



Tersedia secara online di <http://ojs.unik-kediri.ac.id/index.php/jurmatis/index>

## JURMATIS

Jurnal Manajemen Teknologi dan Teknik Industri



# Perancangan Mesin Pengupas Singkong dengan Metodologi NIDA-QFD untuk Industri Keripik Singkong ABC Banyuwangi

Adib Fahmi Nurcahyo\*<sup>1</sup>, Asfarina Hidayah<sup>2</sup>, Abdul Hamid<sup>3</sup>

adibkabol055@gmail.com\*<sup>1</sup>, asfarina@untag-banyuwangi.ac.id<sup>2</sup>, hamidbinabdullah@untag-banyuwangi.ac.id<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Banyuwangi

### Informasi Artikel

Riwayat Artikel :

Received : 7 – Februari – 2024

Revised : 14 – April – 2024

Accepted : 31 – Mei – 2024

Kata Kunci :

Banyuwangi, Cassava chips, Cassava peeling, Efficiency, NIDA-QFD, User needs

Untuk melakukan sitasi pada penelitian ini dengan format:

Nurcahyo, A. F., Hidayah, A., & Hamid, A. (2024). Banyuwangi, Perancangan Mesin Pengupas Singkong dengan Metodologi NIDA-QFD untuk Industri Keripik Singkong ABC. *JURMATIS (Jurnal Manajemen Teknologi Dan Teknik Industri)*, 6(2), 80–94.

### Abstract

Banyuwangi produces potential cassava chips. However, due to slow manual stripping, production capacity is low, market demand is high, and product quality decreases. This study develops an optimized peeling machine using NIDA-QFD to meet user needs and increase innovation. Experimental design model and 5 alternative actions of cassava peeling machine. ABC Banyuwangi Industry with 10 respondents, including owners and employees, was given intervention in the action decision. NIDA-QFD developed a cassava peeling machine design that is efficient and minimizes risk. Alternative 3 was chosen, with user body dimensions (height 110-180 cm), using sturdy materials (steel angle profile, stainless steel plate), and having 5 peeling rolls (diameter 80 mm, length 910 mm) for an effective and efficient stripping process. The 220 volt 1/2 PK AC drive system ensures the roll rotates with optimal speed and torque. The cassava skin remover is made of stainless steel which is rust-resistant and easy to clean, so it is feasible to overcome the problem of manual peeling of cassava and opportunities for progress in the cassava chips industry.

### Abstrak

Banyuwangi menghasilkan keripik singkong berpotensi. Namun, dilanda pengupasan manual yang lambat, sehingga kapasitas produksi rendah, permintaan pasar tinggi, dan kualitas produk menurun. Studi ini, mengembangkan mesin pengupas yang dioptimalisasikan menggunakan NIDA-QFD untuk memenuhi kebutuhan pengguna dan meningkatkan inovasi. Desain eksperimental model dan 5 aksi alternatif mesin pengupas singkong. Industri ABC Banyuwangi dengan 10 responden, termasuk pemilik dan karyawan, diberi intervensi pada keputusan *action*. NIDA-QFD membangun desain mesin pengupas singkong yang efisien dan meminimalkan risiko. Terpilih alternatif 3, dengan dimensi tubuh pengguna (tinggi 110-180 cm), menggunakan material kokoh (profil siku baja, plat *stainless steel*), dan memiliki 5 roll pengupas (diameter 80 mm, panjang 910 mm) untuk proses pengupasan yang efektif dan efisien. Sistem penggerak AC 220 volt 1/2 PK memastikan roll berputar dengan kecepatan dan torsi optimal. Pembuangan kulit singkong terbuat dari *stainless steel* yang tahan karat dan mudah dibersihkan, sehingga layak mengatasi permasalahan pengupasan manual singkong dan peluang kemajuan industri keripik singkong.

## 1. Pendahuluan

Kabupaten Banyuwangi menjadi potensi lahan umbi-umbian dengan luas panen 834 hektar, produksi 18.544ton dengan tingkat produktivitas sebesar 22,35 (Kw/Ha) ditahun 2020 [1]. Salah satu produk yang diunggulkan adalah keripik singkong yang merupakan hasil dari panen tiap tahun yang di kelola oleh sentra industri keripik di Banyuwangi [2], [3]. Salah satu pemilik industri ini telah mampu mengantarkan mimpi 3 anaknya ke studi jenjang sarjana dengan omzet sebesar Rp. 5.000/bungkus dengan harga jual sebesar Rp. 7.000/ bungkus yang mampu menembus 350 bungkus/harinya [4], [5].

Namun, ditengah persaingan sejak 6 bulan ini, Industri Keripik Singkong ABC di Banyuwangi terjebak dalam lingkaran in-efisiensi akibat proses pengupasan manual yang memakan waktu. Membutuhkan 6 jam untuk mengupas 100 kg singkong, kapasitas produksi mereka terhambat, hanya menghasilkan 100 kg keripik singkong per hari. Keinginan untuk meningkatkan produksi menjadi 200 kg per hari terhalang oleh lamanya proses pengupasan manual, yang membutuhkan waktu 12 jam penuh. Pengupasan manual singkong di Industri Keripik Singkong ABC Banyuwangi menghadirkan konsekuensi negatif yang signifikan, menghambat kemajuan usaha dan mengancam keberlanjutannya. Kapasitas produksi yang terbatas rata – rata dari 10 industri keripik singkong paling tinggi hanya 370 bungkus/ hari, akibat proses pengupasan yang lambat membatasi peluang industri ini untuk memenuhi permintaan pasar yang terus meningkat karena target dari pemesan/ agen/distributor sebesar 450 bungkus/ hari. Hal ini berakibat pada hilangnya potensi keuntungan dan peluang pasar yang berharga. Selain itu, biaya tenaga kerja yang tinggi untuk pengupasan manual secara manual meningkatkan harga pokok produksi keripik singkong. Hal ini membuat harga jual keripik singkong menjadi lebih mahal dan kurang kompetitif di pasaran, berpotensi menggerus pangsa pasar industri dan menghambat pertumbuhannya.

Lebih lanjut, pengupasan manual berisiko menghasilkan produk dengan kualitas yang tidak konsisten, seperti ketebalan kulit singkong yang standarnya 0,5 cm dapat bervariasi hingga 0,8 cm hingga 0,95 cm sehingga yang tidak seragam. Ketidakstabilan kualitas ini dapat menurunkan nilai estetika dan rasa keripik singkong, sehingga menurunkan kepuasan konsumen dan reputasinya. Dampak negatif ini secara kolektif menghambat kemajuan Industri Keripik Singkong ABC Banyuwangi dan mengancam keberlanjutannya di masa depan. Oleh karena itu, diperlukan solusi inovatif dan berkelanjutan untuk mengatasi permasalahan pengupasan manual singkong ini dan membuka jalan bagi kemajuan industri. Biaya tenaga kerja pun menjadi beban tambahan. Dengan upah minimum regional (UMR) di Banyuwangi mengacu tahun 2022 yaitu sebesar Rp 2.328.899,12 untuk kabupaten

Banyuwangi [6]. Biaya tenaga kerja untuk pengupasan 100 kg singkong mencapai Rp 133.440, dan Rp 266.880 untuk 200 kg per hari. Situasi ini mendesak solusi inovatif. Alat pengupas singkong berkelanjutan, dengan efisiensi yang tinggi, dapat menjadi kunci untuk meningkatkan kapasitas produksi, menurunkan biaya tenaga kerja, dan meningkatkan daya saing Industri Keripik Singkong ABC. Alat ini dengan rencana mengutamakan kebutuhan industri keripik singkong ABC berbasis suara pemilik industri, melakukan identifikasi secara detail menggunakan ide yang berasal dari identifikasi masalah tentang mempercepat proses produksi dengan kebutuhan dan fitur yang tepat yang dirancang dengan keputusan berbasis *morphological chart* dan melakukan rancangan yang tepat pada alat pengupas singkong tersebut.

Rancangan fasilitas kerja dengan meningkatkan fasilitas bersih dan aman dengan keputusan desain yang optimum biaya sebesar Rp. 1.647.800 dengan dimensi rak 1,2 m x 25 cm yang memiliki kekuatan aluminium sebesar 95 Mpa yang mampu digunakan untuk luas material 116 mm<sup>2</sup> [7]. Dimensi yang tepat dalam merancang *posture corecator* dengan tebal 0,5 cm dipasang infrared sejumlah 15 unit[8]. Perancangan lifter trolley mampu menampung kapasitas 25 kg dengan 5 kali angkut lebih efektif dari pada kapasitas 8 kg dengan kapasitas 9 kali angkut dengan dimensi belakang 0,27 m x 1,41 m [9]. Dalam merancang fasilitas gawangan produksi batik berbasis antropometri dengan persentil 95<sup>th</sup> ketinggian 98,42 cm, lebar 120 cm dan lebar 30 cm yang diposisikan pada depan pembatik untuk mengurangi perputaran tubuh dan leher pembatik untuk meminimasi cedera dengan kondisi kursi yang memiliki spoon bermutu tinggi [10]–[13]. Mengungkapkan alat potong dalam sekali proses mampu menghasilkan 50 label dengan durasi 1 kali pekerjaan dengan material pisau *stainless steel* ST-90 anti karat[14]. Dengan 132 exposure pada pekerja usia 34 tahun hingga 39 tahun memilih alat produksi sepatu dengan material aluminium dengan perspektif estetika, ketahanan dan *availability* dengan 3,64 skor[15].

Perancangan mesin berperforma tinggi akan disimulasikan untuk optimalisasi dalam proses manufaktur dengan pertimbangan penurunan beban termal 1 mm, toleransi pengecoran translasi yang berbeda  $l = \pm 0,9$  mm dengan kekuatan energi percobaan probe-tack mampu menurunkan error sebesar 8% daripada kondisi eksisting sebesar 20% dan menghasilkan pull-of 0,2 MPa [16], [17]. Sedangkan yang menggunakan kekuatan 7 Mpa memiliki penyelesaian pemotongan 60 detik dengan tegangan geser, tegangan elastisitas dengan menghilangkan 4,87 mg dari bagian material sehingga menurunkan massa sebesar 4,88% [18]. Studi merancang mesin CNC dengan mempertimbangkan korelasi antar respon teknik tertinggi pada *engine solutin* sebesar 493 mengurangi kasus *burnishing speed* dan

*burnising force* masing – masing 92% dengan perlakuan eksperimen ketiga keputusan *action* paralel bernilai 1,648  $\mu\text{m}$  dengan pelumasan maksimum 28% pada 3 jenis pemotongan obyek kerja [19]–[21]. Rancangan alat selanjutnya adalah alat petik tomat dengan manipulator kebebasan sudut  $7^0$  berkecepatan 15 detik dengan keberhasilan 70% terprediksi setiap 1 rating dengan kejadian positif meningkat dari 14,5 rate menjadi 16,5 rate dan naik 2 rat setiap positif prediksi pada tingkat kematangan buah 92,5% agar mampu memisahkan kualitas tomat dengan *action* kemungkinan kegagalan sistem sebesar 0,275 disetiap holding 5 detik dan mampu bervariasi kecepatan petikan hingga 150 kali/ menit [22]–[25]. Dengan aktivitas petikan tersebut, rancangan roda gigi harus mampu melakukan gerakan  $19,25^\circ \leq 7^0 \leq 19,35^\circ$  dengan arah garis perputaran pada  $\Delta=2 \mu\text{m}$  pada radius perputaran lengan robot 67 mm paling rendah berakurasi diantara 86,7% hingga 92,7% [26]–[28]. Studi risiko material dengan hubungan risiko lingkungan sebesar 2,553 dengan tingkat risiko 20% pada kekuatan 51,75 Mpa untuk pengepresan produk yang dimonitoring dengan *machine learning* [29]–[31]. Desain alat potong buah *camellia oleifera* dengan 9 kali eksperimen mampu menghasilkan 97,5% *separation rate* dengan 94,2% *separation rate* pemotongan dengan respon teknis kecepatan belt untuk faktir 2 dipilih karena inclination 22, kecepatan 0,6  $\text{m.s}^1$  dan air velocity 2  $\text{m.s}^{-2}$  [32].

Temuan yang telah diungkap fokus pada dimensi produk, kekuatan pisau, kapasitas material, dan koreksi tubuh. Sedangkan obyek yang mendominasi adalah alat pemotong label, alat pemotong buah dan kondisi roda gigi mesin pemotong. Dari fokus dan obyek tersebut berkontribusi pada hubungan pengguna dengan respon teknis yang dapat di inovasi kedalam metodologi *Quality Function Deployment* (QFD), kontribusi kekuatan mesin potong, desain alat potong dan kapasitas pemotongan dapat diidentifikasi menggunakan perspektif NIDA (*Need, Idea, Decision* dan *Action*).

Studi yang akan dilakukan dengan merancang mesin pengupas kulit singkong fokus pada dimensi kupas dari daging singkong terhadap kulit singkong antara 0,1 cm hingga 0,25 cm, massa alat berbasis antropometri persentil 50<sup>th</sup> dan 95<sup>th</sup> untuk meningkatkan keamanan penggunaan dan mengidentifikasi risiko sakit menggunakan *Nordic Body Maps* [11], [33]–[35], *frame* siku antara 4,9 cm hingga 5,2 cm, memiliki body utama dengan plat stainless ketebalan antara 2,8 mm hingga 3,3 mm dengan jumlah roll maksimal 6 unit berdiameter antara 75 mm hingga 85 mm dan panjang antara 900 mm hingga 920 mm yang menggunakan mesin AC 220 volt  $\frac{1}{2}$  PK dengan spur *gear* ketebalan antara 17 mm hingga 22 mm, dengan lubang poros antara 22 mm hingga 27 mm dan tempat pembuangan kulit singkong dengan ketebalan antara 2,7 mm hingga 3,3 mm. Metodologi yang tepat adalah

NIDA- QFD karena mampu berkontribusi pada identifikasi kebutuhan pengguna secara kritis dan tepat, mendorong kreativitas untuk memenuhi kebutuhan pengguna yang digeneralisasikan, merancang keputusan yang tepat lebih dari 1 alternatif [7], [36], [37].

Studi ini dilakukan untuk merancang mesin pengupas kulit singkong pada industry keripik singkong ABC dengan berbasis NIDA-QFD. Rancangan ini fokus pada kemudahan penggunaan mesin pengupas kulit singkong, kebutuhan pengguna yang tepat antara hubungan kebutuhan dengan respon teknis dan efisiensi waktu proses kupas.

Studi ini akan meningkatkan efisiensi waktu proses kupas singkong di industri keripik singkong ABC Banyuwangi, sehingga menghasilkan singkong yang lebih bersih dan seragam. Tidak hanya itu, juga membantu dalam memahami kebutuhan pengguna dan hubungannya dengan respon teknis mesin pengupas kulit singkong dan metode NIDA-QFD mampu merancang mesin pengupas singkong yang memenuhi kebutuhan pemilik industri keripik singkong ABC Banyuwangi.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Desain Penelitian

Studi ini menggunakan model penelitian eksperimental [38][39]. Studi ini menggunakan 5 alternatif *action* dari spesifikasi mesin pengupas singkong dengan model *one-shot case study*, karena menggunakan satu subjek industri ABC dengan satu intervensi pada keputusan *action* [40], [41].

### 2.2 Populasi dan Sampel

Populasi yang digunakan adalah entitas yang terlibat pada industri keripik singkong ABC Banyuwangi dengan ukuran sampling sejumlah 10 responden terdiri dari 1 pemilik dan 9 tenaga kerja bagian pengupas singkong.

### 2.3 Instrumen Penelitian

Studi dilakukan sejak 1 Desember 2023 hingga 30 Desember 2023 dengan komponen instrumen observasi dan wawancara. Observasi yang dilakukan pukul 09.00 WIB hingga 12.00 WIB untuk mengetahui secara visual dan mencatat waktu proses pengupasan singkong setiap unit kemudian dilakukan tabulasi rata – rata, melakukan identifikasi risiko dari 9 pekerja selama mengupas kulit singkong dari sisi risiko tubuh yang berdampak sakit menggunakan *Nordic Body Maps* dan pengukuran persentil 50<sup>th</sup> dan 95<sup>th</sup> terhadap rancangan mesin pengupas singkong yang akan dirancang [42]. Kemudian, melakukan wawancara untuk meningkatkan detail tingkat rasa sakit diarea tubuh selama mengupas singkong dan

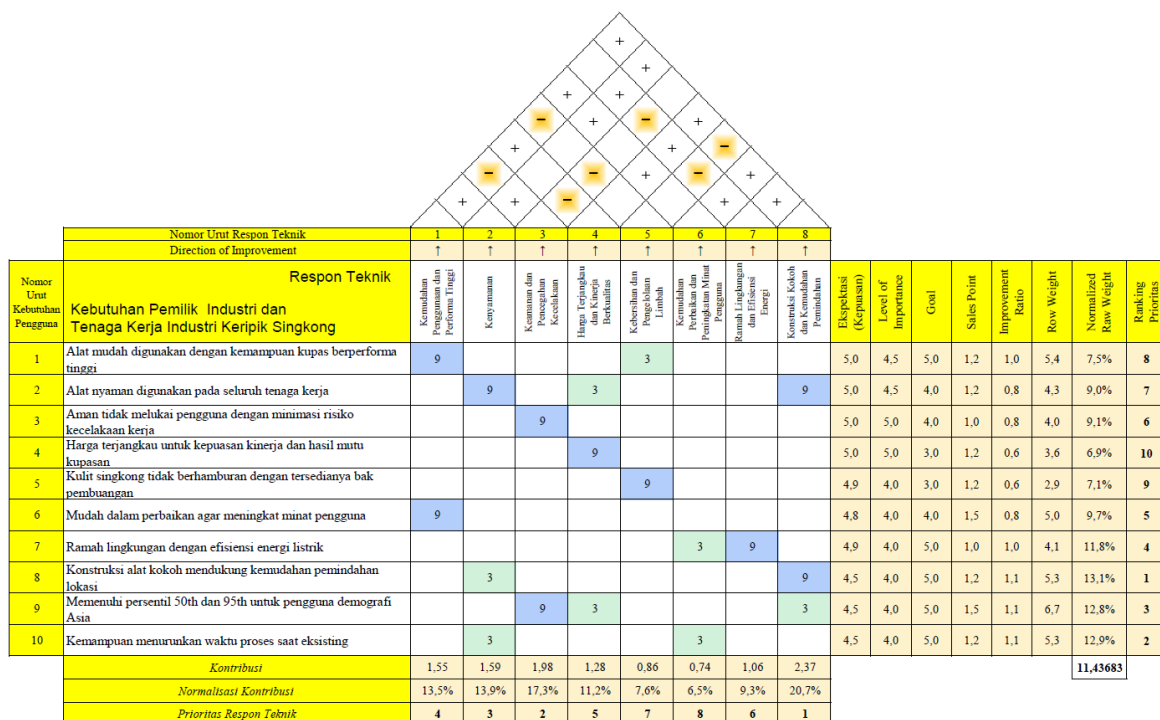
berkomunikasi intens untuk menghasilkan kebutuhan tenaga kerja dan respon teknis dari pemilik industri keripik singkong terhadap mesin yang akan dirancang [43], [44].

### 2.4 Prosedur Penelitian

Prosedur yang dilakukan Data yang diperoleh dari observasi, wawancara, dan studi kasus kemudian diolah menggunakan metode QFD [24]. Proses ini melibatkan pembuatan matriks yang menghubungkan kebutuhan pengusaha dengan karakteristik desain alat pengupas kulit singkong. Dengan QFD, prioritas kebutuhan dapat diidentifikasi, membantu memandu pengembangan ide desain. Tahap pengembangan ide menggunakan metode NIDA. Tahap "Need," melibatkan analisis kebutuhan industri keripik singkong ABC Banyuwangi dan pilihan solusi yang tepat. Tahap "Idea," dilakukan pengembangan ide desain alat pengupas kulit singkong dengan menghasilkan 5 pilihan alternatif yang dapat memenuhi kebutuhan tersebut. Tahap "Decision," mendesain mesin pengupas kulit dengan menggunakan *autodesk investor for windows* [45]. Tahap "Action," implementasi rancangan dengan menyusun spesifikasi detail dari desain alat pengupas kulit singkong, mencakup aspek teknis, dimensi, material, dan fitur khusus yang mendukung tujuan meminimalkan risiko serta meningkatkan efisiensi produksi keripik singkong.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 QFD



Gambar 1. House of Quality dari QFD



### 3.2 Need

Kondisi eksisting selama observasi di industri keripik singkong ABC Banyuwangi, berdasarkan *nordic body maps* dari 9 tenaga kerja, area tubuh yang paling sering terasa sakit adalah Punggung bawah (rata-rata 3,5), leher dan bahu (rata-rata 3,5), pergelangan kaki dan kaki (rata-rata 3,5). Tingkat keparahan rasa sakit, melaporkan rasa sakit sedang hingga berat (rata-rata skor di antara 3,5), dikarenakan postur tubuh membungkuk  $75^{\circ}$ , gerakan berulang, mengangkat beban berat karena perlu memindahkan hasil kupasan ke bagian pemotongan. Dengan demikian, kebutuhan ini akan mendominasi *ranking House of Quality* dalam QFD dengan ranking 3 tertinggi, berikut.

Tabel 1. Prioritas Needs 3 Tertinggi

Kebutuhan Pengguna	Bobot Normalisasi	Respon Teknis	Persentase Normalisasi
Konstruksi alat kokoh mendukung kemudahan pemindahan lokasi	13,1%	Konstruksi Kokoh dan Kemudahan Pemindahan	20,7%
Kemampuan menurunkan waktu proses saat eksisting	12,9%	Keamanan dan Pencegahan Kecelakaan	17,3%
Memenuhi persentil 50 <sup>th</sup> dan 95 <sup>th</sup> untuk pengguna demografi Asia	12,8%	Kenyamanan	13,9%

Sumber: olah data, 2023

### 3.3 Idea

Konstruksi Alat Kokoh Mendukung Kemudahan Pemindahan Lokasi (13,1%), kebutuhan ini menunjukkan bahwa pengguna menginginkan mesin pengupas kulit singkong yang kokoh dan tahan lama, sehingga mudah dipindahkan dari satu tempat ke tempat lain. Hal ini penting untuk meningkatkan fleksibilitas dan kemudahan penggunaan mesin, terutama bagi pengguna yang sering berpindah tempat kerja. Bobot normalisasi yang tinggi (13,1%) menunjukkan bahwa ini adalah salah satu kebutuhan terpenting bagi pengguna.

Kemampuan Menurunkan Waktu Proses Saat Eksisting (12,9%), Pengguna ingin mesin pengupas kulit singkong yang dapat bekerja lebih cepat daripada metode pengupasan manual atau tradisional yang sudah ada. Hal ini akan meningkatkan efisiensi dan produktivitas, terutama bagi industri pengolahan singkong skala besar. Bobot normalisasi yang tinggi (12,9%) menunjukkan bahwa ini adalah kebutuhan penting bagi banyak pengguna.

Memenuhi Persentil 50<sup>th</sup> dan 95<sup>th</sup> untuk Pengguna Demografi Asia (12,8%), kebutuhan ini menunjukkan bahwa mesin pengupas kulit singkong harus dirancang dengan mempertimbangkan dimensi dan postur tubuh pengguna di Asia. Studi ini mendukung

Pemasangan *fret wire* berisiko MSDs (*Musculoskeletal Disorders*) karena postur statis. Penelitian ini merancang meja kerja ergonomis untuk mengurangi risiko MSD tersebut [36]. Studi ini juga didukung bahwa untuk meningkatkan postur kerja dan mengurangi kelelahan pada pekerja melalui desain alat bantu meja kerja yang ergonomis. Alat bantu ini dirancang dengan metode NIDA dan mempertimbangkan kebutuhan pekerja, menghasilkan dua alternatif desain yang efektif [37], [46]. Studi ini telah berkontribusi pada desain fasilitas kerja (rak putar & meja) di pengrajin tas kulit Magetan untuk meningkatkan produktivitas dan mengurangi risiko MSDs pekerja [7], [47]. Hal ini penting untuk memastikan kenyamanan dan keamanan pengguna saat mengoperasikan mesin. Bobot normalisasi yang tinggi (12,8%) menunjukkan bahwa ini adalah kebutuhan penting bagi banyak pengguna di Asia yaitu:

1. Persentil 50<sup>th</sup>

Ketinggian: 158 cm (pria) / 153 cm (wanita)

Ketinggian jangkauan vertikal: 180 cm (pria) / 170 cm (wanita)

Ketinggian siku: 110 cm (pria) / 105 cm (wanita)

Ketinggian mata: 165 cm (pria) / 160 cm (wanita)

2. Persentil 95<sup>th</sup>

Ketinggian: 178 cm (pria) / 168 cm (wanita)

Ketinggian jangkauan vertikal: 200 cm (pria) / 190 cm (wanita)

Ketinggian siku: 125 cm (pria) / 120 cm (wanita)

Ketinggian mata: 180 cm (pria) / 175 cm (wanita)

3. Rekomendasi Ketinggian Mesin:

Ketinggian minimal: 110 cm (tinggi siku pada persentil 50<sup>th</sup>)

Ketinggian maksimal: 180 cm (tinggi mata pada persentil 95<sup>th</sup>)

Ketinggian ideal: 145 cm (rata-rata antara 110 cm dan 180 cm)

Mesin pengupas kulit singkong otomatis ini memanfaatkan sistem pisau putar atau getar untuk mengupas singkong secara efisien. Singkong yang akan dikupas dimasukkan ke dalam *hopper* dan kemudian diproses oleh pisau. Alat pengupas singkong terbuat dari besi siku dilapisi *stainless steel* (mangan, kromium, karbon) untuk ketahanan lama, mudah dibersihkan, dan anti karat. Kulit singkong yang telah dikupas ditampung dalam wadah terpisah, sehingga memudahkan proses pembersihan. Motor listrik menggerakkan mesin dengan kontrol yang mudah digunakan untuk mengatur kecepatan dan durasi pengupasan. Demi keamanan, mesin dilengkapi dengan pelindung dan sakelar darurat untuk menghentikan operasi bila diperlukan [48].



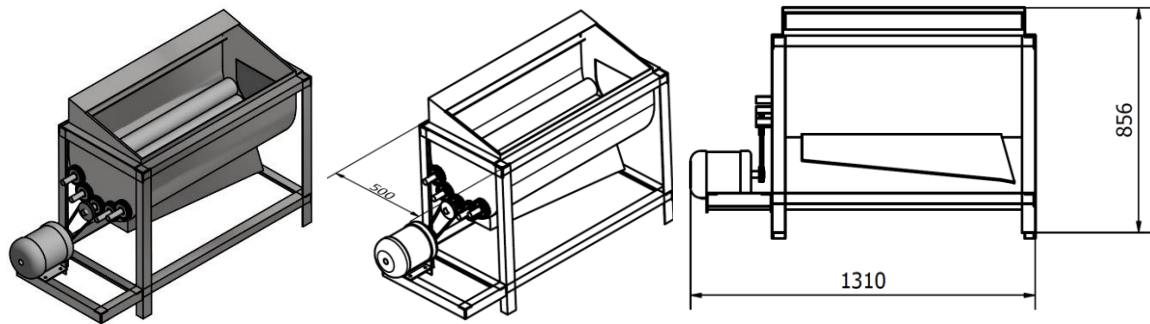
Konstruksi Kokoh dan Kemudahan Pemindahan (20,7%), respon teknis ini fokus pada aspek fisik dan fungsionalitas mesin pengupas kulit singkong. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa mesin harus kokoh dan tahan lama dengan menggunakan material yang kuat dan tahan lama menggunakan aluminium, dengan struktur yang stabil dan mampu menopang beban mesin dan getaran selama proses pengupasan yang dilengkapi dengan roda dan pegangan yang ergonomis untuk memudahkan pengguna memindahkan mesin dari satu tempat ke tempat lain [49]. Persentase normalisasi yang tinggi (20,7%) menunjukkan bahwa ini adalah aspek yang sangat penting bagi pengguna.

Keamanan dan Pencegahan Kecelakaan (17,3%), respon teknis ini menekankan pada aspek keamanan dan pencegahan kecelakaan saat menggunakan mesin pengupas kulit singkong yang perlu di lengkapi dengan pelindung pisau yang kuat dan memastikan pisau terpasang dengan aman, dimana prinsip mesin ini menyerupai mesin bubut dengan besi siku dan besi U dengan plat *stainless steel* yang terkomposisi *mix* mangan, *silicon*, nikel dan kromium. Memastikan instalasi listrik yang aman dan menggunakan komponen elektronik yang berkualitas. Memasang sakelar darurat menggunakan *ground fault circuit interupter* (GFCI) untuk menghentikan operasi mesin bila diperlukan dan memberikan instruksi keselamatan yang jelas bagi pengguna. Persentase normalisasi yang tinggi (17,3%) menunjukkan bahwa ini adalah aspek yang penting bagi pengguna.

Kenyamanan (13,9%), dengan ketinggian mesin sesuai dengan jangkauan tangan pengguna, serta desain kontrol yang ergonomis dan mudah dioperasikan, menggunakan motor dan sistem penggerak yang senyap dengan mengadopsi sistem mobil diesel yaitu menggunakan instalur audio yang berupa lembaran ditempel pada plat bodi mesin, serta memasang peredam suara bila diperlukan dan memastikan bagian mesin yang mudah diakses untuk dibersihkan dan dirawat. Persentase normalisasi yang tinggi (13,9%) menunjukkan bahwa ini adalah aspek yang penting bagi pengguna.

### **3.4 Decision**

Pada tahap ini memberikan alternatif desain gambar alat mesin pengupas kulit singkong dengan menggunakan *autodesk inventor for windows* yang telah didiskusikan dengan produsen.



Gambar 2. Mesin Pengupas Kulit Singkong Tampak Perspektif  
Sumber: Desain Inventor, 2023

### 3.5 Action

Pada tahap *Action* yaitu menentukan spesifikasi alat mesin pengupas kulit singkong yang sudah melakukan desain gambar ditahap sebelumnya dengan pertimbangan persentil 50<sup>th</sup> dan 95<sup>th</sup>.

- a. Agar mesin pengupas singkong dapat digunakan secara optimal oleh berbagai pengguna, penting untuk mempertimbangkan dimensi tubuh mereka. ketinggian minimal mesin pengupas singkong harus 110 cm (tinggi siku pada persentil 50<sup>th</sup>), dan ketinggian maksimal harus 180 cm (tinggi mata pada persentil 95<sup>th</sup>). Ketinggian ideal adalah 145 cm, rata-rata antara kedua nilai tersebut.
- b. Frame dengan material *profile* siku baja dengan ukuran 5 cm x 5 cm dan ketebalan 5 mm. Fungsi untuk memberikan struktur yang kokoh dan stabil untuk menopang seluruh komponen mesin. Keuntungan *profile* siku mudah dirakit dan memiliki kekuatan yang cukup untuk menahan beban mesin.
- c. *Body* Utama dengan material plat *stainless steel* dengan ketebalan 3 mm. Bentuk sesuai desain yang telah ditentukan. Fungsi untuk menopang poros utama dan roll pengupas. Keuntungan adalah *stainless steel* tahan karat, mudah dibersihkan, dan memiliki estetika yang baik.
- d. *Roll* pengupas sejumlah 5 unit dengan diameter 80 mm, panjang 910 mm yang berfungsi melakukan proses pengupasan kulit singkong secara mekanis dengan keuntungan pada *Roll* dengan diameter dan panjang yang sesuai dapat mengupas singkong secara efektif dan efisien. Alat pengupas singkong terbuat dari besi siku dilapisi *stainless steel* (mangan, kromium, karbon) untuk ketahanan lama, mudah dibersihkan, dan anti karat.
- e. Sistem penggerak berjenis motor dinamo AC 220 volt 1/2 PK. *Pully* dan *V-belt* yang digunakan untuk mengubah kecepatan dan torsi dari motor ke spur gear dengan ketebalan 20 mm, diameter lubang poros 25 mm yang berfungsi meneruskan putaran dari motor ke *roll* pengupas dengan keuntungan sistem penggerak yang handal dapat

memastikan *roll* pengupas berputar dengan kecepatan dan torsi yang sesuai untuk proses pengupasan yang optimal.

- f. Pembuangan kulit singkong dengan material *stainless steel* dengan ketebalan 3 mm, berfungsi untuk mengalirkan kulit singkong yang telah terkelupas keluar dari mesin dengan keuntungan pada *stainless steel* tahan karat dan mudah dibersihkan, sehingga cocok untuk digunakan pada bagian yang bersentuhan dengan bahan makanan. Studi ini mendukung proses dalam menghaluskan permukaan gigi dengan bekas gerinda presisi tinggi, menggunakan media abrasif dengan elastisitas dan kemampuan alir baik, serta menjelaskan mekanisme penghalusan permukaan secara detail [18].

#### 4. Kesimpulan

Desain mesin pengupas singkong berbasis NIDA-QFD ini berfokus pada kemudahan penggunaan, kebutuhan pengguna, efisiensi waktu, dan ergonomis. Dimensi mesin dirancang untuk mengakomodasi berbagai pengguna dengan ketinggian minimal 110 cm dan maksimal 180 cm. Struktur mesin menggunakan bahan kokoh seperti *profile* siku baja dan plat *stainless steel* untuk memastikan ketahanan dan stabilitas. Sistem penggerak menggunakan motor dinamo AC 220 volt 1/2 PK dengan sistem *pulley* dan *V-belt* untuk memastikan putaran *roll* pengupas yang optimal. Pembuangan kulit singkong terbuat dari *stainless steel* untuk memudahkan pembersihan dan higienis. Desain mesin pengupas singkong NIDA-QFD memberikan kontribusi yang signifikan untuk meningkatkan efisiensi, kualitas, dan kepuasan dalam proses pengupasan singkong di industri keripik singkong ABC Banyuwangi.

#### Daftar Pustaka

- [1] BPSStatistik-Indonesia, “Luas Panen, Produksi, dan Produktivitas Ubi Kayu Menurut Kecamatan di Kabupaten Banyuwangi, 2019 dan 2020,” *BPS Statistik*, 2021. <https://banyuwangikab.bps.go.id/statictable/2021/10/25/199/luas-panen-produksi-dan-produktivitas-ubi-kayu-menurut-kecamatan-di-kabupaten-banyuwangi-2019-dan-2020.html> (accessed Jan. 01, 2024).
- [2] S. Bawono, “Penyusunan Strategi Pengelolaan Sumber Daya Daerah Banyuwangi Dengan SFI Dan SWOT Matrix,” *Pros. Semin. Nas. dan Call Pap. Ekon. dan Bisnis*, vol. 2017, no. 1998, pp. 27–28, 2017.
- [3] D. Anggraeni, N. Nurjanah, D. A. Asmara, and T. Hidayat, “Feasibility Study of The Small and Medium-Sized Enterprises Fisheries Processing Unit and Their Mackerel Tuna Pindang Product in Banyuwangi,” *J. Pengolah. Has. Perikan. Indones.*, vol. 22, no. 1, p. 14, 2019, doi: 10.17844/jphpi.v22i1.25870.
- [4] A. Sodikin, “Keripik Singkong Paling Banyak Penggemarnya.” *Radar Banyuwangi*,

- Banyuwangi, p. 1, 2021, [Online]. Available: <https://radarbanyuwangi.jawapos.com/ekonomi-bisnis/75896618/keripik-singkong-paling-banyak-penggemarnya?page=1>.
- [5] Karyantoni, “Pengusaha Kripik Singkong di Lumajang Sukses Kuliahkan Sang Anak,” *RRI*, 2023. .
- [6] BPSStatistik-Indonesia, “Upah Minimum Kabupaten/Kota di Jawa Timur (Rupiah), 2022-2024,” *BPS Statistik*, 2024. <https://probolinggakab.bps.go.id/indicator/19/288/1/upah-minimum-kabupaten-kota-di-jawa-timur.html> (accessed Jan. 05, 2024).
- [7] N. A. Wibowo *et al.*, “Design of Work Facilities in Warehouses and Work Stations for SME Dwarr Leather Cutting Leather,” *Proc. 3 rd Asia Pacific Int. Conf. Ind. Eng. Oper. Manag. Johor Bahru, Malaysia*, pp. 1296–1306, 2022, doi: 10.46254/ap03.20220241.
- [8] A. Putera, P. Sakti, L. Azizah, Y. Silitonga, and G. May, “Penerapan Metode Brainstorming Pada Perancangan Produk Posture Corrector ( Penegak Punggung ) dengan Akupuntur Infrared TALENTA Conference Series Penerapan Metode Brainstorming Pada Perancangan Produk Posture Corrector ( Penegak Punggung ) Dengan Akupuntur,” *Energy Eng.*, vol. 4, no. 1, 2021, doi: 10.32734/ee.v4i1.1241.
- [9] G. J. Eldrin and E. Sarvia, “Desain Alat Bantu Trolley Ergonomis Di Depo Pasar Ikan Kota TasikmalayaErgonomic Trolley Tool Design At Fish Market Depot,” *J. Tek. Ind.*, vol. 7, no. 1, pp. 63–68, 2021.
- [10] S. Bhakti, B. R. Valencia, R. D. Astuti, and E. Pujiyanto, “Perancangan Stasiun Kerja Proses Canting Berdasarkan Pendekatan Ergonomi (Studi Kasus: Batik Tulis Tengah Sawah) Canting Process Work Station Design Based on Ergonomic Approach (A Case Study on Batik Tulis Tengah Sawah),” *J. Has. Penelit. dan Karya Ilm. dalam Bid. Tek. Ind.*, vol. 8, no. 1, pp. 17–27, 2022, [Online]. Available: <https://ejournal.uin-suska.ac.id/index.php/jti/article/view/16833>.
- [11] J. Hutabarat, J. A. Pradana, I. Ruwana, D. W. L. Basuki, S. A. Sari, and R. Septiari, “Ergonomic Chair Design as a Solution to Musculoskeletal Disorders among Traditional Cobblers: An Anthropometric Study,” *J. Eur. des Syst. Autom.*, vol. 56, no. 4, pp. 697–701, 2023, doi: 10.18280/jesa.560419.
- [12] J. Hutabarat, “Evaluation a Sitting Position on Public Space Based Ergonomic Approach,” *Int. J. Curr. Res. Appl. Stud.*, vol. 1, no. 1, pp. 30–43, 2022.
- [13] J. A. Pradana, I. F. Fahmi, E. P. S. Indiarito, and S. N. M. Haristanti, “Fuzzy Sugeno-Biomekanika-NIOSH-NBM: Penilaian Risiko Aktivitas Penyaringan Bubur Kedelai,” *J. Taguchi J. Ilm. Tek. dan Manaj. Ind.*, vol. 2, no. 01, pp. 1–9, 2022.
- [14] S. I. Kaban, R. Dwi Astuti, and E. Pujiyanto, “Perancangan Alat Pemetong Label untuk Meminimasi Gerakan Repetitive Pekerja di Industri Jago Jaya Shuttlecock Surakarta,” *Matrik*, vol. 22, no. 1, p. 65, 2021, doi: 10.30587/matrik.v22i1.1527.
- [15] A. Rahma Dhani M, D. N. Rahma, F. R. Hidayat, R. Ananda, E. Liquidanu, and R. W. Damayanti, “Design of Work Facilities in Magetan Leather Shoes SMEs,” *Proc. 5th Eur. Int. Conf. Ind. Eng. Oper. Manag. Rome, Italy, July*, pp. 250–260, 2023, doi: 10.46254/eu05.20220069.
- [16] D. Biermann, T. Bleckmann, S. Schumann, and I. Iovkov, “Advanced Simulation-

- based Design of High Performance Machining Processes,” *Procedia CIRP*, vol. 46, pp. 165–168, 2016, doi: 10.1016/j.procir.2016.03.167.
- [17] I. K. Mohammed, M. N. Charalambides, and A. J. Kinloch, “Modeling the effect of rate and geometry on peeling and tack of pressure-sensitive adhesives,” *J. Nonnewton. Fluid Mech.*, vol. 233, pp. 85–94, 2016, doi: 10.1016/j.jnnfm.2016.01.016.
- [18] B. Zhang, S. Shi, X. Wang, and X. Wang, “Machinability and mechanism of abrasive flow machining ultra-precision surface with orientated grinding marks,” *J. Mater. Res. Technol.*, vol. 27, no. October, pp. 4787–4800, 2023, doi: 10.1016/j.jmrt.2023.10.218.
- [19] E. Kulcsár, I. G. Gyurika, and T. Csiszér, “Network-based – Quality Function Deployment (NB-QFD): The combination of traditional QFD with network science approach and techniques,” *Comput. Ind.*, vol. 136, p. 103592, 2022, doi: 10.1016/j.compind.2021.103592.
- [20] Z. F. Kovács, Z. J. Viharos, and J. Kodácsy, “Improvements of surface tribological properties by magnetic assisted ball burnishing,” *Surf. Coatings Technol.*, vol. 437, no. February, 2022, doi: 10.1016/j.surfcoat.2022.128317.
- [21] N. Khanna, P. Shah, L. N. L. de Lacalle, A. Rodríguez, and O. Pereira, “In pursuit of sustainable cutting fluid strategy for machining Ti-6Al-4V using life cycle analysis,” *Sustain. Mater. Technol.*, vol. 29, 2021, doi: 10.1016/j.susmat.2021.e00301.
- [22] X. Lv, X. Zhang, H. Gao, T. He, Z. Lv, and L. Zhangzhong, “When crops meet machine vision: A review and development framework for a low-cost nondestructive online monitoring technology in agricultural production,” *Agric. Commun.*, vol. 2, no. 1, p. 100029, 2024, doi: 10.1016/j.agrcom.2024.100029.
- [23] J. Song, S. Joung, Y. C. Ghim, S. hee Hahn, J. Jang, and J. Lee, “Development of machine learning model for automatic ELM-burst detection without hyperparameter adjustment in KSTAR tokamak,” *Nucl. Eng. Technol.*, vol. 55, no. 1, pp. 100–108, 2023, doi: 10.1016/j.net.2022.08.026.
- [24] S. Fan, J. Xiong, T. Xu, S. Chen, and W. Zhang, “QFD Design of Machine - Made Sand Based on Independent / Decomposition Axiom,” *Procedia Eng.*, vol. 174, pp. 442–448, 2017, doi: 10.1016/j.proeng.2017.01.164.
- [25] N. Felinks, M. Metzger, I. Iovkov, and D. Biermann, “Enhanced Surface Quality of Internal Machined Contours,” *Procedia CIRP*, vol. 96, no. March, pp. 313–318, 2020, doi: 10.1016/j.procir.2021.01.093.
- [26] C. Janßen, J. Brimmers, and T. Bergs, “Simulative Study of the Applicability of Topological Modifications for Gear Skiving,” *Procedia CIRP*, vol. 118, pp. 465–470, 2023, doi: 10.1016/j.procir.2023.06.080.
- [27] W. Wei and Z. Wang, “An Improved QFD Method for Rapid Response to Customer Requirements in Product Optimization Design,” *Procedia CIRP*, vol. 119, pp. 474–480, 2023, doi: 10.1016/j.procir.2023.01.010.
- [28] H. Nouri-Ahmadabadi, M. Omid, S. S. Mohtasebi, and M. Soltani Firouz, “Design, development and evaluation of an online grading system for peeled pistachios equipped with machine vision technology and support vector machine,” *Inf. Process. Agric.*, vol. 4, no. 4, pp. 333–341, 2017, doi: 10.1016/j.inpa.2017.06.002.



- [29] D. Sumrit and J. Keeratibhubordee, “An integrated SWARA-QFD under Fermatean fuzzy set approach to assess proactive risk mitigation strategies in recycling supply chain: Case study of plastic recycling industry,” *J. Eng. Res.*, no. October, 2023, doi: 10.1016/j.jer.2023.11.007.
- [30] M. Takawira-Nyakuchena and T. Mushiri, “Design of an automated maize dehusking machine for the case of Zimbabwe,” *Procedia Manuf.*, vol. 43, no. 2019, pp. 127–134, 2020, doi: 10.1016/j.promfg.2020.02.126.
- [31] I. Berbic, V. Stupalo, N. Kavran, and M. Bukljaš, “Overview of machine learning methods in maritime traffic monitoring based on Automatic Identification System,” *Transp. Res. Procedia*, vol. 73, pp. 220–226, 2023, doi: 10.1016/j.trpro.2023.11.911.
- [32] F. Wang, Y. Ding, W. Xie, and D. Yang, “Design and experimental study of a separating machine for seed and peel of camellia oleifera fruit,” *IFAC-PapersOnLine*, vol. 52, no. 30, pp. 87–91, 2019, doi: 10.1016/j.ifacol.2019.12.502.
- [33] J. Hutabarat, J. A. Pradana, F. Achmadi, and D. W. L. Basuki, “Risk of Musculoskeletal Disorder in the Working Posture of Online Motorcycle Drivers (Case Study: Drivers at Malang District),” *Int. J. Des. Nat. Ecodynamics*, vol. 17, no. 6, pp. 843–851, 2022, doi: 10.18280/ijdne.170604.
- [34] S. Rahayuningsih and J. A. Pradana, “Identifikasi Penerapan Dan Pemahaman Kesehatan Dan Keselamatan Kerja Dengan Metode Hazard And Operability Study (Hazop) Pada UMKM Eka Jaya,” *JATI UNIK J. Ilm. Tek. dan Manaj. Ind.*, vol. 2, no. 1, p. 20, 2019, doi: 10.30737/jatiunik.v2i1.274.
- [35] J. A. Pradana, “Improving Performance Through Rest Time System Design: Physiological Integration and Quality Function Development,” *AJIM (Airlangga J. Innov. Manag.)*, vol. 2, no. 1, pp. 1–12, 2021.
- [36] R. D. Astuti, F. K. P. Pudjiantoro, B. Suhardi, I. Iftadi, and A. Syahiliantina, “Design of Working Table for Fret Wiring Operators With Nida Method in Guitar Industry Mancasan Sukoharjo,” *Spektrum Ind.*, vol. 20, no. 1, pp. 29–38, 2022, doi: 10.12928/si.v20i1.15.
- [37] H. S. Al-kautsar, L. A. Hafidza, Y. M. Tampubolon, Y. F. Nurdianto, R. H. Setyanto, and R. W. Damayanti, “Perancangan Alat Bantu Menggunakan Metode NIDA pada Stasiun Pengeleman Industri Sendal Kulit Magetan,” *Semin. dan Konf. Nas. IDEC*, pp. 1–7, 2022, [Online]. Available: <https://idec.ft.uns.ac.id/wp-content/uploads/IDEC2022/PROSIDING/ID009.pdf>.
- [38] S. Nabi, P. Grover, and C. P. Caulfield, “Robust preconditioned one-shot methods and direct-adjoint-looping for optimizing Reynolds-averaged turbulent flows,” *Comput. Fluids*, vol. 238, p. 105390, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.compfluid.2022.105390>.
- [39] S. Abolghasemi Moghaddam, N. Simões, and M. Gameiro da Silva, “Review of the experimental methods for evaluation of windows’ solar heat gain coefficient: From standardized tests to new possibilities,” *Build. Environ.*, vol. 242, p. 110527, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.110527>.
- [40] J. Wang *et al.*, “Design and optimization of non-uniform  $1 \times 5$  PLC splitter using orthogonal experimental method,” *Opt. Laser Technol.*, vol. 168, p. 109955, 2024, doi: <https://doi.org/10.1016/j.optlastec.2023.109955>.



- [41] W. Liu, Z. Zhuo, Y. Liu, and C. Ye, “One-shot segmentation of novel white matter tracts via extensive data augmentation and adaptive knowledge transfer,” *Med. Image Anal.*, vol. 90, p. 102968, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.media.2023.102968>.
- [42] R. Rahmahwati, T. Wahyudi, and S. Uslianti, “Perbaikan Tingkat Risiko Musculoskeletal Disorders Berdasarkan Pendekatan Nordic Body Map dan Rapid Upper Limb Assessment Pada Hasil Rancang Bangun Mesin Roasting Kopi Digital Otomatis,” *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 10, no. 2, pp. 191–200, 2021, doi: [10.26593/jrsi.v10i2.4694.191-200](https://doi.org/10.26593/jrsi.v10i2.4694.191-200).
- [43] K. Makino, M. Sawaguchi, and N. Miyata, “Research on functional analysis useful for utilizing TRIZ,” *Procedia Eng.*, vol. 131, pp. 1021–1030, 2015, doi: [10.1016/j.proeng.2015.12.420](https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.12.420).
- [44] S. Rianmora and S. Werawatganon, “Applying quality function deployment in open innovation engineering,” *J. Open Innov. Technol. Mark. Complex.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–20, 2021, doi: [10.3390/joitmc7010026](https://doi.org/10.3390/joitmc7010026).
- [45] A. Cimino, M. Grazia Gnoni, F. Longo, and V. Solina, “Integrating multiple industry 4.0 approaches and tools in an interoperable platform for manufacturing SMEs,” *Comput. Ind. Eng.*, vol. 186, no. April, p. 109732, 2023, doi: [10.1016/j.cie.2023.109732](https://doi.org/10.1016/j.cie.2023.109732).
- [46] A. S. Kurniawan, S. Rahayuningsih, and I. Safi’i, “Pendekatan Ergonomi Makro pada Pengaruh Lingkungan Kerja,” *JURMATIS (Jurnal Manaj. Teknol. dan Tek. Ind.)*, vol. 3, no. 1, p. 63, 2021, doi: [10.30737/jurmatis.v3i1.1408](https://doi.org/10.30737/jurmatis.v3i1.1408).
- [47] M. Y. Ramadhan, D. Herwanto, and W. Wahyudin, “Analisis Postur Kerja Operator Produksi Tahu Dengan Menggunakan Metode Rappid Upper Limb Assessment (RULA ) Di UKM Suci Rizki Bekasi,” *JURMATIS (Jurnal Manaj. Teknol. dan Tek. Ind.)*, vol. 3, no. 2, p. 117, 2021, doi: [10.30737/jurmatis.v3i2.1713](https://doi.org/10.30737/jurmatis.v3i2.1713).
- [48] A. Susanto, A. Kalista, M. M. A. Wibowo, and S. D. Anggraini, “Perancangan Solar Fish Cooler untuk Meningkatkan Kualitas dan Keberlanjutan Ikan Segar di Pantai Jenu Tuban,” *J. Manaj. Teknol. dan Tek. Ind.*, vol. 05, no. 2, pp. 92–100, 2023.
- [49] D. R. Sandova, I. Safi’i, and A. Y. Tripariyanto, “Pengembangan Produk Kursi Tunggu Multifungsi Dengan Menggunakan Metode Quality Function Deployment (QFD),” *JURMATIS J. Ilm. Mhs. Tek. Ind.*, vol. 2, no. 1, p. 32, 2020, doi: [10.30737/jurmatis.v2i1.861](https://doi.org/10.30737/jurmatis.v2i1.861).