

Perancangan Mesin Sangrai Kacang Kulit Dengan Sistem Pengeluaran Tanpa Pengerukan Serta Analisis Simulasi Termal

Selfi Bella Herrani*, Rani Puspita Dewi

Program Studi Sarjana Terapan, Teknologi Rekayasa Perancangan Manufaktur, Fakultas Teknik, Universitas Tidar,
Jl. Kapten Suparman No. 39, Potrobangsari, Kecamatan Magelang Utara.

E-mail: selfibellaherrani@gmail.com

Dikirim: 13 Mei 2026; Diterima: 20 Juli 2026; Diterbitkan: 25 Juli 2026

Abstract

Peanut is one of the agricultural commodities commonly utilized by Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) as raw material for roasted peanut products. In general, the roasting process in small-scale industries is still carried out conventionally using manual stirring over an open stove. This condition often causes operator fatigue, uneven roasting quality, and inefficient heat usage. Several previous studies have developed roasting machines to improve productivity; however, the product discharge process still requires manual scraping and the heating system tends to consume relatively high fuel energy. Therefore, this research aims to design a peanut roasting machine equipped with an automatic discharge mechanism without manual scraping and supported by a single-burner heating system. The study applied an engineering design method combined with numerical simulation using SolidWorks 2024 software. The research stages consisted of literature review, component calculation, three-dimensional modeling, mechanical simulation, thermal analysis, and evaluation of simulation results. Mechanical analysis was conducted to determine the structural performance of the roasting cylinder under rotational loads, while thermal simulation was used to evaluate heat distribution from the heat source to the roasting drum. The simulation results indicated that the designed machine was able to reduce operator workload, simplify the discharge process, and provide more stable heat distribution during roasting. Consequently, the proposed machine design is expected to increase productivity and operational efficiency in household-scale roasted peanut industries.

Keywords: heat transfer; mechanical analysis; peanut roasting machine; thermal simulation; UMKM

1. Pendahuluan

Kacang tanah merupakan komoditas pertanian unggulan dengan nilai ekonomi tinggi yang menjadi bahan baku utama bagi sektor UMKM di wilayah Keranggan. Keberlangsungan industri rumah tangga ini sangat bergantung pada ketersediaan bahan baku berkualitas serta teknik pengolahan tepat guna yang diinginkan konsumen. Namun, pengolahan tradisional yang masih mendominasi seringkali memicu kendala serius terkait efisiensi waktu dan tenaga [1]. Sebagai solusi, diperlukan inovasi mekanik untuk mengatasi masalah tersebut guna mendukung produktivitas pengrajin lokal secara berkelanjutan dan terukur [2].

Metode penyangraian manual di atas tungku api selama berjam-jam secara konsisten menyebabkan kelelahan fisik bagi operator di lapangan. Kondisi kerja ekstrem ini tidak hanya berdampak buruk pada kesehatan, tetapi juga memicu ketidakkonsistenan kualitas produk dengan tingkat kerusakan mencapai 19%. Selain itu, penggunaan tipe tungku terbuka menyebabkan penyebaran panas tidak merata dan menciptakan lingkungan kerja yang sangat panas [3]. Konstruksi mesin yang kokoh sangat dipengaruhi oleh pemilihan bahan dan sambungan yang tepat [4]. Beberapa penelitian terdahulu telah berupaya mengembangkan mesin sangrai dengan kapasitas produksi antara 10 kg hingga 25 kg menggunakan penggerak motor listrik. Meskipun demikian, rancangan tersebut dinilai masih memiliki kekurangan pada mekanisme pengeluaran hasil yang tetap mengharuskan operator melakukan pengerukan secara manual. Penggunaan sistem pemanas dua tungku juga dianggap kurang efisien bagi pelaku UMKM [5]. Pemilihan jenis bantalan harus disesuaikan dengan besar beban dan kecepatan putar poros agar memiliki umur pakai yang panjang [6].

Terdapat pula desain mesin yang memanfaatkan limbah oli bekas sebagai bahan bakar, namun memerlukan pengaturan suhu yang sangat hati-hati [7]. Hal ini diperparah oleh penggunaan minyak goreng berulang pada pengolahan kacang telur yang berdampak buruk bagi kesehatan [8]. Faktor keamanan merupakan hal yang sangat penting diperhatikan

dalam perencanaan elemen mesin agar dapat bekerja dengan aman [9]. Oleh karena itu, prinsip kerja mesin harus didasarkan pada mekanisme pengadukan berputar untuk memastikan penyaluran panas yang merata [10].

Melalui penelitian ini, dilakukan penyempurnaan desain mesin agar lebih ergonomis dengan fitur pengeluaran otomatis tanpa pengerukan manual. Fokus utama perancangan adalah mengganti sistem tungku pemanggang menjadi kompor satu tungku yang lebih ringkas namun tetap stabil mendistribusikan panas. Inovasi ini bertujuan meningkatkan kualitas produksi tanpa memberikan beban fisik berlebih kepada para pekerja [11]. Penggunaan bahan bakar LPG dipilih untuk meningkatkan efisiensi waktu produksi jika dibandingkan dengan bahan bakar tradisional [12]. Sebagai sumber energi panas yang terkendali, LPG terbukti lebih bersih dan efisien dalam mendukung produktivitas industri [13].

Metodologi yang diterapkan melibatkan analisis teknis mendalam melalui simulasi mekanis dan termal menggunakan perangkat lunak SolidWorks 2024. Langkah ini sangat penting untuk memastikan kekuatan struktur silinder serta efektivitas perpindahan panas pada mesin berkapasitas 5 kg hingga 7,5 kg. Hasil rancangan diharapkan menjadi standar teknologi tepat guna yang meningkatkan produktivitas [14]. Penerapan teknologi ini juga bertujuan menjamin standarisasi kualitas agar pemasaran produk dapat menjangkau pasar lebih luas [15].

2. Material dan metodologi

Material yang digunakan dalam perancangan mesin meliputi *stainless steel* AISI 304 sebagai material tabung sangrai, besi siku sebagai konstruksi rangka, motor listrik AC sebagai sumber penggerak utama, gearbox dan *pulley V-belt* sebagai sistem transmisi daya, serta kompor gas LPG sebagai sumber energi panas. Seluruh proses desain dan simulasi dilakukan menggunakan *software* SolidWorks 2024. Berikut diagram alur proses pembuatan mesin sangrai kacang kulit dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alur Proses Pembuatan Mesin Sangrai Kacang Kulit

2.2. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan melalui jurnal, buku, dan penelitian terdahulu untuk memperkuat landasan teori serta memahami karakteristik kacang tanah dan mesin sangrai kacang kulit sebagai dasar perancangan penelitian.

2.3. Perhitungan Komponen dan Perhitungan Simulasi

2.3.1 Perhitungan Komponen

Dalam perhitungan elemen mesin, daya motor listrik yang digunakan dapat dinyatakan sebagai hasil perkalian antara torsi motor dan kecepatan sudut motor. Torsi merupakan besaran yang menunjukkan kemampuan suatu gaya dalam memutar benda terhadap suatu poros. Sedangkan kecepatan sudut adalah besaran yang menunjukkan laju rotasi benda dalam satuan rad/s [9].

- a. Kecepatan sudut motor digunakan untuk mengetahui nilai kecepatan putar motor, yang dapat dihitung menggunakan Persamaan 1.

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} \quad (1)$$

Dimana:

1. ω = kecepatan sudut motor (rad/s)
2. n = putaran motor (rpm)
3. 60 = konversi menit (detik)
4. 2π = 1 putaran penuh (radian)

- b. Torsi motor digunakan untuk mengetahui besar momen puntir yang dihasilkan oleh motor, yang dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.

$$T = \frac{P}{\omega} \quad (2)$$

Dimana:

1. T = torsi motor (Nm)
2. P = daya motor listrik (Watt)
3. ω = kecepatan sudut (rad/s)

- c. Daya motor listrik digunakan untuk mengetahui besar daya yang dibutuhkan atau dihasilkan oleh motor listrik, yang dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.

$$P = T \times \omega \quad (3)$$

Dimana:

1. P = daya motor listrik (Watt)
2. T = torsi motor (Nmm)
3. ω = kecepatan sudut (rad/s)

2.3.2 Perhitungan Simulasi

Simulasi termal digunakan untuk menganalisis perpindahan panas dari kompor menuju tabung sangrai guna memastikan distribusi suhu tetap merata selama proses pemanasan. Berdasarkan besaran energi panas yang diperoleh, laju perpindahan panas dapat ditentukan untuk kemudian digunakan dalam menghitung durasi pemanasan yang diperlukan [4].

- a. Energi panas pada silinder dihitung terlebih dahulu menggunakan Persamaan 4.

$$Q = m \times c \times \Delta T \quad (4)$$

Dimana:

1. Q = energi panas (J)

2. m = massa bahan/tabung (kg)
3. c = kalor jenis material (J/kg°C)
4. ΔT = perubahan suhu (°C)

b. Laju perpindahan panas yang diperlukan dengan persamaan 5.

$$q = \frac{k \times A \times \Delta T}{L} \quad (5)$$

Dimana:

1. q = laju perpindahan panas (W)
2. k = konduktivitas termal material (W/m°C)
3. A = luas permukaan perpindahan panas (m²)
4. ΔT = beda suhu (°C)
5. L = ketebalan dinding tabung (m)

c. Waktu pemanasan yang diperlukan dengan persamaan (6)

$$t = \frac{Q}{P} \quad (6)$$

Dimana:

1. t = waktu pemanasan (s)
2. Q = energi panas (J)
3. P = daya panas kompor (W)

2.4. Hasil Telah Sesuai

Hasil perhitungan dievaluasi untuk memastikan kesesuaian dengan kriteria yang telah ditentukan sehingga kesalahan dapat diminimalkan sebelum masuk ke tahap desain dan pengembangan rancangan alat.

2.5. Pembuatan Desain

Tahap pembuatan desain dilakukan setelah hasil perhitungan dinyatakan sesuai. Proses ini menghasilkan rancangan visual yang menunjukkan bentuk, ukuran, dan hubungan antar komponen sehingga mempermudah visualisasi sistem yang akan dikembangkan pada penelitian.

2.6. Sketsa

Sketsa dibuat sebagai gambaran awal rancangan dalam bentuk visual sederhana. Tahap ini bertujuan mempermudah penyusunan ide desain dan memberikan ilustrasi mengenai bentuk dasar serta susunan komponen sebelum dibuat dalam model yang lebih rinci.

2.7. *Software* SolidWorks

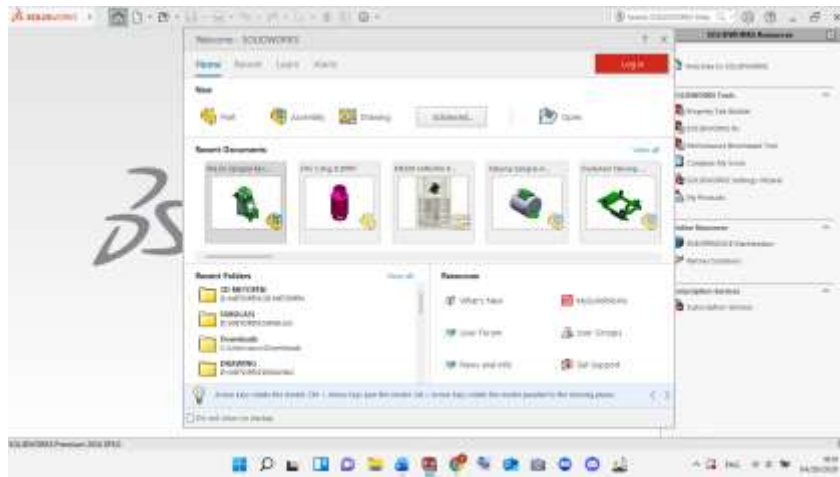
SolidWorks digunakan untuk mengembangkan sketsa menjadi model tiga dimensi yang lebih detail dan presisi. Penggunaan software ini membantu proses visualisasi, evaluasi, serta penyempurnaan desain sehingga rancangan dapat dibuat lebih akurat sesuai kebutuhan penelitian.

2.8. Simulasi

Simulasi dilakukan untuk menguji performa rancangan terhadap beban kerja dan kondisi operasional, sehingga kelemahan desain dapat diketahui lebih awal sebelum tahap implementasi. Berikut merupakan tahapan simulasi yang dilakukan dalam penelitian ini:

a. Pemilihan model

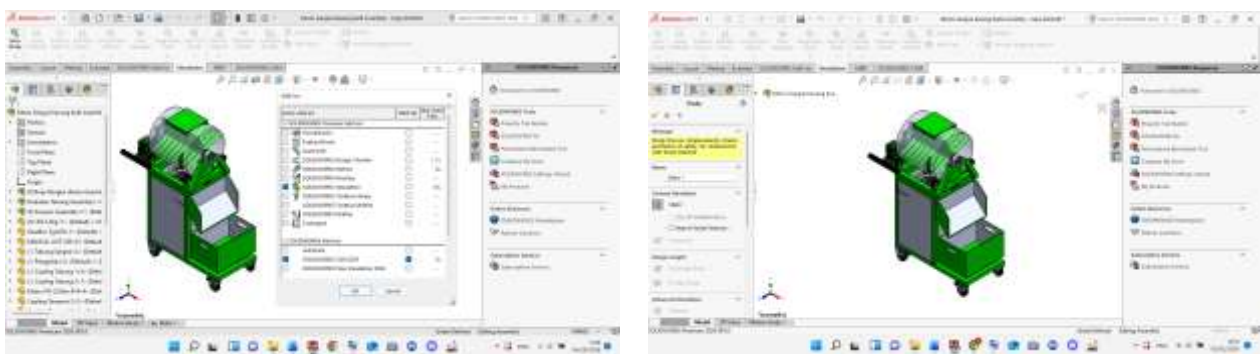
Klik menu *Open*, kemudian pilih file model pada folder dokumen sesuai rancangan. Gambar pemilihan model mesin sangrai kacang kulit bisa dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pemilihan Model

b. Penentuan jenis simulasi yang digunakan.

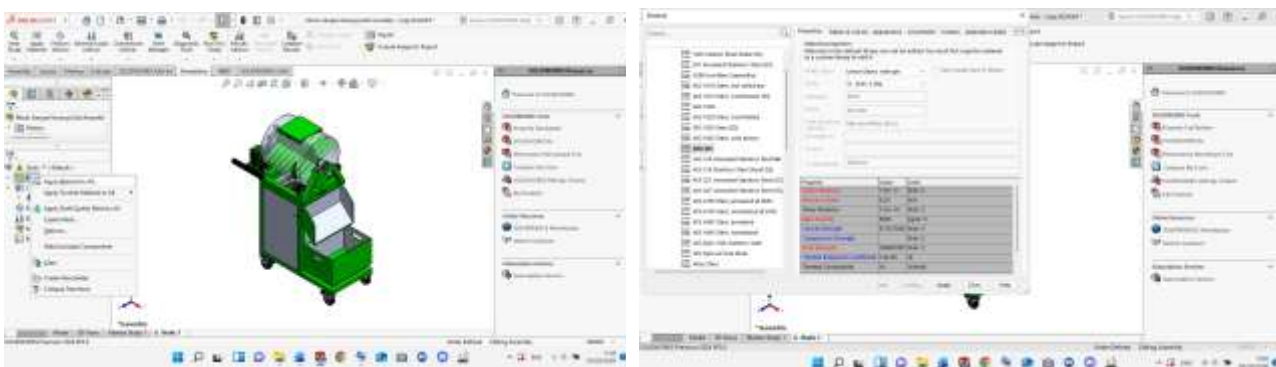
Klik fitur *Simulation* pada *toolbar*. Apabila fitur tersebut belum tersedia, aktifkan terlebih dahulu melalui menu *Add-ins*. Selanjutnya, pilih *New Study*, kemudian tentukan jenis analisis *Static*, lalu klik tanda centang untuk melanjutkan. Gambar penentuan simulasi mesin sangrai kacang kulit bisa dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2.3. Penentuan Simulasi

c. Penentuan material

Klik *Part*, kemudian pilih *Apply Material to All* untuk menerapkan material pada seluruh komponen. Setelah itu, pilih material *AISI 304*, klik *Apply*, kemudian tutup jendela pengaturan dengan memilih *Close*. Gambar penentuan material mesin sangrai kacang kulit bisa dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Penentuam Material

2.9. Hasil Simulasi

Hasil simulasi dievaluasi untuk memastikan rancangan memenuhi kriteria dan spesifikasi yang telah ditentukan sehingga dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan pengembangan desain.

2.10. Analisis dan Pembahasan

Seluruh hasil penelitian dianalisis dan dibahas untuk mengetahui kinerja sistem serta kesesuaian hasil terhadap tujuan penelitian yang telah ditetapkan sebelumnya.

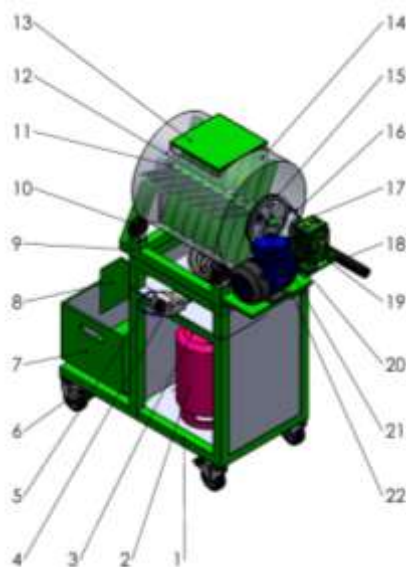
2.11. Kesimpulan

Kesimpulan disusun berdasarkan hasil analisis untuk merangkum temuan penelitian, menjawab tujuan penelitian, serta memberikan saran pengembangan pada penelitian selanjutnya.

3. Hasil dan pembahasan

3.1. Desain Mesin Sangrai Kacang Kulit

Desain mesin sangrai kacang kulit ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi proses penyangraian melalui penggabungan rangka kokoh, sistem pemanas LPG, tabung berpengaduk, serta transmisi mekanis yang mendukung pemerataan panas dan kemudahan pengoperasian bagi produksi UMKM secara aman dan lebih praktis. Gambar 5 merupakan gambar 3D beserta nama-nama komponen yang digunakan dalam penelitian ini:



Gambar 5. Desain Mesin Sangrai Kacang Kulit

Nama Komponennya:

- | | |
|--------------------------|---------------------|
| 1. Rangka Mesin | 13. Tabung |
| 2. Gas LPG | 14. Pengaduk |
| 3. Regulator Gas | 15. Pulley 8 inch |
| 4. Kompor Gas | 16. Van Belt 790 mm |
| 5. Selang Gas | 17. Pulley 3 inch |
| 6. Roda Rangka | 18. Handle |
| 7. Tempat Penampung | 19. Gearbox |
| 8. Chute | 20. Rigid Flange |
| 9. Dudukan Tabung | Coupling Ø= 12 mm; |
| 10. Roda Tabung | p= 13 mm |
| 11. Forged Flange | 21. Motor Listrik |
| Coupling Ø= 25 mm; | 22. Forged Flange |
| p= 65 mm | Coupling Ø= 25 mm; |
| 12. Pillow block UCP-206 | p= 45 mm |

3.2. Perhitungan Komponen Mesin Sangrai Kacang Kulit

Perhitungan komponen dilakukan untuk mengetahui kebutuhan daya motor, torsi, dan kecepatan sudut pada mesin sangrai. Nilai tersebut digunakan sebagai dasar menentukan kemampuan sistem transmisi saat proses penyangraian berlangsung secara stabil. Berikut merupakan perhitungan komponen yang dilakukan dalam penelitian ini:

a. (ω) kecepatan sudut (rad/s)

Dimana:

1. $n_1 = 1.400$ (rpm)
2. 60 = konversi menit (detik)
3. $2\pi = 1$ putaran penuh (radian)

$$\omega = \frac{2\pi X n_1}{60}$$

$$\omega = \frac{2\pi \times 3,14 \times 1.400 \text{ rpm}}{60}$$

$$\omega = \frac{8.792 \text{ rpm}}{60 \text{ s}}$$

$$\omega = 146,53 \text{ rad/s}$$

b. (T) torsi motor (Nmm)

Dimana:

1. $P = 0,25 \text{ HP} = 186,5 \text{ (Watt)}$
2. $\omega = 146,53 \text{ (rad/s)}$

$$T = \frac{P}{\omega}$$

$$T = \frac{186,5 \text{ Watt}}{146,53 \text{ rad/s}}$$

$$T = 1,27 \text{ Nm}$$

$$T = 1.270 \text{ Nmm}$$

c. (P) daya motor listrik yang digunakan

Dimana:

1. (T) = 1270 (Nmm)
2. (ω) = 146,53 (rad/s)

$$P = T \times \omega$$

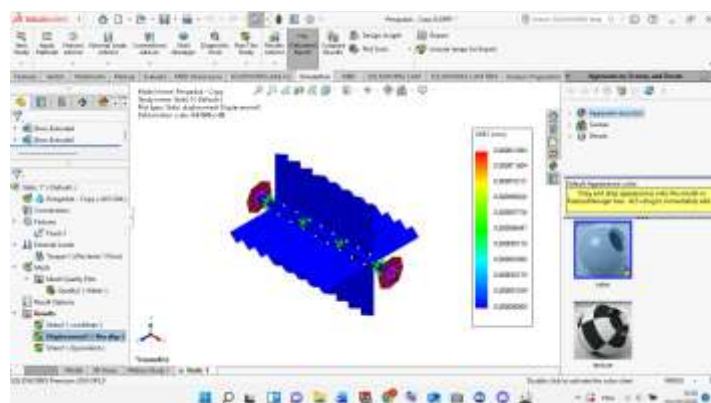
$$P = 1270 \text{ Nmm} \times 146,53 \text{ rad/s}$$

$$P = 186.093,1 \text{ Watt}$$

3.3. Hasil Simulasi Mekanis

Simulasi mekanis dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan tabung *stainless steel* AISI 304 menahan torsi dan putaran selama penyangraian. Hasil menunjukkan deformasi maksimum tetap dalam batas aman sehingga konstruksi mesin bekerja stabil saat operasi pada kondisi kerja yang dirancang secara optimal penuh. Berikut merupakan simulasi yang dilakukan dalam penelitian ini:

a. Penentuan Simulasi Uji Kinerja Silinder



Gambar 6. Hasil Analisis Perpindahan atau Deformasi Pengaduk

Simulasi ini dilakukan untuk menganalisis kemampuan silinder dalam menahan tekanan, beban kerja, serta perubahan bentuk yang terjadi saat alat beroperasi. Gambar hasil analisis perpindahan atau deformasi pengaduk mesin sangrai kacang kulit bisa dilihat pada Gambar 5.

Analisis simulasi menunjukkan tingkat ketahanan struktur pengaduk yang sangat optimal terhadap beban mekanis. Berdasarkan data teknis yang diperoleh melalui perangkat lunak, seluruh parameter menunjukkan bahwa komponen berada dalam batas aman operasional tanpa risiko kerusakan.

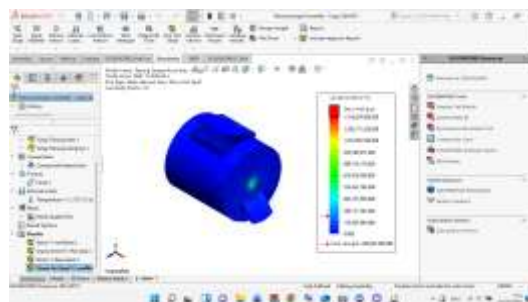
Berikut adalah rincian parameter simulasi uji kinerja silinder berdasarkan hasil pengujian bisa dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rincian Parameter Simulasi Uji Kinerja Silinder

Parameter	Rincian Nilai
Identitas Model	Pengaduk - Copy
Jenis Analisis	Statis (Linear)
Metode <i>Meshing</i>	<i>Solid Mesh</i> (Kualitas Standar)
Material Komponen	Baja Tahan Karat (AISI 304)
Beban Torsi	17 Newton meter (Nm)
Tumpuan (<i>Fixture</i>)	Terikat pada kedua ujung poros
Pergeseran Maksimum	0.0001258 mm
Pergeseran Minimum	0.0000000 mm

b. Penentuan Simulasi Perpindahan Panas

Simulasi perpindahan panas bertujuan untuk mengetahui pola distribusi temperatur dan proses perpindahan kalor pada sistem guna menilai efisiensi termalnya. Gambar hasil analisis stress hot spot diagnostic tabung mesin sangrai kacang kulit bisa dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil Analisis *Stress Hot Spot Diagnostic* Tabung

Hasil simulasi menunjukkan distribusi tegangan pada tabung sangrai guna memastikan integritas struktural saat menerima beban termal. Data teknis ini mengonfirmasi bahwa material mampu menahan tekanan operasional tanpa melewati batas elastisitas yang dapat memicu kerusakan.

Berikut adalah rincian parameter simulasi perpindahan panas berdasarkan hasil pengujian bisa dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rincian Parameter Simulasi Perpindahan Panas

Parameter	Rincian Nilai
Nama Model	Tabung Sangrai <i>Assembly</i>
Jenis Pengujian	<i>Static</i> (Tegangan <i>von Mises</i>)
Metode Identifikasi	<i>Stress Hot Spot Diagnostics</i>
Beban Utama	Temperature-1 (Beban Panas)
Tegangan Maksimum	1,234,854,400.000 N/m ²
Batas Luluh (<i>Yield</i>)	206,807,000.000 N/m ²
Titik Kritis	Area tengah penutup tabung (Indikator Hijau)
Status Struktur	Terdeteksi area konsentrasi tegangan (<i>Hot Spot</i>)

4. Kesimpulan

Inovasi mesin sangrai kacang kulit ini berhasil diciptakan untuk meminimalkan beban kerja fisik melalui sistem pengeluaran produk otomatis yang efisien. Mengandalkan material baja tahan karat AISI 304, alat ini mampu mengolah kapasitas bahan seberat 5 hingga 7,5 kg secara higienis. Perancangan ini diprioritaskan untuk menyederhanakan operasional mesin agar produktivitas industri rumah tangga meningkat secara signifikan.

Evaluasi teknis melalui simulasi SolidWorks 2024 membuktikan bahwa kerangka mekanis mesin memiliki daya tahan yang sangat kuat terhadap torsi. Data pengujian menunjukkan bahwa perubahan bentuk atau deformasi pada bagian pengaduk masih berada dalam ambang batas aman operasional. Hal ini memberikan kepastian bahwa perhitungan elemen mesin dan pemilihan material sudah sangat tepat serta memenuhi standar keamanan.

Penerapan sistem pemanas menggunakan kompor gas tungku tunggal terbukti lebih praktis dan efektif dalam menyalurkan panas ke seluruh tabung. Meskipun terdapat titik konsentrasi panas pada area tertentu, struktur tabung sangrai dipastikan tetap kokoh dan tidak mengalami kerusakan permanen. Kehadiran teknologi tepat guna ini diharapkan menjadi solusi bagi pengrajin lokal untuk meningkatkan kualitas hasil produksinya.

Daftar Pustaka

- [1] Lolowang AF, Assa BH, Makal HVG, et al. Jurnal Agroekoteknologi Terapan pplied Agroecotechnology Journal 2022;3.
- [2] Khoeron S, Setiawan H, Hudaya AZ, et al. Analisa Pengaruh Waktu Dan Temperatur Burner Terhadap Laju Perpindahan Panas Drum Pada Mesin Roaster Kacang Tanah Kapastias 1Kg 2023;6.
- [3] Leonita S, Amar A, Sukotjo S, et al. The The Production of Roasted Peanuts Using the Semi-Mechanical Roaster in Keranggan Village. mitra 2022;6:73–83. <https://doi.org/10.25170/mitra.v6i1.3049>.
- [4] Purwanto RE, Faizin AF, Mashud IM. Elemen Mesin 1. 2016.
- [5] Puspita R, Kuspranoto AH, Amalya C, et al. Pemberdayaan Masyarakat Komunitas Umkm Kacang Asin Di Kecamatan Susukan, Kabupaten Banjarnegara Melalui Pembuatan Mesin Sangrai Kacang Dengan Pengaturan Kecepatan Dan Indikator Suhu 2025;2.
- [6] Sudarsono, Purwanto Y. Elemen Mesin. 2021.

- [7] Pomalingo MohF, Dama K, Universitas Negeri Manado, et al. Rancang Bangun Mesin Penyangrai Kacang Kawangkoan Berbahan Bakar Oli Bekas Berbasis Mikrokontroler. JKPTB 2022;10:46–54. <https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2022.010.01.06>.
- [8] Setiawan B, Ferdianto F. Penerapan Teknologi Tepat Guna: Rancang Bangun Mesin Penyangrai Kacang Telur Dengan Kapasitas 30 Kilogram 2025.
- [9] Sularso. Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin. 1977.
- [10] Permana MP, Samodro G. Pemberdayaan Umkm “Kampung Kacang” Melalui Peningkatan Efektivitas Produksi Di Kapanewon Semanu, Gunungkidul 2023.
- [11] Simanjuntak ME, Sitorus MBH, Pinem MD, et al. Rancang Bangun Dan Pengujian Mesin Penyangrai Kacang Tanah Kapasitas 10 Kg/Proses 2023;3.
- [12] Dama K, Pomalingo MohF, Munaiseche rok. Rancang Bangun Mesin Penyangrai Kacang Tanah Kawangwangkoan Kapasitas 30-45 Liter Berbahan Bakar Liquefied Petroleum Gas. Sains Riset 2023;13:54–64. <https://doi.org/10.47647/jsr.v13i1.880>.
- [13] Kaino AMS, Djamalu Y, Syaiful Umela, et al. Rancangan Bangun Uji Kinerja Tungku Pemanggang Menggunakan Bahan Bakar Gas. JEME 2025;3:16–21. <https://doi.org/10.62299/jeme.v3i1.22>.
- [14] Sinaga MBH, Aswan D, Kurniawan FA, et al. Rancang Bangun Mesin Sangrai Kacang Model Roll Heater Kapasitas 5 Kg/Jam 2023;5.
- [15] Dwiaji, Sulistyowati N. Program Kemitraan Masyarakat Home Industry Kacang Sangrai Desa Cisoka Kabupaten Tangerang. Indones Berdaya 2021;2:149–55. <https://doi.org/10.47679/ib.2021129>.