

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Khairil Fajar

NIM : 1710311043

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : OPTIMALISASI MESIN PEMOTONG KENTANG
STIK BALADO

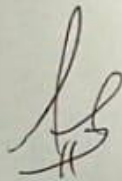
Dengan ini menyatakan bahwa judul skripsi saya benar bebas dari plagiarisme, dengan skor 14 %. Apabila pernyataan ini terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 17 Juli 2023

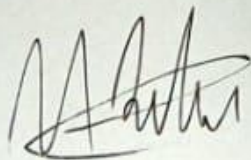
Yang menyatakan,

Penulis



(Khairil Fajar)

Pembimbing 1



(M. Arifudin Lukmana, S.T., M.T.)

Pembimbing 2



(Ir. Budhi Martana, M.M.)

OPTIMALISASI MESIN PEMOTONG KENTANG STIK BALADO

by Khairil Fajar

Submission date: 17-Jul-2023 01:37PM (UTC+0700)

Submission ID: 2132420865

File name: Skripsi_Khairil_Fajar_1710311043.docx (3.83M)

Word count: 9138

Character count: 51318



6
**OPTIMALISASI MESIN PEMOTONG KENTANG
STIK BALADO**

SKRIPSI

KHAIRIL FAJAR

1710311043

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

2023



6
**OPTIMALISASI MESIN PEMOTONG KENTANG
STIK BALADO**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik**

KHAIRIL FAJAR

1710311043

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

2023

OPTIMALISASI MESIN PEMOTONG KENTANG STIK

BALADO

Khairil Fajar

Abstrak

50 Kentang merupakan tanaman yang penting di Indonesia dimanfaatkan dalam berbagai olahan makanan tetapi masih terdapat industri rumah tangga yang mengolah kentang dengan metode manual. Maka penulis melakukan penelitian mengenai optimalisasi alat pemotong kentang dengan metode simulasi statis rangka, variasi uji coba jarak pisau pemotongan mulai dari jarak 95 mm, 90 mm, 85 mm dan Penerapan RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) pada alat. Struktur rangka alat menggunakan material ASTM Baja A36. Hasil simulasi statis rangka diperoleh *factor of safety* terkecil adalah 43. Langkah optimalisasi yang dapat dilakukan yaitu dengan mengubah dimensi rangka menjadi 20 x 20 x 3 mm dan menggunakan material SS 34. Untuk variasi uji coba jarak pisau diperoleh nilai kapasitas dan efisiensi pemotongan alat tertinggi pada variasi uji coba 2 jarak pisau 90 mm dengan nilai sebesar 98,5 kg/jam dan 62,09%. Efisiensi alat telah memenuhi standar efisiensi dengan hasil 62,09% dari rentang 60%-70% yang ditetapkan. Penerapan RULA pada alat mendapatkan nilai akhir 3 sehingga perlu dilakukan penyesuaian agar postur tubuh pekerja nyaman.

Kata Kunci: Kentang Stik, Mesin pemotong, dan RULA

OPTIMIZATION OF THE BALADO STICK POTATO CUTTING MACHINE

Khairil Fajar

Abstract

Potato is an important crop in Indonesia utilised in various processed foods but there are still household industries that process potatoes using manual methods. Therefore, the writer conducted research on the optimization of potato cutting tools using the frame static simulation method, variations of cutting trials with blade distance from 95 mm, 90 mm, 85 mm and RULA (Rapid Upper Limb Assessment). The tool frame structure uses ASTM Steel A36 material. The results of the static simulation of the frame obtained the smallest factor of safety is 43. The optimization step that can be done is to change the frame dimensions to 20 x 20 x 3 mm and use SS 34 material. For the trial variation, the highest capacity and efficiency of cutting tools were obtained in trial variation 2 with blade distance 90 mm with a value of 98.5 kg/hour and 62.09%. The efficiency of the tool has met the efficiency standard with a result of 62.09% of the specified 60%-70% range. The application of RULA on the tool gets a final score of 3 so adjustments need to be made so that the worker's posture is comfortable.

Keyword: Potato sticks, cutting machine, and RULA

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

¹⁶ Kentang (*Solanum tuberosum L.*) merupakan salah satu tanaman pangan dan hortikultura yang penting di Indonesia karena memiliki nilai ekonomi dan harga jual yang tinggi. Permintaan kentang meningkat setiap tahunnya seiring dengan faktor-faktor seperti pertambahan populasi, peningkatan standar hidup, meningkatnya minat terhadap makanan alternatif dan banyaknya kunjungan turis. Maka dari itu, kentang sangat dicari dan dikonsumsi sebagai pengganti makanan dan bahan masakan campuran makanan (Hidayat and Susilowati, 2021).

Pelaku industri rumah tangga produsen kentang stik balado pada umumnya melakukan pemotongan kentang dengan metode manual yang menyebabkan proses pemotongan kentang ⁴⁸ membutuhkan waktu yang lebih lama dan usaha yang signifikan. Dalam metode manual, kentang dipotong dengan menggunakan pisau sehingga menjadi produk yang diinginkan, sehingga membuat metode ini menjadi metode yang memakan waktu dan tenaga. Hal ini juga membutuhkan tenaga terampil untuk mengurangi waktu yang dibutuhkan dalam produksi (Afm *et al.*, 2021).

Selama proses desain, kita sering menemukan perangkat yang tidak ada sebelumnya, atau meningkatkan alat yang ada untuk membuat perangkat yang lebih baik untuk mempermudah pekerjaan di masyarakat. Desain produk tidak selalu berarti membuat desain yang benar-benar baru, tetapi dapat mengembangkan atau memodifikasi lebih lanjut desain produk yang sudah ada. Desain dan pengembangan produk selalu diperlukan, karena teknologi, kebutuhan dan preferensi konsumen terus berkembang seiring kemajuan penelitian (Effendi and Khumaidi, 2018).

Berdasarkan observasi yang dilakukan, ergonomi dan hasil produk dari alat yang ada di masyarakat masih belum optimal. Maka, penulis mengambil judul “Optimalisasi Mesin Pemotong Kentang Stik Balado” yang diharapkan dapat mempermudah produsen kentang stik balado skala industri rumah tangga agar proses pemotongan dan hasil produk yang lebih optimal dari segi kualitas maupun kuantitas.

3

1.2 Perumusan Masalah

1. Bagaimana optimalisasi mesin pemotong kentang stik balado?
2. Apakah hasil produk *output* mesin pemotong kentang stik balado sudah efisien?
3. Apakah pada saat uji coba alat postur pekerja sudah ergonomis?

26

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Data yang diambil berdasarkan alat yang sudah ada.
2. Kekuatan sambungan las pada rangka mesin diasumsikan aman.
3. Perpindahan panas pada sistem tidak dibahas.
4. Vibrasi pada sistem diasumsikan aman sehingga tidak diperhitungkan.
5. Kentang yang digunakan pada uji coba diasumsikan pada kondisi yang sama.
6. Penilaian RULA berdasarkan perbedaan tinggi badan.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mendapatkan optimalisasi mesin pemotong kentang stik balado.
2. Mendapatkan produk *output* mesin pemotong kentang stik balado yang efisien.
3. Mendapatkan penilaian RULA alat yang ergonomis.

1.5 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah penulisan skripsi ini, penulis menyusun lima bab yang terdiri dari:

BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini membahas tentang Latar Belakang, Perumusan Masalah, Tujuan Penelitian, Batasan Masalah, Metode Penelitian dan Sistematika Penulisan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan tentang teori studi literatur yang terkait dengan penyusunan skripsi.

7

BAB III. METODE PENELITIAN

Bab ini menguraikan langkah-langkah dan prosedur penelitian untuk mencapai tujuan penelitian dalam skripsi.

14

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjabarkan tentang hasil dan analisis berdasarkan penelitian dan uji coba yang telah dilakukan.

BAB V. PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan atas hasil dan analisis dari penelitian yang telah dilakukan dan saran untuk penelitian selanjutnya.

1

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Dalam penelitian tentang mesin pemotong, sebelumnya telah ada beberapa penelitian yang membahas mengenai uji kinerja mesin pemotong tersebut. Mesin pemotong dari penelitian terdahulu memiliki berbagai macam desain dan hasil produk pemotongan yang berbeda. Penelitian terdahulu yang membahas uji kinerja mesin ini antara lain dilakukan oleh Reka, Hendrawan and Yulianingsih (2015) yang berjudul *Rancang Bangun dan Uji Performansi Alat Pemotong Kentang Bentuk French Fries*. Dalam uji performansi yang dilakukan, Alat pemotong kentang diuji dengan menggunakan variasi bahan pisau, sudut pisau saat pemotongan dan kecepatan pemotongan. Hasil dari pengujian tersebut, alat pemotong kentang bentuk *french fries* memiliki kapasitas efektif rata-rata 47,48 kg/jam, kerusakan hasil rata-rata 40,3% dan efisiensi alat rata-rata 57,02%.

Sedangkan dalam penelitian Parinussa (2022) yang berjudul *Analisa Mesin Perajang Kentang Menggunakan Pisau Horizontal* melakukan uji coba dengan mengvariasikan kecepatan putaran pemotongan. Hasil dari penelitian tersebut yaitu memiliki kapasitas efektivitas tertinggi pada kecepatan putaran 700 RPM dengan nilai 56,59 kg/jam dan kapasitas efektivitas alat yang terendah pada kecepatan putaran 292 RPM dengan nilai 34,7 kg/jam. Sedangkan untuk ketebalan produk yang tertinggi pada kecepatan putaran 292 RPM dengan ketebalan 2,1 mm dan ketebalan produk yang tipis pada kecepatan putaran 700 RPM dengan ketebalan 0,8 mm.

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu dan observasi yang telah dilakukan, maka penulis akan melakukan penelitian mengenai optimalisasi mesin pemotong kentang dengan metode simulasi statis rangka, variasi uji coba dan ergonomi pada alat.

2.2 Kentang

Jenis sayuran yang paling populer adalah kentang (*Solanum Tuberosum Linn*) yang merupakan anggota keluarga *Solanaceae*. Karena tidak mudah rusak seperti sayuran lainnya, kentang memiliki pengaruh yang baik dalam pemasaran, menguntungkan petani dan merupakan sumber kalori, protein dan vitamin. Sebagai sayuran umbi-umbian, kentang dipanen untuk digunakan sebagai pengganti nasi sebagai sumber karbohidrat (Diwa, Dianawati and Sinaga, 2015).

Kentang merupakan salah satu dari lima besar makanan pokok dunia. Selain nasi, kentang biasa digunakan sebagai kentang goreng, keripik, dan olahan sayuran (Hawari and Wibowo, 2020). Berikut komposisi zat gizi makanan per 100gram bagian pangan yang dapat dimakan (BDD) dari kentang ditunjukkan pada tabel 2.1 sebagai berikut.

Tabel 2.1 Komposisi Zat Gizi Makanan per 100gram bagian pangan yang dapat dimakan (BDD)

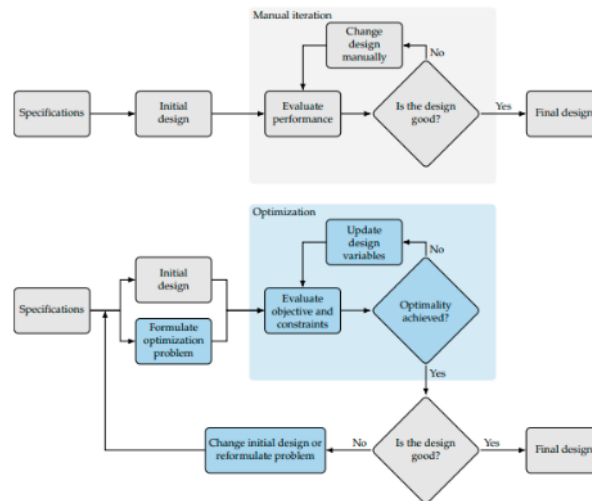
Nama Bahan	Kandungan gizi	Jumlah	BDD (%)
	Air (g)	83,4	
	Energi (Kal)	62	
Kentang, segar	Protein (g)	2,1	85
	Lemak (g)	0,2	
	Serat (g)	0,5	

Sumber : (Direktorat Jendral Kesehatan Masyarakat, 2017)

2.3 Optimalisasi

Optimalisasi atau optimasi berasal dari kata bahasa inggris yaitu *optimization*. Menurut Allison (2005), optimalisasi adalah sebuah proses pengambilan keputusan yang efektif dan efisien berdasarkan parameter kuantitatif. Berbagai topik permasalahan optimasi dapat muncul di berbagai bidang seperti bidang ekonomi, biologi, teknik dan lain-lain.

Optimasi desain adalah sebuah cara yang dapat membantu menggantikan proses desain yang berulang untuk mempercepat siklus desain dan mendapatkan hasil yang lebih baik. Dalam bidang teknik terdapat berbagai persoalan optimasi desain seperti, desain sayap dalam teknik dirgantara, desain struktur dalam teknik sipil dan desain mekanisme dalam teknik mesin.



Gambar 2.1 Proses desain konvensional dan proses optimasi desain.

Sumber: (Martins and Ning, 2021)

Seperti yang ditunjukkan gambar 2.1, pada bagian atas merupakan proses desain konvensional sedangkan untuk bagian bawah merupakan proses optimasi desain. Penentuan spesifikasi dan desain awal tidak berbeda dengan proses desain konvensional. Namun, pada optimasi desain membutuhkan formulasi dari masalah optimasi yang mencakup variabel desain yang akan diubah, tujuan yang akan diminimalkan dan batasan yang harus dipenuhi.

2.4 Tumpuan

Rangka adalah struktur datar yang terbuat dari beberapa batang yang disambungkan untuk membentuk suatu konstruksi yang kokoh. Berikut adalah beberapa peletakan tumpuan antara lain:

a. Tumpuan rol

Tumpuan rol adalah tumpuan yang hanya mampu menahan gaya reaksi yang vertikal dan tegak lurus terhadap bidang tumpuan. Tumpuan ini tidak mampu menahan momen seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.2. Momen dan gaya sejajar dengan bidang tumpuan (horizontal) tidak dapat ditopang oleh tumpuan rol. Maka, tumpuan ini hanya terdapat satu reaksi yaitu R_y .



Gambar 2.2 Tumpuan Rol

Sumber : (Osgood, Cameron and Christensen, 2021)

b. Tumpuan sendi

Tumpuan yang mampu menahan gaya reaksi, baik dari arah vertikal maupun horizontal, tetapi tidak dapat menahan momen disebut dengan tumpuan sendi. seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.3. Maka, tumpuan ini terdapat dua reaksi yaitu R_x dan R_y .

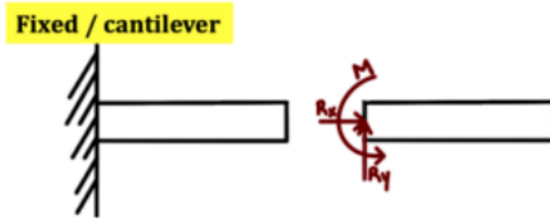


Gambar 2.3 Tumpuan Sendi

Sumber : (Osgood, Cameron and Christensen, 2021)

1
c. Tumpuan Jepit

Tumpuan jepit merupakan tumpuan yang mampu menahan momen serta gaya reaksi pada sumbu vertika dan horizontal seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.4. Maka, tumpuan ini terdapat tiga reaksi yaitu R_x , R_y dan M .



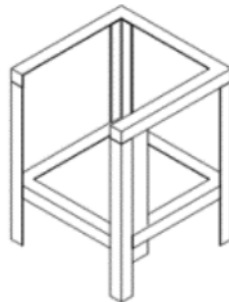
Gambar 2.4 Tumpuan Jepit

Sumber : (Osgood, Cameron and Christensen, 2021)

2.5 Komponen Mesin Pemotong Kentang

2.5.1 Rangka

Rangka adalah bagian dari mesin. Dari segi struktur atau bentuk, rangka berfungsi sebagai penyangga mesin, transmisi, *cover* dan komponen mesin lainnya. Sehingga, struktur rangka harus mampu menahan beban dan stabil dalam bentuk dan ukurannya. (Saleh and Muhammad, 2020).



Gambar 2.5 Rangka

Sumber : (Sugandi, Herwanto and Yudi, 2018)

2.5.2 Mata Pisau

Mata pisau pada mesin ini berfungsi agar memotong kentang menjadi bentuk persegi panjang dengan ukuran ± 4 mm. Bentuk mata pisau pada mesin berbentuk kotak persegi dan memiliki ukuran serta jarak sama dengan bentuk kentang stik balado.



Gambar 2.6 Mata Pisau

Sumber : (Win *et al.*, 2019)

2.5.3 Motor listrik

Alat yang digunakan ¹⁹ untuk mengubah energi menjadi energi mekanik disebut motor listrik. *Pulley, v-belt, shaft*, dan pisau pemotong digerakkan oleh motor listrik mesin.

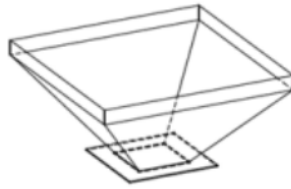


Gambar 2.7 Motor Listrik

Sumber : (Hawari and Wibowo, 2020)

2.5.4 Penampung (*Hopper*)

Penampung (*Hopper*) adalah wadah yang berfungsi untuk menampung kentang yang akan masuk kedalam mesin (*input*) dan menampung kentang yang telah diolah oleh mesin (*output*).



Gambar 2.8 Penampung (Hopper)

Sumber : (Godjo *et al.*, 2016)

2.5.5 Pulley

Pulley adalah bagian dari mesin yang digunakan untuk menyalurkan daya motor untuk menggerakkan poros. Ukuran *pulley* yang digunakan pada mesin disesuaikan dengan kebutuhan mesin. *Pulley driver* dan *pulley driven* dihubungkan dengan *v - belt* sebagai penyalur dari motor penggerak.

2.5.6 V-Belt (Sabuk)

V - belt adalah bagian berfungsi untuk mentransmisikan kecepatan putaran diantara *driver pulley* dan *driven pulley*. *V - belt* ini berbentuk trapesium dengan sudut kemiringan antara 30° sampai 40° .

2.5.7 Bearing (Bantalan)

Bearing merupakan komponen elemen mesin yang berfungsi untuk menumpu poros sehingga dapat berputar tanpa mengalami terlalu banyak gesekan.

2.5.8 Shaft (Poros)

Shaft adalah penopang yang diam, berayun atau berputar pada mesin. Fungsi *shaft* adalah untuk mentransmisikan tenaga bersamaan dengan kecepatan putaran mesin.

2.6 Tegangan

Ketika beberapa sistem gaya atau beban eksternal bekerja pada suatu benda, besaran intensitas gaya atau reaksi internal yang muncul persatuan luas ini disebut dengan tegangan.

Tegangan dilambangkan dengan huruf Yunani sigma (σ). Rumus tegangan yaitu:

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Dimana,

σ = Tegangan (N/m²)

P = Gaya (N)

A = Luas area penampang (m²)

2.7 Regangan

Sebuah benda akan mengalami perubahan bentuk atau deformasi ketika sebuah sistem gaya atau beban bekerja pada benda tersebut. Regangan adalah perubahan panjang benda dibagi panjang awal benda. Regangan dilambangkan dengan huruf Yunani epsilon (ϵ).

$$\epsilon = \frac{\delta l}{l}$$

Dimana,

ϵ = Regangan

δl = Perubahan panjang benda (m)

l = Panjang awal benda (m)

2.8 Factor of Safety

Factor of Safety merupakan faktor evaluasi yang berfungsi untuk memastikan keamanan dalam perencanaan elemen mesin dengan dimensi yang minimum. *Factor of Safety* pada umumnya disebut rasio dari *maximum stress* terhadap *working stress* atau *design stress*.

Saat merancang bagian-bagian mesin, sebaiknya memperhatikan tegangan lebih rendah dari *maximum stress* atau *ultimate stress* yang akan menyebabkan kegagalan material terjadi. Tegangan ini dikenal juga sebagai *working stress* atau *design stress* (Khurmi and Gupta, 2005).

$$\text{Factor of Safety (Sf)} = \frac{\text{Maximum Stress}}{\text{Working or design stress}}$$

- Material ulet (*ductile*): *yield point stress* atau tegangan titik luluh didefinisikan secara jelas. Maka dari itu, *factor of safety* untuk material ulet adalah sebagai berikut:

$$Factor\ of\ Safety = \frac{Yield\ Point\ Stress}{Working\ or\ design\ stress}$$

- Untuk material getas (*brittle*), dimana tegangan titik luluh tidak didefinisikan secara jelas seperti material elastis (*ductile*), maka *factor of safety* didasarkan pada *ultimate stress*. Maka:

$$Factor\ of\ Safety = \frac{Ultimate\ Stress}{Working\ or\ design\ stress}$$

Untuk menentukan *Factor of Safety* dari suatu struktur yang akan dirancang, dapat mempertimbangkan nilai-nilai *Factor of Safety* untuk bahan ulet dan bahan getas berikut ini (Diinil Mustaqiem and Nurato, 2020):

1) Untuk bahan ulet

- a) $\eta = 1,25 - 2,0$ adalah untuk struktur yang mengalami beban statis.
- b) $\eta = 2,0 - 2,5$ adalah untuk elemen-elemen mesin yang menerima beban dinamis.
- c) $\eta = 2,5 - 4,0$ untuk perancangan mesin statis atau bagian mesin yang rentan terhadap pembebanan dinamis ketika ada hal-hal yang tidak diketahui terkait lingkungan, beban, karakteristik material, atau analisis tegangan.
- d) $\eta = 4,0$ atau lebih, saat merancang mesin statis atau bagian mesin yang rentan terhadap beban dinamis dan terdapat hal-hal yang tidak diketahui sehubungan dengan berbagai bahan, karakteristik bahan, analisis tegangan, atau faktor lingkungan.

2) Untuk bahan getas

a) $\eta = 3,0 - 4,0$ untuk desain struktur yang mengalami beban statis dengan menggunakan data desain yang lengkap.

b) $\eta = 4,0$ hingga $8,0$ untuk desain struktur statis atau komponen mesin yang mengalami pembebanan dinamis ketika ada hal-hal yang tidak diketahui terkait lingkungan, analisis tegangan, atau kualitas beban material.

2.9 Theories of Failure (Teori Kegagalan)

Theories of failure atau teori kegagalan adalah teori yang memudahkan kita untuk menentukan dimensi yang aman dari suatu komponen mesin ketika digabungkan dengan *stresses* (beban) gabungan karena berbagai beban yang bekerja selama berfungsinya komponen mesin tersebut.

Teori kegagalan digunakan dalam desain komponen mesin karena tidak tersedianya tegangan kegagalan pada kondisi pembebanan gabungan. Teori ini awalnya dikembangkan untuk bahan getas (*brittle*) tetapi kemudian dapat diterapkan pada bahan ulet (*ductile*). Beberapa teori kegagalan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Teori Tegangan Utama Maksimum (*Rankine's Theory*).
2. Teori Tegangan Geser Maksimum (*Tresca's Theory*).
3. Teori Regangan Utama Maksimum (*St. Venant's Theory*).
4. Teori Energi Regangan Total (*Haigh's Theory*).
5. Teori Energi Distorsi Maksimum (*Hencky's Theory*).

2.10 ³⁹ Software CAD (Computer Aided Design)

Software CAD merupakan program komputer yang mempermudah proses menggambar suatu komponen. Produk yang digambar menggunakan *software CAD* dapat diwakilkan oleh garis ataupun simbol tertentu. Gambar yang dihasilkan pada *software CAD* dapat berbentuk gambar 2 dimensi maupun gambar 3 dimensi (Triadi, Martana and Pradana, 2020).

2.11 ASTM A36 Steel

ASTM atau *American Society for Testing and Material* adalah organisasi bidang standarisasi di Amerika Serikat yang mempublikasikan standar bidang pengujian (*testing*) dan bahan (*material*). ASTM A36 Steel adalah bahan baja yang paling banyak digunakan untuk keperluan konstruksi.

ASTM A36 merupakan baja yang mengandung maksimum 0,29% karbon sehingga baja A36 yang kuat, ulet, dapat dibentuk, tangguh dan dapat dilas. Baja A36 diproduksi dalam berbagai bentuk seperti plat, batangan dan bentuk struktural lainnya. Sifat mekanis dari Baja A36 ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 2.2 Sifat Mekanis Baja A36

Sifat Mekanis	Nilai	Tipe Produk / Catatan
<i>Ultimate tensile strength, Mpa (KSI)</i>	400-550 (58-80)	Untuk plat dan batangan
<i>Yield strength, MPa (KSI)</i>	250 (36)	Ketebalan \leq 200mm (8in)
<i>Yield strength, MPa (KSI)</i>	220 (32)	Ketebalan plat baja > 200mm (8 in.)
<i>Elongation, %</i>	20	Plat dan Batangan ukuran 200mm (8 in.)
<i>Elongation, %</i>	23	Plat dan Batangan ukuran 50mm (2 in.)
<i>Brinell hardness, HB</i>	119-162	Konversi dari <i>tensile strength</i>
<i>Rockwell Hardness, Rockwell B</i>	67-83	Konversi dari <i>tensile strength</i>
<i>Charpy V-Notch Impact Test, J (ft-lbf)</i>	27 (20)	Bentuk struktural
<i>Modulus of elasticity (Young's modulus), GPa (KSI)</i>	200 (29×10^3)	
<i>Shear modulus, Gpa (KSI)</i>	79,3 (11,5 $\times 10^3$)	
<i>Bulk modulus, GPA (KSI)</i>	140 (20,3 $\times 10^3$)	
<i>Poissons ratio</i>	0,26	

Sumber: (Dey, 2021)

2.12 Ergonomi

Ergonomi berasal dari kata bahasa Yunani yaitu *ergos* dan *nomos*. Menurut Bridger (2003), Ergonomi merupakan studi tentang bagaimana manusia berinteraksi dengan mesin dan variabel yang mempengaruhi hubungan tersebut. Dengan meningkatnya interaksi manusia dan mesin, maka kinerja sistem dapat meningkat.

Sedangkan menurut Tarwaka, Bakri and Sudiajeng (2004), definisi dari ergonomi yaitu ilmu, seni dan teknologi untuk menyelaraskan fasilitas yang digunakan untuk beraktivitas dan beristirahat dengan kemampuan dan keterbatasan manusia baik fisik maupun mental sehingga kualitas hidup akan meningkat.

Tujuan umum dari penerapan ergonomi yaitu:

1. Meningkatkan kesehatan fisik dan mental dengan melakukan tindakan pencegahan terhadap penyakit dan cedera di tempat kerja.
2. Meningkatkan kesejahteraan sosial dengan meningkatkan kualitas interaksi sosial, mengelola, mengkoordinasikan dan meningkatkan pekerjaan secara efektif.
3. Menetapkan keseimbangan di berbagai faktor termasuk aspek teknis, ekonomi, antropologi dan budaya dalam setiap sistem kerja yang dilaksanakan untuk menciptakan kualitas kerja dan kehidupan yang baik.

Menerapkan ilmu ergonomi akan meningkatkan kinerja sistem dengan menghilangkan faktor yang tidak diinginkan, tidak terkendali atau tidak dipertimbangkan seperti:

- Ketidakefisienan – ketika upaya pekerja tidak menghasilkan *output* yang tidak optimal;
- Kelelahan – pada pekerjaan yang dirancang dengan tidak baik, maka pekerja menjadi lelah dengan cepat;
- Kecelakaan, cedera dan kesalahan – karena desain sistem yang dirancang dengan buruk, kelebihan stres baik mental maupun fisik;
- Kesulitan pengguna – karena kombinasi yang tidak tepat dari tugas-tugas yang dibuat interaksi menjadi kompleks dan tidak wajar;
- Semangat kerja yang rendah dan ketidakpedulian.

2.13 ⁴ RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*)

Rapid Upper Limb Assessment atau disingkat RULA adalah metode evaluasi yang digunakan dalam investigasi ergonomi pada tempat kerja yang mempengaruhi gangguan anggota tubuh bagian atas yang berhubungan dengan pekerjaan yang dilakukan (McAtamney and Nigel Corlett, 1993).

Metode RULA tidak perlu menggunakan alat bantu ⁴⁶ dalam memberikan ¹⁷ penilaian atas postur leher, batang tubuh dan bagian anggota tubuh atas serta fungsi otot dan beban eksternal yang ¹⁷ dialami oleh tubuh.

Metode ini merekam ¹⁷ postur tubuh dan terdapat ⁴ tiga tabel untuk mengevaluasi terhadap setiap faktor resiko. Faktor tersebut adalah faktor ⁴ beban eksternal yang mencakup jumlah gerakan yang terjadi, kerja otot pada saat statis, kekuatan atau tenaga, postur pekerja, dan waktu saat bekerja tanpa adanya istirahat.

Menurut Stanton *et al.* (2004), Prosedur penggunaan metode RULA dijelaskan menjadi 3 tahapan yaitu:

- 1) Mengamati dan memilih ²¹ postur yang dievaluasi

Penilaian RULA dalam siklus kerja penting untuk mengamati postur tubuh yang diadopsi selama siklus kerja penuh atau periode kerja yang cukup lama sebelum memilih postur tubuh untuk penilaian. Tergantung pada jenis studi, pemilihannya dapat berupa postur tubuh yang paling lama dilakukan atau postur tubuh terburuk yang terjadi. Hal ini juga berguna untuk memperkirakan proporsi waktu yang dihabiskan dalam berbagai postur yang sedang dievaluasi.

- 2) Merekam dan mengevaluasi postur

Setelah melakukan pengamatan, langkah selanjutnya adalah melakukan penilaian terhadap bagian atas tubuh yang telah dievaluasi. Penilaian ini dapat dilakukan dengan *software* atau dengan menggunakan tabel RULA untuk menilai setiap bagian tubuh berserta gaya atau beban yang diberikan. Nilai akhir RULA dari postur tersebut dapat diketahui.

3) Level Aksi

Nilai akhir pada metode ini terdiri dari skor 1-7. Nilai akhir dapat dibandingkan dengan level aksi. Level aksi bertujuan untuk memastikan bahwa metode ini digunakan sebagai alat bantu dalam pengendalian yang efisien dan efektif terhadap resiko yang teridentifikasi dan tindakan penyelidikan yang lebih rinci.

Level aksi dalam metode RULA terbagi menjadi 4 Level Aksi yaitu:

- Level Aksi 1: Skor akhir 1 atau 2 menunjukkan bahwa postur tubuh dapat diterima jika tidak dipertahankan atau diulang dalam jangka waktu yang lama.
- Level Aksi 2: Skor 3 atau 4 menunjukkan bahwa penyelidikan lebih lanjut diperlukan, dan perubahan mungkin diperlukan.
- Level Aksi 3: Skor 5 atau 6 menunjukkan bahwa investigasi dan perubahan diperlukan segera.
- Level Aksi 4: Nilai 7 menunjukkan bahwa investigasi dan perubahan diperlukan segera.

Berikut adalah gambar tabel RULA Employee Assessment Worksheet yang digunakan dalam metode ini.

RULA Employee Assessment Worksheet

Complete this worksheet following the step-by-step procedure below. Keep a copy in the employee's personnel folder for future reference.

A. Arm & Wrist Analysis

Step 1: Locate Upper Arm Position
Step 1a: Adjust...
 If shoulder is raised: +1
 If upper arm is abducted: +1
 If arm is supported or person is leaning: -1
 Final Upper Arm Score =

Step 2: Locate Lower Arm Position
Step 2a: Adjust...
 Forearm is working across midline of the body: +1
 Forearm is out to side of body: +1
 Final Lower Arm Score =

Step 3: Locate Wrist Position
Step 3a: Adjust...
 If wrist is bent from the midline: +1
 Final Wrist Score =

Step 4: Wrist Twist
 If wrist is twisted mainly in mid-range: +1
 If twist is at either end of twisting range: +2
 Wrist Twist Score =

Step 5: Look-up Posture Score in Table A
 Use values from steps 1, 2, 3 & 4 to locate Posture Score in Table A.
 Posture Score A =

Step 6: Add Muscle Use Score
 If posture requires static lift for longer than 1 minute: +1
 If action repeatedly occurs 4 times per minute or more: +1
 Muscle Use Score =

Step 7: Add Force/load Score
 If load less than 2 kg (or equivalent): +0
 If 2 kg to 10 kg (intermittent): +1
 If 2 kg to 10 kg (static or repeated): +2
 If more than 10 kg load or repeated or shocks: +3
 Force/load Score =

Step 8: Find Row in Table C
 The completed score from the Arm/Wrist analysis is used to find the row on Table C.
 Final Wrist & Arm Score =

SCORES

Table A

Upper Arm	Lower Arm	Wrist	Twist	Muscle Use	Force/Load
1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10

Table B

Trunk Posture	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs
1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10

Table C

Wrist & Arm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

B. Neck, Trunk & Leg Analysis

Step 9: Locate Neck Position
Step 9a: Adjust...
 If neck is twisted: +1
 If neck is side-bending: +1
 Final Neck Score =

Step 10: Locate Trunk Position
Step 10a: Adjust...
 If trunk is twisted: +1
 If trunk is side-bending: +1
 Final Trunk Score =

Step 11: Legs
Step 11a: Adjust...
 If legs & feet supported and balanced: +1
 If not: +2
 Trunk Posture Score =

Step 12: Look-up Posture Score in Table B
 Use values from steps 9, 10 & 11 to locate Posture Score in Table B.
 Posture B Score =

Step 13: Add Muscle Use Score
 If posture nearly static: +1
 If action 4 minutes or more: +1
 Muscle Use Score =

Step 14: Add Force/load Score
 If load less than 2 kg (or equivalent): +0
 If 2 kg to 10 kg (intermittent): +1
 If 2 kg to 10 kg (static or repeated): +2
 If more than 10 kg load or repeated or shocks: +3
 Force/load Score =

Step 15: Find Column in Table C
 The completed score from the Neck/Trunk & Leg analysis is used to find the column on Chart C.
 Final Neck, Trunk & Leg Score =

Final Score =

Subject: _____ Date: / / _____
 Company: _____ Department: _____ Scorer: _____

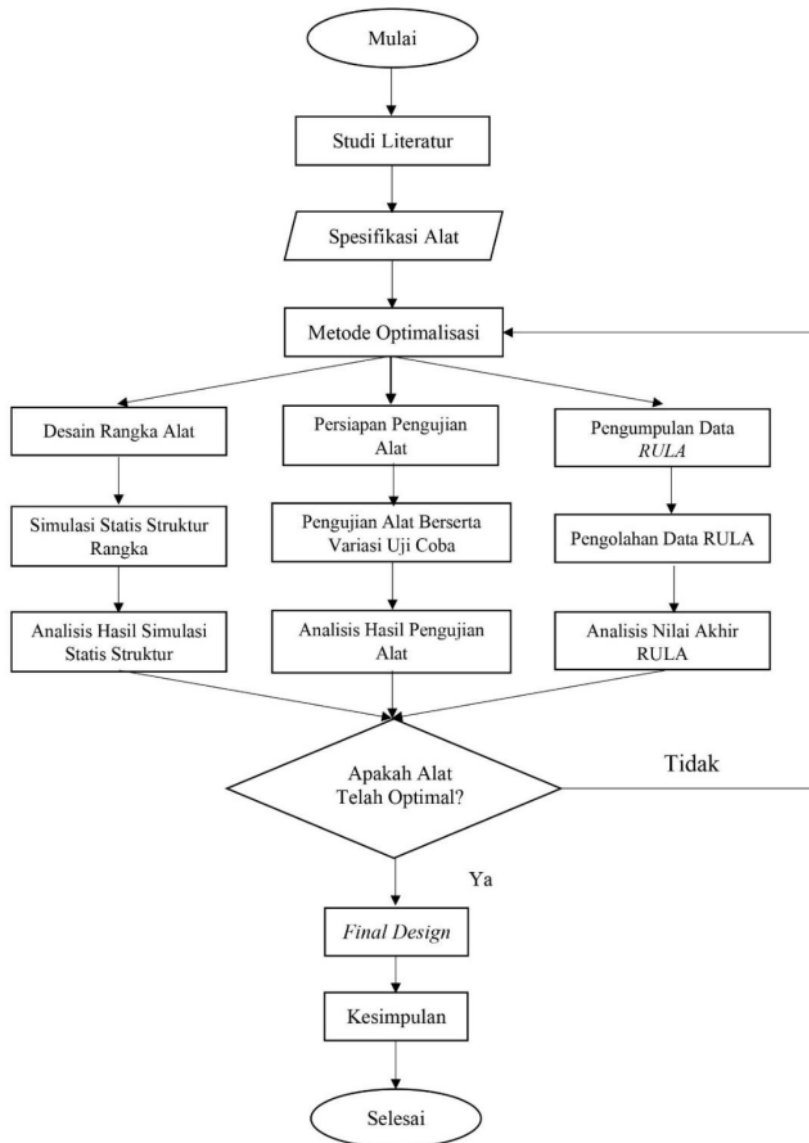
FINAL SCORE: 1 or 2 = Acceptable; 3 or 4 investigate further; 5 or 6 investigate further and change soon; 7 investigate and change immediately
 Source: McAtamney, L. & Corlett, E.N. (1993) RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics*, 24(2) 91-99.
 © Professor Alan Hedge, Cornell University, Feb. 2001

Gambar 2.9 RULA Employee Assessment Worksheet
 Sumber: (McAtamney and Nigel Corlett, 1993)

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Langkah kerja yang akan dilakukan oleh peneliti dalam penelitian ini ditunjukkan pada diagram alir sebagai berikut:



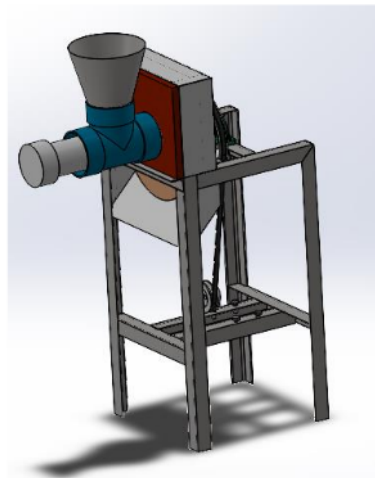
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Studi Literatur

Pada tahap ini, melakukan studi literatur tentang teori dan konsep yang berhubungan dengan perancangan alat teknologi pemotong kentang stik balado. yang bersumber dari jurnal, e-book, artikel, makalah serta skripsi yang telah tersedia.

3.3 Spesifikasi Alat

Langkah selanjutnya yaitu melakukan *Input data* desain mesin pemotong kentang stik balado yang telah ada seperti gambar di bawah ini serta spesifikasi yang digunakan pada tabel berikut.

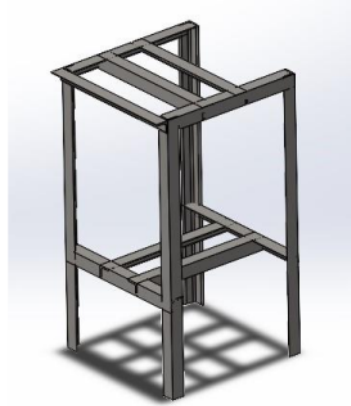


6
Gambar 3.2 Desain mesin pemotong kentang stik balado.

Tabel 3.1 Spesifikasi Mesin Pemotong Kentang Stik Balado

Spesifikasi Mesin Pemotong Kentang Stik Balado	
Dimensi Mesin	400 x 400 x 1100 mm
Produk <i>Input</i>	Kentang
Dimensi Produk <i>Output</i>	40 - 4 mm
Material Rangka	Besi Profil L 40 x 40 x 3 mm
Penggerak	Motor Listrik
Daya Penggerak	0,75 HP / 550 watt
Putara Poros Penggerak	2790 RPM
Sistem Transmisi	<i>Pulley and Belt</i>
Diameter <i>Driver Pulley</i>	3" inch
Diameter <i>Driven Pulley</i>	10" inch
Pisau	Jenis Pamarut
Material Pisau	<i>Stainless Steel</i>

Setelah menggambar sketsa model rangka, maka gunakan *tool Weldment* dengan menyesuaikan profil besi baja pada gambar dibawah ini.

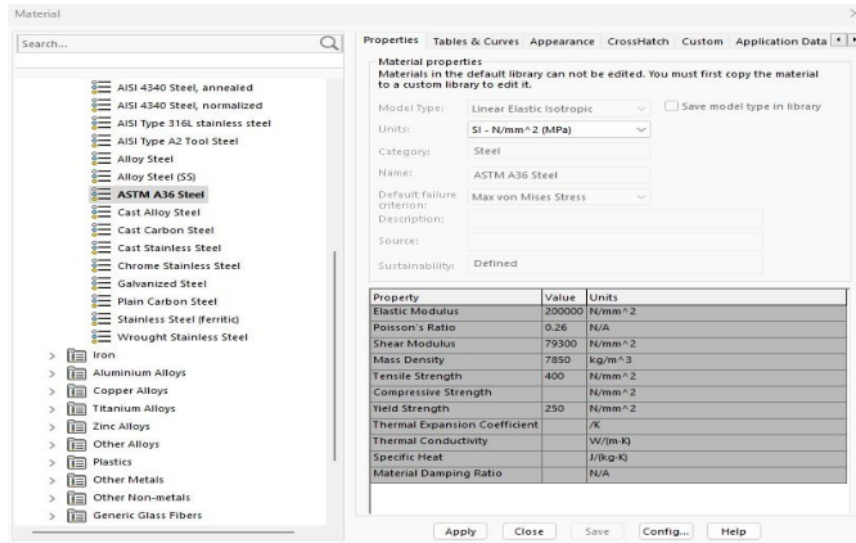


Gambar 3.4 Perancangan rangka mesin dengan *tool weldment profile*.

3.6 Simulasi Statis Struktur Rangka

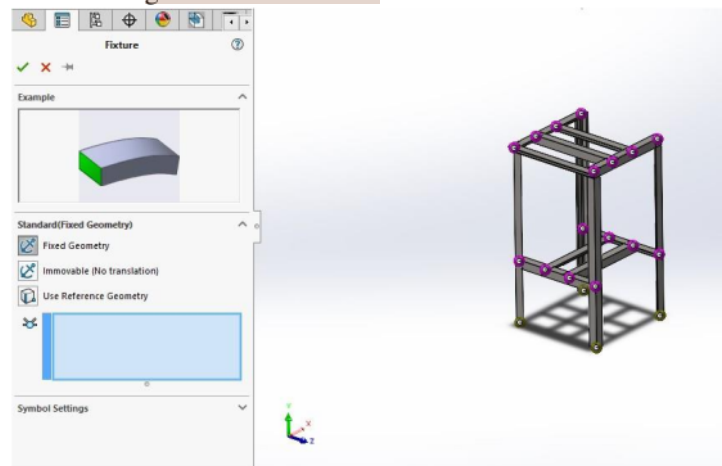
Langkah selanjutnya yaitu melakukan simulasi statis pada rangka. Untuk input material yaitu material ASTM A36 Steel. Berikut langkah untuk melakukan simulasi menggunakan *software CAD*:

- 1) Buka *software CAD* dan *open* model 3d rangka yang akan dilakukan simulasi statis.
- 2) Pilih *tab Simulation* – pilih *New Study*
- 3) Pada *window Study*, Pilih *Static* lalu Ok.
- 4) *Input* jenis material yang akan digunakan pada rangka seperti gambar dibawah ini.



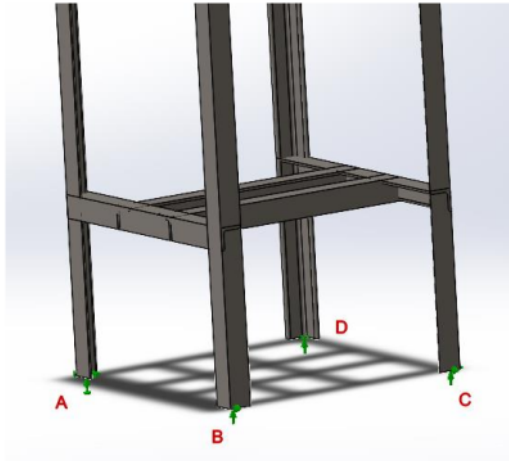
Gambar 3.5 Input Material menggunakan software CAD.

5) Input area fixed geometry dan reference geometry yaitu memilih icon Fixtures dan pilih Fixed Geometry seperti pada gambar di bawah ini.



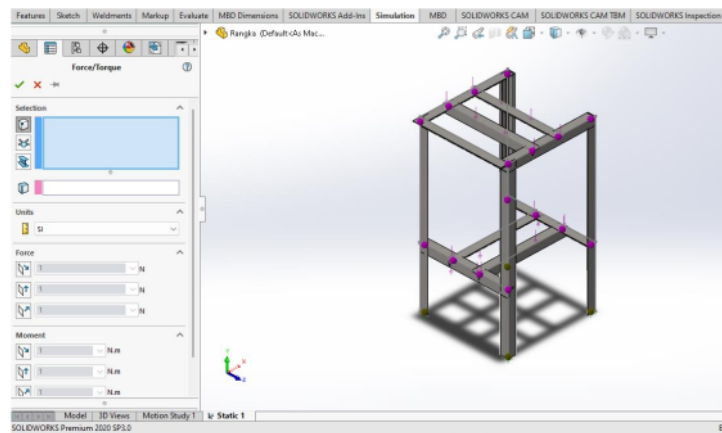
Gambar 3.6 Input fitur Fixtures pada rangka.

Untuk penentuan tumpuan yang diterapkan pada rangka yaitu Rangka A merupakan tumpuan jepit sedangkan untuk Rangka B, C dan D adalah tumpuan rol ditunjukkan pada gambar berikut.



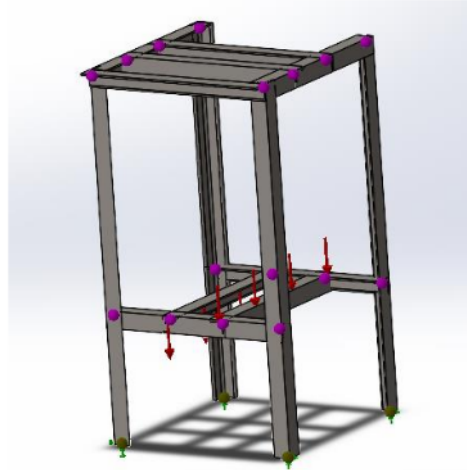
Gambar 3.7 Penentuan tumpuan rangka.

- 6) Pemberian beban, klik *icon External Loads* lalu klik *icon Force* seperti gambar di bawah ini. Untuk beban yang diberikan pada rangka ditunjukkan pada gambar 3.8 dan gambar 3.9.



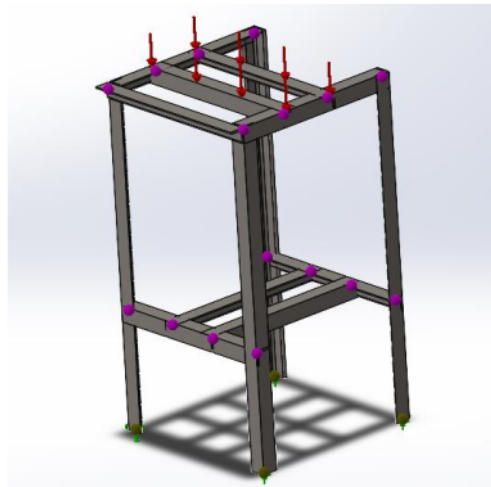
Gambar 3.8 *Input external loads* pada rangka.

- Beban 1 adalah beban yang mencakup beban *driver pulley* dan mesin motor listrik. Total beban sebesar 9,5 kg atau 93,135 N. Titik beban 1 ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 3.9 Titik Beban 1 pada rangka.

- Beban 2 adalah beban yang mencakup beban *driven pulley*, *pillow block bearing*, dan *shaft* pisau pemotong. Total beban sebesar 3,5 kg atau 34,335 N. Titik pembebanan 2 ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 3.10 Titik Beban 2 pada rangka.

- 7) Lakukan *meshing* model rangka, klik kanan pada *icon mesh* lalu *create mesh*.
- 8) Menjalankan simulasi statis pada rangka, klik *icon Run This Study*.
- 9) Selesai.

3.7 Analisis Hasil Simulasi Statis Struktur Rangka

Setelah tahapan simulasi statis struktur rangka mesin pemotong kentang stik balado, langkah selanjutnya adalah melakukan analisa hasil simulasi statis struktur rangka yang mencakup *stress von misses, displacement* dan *safety factor* terhadap simulasi statis yang telah dilakukan.

3.8 Persiapan Pengujian Alat

Sebelum melakukan tahapan pengujian mesin pemotong, dilakukan terlebih dahulu persiapan untuk pengoperasian mesin pemotong yaitu seperti, mempersiapkan bahan *input* produk, menyesuaikan dan merangkai mesin pemotong hingga siap digunakan untuk uji coba.

3.9 Pengujian Alat Berserta Variasi Uji Coba

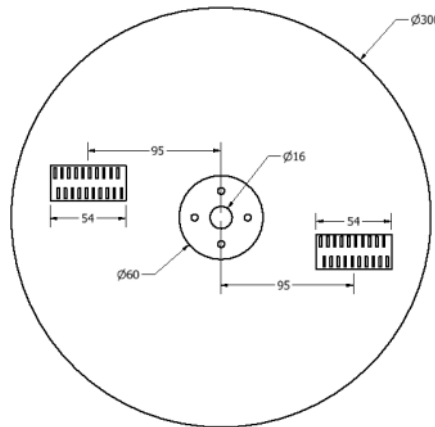
Pada tahap ini dilakukan beberapa kali pengoperasian pada mesin agar dapat melihat kinerja dari mesin tersebut. Berikut adalah langkah-langkah pengujian mesin pemotong kentang stik balado:

- 1) Langkah pertama adalah menyiapkan bahan pengujian mesin yaitu kentang.
- 2) Langkah selanjutnya menyiapkan mesin pemotong kentang stik balado.
- 3) Memasukkan bahan sebanyak 0,5 Kg ke *hopper in* mesin pemotong.
- 4) Pada saat proses pemotongan bahan oleh mesin pemotong, melakukan pencatatan waktu pemotongan.
- 5) Setelah proses pemotongan selesai, langkah berikutnya memilah produk yang terpotong, terpotong hancur, dan tidak terpotong.
- 6) Menimbang Hasil masing masing pemilahan produk.

- 7) Kembali ke tahap 3, melakukan pengulangan pengujian dengan variasi uji coba hingga selesai.
- 8) Mengisi format pengambilan data uji coba seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.
- 9) Menghitung kapasitas dan efisiensi mesin pemotong.
- 10) Melakukan analisa hasil pengujian mesin pemotong.
- 11) Selesai.

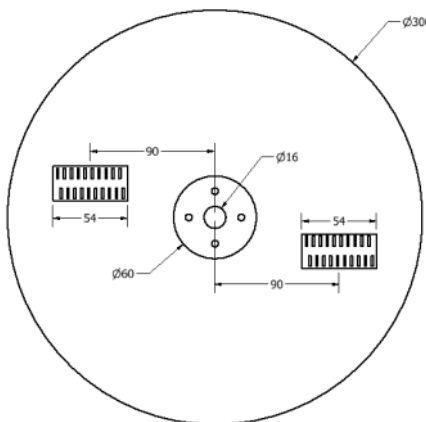
Variasi Uji Coba yang dilakukan yaitu dengan melakukan perubahan jarak pisau pada piringan pisau seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut:

- a. Variasi Uji Coba 1 dengan jarak pisau 95 mm dari sumbu poros.



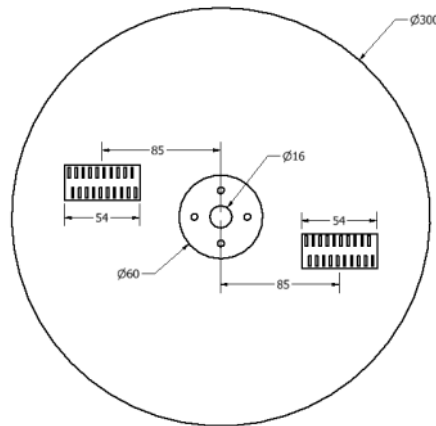
Gambar 3.11 Variasi uji coba 1.

- b. Variasi Uji Coba 2 dengan jarak pisau 90 mm dari sumbu poros.



Gambar 3.12 Variasi uji coba 2

c. Variasi Uji Coba 3 dengan jarak pisau 85 mm dari sumbu poros



Gambar 3.13 Variasi uji coba 3.

3.10 Analisis Hasil Pengujian Alat

Langkah berikutnya setelah melakukan pengujian mesin pemotong kentang stik balado yaitu melakukan analisa dari hasil pengujian alat dengan mengolah data hasil uji coba.

Untuk menghitung persentase kerusakan hasil produk, kapasitas efektif alat dan efisiensi pemotongan alat dengan menggunakan rumus berikut:

1. Persentase Kerusakan Hasil

$$\text{Kerusakan Hasil (\%)} = \frac{\sum \text{Massa Produk Rusak}}{\sum \text{Massa Bahan}} \times 100\%$$

Dimana,

- \sum Massa Produk Rusak = \bar{x} Massa Produk Terpotong Hancur + \bar{x} Massa Produk Tidak Terpotong

2. Kapasitas Efektif Alat

$$\text{Kapasitas Efektif Alat (Kg/Jam)} = \frac{\text{Massa Bahan}}{\bar{x} \text{ Waktu yang dibutuhkan}} \text{ Kg/Jam}$$

3. Efisiensi Pemotongan Alat

$$\eta = \frac{\text{Kapasitas Efektif}}{\text{Kapasitas Teoritis}} \times 100 \%$$

Dimana,

Kapasitas Teoritis = $t \cdot A \cdot n \cdot s \cdot \rho \cdot 60$ Kg/1000 Jam

Keterangan:

t = Tebal potongan (cm)

A = Luas penampang kentang yang terpotong

n = Siklus Motor Listrik (rpm)

s = Jumlah Mata Pisau

ρ = Massa Jenis Kentang (1,053 g/cm³)

Dalam pedoman efisiensi energi untuk industri di Asia, efisiensi alat dikatakan baik apabila nilai efisiensinya diantara 60-70 % atau lebih tinggi di atasnya (Töpfer, 2006).

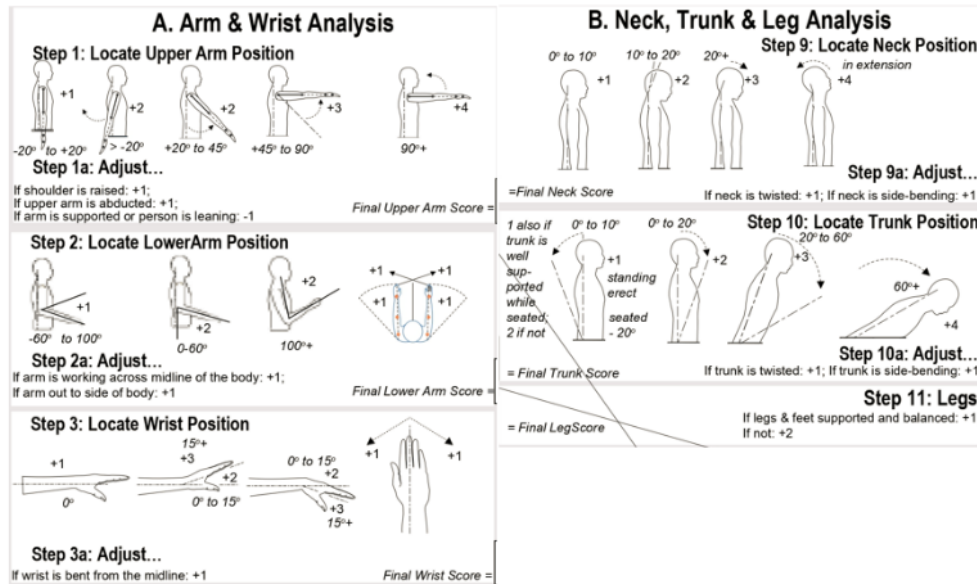
3.11 Pengumpulan Data RULA (*Rapid Upper Limb Assesment*)

Pada saat pengujian mesin pemotong kentang stik balado, dapat diamati postur penguji saat pengoperasian mesin. Analisa RULA dilakukan dengan melihat nilai akhir dari lembar kerja RULA. Metode ini digunakan untuk menginvestigasi apakah ada resiko tidak nyaman yang dialami oleh pekerja saat melakukan aktivitas.

3.12 Pengolahan Data RULA

Pengolahan Data RULA pada mesin pemotong kentang stik balado dilakukan dengan langkah sebagai berikut:

- 1) Melakukan pengamatan pada penguji coba yang sedang mengoperasikan mesin pemotong.
- 2) Menentukan posisi postur tubuh yang kritis pada saat uji coba mesin pemotong seperti gambar dibawah ini.



Gambar 3.14 Langkah-langkah *assesment* RULA.

- 3) Melakukan *assessment* untuk postur lengan dan pergelangan.
- 4) Melakukan *assessment* untuk postur leher, batang tubuh dan kaki.
- 5) Menilai hasil akhir RULA.

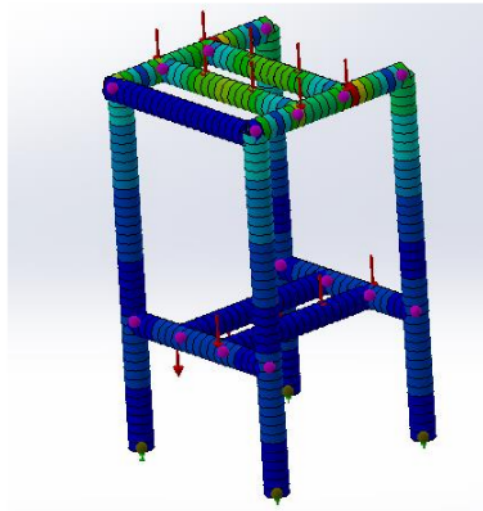
3.13 Analisis Nilai Akhir RULA

Setelah melakukan metode RULA, maka langkah selanjutnya yaitu menganalisa hasil akhir RULA. Nilai akhir RULA akan dibandingkan dengan level aksi pada metode RULA untuk menentukan faktor ergonomi dan resiko yang akan dialami oleh pekerja saat melakukan aktivitas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Simulasi Statis Struktur Rangka

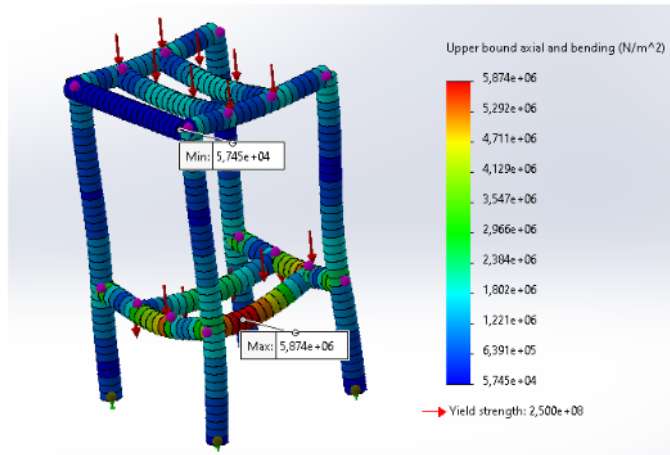
Setelah melakukan simulasi statis struktur rangka di *software* CAD, maka akan mendapatkan data simulasi kekuatan statis struktur rangka. Hasil data yang didapat merupakan peletakan beban pada rangka dengan beban 1 dengan total beban sebesar 9,5 Kg atau 93,135 N dan beban 2 dengan total beban sebesar 3,5 Kg atau 34,335 N.



Gambar 4.1 Hasil data *run* simulasi statis struktur rangka.

4.1.1 Hasil Simulasi Statis Struktur *Stress (Von Misses)* Rangka

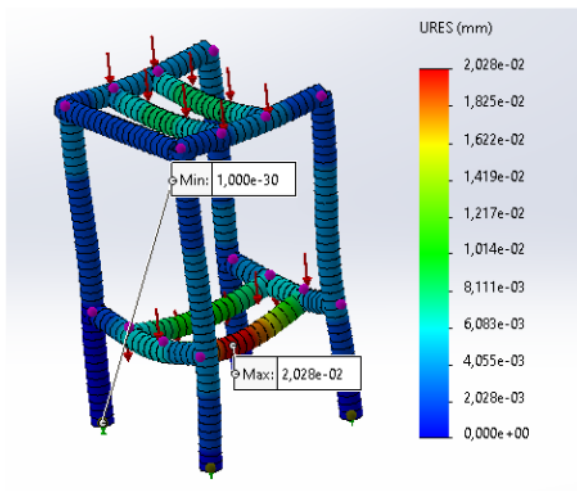
Hasil simulasi *stress (von misses)* dengan nilai tertinggi terdapat pada tengah rangka yang ditandai warna merah sebesar $5,874 \times 10^6 \text{ N/m}^2$. Sedangkan nilai terkecil ditandai dengan warna biru tua dengan nilai *stress (von misses)* sebesar $5,745 \times 10^4 \text{ N/m}^2$ seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.2 sebagai berikut.



Gambar 4.2 Hasil data simulasi *stress (von misses)*.

4.1.2 Hasil Simulasi Statis Struktur *Displacement* Rangka

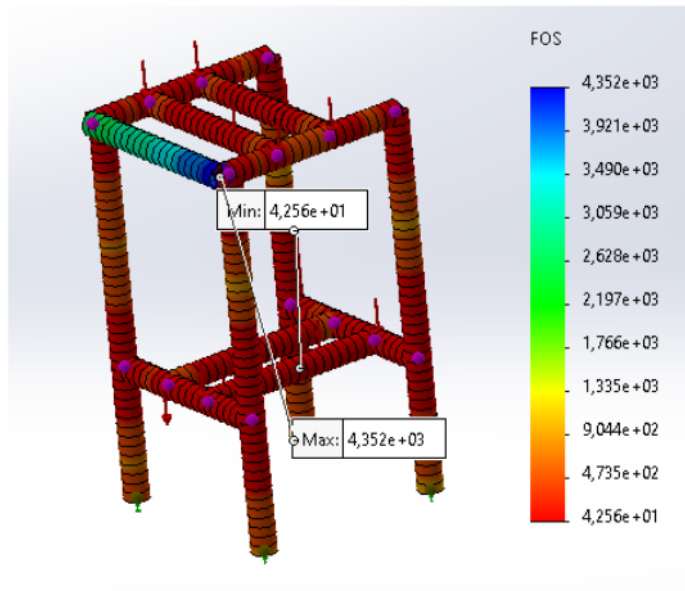
Hasil simulasi *displacement* dengan nilai tertinggi terdapat pada tengah rangka yang ditandai warna merah sebesar $2,028 \times 10^{-2}$ mm. Sedangkan nilai terkecil ditandai dengan warna biru tua dengan nilai *stress (von misses)* sebesar 1×10^{-30} mm seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.3 sebagai berikut.



Gambar 4.3 Hasil data simulasi *displacement*.

4.1.3 Hasil Simulasi Statis Struktur *Safety Factor* Rangka

Hasil simulasi *Factor of Safety* dengan nilai terkecil terdapat pada bagian ujung rangka berwarna merah dengan nilai *Factor of Safety* sebesar 43. Sedangkan nilai terbesar terjadi pada bagian tengah rangka berwarna biru sebesar $4,352 \times 10^3$ sebagai berikut.



Gambar 4.4 Hasil data simulasi *Factor of Safety*.

4.2 Analisis Hasil Simulasi Statis Struktur Rangka

Setelah menjalankan simulasi statis struktur rangka maka didapatkan data *stress (von mises)*, *displacement* dan *factor of safety* pada beban 1 dan beban 2 yang dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 4.1 Data Hasil Simulasi Statis Struktur Rangka

No	Jenis Simulasi	Nilai Terbesar	Nilai Terkecil	Yield Strength
1	Stress (Von mises)	$5,874 \times 10^6 \text{ N/m}^2$	$5,745 \times 10^4 \text{ N/m}^2$	$2,5 \times 10^8 \text{ N/m}^2$
2	Displacement	$2,028 \times 10^{-2} \text{ mm}$	$1 \times 10^{-30} \text{ mm}$	-
3	Factor of Safety	$4,352 \times 10^3$	43	-

Dari tabel 4.1 di atas, diketahui simulasi statis struktur rangka pada *software CAD* menggunakan material ASTM A36 Steel profil L ukuran 40 x 40 x 3 mm, nilai *stress (von mises)*, *displacement* dan *factor of safety* dengan nilai terkecil yaitu sebesar $5,745 \times 10^4 \text{ N/m}^2$, $1 \times 10^{-30} \text{ mm}$ dan 43.

Dalam buku *Machine Element* oleh Dobrovolsky, untuk nilai *factor of safety* pada beban dinamis yaitu 2-3 (Furqani, Arief and Muchlisinalahuddin, 2022). Sedangkan hasil *factor of safety* terkecil didapatkan dengan nilai 43.

Maka, optimalisasi yang dapat dilakukan terhadap struktur rangka mesin pemotong kentang stik balado ini yaitu dengan mengubah ketebalan rangka atau dimensi rangka dan memilih alternatif material yang akan digunakan pada rangka.

4.3 Optimalisasi Rangka

4.3.1 Optimalisasi Rangka dengan mengubah dimensi besi baja profil L

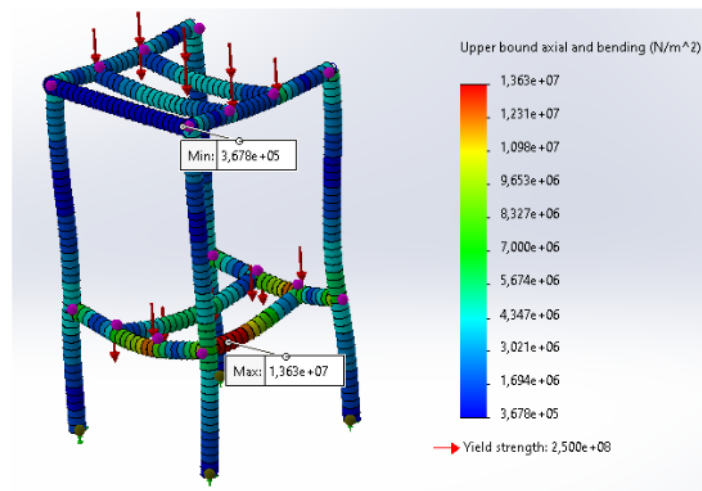
Simulasi statis rangka dilakukan kembali dengan menggunakan dimensi rangka besi baja profil L yang berbeda.

- a) Dimensi besi baja profil L ukuran 25 x 25 x 4 mm

Hasil data simulasi statis rangka yang didapat adalah sebagai berikut:

- Hasil simulasi statis struktur *stress (von mises)*

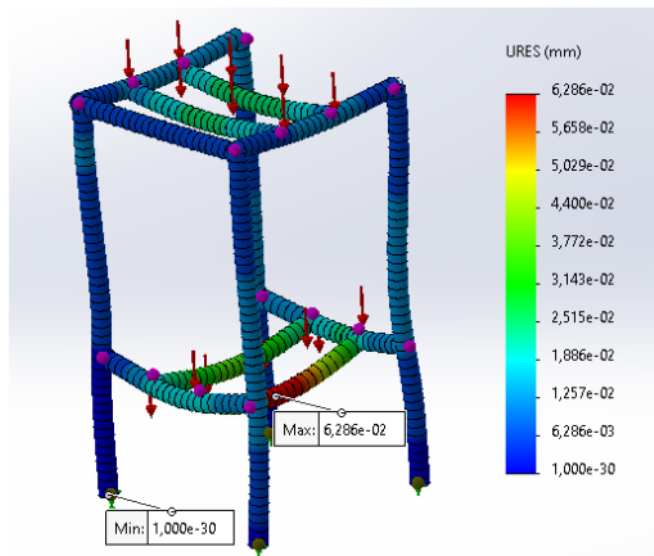
Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, nilai *stress (von mises)* dengan nilai tertinggi sebesar $1,363 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ dan nilai terendah sebesar $3,678 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.5 Hasil data simulasi struktur *stress* dimensi A

- Hasil simulasi statis struktur *displacement*

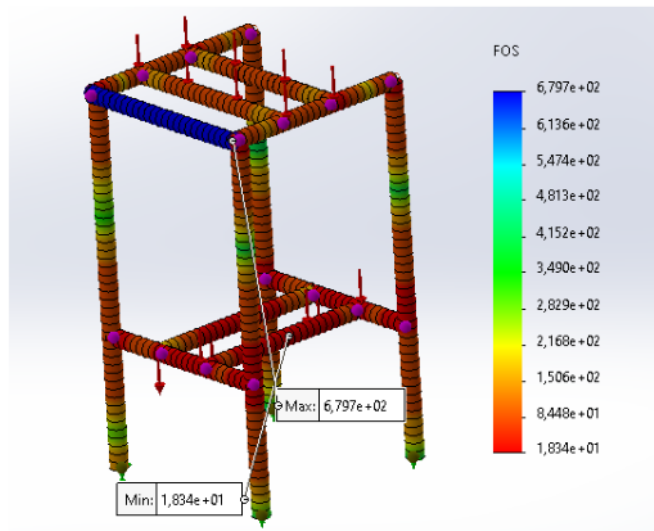
Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, nilai *displacement* dengan nilai tertinggi sebesar $6,286 \times 10^{-2}$ mm dan nilai terendah sebesar 1×10^{-30} mm seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.6 Hasil data simulasi struktur *displacement* dimensi A

- Hasil simulasi statis struktur *factor of safety*

Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, nilai *factor of safety* dengan nilai tertinggi sebesar $6,797 \times 10^2$ dan nilai terendah sebesar 18 seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



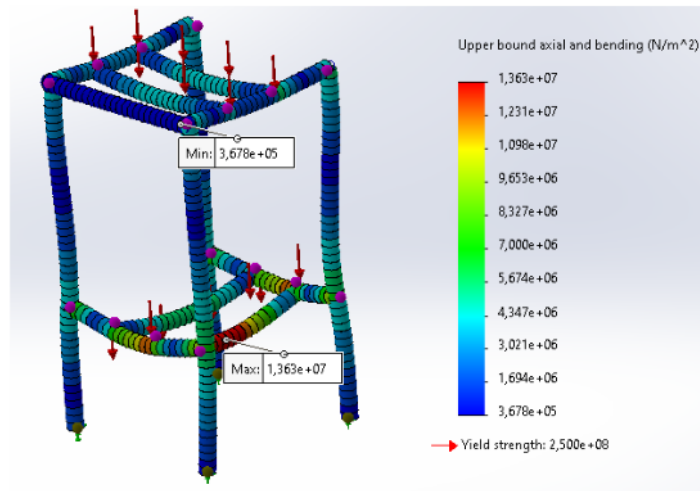
Gambar 4.7 Hasil data simulasi struktur *factor of safety* dimensi A

- b) Dimensi besi baja profil L ukuran 20 x 20 x 3 mm

Hasil data simulasi statis rangka yang didapat adalah sebagai berikut:

- Hasil simulasi statis struktur *stress (von mises)*

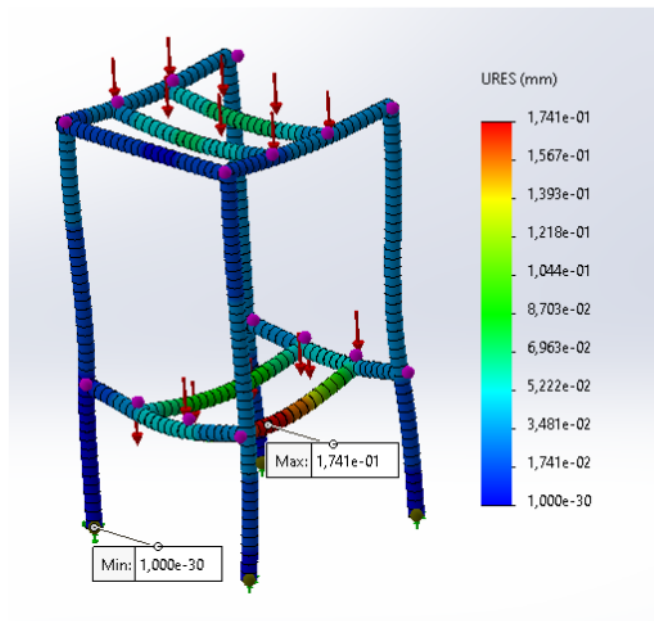
Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, nilai *stress (von mises)* dengan nilai tertinggi sebesar $1,363 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ dan nilai terendah sebesar $3,678 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.8 Hasil data simulasi struktur *stress* dimensi B

- Hasil simulasi statis struktur *displacement*

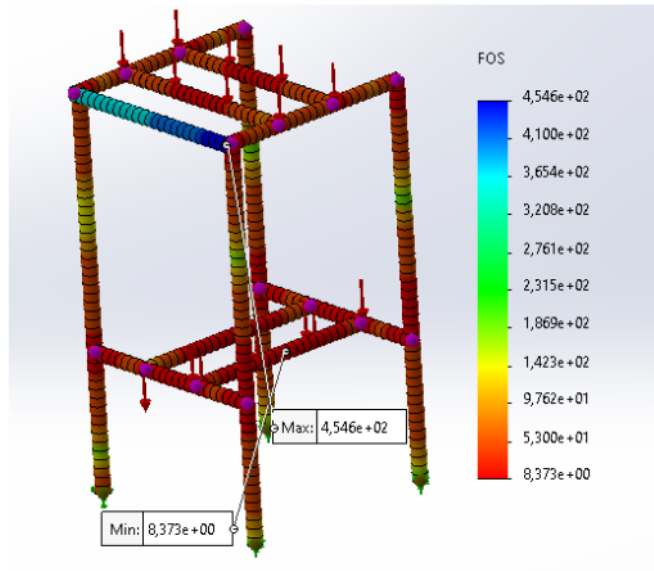
Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, nilai *displacement* dengan nilai tertinggi sebesar $1,741 \times 10^{-1}$ mm dan nilai terendah sebesar 1×10^{-30} mm seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.9 Hasil data simulasi struktur *displacement* dimensi B

- Hasil simulasi statis struktur *factor of safety*

Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, nilai *factor of safety* dengan nilai tertinggi sebesar $4,546 \times 10^2$ dan nilai terendah sebesar 8,37 seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.10 Hasil data simulasi struktur *factor of safety* dimensi B

4.3.2 Optimalisasi Rangka dengan mengubah material besi baja profil L

Simulasi statis rangka dilakukan kembali dengan mengubah material rangka besi baja profil L yang digunakan.

a) Rangka dengan material Baja P 34 (SS 34)

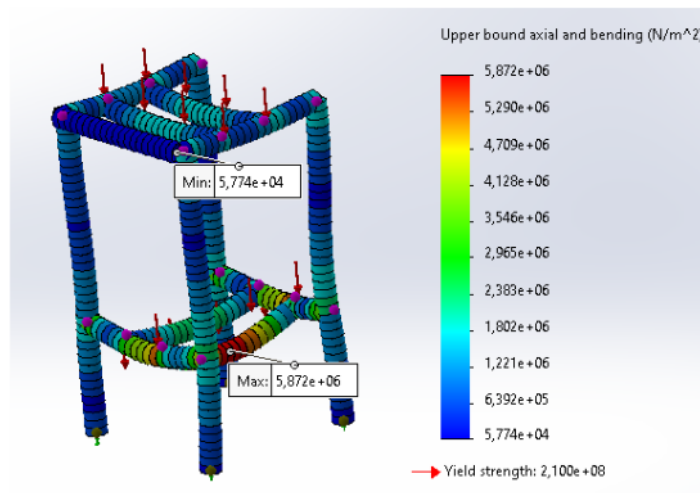
Sifat mekanis pada material baja P 34 ditunjukkan pada tabel berikut:

Sifat Mekanis	Nilai
¹³ <i>Elastic Modulus</i>	200.000 Mpa
<i>Poisson's Ratio</i>	0.3
<i>Shear Modulus</i>	80.000 Mpa
<i>Tensile Strength</i>	340 Mpa
<i>Yield Strength</i>	210 Mpa

Hasil data simulasi statis rangka yang didapat adalah sebagai berikut:

- Hasil simulasi statis struktur *stress (von mises)*

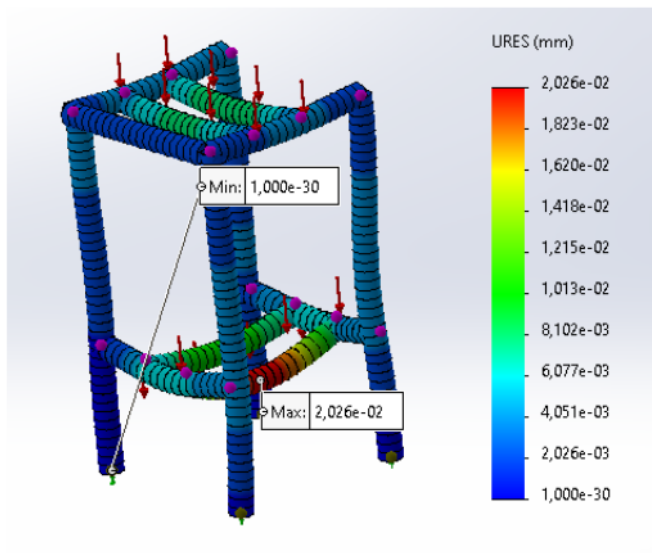
Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, nilai *stress (von mises)* dengan nilai tertinggi sebesar $5,872 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ dan nilai terendah sebesar $5,774 \times 10^4 \text{ N/m}^2$ seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.11 Hasil data simulasi struktur *stress* material 34

- Hasil simulasi statis struktur *displacement*

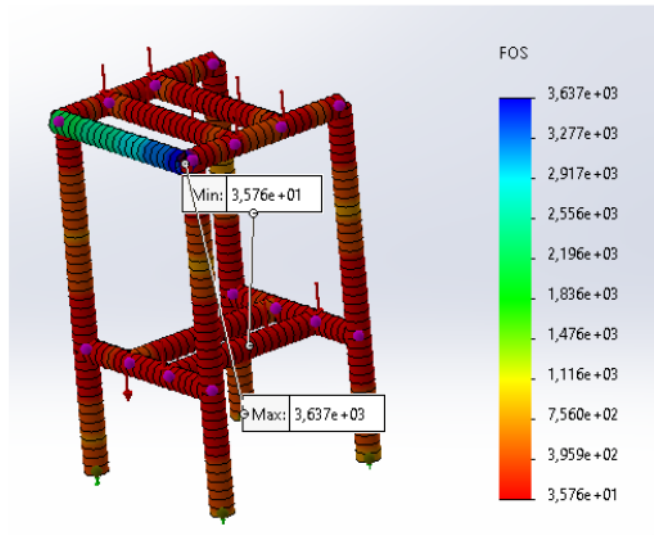
Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, nilai *displacement* dengan nilai tertinggi sebesar $2,026 \times 10^{-2}$ mm dan nilai terendah sebesar 1×10^{-30} mm seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.12 Hasil data simulasi struktur *displacement* material SS 34

- Hasil simulasi statis struktur *factor of safety*

Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, nilai *factor of safety* dengan nilai tertinggi sebesar $3,637 \times 10^3$ dan nilai terendah sebesar 36 seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.13 Hasil data simulasi struktur stress material SS 34

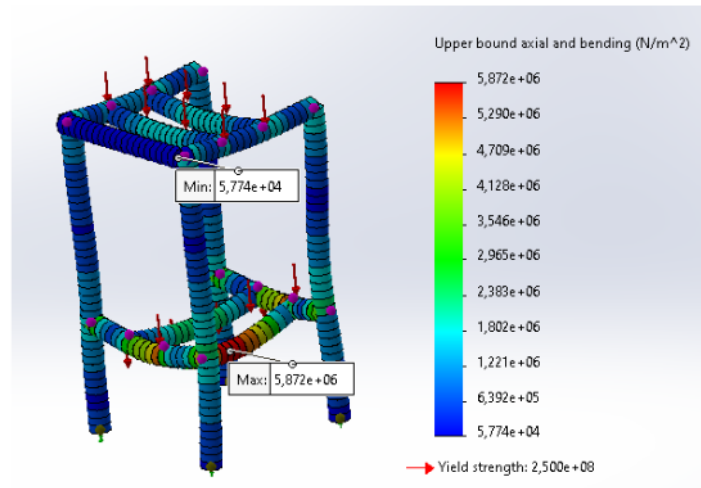
b) Rangka dengan material Baja P 41 (SS 41)

Sifat mekanis pada material baja P 41 ditunjukkan pada tabel berikut:

Sifat Mekanis	Nilai
¹³ <i>Elastic Modulus</i>	200.000 Mpa
<i>Poisson's Ratio</i>	0.3
<i>Shear Modulus</i>	80.000 Mpa
⁵² <i>Tensile Strength</i>	410 Mpa
<i>Yield Strength</i>	250 Mpa

- Hasil simulasi statis struktur *stress (von mises)*

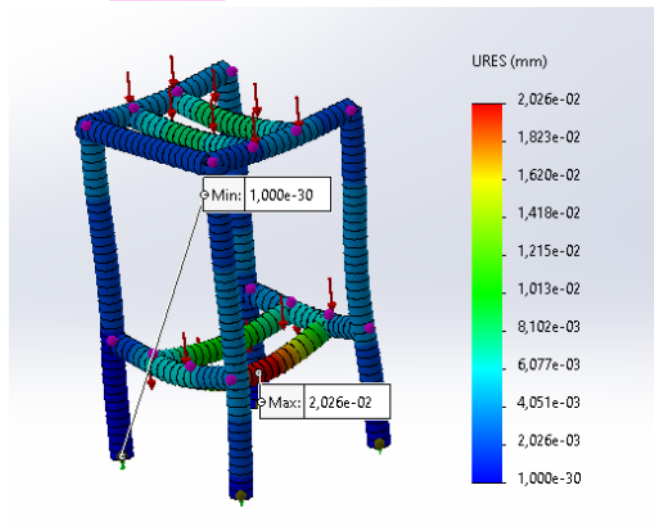
Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, nilai *stress (von mises)* dengan nilai tertinggi sebesar $5,872 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ dan nilai terendah sebesar $5,774 \times 10^4 \text{ N/m}^2$ ² seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.14 Hasil data simulasi struktur *stress* material 41

- Hasil simulasi statis struktur *displacement*

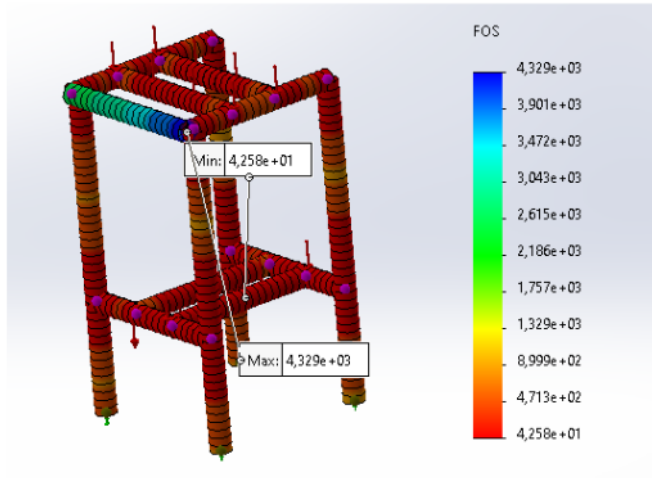
Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, nilai *displacement* dengan nilai tertinggi sebesar $2,026 \times 10^{-2}$ mm dan nilai terendah sebesar 1×10^{-30} mm seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.15 Hasil data simulasi struktur *displacement* material 41

- Hasil simulasi statis struktur *factor of safety*

Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, nilai *factor of safety* dengan nilai tertinggi sebesar $4,329 \times 10^3$ dan nilai terendah sebesar 43 seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.16 Hasil data simulasi struktur *factor of safety* material 41

4.4 Analisis Hasil Optimalisasi Simulasi Statis Struktur Rangka

Setelah menjalankan kembali simulasi statis struktur rangka dengan mengubah dimensi besi baja profil L, maka didapatkan data *stress (von mises)*, *displacement* dan *factor of safety* yang dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.2 Hasil Optimalisasi Simulasi Statis Dengan Mengubah Dimensi Besi Baja Profil L

Dimensi	Jenis Simulasi	Nilai Terbesar	Nilai Terkecil	Yield Strength
25 x 25 x 4 mm	<i>Stress (Von mises)</i>	$1,363 \times 10^7$ N/m ²	$3,678 \times 10^5$ N/m ²	$2,5 \times 10^8$ N/m ²
	<i>Displacement</i>	$6,286 \times 10^{-2}$ mm	1×10^{-30} mm	-
	<i>Factor of Safety</i>	$6,797 \times 10^2$	18	-
20 x 20 x 3 mm	<i>Stress (Von mises)</i>	$1,363 \times 10^7$ N/m ²	$3,678 \times 10^5$ N/m ²	$2,5 \times 10^8$ N/m ²
	<i>Displacement</i>	$1,741 \times 10^{-1}$ mm	1×10^{-30} mm	-
	<i>Factor of Safety</i>	$4,546 \times 10^2$	8,37	-

Tabel 4.3 Hasil Optimalisasi Simulasi Statis Dengan Mengubah Material Besi Baja Profil L

Material	Jenis Simulasi	Nilai Terbesar	Nilai Terkecil	<i>Yield Strength</i>
SS 34	<i>Stress (Von mises)</i>	$5,872 \times 10^6$ N/m ²	$5,774 \times 10^4$ N/m ²	$2,5 \times 10^8$ N/m ²
	<i>Displacement</i>	$2,026 \times 10^{-2}$ mm	1×10^{-30} mm	-
	<i>Factor of Safety</i>	$3,637 \times 10^3$	36	-
SS 41	<i>Stress (Von mises)</i>	$5,872 \times 10^6$ N/m ²	$5,774 \times 10^4$ N/m ²	$2,5 \times 10^8$ N/m ²
	<i>Displacement</i>	$2,026 \times 10^{-2}$ mm	1×10^{-30} mm	-
	<i>Factor of Safety</i>	$4,329 \times 10^3$	43	-

¹ Berdasarkan tabel 4.2 dan tabel 4.3 di atas, diketahui hasil optimalisasi simulasi statis struktur rangka dengan mengubah dimensi dan material yang digunakan akan mendapatkan hasil simulasi statis yang berbeda.

⁴⁵ Pada simulasi statis struktur rangka dengan mengubah dimensi menjadi 25 x 25 x 4 mm dan 20 x 20 x 3 mm, didapatkan hasil simulasi *stress (von mises)* yang sama yaitu sebesar $1,363 \times 10^7$ N/m² untuk nilai tertinggi dan nilai terendah sebesar $3,678 \times 10^5$ N/m². Sedangkan untuk hasil simulasi *displacement* dan *factor of safety* berbeda.

Untuk simulasi statis struktur rangka dengan menggunakan material SS 34 dan SS 41 didapatkan hasil simulasi *stress (von mises)*, *displacement* yang sama. Sedangkan untuk hasil simulasi *factor of safety* berbeda.

Maka, optimalisasi dapat yang diterapkan terhadap struktur rangka alat ini yaitu dengan menggunakan rangka 20 x 20 x 3 mm dan material SS 34.

4.5 Hasil Data Pengujian Alat Beserta Variasi Uji Coba

Untuk mengetahui gaya potong, torsi, kecepatan putar *shaft* pisau, kecepatan sudut dan kecepatan potong yang terjadi pada pisau pemotong dapat menggunakan rumus berikut:

- Gaya potong

$$F = \frac{T}{r}$$

Dimana:

F = Gaya (N)

T = Torsi (Nm)

r = Jari-jari mata pisau (m)

- Torsi

$$P = T \times 2 \times \pi \times \left(\frac{n}{60}\right)$$

$$T = \frac{P}{2 \times \pi \times \left(\frac{n}{60}\right)}$$

Dimana:

P = Daya (watt)

T = Torsi (Nm)

n = Kecepatan putar *shaft* (rpm)

- Kecepatan putar *shaft* pisau

$$n_2 = \frac{d_1 \cdot n_1}{d_2}$$

Dimana:

n₂ = putaran pisau (rpm)

n₁ = putaran motor (rpm)

d₁ = diameter puli motor (mm)

d₂ = diameter puli pisau (mm)

- Kecepatan sudut

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_2}{60}$$

Dimana:

ω = Kecepatan sudut (rad/s)

n₂ = Kecepatan putaran pisau (rpm)

- Kecepatan potong

$$V = \omega \cdot r$$

Dimana:

$$\omega = \text{Kecepatan sudut (rad/s)}$$

$$r = \text{Jari-jari pisau (m)}$$

$$V = \text{Kecepatan potong (m/s)}$$

Maka, gaya potong, torsi, kecepatan putar *shaft* pisau, kecepatan sudut dan kecepatan potong yang terjadi untuk setiap variasi uji coba alat adalah sebagai berikut:

- Variasi Uji Coba 1

- Kecepatan putaran *shaft* pisau

Diketahui:

$$n_1 = 2790 \text{ rpm}$$

$$d_1 = 76,2 \text{ mm}$$

$$d_2 = 254 \text{ mm}$$

$$n_2 = \frac{76,2 \cdot 2790}{254}$$

$$n_2 = 837 \text{ rpm}$$

- Kecepatan sudut

Diketahui:

$$n_2 = 837 \text{ rpm}$$

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot 837}{60}$$

$$\omega = 87,65 \text{ rad/s}$$

- Kecepatan potong

Diketahui:

$$\omega = 87,65 \text{ rad/s}$$

$$r = 95 \text{ mm} = 0,095 \text{ m}$$

$$V = 87,65 \cdot 0,095$$

$$V = 8,33 \text{ m/s}$$

- Torsi

Diketahui:

$$P = 550 \text{ watt}$$

$$n = 837 \text{ rpm}$$

$$T = \frac{P}{2 \times \pi \times \left(\frac{n}{60}\right)}$$

$$T = \frac{550}{2 \times \pi \times \left(\frac{837}{60}\right)}$$

$$T = \frac{550}{2 \times \pi \times 13,95}$$

$$T = 6,27 \text{ Nm}$$

- Gaya potong

Diketahui:

$$T = 6,27 \text{ Nm}$$

$$r = 95 \text{ mm} = 0,095 \text{ m}$$

$$F = \frac{T}{r}$$

$$F = \frac{6,27}{0,095}$$

$$F = 66 \text{ N}$$

- b) Variasi Uji Coba 2

- Kecepatan putaran *shaft* pisau

Diketahui:

$$n_1 = 2790 \text{ rpm}$$

$$d_1 = 76,2 \text{ mm}$$

$$d_2 = 254 \text{ mm}$$

$$n_2 = \frac{76,2 \cdot 2790}{254}$$

$$n_2 = 837 \text{ rpm}$$

- Kecepatan sudut

Diketahui:

$$n_2 = 837 \text{ rpm}$$

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot 837}{60}$$

$$\omega = 87,65 \text{ rad/s}$$

- Kecepatan potong

Diketahui:

$$\omega = 87,65 \text{ rad/s}$$

$$r = 90 \text{ mm} = 0,09 \text{ m}$$

$$V = 87,65 \cdot 0,09$$

$$V = 7,89 \text{ m/s}$$

- Torsi

Diketahui:

$$P = 550 \text{ watt}$$

$$n = 837 \text{ rpm}$$

$$T = \frac{P}{2 \times \pi \times \left(\frac{n}{60}\right)}$$

$$T = \frac{550}{2 \times \pi \times \left(\frac{837}{60}\right)}$$

$$T = \frac{550}{2 \times \pi \times 13,95}$$

$$T = 6,27 \text{ Nm}$$

- Gaya potong

Diketahui:

$$T = 6,27 \text{ Nm}$$

$$r = 90 \text{ mm} = 0,09 \text{ m}$$

$$F = \frac{T}{r}$$

$$F = \frac{6,27}{0,09}$$

$$F = 69,67 \text{ N}$$

c) Variasi Uji Coba 3

- Kecepatan putaran *shaft* pisau

Diketahui:

$$n_1 = 2790 \text{ rpm}$$

$$d_1 = 76,2 \text{ mm}$$

$$d_2 = 254 \text{ mm}$$

$$n_2 = \frac{76,2 \cdot 2790}{254}$$

$$n_2 = 837 \text{ rpm}$$

- Kecepatan sudut

Diketahui:

$$n_2 = 837 \text{ rpm}$$

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot 837}{60}$$

$$\omega = 87,65 \text{ rad/s}$$

- Kecepatan potong

Diketahui:

$$\omega = 87,65 \text{ rad/s}$$

$$r = 85 \text{ mm} = 0,085 \text{ m}$$

$$V = 87,65 \cdot 0,085$$

$$V = 7,45 \text{ m/s}$$

- Torsi

Diketahui:

$$P = 550 \text{ watt}$$

$$n = 837 \text{ rpm}$$

$$T = \frac{P}{2 \times \pi \times \left(\frac{n}{60}\right)}$$

$$T = \frac{550}{2 \times \pi \times \left(\frac{837}{60}\right)}$$

$$T = \frac{550}{2 \times \pi \times 13,95}$$

$$T = 6,27 \text{ Nm}$$

- Gaya potong

Diketahui:

$$T = 6,27 \text{ Nm}$$

$$r = 85 \text{ mm} = 0,085 \text{ m}$$

$$F = \frac{T}{r}$$

$$F = \frac{6,27}{0,085}$$

$$F = 73,76 \text{ N}$$

Berdasarkan pengujian alat hasil data yang didapat setelah melakukan uji coba alat yaitu massa produk terpotong, massa produk terpotong hancur, massa produk tidak terpotong dan waktu pemotongan.

4.5.1 Hasil Data Pengujian Alat Beserta Variasi Uji Coba 1

Data dari hasil pengujian alat dengan variasi uji coba 1 dapat dilihat pada tabel 4.2 di bawah ini.

Tabel 4.4 Hasil Data Variasi Uji Coba 1

No	Massa Bahan (Kg)	Massa Produk Terpotong (gr)	Massa Produk Terpotong Hancur (gr)	Massa Produk Tidak Terpotong (gr)	Waktu Pemotongan (s)
1	0,5	440	20	20	19,45
2	0,5	425	50	25	17,4
3	0,5	420	25	20	18,6
Σ	1,5	1285	95	65	55,45
\bar{x}	0,5	428,33	31,67	21,67	18,48

Dari data variasi uji coba 1, didapatkan ³ persentase kerusakan hasil produk, kapasitas efektif alat dan efisiensi pemotongan alat dengan metode variasi uji coba 1 yaitu:

1. Persentase Kerusakan Hasil

$$\text{Kerusakan Hasil (\%)} = \frac{\sum \text{Massa Produk Rusak}}{\sum \text{Massa Bahan}} \times 100\%$$

$$\sum \text{Massa Produk Rusak} = 53,34 \text{ gr}$$

Maka,

$$\text{Kerusakan Hasil (\%)} = \frac{53,34}{500} \times 100\%$$

$$\text{Kerusakan Hasil (\%)} = 10,67\%$$

2. Kapasitas Efektif Alat

$$\text{Kapasitas Efektif Alat (Kg/jam)} = \frac{\text{Massa Bahan}}{\bar{x} \text{ Waktu yang dibutuhkan}} \text{ Kg/jam}$$

Dimana,

a) Massa bahan = 0,5 kg

b) \bar{x} Waktu yang dibutuhkan = 18,48s

Maka,

$$\text{Kapasitas Efektif Alat (Kg/jam)} = \frac{0,5}{18,48} \times 3600 \text{ Kg/jam}$$

$$\text{Kapasitas Efektif Alat (Kg/jam)} = 97,39 \text{ Kg/jam}$$

3. Efisiensi Pemotongan Alat

$$\eta = \frac{\text{Kapasitas Efektif}}{\text{Kapasitas Teoritis}} \times 100 \%$$

Dimana,

a) Kapasitas efektif = 97,39 Kg/jam

b) Kapasitas teoritis = 158,64 Kg/jam

Maka,

$$\eta = \frac{97,39 \text{ Kg/Jam}}{158,64 \text{ Kg/Jam}} \times 100 \%$$

$$\eta = 61,4\%$$

4.5.2 Hasil Data Pengujian Alat Beserta Variasi Uji Coba 2

Data dari hasil pengujian alat dengan variasi uji coba 2 dapat dilihat pada tabel 4.3 di bawah ini.

Tabel 4.5 Hasil Data Variasi Uji Coba 2

No	Massa Bahan (Kg)	Massa Produk Terpotong (gr)	Massa Produk Terpotong Hancur (gr)	Massa Produk Tidak Terpotong (gr)	Waktu Pemotongan (s)
1	0,5	460	10	20	18,35
2	0,5	450	20	25	17,26
3	0,5	455	25	20	19,21
Σ	1,5	1365	55	65	54,82
\bar{x}	0,5	455	18,33	21,67	18,27

Dari data variasi uji coba 2, didapatkan persentase kerusakan hasil produk, kapasitas efektif alat dan efisiensi pemotongan alat dengan metode variasi uji coba 2 yaitu:

1. Persentase Kerusakan Hasil

$$\text{Kerusakan Hasil (\%)} = \frac{\Sigma \text{Massa Produk Rusak}}{\Sigma \text{Massa Bahan}} \times 100\%$$

$$\Sigma \text{ Massa Produk Rusak} = 40 \text{ gr}$$

Maka,

$$\text{Kerusakan Hasil (\%)} = \frac{40}{500} \times 100\%$$

$$\text{Kerusakan Hasil (\%)} = 8 \%$$

2. Kapasitas Efektif Alat

$$\text{Kapasitas Efektif Alat (Kg/jam)} = \frac{\text{Massa Bahan}}{\bar{x} \text{ Waktu yang dibutuhkan}} \text{ Kg/jam}$$

Dimana,

a) Massa bahan = 0,5 kg

b) \bar{x} Waktu yang dibutuhkan = 18,27s

Maka,

$$\text{Kapasitas Efektif Alat (Kg/jam)} = \frac{0,5}{18,27} \times 3600 \text{ Kg/jam}$$

$$\text{Kapasitas Efektif Alat (Kg/jam)} = 98,5 \text{ Kg/jam}$$

3. Efisiensi Pemotongan Alat

$$\eta = \frac{\text{Kapabilitas Efektif}}{\text{Kapabilitas Teoritis}} \times 100 \%$$

Dimana,

a) Kapasitas efektif = 98,5 Kg/jam

b) Kapasitas teoritis = 158,64 kg/jam

Maka,

$$\eta = \frac{98,5 \text{ Kg/Jam}}{158,64 \text{ Kg/Jam}} \times 100 \%$$

$$\eta = 62,09 \%$$

4.5.3 Hasil Data Pengujian Alat Beserta Variasi Uji Coba³⁰

Data dari hasil pengujian alat dengan variasi uji coba 3 dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.6 Hasil Data Variasi Uji Coba 3

No	Massa Bahan (Kg)	Massa Produk Terpotong (gr)	Massa Produk Terpotong Hancur (gr)	Massa Produk Tidak Terpotong (gr)	Waktu Pemotongan (s)
1	0,5	450	15	20	18,65
2	0,5	440	20	20	19,31
3	0,5	445	25	25	18,56
Σ	1,5	1335	60	65	56,52
\bar{X}	0,5	445	20	21,67	18,84

Dari data variasi uji coba 3, didapatkan persentase kerusakan hasil produk, kapasitas efektif alat dan efisiensi pemotongan alat dengan metode variasi uji coba 3 yaitu:

1. Persentase Kerusakan Hasil

$$\text{Kerusakan Hasil (\%)} = \frac{\Sigma \text{Massa Produk Rusak}}{\Sigma \text{Massa Bahan}} \times 100\%$$

Dimana,

$$\Sigma \text{ Massa Produk Rusak} = 41,67 \text{ gr}$$

Maka,

$$\text{Kerusakan Hasil (\%)} = \frac{41,67}{500} \times 100\%$$

$$\text{Kerusakan Hasil (\%)} = 8,33 \%$$

2. Kapasitas Efektif Alat

$$\text{Kapasitas Efektif Alat (Kg/jam)} = \frac{\text{Massa Bahan}}{\bar{x} \text{ Waktu yang dibutuhkan}} \text{ Kg/jam}$$

Dimana,

a) Massa bahan = 0,5 kg

b) \bar{x} Waktu yang dibutuhkan = 18,84s

Maka,

$$\text{Kapasitas Efektif Alat (Kg/jam)} = \frac{0,5}{18,84} \times 3600 \text{ Kg/jam}$$

$$\text{Kapasitas Efektif Alat (Kg/jam)} = 95,54 \text{ Kg/jam}$$

3. Efisiensi Pemotongan Alat

$$\eta = \frac{\text{Kapasitas Efektif}}{\text{Kapasitas Teoritis}} \times 100 \%$$

Dimana,

a) Kapasitas efektif = 95,54 Kg/jam

b) Kapasitas teoritis = 158,64 Kg/jam

Maka,

$$\eta = \frac{95,54 \text{ Kg/Jam}}{158,64 \text{ Kg/Jam}} \times 100 \%$$

$$\eta = 60,22 \%$$

4.6 Analisis Hasil Data Pengujian Alat Beserta Variasi Uji Coba

Berdasarkan data dari pengujian alat dengan variasi uji coba, maka data yang dapat dianalisa yaitu hasil data persentase kerusakan hasil produk, kapasitas efektif alat dan efisiensi pemotongan alat pada setiap variasi uji coba.

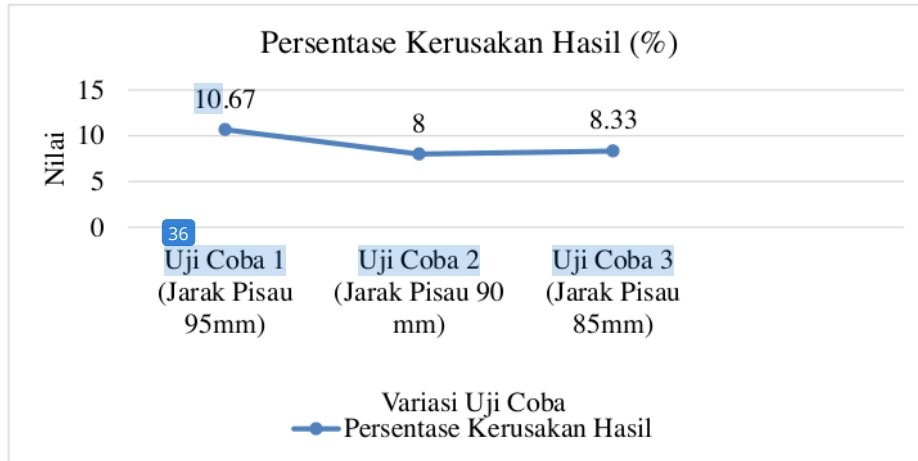
4.6.1 Analisis Hasil Data Persentase Kerusakan Hasil

Hasil data persentase kerusakan hasil pada setiap pengujian alat dengan variasi uji coba adalah sebagai berikut:

Tabel 4.7 Data Persentase Kerusakan Hasil

Variasi Uji Coba	Persentase Kerusakan Hasil (%)
1 Uji Coba 1	10,67%
2 Uji Coba 2	8%
3 Uji Coba 3	8,33%

Berdasarkan data di atas, maka rata-rata persentase kerusakan hasil pengujian alat dengan variasi uji coba yaitu sebesar 9%. Berikut adalah grafik dari persentase kerusakan hasil:



Gambar 4.17 Grafik Persentase Kerusakan Hasil

Persentase kerusakan hasil adalah jumlah massa produk rusak dibagi dengan jumlah massa bahan dikali 100%. Massa produk rusak adalah jumlah rata-rata dari massa produk terpotong hancur dengan massa produk tidak terpotong.

Dalam penelitian ini nilai persentase kerusakan hasil dari nilai tertinggi ke nilai terendah yaitu pada variasi uji coba 1 yaitu dengan nilai sebesar 10,67%, lalu pada variasi uji coba 3 dengan nilai sebesar 8,33% dan uji coba 2 dengan nilai sebesar 8%. Massa produk rusak diduga terjadi karena bentuk permukaan kentang yang bulat lonjong tidak simetris sehingga pada saat proses pemotongan terdapat permukaan yang tidak terpotong secara menyeluruh dan akan tertinggal di mata pisau dan akan rusak hingga proses pemotongan berikutnya.

Penyebab lain yang dapat mengakibatkan kerusakan produk yaitu terdapat jarak antara piringan pisau dengan *hooper* (corong) yaitu sebesar 0,5 cm. Jarak ini cukup besar sehingga menyebabkan sebagian bahan tidak terpotong.

Untuk mengurangi persentase kerusakan hasil pada saat pemotongan dapat dilakukan dengan menyesuaikan jarak antara piringan pisau dengan *hooper* sehingga bahan dapat terpotong secara merata.

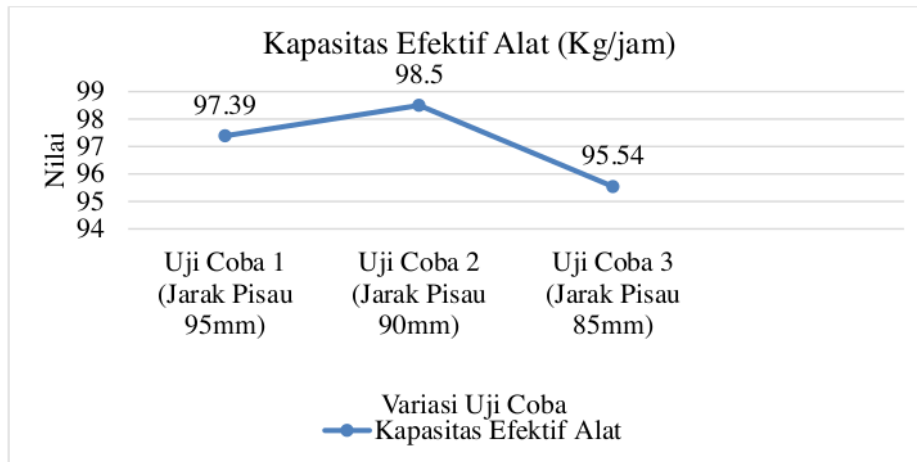
4.6.2 Analisis Hasil Data ⁹ Kapasitas Efektif Alat

Hasil data kapasitas efektif alat pada setiap pengujian alat dengan variasi uji coba adalah sebagai berikut:

Tabel 4.8 Data Kapasitas Efektif Alat

No	Variasi Uji Coba	Kapasitas Efektif Alat (kg/jam)
1	Uji Coba 1	97,39 Kg/jam
2	Uji Coba 2	98,5 Kg/jam
3	Uji Coba 3	95,54 Kg/jam

Berdasarkan data di atas, maka rata-rata kapasitas efektif alat pada saat pengujian alat dengan variasi uji coba yaitu sebesar 97,14 Kg/jam. Berikut adalah grafik dari kapasitas efektif alat:



Gambar 4.18 Grafik Kapasitas Efektif Alat

Hasil data dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan kapasitas efektif alat dari nilai tertinggi ke nilai terendah yaitu pada uji coba 2 dengan nilai sebesar 98,5 Kg/jam, lalu uji coba 1 dengan nilai sebesar 97,39 Kg/jam dan uji coba 3 dengan nilai sebesar 95,54 Kg/jam.

Untuk menambah atau mengurangi kapasitas efektif dari alat ini dapat dilakukan dengan menyesuaikan jumlah mata pisau, kecepatan pemotongan atau merubah tebal potongan produk.

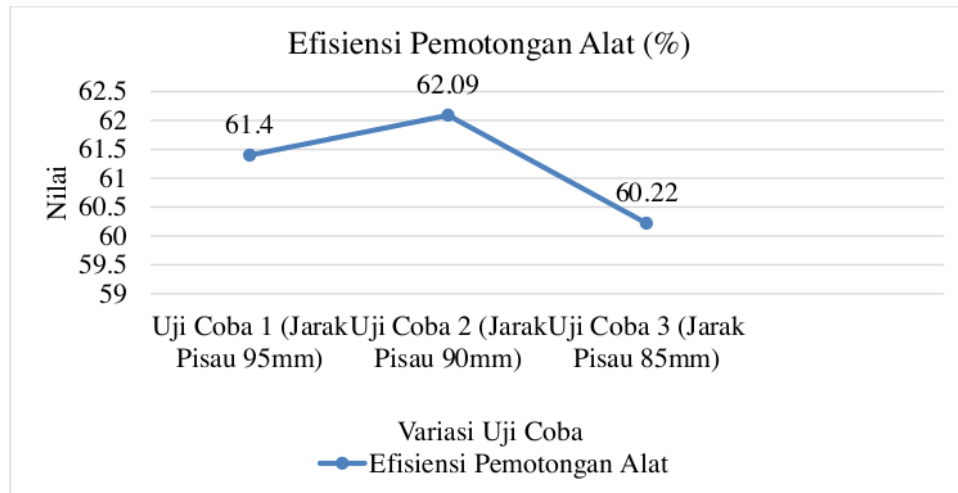
4.6.3 Analisis Hasil Data Efisiensi Pemotongan Alat

Hasil data efisiensi pemotongan alat pada setiap pengujian alat dengan variasi uji coba adalah sebagai berikut:

Tabel 4.9 Data Efisiensi Pemotongan Alat

No	Variasi Uji Coba	Efisiensi Pemotongan Alat (%)
1	Variasi Uji Coba 1	61,4%
2	Variasi Uji Coba 2	62,09%
3	Variasi Uji Coba 3	60,22%

Berdasarkan data di atas, maka rata-rata efisiensi pemotongan alat pada saat pengujian alat dengan variasi uji coba yaitu sebesar 61,24%. Berikut adalah grafik dari efisiensi pemotongan alat:



Gambar 4.19 Grafik Efisiensi Pemotongan Alat

Hasil data dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan data efisiensi pemotongan alat dari nilai tertinggi ke nilai terendah yaitu variasi uji coba 2 dengan nilai sebesar 62,09 %, lalu variasi uji coba 1 dengan nilai sebesar 61,4 % dan uji coba 3 dengan nilai sebesar 60,22 %.

Nilai efisiensi pemotongan alat bergantung kepada kapasitas efektif alat. Jika semakin meningkat kapasitas efektif alat, maka efisiensi pemotongan alat semakin tinggi nilai efisiensinya. Efisiensi pemotongan alat ini digunakan untuk mengetahui layak atau tidaknya alat pemotong ini digunakan.

Berdasarkan pedoman efisiensi energi industri di Asia, suatu mesin atau alat dapat dinyatakan layak atau tidaknya alat untuk digunakan yaitu apabila nilai efisiensi alat tersebut di rentang 60-70 % atau nilai yang lebih tinggi. Maka, alat pemotong kentang stik balado ini dapat dinyatakan layak untuk digunakan di lingkungan masyarakat.

4.7 Penerapan RULA pada Alat

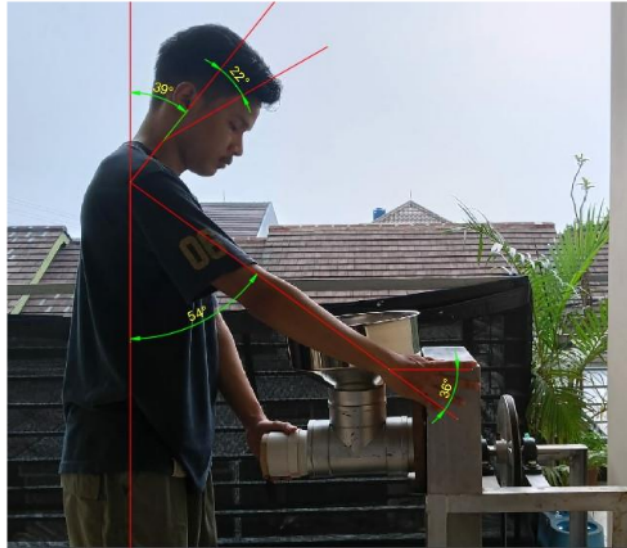
Data RULA dapat diolah dengan cara mengamati postur tubuh pekerja saat uji coba alat pemotong. Langkah yang dilakukan untuk pengumpulan data RULA adalah sebagai berikut:

1. Mengamati postur pekerja yang sedang melakukan aktivitas.
2. Mengambil data dengan memfoto pekerja saat melakukan aktivitas untuk melihat bentuk dan postur tubuh pekerja.
3. Menganalisis bentuk dan postur tubuh pekerja lalu mengisi lembar kerja RULA dan memberikan nilai akhir sesuai dengan tabel lembar kerja RULA.

4.7.1 Penilaian Bentuk dan Postur Tubuh Pekerja A

Pada tahapan ini akan menganalisa bentuk dan postur pekerja saat uji coba alat untuk mengetahui apakah aman atau tidaknya postur pekerja.

Penilaian bentuk dan postur tubuh menggunakan metode RULA dibantu dengan menggunakan *software CAD* untuk menentukan sudut yang dibentuk saat pekerja sedang melaksanakan aktivitas seperti gambar berikut:



Gambar 4.20 Postur Tubuh Pekerja A.

Hasil penilaian postur tubuh berdasarkan RULA yaitu:

1. Untuk bagian tabel A.
 - a. Lengan atas (*Upper arm*): posisi berada pada 54° , maka nilai pada posisi ini yaitu +3.
 - b. Lengan bawah (*Lower arm*): posisi berada pada 0° , maka nilai pada posisi ini yaitu +1.
 - c. Pergelangan tangan (*wrist*): posisi berada pada 0° , maka nilai pada posisi ini yaitu +1. Untuk perputaran pada pergelangan tangan (*wrist twist*) berada pada 0° , maka nilai pada posisi ini +1.

Penilaian Postur RULA untuk tabel bagian A ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 4.10 Tabel RULA Bagian A

Tabel Bagian A		Skor Pergelangan Tangan							
Lengan Atas	Lengan Bawah	1		2		3		4	
		<i>Wrist Twist</i>		<i>Wrist Twist</i>		<i>Wrist Twist</i>		<i>Wrist Twist</i>	
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	4	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	4	5	5
4	1	4	4	4	4	4	4	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Berdasarkan tabel 4.8, nilai postur tubuh tabel bagian A adalah 3.

d. Penilaian aktivitas

Pada tahapan ini, postur tubuh statis dan tidak melakukan gerakan yang berulang sebanyak 4x dalam 1 menit. Maka nilai pada tahapan ini yaitu +0.

e. Skor beban

Penguji coba tidak mengangkat beban kurang dari 2 kg, maka nilai pada tahapan ini yaitu +0.

f. Total skor untuk bagian A = 3 + (0 + 0) = 3

2. Untuk bagian B.

- a. Leher(*neck*): posisi berada pada 39°, maka nilai pada posisi ini yaitu +3.
- b. Batang tubuh (*trunk*): posisi berada pada 0° dan berdiri tegak, maka nilai pada posisi ini yaitu +1.
- c. Kaki (*legs*): Posisi kaki berdiri dan dalam keadaan seimbang, maka nilai pada posisi ini yaitu +1.

Penilaian Postur RULA untuk bagian B ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 4.11 Tabel RULA Bagian B

Leher	Batang Tubuh											
	1		2		3		4		5		6	
	Kaki		Kaki		Kaki		Kaki		Kaki		Kaki	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

Berdasarkan tabel 4.9, nilai postur tubuh tabel bagian B adalah 3.

1. Penilaian aktivitas

Pada tahapan ini, postur tubuh statis dan tidak melakukan gerakan yang berulang sebanyak 4x dalam 1 menit. Maka nilai pada tahapan ini yaitu +0.

2. Skor beban

Penguji coba tidak mengangkat beban kurang dari 2 kg, maka nilai pada tahapan ini yaitu +0.

3. Total skor untuk bagian B = 3 + (0 + 0) = 3

Tahap selanjutnya yaitu untuk menentukan nilai pada tabel C. Tabel C ada hasil penjumlahan Tabel RULA bagian A dengan Tabel RULA bagian B.

Untuk nilai akhir RULA dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.12 Nilai Akhir RULA

Tabel C		Nilai dari Tabel B						
		1	2	3	4	5	6	7+
Nilai dari Tabel A	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	5
	3	3	3	3	4	4	5	6
	4	3	3	3	4	5	6	6
	5	4	4	4	5	6	7	7
	6	4	4	5	6	6	7	7
	7	5	5	6	6	7	7	7
	8+	5	5	6	7	7	7	7

Nilai akhir RULA untuk Postur Tubuh A berdasarkan Tabel C adalah 3, maka berada pada level aksi 2 yang menunjukkan bahwa perlu untuk dilakukan pemeriksaan lebih lanjut atau dilakukan perubahan.

4.7.2 Penilaian Bentuk dan Postur Tubuh Pekerja B

Pada tahapan ini akan menganalisa bentuk dan postur pekerja saat uji coba alat untuk mengetahui apakah aman atau tidaknya postur pekerja.

Penilaian bentuk dan postur tubuh menggunakan metode RULA dibantu dengan menggunakan *software CAD* untuk menentukan sudut yang dibentuk saat pekerja sedang melaksanakan aktivitas seperti gambar berikut:



Gambar 4.21 Postur Tubuh Pekerja B.

1. Seperti pada tahapan penilaian RULA diatas, untuk penilaian postur pada tabel bagian A sebagai berikut:

Tabel 4.13 Tabel RULA Bagian A

Tabel Bagian A		Skor Pergelangan Tangan							
Lengan Atas	Lengan Bawah	1		2		3		4	
		<i>Wrist</i>		<i>Wrist</i>		<i>Wrist</i>		<i>Wrist</i>	
		<i>Twist</i>		<i>Twist</i>		<i>Twist</i>		<i>Twist</i>	
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	4	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	4	5	5
4	1	4	4	4	4	4	4	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Berdasarkan tabel 4.11 diatas, nilai postur tubuh pada tabel bagian A adalah 3 dan total nilai untuk bagian A adalah 3.

2. Untuk tahapan penilaian postur pada tabel bagian B sebagai berikut:

Tabel 4.14 Tabel RULA Bagian B

Leher	Batang Tubuh											
	1		2		3		4		5		6	
	<i>Kaki</i>		<i>Kaki</i>		<i>Kaki</i>		<i>Kaki</i>		<i>Kaki</i>		<i>Kaki</i>	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

Berdasarkan tabel 4.12 diatas, nilai postur tubuh pada tabel bagian B adalah 3 dan total nilai untuk bagian B adalah 3.

3. Untuk penilaian akhir RULA berdasarkan tabel C sebagai berikut:

Tabel 4.15 Nilai Akhir RULA

Tabel C		Nilai dari Tabel B						
		1	2	3	4	5	6	7+
Nilai dari Tabel A	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	5
	3	3	3	3	4	4	5	6
	4	3	3	3	4	5	6	6
	5	4	4	4	5	6	7	7
	6	4	4	5	6	6	7	7
	7	5	5	6	6	7	7	7
	8+	5	5	6	7	7	7	7

Nilai akhir RULA untuk Postur Tubuh B berdasarkan Tabel C adalah 3, maka berada pada level aksi 2 yang menunjukkan bahwa perlu untuk dilakukan pemeriksaan lebih lanjut atau dilakukan perubahan.

12
BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Hasil simulasi statis rangka menggunakan material ASTM A36 *Steel* didapatkan *factor of safety* dengan nilai terkecil sebesar 43. Optimalisasi yang dapat dilakukan yaitu dengan mengubah dimensi rangka menjadi 20 x 20 x 3 mm dan menggunakan material SS 34.
2. Hasil optimalisasi pisau dengan variasi uji coba yaitu didapatkan hasil efisiensi alat sebesar 62,09% dan berdasarkan referensi layak untuk digunakan.
3. Penilaian RULA untuk postur tubuh A dan B dengan perbedaan tinggi badan mendapatkan nilai akhir skor RULA yaitu 3 dan level aksi 2. Maka, perlu pemeriksaan lebih lanjut atau perubahan jika diperlukan.

38
5.2 Saran

Setelah melakukan penelitian, maka penulis menyampaikan saran untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Untuk mendapatkan hasil data yang lebih akurat sebaiknya perlu dilakukan simulasi secara dinamis seperti vibrasi dan faktor-faktor lain yang bekerja pada mesin tersebut.
2. Berdasarkan referensi yang didapat, hasil data simulasi nilai *factor of safety* rangka termasuk tinggi, maka diperlukan perubahan dimensi minimum dan material yang akan digunakan pada rangka.
3. Untuk mengetahui ketahanan alat (*reability*), perlu dilakukan uji perfarmansi alat secara jangka panjang dan perawatan apa saja yang diperlukan untuk alat tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Afm, Z. *Et Al.* (2021) 'Semi-Automatic Potato Peeler And Cutter: An Initial Development', *Multidisciplinary Applied Research And Innovation*, 2(1), Pp. 277–283. Available At: <https://doi.org/10.30880/mari.2021.02.01.025>.
- Allison, J.T. (2005) 'Introduction To Design Optimization', Pp. 1–16.
- Bridger, R.S. (2003) *Introduction To Ergonomics, Singapore: Mcgraw-Hill Bookco.* London: Taylor & Francis.
- Dahlan, S. And Al Hakim, R.A.N. (2018) 'Optimasi Desain Kursi Menggunakan Metode Elemen Hingga', *Rotasi*, 20(3), P. 160. Doi:10.14710/Rotasi.20.3.160-164.
- Dey, A.K. (2021) 'A36 Steel | Composition, Applications, And Properties Of ASTM A36 Steel (PDF)', *What Is Piping*, Pp. 1–6.
- Diinil Mustaqiem, A. And Nurato (2020) 'Analisis Perbandingan Faktor Keamanan Rangka Scooter Menggunakan Perangkat Lunak Solidwork 2015', *Jurnal Teknik Mesin*, 9(3), Pp. 164–172. Doi:10.22441/Jtm.V9i3.9567.
- Direktorat Jendral Kesehatan Masyarakat, D.G.M. (2017) *Tabel Komposisi Pangan Indoensia 2017, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.* Jakarta: Direktorat Jenderal Kesehatan Masyarakat Direktorat Gizi Masyarakat.
- Diwa, A.T., Dianawati, M. And Sinaga, A. (2015) *Petunjuk Teknis Budidaya Kentang.* Edited By Liferdi And Sukmaya. Bandung: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (Bptp) Jawa Barat.
- Effendi, R. And Khumaidi, M. (2018) 'Perancangan Mesin Perajang Bawang Serbaguna Berpenggerak Motor Listrik Dengan Kapasitas 55 Kg/Jam', *Jurnal POLIMESIN*, 16(2), P. 47. Doi:10.30811/Jpl.V16i2.584.
- Furqani, I., Arief, R.K. And Muchlisinalahuddin, M. (2022) 'Analisis Kekuatan Rangka Mesin Perontok Padi Menggunakan Solidworks 2019', *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, Dan Material*, 6(2), P. 42. Doi:10.30588/Jeemm.V6i2.1201.
- Godjo, T. *Et Al.* (2016) 'Design Of Expelling Machine For Briquettes Made Of Obtained Bio-Chars From Cashew Nut Shells' Pyrolysis', *International Journal Of Advanced Research*, 4(12), Pp. 479–485. Doi:10.21474/Ijar01/2418.

Hawari And Wibowo, L.A. (2020) 'Perancangan Mesin Pemotong Kentang Bentuk Stik', *Prosiding SEMNASTER (Seminar Nasional Teknologi Dan Riset Terapan)*, Pp. 181–188.

Hidayat, S. And Susilowati, D. (2021) 'Analisis Efisiensi Usahatani Tanaman Kentang Dan Nilai Tambah Keripik Kentang Di Desa Ranupani Kecamatan Senduro Kabupaten Lumajang Provinsi Jawa Timur', 3(2), Pp. 8–14. Available At: [Http://Riset.Unisma.Ac.Id/Index.Php/Ju-Ke/Article/View/7296/5865](http://Riset.Unisma.Ac.Id/Index.Php/Ju-Ke/Article/View/7296/5865).

Khurmi, R.S. And Gupta, J.K. (2005) *A Textbook Of Machine Design*. 14th Edn. New Delhi, India: Eurasia Publishing House (Pvt) Ltd.

Martins, J.R.R.A. And Ning, A. (2021) *Engineering Design Optimization*. Cambridge University Press.

Mcatamney, L. And Nigel Corlett, E. (1993) 'RULA: A Survey Method For The Investigation Of Work-Related Upper Limb Disorders', *Applied Ergonomics*, 24(2), Pp. 91–99. Doi:10.1016/0003-6870(93)90080-S.

Osgood, L., Cameron, G. And Christensen, E. (2021) 'Engineering Mechanics: Statics', *Engineering Mechanics: Statics* [Preprint]. Doi:10.32393/Engnmech.

Parinussa, K.A. (2022) 'Analisa Mesin Perajang Kentang Menggunakan Pisau Horizontal'.

Reka, A.A., Hendrawan, Y. And Yulianingsih, R. (2015) 'Rancang Bangun Dan Uji Performansi Alat Pemotong Kentang Bentuk French Fries', 3(1), Pp. 74–79.

Saleh, A. And Muhammad, D.A. (2020) 'Analisis Dan Perancangan Rangka Mesin Pemotong Kentang Otomatis', *Mekanik Industri Dan Desain*, 14(2), Pp. 153–158.

Stanton, N. *Et Al.* (2004) *Handbook Of Human Factors And Ergonomics Methods, Human Factors: The Journal Of The Human Factors And Ergonomics Society*. Edited By N. Stanton. Florida: CRC Press LLC. Doi:10.1177/0018720811435234.

Sugandi, W.K., Herwanto, T. And Yudi, A.P. (2018) 'Rancang Bangun Mesin Pembersih Dan Pengupas Kentang', *Agrikultura*, 29(2), P. 111. Doi:10.24198/Agrikultura.V29i2.20850.

Tarwaka, Bakri, S.H.A. And Sudiajeng, L. (2004) *Ergonomi Untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja Dan Produktivitas*. 1st Edn. Surakarta: UNIBA PRESS. Available at: <http://shadibakri.uniba.ac.id/wp-content/uploads/2016/03/buku-ergonomi.pdf>.

Töpfer, K. (2006) 'Pedoman Efisiensi Energi Untuk Industri Di ASIA', *Manajemen Modern Dan Kesehatan Masyarakat*, Pp. 46–50.

Triadi, N.Y., Martana, B. And Pradana, S. (2020) 'Perancangan Mesin Pencacah Plastik Tipe Shredder Dan Alat Pemotong Tipe Reel', *Jurnal Rekayasa Mesin*, 15(2), P. 144. Doi:10.32497/Jrm.V15i2.1892.

Win, H.H. *Et Al.* (2019) 'Design And Performance Analysis Of Potato Slicing Machine (Shaft Design And Rectangular Cutting Blade)', 3(2), Pp. 379–383.

OPTIMALISASI MESIN PEMOTONG KENTANG STIK BALADO

ORIGINALITY REPORT

14%

SIMILARITY INDEX

14%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

5%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	123dok.com Internet Source	2%
2	dspace.uii.ac.id Internet Source	1%
3	repository.ub.ac.id Internet Source	1%
4	es.scribd.com Internet Source	1%
5	Submitted to Politeknik Negeri Bandung Student Paper	1%
6	repository.upnvj.ac.id Internet Source	1%
7	docplayer.info Internet Source	1%
8	ejournal.up45.ac.id Internet Source	1%
9	text-id.123dok.com Internet Source	<1%

10 Submitted to Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Student Paper <1 %

11 repository.atmaluhur.ac.id
Internet Source <1 %

12 adoc.pub
Internet Source <1 %

13 www.e3s-conferences.org
Internet Source <1 %

14 Submitted to Sultan Agung Islamic University
Student Paper <1 %

15 ar.scribd.com
Internet Source <1 %

16 riset.unisma.ac.id
Internet Source <1 %

17 docobook.com
Internet Source <1 %

18 www.scribd.com
Internet Source <1 %

19 www.univ-tridinanti.ac.id
Internet Source <1 %

20 repository.unj.ac.id
Internet Source <1 %

21 Submitted to Universitas Pamulang

<1 %

22

Submitted to Sriwijaya University

Student Paper

<1 %

23

digilib.unimed.ac.id

Internet Source

<1 %

24

repository.uinjkt.ac.id

Internet Source

<1 %

25

Submitted to University College London

Student Paper

<1 %

26

repo.darmajaya.ac.id

Internet Source

<1 %

27

Destiny M Solissa, Maryone Saija.

"PENERAPAN METODE PEMBELAJARAN
PROBLEM SOLVING UNTUK MENINGKATKAN
HASIL BELAJAR PESERTA DIDIK KELAS X SMA
NEGERI 2 KECAMATAN SIRIMAU KOTA
AMBON", PEDAGOGIKA: Jurnal Pedagogika
dan Dinamika Pendidikan, 2020

Publication

<1 %

28

Submitted to Universitas Pelita Harapan

Student Paper

<1 %

29

Submitted to iGroup

Student Paper

<1 %

30

pt.scribd.com

Internet Source

<1 %

31

repository.usu.ac.id

Internet Source

<1 %

32

repository.its.ac.id

Internet Source

<1 %

33

[Submitted to Institut Teknologi Kalimantan](#)

Student Paper

<1 %

34

bayu1194.wordpress.com

Internet Source

<1 %

35

repository.politeknikbosowa.ac.id

Internet Source

<1 %

36

repository.upi.edu

Internet Source

<1 %

37

agungds.staff.gunadarma.ac.id

Internet Source

<1 %

38

core.ac.uk

Internet Source

<1 %

39

ejournal.kemenperin.go.id

Internet Source

<1 %

40

eprints.uny.ac.id

Internet Source

<1 %

41

media.neliti.com

Internet Source

<1 %

42	repository.uinsu.ac.id Internet Source	<1 %
43	repository.umsu.ac.id Internet Source	<1 %
44	www.albania.de Internet Source	<1 %
45	www.eberhardt-gmbh.de Internet Source	<1 %
46	Deny Setiawan, Zeny Fatimah Hunusalela, Rina Nurhidayati. "Usulan Perbaikan Sistem Kerja Di Area Gudang Menggunakan Metode Rula Dan Owas Di Proyek Pembangunan Jalan Tol Cisumdawu Phase 2 PT Wijaya Karya (Persero) Tbk", JATI UNIK : Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri, 2021 Publication	<1 %
47	digilib.upi.edu Internet Source	<1 %
48	nasrunahmad.wordpress.com Internet Source	<1 %
49	publishing-widyagama.ac.id Internet Source	<1 %
50	repository.ipb.ac.id Internet Source	<1 %
51	repository.unika.ac.id	

Internet Source

<1 %

52

www.jstage.jst.go.jp

Internet Source

<1 %

53

yongkialfian.wordpress.com

Internet Source

<1 %

Exclude quotes On

Exclude bibliography On

Exclude matches Off

Pratomo