

Design and Structural Analysis of Meatball Printing Machine with Arduino Uno-Based

[Desain Dan Analisis Struktur Mesin Pencetak Bakso dengan Sistem Keamanan Berbasis Arduino Uno untuk Perlindungan Operator]

Bayu Surya Ramadhan¹⁾, Edi Widodo²⁾

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

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

*Email Penulis Korespondensi: ediwido@umsida.ac.id

Abstract. *This research aims to design an efficient and safe meatball printing machine by implementing an Arduino Uno-based safety system. The design was carried out using SolidWorks 2024 to model the structure and analyze its strength through von Mises stress, Displacement, Strain, and Safety Factor simulations. The safety system was developed using an HC-SR04 ultrasonic sensor to detect the presence of the operator, and is equipped with a servo-based automatic printing and cutting mechanism. The analysis results show that the 20×20×1.5 mm hollow frame is able to withstand loads of up to 30 kg with a minimum safety factor value of 1.528 so it is declared safe. The application of Arduino Uno and the HC-SR04 sensor successfully increases operator protection through automatic distance detection. Thus, the resulting design meets the aspects of efficiency, relaxation, and work safety..*

Keywords - Meatball Printing Automation; Operator Safety; Arduino Uno Control

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk merancang mesin pencetak bakso yang efisien dan aman dengan menerapkan sistem keamanan berbasis Arduino Uno. Perancangan dilakukan menggunakan SolidWorks 2024 untuk memodelkan struktur dan menganalisis kekuatannya melalui simulasi von Mises stress, Displacement, Strain, dan Safety Factor. Sistem keamanan dikembangkan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi keberadaan operator, serta dilengkapi mekanisme pencetak dan pemotong otomatis berbasis servo. Hasil analisis menunjukkan bahwa rangka hollow 20×20×1,5 mm mampu menahan beban hingga 30 kg dengan nilai safety factor minimal 1,528 sehingga dinyatakan aman. Penerapan Arduino Uno dan sensor HC-SR04 berhasil meningkatkan perlindungan operator melalui deteksi jarak otomatis. Dengan demikian, desain yang dihasilkan memenuhi aspek efisiensi, relaksasi, dan keselamatan kerja.

Kata Kunci - otomasi pencetak bakso; keamanan operator; kontrol arduino uno

I. Pendahuluan

Perkembangan Desain dengan Perangkat Lunak *SolidWorks* di Indonesia telah mengalami kemajuan yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Mulai dari yang tradisional hingga ke sistem kerja yang otomatis menggunakan mesin sepenuhnya[1]. Salah satu cara untuk memperkenalkan konsep siklus desain modern merupakan melalui teknologi penggerak desain modern[2]. Perancangan produk merupakan langkah strategis yang bertujuan untuk menciptakan produk-produk industri yang secara komersial layak dan mampu memberikan tingkat pengembalian modal (rate of return on investment) yang optimal[3]. Penggunaan software untuk keperluan gambar teknik yang biasa digunakan di Industri seperti Solidworks yang menawarkan banyak fitur desain/ perancangan serta dilengkapi fitur simulasi gerak, mechanical, simulation dsb[4].

Solidworks juga merupakan salah satu aplikasi CAD yang banyak digunakan dalam industri manufaktur dalam hal perancangan suatu desain produk[5]. Perancangan mesin pencetak bakso merupakan langkah inovatif untuk meningkatkan efisiensi dan konsistensi dalam produksi bakso. proses produksi yang bertujuan meningkatkan efisiensi dan efektifitas produksi[6]. maka dibutuhkan suatu teknologi dalam melakukan proses produksinya[7]. Dalam proses pencetakan, para pembuat bakso umumnya masih menggunakan cara manual. Namun, metode ini memiliki kekurangan karena membutuhkan banyak waktu dan tenaga[8]. . Oleh karena itu, tantangan muncul untuk mengembangkan solusi inovatif yang menggabungkan teknologi modern[9].

Penelitian-penelitian sebelumnya cenderung fokus pada efisiensi produksi dan kualitas bakso yang dihasilkan, namun kurang memperhatikan aspek keselamatan operator selama proses produksi. Arduino UNO sebagai pengontrol utama keseluruhan alat[10]. Dalam upaya meningkatkan keselamatan dan keefektifan mesin[11]. . Sensor ultrasonik HC-SR04 biasa digunakan sebagai sensor jarak[12]. Alat ini bekerja ketika mikrokontroler Arduino Uno memproses sensor ultrasonik sebagai pendeteksi jarak[13]. Mikrokontroler Arduino merupakan mikrokontroler open source yang dapat diprogram dengan mudah dan dapat diupdate setiap saat[14]. Arduino, sebuah perangkat keras sumber terbuka yang terkenal dan banyak digunakan, mampu mengumpulkan data dari berbagai sensor, mengirimkan informasi menggunakan teknologi komunikasi, dan mengontrol perangkat melalui aktuator[15]. Sensor ini dipasang di bagian depan dan Sensor menerima data dari sensor yang terpasang[16]. Pengembangan Mesin Pencetak Bakso dengan Sistem Keamanan Berbasis Arduino Uno. penelitian akan berfokus pada analisis struktural mesin menggunakan Perangkat Lunak *Solidworks 2024* Ini merupakan salah satu teknologi aplikasi komputer yang paling berpengaruh

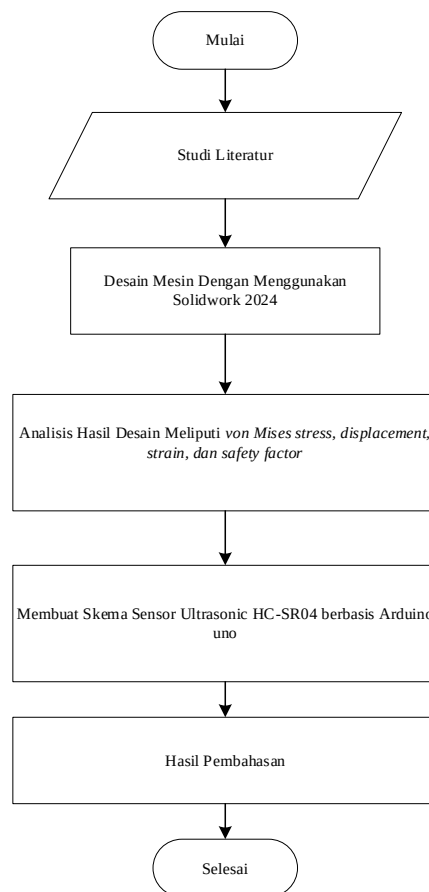
dalam Teknik[17]., yang meliputi analisis von Mises stress, displacement, strain, dan safety factor. Penggunaan solidworks sangat membantu desainer untuk memperkirakan bentuk, ukuran, bahan, dan kekuatan[18].

Penelitian ini berfokus pada perancangan mesin pencetak bakso dengan sistem keamanan berbasis Arduino Uno. Rumusan masalah meliputi pembuatan desain mesin, perhitungan analisis *von Mises stress*, *displacement*, *strain*, dan *safety factor*, serta penerapan Arduino Uno dan sensor HC-SR04 sebagai sistem perlindungan operator. Penelitian ini dibatasi pada pembuatan desain menggunakan *SolidWorks 2024*, analisis struktur menggunakan perangkat lunak yang sama, serta implementasi sensor jarak untuk memberikan peringatan keselamatan. Selain itu, mesin ini juga dilengkapi dua servo untuk mengoperasikan pemotong adonan guna mencegah bentuk adonan menjadi lonjong, serta satu servo tambahan untuk menggerakkan mekanisme iris otomatis yang berfungsi mengatur ukuran adonan bakso. Tujuan utama penelitian adalah merancang mesin pencetak bakso yang efisien dan aman, memastikan kekuatan struktur melalui analisis mekanika, serta meningkatkan keselamatan kerja melalui sistem deteksi jarak dan pengaturan mekanisme berbasis Arduino Uno

II. Metode

2.1 Diagram alir penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam perancangan mesin Pencetak Bakso Berbasis Arduino uno untuk perlindungan Operator.melibatkan beberapa langkah penting. berikut merupakan diagram alir penelitian mesin pencetak Bakso. Yang ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

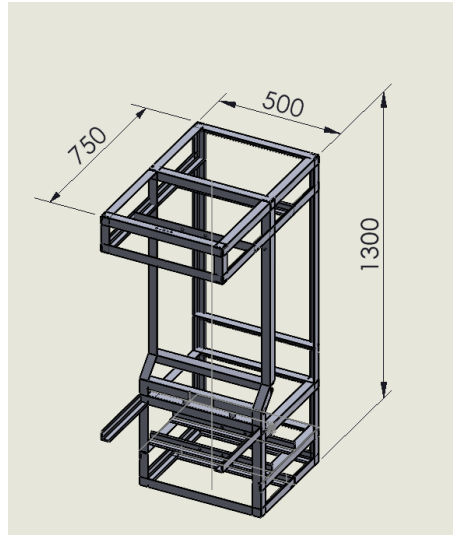
2.2 Metode penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam perancangan mesin pencetak bakso berbasis Arduino Uno untuk perlindungan operator meliputi beberapa tahapan utama. Penelitian diawali dengan studi literatur untuk memahami prinsip kerja mesin pembuat bakso dan mikrokontroler Arduino Uno. Selanjutnya dilakukan analisis kebutuhan guna mengidentifikasi fungsi mesin, menentukan fitur keamanan bagi operator, serta mengkaji potensi risiko dan cara mitigasinya. Tahap berikutnya adalah penyusunan konsep desain, mencakup perancangan mekanik mesin dan sistem kontrol berbasis Arduino. Setelah itu dilakukan perancangan sistem kontrol dengan menyusun arsitektur Arduino Uno serta integrasi sensor keamanan. Sistem yang telah dirancang kemudian dimodelkan melalui simulasi komputer untuk memvalidasi kinerja kontrol. Pada tahap optimasi desain, dilakukan analisis efisiensi dan penyempurnaan berdasarkan

hasil simulasi. Akhirnya, penelitian ditutup dengan analisis hasil dan penarikan kesimpulan mengenai efektivitas, kelayakan, serta tingkat keamanan desain mesin pencetak bakso yang diusulkan.

2.3 Konsep Referensi Mesin Pencetak Bakso

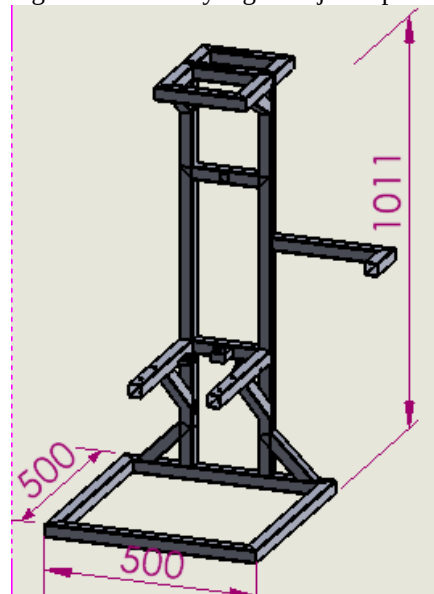
Kerangka mesin dirancang menggunakan profil besi siku (angle iron) berukuran 35x35x5 mm, dengan dimensi P x L x T 750x500x1300 mm. membutuhkan 20,8 meter untuk keseluruhan material kerangka mesin. Material ini dipilih karena memiliki kekuatan struktural yang Sangat kokoh untuk menopang beban sistem pengaduk. Berikut merupakan gambar konsep referensi mesin pencetak Bakso yang ditunjukkan pada gambar 2 :



Gambar 2. Konsep Referensi Mesin Pencetak Bakso

2.4 Kerangka Mesin Desain Baru

Kerangka mesin dirancang menggunakan profil besi hollow berukuran 20x20x1,5 mm, dengan dimensi keseluruhan 500x500x1011 mm. Total material yang dibutuhkan hanya sekitar 8,5 meter, jauh lebih efisien dibandingkan desain sebelumnya. Penggunaan besi hollow dipilih karena selain lebih hemat biaya, juga memiliki kekuatan struktural yang cukup kokoh untuk menopang sistem pengaduk, sehingga tetap memenuhi kebutuhan fungsional mesin. Berikut gambar kerangka desain baru yang ditunjukkan pada gambar 3:

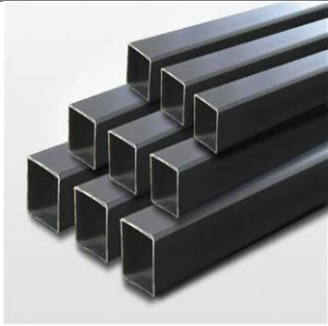
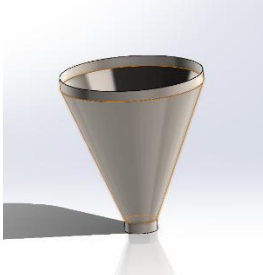
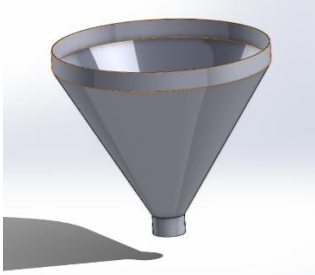
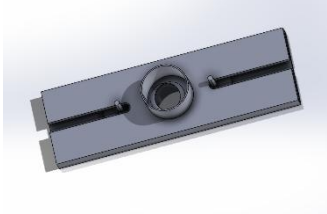
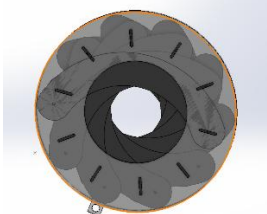


Gambar 3. Kerangka Mesin Desain Baru

III. Hasil dan Pembahasan

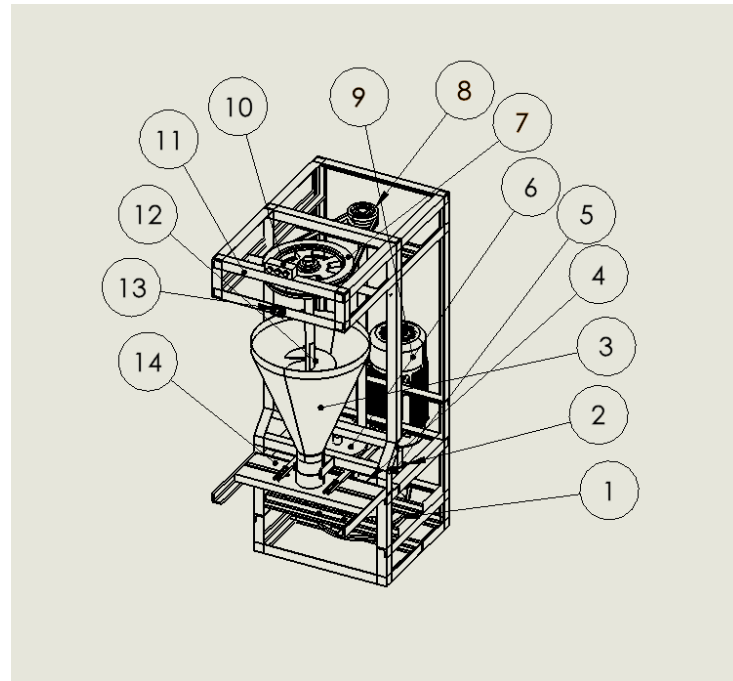
3.1 Pemilihan Komponen

Tabel 1 Pemilihan Komponen

Sub-bagian	Konsep A	Konsep B
Material	 Siku 35x35x5 mm	 Hollow 30x20x1,5 mm
Hopper	 Kapasitas 26 kg	 Kapasitas 11 kg
Transmisi	 Puli	 Worm Gear Reducer
Cetakan Bakso	 Ukuran tetap (diameter 30 mm)	 Variabel dengan sistem iris (10,5–89 mm)

Berdasarkan hasil Tabel 1 mengenai pemilihan komponen, konsep yang menunjukkan keunggulan akan dipilih untuk dikembangkan lebih lanjut ke tahap perancangan produk. Berikut ini adalah konsep dari mesin pencetak bakso yang akan dirancang.

1. Konsep pertama (Konsep A) melibatkan rangka mesin yang terbuat dari baja tahan karat dengan profil siku berukuran 35 x 35 x 5 mm. Rangka ini memiliki dimensi panjang 750 mm, tinggi 1300 mm, dan lebar 500 mm. Selain itu, *hopper* yang digunakan memiliki kapasitas 26 kilogram. Dalam Konsep A ini, mesin Masih menggunakan pencetak manual.



Gambar 4 . Konsep Desain (A)

Keterangan Gambar Konsep A

- | | |
|----------------------------------|-------------------------------|
| 1. Puli 10 inch | 8. Puli 2 inch |
| 2. Puli 2 inch | 9. Motor Listrik 0,5 Hp |
| 3. Hopper Kapasitas 26 Kg | 10. Lampu Led Peringatan |
| 4. Puli 2 inch | 11. Kerangka siku 35x35x5 mm |
| 5. Puli 2 inch | 12. Pengaduk Adonan |
| 6. Gir Penggerak Lengan Pemotong | 13. Sensor Ultrasonic Hcsr-04 |
| 7. Puli 6 inch | 14. Pemotong Manual |

3.2 Analisa DFA (*Design for Assembly*) konsep desain mesin A

Design for Assembly, jika dijelaskan secara sederhana, merupakan proses merancang produk atau peralatan dengan tujuan mempermudah dan mendukung proses perakitan[19]. Penerapan metode *Design for Assembly* (DFA) ditujukan untuk menghasilkan desain mesin pencetak bakso yang lebih efektif dengan nilai efisiensi yang lebih tinggi. Rincian hasil analisis dan perhitungan setiap komponen pada mesin pencetak bakso A dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2 Perhitungan *Desain For Assembly* Mesin pencetak bakso Konsep A

Part ID No	Name Of Assembly	Number Of Time The Operation Is Carried Out Consecutivity	Manual Handling Code	Manual Handling Time Per Part	Manual Insertion Code	Manual Insertion Time Per Part	Operation Time, Second = [(5) + (7)]	Figures For Estimation Of Theoretical Minimum Part
1	Puli 10 Inch	1	5.0	2.73	5.9	12	14.73	1
2	Puli 2 Inch	4	4.0	2.73	3.8	6.0	34.92	1
3	Hopper	1	3.0	1.95	0.1	2.5	4.45	1

4	Gir Penggerak	1	3.0	2.73	5.9	12	14.73	1
5	Puli 6 Inch	1	3.0	2.73	4.8	8.5	11.23	0
6	Motor Listrik	1	9.5	4.0	9.2	5.0	9	1
7	Lampu Led	1	0.1	1.8	3.8	6.0	7.8	0
8	Rangka 35x35x5mm	1	4.1	1.95	9.6	12	13.95	1
9	Pengaduk Adonan	1	1.1	2.73	3.8	6.0	8.73	1
10	Sensor Ultrasonic	1	1.0	2.25	3.8	6.0	8.25	0
11	Pemotong Manual	2	4.1	2.25	4.8	8.5	21.5	1
Total		19					149.29	8
							T_M	N_M

$$\text{Design Efficiency (\%)} = \frac{3 \times 8}{149.29} \times 100\% = 0,16 \quad (1)$$

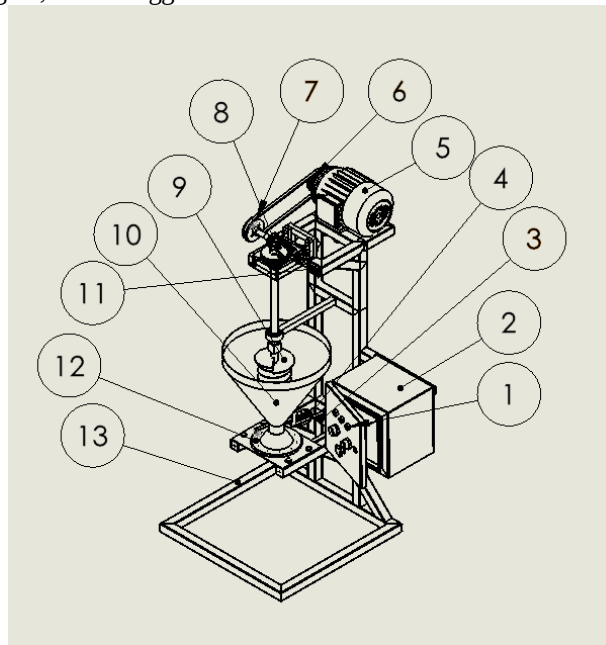
Keterangan:

3 : waktu teoritis minimum per part (detik)

N_M : *Theoretical Minimum Number of Parts* (jumlah part minimum yang benar-benar diperlukan untuk fungsi produk)

T_M : *Measured Assembly Time* (total waktu rakit aktual, hasil penjumlahan semua waktu pada tabel DFA)

- Konsep kedua (Konsep B) mencakup rangka mesin yang terbuat dari Square Hollow Section dengan ukuran 20 x 20 x 1,5 mm. Pemilihan rangka yang lebih kecil ini bertujuan untuk mengurangi biaya, sambil tetap menjaga kekuatan yang diperlukan. Rangka tersebut memiliki dimensi panjang 500 mm, tinggi 1011 mm, dan lebar 500 mm. Selain itu, hopper yang digunakan memiliki kapasitas 11 kilogram. Dalam Konsep B ini, mesin dilengkapi dengan cetakan otomatis yang menggunakan mekanisme buka dan tutup, dengan kemampuan cetakan untuk membuka dalam rentang 10,5 mm hingga 89 mm



Gambar 5. Konsep Desain (B)

Keterangan Gambar Konsep B

- | | |
|-----------------------------|----------------------------------|
| 1. Lampu Led Peringatan | 8. Transmisi (Worm Gear Reducer) |
| 2. Panel Kelistrikan | 9. Pengaduk Adonan |
| 3. Servo penggerak Pencetak | 10. Hopper kapasitas 11 kg |
| 4. Servo penggerak Pemotong | 11. Sensor Ultrasonic Hcsr-04 |
| 5. Motor Listrik 0,5 Hp | 12. Mekanisme Pencetak Otomatis |
| 6. Puli 3 inch | 13. Kerangka 20x20x1,5 mm |
| 7. Puli 3 inch | |

3.3 Analisa DFA (*Design for Assembly*) konsep desain mesin B

Penerapan metode *Design for Assembly* (DFA) ditujukan untuk menghasilkan desain mesin pencetak bakso yang lebih efektif dengan nilai efisiensi yang lebih tinggi. Rincian hasil analisis dan perhitungan setiap komponen pada mesin pencetak bakso A dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3. Perhitungan *Desain For Assembly* Mesin pencetak bakso Konsep B

Part ID No	Name Of Assembly	Number Of Time The Operation Is Carried Out Consecutivity	Manual Handling Code	Manual Handling Time Per Part	Manual Insertion Code	Manual Insertion Time Per Part	Operation Time, Second = [(5) + (7)]	Figures For Estimation Of Theoretical Minimum Part
1	Lampu led	1	4.0	3.6	0.1	2.5	6.1	0
2	Panel Listrik	1	8.3	5.6	3.8	6.0	11.6	1
3	Servo	3	5.8	8.0	3.8	6.0	42.0	1
4	Motor Listrik	1	9.5	4.0	9.2	5.0	9.0	1
5	Puli 3 inch	2	4.0	3.6	3.8	6.0	19.2	1
6	<i>Worm Gear Reducer</i>	1	8.3	5.6	3.8	6.0	11.6	1
7	Pengaduk adonan	1	1.1	1.8	3.8	6.0	7.8	1
8	Hopper	1	3.0	1.95	0.1	2.5	4.45	1
9	Sensor Ultrasonic	1	1.0	1.5	3.8	6.0	7.5	0
10	Mekanisme Pencetak Otomatis	1	7.0	5.1	3.8	6.0	11.1	1
11	Kerangka 20x20x1,5 mm	1	4.1	6.85	9.6	12	18.85	1
Total		14					149.2	9
							T_M	N_M

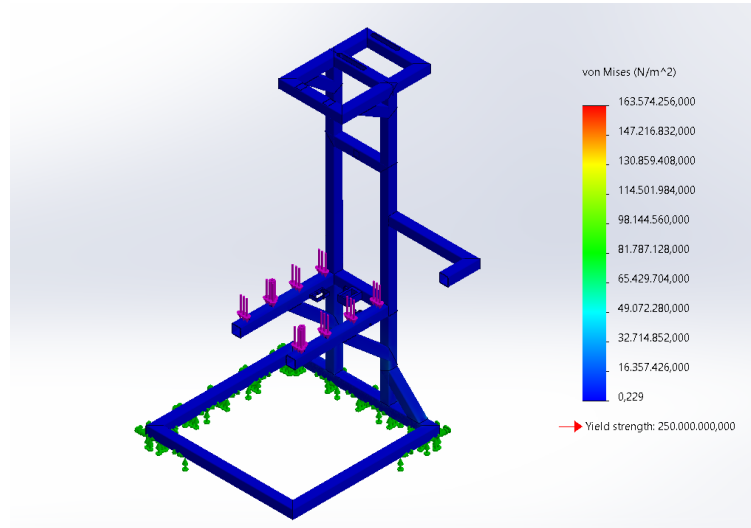
$$\text{Design Efficiency (\%)} = \frac{3 \times 8}{149.29} \times 100\% = 0,18 \quad (2)$$

Berdasarkan hasil analisis DFA, Konsep A mencatatkan waktu perakitan sebesar 149,29 dengan efisiensi 16%, sedangkan Konsep B memiliki waktu perakitan 149,2 dengan efisiensi 18%. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun kedua konsep memiliki waktu perakitan yang hampir sama, Konsep B sedikit lebih efisien dibandingkan Konsep A. Dengan efisiensi yang lebih tinggi, Konsep B menunjukkan potensi perakitan yang lebih sederhana dan efektif, sehingga lebih menguntungkan dari sisi produktivitas dan biaya perakitan

3.4 Simulasi Rangka mesin

Setelah proses desain rangka mesin selesai, langkah berikutnya ialah melakukan simulasi terhadap struktur tersebut. Material yang digunakan dalam analisis adalah baja ASTM A36, dan pembebanan diterapkan pada area tertentu dari kerangka mesin. Berikut merupakan hasil analisis kekuatan rangka desain pilihan yang ditunjukkan pada gambar 6.7.8. dan 9.:

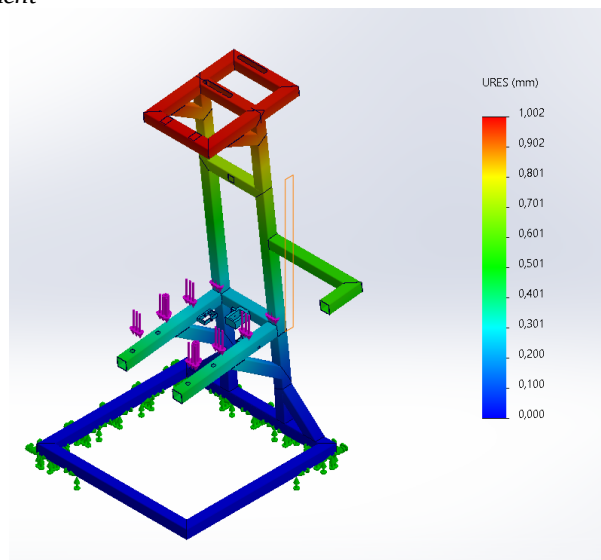
1. Hasil Simulasi *Von misses*



Gambar 6. Hasil Analisis *Von Misses*

Warna yang terdapat pada gambar 6 rangka di atas merupakan nilai *von Mises*. Besar tegangan *von Mises* terbesar terjadi pada bagian tengah sambungan rangka, ditandai dengan warna kuning ke oranye dengan besar nilai *von Mises* yaitu 147.216.832,000 N/m² – 163.574.256,000 N/m². Nilai ini masih berada di bawah batas leleh material sebesar 250.000.000,000 N/m², sehingga struktur rangka masih tergolong aman.

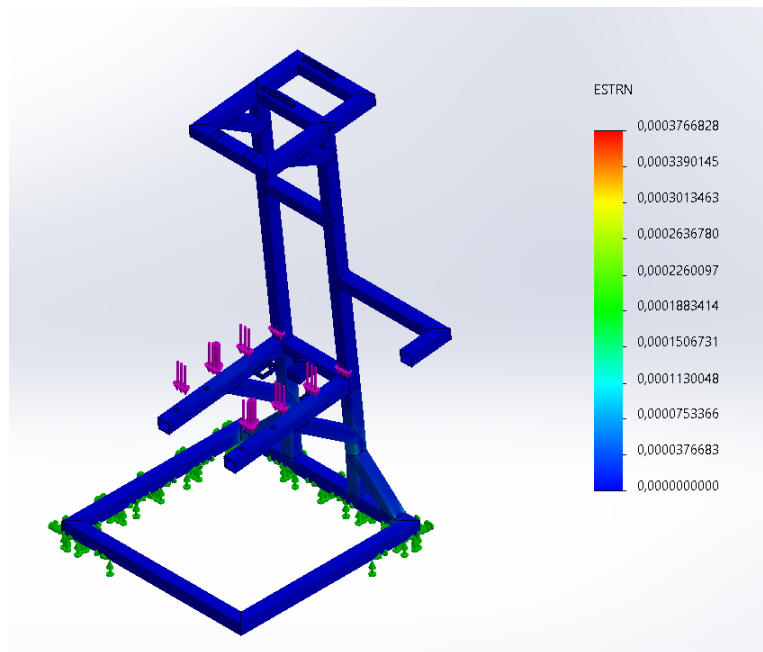
2. Hasil Simulasi *Displacement*



Gambar 7. Hasil Analisis *Displacement*

Warna yang terdapat pada gambar 7 rangka merupakan nilai *displacement* (perpindahan total). Besar perpindahan terbesar terjadi pada bagian atas rangka, ditandai dengan warna merah, dengan nilai *displacement* yaitu 1,002 mm. Sedangkan bagian bawah rangka yang berwarna biru mengalami perpindahan sangat kecil, yaitu 0 mm, yang menunjukkan bahwa bagian tersebut relatif stabil dan tidak mengalami deformasi signifikan akibat beban yang diberikan.

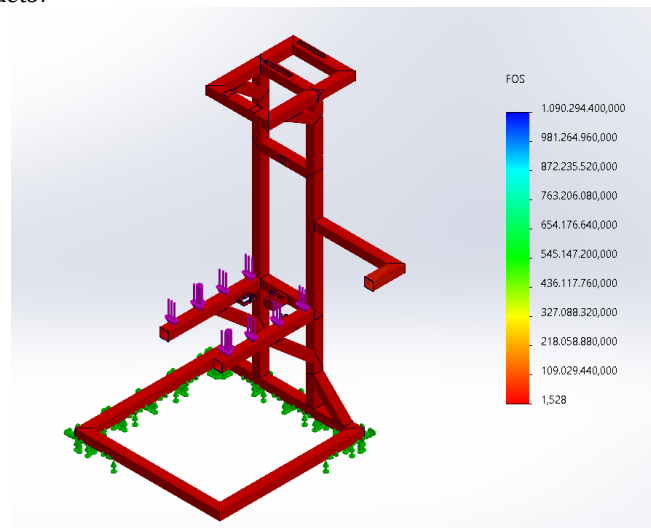
3. Hasil Simulasi *Strain*



Gambar 8. Hasil Analisis *Strain*

Pada gambar 8 Nilai *strain* terbesar terjadi pada bagian atas sambungan rangka, ditandai dengan warna merah, dengan besar nilai *strain* yaitu 0,000376. Sedangkan bagian bawah rangka yang berwarna biru mengalami nilai *strain* yang sangat kecil, yaitu 0, yang berarti daerah tersebut tidak mengalami regangan signifikan akibat pembebanan.

4. Hasil Simulasi *Safety factor*

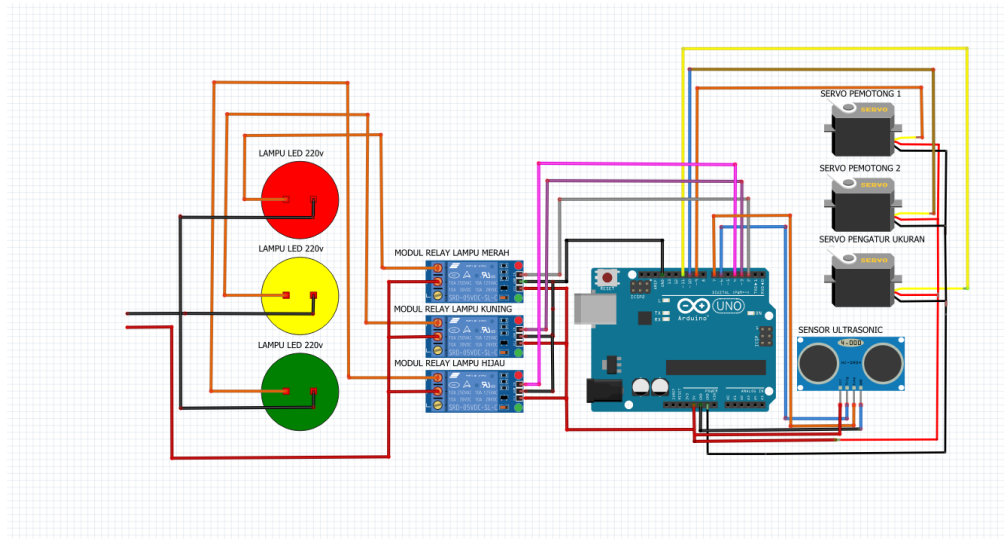


Gambar 9. Hasil Analisis *Safety factor*

Nilai *Safety Factor* terendah terjadi di bagian sambungan tengah rangka yang ditandai dengan warna merah, dengan nilai minimum sebesar 1,528. Nilai *Safety Factor* ini berarti struktur masih dalam kondisi aman, Apabila nilai safety factor berada di bawah 1, maka komponen atau produk tersebut dianggap tidak memenuhi standar keamanan, berpotensi mengalami kegagalan saat digunakan, dan membahayakan penggunaan[20]. Oleh karena itu, nilai minimum 1,528 ini masih berada di atas ambang batas aman.

3.5 Penerapan Arduino uno

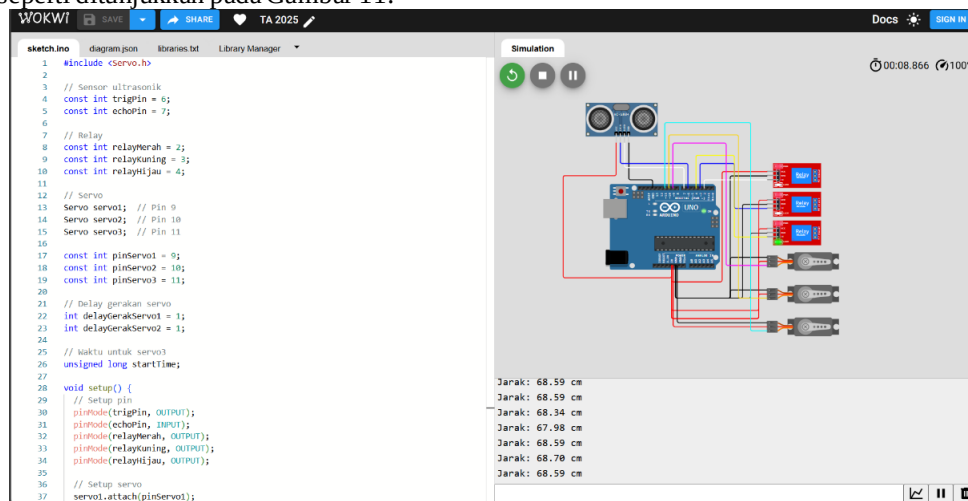
Sistem perlindungan operator dirancang menggunakan mikrokontroler Arduino Uno sebagai pusat kendali dan sensor HC-SR04 untuk mendeteksi keberadaan objek atau manusia di area kerja. Sensor ini ditempatkan menghadap area operator dan akan mengaktifkan peringatan berupa lampu LED merah jika jarak terdeteksi kurang dari 10 cm. Selain sistem keamanan, rancangan ini juga dilengkapi servo motor yang berfungsi sebagai pemotong adonan dan pengatur ukuran bakso, di mana gerakan servo dikendalikan Arduino berdasarkan logika waktu aktif dan sudut putar yang telah diprogram. Berikut skema rangkaian sistem Arduino yang ditunjukkan pada gambar 10:



Gambar 10. Rangkaian Sistem Arduino Uno

3.6 Penerapan Arduino uno

Simulasi dengan Wokwi digunakan untuk menguji rangkaian dan program secara virtual sebelum diterapkan pada perangkat sebenarnya. Melalui platform ini, fungsi Arduino Uno, sensor HC-SR04, LED, dan servo dapat diverifikasi lebih awal, seperti ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Simulasi Dengan Wokwi

<https://wokwi.com/projects/429753926451653633>

VII. Simpulan

Kesimpulannya, desain B lebih memenuhi tujuan perancangan mesin pencetak bakso dengan sistem keamanan berbasis Arduino Uno karena lebih ringkas, efisien, dan hemat material dibandingkan desain awal, serta telah dilengkapi mekanisme pencetak dan pemotong otomatis berbasis servo. Melalui analisis kekuatan menggunakan metode von Mises, displacement, strain, dan safety factor, struktur rangka hollow $20 \times 20 \times 1,5$ mm terbukti mampu menahan beban hingga 30 kg dengan kondisi aman dan tidak mendekati batas leleh material. Selain itu, penerapan Arduino Uno dan sensor HC-SR04 memberikan peningkatan signifikan dalam aspek keselamatan kerja, di mana sensor berfungsi mendeteksi keberadaan operator atau objek di area berbahaya dan otomatis menghentikan sistem saat terdeteksi potensi risiko. Dengan demikian, rancangan akhir yang dihasilkan tidak hanya efektif dalam proses pencetakan bakso, tetapi juga aman, kokoh secara struktural, dan sesuai dengan standar perlindungan operator.

Ucapan Terima Kasih

Saya menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo atas segala ilmu, bimbingan, dan pengalaman berharga yang telah saya peroleh selama proses studi hingga penyusunan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga saya tujukan kepada rekan-rekan seperjuangan yang senantiasa memberikan dukungan, saran, dan bantuan, sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik. Semoga segala kebaikan dan kontribusi yang diberikan menjadi amal yang bermanfaat bagi semua pihak.

Referensi

- [1] A. M. Siregar, C. A. Siregar, and K. Umurani, "Desain Dan Pembuatan Mesin Pengaduk Srikaya Guna Membantu Meningkatkan Produktivitas Usaha Toko Roti di Kota Berastagi Sumatera Utara," *Ihsan J. Pengabd. Masy.*, vol. 4, no. 1, 2022, doi: 10.30596/ihsan.v4i1.9970.
- [2] A. Prasetyadi *et al.*, "Pendapat Siswa Terhadap Desain Berbantuan Komputer Dalam Pelatihan Solidworks Di Smk Nusantara Kudus," *Abdimas Altruus J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 5, no. 1, pp. 42–46, 2022, doi: 10.24071/aa.v5i1.3892.
- [3] G. F. N. A. GARIN and Y. Anton Nugroho, "Perancangan Alat PERANCANGAN ALAT PENGGULUNG BENANG MENGGUNAKAN METODE VDI 2221 PADA UKM KF KAYRA," *J. Ilm. Tek. Mesin, Elektro dan Komput.*, vol. 2, no. 3, pp. 130–135, 2022, doi: 10.51903/juritek.v2i3.394.
- [4] W. D. Lestari, L. Edahwati, and N. Adyono, "Pelatihan CAD Static Simulation Menggunakan Solidworks di SMK Turen Malang," *E-Dimas J. Pengabd. Kpd. Masyarakat; Vol 13, No 4 E-DIMAS; 757-761 ; 2528-5041 ; 2087-3565*, 2022, [Online]. Available: <http://journal.upgris.ac.id/index.php/e-dimas/article/view/12802>
- [5] F. Kurniawan *et al.*, "Program Pelatihan Perancangan Desain Universal Joint Sederhana Menggunakan Solidworks Kepada Para Guru di SMK Turen," *Abdi-mesin J. Pengabd. Masy. Tek. Mesin*, vol. 2, no. 1, pp. 46–55, 2022, doi: 10.33005/abdi-mesin.v2i1.31.
- [6] E. Prasetyo, R. Hermawan, M. N. I. Ridho, I. I. Hajar, H. Hariri, and E. A. Pane, "Analisis Kekuatan Rangka Pada Mesin Transverse Ducting Flange (TDF) Menggunakan Software Solidworks," *Rekayasa*, vol. 13, no. 3, pp. 299–306, 2020, doi: 10.21107/rekayasa.v13i3.8872.
- [7] F. Faujiyah and N. Sidik, "Perancangan Rangka Mesin Pencacah Cipuk (Aci Kerupuk)," *J. TEDC*, vol. 14, no. 1, pp. 29–34, 2020, [Online]. Available: <https://ejournal.poltektedc.ac.id/index.php/tedc/article/view/343>
- [8] N. S. Saputra, M. Muchlisinalahuddin, and A. Armila, "Rancang Bangun Mesin Pencetak Bakso," *J. Tek. Mesin*, vol. 15, no. 2, pp. 115–120, 2022, doi: 10.30630/jtm.15.2.859.
- [9] A. R. Prasetyo, S. Yulianto, and E. Widodo, "Rancangan Prototipe Mesin Pengering Gabah Berbasis Teknologi Hybrid Prototype Design of Grain Dryer Machine Based on Hybrid Technology," *J. Konversi Energi dan Manufaktur*, vol. 9, no. 1, pp. 32–42, 2024.
- [10] Rizky Wahyu Pradana, Ganjar Febriyani Pratiwi, and Tri Nur Arifin, "Rancang Bangun Sistem Pemantau Ketinggian Air Otomatis Menggunakan Sensor Ultrasonik (Hc-Sr04) Berbasis Arduino Uno Dengan Antarmuka Komputer Berbasis Microsoft Visual Basic 6.0," *J. Tek. dan Sci.*, vol. 3, no. 1, pp. 13–24, 2024, doi: 10.56127/jts.v3i1.1212.
- [11] A. F. Zulkarnain and M. Mulyadi, "Design and Cost of Pandan Chopping Machine Components with an Electric Motor Drive," *Indones. J. Cult. Community Dev.*, vol. 15, no. 2, Jun. 2024, doi: 10.21070/ijccd.v15i2.1183.
- [12] A. H. Nadyawan, "Aplikasi Sensor Ultrasonic HC-SR04 Pada Robot Anti Penghalang," *Semin. Nas. Fortei7-4*, pp. 306–312, 2021.
- [13] Y. Irawan, Muhandi, R. Ordila, and R. Diandra, "Automatic floor cleaning robot using arduino and ultrasonic sensor," *J. Robot. Control*, vol. 2, no. 4, pp. 240–243, 2021, doi: 10.18196/jrc.2485.
- [14] A. S. Ismailov and Z. B. Jo'rayev, "Study of arduino microcontroller board," *"Science Educ. Sci. J.*, vol. 3, no. 3, pp. 172–179, 2022, [Online]. Available: www.openscience.uz
- [15] S. M. Kim, Y. Choi, and J. Suh, "Applications of the open-source hardware Arduino platform in the mining industry: A review," *Appl. Sci.*, vol. 10, no. 14, 2020, doi: 10.3390/app10145018.
- [16] S. S. Goswami and S. K. Sahoo, "Design of a Robotic Vehicle to Avoid Obstacle Using Arduino Microcontroller and Ultrasonic Sensor," *Adv. Transdiscipl. Eng.*, vol. 42, pp. 1002–1010, 2023, doi: 10.3233/ATDE231041.
- [17] S. Gao and L. K. Bhagi, "Design and research on CADD/CAM system of plane based on NC machining technology," *Comput. Aided. Des. Appl.*, vol. 19, no. S2, pp. 64–73, 2022, doi: 10.14733/cadaps.2022.S2.64-73.
- [18] G. Andriyanto, "Analisis Uji Statis pada Sambungan Las antara SS 201 Annealed dan AISI 4340 Steel Annealed dengan Solidworks," pp. 1–8, 2021.

- [19] A. Sitepu and D. Brilioneristen, "Penerapan Design For Manufacturing And Assembly (DFMA) Pada Jam Dinding," *J. Energy dan Eng.*, vol. 6, no. 1, pp. 183–191, 2023, doi: 10.32734/ee.v6i1.1803.
- [20] S. Suryady and A. D. Sapto, "Pembebanan Statis terhadap Rangka Mesin Alat Pengaduk untuk Adonan Donat menggunakan Software FEA," *J. Tek. Mesin*, vol. 13, no. 1, p. 22, 2024, doi: 10.22441/jtm.v13i1.17689.

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.