

Rancang Bangun Tabung Pengaduk *Type Horizontal* pada Mesin Pembuat Keju *Mozzarella* Berkapasitas 25 Kg/Jam

^{1*}Tenang Adi Saputra, ²Kuni Nadliroh, ³A.h Sulhan Fauzi

^{1,2,3} Teknik Mesin, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ¹tenangadisaputera@gmail.com, ²kuninadliroh@unpkediri.ac.id

³sulhanfauzi@unpkediri.ac.id

Penulis Korespondens : Tenang Adi Saputra

Abstrak— Penelitian ini bertujuan merancang dan menguji prototipe tabung pengaduk tipe horizontal pada mesin pembuat keju mozzarella berkapasitas 25 kg/jam untuk menggantikan proses manual pada tahap pemanasan, pengadukan, dan peregangan. Desain tabung dibuat menggunakan perangkat lunak CAD SolidWorks dan difabrikasi dari Stainless Steel 304 dengan dimensi panjang 500 mm, diameter silinder 400 mm, tinggi balok 260 mm, lebar balok 200 mm, dan ketebalan plat 1,5 mm. Hasil perancangan menunjukkan volume 83,4 L dan luas permukaan total 9.076 cm². Uji coba dilakukan dua kali menggunakan 12,5 kg adonan per percobaan; pada menit ke-10 curd belum merata, pada menit ke-20 mulai homogen dan mencair, dan pada menit ke-30 curd telah meleleh merata dan keju matang. Hasil ini menunjukkan bahwa prototipe tabung pengaduk horizontal dapat meningkatkan efisiensi dan homogenitas proses produksi sebagai solusi tepat untuk UMKM.

Kata Kunci— mesin pengaduk, keju mozzarella, stainless steel 304, tabung horizontal, solidworks UMKM.

Abstract— *This study aims to design and test a prototype of a horizontal-type mixing tube for a mozzarella cheese machine with a capacity of 25 kg/h, to replace the manual process in the heating, mixing, and stretching stages. The mixing tube was designed using SolidWorks CAD software and fabricated from Stainless Steel 304 with dimensions of length 500 mm, cylinder diameter 400 mm, beam height 260 mm, beam width 200 mm, and plate thickness 1.5 mm. The design results show a tube volume of 83.4 L and a total surface area of 9,076 cm². Trial tests were conducted twice, each using 12.5 kg of dough. The test results showed that at 10 minutes the curd was not yet evenly mixed, at 20 minutes it began to become homogeneous and melt, and at 30 minutes the curd had melted evenly and the mozzarella cheese was fully cooked. These results indicate that the prototype of the horizontal mixing tube can improve the efficiency and homogeneity of the production process, making it an appropriate solution for small and medium enterprises(UMKM).*

Keywords— *mixing machine, mozzarella cheese, stainless steel 304, horizontal tube, SolidWorks, UMKM.*

This is an open access article under the CC BY-SA License.



I. PENDAHULUAN

UMKM di Indonesia memainkan peran besar dalam perekonomian, menyumbang sekitar 60,5% PDB dan menyerap 96,9 % tenaga kerja[1]. Di antara sektor yang berkembang, industri olahan susu terutama keju mozzarella memiliki proses bagus karena permintaan pasar sangat tinggi[2]. Keju mozzarella adalah salah satu jenis keju segar (fresh cheese) asal itali yang paling populer di dunia, dikenal dengan tekstur lembut, sangat elastis dan kemampuan meleleh saat dipanaskan[3]. Industri keju mozzarella tradisional seringkali menggunakan rennet, sebuah enzim yang diperoleh dari perut hewan ruminansia, sebagai keunggulan untuk menggumpalkan susu [4].

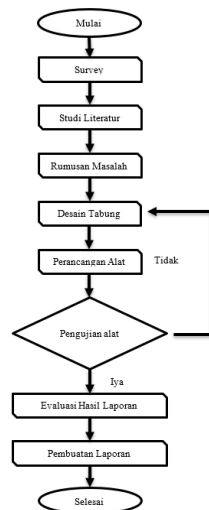
Hasil survei yang dilakukan pada tanggal 12 Oktober 2025 masalah utama yang dihadapi oleh UMKM di Kecamatan Pare, Kabupaten Kediri, adalah ketergantungan pada prosedur manual, terutama pada tahap pemanasan, pengadukan, dan peregang (stretching). Tahap peregang sangat menentukan tekstur elastis dan khas keju mozzarella[5], pelaksanaan peregang secara manual membuat proses lambat, sangat bergantung pada ketrampilan tenaga kerja, dan sulit mempertahankan kesetabilan suhu serta keseragaman tarikan (stretching)[6]. Ketidakteraturan suhu dan pengadukan dapat menyebabkan gumpalan tidak merata, variasi tekstur, penirinan hasil produk, dan berpotensi memengaruhi keamanan pangan[7]. Untuk mengatasi masalah tersebut diperlukan inovasi alat berupa mesin pengaduk tipe horizontal berpenggerak motor listrik yang disesuaikan dengan skala UMKM [8]. Penelitian serupa juga dilakukan oleh [9] Mesin pembuat selai kacang hijau berkapasitas 15 kg/45 menit dirancang untuk menggantikan proses manual, meningkatkan efisiensi, mengurangi tenaga kerja, dan mempercepat produksi. Terdiri dari tabung pengaduk serta pemanas dan pisau pengaduk dari plat stainless steel dimodifikasi dengan sudut kemiringan 15°, menggunakan ketebalan material yang sesuai untuk kekuatan, ketahanan korosi, dan kebersiha.

Desain tabung pengaduk yang baik akan memastikan homogenitas campuran, mencegah penggumpalan, serta memungkinkan kontrol suhu yang lebih presisi selama pemanasan dan peregang sehingga menghasilkan tekstur yang konsisten dan mutu produk yang lebih stabil. Penerapan teknologi ini diharapkan tidak hanya mempercepat proses dan mengurangi ketergantungan tenaga manusia, tetapi juga menstandarkan kualitas, menghemat energi, dan meningkatkan kapasitas produksi sehingga UMKM dapat berkembang lebih kompetitif di pasar[10].

II. METODE

A. Prosedur penelitian

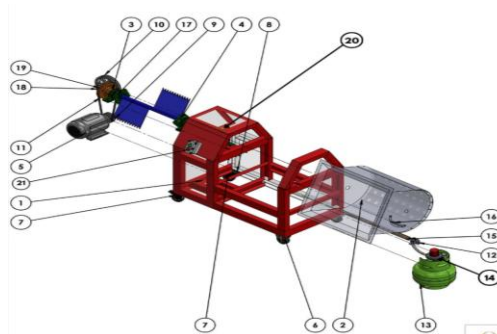
Dalam penelitian di gunakan metode pendekatan pengembangan. Metode ini adalah mencakup serangkaian langkah yang diperlukan untuk mengembangkan suatu desain. Proses ini melibatkan identifikasi dan penyelesaian masalah yang muncul, kemudian dapat diterapkan dalam sebuah pengembangan desain dan pengembangan alat. Penelitian ini dimulai dengan kajian pustaka untuk mengumpulkan dan mempelajari literatur terkait perancangan tabung pengaduk, dan mempelajari sifat sifat material plat stainless steel. selanjutnya dilakukan pengumpulan data teknis yang meliputi kebutuhan dimensi tabung pengaduk keju mozzarella berkapasitas 25 kg/jam serta data yang diperoleh kemudian diolah secara deskriptif untuk menentukan ukuran yang tepat untuk diameter tabung pengaduk. Ada beberapa tahapan yang perlu dilalui sebelum merancang tabung pengaduk pada mesin pembuat keju mozzarella ini. Berikut adalah beberapa langkah yang harus diikuti.



Gambar 1. Prosedur Pengembangan

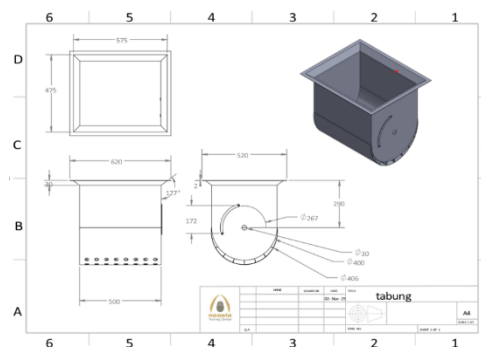
B. Desain Perancangan Keseluruhan Mesin

Dalam perancangan mesin pembuat keju *mozzarella*, dibutuhkan tahap desain tabung yang dilakukan dengan menggunakan software SolidWorks. Dasar pembuatan tabung pada mesin pembuat keju *mozzarella* disesuaikan dengan ukuran dan dimensi yang dibutuhkan oleh UMKM.



Gambar 2. Desain Mesin Keseluruhan

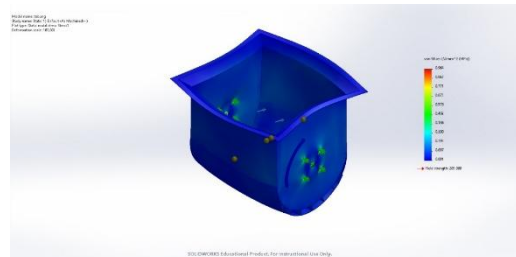
C. Desain Tabung Pengaduk



Gambar 3. Desain Tabung Pengaduk

D. Hasil Analisis Tabung (*Stress1*)

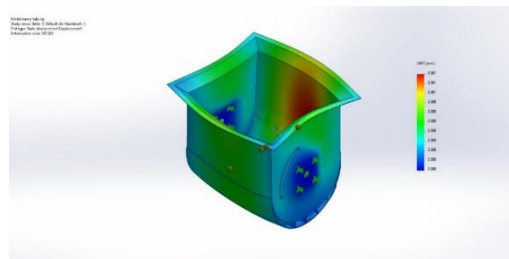
Hasil simulasi menunjukkan tegangan Von Mises maksimum sebesar 0,964 MPa, sedangkan tegangan minimumnya 0 MPa. Nilai ini jauh lebih kecil dibandingkan dengan tegangan luluh material yang ditunjukkan pada gambar, yaitu 205 MPa, sehingga komponen masih aman dan belum mengalami kondisi luluh pada beban yang dianalisis



Gambar 4. Analisis Tabung (*Stress1*)

E. Hasil Analisis Tabung (*Displacemen1*)

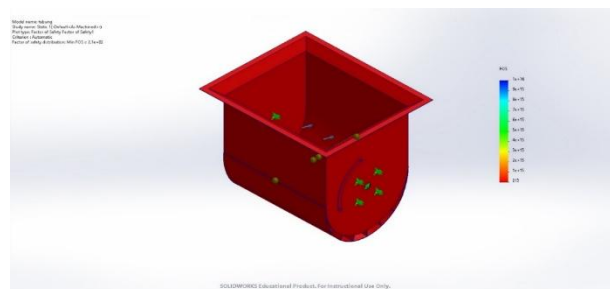
Hasil simulasi ini menunjukkan bahwa model tabung memiliki struktur yang sangat kokoh dan kaku. Berdasarkan data, deformasi atau pergeseran posisi terkecil adalah 0,000 mm (warna biru tua) yang terletak pada area tumpuan tetap, sedangkan deformasi maksimumnya hanya sebesar 0,001 mm (warna merah) di bagian dinding atas.



Gambar 1. Analisis Tabung (*Displacemen1*)

F. Hasil Analisis Tabung (*Factor of Safety1*)

Hasil simulasi ini menunjukkan analisis Factor of Safety (FoS) atau faktor keamanan pada model "tabung". Berdasarkan data, nilai FoS minimum yang tercatat adalah 213 pada Node 4312 (ditandai warna merah), sedangkan nilai maksimumnya mencapai angka teoritis $1e+16$ (ditandai warna biru).



Gambar 2. Analisis Tabung (*Factor of Safety1*)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Produk Hasil Pengembangan

Mesin pembuat keju mozzarella ini dirancang berdasarkan permasalahan yang dihadapi oleh UMKM yang masih ketergantungan pada prosedur manual, terutama pada tahap pemanasan, pengadukan, dan peregangkan pada pembuatan keju mozzarella di kabupaten kediri kecamatan pare.



Gambar 7. Tabung Pengaduk

B. Spesifikasi Mesin/Alat

Pada perancangan ini menghasilkan mesin pembuat keju mozzarella berkapasitas 25 kg/jam dengan menggunakan type tabung pengaduk horizzontall yang dirancang menggunakan matrial plat stanliss steel type 304. Tabung pengaduk ini memiliki dimensi gabungan antara setengan silinder dan balok, serta memiliki input output di bagian atas. Di bagian kiri tabung memiliki pengunci buka tutup di bagian samping kiri yang berfungsi untuk memutar tabung dalam posisi 90 ° untuk mempermudah proses penuangan keju *mozzarella*.

Tabel 3. Spesifikasi Tabung Pengaduk

No	Nama Komponen	Spesifikasi
1	Panjang Tabung	Ukuran Panjang Tabung 500 mm
2	Diameter silinder	Ukuran diameter silinder 400 mm
3	Tinggi Balok	Ukuran Tinggi Balok 260 mm
4	Lebar Balok	Ukuran lebar balok 200 mm
5	Matarial Tabung	Plat Stainless steel type 304
6	Tebal Plat	Ketebalan Palt 1,5 mm

C. Cara Kerja Mesin

Bahan baku keju mozzarella yaitu susu, yang telah melalui proses perebusan, pembentukan curd, dan pemerasan lalu dimasukkan ke dalam tabung pengaduk. Prinsip kerja mesin ini adalah mengaduk dan menarik curd secara terus menerus sampai tekstur menjadi elastis dan kenyal dan tidak mudah putus putus saat proses *strecting*. Tahap pertama dalam proses pengadukan kompor yang terdapat di bawah tabung harus kondisi menyala dengan suhu sekitar 60 °C sampai texture curd menjadi sedikit meleleh. Memasuki tahap kedua suhu api di turunkan sampai 30 °C.

D. Perhitungan Volume Tabung Pengaduk

Diketahui :

r : 20 cm
Panjang : 50 cm
Lebar : 40 cm
Tinggi : 26 cm

Jawab :

$$\begin{aligned}
 \text{Volume tabung pengaduk} &= \text{Volume } \frac{1}{2} \text{ lingkaran} + \text{Volume persegi panjang} \\
 &= \left(\frac{1}{2} \pi r^2 \times p \right) + P \times L \times T \quad (1) \\
 &= \left(\frac{1}{2} \times 3,14 \times 20^2 \times 50 \right) + (50 \times 40 \times 26) \\
 &= 31400 \text{ cm} + 52.000 \text{ cm} \\
 &= 83.400 \text{ cm}^3 \\
 \text{Konversi ke liter, 1 liter} &= 1000 \text{ cm}^3 \text{ Maka} \\
 \text{Volume total} &= \frac{83.400}{1000} = 83,4 \text{ Liter}
 \end{aligned}$$

E. Perhitungan Luas Permukaan Tabung

Luas permukaan tabung pengaduk mencakup luas permukaan bagian setengah tabung (A) serta luas permukaan sisi berbentuk persegi panjang (B).

$$\begin{aligned}
 \text{Luas A} &= \frac{1}{2} (2 \cdot \pi \cdot r^2 + 2 \cdot \pi \cdot r \cdot p) \quad (2) \\
 &= \frac{1}{2} (2 \times 3,14 \times 20^2 + 2 \times 3,14 \times 20 \times 50) \\
 &= \frac{1}{2} (2.512 \text{ cm} + 6.280 \text{ cm}) = 8.792 \\
 &= \frac{1}{2} \times 8.792 = 4.396 \\
 &= 4.396 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Luas B} &= 2(P \times T) + 2(T \times L) \quad (3) \\
 &= 2(50 \times 26) + 2(26 \times 40) \\
 &= 2.600 \text{ cm} + 2.080 \text{ cm} \\
 &= 4.680 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Luas Total} &= \text{Luas A} + \text{Luas B} \quad (4) \\
 &= 4.396 \text{ cm}^2 + 4.680 \text{ cm}^2 \\
 &= 9.076 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

F. Mengkoversikan satuan dari Kg ke volume

Diketahui :

M : 25 kg

ρ : 1000 kg/cm³

$$V = \frac{25 \text{ KG}}{1000 \text{ kg/m}^3} = 0,025 \text{ cm}^3 \quad (5)$$

Konversi ke liter, 1 liter = 1000 cm³

$$\text{Volume total} = \frac{0,025}{1000 \text{ cm}^3} = 25 \text{ liter}$$

G. Pemilihan Matrial

Pemilihan plat stainless steel 304 dengan ketebalan 1,5 mm untuk tabung pengaduk keju mozzarella dilakukan karena bahan ini aman untuk makanan, tahan terhadap korosi, dan mudah untuk dibersihkan. Dibandingkan dengan Stainless Steel 316L, 304 memiliki ketahanan korosi yang sedikit lebih rendah, terutama pada lingkungan kaya klorida, namun harganya lebih ekonomis (15–25% lebih murah) dan masih cukup kuat untuk desain tabung pengaduk skala UMKM. Sementara Stainless Steel 201 dan 430 lebih murah, ketahanan korosi dan kekuatannya lebih rendah, sehingga lebih rentan berkarat di lingkungan lembap dan asam. Di samping itu, stainless steel 304 memiliki ketahanan yang baik dan tidak mudah berkarat meskipun sering bersentuhan dengan air, uap, atau bahan asam dari proses pembuatan keju. Karakteristik ini krusial karena tabung pengaduk beroperasi dalam lingkungan lembap dan harus tahan terhadap penggunaan berkelanjutan agar daya tahan alat lebih lama. Ketebalan 1,5 mm masih dianggap cukup kuat untuk

desain tabung pengaduk, sehingga dapat menawarkan keseimbangan antara kaku struktur, kemudahan dalam pembuatan, dan efisiensi biaya material.

H. Data Uji Coba

Tabel 3. 2 Data Uji Coba

Waktu Uji Coba	Hasil Pengamatan	Keterangan
10 Menit		<i>Curd masih terlihat belum tercampur merata atau masih masih belum mencair. Masih perlu pengadukan dan pemanasan lebih lama untuk homogenitas optimal dan elastisitas keju mozzarella</i>
20 Menit		<i>Curd terlihat mulai tercampu homogen, dan mulai mencair. Keju mozzarella sudah hampir matang.</i>
30 Menit		<i>Curd sudah meleleh merata. Keju mozzarella sudah matang merata dan sudah di taruh di panci</i>

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan uji coba, tabung pengaduk tipe horizontal pada mesin pembuat keju mozzarella berkapasitas 25 kg/jam berhasil dirancang sesuai kebutuhan proses produksi. Penggunaan stainless steel 304 memberikan keunggulan dari sisi keamanan pangan, ketahanan korosi, dan kemudahan pembersihan, sehingga cocok digunakan pada industri pengolahan makanan. Hasil uji coba yang dilakukan dua kali dengan masing-masing 12,5 kg adonan menunjukkan bahwa proses pengadukan dan pemanasan selama 30 menit menghasilkan curd yang meleleh merata dan elastis, sehingga rancangan tabung pengaduk ini dapat menjadi solusi untuk meningkatkan efisiensi, kestabilan mutu, dan kapasitas produksi keju mozzarella pada skala UMKM serta berfungsi sebagai acuan ilmiah dan teknis bagi pengembangan selanjutnya. Untuk memperkuat rekomendasi implementasi, disarankan dilengkapi uji sensoris untuk menilai kualitas pangan dan preferensi konsumen, analisis energi, serta studi umur pakai komponen guna mengevaluasi biaya operasi dan pemeliharaan. Penelitian ini belum mengevaluasi performa jangka panjang mesin (keausan dan kebutuhan perawatan), efisiensi energi secara kuantitatif oleh karena itu penelitian lanjutan diperlukan untuk menutup kekurangan tersebut dan memastikan keandalan serta keamanan produksi pada skala industri.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. M. Haikal and S. Murtiana, “MENINGKATKAN PERTUMBUHAN Strategies For Empowering Small And Medium Enterprises to Boost Indonesia ’ s Economic Growth,” vol. 5, no. 6, pp. 1727–1736, 2025, doi: 10.53866/jimi.v5i6.1064.
- [2] Z. Irfin, D. Rachmawati, D. Moentamaria, S. Rulianah, R. Dwi, and R. N. A. Takwim, “Peningkatan Kapasitas Produksi Keju Mozzarella Sebagai Rintisan Kampung Keju Di KU Mustarika Jaya Makmur ,” vol. 4, no. 4, pp. 880–889, 2025, doi: 10.60004/komunita.v4i4.292.
- [3] L. Hakim, N. Jambang, S. Witman, and L. Seti, “Meningkatkan Daya Mulur , Daya Leleh dan Mikrostruktur Keju Mozzarella Analog (Sebuah Review) untuk Mencapai Kualitas yang Maksimal,” no. 2022, pp. 7–15, 2023, doi: <https://doi.org/10.36040/seniati.v7i1.7939>.
- [4] A. Daniarsih, M. A. Artasasta, F. Akhsani, Z. Firdaus, and M. I. Najib, “Formulasi Keju Mozzarella Dengan Ekstrak Papain Sebagai Alternatif Koagulan Susu,” vol. 4, pp. 61–68, 2023.
- [5] I. I. Arief, N. Hidayati, Z. Abidin, T. A. Zuraiyah, and M. Putri, “Jurnal Sains dan Teknologi Peternakan Kualitas Fisikokimia Keju Mozzarella dan Soft Candy dari Susu Sapi pada Waktu Pemerahan Berbeda (The Physicochemical Quality of Mozzarella Cheese and Soft candy at Different Milking Times),” vol. 6, no. 1, 2024, doi: <https://doi.org/10.31605/jstp.v6i1.4333>.
- [6] S. Darmanto *et al.*, “IDENTIFIKASI DAN PERBAIKAN MESIN PEMBENTUK KEJU,” pp. 420–424, 2025, doi: <https://doi.org/10.14710/jpv.2025.30644>.
- [7] M. Correia, “Mozzarella Cheese Stretching : A Minireview,” *Food Technol. Biotechnol.*, vol. 59, no. 1, 2021, doi: <https://doi.org/10.17113/ftb.59.01.21.6707> Mozzarella.
- [8] A. Tohasan, M. Y. Ependi, and A. Hermawan, “Design of Horizontal Mixer Capacity of 15 Kilograms,” *MESTRO J.*, vol. 3, no. 01, 2022, [Online]. Available: <https://jurnal.publikasi-untagcirebon.ac.id/>
- [9] A. S. F. Mohamad Lukhman Anwar, “Rancang Bangun Tabung dan Pengaduk Pada Mesin Pembuat Selai Kacang Hijau Berkapasitas 15 Kg / 45 Menit,” *Pros. Semin. Nas. Inov. Teknol.*, vol. 8, pp. 583–592, 2024, [Online]. Available: <https://proceeding.unpkediri.ac.id/index.php/inotek/>
- [10] P. Studi, M. Feb, U. N. P. Kediri, B. Pada, U. Di, and E. R. A. Industri, “PERAN TEKNOLOGI DIGITAL DALAM MEMBANGUN MODEL BISNIS,” vol. 4, pp. 645–652, 2025, doi: <https://doi.org/10.29407/hg4a7q95>.