

PERANCANGAN MESIN PENGGIILING SINGKONG ERGONOMIS UNTUK OPERATOR PADA PROSES PEMBUATAN ADONAN EMPING SINGKONG MENGGUNAKAN METODE *ERGONOMIC FUNCTION DEPLOYMENT*

DESIGN AN ERGONOMIC CASSAVA MILLING MACHINE FOR OPERATORS IN THE PROCESS OF MAKING CASSAVA EMPING USING ERGONOMIC FUNCTION DEPLOYMENT METHOD

Dio Panji Caenando¹, Ilma Mufidah², Yusuf Nugroho Doyo Yekti³,
Rosad Ma'Ali El Hadi⁴

^{1,2,3,4} Universitas Telkom, Bandung

¹diocaenando@student.telkomuniversity.ac.id, ²ilmamufidah@telkomuniveristy.co.id,
³doyoyekti@telkomuniversity.ac.id ⁴rosadm@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

UMKM emping singkong di Desa Rajamandala Kulon, Kecamatan Cipatat, Kabupaten Bandung Barat yang tergabung dalam Pos Pelayanan Teknologi Desa Ikhlas Ramaku merupakan salah satu industri menengah yang bergerak pada bidang makanan yaitu emping yang terbuat dari bahan singkong. Terdapat beberapa langkah dalam proses pembuatan emping singkong dari pemotongan singkong, penggilingan singkong, pemotongan adonan, pembentukan emping, pengeringan, dan penggorengan. Dari seluruh proses, terdapat empat proses yang menggunakan alat semi otomatis. Salah satu proses pembuatan emping singkong adalah pembentukan adonan singkong menggunakan mesin penggiling. Dalam proses tersebut terdapat permasalahan dari sisi ergonomis karena adanya gerakan berulang dari operator saat memasukkan singkong ke mesin yang beresiko munculnya penyakit akibat kerja yaitu *Musculoskeletal Disorder* (MSDs). Resiko tersebut terlihat dari perhitungan ergonomi melalui OWAS dan RULA dengan nilai masing-masing 2 dengan arti perlu adanya perbaikan segera dan 6 dengan arti perlunya investigasi lebih lanjut dan perbaikan segera agar terhindar dari resiko MSDs. Dengan melakukan penerapan metode *Ergonomic Function Deployment* (EFD), didapat desain produk usulan yang ergonomis dengan hasil nilai OWAS dan RULA masing-masing 1 dan 2, dimana nilai tersebut dikategorikan sebagai nilai yang aman untuk operator.

Kata kunci : RULA, OWAS, *Musculoskeletal Disorder*, *Ergonomic Function Deployment*, Ergonomis, Penyakit Akibat Kerja

Abstract

UMKM of cassava chips in Rajamandala Kulon Village, Cipatat District, West Bandung Regency which is part of the Ikhlas Ramaku Village Technology Service Post is one of the medium-sized industries that is engaged in the food sector for making chips made from cassava ingredients. There are several steps in the process of making cassava chips from cutting cassava, milling cassava, cutting dough, forming chips, drying, and frying. Of the entire process, there are four processes that use semi-automatic tools. One of the processes of making cassava chips is the shaping of cassava dough using a grinding machine. In this process, there are problems from the ergonomic side due to the repetitive movements of the operator when inserting cassava into the machine which is at risk of causing *Musculoskeletal Disorder* (MSDs). This risk can be seen from the ergonomic calculations through OWAS and RULA with a value of 2 each, which means that there is a need for immediate improvement and 6, which means the need for further investigation and immediate improvement. In order to avoid the risk of MSDs, it is necessary to have an ergonomic approach. By applying the *Ergonomic Function Deployment* (EFD) method, an ergonomic design is obtained with the results of the OWAS and RULA values of 1 and 2, where these values are categorized as safe values for the operator.

Keywords: RULA, OWAS, *Musculoskeletal Disorder*, *Ergonomic Function Deployment*, Ergonomic, Work-related Disease

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Dalam dunia industri, keselamatan kerja merupakan hal yang terpenting bagi para perusahaan dan seluruh orang yang terlibat didalamnya, termasuk para pekerja. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan produktivitas dan memperlancar proses industri itu sendiri. Keselamatan sendiri bisa meliputi keamanan dari mesin yang digunakan, lingkungan kerja, serta posisi kerja dari operator. Namun masih terdapat industri kecil hingga besar yang masih mengabaikan pentingnya penerapan keselamatan kerja pada perusahaannya hingga beresiko munculnya Penyakit Akibat Kerja (PAK). Salah satu penyakit kerja yang muncul akibat penyakit akibat kerja adalah keluhan penyakit *musculoskeletal disorders* yang berhubungan dengan pekerjaan yang dapat timbul akibat tidak terselenggaranya upaya keselamatan dan kesehatan kerja dengan baik [1].

Salah satu industri yang dijadikan objek penelitian resiko MSDs adalah UMKM emping singkong di Desa Rajamandala Kulon, Kecamatan Cipatat, Kabupaten Bandung Barat yang tergabung dalam Pos Pelayanan Teknologi Desa (Polyantekdes) Ikhlas Ramaku. UMKM ini merupakan industri menengah yang bergerak pada bidang makanan yaitu emping yang terbuat dari bahan singkong.



Gambar I. Alur Pembuatan Emping Singkong

Dari alur proses pembuatan emping singkong, terdapat salah satu proses yang menjadi fokus penelitian adalah proses penggilingan singkong. Proses tersebut dilakukan untuk membentuk adonan dari singkong sebelum dipotong menjadi ukuran yang lebih kecil.



Gambar II. Posisi Duduk Operator

Proses pengerjaannya yaitu memasukkan singkong yang sudah dikupas, dikukus, dan dipotong menjadi kecil ke corong saat mesin dalam keadaan menyala. Lalu adonan yang keluar akan dipotong menggunakan spatula hingga sepanjang ± 10 cm - 15 cm. Untuk mencapai ukuran adonan tersebut, singkong dimasukkan satu persatu hingga singkong keluar dengan perlahan karena adanya *gearbox* sebagai pembatas kecepatan mesin dengan rata-rata waktu pemasukkan 20 detik. Dari posisi kerja, operator duduk disamping mesin penggiling dan singkong berada di depan corong keluarannya adonan.

Posisi operator mengambil singkong dengan memutar dan memiringkan badan ke kanan dan menaruh di corong penggiling ke kiri. Setelah adonan keluar, operator memotong adonan dari ujung corong keluarannya adonan dengan membentangkan lengan dan memiringkan badannya ke kanan. Setelah itu adonan disusun pada piring yang berada di bawah corong keluarannya adonan. Kemudian operator melakukan hal tersebut berulang kali menyesuaikan dengan ukuran adonan yang keluar.

Hal ini menimbulkan kondisi kerja yang kurang ergonomis pada posisi operator karena tinggi mesin yang lebih pendek dibanding posisi duduk operator dan adanya gerakan pengulangan saat memasukkan singkong dan pemotongan adonan. Akibatnya, seringkali operator mengalami permasalahan pada fisiknya terutama pada bagian atas dan beresiko munculnya MSDs. Untuk mengetahui penilaian postur kerja yang dialami saat ini, perlu adanya pengukuran menggunakan OWAS (*Ovako Work Posture Analysis System*) dan penentuan sudut setiap anggota tubuh atas untuk penilaian RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*).



Gambar III. Pengukuran Kemiringan Posisi Operator

Untuk penilaian OWAS, nilai yang didapatkan adalah 2 yang berarti posisi duduk operator perlu dilakukan perbaikan. Kemudian dari penilaian RULA dari sudut yang sudah ditentukan, didapatkan skor akhir 6 dimana menunjukkan kondisi kerja operator perlu diubah sesegera mungkin.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan permasalahan yang dapat disimpulkan adalah bagaimana rancangan desain mesin penggiling yang ergonomis bagi operator dalam mengerjakan penggilingan adonan emping singkong.

1.3 Tujuan Masalah

Tujuan yang telah ditetapkan berdasarkan permasalahan adalah untuk merancang desain mesin penggiling yang ergonomis bagi operator dalam proses pengolahan adonan emping singkong.

2. Dasar Teori /Material dan Metodologi/perancangan

2.1 Penyakit Akibat Kerja

Penyakit Akibat Kerja (PAK) adalah penyakit yang disebabkan oleh pekerjaan, alat kerja, bahan, proses maupun lingkungan kerja. Faktor penyebab penyakit akibat kerja dibagi menjadi 5 golongan diantaranya golongan fisik (Suara, radiasi, suhu, tekanan tinggi, vibrasi, penerangan), golongan kimiawi (penggunaan benda kimia), golongan biologis (bakteri, virus, jamur), golongan fiologis (penempatan dan cara kerja), dan golongan psikologis (lingkungan kerja yang mengakibatkan stress) [2].

2.2 Musculoskeletal Disorders

Musculoskeletal Disorders (MSDs) merupakan kelainan yang mempengaruhi otot, tendon, ligamen, sendi, saraf tepi, dan pembuluh darah pendukung. Biasanya timbul permasalahan fisik seperti radang tendon, gangguan kompresi saraf (linu panggul), dan *osteoarthritis*, serta kondisi yang kurang terstandarisasi dengan baik seperti nyeri punggung bawah, dan sindrom nyeri lainnya. Daerah tubuh yang paling sering terkena adalah punggung bawah, leher, bahu, lengan bawah, dan tangan [3].

2.3 Ergonomi

Ergonomi adalah ilmu, seni dan penerapan teknologi untuk menyesuaikan atau menyeimbangkan antara segala fasilitas yang digunakan baik dalam beraktivitas maupun istirahat dengan kemampuan dan keterbatasan manusia baik fisik maupun mental sehingga kualitas hidup secara keseluruhan menjadi lebih baik [4].

2.4 Rapid Upper Limb Assesment (RULA)

Rapid Upper Limb Assesment (RULA) adalah metode yang dikembangkan dalam bidang ergonomi yang menginvestigasi dan menilai posisi kerja yang dilakukan oleh tubuh bagian atas. Metode ini tidak membutuhkan piranti khusus dalam memberikan penilaian dalam postur leher, punggung dan tubuh bagian atas [5].

2.5 Ovako Work-Posture Analysis System (RULA)

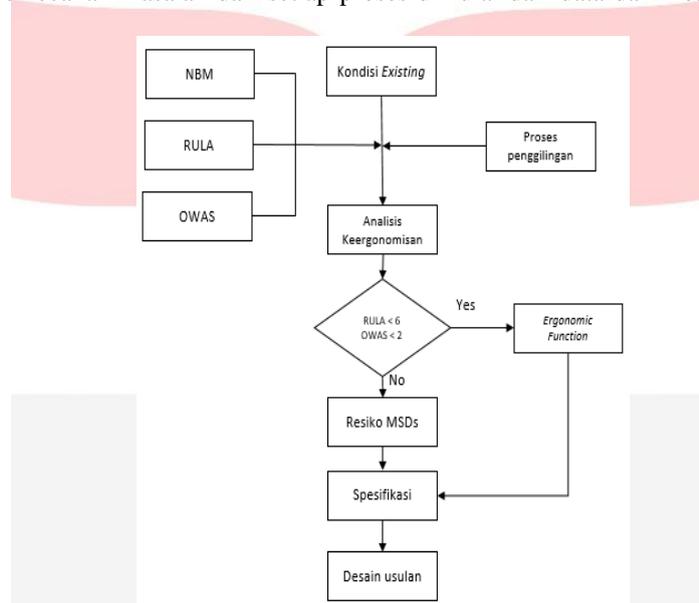
Ovako Work Posture Analysis System (OWAS) merupakan metode pengambilan sampel kerja yang memberikan frekuensi dan waktu yang digunakan pada setiap postur. Postur tersebut diklasifikasikan dan dinilai ketidaknyamanannya sehingga nantinya akan ada tindakan untuk memperbaiki posturnya [6].

2.6 Ergonomic Function Deployment (EFD)

Ergonomic Function Deployment (EFD) adalah metode untuk memudahkan selama proses perancangan, pembuatan keputusan “direkam” dalam bentuk matriks-matriks sehingga dapat diperiksa ulang serta dimodifikasi di masa yang akan datang. Biasanya untuk mengetahui ergonomis atau tidaknya hasil rancangan [7]. Ergonomic Function Deployment merupakan pengembangan dari *Quality Function Deployment (QFD)* yaitu dengan menambahkan hubungan baru antara keinginan konsumen dan aspek ergonomi dari produk [8].

2.7 Metodologi Penelitian

Metode konseptual menunjukkan alur proses penelitian yang dilakukan dengan tujuan untuk menentukan penggunaan cara pemecahan masalah dari setiap proses dimulai dari data dan metode yang digunakan dalam penelitian.



Gambar IV. Model Konseptual

3. Pembahasan

3.1. Identifikasi Kebutuhan Konsumen

Tahap awal dalam menerapkan metode EFD adalah mengidentifikasi kebutuhan konsumen yang didapat dari hasil observasi dan wawancara langsung ke operator penggiling adonan singkong. Proses identifikasi kebutuhan konsumen menggunakan aspek ergonomi yaitu EASNE (Efektif, Aman, Sehat, Nyaman, dan Efisien) dengan hasil berupa *need statement* yang terdapat pada tabel berikut.

Tabel I. Identifikasi Kebutuhan Konsumen

| No | Aspek Ergonomi | Need Statement |
|----|--|---|
| 1 | Efektif (Tercapainya target sesuai dengan rencana) | <ul style="list-style-type: none"> ● Alat penggiling dapat mempercepat proses penggilingan singkong ● Alat penggiling menampung singkong dengan jumlah banyak |
| 2 | Aman (Kondisi pengguna yang bebas gangguan) | <ul style="list-style-type: none"> ● Alat penggiling membutuhkan material yang kuat ● Alat penggiling tahan terhadap karat |
| 3 | Sehat (Tidak adanya resiko kesehatan) | Alat penggiling dapat mengurangi resiko penyakit akibat kerja |
| 4 | Nyaman (Kondisi tanpa gelisah dan cemas) | Alat penggiling memiliki ukuran dan bentuk sesuai dengan operator |
| 5 | Efisien (Tercapainya target dengan usaha yang kecil) | Alat penggiling terdiri dari susunan komponen yang praktis |

3.2. Persyaratan Teknis Produk dan Target Spesifikasi Produk

Langkah selanjutnya adalah menentukan persyaratan teknis produk yang berisi ketentuan yang dibutuhkan dari setiap *need statement* beserta target spesifikasi produk yang berisi batasan-batasan dan target dari setiap satuan yang telah ditentukan dari persyaratan teknis produk. Setiap *need statement* memiliki

persyaratan yang sesuai dengan kebutuhannya. Dari setiap persyaratan tersebut memiliki target spesifikasi yang disesuaikan dengan produk *existing* dengan satuan angka dan/atau pernyataan ya atau tidak. Target yang ditentukan akan menjadi acuan untuk menentukan spesifikasi akhir dari produk usulan yang akan dibuat.

Tabel II. Persyaratan Teknis Produk dan Target Spesifikasi Produk

| No | Rekapitulasi Need Statement | Persyaratan Teknis Produk | Satuan | Target Spesifikasi |
|----|---|---------------------------|--------|--------------------|
| 1 | Alat penggiling dapat mempercepat proses penggilingan singkong | Kecepatan putaran mesin | rpm | > 50 |
| 2 | Alat penggiling menampung singkong dengan jumlah banyak | Jumlah kapasitas singkong | kg | > 10 |
| 3 | Alat penggiling membutuhkan material yang kuat | Tingkat kekuatan luluh | MPa | > 50 |
| 4 | Alat penggiling tahan terhadap karat | Jenis pelapis anti karat | Binary | Ya/Tidak |
| 5 | Alat penggiling dapat mengurangi resiko penyakit akibat kerja | Nilai RULA | Skor | < 5 |
| | | Nilai OWAS | Skor | < 2 |
| 6 | Alat penggiling memiliki ukuran dan bentuk sesuai dengan operator | Panjang mesin | cm | < 170 |
| | | Lebar mesin | cm | < 73 |
| | | Tinggi mesin | cm | < 84 |
| 7 | Alat penggiling terdiri dari susunan komponen yang praktis | Jumlah komponen | Unit | < 8 |

3.3. Hubungan Need Statement dan Persyaratan Teknis Produk

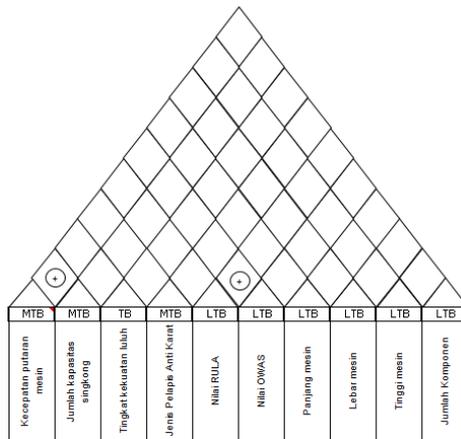
Tahap selanjutnya adalah menghubungkan *need statement* dengan persyaratan teknis produk yang bertujuan untuk mengetahui tingkat kekuatan hubungan dari atribut kebutuhan produk dan matriks kebutuhan. Tiap hubungan ditunjukkan menggunakan simbol yang memiliki nilai-nilai tertentu berdasarkan tingkat kekuatannya.

| Matriks Kebutuhan | | Kecepatan putaran mesin | Jumlah kapasitas singkong | Tingkat kekuatan luluh | Jenis Pelapis Anti Karat | Nilai RULA | Nilai OWAS | Panjang mesin | Lebar mesin | Tinggi mesin | Jumlah komponen |
|---|--|-------------------------|---------------------------|------------------------|--------------------------|------------|------------|---------------|-------------|--------------|-----------------|
| Atribut Kebutuhan Produk | | | | | | | | | | | |
| Alat penggiling dapat mempercepat proses penggilingan singkong | | ⊙ | ⊙ | | | △ | | | | | |
| Alat penggiling dapat menampung jumlah singkong dengan banyak | | ⊙ | ⊙ | | | | | | | | |
| Alat penggiling membutuhkan material yang kuat | | | | ⊙ | | | | | | | |
| Alat penggiling tahan terhadap karat | | | | | ⊙ | | | | | | |
| Alat penggiling dapat mengurangi resiko penyakit akibat kerja | | ⊙ | △ | | | ⊙ | ⊙ | | | | |
| Alat penggiling memiliki ukuran dan bentuk sesuai dengan operator | | | | | | | | ⊙ | ⊙ | ⊙ | |
| Alat penggiling terdiri dari susunan komponen yang praktis | | | | | | | | | | | ⊙ |

Gambar V. Hubungan Need Statement dan Persyaratan Teknis Produk

3.4. Hubungan Antar Persyaratan Teknis

Pada tahap ini ditentukan pengaruh hubungan dari setiap matriks kebutuhan, dengan melihat perbandingan lurus dan terbalik.



Gambar VI. Hubungan Persyaratan Teknis

3.5. Pembuatan *House of Ergonomic*

Selanjutnya adalah pembuatan *House of Ergonomic* (HOE) yang berisikan seluruh gabungan langkah dari identifikasi kebutuhan konsumen, persyaratan teknis produk, hubungan kebutuhan konsumen dan persyaratan teknis, serta hubungan antara persyaratan teknis.

| Direction of Goodness | | MTB | MTB | TB | MTB | LTB | LTB | LTB | LTB | LTB | LTB | Normalized raw weight |
|-----------------------|---|-------------------------|---------------------------|------------------------|--------------------------|------------|------------|---------------|-------------|--------------|-----------------|-----------------------|
| Metric | | Kecepatan putaran mesin | Jumlah kapasitas singkong | Tingkat kekuatan luluh | Jenis Pelapis Anti Karat | Nilai RULA | Nilai OWAS | Panjang mesin | Lebar mesin | Tinggi mesin | Jumlah komponen | |
| Needs Statement | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| 1 | Alat penggiling dapat mempercepat proses penggilingan singkong | 9 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.38 |
| | | 3.375 | 1.125 | 0 | 0 | 0.375 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 2 | Alat penggiling menampung singkong dengan jumlah banyak | 3 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.12 |
| | | 0.351563 | 1.054688 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 3 | Alat penggiling membutuhkan material yang kuat | 0 | 0 | 9 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.12 |
| | | 0 | 0 | 1.054688 | 0.351563 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 4 | Alat penggiling tahan terhadap karat | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.12 |
| | | 0 | 0 | 0 | 0.351563 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 5 | Alat penggiling dapat mengurangi resiko penyakit akibat kerja | 9 | 1 | 0 | 0 | 9 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.08 |
| | | 0.703125 | 0.078125 | 0 | 0 | 0.703125 | 0.703125 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 6 | Alat penggiling memiliki ukuran dan bentuk sesuai dengan operator | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 3 | 0 | 0.08 |
| | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.234375 | 0.234375 | 0.234375 | 0 | |
| 7 | Alat penggiling terdiri dari susunan komponen yang praktis | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0.12 |
| | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.351563 | |
| | Satuan | rpm | kg | Binary | tahun | Skor | Skor | cm | cm | cm | Unit | |
| | Target / Value | >50 | >10 | Ya/Tidak | 5-10 | <5 | <2 | <100 | <50 | <60 | <8 | |
| | Kontribusi | 4.429688 | 2.257813 | 1.054688 | 0.703125 | 1.078125 | 0.703125 | 0.234375 | 0.234375 | 0.234375 | 0.351563 | |
| | Normalisasi Kontribusi | 0.392659 | 0.200139 | 0.09349 | 0.062327 | 0.095568 | 0.062327 | 0.020776 | 0.020776 | 0.020776 | 0.091163 | |
| | Ranking | 1 | 2 | 4 | 5 | 3 | 5 | 8 | 8 | 8 | 7 | |

Gambar VII. House of Ergonomics

3.6. Penentuan Opsi Alternatif

Selanjutnya adalah penentuan opsi alternatif yang dibentuk dalam *morphology chart*. Tabel ini bertujuan untuk memberi pilihan gambaran kombinasi komponen produk untuk dijadikan produk usulan mesin penggiling adonan singkong. Setiap opsi berisikan komponen produk yang sesuai dengan kriteria *need statement*.

Tabel III. Morphology Chart

| Function \ Option | Opsi 1 | Opsi 2 |
|---|---|--|
| Mempercepat proses penggilingan singkong |  Motor AC | |
| Menampung singkong dengan jumlah banyak |  Penampungan corong |  Penampungan pipih |
| Material yang kuat |  Besi |  Baja Campuran |
| Tahan terhadap karat |  Pelapis anti karat cat | |
| Mengurangi resiko penyakit akibat kerja |  Memiliki roda statis | |
| Ukuran dan bentuk yang sesuai dengan operator |  Mesin berbentuk vertikal |  Mesin berbentuk horizontal |
| Susunan komponen yang praktis |  Susunan komponen pada tiang tambahan | |

3.6. Concept Screening Matrix

Tahap selanjutnya adalah *Concept Screening Matrix* yang dimulai dari *selection criteria*, dimana tahap tersebut merupakan penerjemahan *need statement* menjadi kriteria produk dan ditentukan baik buruknya konsep yang sudah disesuaikan dengan *existing*.

Tabel IV. Concept Screening Matrix

| Selection Criteria | Concepts | | | | | | | |
|-------------------------------------|----------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|-----|
| | A | B | C | D | E | F | G | H |
| Kekuatan dan Kecepatan Kerja Produk | 0 | + | 0 | + | 0 | + | 0 | + |
| Kekuatan Material Produk | 0 | 0 | + | + | 0 | 0 | + | + |
| Ergonomi | 0 | 0 | 0 | 0 | + | + | 0 | + |
| Mudah diperbaiki | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Biaya Produksi | + | + | 0 | 0 | + | 0 | 0 | 0 |
| Safety Manufacture | 0 | 0 | + | + | 0 | 0 | + | + |
| Sum +’s | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 4 |
| Sum 0’s | 5 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 2 |
| Sum -’s | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Net Score | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 4 |
| Rank | 8 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 |
| Continue? | No | Comb. | Comb. | Yes | Comb. | Comb. | Comb. | Yes |

3.7. Concept Scoring Matrix

Dari hasil perhitungan *concept screening matrix* sebelumnya, selanjutnya dilakukan *concept scoring matrix* untuk menentukan konsep akhir produk usulan berdasarkan total bobot dari konsep yang tersedia dan melakukan perbandingan dengan produk *existing*.

Tabel V. Concept Scoring Matrix

| Selection Criteria | Weight | Concepts | | | | | |
|-------------------------------------|--------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|
| | | B, C, F, G | | D | | H | |
| | | Rating | Weighted Score | Rating | Weighted Score | Rating | Weighted Score |
| Kekuatan dan Kecepatan Kerja Produk | 25.45% | 3.00 | 0.763636364 | 3.00 | 0.76363636 | 4.00 | 1.018181818 |
| Kekuatan Material Produk | 21.82% | 4.00 | 0.872727273 | 3.00 | 0.65454545 | 3.00 | 0.654545455 |
| Ergonomi | 21.82% | 2.00 | 0.436363636 | 2.00 | 0.43636364 | 4.00 | 0.872727273 |
| Mudah diperbaiki | 10.91% | 2.00 | 0.218181818 | 3.00 | 0.32727273 | 4.00 | 0.436363636 |
| Biaya Produksi | 15.00% | 2.00 | 0.3 | 2.00 | 0.3 | 3.00 | 0.45 |
| Safety Manufacture | 5.00% | 3.00 | 0.15 | 3.00 | 0.15 | 3.00 | 0.15 |
| <i>Total Score</i> | | 2.740909091 | | 2.631818182 | | 3.581818182 | |
| <i>Rank</i> | | 2 | | 3 | | 1 | |
| <i>Continue?</i> | | NO | | NO | | YES/DEVELOP | |

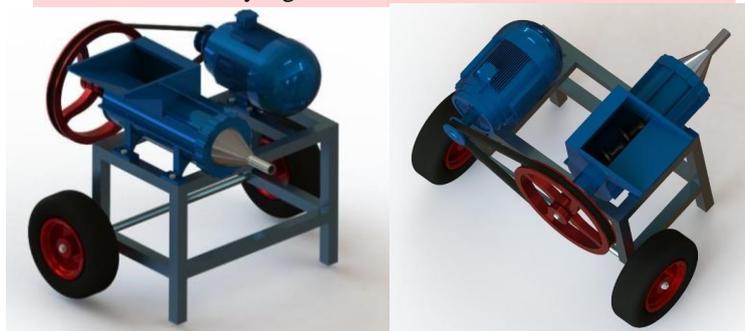
3.8. Spesifikasi Akhir

Tahap terakhir adalah penentuan spesifikasi akhir produk. Tahap ini berisi batasan dan ketentuan dalam pembuatan produk usulan sesuai dengan kebutuhan produk dan operator. Ketentuan ini sudah disesuaikan dengan konsep usulan sebelumnya.

Tabel VI. Spesifikasi Akhir

| No | Matriks Kebutuhan | Satuan | Spesifikasi |
|----|---------------------------|--------|-------------|
| 1 | Kecepatan putaran mesin | rpm | > 50 |
| 2 | Jumlah kapasitas singkong | kg | 10 |
| 3 | Tingkat kekuatan luluh | MPa | 415 |
| 4 | Jenis pelapis anti karat | Binary | Ya |
| 5 | Nilai RULA | Skor | < 5 |
| 6 | Nilai OWAS | Skor | < 2 |
| 7 | Panjang mesin | cm | 61.5 |
| 8 | Lebar mesin | cm | 50 |
| 9 | Tinggi mesin | cm | 60 |
| 10 | Jumlah komponen | Unit | 6 |

Berdasarkan spesifikasi akhir sebelumnya, dihasilkan rancangan usulan mesin penggiling yang sesuai dengan kebutuhan dan batasan-batasan yang sudah ditentukan.



Gambar VIII. Desain Produk Usulan

4. Kesimpulan

Dari penerapan metode *Ergonomic Function Deployment* (EFD), dihasilkan skor akhir 2 RULA yang berarti 'postur yang dapat diterima' dan skor akhir 1 pada OWAS yang berarti 'tidak berbahaya dan tidak perlu ada perbaikan'. Kedua skor tersebut membuktikan bahwa produk usulan aman untuk digunakan dan dapat menghindari resiko MSDs.

REFERENSI

- [1] Livandy, V., & Setiadi, T. H. (2018). Prevalensi Gangguan Muskuloskeletal pada Pekerja Konfeksi Bagian Penjahitan di Kecamatan Pademangan Jakarta Utara periode Januari 2016. *Tarumanagara Medical Journal*, 1(1), 183–191.
- [2] Astono, Sudi (2002). Diagnosis Penyakit Akibat Kerja dan Sistem Rujukan. *Cermin Dunia Kedokteran*, 59.
- [3] Punnett, L., & Wegman, D. H. (2004). Work-related musculoskeletal disorders: The epidemiologic evidence and the debate. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 14(1), 13–23.

- [4] Tarwaka, & Bakri, S. H. A. (2016). *Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*. Retrieved from <http://shadibakri.uniba.ac.id/wp-content/uploads/2016/03/Buku-Ergonomi.pdf>
- [5] Pangaribuan, Dina Meliana. 2009. “Analisa Postur Kerja Dengan Metode RULA Pada Pegawai Bagian Pelayanan Perpustakaan USU Medan.” *Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara Medan*: 140.
- [6] Karhu, O., Härkönen, R., Sorvali, P., & Vepsäläinen, P. (1981). Observing working postures in industry: Examples of OWAS application. *Applied Ergonomics*, 12(1), 13–17.
- [7] Wibowo, Deonalt Praharyo et al. 2011. “MOBIL LAND ROVER YANG ERGONOMIS DENGAN METODE Ergonomic Function Deployment (EFD).”
- [8] Ulrich, Karl T., and Setven D. Eppinger. 1992. *Biosensors and Bioelectronics Product Design and Development*, 9