengurangi ketergantungan pada tenaga fisik pekerja.

V. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian di UMKM Rumah Potong Suherti, metode pencabutan bulu ayam secara manual terbukti menimbulkan beban fisik tinggi akibat postur kerja yang tidak ergonomis, sehingga berisiko menyebabkan MSDs. Untuk mengatasinya, dirancang mesin pencabut bulu ayam berbasis Ergonomic Function Deployment (EFD) yang mampu menurunkan skor REBA dari 9 menjadi 3 atau menurunkan risiko sebesar 66,7%, karena postur kerja operator menjadi lebih tegak dan dinamis. Selain itu, kinerja operasional juga meningkat, di mana mesin mampu memproses 3–5 ekor ayam dalam 40–60 detik. Hasil ini menunjukkan bahwa alat usulan efektif meningkatkan produktivitas sekaligus menciptakan kondisi kerja yang lebih ergonomis, aman, dan nyaman**.**

REFERENSI

[1] Winangun Kuntang, M. Malyad, Arifin Rizal, & Putra Wawan Trisnadi. (2020). Meningkatkan Produktivitas Home Industri Melalui Mesin Pencabut Bulu Ayam Di Desa Gontor Kabupaten Ponorogo. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, *1*(1), 39–47

[2] Anshori, H. (2020). Menggunakan Metode Ergonomic Function Deployment (Efd). *Surya Teknika*, *7*(1), 96–103.

[3] Ulrich, K. T., Eppinger, S. D., & Yang, M. C. (2020). Product Design and Development, Seventh Edition. In *Product Design and Development Seventh Edition*.

[4] Hutabarat Yulianus. (2017). *Dasar dasar Pengetahuan Ergonomi* (1st ed.). Media Nusa Creative

[5] Masniar, & Wijaya Rangga Tirta. (2017). PERANCANGAN STANDARD PADDOCK SEPEDA MOTOR MULTIFUNGSI MENGGUNAKAN METODE ANTROPOMETRI STATIS. *Metode : Jurnal Teknik Industri*, *3*(1), 1–5

[6] Bora, M. A., Herman, H., & Prasetyo, W. (2023). Implementasi Ergonomic Function Deployment (Efd) Pada Perancangan Alat Bantu Pembuka Lempengan Komstir Sepeda Motor. *Sigma Teknika*, *6*(2), 267–277. https://doi.org/10.33373/sigmateknika.v6i2.5174

[7] Sulaiman Fahmi, & Sari Yossi Purnama. (2015). Analisis postur kerja pekerja proses pengeasahan batu akik dengan menggunakan metode reba. *Jurnal Optimalisasi*, *1*(1), 33–42

[8] Rahdiana, N. (2018). Identifikasi Risiko Ergonomi Operator Mesin Potong Guillotine Dengan Metode Nordic Body Map (Studi Kasus Di Pt. Xzy). *Industry Xplore*, *2*(1), 1–12. https://doi.org/10.36805/teknikindustri.v2i1.185

[9] Andriyono, Latuheru Reinyelda.D, Rahangmetan Klemens A, & Cipto. (2023). Rancang Bangun Alat Perontok Bulu Ayam Dengan Daya Putar Motor Listrik 2 HP. *MJEME*, *5*(1)

[10] Yohanes Antoni, & Nugroho Asmoro Dwi. (2018). Perancangan dan pengembangan mesin perontok bulu ayam semi otomatis dengan metode reba (rapid entire body assessment) didesa bandar. *Dinamika teknik*, *6*(1), 48–58