

Perancangan Alat Pembersih Kotoran Otomatis Kandang Ayam dengan *Ergonomic Function Deployment* (EFD) Berdasarkan Evaluasi REBA

Zahara Intan Wigathie¹⁾, Lulu Riesta Nugroho²⁾, Ridho Muzaik Ramadhan³⁾, Felix Rasyada Rafif⁴⁾, Amarria Dila Sari⁵⁾, dan Ratih Dianingtyas Kurnia*⁶⁾

^{1,2,3,4,5,6)}Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Jalan Kaliurang 14.5, Sleman, Yogyakarta, 55584, Indonesia

Email: 22522300@students.uui.ac.id, 21522001@students.uui.ac.id, 21522098@students.uui.ac.id, 22522038@students.uui.ac.id, amarria@uui.ac.id, rd.kurnia@uui.ac.id

ABSTRAK

Peternakan ayam di Indonesia memainkan peran penting dalam produksi pangan, tetapi pekerjaannya sering menghadapi risiko cedera muskuloskeletal akibat postur kerja yang tidak ergonomis. Sekitar 40% pekerja mengalami masalah kesehatan muskuloskeletal, dan sektor ini memiliki tingkat kecelakaan kerja yang lebih tinggi dibandingkan rata-rata nasional. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis postur kerja serta merancang sebuah alat bantu yang mengurangi kelelahan dan risiko muskuloskeletal pada pekerja. Usulan berupa alat pembersih kotoran otomatis dirancang menggunakan pendekatan *Ergonomic Function Deployment* (EFD) dan antropometri, dengan mempertimbangkan hasil evaluasi postur kerja. Metode *Rapid Entire Body Assessment* (REBA) digunakan untuk menilai risiko ergonomis dari postur kerja saat membersihkan kotoran ayam. Alat usulan memiliki dua mode pembersihan yaitu waktu dan kotoran tertumpuk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat ini mampu mengurangi risiko cedera muskuloskeletal pada pekerja serta meningkatkan kesejahteraan ayam dan efektivitas manajemen kandang. Rekomendasi penelitian ini adalah penerapan alat pembersih otomatis secara luas di peternakan ayam.

Kata kunci: Antropometri, EFD, REBA, Muskuloskeletal, Peternakan Ayam

1. Pendahuluan

Peternakan merupakan salah satu sektor penting dalam memenuhi kebutuhan pangan manusia (Rojun & Nadziroh, 2020). Dalam sektor pertanian, peternakan ayam menjadi salah satu komponen yang signifikan dalam memproduksi produk-produk ternak seperti daging ayam, telur, dan produk turunannya. Di Indonesia, peternakan ayam telah mengalami perkembangan pesat dalam beberapa dekade terakhir, dan industri ini telah menjadi sumber pendapatan utama bagi banyak petani dan perusahaan peternakan. Namun, perkembangan industri peternakan ayam juga menghadapi berbagai tantangan, termasuk masalah bahaya ergonomi bagi pekerja. Sektor peternakan unggas adalah salah satu sektor dengan jumlah pekerja terbesar yang melakukan sebagian besar aktivitasnya secara manual. Pekerjaan yang menuntut postur fisik yang tidak nyaman dan kekuatan berlebihan memiliki dampak negatif terhadap kenyamanan fisiologis, yang mengakibatkan penurunan efisiensi kerja (Tulika Srivastava & Aditi Vats, 2013).

Beban Penyakit Global (GBD) menunjukkan tingginya prevalensi gangguan muskuloskeletal pada pekerja selama tahun-tahun kerja mereka; ini adalah penyebab utama kecacatan kerja (18,5%) (Vos et al., 2016). Di Indonesia, sekitar 40% pekerja peternakan mengalami masalah kesehatan muskuloskeletal seperti nyeri punggung dan sendi (BPJS Ketenagakerjaan, 2021). Selama waktu kerja, sekitar 40% dihabiskan dalam posisi berdiri, 30% dalam posisi berlutut atau jongkok, dan 30% dalam posisi membungkuk. Sektor peternakan memiliki tingkat kecelakaan kerja yang 1,5 kali lebih tinggi dibandingkan rata-rata nasional (Kementerian Pertanian RI, 2022), dengan sekitar 55% pekerja mengalami cedera muskuloskeletal akibat postur kerja yang tidak ergonomis (Universitas Gadjah Mada, 2020).

Sekitar 25% pekerja telah mengikuti pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) (Kementerian Ketenagakerjaan RI, 2023). Meskipun ada data yang mengungkapkan besarnya masalah ini, penelitian sebelumnya seperti yang dilakukan oleh Hendriani (2021) dan Devi et al. (2018) menunjukkan beberapa keterbatasan, terutama dalam hal kurangnya perhatian terhadap aspek ergonomi dan kesehatan kerja. Penelitian-penelitian tersebut sering kali terfokus pada identifikasi dan dokumentasi berbagai masalah ergonomi yang dihadapi pekerja, seperti postur tubuh yang buruk dan gerakan berulang yang dapat menyebabkan cedera muskuloskeletal. Namun, penelitian sebelumnya kurang memberikan solusi praktis atau inovatif untuk mengatasi masalah tersebut secara langsung. Misalnya, Hendriani (2021) memberikan gambaran mengenai bahaya ergonomi tetapi tidak mengembangkan perangkat atau sistem spesifik yang dapat memitigasi risiko tersebut. Demikian pula, Devi et al. (2018) mencatat pentingnya ergonomi dalam konteks peternakan ayam, tetapi tidak menyarankan desain atau teknologi yang dapat diterapkan untuk memperbaiki kondisi kerja secara nyata.

Salah satu masalah utama yang sering dihadapi dalam peternakan ayam adalah kotoran yang menumpuk di kandang. Penumpukan kotoran ini tidak hanya menyebabkan penyebaran penyakit dan penurunan kualitas udara di sekitar kandang, tetapi juga menimbulkan risiko kesehatan dan keselamatan kerja bagi pekerja yang terlibat dalam proses pembersihan (Olivianti et al., 2016). Pekerja sering kali harus berhadapan dengan lingkungan kerja yang tidak ergonomis, termasuk postur kerja yang buruk, gerakan berulang, dan paparan terhadap bahan berbahaya, yang dapat menyebabkan cedera dan penyakit akibat kerja. Proses pengambilan kotoran ayam memerlukan pekerja untuk membungkuk, mengangkat, dan memindahkan kotoran secara manual, yang dapat memengaruhi postur dan meningkatkan *musculoskeletal disorders* (Saputra et al., 2017). Aktivitas kerja pada pekerja peternakan ayam tergolong sedang dan memerlukan perbaikan untuk meningkatkan efisiensi dan keamanan. Selain itu, ditemukan nilai indeks pengangkatan yang melebihi batas aman dan menunjukkan bahwa pengangkatan manual dalam proses pakan ternak berisiko tinggi dan membutuhkan tindakan perbaikan untuk mencegah cedera (Mahmood et al., 2020; Putri et al., 2020)).

Salah satu solusi untuk mengatasi masalah kotoran di kandang ayam adalah dengan menggunakan alat pembersih kotoran otomatis. Alat ini adalah perangkat mekanis atau otomatis yang dirancang khusus untuk mengumpulkan dan menghilangkan kotoran ayam secara teratur tanpa perlu campur tangan manusia secara langsung (Muhtadin et al., 2020a). Penggunaan alat pembersih kotoran otomatis dapat membantu mengurangi penumpukan kotoran, mengurangi risiko penyakit, meningkatkan kesejahteraan ayam, serta mempermudah pengelolaan kandang.

Dalam mengembangkan dan mengimplementasikan alat pembersih kotoran otomatis pada kandang ayam, perlu diperhatikan beberapa aspek penting termasuk evaluasi postur kerja sebagai identifikasi masalah serta pertimbangan akan kebutuhan pengguna tanpa mengesampingkan aspek ergonomi. Metode postur kerja adalah pendekatan yang digunakan untuk merancang dan mengevaluasi tugas-tugas kerja manusia dengan mempertimbangkan aspek-aspek seperti postur tubuh, gerakan tubuh, dan ergonomi (Tiogana & Hartono, 2020). Untuk mengurangi keluhan fisik yang dialami operator, diperlukan pendekatan ergonomi. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam adalah *Ergonomic Function Deployment* (EFD) sebagai acuan merancang produk yang ergonomis serta sesuai dengan keinginan dan kebutuhan konsumen. Selain itu, digunakan pula metode antropometri yang merupakan studi ilmiah mengenai pengukuran dimensi tubuh manusia (Suroso & Yulvito, 2020).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa postur kerja serta merancang sebuah alat bantu yang mengurangi kelelahan dan resiko muskuloskeletal pada pekerja. Alat dirancang agar dapat dioperasikan secara efisien, ergonomis, dan sesuai dengan kebutuhan para pekerja. Desain yang

memperhatikan ergonomi dapat mengurangi risiko cedera, kelelahan, dan meningkatkan produktivitas pekerja dalam industri peternakan ayam. Selain itu, alat ini diharapkan dapat mempermudah proses pembersihan, mengurangi penumpukan kotoran, dan meningkatkan efisiensi serta kesehatan lingkungan di sekitar kandang. Dengan mengintegrasikan desain ergonomis dan pengukuran antropometri, alat ini diharapkan mampu memberikan solusi inovatif yang memperbaiki kondisi kerja serta meningkatkan produktivitas dan kesejahteraan pekerja.

Secara keseluruhan, perancangan alat pembersih kotoran otomatis dalam kandang ternak ayam adalah langkah yang inovatif dan berpotensi memberikan banyak manfaat, termasuk peningkatan produktivitas serta kesejahteraan pekerja. Dalam konteks pertanian modern yang semakin berkembang, penggunaan teknologi dan metode ini dapat menjadi solusi yang penting untuk mengatasi masalah ergonomi dan kesejahteraan pekerja dalam industri peternakan ayam.

2. Metode

Penelitian ini dilakukan berdasarkan hasil evaluasi postur kerja menggunakan metode REBA, dilanjutkan dengan perancangan alat usulan menggunakan metode *Ergonomic Function Deployment* (EFD) dan antropometri. Metode REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) adalah metode digunakan untuk melakukan perhitungan dan analisis menyeluruh terhadap semua bagian tubuh manusia, mengidentifikasi risiko ergonomis, serta mengevaluasi postur kerja secara komprehensif untuk menentukan potensi bahaya dan kebutuhan perbaikan (Pratiwi et al., 2021). Metode REBA digunakan untuk menganalisis tingkat serta risiko postur kerja saat aktivitas mengambil dan membuang kotoran ayam, sehingga dapat mengidentifikasi postur-postur yang berpotensi menimbulkan risiko cedera dan menentukan area perbaikan dalam desain alat.

Dalam perancangan alat usulan, metode *Ergonomic Function Deployment* (EFD) digunakan sebagai salah satu alat ukur kebutuhan pengguna. *Ergonomic Function Deployment* adalah metode yang dikembangkan dari *Quality Function Deployment* (QFD) untuk merancang produk yang memenuhi keinginan konsumen dan prinsip-prinsip ergonomis (Mamun & Hasanuzzaman, 2020; Ramadhani & Hahury, 2023). EFD memperkenalkan hubungan baru antara preferensi konsumen dan elemen ergonomi produk, memastikan bahwa desain alat memenuhi kebutuhan pengguna dalam hal kenyamanan, keamanan, dan efektivitas (Safira et al., 2022). Setelah identifikasi kebutuhan user dilakukan, dimensi yang digunakan dalam alat usulan diambil dari hasil pengukuran antropometri. Antropometri merupakan metode studi tentang pengukuran berbagai dimensi tubuh manusia, termasuk ukuran, bentuk, dan karakteristik fisik lainnya (Wijaya et al., 2016). Antropometri digunakan dalam penelitian ini untuk merancang alat pembersih kotoran ayam yang bertujuan mengurangi risiko cedera tubuh berulang (CTDs) pada pekerja. Dengan mempertimbangkan ukuran tubuh dan postur tiga pekerja berusia 30-45 tahun yang terlibat dalam aktivitas pengambilan dan pembuangan kotoran ayam di peternakan Kabupaten Temanggung, desain alat disesuaikan agar sesuai dengan dimensi tubuh mereka. Penyesuaian ini diharapkan dapat mengurangi risiko CTDs, meningkatkan kenyamanan, dan efisiensi kerja, serta memberikan manfaat ergonomis yang signifikan bagi para pekerja.

3. Hasil dan Pembahasan

Pengukuran Skor REBA

Operator bertanggung jawab atas proses pengelolaan kotoran ayam dengan waktu kerja selama sekitar 3 jam dalam sehari dan tidak terdapat jadwal resmi. Dalam waktu tersebut, mereka aktif melakukan serangkaian tugas mulai dari pengangkatan kotoran ayam, pemindahan, hingga pembuangan ke tempat yang ditetapkan. Aktivitas mengangkat dan membawa kotoran

ayam memerlukan kehati-hatian dan ketelitian agar prosesnya berjalan lancar dan higienis. Setelah menjalankan tugas selama periode kerja, operator memanfaatkan waktu istirahat selama sekitar 2 jam untuk meregenerasi tenaga, memulihkan kondisi fisik, dan mempersiapkan diri untuk kembali menjalankan tugas dengan efisiensi optimal.



Gambar. 1 Sudut Pengukuran REBA pada Operator 1, 2, dan 3.

Gambar 1 merupakan sudut pengukuran REBA yang diukur dari postur kerja tiga responden penelitian ini. Ketiga operator melakukan pengangkatan beban dengan postur membungkuk dengan besar sudut yang berbeda-beda. Tabel 1 mencantumkan besar sudut yang diukur beserta skor REBA yang dihasilkan.

Tabel 1. Pengukuran Skor REBA

Parameter	Operator 1		Operator 2		Operator 3	
	Sudut Ukur	Skor REBA	Sudut Ukur	Skor REBA	Sudut Ukur	Skor REBA
Sudut Leher	68°	+2	102°	+2	67°	+2
Sudut Punggung	74°	+4	68°	+4	71°	+4
Sudut Kaki	86°	+2	87°	+2	87°	+2
Skor Tabel A	6		6		6	
Tambahan Skor Beban	1		1		1	
Total Skor Tabel A	7		7		7	
Sudut Lengan Atas	10°	+2	8°	+2	13°	+2
Sudut Lengan Bawah	48°	+1	64°	+1	50°	+1
Sudut Pergelangan Tangan	9°	+2	17°	+2	18°	+2
Skor Tabel B	2		2		2	
Tambahan Skor Genggaman	1		1		1	
Total Skor Tabel B	3		3		3	
Tambahan Skor Postur	1		1		1	
Total Skor Akhir	7		7		7	
Tingkat Risiko	Sedang		Sedang		Sedang	
Tindakan	Diperlukan		Diperlukan		Diperlukan	

Berdasarkan analisis hasil pengukuran REBA terhadap tiga operator, ketiganya memperoleh skor 7 yang dikategorikan dalam level risiko sedang, yang menunjukkan bahwa mereka semua memerlukan tindakan perbaikan (Jordan et al., 2023). Skor ini mengindikasikan bahwa postur tubuh mereka dalam pekerjaan saat ini berisiko menyebabkan cedera *musculoskeletal disorders* (MSDs). Risiko ini disebabkan oleh postur tubuh yang terlalu buruk saat melakukan pekerjaan mengambil dan membuang kotoran ayam.

Ergonomic Function Deployment (EFD)

Pendekatan ini bertujuan untuk menganalisis informasi terkait kebutuhan operator dan yang mendukung prinsip-prinsip desain ergonomis produk.

Tabel 2. Kebutuhan Operator

No	Kebutuhan Operator
1	Nyaman digunakan
2	Aman digunakan
3	Dapat mengurangi beban kerja
4	Dapat mengurangi resiko MSDs

Tabel 2 menyajikan hasil analisis data tentang kebutuhan operator dalam mempermudah pekerjaan pembersihan kotoran yang masih dilakukan secara manual. Dari hasil penyusunan kebutuhan pengguna, fokus utama dalam memenuhi kebutuhan desain produk adalah menyediakan alat bantu berupa pembersih otomatis untuk mengurangi beban kerja manual.

Tabel 3. Analisa Data Kebutuhan Operator

Keinginan Operator	Need Statement
Nyaman digunakan	Ukuran alat sesuai dengan antropometri
Aman digunakan	Alat pembersih kotoran otomatis pada kandang ayam dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama
Dapat mengurangi beban kerja	Design yang ergonomis
Dapat mengurangi MSDs	Dapat mengurangi postur tubuh yang tidak baik

Analisa data dari kebutuhan operator pada Tabel 3 menunjukkan bahwa alat harus memenuhi beberapa kriteria penting. Pertama, kenyamanan, yaitu ukuran alat harus sesuai dengan antropometri pengguna. Kedua, keamanan, yaitu alat harus dapat digunakan dalam jangka waktu lama tanpa menimbulkan risiko atau ketidaknyamanan. Ketiga, pengurangan beban kerja, yaitu desain alat harus ergonomis untuk mengurangi usaha manual. Terakhir, pengurangan risiko MSDs, yaitu alat harus dirancang untuk meminimalkan postur tubuh yang buruk dan mengurangi risiko cedera muskuloskeletal.

Tabel 4. Spesifikasi Rancangan Alat Pembersih Kotoran Otomatis

Need Statement	Karakteristik Teknis
Ukuran alat sesuai dengan antropometri	Alat dirancang sesuai ukuran tubuh rata-rata pengguna
Alat pembersih kotoran otomatis pada	Terbuat dari material tahan lama untuk

<i>Need Statement</i>	Karakteristik Teknis
kandang ayam dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama	penggunaan jangka panjang
Design yang ergonomis	Desain ergonomis yang nyaman.
Dapat mengurangi postur tubuh yang tidak baik	Mengurangi posisi tubuh tidak nyaman dan gerakan berulang.

Sesuai dengan kebutuhan operator, maka dibentuklah karakteristik teknis seperti yang tertera pada Tabel 4. Ukuran alat harus disesuaikan dengan antropometri pengguna, memastikan bahwa alat nyaman digunakan oleh berbagai ukuran tubuh. Selain itu, alat harus terbuat dari material yang tahan lama untuk memastikan kinerja yang konsisten dalam jangka waktu lama. Desain ergonomis menjadi kunci untuk memberikan kenyamanan selama penggunaan, dengan fitur yang mempermudah kontrol dan pegangan. Terakhir, alat harus mengurangi posisi tubuh yang tidak nyaman dan gerakan berulang, mengurangi risiko cedera muskuloskeletal dan meningkatkan keselamatan serta efisiensi kerja.

Hasil penelitian ini menunjukkan bagaimana alat pembersih kotoran ayam otomatis yang diusulkan dapat diterapkan secara luas dalam industri peternakan ayam dan manfaat jangka panjangnya, terutama dalam mengatasi faktor bahaya ergonomi. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode REBA, ditemukan bahwa operator dalam aktivitas mengambil dan membuang kotoran ayam menunjukkan postur yang berisiko dengan skor total yang menunjukkan tingkat risiko sedang dan memerlukan tindakan perbaikan. Alat pembersih kotoran otomatis ini dilengkapi dengan dua mode pembersihan yang berbeda, yaitu mode waktu dan mode kotoran tertumpuk, sehingga dapat membersihkan kandang secara mandiri dan otomatis. Mode waktu memungkinkan pengelola peternakan untuk mengatur jadwal pembersihan dengan berbagai interval waktu, sedangkan mode kotoran tertumpuk akan membersihkan kandang setiap kali kotoran telah menumpuk. Dengan menggunakan pembersih kotoran otomatis ini, kebersihan kandang ternak dapat terjaga dengan lebih baik tanpa memerlukan tenaga manusia, sehingga meningkatkan efisiensi usaha peternakan. Selain itu, alat ini dapat mengurangi risiko cedera akibat postur kerja yang buruk, meningkatkan produktivitas, dan kesejahteraan pekerja dalam jangka panjang.

Produk pembersih kotoran otomatis untuk kandang ternak ini menonjol dibandingkan dengan produk sebelumnya karena adopsi teknologi yang lebih maju dan solusi yang lebih efisien dalam menjaga kebersihan kandang. Berbeda dengan produk sebelumnya yang memerlukan intervensi manual, produk ini menawarkan dua mode pembersihan yang inovatif: mode waktu untuk penjadwalan pembersihan dengan interval waktu yang dapat diatur dan mode kotoran tertumpuk yang secara otomatis membersihkan kandang saat kotoran menumpuk. Hal ini memungkinkan pengelola peternakan untuk memiliki kontrol yang lebih baik atas kebersihan kandang tanpa perlu campur tangan langsung, mengurangi biaya operasional dan meningkatkan efisiensi dalam manajemen kotoran, serta menghadirkan lingkungan kandang yang lebih higienis bagi ternak, yang secara keseluruhan dapat mengoptimalkan produktivitas peternakan.

Antropometri

Perancangan alat pembersih kotoran ayam otomatis ini memerlukan dimensi antropometri untuk memastikan bahwa alat tersebut dapat digunakan dengan nyaman dan efisien oleh operator. Tabel 5 menunjukkan hasil pengukuran antropometri yang digunakan untuk merancang alat pembersih kotoran otomatis.

Tabel 5. Data Antropometri

No	Responden	Jenis Kelamin	Dimensi Tubuh (cm)				
			TBT	TMB	TGT	JT	TJL
1	Responden 1	Laki-laki	163	153	75	72	2.5
2	Responden 2	Perempuan	161	151	70	75	2
3	Responden 3	Laki-laki	165	156	76	77	2.5
4	Responden 4	Laki-laki	172	200	66	83.5	1.5
5	Responden 5	Laki-laki	167.5	156.5	74.5	80.5	1.5
6	Responden 6	Laki-laki	172.5	162	78	82	1.7
7	Responden 7	Laki-laki	162	148.5	71.5	77.5	1.7
8	Responden 8	Laki-laki	171	163.6	67	77.7	1.4
9	Responden 9	Laki-laki	177	169	62	75.5	1.3
10	Responden 10	Laki-laki	177	165.5	70	75	1.2
11	Responden 11	Laki-laki	165	155	75.5	79.5	2.8
12	Responden 12	Laki-laki	170	158	67	82	1.8
13	Responden 13	Laki-laki	176	160	73	87.5	1.5
14	Responden 14	Laki-laki	176	165	70	88.5	0.9
15	Responden 15	Laki-laki	168	155	75.5	85	1.6
16	Responden 16	Laki-laki	163.5	152	74.5	77.5	1.8
17	Responden 17	Laki-laki	177.5	167	70	73	1.6
18	Responden 18	Laki-laki	177	167.5	73	77	1.5
19	Responden 19	Laki-laki	162	152	73.6	80	1.1
20	Responden 20	Laki-laki	173.5	163.5	68	90	1.5
21	Responden 21	Perempuan	165	154	67	71.8	1.2
22	Responden 22	Perempuan	169.5	157.5	69	67	1.8
23	Responden 23	Perempuan	155.5	145	70	83	1
24	Responden 24	Perempuan	152.5	141.5	57	79.5	1.5
25	Responden 25	Perempuan	163.5	151	73	84	2.2
26	Responden 26	Perempuan	157.5	145.5	67.5	71.5	2
27	Responden 27	Perempuan	164	155	68.5	75.5	1
28	Responden 28	Perempuan	161	150.5	78	78.5	2.4
29	Responden 29	Perempuan	162.3	150	64.5	70.5	1
30	Responden 30	Perempuan	159	148	67	76.5	1

Data antropometri yang digunakan merupakan pengukuran yang terdiri dari tiga data primer dan 27 data sekunder yang diambil dari bank data. Pengukuran tersebut meliputi tinggi badan (TBT), tinggi mata berdiri (TMB), tinggi bahu berdiri (TGT), jangkauan tangan (JT), dan tinggi jangkauan lengan (TJL). Tiga data primer terdiri dari satu perempuan dan dua laki-laki dengan tinggi badan rata-rata 163 cm. Data sekunder melibatkan 19 laki-laki dan 8 perempuan dengan variasi dimensi tubuh yang lebih luas, seperti tinggi tubuh berkisar antara 152,5 cm hingga 177,5 cm.

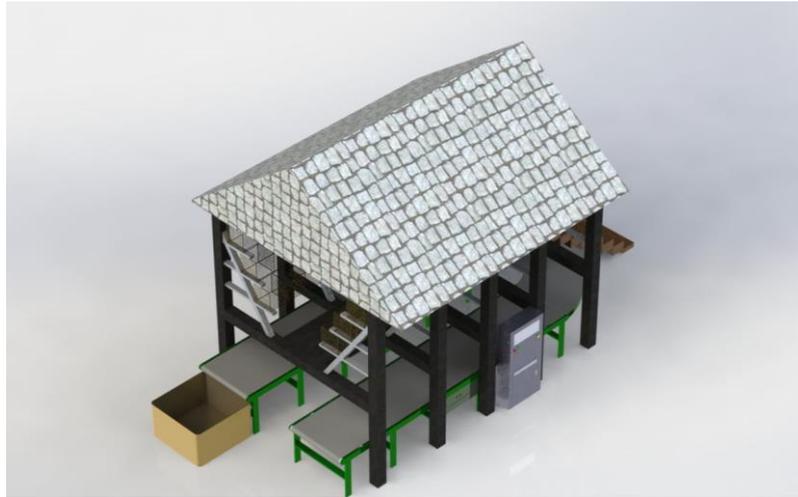
Tabel 6. Dimensi Tubuh

No	Dimensi Antropometri	Dimensi Produk	Perhitungan Ukuran			Hasil Akhir (cm)
			Persentil	Nilai Persentil (cm)	Allowance (cm)	
1	Tinggi Badan Tegak	Tinggi <i>Control Box</i>	P50	0	-	166,88
2	Tinggi Mata Berdiri	Tinggi LCD layar	P50	0	-	157,27
3	Jangkauan Tangan	Batas Aman Operator ke <i>Conveyor</i>	P5	-1,645	-	69,4
4	Tinggi Jari Telunjuk	Lebar Tombol	P95	+1,645	-	2,42
5	Tinggi Genggaman Tangan	Tinggi <i>Conveyor</i>	P5	-1,645	-	62,5

Untuk merancang pembersih kotoran otomatis di kandang ternak, digunakan dimensi antropometri yang memperhatikan kenyamanan dan efisiensi pengguna. Tabel 6 menunjukkan nilai persentil dan ukuran dimensi antropometri yang akan digunakan pada alat usulan. Tinggi *control box* disesuaikan dengan tinggi badan tegak rata-rata (TBT) persentil ke-50 sebesar 166,88 cm, sehingga dapat diakses dengan mudah oleh sebagian besar pekerja tanpa perlu membungkuk atau menjangkau terlalu tinggi. Tinggi LCD layar disesuaikan dengan tinggi mata berdiri rata-rata (TMB) persentil ke-50 sebesar 157,27 cm, memastikan pekerja dapat melihat layar dengan nyaman tanpa menundukkan kepala. Jangkauan tangan untuk batas aman operator ke *conveyor* diukur dengan persentil ke-5 (JT) sebesar 69,4 cm, untuk memastikan bahwa pekerja dengan jangkauan tangan minimal tetap dapat mengoperasikan *conveyor* dengan aman. Lebar tombol disesuaikan dengan tinggi jari telunjuk pada persentil ke-95 (TJT) sebesar 2,42 cm, untuk memastikan tombol dapat ditekan dengan mudah oleh semua pekerja, termasuk mereka dengan jari yang lebih besar. Terakhir, tinggi *conveyor* disesuaikan dengan tinggi genggaman tangan pada persentil ke-5 (TGT) sebesar 62,5 cm, untuk memastikan pekerja dengan tinggi genggaman tangan minimal dapat mengoperasikan *conveyor* dengan nyaman. Dimensi-dimensi ini dirancang untuk mengurangi postur kerja yang buruk dan meningkatkan kenyamanan serta efisiensi operasional di peternakan. Dimensi-dimensi tersebut diaplikasikan pada desain alat seperti yang nampak pada Gambar 2.

Inovasi Produk

Gambar 2 merupakan desain dari alat pembersih kotoran otomatis pada kandang ternak ayam. Kandang akan dibersihkan dengan dua mode yang berbeda, tergantung dari mode mana yang dipilih oleh operator. Mode tersebut adalah mode waktu dan mode kotoran tertumpuk. Kedua mode ini menggunakan komponen yang berbeda. Pada mode waktu komponen yang berperan adalah RTC (*Real Time Clock*) yaitu sebuah alat berupa jam elektronik yang berbentuk chip yang mampu menghitung waktu (detik hingga tahun) secara akurat dan menyimpan data waktu tersebut secara real time. Komponen inilah yang nantinya akan menjadi penentu kandang akan dibersihkan sesuai waktu yang telah ditetapkan oleh operator secara tepat akurat. Sedangkan pada mode kotoran tertumpuk komponen yang berperan adalah sensor. Dalam hal pembersih kotoran kandang otomatis, sensor yang digunakan berupa sensor pendeteksi gas.



Gambar. 2 Desain Alat Usulan

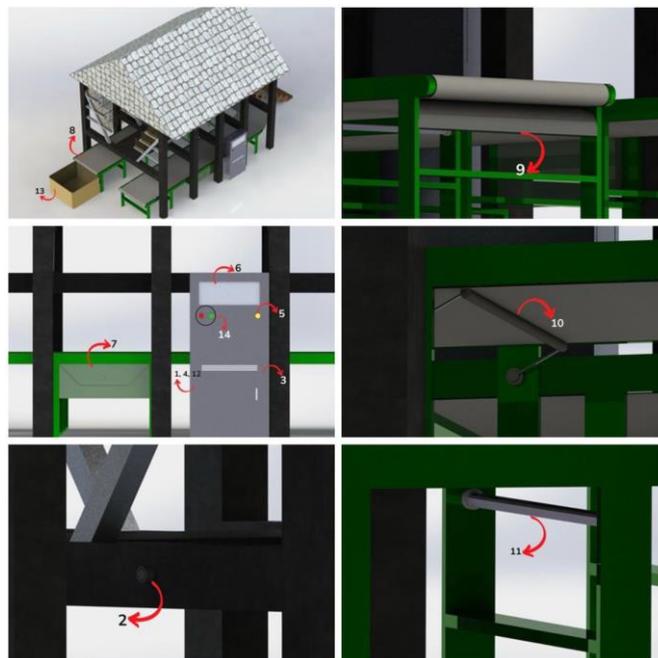
Penggunaan sensor pendeteksi keberadaan gas sebetulnya memanfaatkan sifat alamiah yang ditimbulkan dari kandang itu sendiri. Sebagaimana pada kandang yang terdapat kotoran ternak, kotoran ternak tersebut mengandung amonia yang akan tersebar ke udara. Gas amonia inilah yang nantinya akan terdeteksi oleh sensor untuk memberikan peringatan kepada sistem segera melakukan pembersihan kandang ternak. Sensor inilah yang selanjutnya berperan penting dalam hal memulai proses pembersihan kotoran pada kandang ternak ketika operator tidak mampu mengontrol kandang ternak secara penuh. Untuk dapat berjalan optimal, sensor akan diatur sesuai dengan ambang batas kandungan gas amonia yang diinginkan untuk segera melakukan pembersihan dengan memberikan peringatan ke sistem.

Pemilihan kedua mode ini dapat diatur dan sewaktu-waktu dapat diubah oleh operator sesuai dengan kebutuhan. Nantinya akan diadakan sebuah tombol *switch* untuk mengganti mode dari satu mode ke mode yang lain. Sehingga akan lebih memudahkan operator ketika membutuhkan salah satu mode dengan cepat dan otomatis. Kandang akan dibersihkan sebagaimana mode yang telah dipilih oleh operator. Ketika sistem telah menerima peringatan untuk segera melakukan pembersihan kotoran ternak, maka komponen yang bertugas dalam pembersihan akan mulai bekerja. Beberapa komponen yang terlibat pada proses pembersihan ini meliputi motor DC, *conveyor belt*, *swiper*, penyemprot serta penyikat. Proses pembersihan atau pembuangan kotoran meliputi tiga tahap dalam satu kali proses pembersihan. Ketiga tahap tersebut yaitu pembuangan atau penyingkiran kotoran ternak, penyemprotan dengan air dan penggosokan sisa kotoran ternak sebagai tahap akhir pembersihan. *Swiper* yang bertugas menyingkirkan kotoran ternak yang berada pada lantai kandang yang diletakkan di bawah *conveyor belt*, terletak pada ujung lintasan *conveyor belt* sekaligus terletak di atas dari tempat penampungan kotoran ternak.

Penyikat serta penyemprot terletak di bawah *conveyor belt* setelah dari letak *swiper* jika dilihat dari arah pergerakan datangnya *conveyor belt* dari kandang menuju *swiper*. Hal ini bertujuan agar setelah kotoran disingkirkan menggunakan *swiper*, barulah lantai kandang ternak disikat dan dibersihkan dengan cara disemprot dengan air. Penyemprotan air sebelum penggunaan sikat pada *conveyor belt* adalah langkah krusial dalam memastikan kebersihan yang optimal pada lantai kandang. Dengan memulai dengan penyemprotan air, area dapat dibasahi terlebih dahulu, mempersiapkan permukaan untuk proses sikat berikutnya. Hal ini memungkinkan air untuk mengendurkan dan menghilangkan sebagian besar kotoran yang menempel pada *conveyor belt*. Kemudian, dengan menggunakan sikat, kotoran yang tersisa dapat lebih mudah terangkat dan

dibersihkan dengan lebih efisien. Dengan pendekatan ini, pengaturan urutan antara penyemprotan air dan penggunaan sikat pada *conveyor belt* menghasilkan proses pembersihan yang lebih efektif dan menyeluruh, memastikan tingkat kebersihan yang tinggi pada area kandang ternak.

Meski memiliki dua mode pembersihan kotoran kandang ternak yang berbeda, namun kedua mode tersebut dilakukan secara mandiri dan otomatis. Artinya adalah dalam melakukan proses pembersihan tidak lagi membutuhkan operator yang bekerja. Melainkan pembersih akan berjalan sendirinya dengan bantuan sistem yang telah dibuat. Apabila menggunakan mode waktu maka proses pembersihan akan dilakukan secara otomatis dengan jangka waktu yang telah ditentukan oleh operator secara konstan dan berkala dengan bantuan RTC. Sedangkan pada mode kotoran tertumpuk, pembersihan otomatis akan dimulai ketika kandungan gas amonia yang terdeteksi oleh sensor telah mencapai ambang batas yang ditentukan. Artinya proses pembersihan tidak dilakukan secara berkala dan konstan. Melainkan berdasarkan jumlah kuantitas kotoran ternak yang tertumpuk di kandang ternak. Tentunya dengan menggunakan bantuan sensor pendeteksi gas amonia.



Gambar. 3 Komponen Penyusun Produk

Alat pembersih kotoran ayam ini terdiri dari berbagai komponen dan sensor yang bekerja secara terpadu untuk memastikan pembersihan kandang dilakukan secara otomatis dan optimal, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3. Komponen-komponen utama yang menyusun alat ini meliputi:

1. Mikrokontroler atau Arduino UNO, sebagai otak pengendali utama dari sistem pembersih kotoran otomatis pada kandang ternak
2. Sensor pendeteksi gas, sebagai pengidentifikasi keberadaan gas amonia pada kandang ternak
3. *Control Box*, sebagai tempat untuk menaruh komponen dan *controlling* alat. Komponen yang berada didalam *control box* yaitu arduino, RTC, dan *power supply*
4. *Real Time Clock* (RTC), sebagai penyesuai waktu otomatis, menghitung waktu untuk menyimpan data waktu yang sudah diaktifkan pada sistem
5. *Switch*, sebagai pengganti mode pada sistem pembersih kotoran otomatis

6. *Liquid Crystal Display* (LCD), sebagai penampil informasi pada sistem
7. Motor DC, sebagai penggerak utama konveyor belt pada sistem
8. Konveyor *Belt*, sebagai media perantara jalur penggerak lantai kandang ternak
9. *Swiper*, sebagai pembersih atau penyingkir kotoran ternak
10. Penyikat, sebagai penyingkat atau penggosok kotoran ternak serta pembersih tambahan
11. Penyemprot, sebagai penyemprot air untuk membersihkan sisa kotoran ternak
12. *Power supply*, sebagai penyedia suplai arus dan tegangan listrik pada sistem
13. Bak penampung, sebagai tempat mengumpulkan kotoran ternak
14. Tombol *power*, berfungsi sebagai tombol untuk menghidupkan dan mematikan alat

4. Simpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa evaluasi REBA pada pekerja pembersihan kandang ayam berada pada level risiko sedang, dengan skor rata-rata 7. Risiko cedera muskuloskeletal yang signifikan disebabkan oleh postur kerja yang tidak ergonomis dan beban fisik yang berat. Salah satu penyebab utamanya adalah posisi tubuh yang tidak optimal dan pengerjaan aktivitas secara manual yang meningkatkan beban fisik. Berdasarkan hal tersebut, penggunaan alat pembersih kotoran otomatis pada kandang ayam merupakan upaya untuk mengurangi kelelahan dan risiko muskuloskeletal pada pekerja. Alat yang diusulkan dirancang dengan inovasi otomatisasi dan memperhatikan kebutuhan pengguna, seperti kenyamanan, keamanan, serta pengurangan beban kerja dan risiko muskuloskeletal. Desain alat disesuaikan dengan data antropometri termasuk tinggi badan (TBT), tinggi mata berdiri (TMB), tinggi bahu berdiri (TGT), jangkauan tangan (JT), dan tinggi jangkauan lengan (TJL). Rekomendasi penggunaan alat pembersih kotoran otomatis menunjukkan potensi besar dalam meningkatkan kesejahteraan hewan dan kualitas lingkungan. Alat ini dapat mengurangi risiko cedera pada operator, meningkatkan efisiensi operasional, dan kondisi sanitasi kandang. Dengan mengurangi intervensi manusia dalam pembersihan, alat ini meningkatkan kesehatan dan produktivitas peternakan dalam jangka panjang.

Daftar Pustaka

- Devi, N., Muliarta, I. M. & Adiputra, L. M. (2018) "Gambaran Keluhan Muskuloskeletal dan Kelelahan Mata Setelah Pemakaian Komputer pada Siswa Kelas XII SMK TI Bali Global Denpasar Tahun 2017". *E-Jurnal Medika*, 7(10).
- Fakihuddin, Suhariyanto, T. T., & Faishal, M. (2020). *Analisis Dampak Lingkungan Dan Persepsi Masyarakat Terhadap Industri Peternakan Ayam (Studi Kasus Pada Peternakan Di Jawa Tengah)*.
- Hendriani, B. (2021) "Faktor-Faktor yang Berhubungan Dengan Keluhan Muskuloskeletal Disorders (MSDs) pada Pekerja Peternakan Ayam Ras Petelur di Kecamatan Mungka Kabupaten Lima Puluh Kota". Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Jambi.
- Jordan, A. R., Sri Wardani, P., Subagiada, K., Rayzy Perwitasari Sutaji Putri, D., & Inu Natalisanto, A. (2023). Penilaian Tingkat Risiko Postur Kerja Menggunakan Metode REBA dan Biomekanika Pada Aktivitas Mengangkat Beban. In *Progressive Physics Journal* (Vol. 4). <http://jurnal.fmipa.unmul.ac.id/index.php/ppj/indexHalaman|231>
- Mahmood, S., Aziz, S. Abd. H. S. A., Zulkifli, M. Z., & Marsi, N. (2020). Rula and Reba Analysis on Work Postures: A Case Study at Poultry Feed Manufacturing Industry. *Journal of Computational and Theoretical Nanoscience*, 17(2–3), 755–764. <https://doi.org/10.1166/jctn.2020.8716>

- Mamun, M. A. A., and M. Hasanuzzaman. 2020. “No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析Title.” *Energy for Sustainable Development: Demand, Supply, Conversion and Management* 1–14.
- Muhtadin, D. H., Darwanto, A., & Sulo, B. D. (2020a). Sistem Pembersih Kandang Ayam Otomatis Berbasis Iot. In *Konvergensi* (Vol. 16, Issue 2).
- Olivianti, A., Abidjulu, J., & Koleangan, H. S. J. (2016). Dampak Limbah Peternakan Ayam Terhadap Kualitas Air Sungai Sawangan Di Desa Sawangan Kecamatan Tombulu Kabupaten Minahasa. In *Chem. Prog* (Vol. 9, Issue 2).
- Pratiwi, P. A., Widyaningrum, D., & Jufriyanto, M. (2021). Analisis Postur Kerja Menggunakan Metode REBA Untuk Mengurangi Risiko *Musculoskeletal Disorder* (MSDs). 9(2).
- Putri, N. T., Zadry, H. R., Mahata, M. E., Amrina, E., Yuliandra, B., & Humaida, N. (2020). Ergonomics Evaluation of Manual Material Handling Activities in the Section of Feeding Laying Hens at Poultry Farm. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1003(1), 012074. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1003/1/012074>
- Ramadhani, D., & Hahury, S. (2023). Pengembangan Alat Penyaring Tahu Yang Ergonomis Menggunakan Metode EFD. *Industrial Engineering Journal–System*, 1(02), 16–29.
- Rojun, M., & Nadziroh, N. (2020). Peran Sektor Pertanian Dalam Pertumbuhan Ekonomi Di Kabupaten Magetan The Role Of The Agricultural Sector In Economic Growth In Magetan Distric. In *Jurnal Agristan* (Vol. 2, Issue 1).
- Safira, E., Nofirza, N., Anwardi, A., Harpito, H., Rizki, M., & Nazaruddin, N. (2022). Evaluation of Human Factors in Redesigning Library Bookshelves for The Blind Using The Ergonomic Function Deployment (EFD) Method. *Proc. 3rd South Am. Int. Ind. Eng. Oper. Manag. Conf.*, pp. 2050–2062.
- Saputra, K., Tirtayasa, K., & Sucipta, N. (2017). Modifikasi Kampil Pakan Ternak Berbasis Ergonomi Memperbaiki Beban Kerja Dan Meningkatkan Roduktivitas Kerja Pekerja Peternakan Ayam Broiler. 3, 11–18.
- Suroso, H. C., & Yulvito. (2020). *Analisa Pengukuran Waktu Kerja Guna Menentukan Jumlah Karyawan Packer Di Pt. Sinarmas Tbk*. <https://doi.org/10.31284/J.Iptek.2020.V24i1>
- Tiogana, V., & Hartono, N. (2020). *Analisis Postur Kerja Dengan Menggunakan Reba Dan Rula Di Pt X Worker Posture Analysis Using Reba And Rula At Pt X*.
- Tulika Srivastava, T. S., & Aditi Vats, A. V. (2013). Musculoskeletal disorders among the workers engaged in organized poultry farm.11(3), 440-445 <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20143078160>
- Vos, T., Allen, C., Arora, M., Barber, R. M., Bhutta, Z. A., Brown, A., Carter, A., Casey, D. C., Charlson, F. J., Chen, A. Z., Coggeshall, M., Cornaby, L., Dandona, L., Dicker, D. J., Dilegge, T., Erskine, H. E., Ferrari, A. J., Fitzmaurice, C., Fleming, T., ... Murray, C. J. L. (2016). Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 310 diseases and injuries, 1990–2015: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *The Lancet*, 388(10053), 1545–1602. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)31678-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)31678-6)
- Wijaya, A. M., Siboro, B. A. H., & Purbasari, A. (2016). Analisa Perbandingan Antropometri Bentuk Tubuh Mahasiswa Pekerja Galangan Kapal Dan Mahasiswa Pekerja Elektronika *The Comparative Analysis Of Anthropometry Between Student Of Shape Vessel Shipyard Workers And Students Of Workers Electronic*. *Profisiensi*, 4(2), 108–117.