

Design Planning Of Fish Crackers Dough Mixing Machine Using Static Load Simulation Testing

[Perencanaan Desain Mesin Pengaduk Adonan Kerupuk Ikan Dengan Pengujian Simulasi Beban Statik]

Mohamad Irvan Akif Setiawan¹⁾, Mulyadi²⁾, A'razy Fahrudin³⁾

¹⁾Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

irvanakif@gmail.com, mulyadi@umsida.ac.id², arasy.fahrudin@umsida.ac.id³

Abstract. Fish crackers are a processed seafood product that is popular with many Indonesians because they have a savory taste, crunchy texture and a relatively simple production process. Pasuruan Regency as an area with abundant fisheries potential provides great opportunities in developing the fish cracker processing industry, especially for small and medium business (SME) actors. However, the dough mixing process in making fish crackers in this region is still often done manually, which results in uneven dough yields, inconsistent textures, and requires large amounts of labor. To answer this problem, an innovation was developed in the form of an automatic dough mixing machine that uses an electric motor as the main drive, with a pulley, v-belt and sprocket transmission system. Machine parts that come into direct contact with food are made of stainless steel to maintain hygiene standards. This research develops the design of an automatic fish cracker dough mixer machine with a 0.37 kW electric motor as the main drive, using a pulley-V-belt transmission system as well as a chain drive via sprocket, and a profile elbow iron frame of 50 × 50 × 3 mm. The part that comes into direct contact with the dough is made of stainless steel to maintain hygiene. The design method uses a morphological chart to produce two alternative concepts, then Concept A is selected based on FEA (Finite Element Analysis) simulations at SolidWorks 2016. Simulation results showed a maximum von Mises voltage of 14.224 MPa, a maximum displacement of 8.74 mm, and a safety factor of 13 (> 1) at a torque static load of 92 Nm with a dough capacity of 10 kg, indicating that the frame structure was safe to use. It is hoped that this machine innovation can increase the efficiency of the production process, increase output capacity, and have a positive impact on increasing profits for fish cracker business actors in the Bangil area, Pasuruan Regency.

Keywords - Design development, morfologi chart, design concept, frame strength simulation, safety factor.

Abstrak. Kerupuk ikan merupakan salah satu produk olahan hasil laut yang banyak digemari oleh masyarakat Indonesia karena memiliki cita rasa yang gurih, tekstur renyah, dan proses produksi yang relatif sederhana. Kabupaten Pasuruan sebagai daerah dengan potensi perikanan yang melimpah memberikan peluang besar dalam pengembangan industri pengolahan kerupuk ikan, khususnya bagi pelaku usaha kecil dan menengah (UKM). Namun, proses pencampuran adonan dalam pembuatan kerupuk ikan di wilayah ini masih banyak dilakukan secara manual, yang mengakibatkan hasil adonan tidak merata, tekstur tidak konsisten, serta membutuhkan tenaga kerja dalam jumlah besar. Untuk menjawab permasalahan tersebut, dikembangkan sebuah inovasi berupa mesin pengaduk adonan otomatis yang menggunakan motor listrik sebagai penggerak utama, dengan sistem transmisi pulley, v-belt, dan sprocket. Bagian-bagian mesin yang bersentuhan langsung dengan bahan pangan dibuat dari stainless steel guna menjaga standar higienitas. Penelitian ini mengembangkan desain mesin pengaduk adonan kerupuk ikan otomatis dengan motor listrik 0,37 kW sebagai penggerak utama, menggunakan sistem transmisi pulley-V-belt serta chain drive melalui sprocket, dan rangka besi siku profil 50 × 50 × 3 mm. Bagian yang bersentuhan langsung dengan adonan terbuat dari stainless steel untuk menjaga higienitas. Metode perancangan menggunakan morphological chart untuk menghasilkan dua alternatif konsep, kemudian dipilih Konsep A berdasarkan simulasi FEA (Finite Element Analysis) di SolidWorks 2016. Hasil simulasi menunjukkan tegangan von Mises maksimum 14,224 MPa, displacement maksimum 8,74 mm, dan safety factor 13 (> 1) pada beban statik torsi 92 Nm dengan kapasitas adonan 10 kg, yang menunjukkan bahwa struktur rangka aman digunakan. Inovasi mesin ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi proses produksi, memperbesar kapasitas output, dan memberikan dampak positif terhadap peningkatan keuntungan bagi pelaku usaha kerupuk ikan di wilayah Bangil, Kabupaten Pasuruan.

Kata Kunci - Pengembangan desain, tabel morfologi, konsep desain, simulasi kekuatan rangka, faktor keamanan.

I. PENDAHULUAN

Kerupuk merupakan salah satu makanan ringan yang sangat populer di Indonesia dan digemari oleh berbagai kalangan masyarakat. Umumnya disajikan sebagai pelengkap hidangan atau dinikmati sebagai camilan, kerupuk dikenal karena rasanya yang enak, teksturnya yang renyah, serta cita rasanya yang gurih. Terdapat berbagai jenis kerupuk yang dibedakan berdasarkan bahan dasar dan metode pembuatannya [1]. Salah satu contohnya adalah

kerupuk ikan, yang dibuat dari campuran ikan dan tepung tapioka, kemudian ditambahkan air, dimasak dengan cara direbus atau dikukus, lalu digoreng dalam minyak panas hingga kering dan renyah.

Kabupaten Pasuruan, yang terletak di Provinsi Jawa Timur, memiliki potensi perikanan yang sangat besar berkat letaknya yang strategis di kawasan pesisir utara Pulau Jawa. Wilayah ini dikenal sebagai salah satu sentra penghasil hasil laut, termasuk ikan segar dalam jumlah melimpah. Potensi tersebut membuka peluang besar dalam pengembangan industri pengolahan hasil laut, salah satunya adalah usaha produksi kerupuk ikan. Banyak pelaku usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM) di wilayah ini yang menggantungkan hidupnya dari sektor ini. Namun demikian, dalam praktiknya, proses produksi kerupuk ikan masih menghadapi sejumlah tantangan, terutama dari sisi efisiensi dan konsistensi hasil.[2].

Untuk mengatasi kendala tersebut dan meningkatkan efisiensi produksi, diperlukan inovasi berupa mesin pengaduk adonan yang lebih modern. Mesin ini dirancang menggunakan motor listrik sebagai penggerak utama, dengan sistem transmisi berupa pulley dan v-belt. Selain itu, bagian-bagian yang bersentuhan langsung dengan adonan, seperti bak penampung dan poros pengaduk, dibuat dari bahan stainless steel untuk menjaga higienitas produk [2]. Desain mesin juga disesuaikan agar tetap sederhana, mudah dalam perawatan, dan efisien dalam penggunaan ruang produksi. Penelitian sebelumnya telah mengembangkan alat pengaduk tipe horizontal yang dimodifikasi agar lebih kokoh, ringkas, dan hemat tempat, sehingga cocok untuk skala industri kecil dan menengah (IKM), khususnya di wilayah Bangil, Kabupaten Pasuruan.

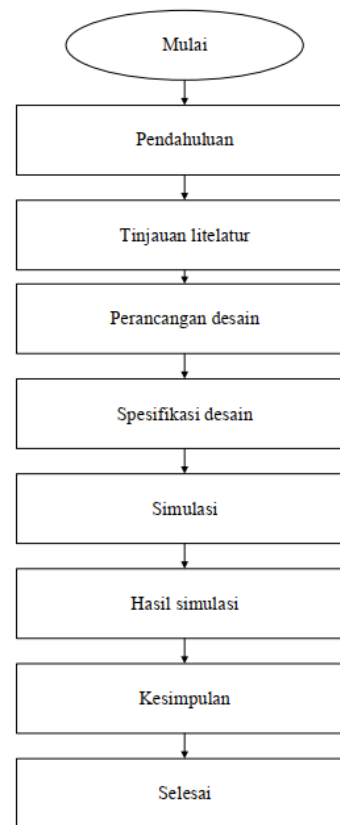
Penelitian ini melakukan pengembangan lebih lanjut pada desain mesin sebelumnya agar lebih efisien dan praktis, dengan rangka yang disederhanakan namun tetap kuat dan stabil [3]. Mesin ini dirancang untuk meningkatkan hasil produksi dengan penggunaan ruang yang minimal serta kemudahan dalam perawatan. Sistem transmisinya mentransfer putaran motor listrik ke poros pengaduk melalui kombinasi pulley, v-belt, dan sprocket untuk mencapai kinerja pengadukan yang optimal [4]. Inovasi mesin pengaduk adonan kerupuk ikan ini tidak hanya berperan dalam meningkatkan produktivitas, tetapi juga memberikan dampak ekonomi yang positif bagi masyarakat lokal. Dengan proses produksi yang lebih efisien, pelaku usaha dapat menekan biaya tenaga kerja, mengurangi limbah produksi, serta meningkatkan volume produksi harian. Pada akhirnya, hal ini diharapkan dapat meningkatkan pendapatan dan daya saing produk kerupuk ikan dari Kabupaten Pasuruan, baik di pasar lokal maupun nasional.

Sebagai kesimpulan, penerapan teknologi mesin pengaduk adonan modern memiliki peran yang sangat penting dalam menunjang pengembangan industri pengolahan makanan tradisional seperti kerupuk ikan. Inovasi ini menjadi solusi terhadap berbagai kendala produksi manual, seperti ketidakkonsistenan kualitas adonan, tingginya kebutuhan tenaga kerja, serta rendahnya efisiensi waktu dan energi. Dengan penggunaan mesin berteknologi sederhana namun efektif, pelaku usaha dapat meningkatkan produktivitas, menjaga kualitas produk agar tetap stabil, serta memenuhi standar kebersihan dan keamanan pangan yang semakin dibutuhkan di pasar modern. Mesin ini dirancang agar terjangkau dan mudah dioperasikan, sehingga sangat sesuai untuk digunakan oleh pelaku usaha kecil dan menengah di wilayah pesisir seperti Kabupaten Pasuruan. Lebih jauh lagi, inovasi ini tidak hanya berdampak pada aspek teknis produksi, tetapi juga membawa manfaat sosial dan ekonomi yang luas. Peningkatan kapasitas produksi dapat mendorong pertumbuhan usaha, memperluas pasar, menciptakan lapangan kerja baru, serta meningkatkan pendapatan masyarakat lokal. Selain itu, teknologi ini menjadi sarana pelestarian warisan kuliner tradisional, karena memungkinkan makanan khas seperti kerupuk ikan untuk tetap diproduksi dalam jumlah besar tanpa kehilangan cita rasa aslinya [5]. Dengan integrasi antara kearifan lokal dan teknologi tepat guna, diharapkan industri pengolahan makanan berbasis potensi lokal dapat berkembang secara berkelanjutan dan adaptif terhadap perkembangan zaman, serta berkontribusi dalam memperkuat ketahanan pangan dan ekonomi daerah.

II. METODE

2.1 Diagram Alir Penelitian

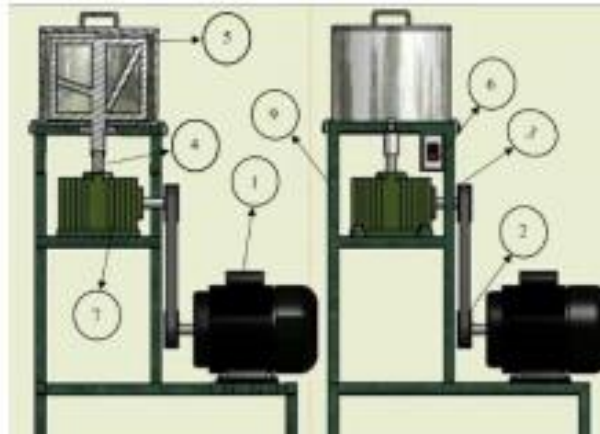
Diagram alir ini disusun untuk memastikan penelitian ini berjalan sesuai dengan tahapan yang diinginkan dan mencapai hasil yang optimal. Berikut adalah diagram alir dari penelitian "Perencanaan desain mesin pengaduk adonan kerupuk ikan dengan pengujian simulasi beban statik" yang ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir

2.1 Referensi Mesin pengaduk sebelumnya

Referensi desain dalam perancangan mesin pengaduk adonan kerupuk jenis paddle untuk home industri mengacu pada berbagai literatur dan hasil penelitian terdahulu yang relevan dengan perencanaan elemen mesin. Desain ini mempertimbangkan aspek fungsional, efisiensi, dan kemudahan operasional yang sesuai untuk skala industri rumahan. Salah satu acuan utama adalah konsep teknologi tepat guna yang dijelaskan oleh Harsoesoemo dan Darmawan (2004) dalam Pengantar Perancangan Teknik, yang menekankan pentingnya penerapan teknologi sederhana namun efektif untuk meningkatkan produktivitas masyarakat. Selain itu, perencanaan elemen mesin seperti poros, pulley, v-belt, dan gearbox mengacu pada prinsip-prinsip dasar perencanaan elemen mesin sebagaimana dijelaskan oleh Sularso dan Suga (1997), termasuk dalam pemilihan bahan poros S30C berdiameter 17 mm dan penggunaan transmisi daya dengan v-belt tipe A-19. Desain mesin ini juga memperhatikan aspek ergonomis dan kemudahan operasional, di antaranya dengan penggunaan tabung adonan berbahan stainless steel yang mudah dibersihkan, serta desain konstruksi yang tidak memerlukan tempat luas dan mudah dioperasikan, sesuai dengan prinsip desain sederhana dan fungsional seperti dikemukakan Rochim Taufiq (1993). Spesifikasi teknis mesin meliputi penggunaan motor listrik berdaya 0,5 HP dengan kecepatan 1400 rpm, pulley motor dan poros berdiameter 50 mm, gearbox dengan rasio 1:40 yang menghasilkan kecepatan keluaran 35 rpm, diameter pengaduk 220 mm, dan volume tabung 14 liter, dengan kapasitas pengadukan mencapai 80,64 kg per jam (Priyagung Hartono dkk., 2023)[6]. Desain ini juga melalui uji kinerja untuk menentukan kapasitas dan kebutuhan daya, di mana diperoleh kebutuhan daya efektif sebesar 0,44 HP, sehingga dipilih motor listrik 0,5 HP sebagai penggerak utama, sesuai dengan metode analisis perencanaan mesin yang dijelaskan oleh Syamsir A. Muin (1989). Berikut referensi desain yang ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2 . Referensi desain Penelitian sebelumnya(Priyagung Hartono dkk., 2023)[6].

- | | |
|-----------------------------------|-------------------|
| 1. Motor penggerak | 6. Tombol on/off |
| 2. V-belt | 7. Gearbox 1:40 |
| 3. Pulley pada gearbox | 8. Panci pengaduk |
| 4. poros pada gearbox ke pengaduk | 9. Rangka |
| 5. Pengaduk | |

2.3 Perencanaan Konsep Desain

Perencanaan desain ini berfokus pada efisiensi produksi, keamanan pangan, dan kemudahan penggunaan, dengan mempertimbangkan kapasitas produksi, pemilihan material, sistem pengadukan, kontrol kecepatan, serta kemudahan pembersihan. Tujuannya adalah untuk menghasilkan mesin yang tidak hanya memenuhi standar industri makanan, tetapi juga mampu mengoptimalkan proses produksi kerupuk ikan. Dalam penelitian ini, metode morphological chart digunakan sebagai dasar pengembangan desain, karena mampu menyajikan ruang pencarian solusi yang luas dan sistematis melalui penggabungan berbagai alternatif ide.

Morphological chart merupakan alat bantu dalam perancangan produk yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mengombinasikan berbagai kemungkinan solusi dari sub-fungsi dalam sistem kompleks[7]. Prosesnya melibatkan langkah-langkah sistematis seperti merumuskan masalah, mengidentifikasi parameter kebutuhan, mencari alternatif solusi untuk setiap parameter, dan menganalisis opsi-opsi tersebut untuk menentukan desain yang paling sesuai. Dengan menyusun sub-fungsi dan alternatif solusinya ke dalam tabel, perancang dapat mengeksplorasi berbagai kombinasi ide secara lebih terstruktur dan kreatif, sehingga menghasilkan konsep desain yang optimal dan inovatif. [8]

2.4 Desain Konsep Terpilih

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji beban statik pada rangka mesin pengaduk adonan kerupuk ikan agar dapat digunakan untuk berbagai macam variasi beban adonan. Untuk mencapai tujuan ini, peneliti akan membuat mesin pengaduk adonan kerupuk ikan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan dan menguji mesin tersebut dengan beban statik yang berbeda. Hasil pengujian akan diukur melalui efisiensi dan ketahanan mesin. Informasi yang diperoleh akan dianalisis menggunakan uji statistik yang sesuai untuk mengetahui pengaruh beban statik terhadap kinerja mesin. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan suatu manfaat dan informasi yang akurat tentang batas kemampuan mesin.

2.4 Perhitungan Komponen Pokok Mesin

Hasil perancangan ini disusun dalam bentuk matriks sebagai bagian dari metode perancangan produk. Validasi pemilihan konsep desain berdasarkan *safety factor*. *Safety factor* dipilih karena hasil dari *safety factor* bisa mengindikasikan apakah desain tersebut aman atau tidak untuk dilanjutkan ketahap selanjutnya. Berikut persamaan *safety factor*:

$$\varepsilon \text{ yield} = \frac{\sigma \text{ yield}}{E}$$

$$n = \frac{s_{yield}}{s_{komputasi}}$$

Dimana:

σ_{yield}	: Yield Strength
E	: Modulus elastisitas
n	: Safety Factor
ε_{yield}	: Regangan Yield
$\varepsilon_{komputasi}$: Regangan Max Komputasi

Perhitungan komponen dilakukan setelah desain konsep terpilih, Tujuan menghitung komponen pokok mesin agar alat yang bekerja sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Untuk perhitungan mesin pengaduk adonan kerupuk ikan terdiri dari:

A. Menghitung pulley dan V-Belt

Menghitung pulley dan v-belt meliputi beberapa parameter utama yang berperan dalam menentukan efisiensi dan performa sistem. Melibatkan parameter penting seperti distance across pulley, kecepatan putar (RPM), dan rasio transmisi, yang semuanya mempengaruhi bagaimana kecepatan dan torsi ditransmisikan antara pulley penggerak dan pulley yang digerakkan [9]. Adapun persamaan yang digunakan sebagai berikut:

• Kecepatan V-Belt

$$V = \frac{\pi \times d \times N}{60} \dots\dots\dots pers 1$$

Dimana:

v	: Kecepatan v-belt (m/s)
d	: Diameter pulley (mm)
N	: Kecepatan pulley (RPM)

• Kebutuhan daya motor

Motor digunakan untuk menggerakkan keseluruhan pada mesin pengaduk adonan kerupuk, maka dari itu dibutuhkan perhitungan daya pada penggerak tersebut dengan rumus :

$$P = v \cdot i \dots\dots\dots pers 2$$

Dimana :

P	= Daya (W)
v	= Volt (V)
i	= Arus (A)

B. Poros pengaduk

Berperan penting untuk mentransmisikan daya sehingga dapat mengaduk adonan yang ada pada bak penampung [10], Untuk persamaan rumus menggunakan persamaan sebagai berikut[11] :

Torsi pada poros

$$T = F \cdot r \dots\dots\dots pers 3$$

F = Gaya (N)

r = Jari jari sprocket (m)

kecepatan sudut (ω) dapat dicari dengan rumus [11]:

$$\omega = \frac{2 \pi \cdot n}{60} \dots\dots\dots pers 4$$

2π = Konstanta untuk satu putaran penuh

n = putaran poros (rpm)

Setelah torsi (T) dan kecepatan sudut (ω) diketahui [11], maka besarnya daya dapat dicari dengan rumus:

$$P = T \cdot \omega \dots\dots\dots pers 5$$

C. Menghitung kecepatan rantai

Chain drive adalah sistem transmisi mekanis yang menggunakan rantai dan sprocket (roda gigi) untuk mentransmisikan tenaga dari satu poros ke poros lainnya. Untuk menghitungnya menggunakan rumus sebagai berikut:

- Menghitung kecepatan rantai

$$v = \frac{n \times d \times \pi}{60} \dots\dots\dots pers 8$$

Dimana:

v = Kecepatan rantai (m/s)

d = Diameter roda gigi (mm)

n = Kecepatan roda gigi penggerak (rpm)

2.5 Proses Desain Dan Simulasi

Proses desain mesin pengaduk adonan dimulai dengan identifikasi kebutuhan, seperti jenis adonan, kapasitas, kecepatan pengadukan, sumber daya, dan material (*fabric*) yang digunakan. Setelah itu, dilakukan perancangan konseptual dengan menentukan jenis pengaduk, bentuk wadah, serta mekanisme transmisi daya menggunakan metode tabel morfologi untuk mengeksplorasi berbagai alternatif desain. Selanjutnya, dilakukan perhitungan teknik guna menentukan daya engine, menganalisis beban, serta membuat simulasi desain.




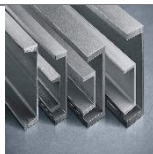






Tahap selanjutnya adalah pemilihan material, di mana digunakan stainless steel (*food-grade*) untuk komponen yang bersentuhan langsung dengan adonan seperti wadah dan pengaduk, serta baja untuk struktur rangka. Selain itu, dilakukan simulasi kekuatan rangka menggunakan analisis elemen hingga (FEA) pada perangkat lunak *SolidWorks*. Simulasi ini mencakup perhitungan tegangan *von Mises*, yang menunjukkan tingkat tegangan ekuivalen pada rangka untuk menentukan apakah material akan mengalami deformasi plastis atau gagal. Selain itu, dilakukan analisis displacement untuk mengetahui besarnya perpindahan atau deformasi struktur akibat beban yang bekerja. Simulasi juga mengevaluasi *safety factor* (faktor keamanan), yaitu rasio antara kekuatan maksimum material dengan tegangan yang dialami, guna memastikan rangka memiliki margin keamanan yang cukup sehingga tidak mudah rusak saat digunakan. Dengan ketiga parameter ini, perancang dapat memastikan desain rangka mesin pengaduk adonan aman, kuat, dan tahan lama.






























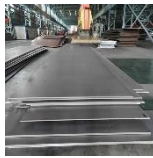
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pemilihan komponen konsep Desain

Penelitian ini menggunakan metode tabel morfologi untuk dijadikan dasar pengembangan dan perencanaan, sehingga mendapatkan desain yang sesuai dengan tujuan penelitian. Adapun tabel morfologi yang digunakan sebagai pemaparan ruang pencarian untuk solusi desain atau kombinasi ide – ide dari desain yang akan dibuat. Pemilihan material rangka sebagai berikut:[10]

Tabel 1. Tabel Morfologi Komponen

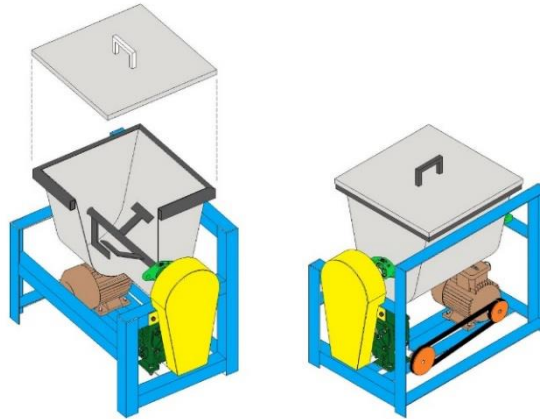
No.	Nama Komponen	Model				
		1	2	3	4	5
1	Material Rangka					
		Besi Hollow (V1)	Besi Siku (W1)	Besi Kanal H (X1)	Besi Kanal U (Y1)	Besi Kanal C (Z1)
2	Motor Listrik					
						Motor AC

		Motor Induksi 1 Fasa (V2)	Motor Induksi 3 Fasa (W2)	Dinamo DC (X2)	Motor Induksi Gearbox (Y2)	(Z2)
3	Sistem Transmisi	 Vanbelt (V3)	 Sprocket (W3)	 (X3)	 (Y3)	 (Z3)
4	Poros	 Poros Stainless (V4)	 Poros Besi (W4)	 Poros Tembaga (X4)	 Pipa Besi (Y4)	 Pipa Stainless (Z4)
5	Bearing	 UCP205 (V5)	 Pillow Block UCP (W5)	 UCFL205 (X5)	 Pillow Block UCT (Y5)	 Bearing (Z5)
6	Baut	 Baut L (V6)	 Baut Hexagonal (W6)	 Baut L Button (X6)	 Baut Verseng L (Y6)	 Baut JF (Z6)
7	Gearbox	 Gearbox wpa (V7)	 Gearbox tsf (W7)	 Gearbox rc 61 (X7)	 Gearbox seri x (Y7)	 Gearbox bevel helical (Z7)
8	Material bak	 SS304 (V8)	 SS400 (W8)	 A572 (X8)	 Black steel plate (Y8)	 S275 (Z8)

1. Konsep Desain A

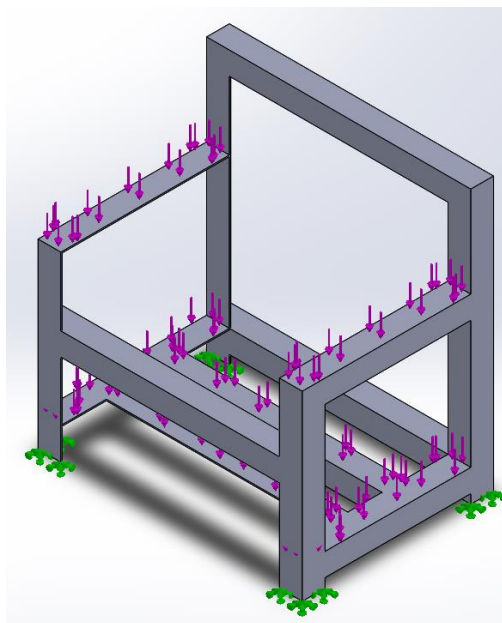
Berdasarkan pemilihan komponen yang sesuai dengan tabel diatas maka didapatkan pemilihan hasil konsep $A=1.W2+2.V2+3.V3+W3+4.V4+5.V5+X5+6.W6+7.V7+8.V8$ yang dipilih dari tabel morfologi. Pemilihan

material rangka menggunakan Besi siku. Pemilihan motor listrik menggunakan motor 1 fasa. Pemilihan sistem transmisi menggunakan model v-belt dan chain drive. Pemilihan poros menggunakan bahan stainless. Pemilihan bearing menggunakan model UCP dan UCFL. Pemilihan baut menggunakan baut hexagonal. Pemilihan material bak menggunakan plat stainless, Pemilihan gear box menggunakan perbandingan 1:10.



Gambar 3. Desain Konsep A

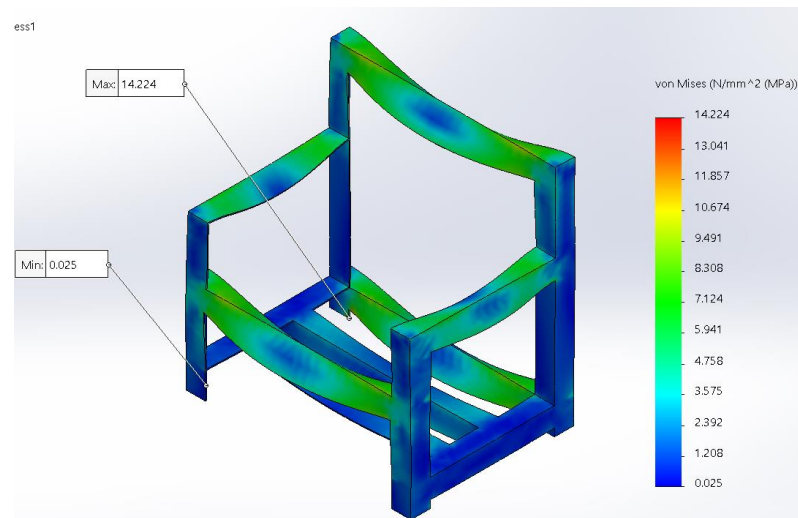
Setelah mendesain konsep A maka dilakukan simulasi untuk mengetahui kekuatan rangka menggunakan material besi dengan profil besi siku 50x50 dengan ketebalan 3mm dan memiliki dimensi panjang 680 mm, lebar 460 mm dan tinggi 600 mm yang berfungsi menopang beban. Analisis pembebanan pada rangka dilakukan untuk mengetahui besarnya tegangan, perubahan bentuk, dan faktor keamanan menggunakan *software solidworks 2016*. Perhitungan kekuatan rangka didasarkan pada dimensi desain yang telah dibuat, serta menggunakan material besi. Simulasi pembebanan pada rangka Mesin pengaduk adonan kerupuk ikan ini dapat dilihat pada gambar berikut [14].



Gambar 4. Pembebanan Rangka Desain Konsep A

Hasil simulasi analisi rangka ini menunjukkan nilai maksimum dan minimum tegangan *von mises*, *displacement* serta faktor keamanan yang dapat dilihat secara langsung di layar *solidworks 2016*.

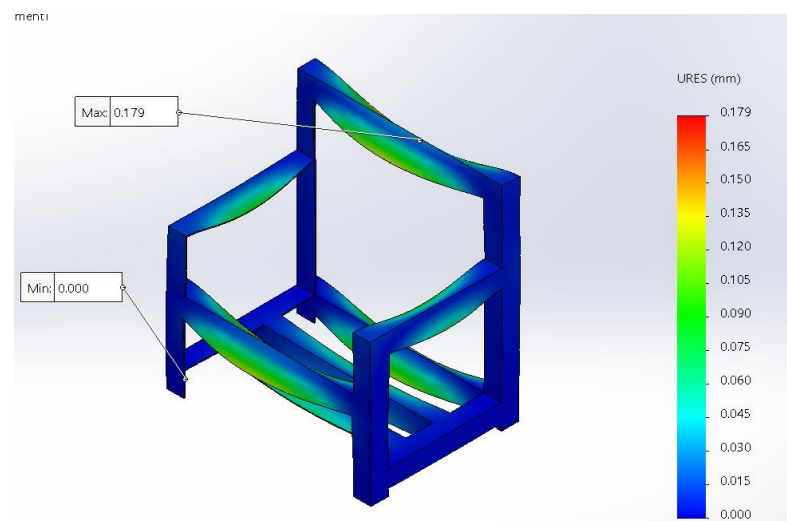
1. Hasil Simulasi *Von Mises* konsep desain A



Gambar 5. Simulasi *Von Mises* Desain Konsep A

Gambar 5 menampilkan hasil simulasi maksimum *von mises* sebesar 14,224 Mpa, yang ditunjukkan dengan warna merah pada diagram, mengindikasikan nilai jauh dari batas kekuatan maksimum material. Sementara itu, *von mises* minimum sebesar 0,025 Mpa ditunjukkan dengan warna biru pada diagram, menandakan area tanpa pembebanan.

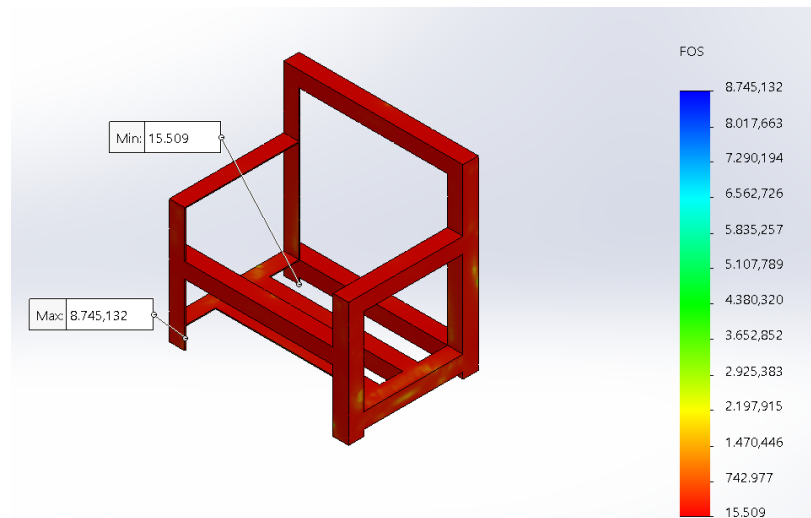
1. Hasil Simulasi Perubahan Bentuk konsep desain A



Gambar 6. Simulasi Perubahan Bentuk (*Displacement*) Desain Konsep A

Berdasarkan hasil simulasi, *displacement* maksimum pada rangka alat pemotong kertas dengan material besi mencapai 0,179 mm, sebagaimana ditunjukkan pada gambar 6 dengan area berwarna merah yang menandakan zona dengan pembebanan tinggi. Sebaliknya, *displacement* minimum sebesar 0 mm terlihat pada area dengan warna biru, yang menunjukkan bahwa pembebanan pada bagian tersebut relatif rendah atau tidak signifikan.

1. Hasil Simulasi Faktor Keamanan (*Factor of Safety*) konsep desain A



Gambar 7. Simulasi Faktor Keamanan (*Factor of Safety*) Desain Konsep A

Berdasarkan hasil analisis pada gambar 7, penentuan faktor keamanan (*safety factor*) untuk memastikan bahwa suatu desain dapat dianggap aman dilakukan melalui perhitungan sesuai dengan persamaan yang sudah dijelaskan:

$$\epsilon_{yield} = \frac{220,549}{200000} = 0,0011$$

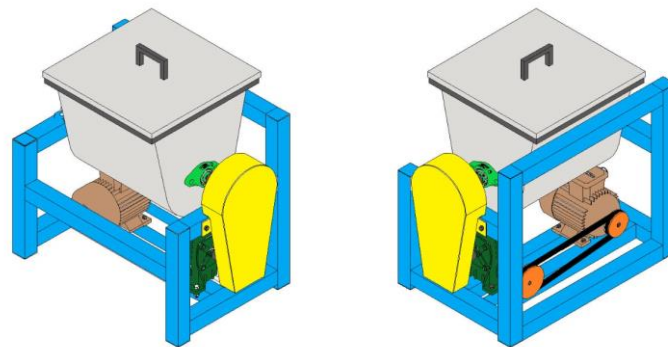
$$N = \frac{0,0011}{0,0000848}$$

$$N = 12 > 1$$

Desain dikategorikan aman apabila faktor keamanannya lebih besar dari 1, dan dianggap aman jika kurang dari 1. Berdasarkan hal tersebut, desain rangka mesin pengaduk adonan kerupuk ikan konsep A di atas dapat dianggap aman dan siap untuk proses perakitan komponen, karena faktor keamanan yang dimilikinya sebesar 13 yang melebihi angka 1.

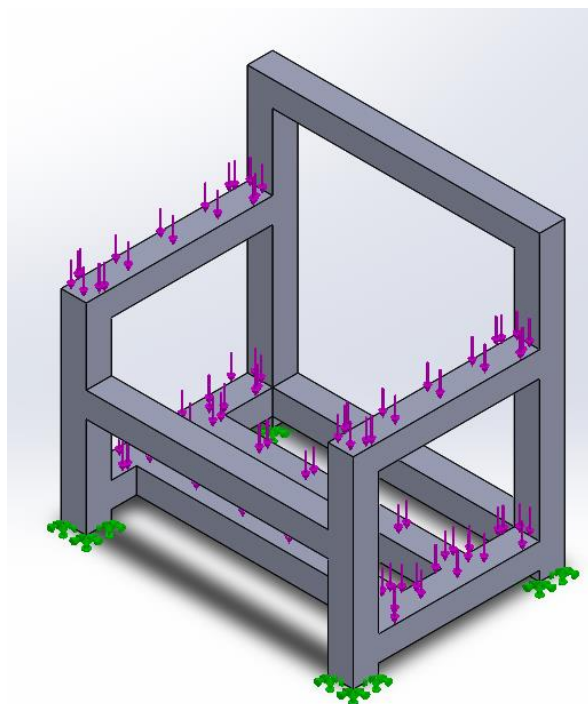
2. Konsep Desain B

Berdasarkan cara pemilihan komponen sesuai dengan bab di atas maka didapatkan pemilihan konsep desain B. $B = 1.V1 + W1 + 3.V3 + W3 + 4.V4 + 5.V5 + X5 + 6.W6 + 7.V7 + 8.V8$. Pemilihan material rangka menggunakan besi hollow. Pemilihan motor listrik menggunakan motor 1 fasa. Pemilihan sistem transmisi menggunakan model v-belt dan chain drive. Pemilihan poros menggunakan bahan stainless. Pemilihan bearing menggunakan model UCP dan UCFL. Pemilihan baut menggunakan baut hexagonal. Pemilihan material bak menggunakan plat stainless, Pemilihan gear box menggunakan perbandingan 1:10.



Gambar 8. Desain Konsep B

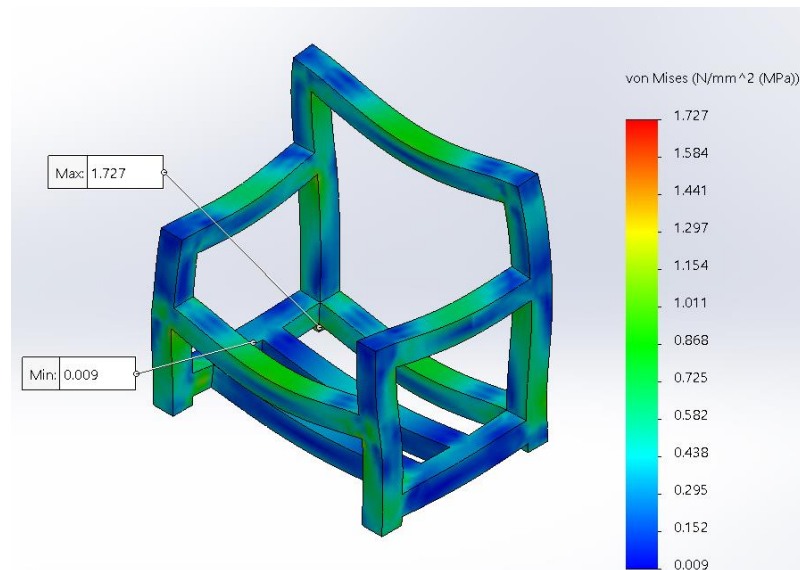
Setelah mendesain konsep B maka dilakukan simulasi untuk mengetahui kekuatan rangka menggunakan material besi dengan profil besi hollow 50 x 50 dan memiliki dimensi panjang 680 mm, lebar 460 mm dan tinggi 600 mm yang berfungsi menopang beban. Analisis pembebanan pada rangka dilakukan untuk mengetahui besarnya tegangan, perubahan bentuk, dan faktor keamanan menggunakan *software solidworks 2016*. Perhitungan kekuatan rangka didasarkan pada dimensi desain yang telah dibuat, serta menggunakan material besi. Simulasi pembebanan pada rangka mesin pengaduk adonan kerupuk ini dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 9. Pembebanan Rangka

Hasil simulasi analisis rangka ini menunjukkan nilai maksimum dan minimum tegangan *von mises*, *displacement* serta faktor keamanan yang dapat dilihat secara langsung di layar *solidworks 2016*.

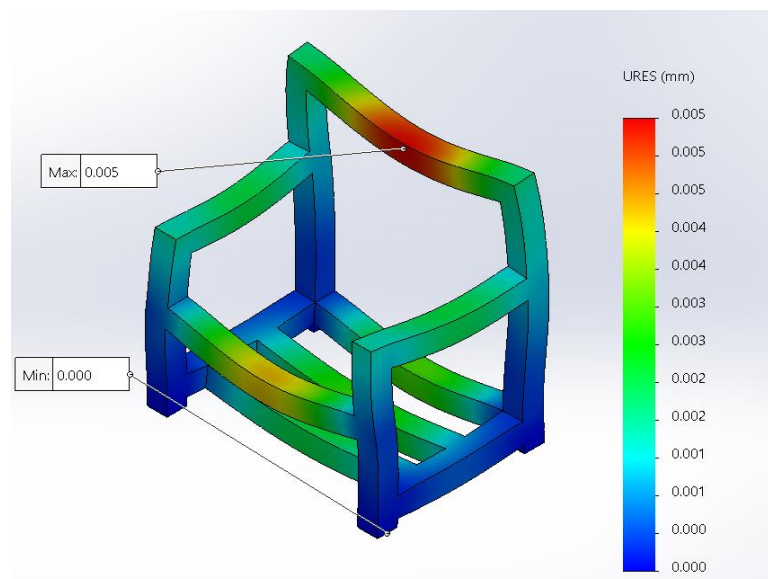
1. Hasil Simulasi *Von Mises* Desain Konsep B



Gambar 10. Simulasi Von Mises Konsep B

Gambar 10 menampilkan hasil simulasi maksimum *von mises* sebesar 1,727 Mpa, yang ditunjukkan dengan warna merah pada diagram, mengindikasikan nilai jauh dari batas kekuatan maksimum material. Sementara itu, *von mises* minimum sebesar 0,009 Mpa ditunjukkan dengan warna biru pada diagram, menandakan area tanpa pembebanan.

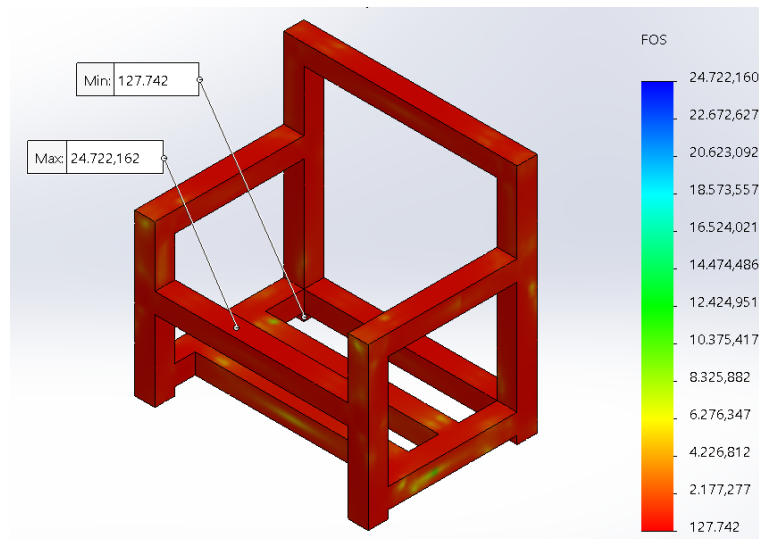
2. Hasil Simulasi Perubahan Bentuk Desain Konsep B



Gambar 11. Simulasi Perubahan Bentuk (*Displacement*) Konsep B

Berdasarkan hasil simulasi, *displacement* maksimum pada rangka dengan material besi mencapai 0,005 mm, sebagaimana ditunjukkan pada gambar 11 dengan area berwarna merah yang menandakan zona dengan pembebanan tinggi. Sebaliknya, *displacement* minimum sebesar 0 mm terlihat pada area dengan warna biru, yang menunjukkan bahwa pembebanan pada bagian tersebut relatif rendah atau tidak signifikan.

3. Hasil Simulasi Faktor Keamanan (*Factor of Safety*) Desain Konsep B



Gambar 12. Simulasi Faktor Keamanan (*Factor of Safety*) Desain Konsep B

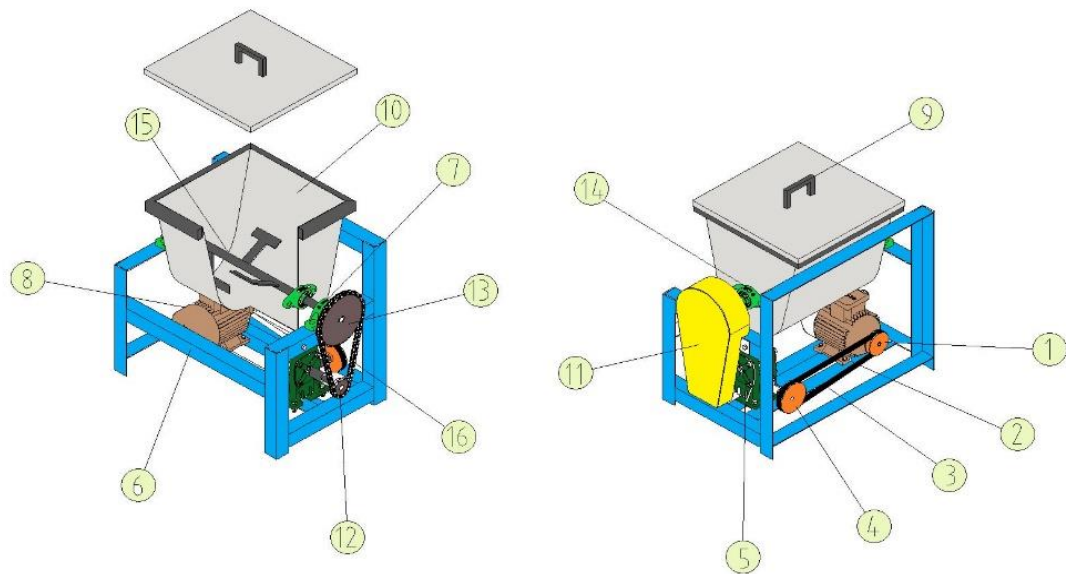
Berdasarkan hasil analisis pada gambar 12, penentuan faktor keamanan (*safety factor*) untuk memastikan bahwa suatu desain dapat dianggap aman dilakukan melalui perhitungan sesuai dengan persamaan yang sudah dijelaskan:

$$\begin{aligned} \text{Safety factor} \\ \varepsilon_{yield} &= \frac{220,594}{200000} \\ &= 0,0011 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n &= \frac{0,0011}{0,0000848} \\ n &= 12 > 1 \end{aligned}$$

3.2 Desain Konsep Terpilih

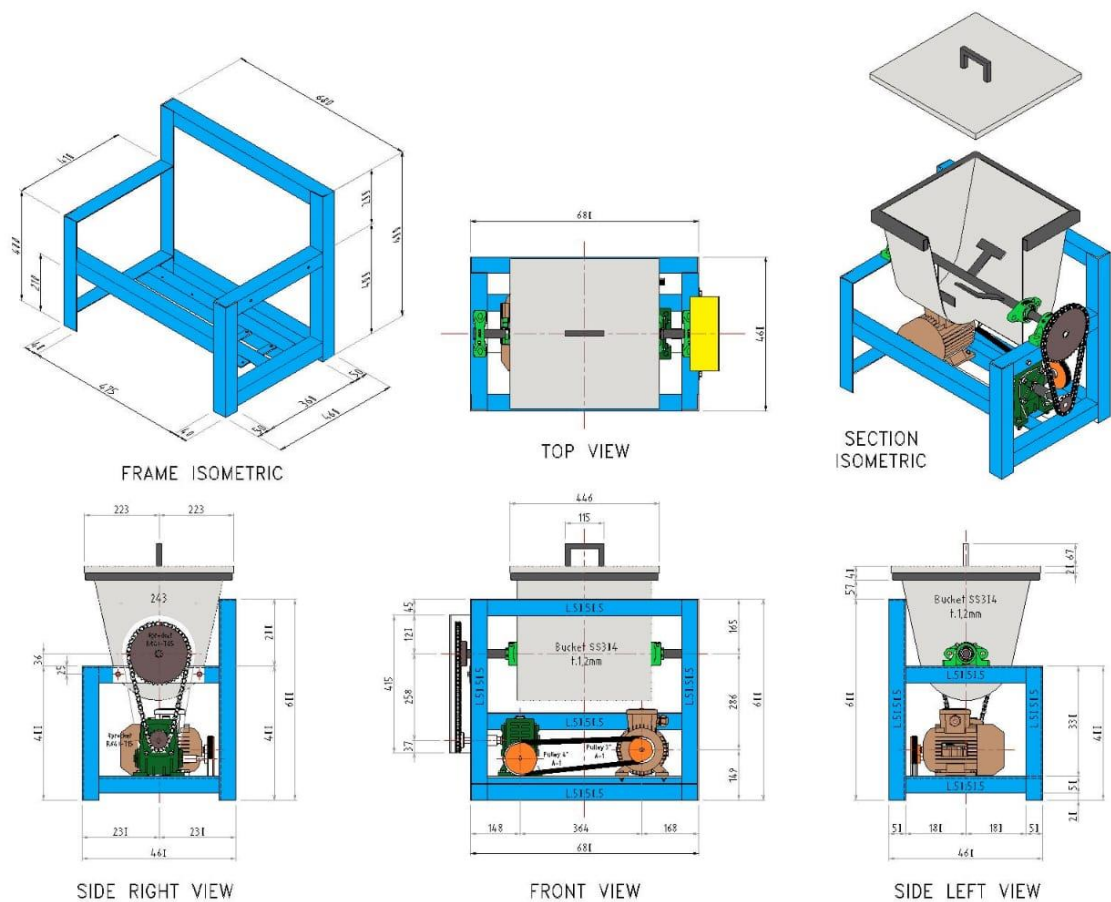
Berdasarkan hasil simulasi rangka, desain konsep A dipilih dikarenakan secara ilmiah memiliki struktur rangka yang lebih kuat dan aman berdasarkan hasil simulasi. Meskipun tegangan *von Mises* pada konsep A lebih tinggi dari konsep B, nilainya masih jauh di bawah batas kekuatan material sehingga tetap aman. Selain itu, *displacement* atau perubahan bentuknya masih dalam batas wajar, menandakan rangka mampu menahan beban kerja dengan baik. Faktor keamanan (*safety factor*) konsep A juga lebih tinggi, yaitu sebesar 13, yang menunjukkan desain ini memiliki cadangan kekuatan yang lebih besar dibanding konsep B. Dengan pemilihan material besi siku yang lebih kokoh dan hasil simulasi yang unggul, konsep A dinilai lebih andal dan layak direalisasikan. Maka desain konsep A bisa dilanjutkan ke tahap selanjutnya. Berikut nama-nama komponen desain konsep terpilih.



Gambar 13. Desain A Konsep Terpilih

Tabel 2. Nama Komponen Pokok Desain Konsep terpilih

ITEM NO	PART NUMBER	ITEM NO	PART NUMBER
1	Pulley 1	9	Cover Hopper
2	Bolt Hexagonal	10	Bak penampung
3	V-belt	11	Cover rantai
4	Pulley 2	12	Gear sproket 1
5	Gearbox	13	Gear sproket 2
6	Frame	14	Bearing UCFL 205
7	Bearing UCP 205	15	Shaft Mixing
8	Motor	16	Chain Drive



Gambar 14. Dimensi Konsep Terpilih (Konsep A)

Tabel 3. Perhitungan Mesin Pengaduk

No	Perhitungan Mesin Pengaduk	Nilai	Unit
1	Motor		
a.	Daya	0,37	kW
b.	Kecepatan Output	1500	rpm

Tabel 3. Lanjutan tabel Dimensi konsep terpilih

4	Gearbox 1:10		
a.	Kecepatan Input	1153	rpm
b.	Kecepatan Output	115	rpm
c.	Torsi	30	Nm
5	Transmisi		
	• Penggerak rantai		
a.	Gigi Sprocket Gearbox	15	t
b.	Gigi Sprocket Poros	45	t
c.	Diameter Sprocket Gearbox	66	mm
d.	Diameter Sprocket Poros	188	mm
f.	Rantai RS40	36	p
	• Pulley		

a.	Diameter Pulley Motor	80	mm
b.	Diameter Pulley Gearbox	104	mm
c.	Panjang V-Belt	965	mm
5 Poros pengaduk			
a.	Torsi Poros Pengaduk	92	Nm
b.	Kecepatan Poros Pengaduk	38	Rpm

Perhitungan tersebut dilakukan untuk mengetahui jumlah tenaga yang dihasilkan oleh poros bilah pengaduk sehingga dapat mencapai kekuatan yang diinginkan agar adonan tersebut menjadi rata tercampur.

3.3 Prinsip Kerja mesin pengaduk adonan kerupuk

Prinsip kerja mesin pengaduk adonan kerupuk bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam mencampur adonan dibandingkan metode manual. Dengan prinsip kerja ini, mesin pengaduk adonan kerupuk membantu meningkatkan produktivitas, menjaga pola adonan yang seragam, dan mengurangi beban kerja pengusaha umkm. Prinsip kerja mesin pengaduk adonan kerupuk dapat dijelaskan melalui gambar dan diagram skema yang terlampir berikut:



Gambar 15. Skema Gerakan mesin pengaduk adonan

Mekanisme dari mesin pengaduk adonan kerupuk adalah mesin yang dihubungkan dengan pulley ke poros gearbox pertama, yang kemudian putaran output dari gearbox pertama dihubungkan menggunakan *chain drive* ke poros penggerak sehingga poros [15] pengaduk berputar untuk mengaduk adonan.

3.4 Pembahasan

Dalam upaya meningkatkan efisiensi waktu dan tenaga dalam proses mengaduk adonan kerupuk ikan, telah dirancang sebuah konsep desain mesin mengaduk adonan kerupuk ikan. Desain ini untuk mengatasi tantangan yang dihadapi UMKM seperti keterbatasan tenaga kerja, waktu yang lama, serta efisiensi. Dari perhitungan mesin bensin yang dipakai menggunakan daya sebesar 0,37 kW, Sistem transmisi ini menggunakan pulley dan *chain drive* lalu menggunakan gearbox wpa rasio 1:10.

Mesin mengaduk adonan kerupuk ikan ini dirancang untuk mempercepat proses pengadukan adonan kerupuk ikan sehingga dapat menghemat waktu dan tenaga kerja yang dibutuhkan. Selain itu. Berdasarkan penelitian dari Priyagung Hartono yang berjudul Perencanaan Mesin Pengaduk Adonan Kerupuk Jenis Paddle Untuk Home Industri masih terdapat kendala pada desain poros pengaduk dan bak penampung yang memerlukan peningkatan karena fungsinya belum optimal dalam membersihkan bak penampung dan desain kerangka juga perlu diperbaiki agar tidak mengalami deformasi atau pembengkokan pada rangka [6].

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan yaitu mendesain mesin mengaduk adonan kerupuk ikan yang dikerjakan menggunakan aplikasi CAD, konsep desain terpilih adalah konsep desain A. Dapat disimpulkan bahwa:

1. Mesin mengaduk adonan kerupuk ikan dengan daya sebesar 0,37 kW mampu bekerja secara stabil di berbagai kondisi beban adonan dibawah 10 kg, mendukung percepatan pengadukan, serta memastikan agar pengadukan adonan dapat dilakukan dengan waktu yang terbilang efisien dibandingkan dengan pengerjaan secara manual.
2. Dari hasil simulasi beban rangka menunjukkan strain komputas maximum 0,000084, displacement maksimum 8,74 mm dan safety factor $13 > 1$, mengindikasikan bahwa rangka aman untuk digunakan sesuai dengan pengujian beban maksimal.

3. Pengembangan alat ini melibatkan penyempurnaan desain komponen, peningkatan sistem transmisi, dan perbaikan aspek ergonomi. Desain yang diperbaiki difokuskan untuk menghasilkan alat yang lebih kokoh, lebih praktis, akurat, dan lebih mudah untuk dibersihkan. Perubahan tersebut juga bertujuan untuk meningkatkan efisiensi ruangan kenyamanan pengguna sehingga dapat menghasilkan produk dalam jumlah banyak.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang telah memberikan ilmu dan wawasan yang bermanfaat, serta kepada teman-teman saya yang telah membantu saya dalam menyelesaikan penelitian

VI. REFRENSI

- [1] A. R. Rahim, N. D. Bela, M. Mutmainnah, and Z. Araswati, "Sosialisasi Dan Implementasi Pembuatan Krupuk Ikan Bandeng Desa Karanggeneng Kec. Karanggeneng Kab. Lamongan," *DedikasiMU(Journal Community Serv.*, vol. 1, no. 1, p. 1, 2019, doi: 10.30587/dedikasimu.v1i1.1083.
- [2] P. Tamara, "Desain Fasilitas Pada Pembuatan Kerupuk Untuk Industri Kecil," *J. Tek. Ind.*, vol. 1, no. 2, pp. 30–37, 2011.
- [3] V. Ledianti, A. Yusuf, and A. Widyasanti, "Rancang Bangun Mesin Pengaduk Adonan Kerupuk Bawang (Studi Kasus di Usaha Kecil dan Menengah Sakinah, Cimahi)," *J. Keteknikan Pertan. Trop. dan Biosist.*, vol. 9, no. 1, pp. 26–33, 2021, doi: 10.21776/ub.jkptb.2021.009.01.04.
- [4] A. A. Ridlwan and U. N. Surabaya, "Rancang Bangun Mesin Pengaduk Adonan Kerupuk Semi Otomatis dan Penataan Manajemen untuk Meningkatkan Produktivitas UMKM Kerupuk Jaya Abadi , Sidoarjo," *Inspirasi J. Pengabd. dan Pemberdaya. Masy.*, vol. 2, no. 1, pp. 9–19, 2021.
- [5] F. T. Industri, "PLANNING BUILD FOR DONUT DOUGH MIXING," 2015.
- [6] S. Al, F. Priyagung, H. Unung, and K. Kerupuk, "PERENCANAAN MESIN PENGADUK ADONAN KERUPUK JENIS PADDLE UNTUK HOME INDUSTRI ' Program Strata Satu Teknik Universitas Islam Malang Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Malang Jl . MT Haryono 193 Malang 65145 Di indonesia merupakan negara," pp. 3–6, 2010.
- [7] D. Gumulya, "Eksplorasi Desain Dengan Peta Morfologi (Studi Kasus: Perancangan Desain Mebel Terinspirasi Gaya Memphis Era 1980an)," *J. PATRA*, vol. 4, no. 2, pp. 111–124, 2022, doi: 10.35886/patra.v4i2.390.
- [8] B. B. Wahyujati, "Aplikasi metode Morphological Chart pada perancangan Robot Belajar Baca (ROBOCA) untuk anak usia dini," *Prod. J. Desain Prod. (Pengetahuan dan Peranc. Produk)*, vol. 5, no. 2, pp. 67–74, 2022, doi: 10.24821/productum.v5i2.6917.
- [9] R. N. Natarajan, "Machine design," *Handb. Mach. Dyn.*, no. I, pp. 11–28, 2000, doi: 10.1038/042171a0.
- [10] D. W. Karmiadji and Z. S. Tampa, "PERANCANGAN MESIN PENGADUK PAKAN TERNAK BERKAPASITAS 75 kg MENGGUNAKAN SISTEM ARDUINO," *Poros*, vol. 17, no. 2, pp. 89–99, 2021, doi: 10.24912/poros.v17i2.20037.
- [11] Choirul Anam, "Perencanaan Daya Dan Perhitungan Bantalan / Bearing Pada Mesin Pengupas Calculation on the," *J. Artic.*, vol. 1, no. 1, pp. 23–24, 2016, [Online]. Available: https://repository.its.ac.id/76196/1/2111030114-Non_Degree.pdf
- [12] T. Lazović and I. Topalović, "Evolution of rolling bearing life rating through the standardization," vol. 225, no. 6, pp. 222–225, 2020.
- [13] M. F. Nurmajid, A. Pamungkas, and K. Kunci, "Perancangan Mesin Pengaduk Komposit Partikel Sistem Vakum Kapasitas 2 Liter," *Ind. Res. Work. Natl. Semin.*, p. 855, 2021, [Online]. Available: <https://jurnal.polban.ac.id/ojs-3.1.2/proceeding/article/view/2809/2200>
- [14] A. Sifa, T. Endramawan, I. Nurahman, and I. D. Pangga, "Rancang Bangun Mesin Pengaduk Dodol Karangampel," *Univ. Negeri Surabaya*, pp. 26–27, 2020, [Online]. Available: <https://jurnal.polban.ac.id/ojs->

3.1.2/proceeding/article/view/1978/1547

- [15] F. Maghfurah and D. D. Chandra, "Perancangan Mesin Pengaduk Bahan Dasar Roti Kapasitas 43 Kg," *J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 6, no. 1, pp. 46–60, 2012.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.