

Design manufacturing mesin pengaduk adonan roti

Design manufacturing bread dough mixer machine

Catur Harsito^{*1}, Ari Prasetyo¹, Teguh Triyono^{1,2}, Anugrah Akbar², Bimantoro Rachmawan Suseno¹, Eki Rovianto¹, dan Hammar Ilham Akbar¹

¹ Teknik Mesin, Sekolah Vokasi, Universitas Sebelas Maret

Jalan Kolonel Sutarto Nomor 150K, Jebres, Kota Surakarta, Jawa Tengah - Indonesia

² Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami No.36, Kentingan, Kec. Jebres, Kota Surakarta, Jawa Tengah - Indonesia

* e-mail: catur_harsito@staff.uns.ac.id



INFO ARTIKEL

Sejarah artikel:

Diterima :

17 Juli 2021

Direvisi :

17 Mei 2022

Diterbitkan :

30 Juni 2022

Kata kunci:

DFMA;

manufaktur;

mesin pengaduk;

pengaduk horizontal

ABSTRAK

Roti adalah salah satu makanan pokok alternatif yang cukup diminati oleh masyarakat saat ini. Hal ini mengakibatkan industri pembuatan roti disambut dengan antusias oleh para pelaku bisnis karena memiliki peluang yang cerah dan terbuka untuk skala besar maupun kecil. Akan tetapi industri Usaha Mikro Kecil Menengah (UMKM) kalah bersaing dengan industri pembuatan roti berskala besar. Salah satunya karena penggunaan teknologi pada proses pengadukan adonan. Penelitian ini bertujuan untuk membuat perencanaan produk mesin pengaduk adonan roti tipe horizontal untuk UMKM menggunakan metode *Design for Manufacture and Assembly* (DFMA) dan analisis *Quality Function Deployment* (QFD) dimana perancangan didasarkan pada desain, material, dan perencanaan proses manufaktur. Pada penelitian ini digunakan metode *action research*, perancangan menggunakan *software* desain simulasi *Solidworks*. Rancangan mesin dapat digunakan untuk kapasitas pengadukan 10 kg dan kecepatan putaran 40 rpm. Hasil perancangan terdiri dari beberapa bagian utama yaitu rangka utama, wadah, pengaduk, motor, dan sistem transmisi.

ABSTRACT

Currently, bread is one of the alternative staple foods that is quite in demand by the public. This has resulted in the bread making industry being enthusiastically welcomed by business people because it has bright and open opportunities for large and small scales. However, the Micro, Small and Medium Enterprises (MSMEs) industry is unable to compete. One of them is because of the use of technology in the dough kneading process. This research aims to make a product plan for a horizontal type of bread dough mixer for MSMEs using the *Design for Manufacturing and Assembly* (DFMA) method and *Quality Function Deployment* (QFD) analysis where the design is based on design, materials, analysis, and equipment and manufacturing process planning. In this study, the *action research* method, engineering and the *Solidwork* simulation design software were used. The design of the machine can be used for a stirring capacity of 10 kg and a rotation speed of 40 rpm. The results of the design consist of several main parts, namely the main frame, container, stirrer, motor, and transmission system.

1. Pendahuluan

Roti merupakan suatu produk olahan pangan yang dihasilkan dari proses pemanggangan adonan yang telah mengalami proses fermentasi (Akram et al., 2016). Saat ini roti adalah salah satu makanan pokok alternatif yang dikonsumsi untuk memenuhi nutrisi tubuh. Selain mengandung karbohidrat yang tinggi, roti memiliki kandungan gizi yang lebih unggul jika dibandingkan dengan sumber karbohidrat lain termasuk nasi (Adam et al., 2020). Hal tersebut menjadikan roti banyak digemari oleh masyarakat. Sehingga konsumsi roti mengalami peningkatan yang signifikan dibandingkan dengan peningkatan rata-rata konsumsi makanan lainnya.

Menurut data dari Euromonitor, rata-rata tingkat pertumbuhan penjualan periode dari tahun 2014-2020 adalah sebesar 10%. Dengan peluang industri roti di Indonesia pada tahun 2020, hingga Rp20,5 triliun per tahun (Duniaindustri.com, 2015). Sehingga industri pembuatan roti disambut dengan antusias oleh para pelaku bisnis karena memiliki peluang yang cerah dan terbuka untuk skala besar maupun kecil. Saat ini Industri bisnis roti di Indonesia didominasi oleh Usaha Mikro Kecil Menengah (UMKM) sebesar 60% (Hidayat, 2017). Akan tetapi industri roti UMKM masih kalah bersaing dengan industri pembuatan roti berskala besar. Hal ini berkaitan dengan teknologi proses pembuatan roti yang digunakan.

Salah satu proses yang terpenting dalam pembuatan roti adalah proses pengadukan adonan (Tan et al., 2012). Ketika berlangsung proses pengadukan, adonan akan bersifat elastis yang diperoleh dari kandungan gluten dalam tepung yang mengikat molekul air (Adam et al., 2020). Pada proses ini memerlukan waktu yang cukup lama dan energi yang cukup besar. Pada umumnya industri UMKM pembuatan roti masih menggunakan metode pengadukan tradisional dengan cara manual memakai tangan atau alat sederhana dan mesin mixer dengan kapasitas kecil. Metode pengadukan secara manual umumnya memakan waktu antara 50 hingga 90 menit (Herdian et al., 2019).

Proses pengadukan akan lebih efektif dan efisien jika menggunakan mesin pengaduk dengan kapasitas yang sesuai kebutuhan, mesin ini memiliki prinsip kerja untuk pencampur dalam sistem emulsi untuk mendapatkan suatu dispersi yang homogen yang disebut dengan kalis. Mesin pengaduk adonan memiliki jenis berbeda-beda sesuai fungsi dan kapasitas yang dibutuhkan. Setiap jenis mesin memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing yang disesuaikan dengan kebutuhan.

Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan, maka penelitian ini bertujuan untuk membuat perencanaan produk mesin pengaduk adonan roti untuk UMKM. Konsep rancangan dilakukan dengan mengutamakan kebutuhan UMKM dengan memperhatikan nilai faktor keamanan. Perencanaan rancang bangun dilakukan dengan metode *Design for Manufacturing and Assembly* (DFMA) dan dilengkapi dengan inspeksi *Quality Function Deployment* (QFD) untuk menyesuaikan kebutuhan pengguna dengan fungsi produk (Wu et al., 2020).

2. Metode

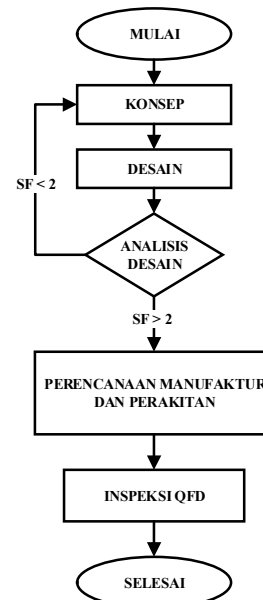
Pada penelitian ini dilakukan *action research*. Metode ini bertujuan untuk meningkatkan penerapan bidang ilmu yang sesuai (Arifin et al., 2021). Selanjutnya juga dilakukan metode penelitian rekayasa *engineering* yang dilakukan sesuai dengan penerapan konsep rekayasa rancang bangun desain. Proses perancangan desain dilakukan dengan *Design for Manufacture and Assembly* (DFMA) dan dilakukan simulasi dengan *software Solidworks* serta analisis *Quality Function Deployment* (QFD). Secara umum diagram alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.

2.1. Konsep desain

Perancangan konsep desain merupakan dasar untuk melakukan perencanaan rancang bangun mesin pengaduk adonan roti. Proses ini dilakukan dengan menyesuaikan kebutuhan pengguna roti agar dapat digunakan secara efisien dan efektif. Selain itu, perancangan konsep juga memperhatikan faktor keamanan. Konsep desain dalam penelitian ini diperoleh dengan melakukan studi literatur.

2.2. Desain

Perancangan desain didasarkan pada konsep rancangan yang telah disusun atas dasar kebutuhan konsumen dan standar keamanan. Proses desain dilakukan menggunakan *software Solidworks*. Desain mesin pengaduk adonan roti dibuat dalam beberapa bagian agar dalam proses desain dapat berjalan efisien. Setiap bagian mesin dirancang sesuai nilai kegunaan dengan standar keamanan menggunakan beberapa parameter perhitungan dan persamaan untuk memaksimalkan kinerja dari mesin pengaduk adonan roti. Beberapa parameter perhitungan proses perancangan desain mesin pengaduk adonan roti ditunjukkan pada Tabel 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Tabel 1.
Parameter perancangan desain

| Parameter | Rumus | Keterangan | Referensi |
|--|---|---|-------------------------------|
| Volume adonan (V) | $V = \frac{m}{\rho}$ | m = Massa adonan ρ = Massa jenis tepung | (Pribadi and Chamidin, 2015) |
| Volume Wadah (V_{wadah}) | $V_{\text{wadah}} = \frac{1}{2}\pi r^2 t + p \times l \times t$ | r = Jari-jari p = Panjang l = Lebar t = Tinggi | - |
| Putaran pengaduk yang diharapkan (n) | - | Ditentukan sesuai rancangan | - |
| Kecepatan Pengadukan (V) | $V = \frac{\pi \times d \times n}{60}$ | d = Diameter pengaduk n = Putaran pengaduk | (Maghfurah and Chandra, 2012) |
| Torsi yang dibutuhkan (T) | $T = F \times r$ | F = Gaya pembebanan r = Jari-jari pengaduk | (Surur and Prayogi, 2019) |
| Daya yang dibutuhkan (P) | $P = \frac{2\pi n}{60} \times T$ | n = Putaran pengaduk T = Torsi | (Surur and Prayogi, 2019) |
| Daya perencanaan | $P_d = f_c \times P$ | f_c = Faktor koreksi (1,3) P = Daya | (Sularso and Suga, 2004) |

2.3. Analisis desain

Untuk mengetahui nilai kekuatan dan keamanan mesin pengaduk, sebelum dilakukan manufaktur perlu dilakukan proses analisa desain. Nilai kekuatan dan faktor keamanan (sf) didapatkan dari analisa statik pada desain menggunakan aplikasi *solidworks*. Faktor keamanan dapat ditentukan untuk desain yang jenis materialnya sudah diketahui terhadap tegangan luluh pada kondisi lingkungan dan beban mempunyai nilai standar sebesar 1,5-2 (Arifin *et al.*, 2020). Sehingga diharapkan desain mempunyai nilai keamanan dan keandalan yang baik.

2.4. Manufaktur dan perakitan

Perencanaan proses manufaktur adalah perencanaan untuk melakukan fabrikasi pada bagian-bagian mesin pengaduk adonan roti dari desain yang telah memenuhi standar kebutuhan dan keamanan. Proses manufaktur digolongkan atas dasar perlakuan yang diberikan kepada material sehingga dapat terbentuk keseluruhan produk sesuai dengan *Design for Manufacture and Assembly* dan proses permesinan (Krumenauer *et al.*, 2008). Selanjutnya dilakukan perencanaan proses penyatuan setiap bagian yang telah dibuat dengan perlakuan yang dibutuhkan, sehingga dapat menyatu dalam satu kesatuan mesin atau proses ini disebut dengan proses perakitan.

2.5. Inspeksi *quality function deployment*

Untuk mengevaluasi hasil rancangan mesin pengaduk adonan roti dilakukan inspeksi *Quality Function Deployment* (QFD). Metode QFD merupakan metode yang digunakan untuk merencanakan pengembangan produk atau jasa, membantu memahami kebutuhan konsumen, serta menafsirkan kebutuhan konsumen

sehingga dapat meningkatkan kepuasan konsumen (Park and Kim, 1998). Selain itu digunakan untuk membandingkan nilai tambah produk dengan produk lainnya.

3. Hasil dan pembahasan

3.1. Konsep desain

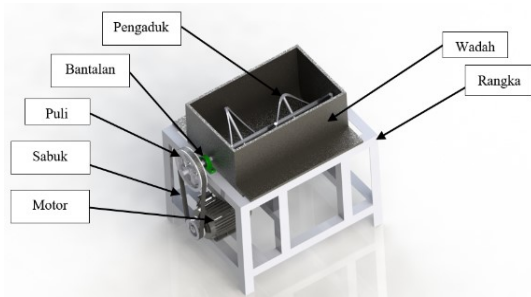
Berdasarkan studi literatur, konsep perancangan mesin pengaduk yang paling sesuai digunakan untuk proses pengadukan adonan roti UKM yaitu jenis pengaduk bertipe horizontal yang memiliki kecepatan putaran 40 rpm. Hal ini dikarenakan mesin pengaduk jenis ini memenuhi beberapa kriteria yang dibutuhkan pengguna UMKM diantaranya kapasitas yang cukup besar sesuai dengan kebutuhan yang berkisar 10-20 kg (Sukanto, 2016). Selain itu adonan yang dihasilkan lebih rata dan kalis karena posisi pengaduk yang horizontal, daya yang dihasilkan lebih kuat, waktu yang dibutuhkan untuk proses pengadukan lebih cepat, dan biaya produksi lebih hemat.

3.2. Desain

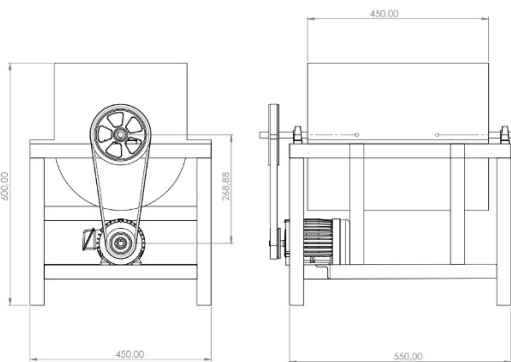
Dari proses konsep desain dihasilkan desain rancangan mesin pengaduk adonan roti tipe horizontal yang memiliki kapasitas pengadukan 10 kg. Selanjutnya mesin pengaduk adonan dilakukan perancangan sesuai dengan parameter perhitungan yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Mesin pengaduk horizontal hasil rancangan terdiri atas beberapa komponen diantaranya pengaduk, rangka mesin, wadah, motor listrik, transmisi sabuk dan puli seperti dapat dilihat pada Gambar 2. Setiap komponen dirancang sesuai dengan standar keamanan dan kegunaan dengan menggunakan beberapa parameter perhitungan untuk memaksimalkan kinerja dari mesin.

Detail dimensi keseluruhan dari mesin pengaduk adonan roti tipe horizontal yang telah didesain ditunjukkan pada Gambar 3 dengan satuan dalam mm.



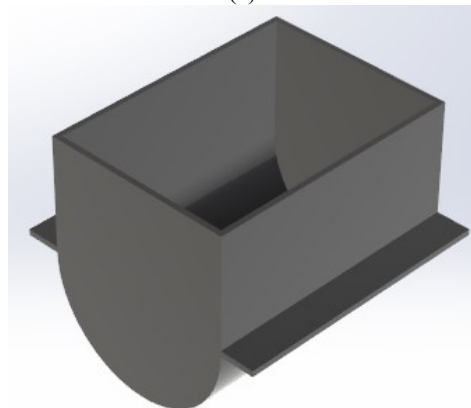
Gambar 2. Desain tiga dimensi mesin pengaduk adonan roti



Gambar 3. Dimensi mesin pengaduk adonan roti



(a)



(b)



(c)

Gambar 4. Desain tiga dimensi bagian (a) rangka (b) wadah (c) pengaduk

Tabel 2.

Hasil parameter perancangan desain

| Parameter | Hasil |
|--|--------------------------|
| Volume adonan (V) | 0,0168634 m ³ |
| Volume Wadah (V_{wadah}) | 0,0437 m ³ |
| Putaran pengaduk yang diharapkan (n) | 40 rpm |
| Kecepatan Pengadukan (V) | 0,471 m/s |
| Daya yang dibutuhkan (P) | 235,5 watt (0,3158 HP) |
| Daya perencanaan | 0,975 HP |

3.2.1. Rangka

Perancangan rangka berfungsi untuk menjadi titik penyangga beban mesin pengaduk dan tempat dipasangnya bagian-bagian mesin. Rangka dirancang menggunakan material besi L siku dengan ukuran rangka panjang 550 mm, lebar 400 mm dan tinggi 450 mm. Desain tiga dimensi rangka dapat dilihat pada Gambar 4(a). Perancangan rangka dilakukan agar didapatkan rangka yang kuat dan mampu menahan beban seluruh bagian mesin serta dapat bekerja dengan baik ketika mesin pengaduk dioperasikan.

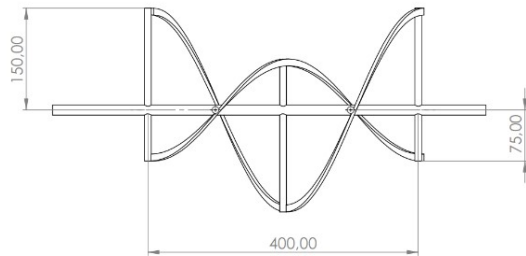
3.2.2. Wadah

Wadah atau bak pengaduk berfungsi sebagai tempat pengadukan adonan. Wadah pada mesin ini dirancang untuk dapat menampung adonan sekitar 10 kg pada sekali proses pengadukan. Wadah pengadukan didesain dengan bentuk setengah tabung pada bagian bawah dan dipanjangkan dengan bentuk balok dibagian atas. Desain tiga dimensi wadah dapat dilihat pada Gambar 4(b). Volume total wadah adalah sebesar 4,37x10⁷ mm³.

3.2.3. Pengaduk

Perancangan pengaduk bertujuan untuk mendapatkan alat pengaduk yang dapat melakukan pencampuran adonan secara efisien dengan kualitas homogenisasi tinggi pada kecepatan putaran pengaduk yang rendah, serta dengan konsumsi daya yang tidak terlalu tinggi untuk mengaduk adonan roti hingga kalis. Desain tiga dimensi pengaduk dapat dilihat pada Gambar 4(c). Berikut merupakan dimensi pengaduk yang diterapkan

pada mesin pengaduk adonan ini ditunjukkan pada Gambar 5 dengan satuan dalam mm.



Gambar 5. Dimensi desain pengaduk

Kecepatan putaran pengadukan dalam proses pengadukan adonan roti akan mempengaruhi sifat produk roti yang dihasilkan, di antaranya adalah pengembangan, massa roti, ukuran pori-pori, dan kandungan kadar air dalam roti (Priyati *et al.*, 2016). Putaran pengaduk yang diharapkan pada mesin pengaduk adonan ini yaitu sebesar 40 rpm.

Pengaduk memiliki lengan panjang dan lengan pendek dengan panjang 150 mm dan 75 mm. Pengaduk memiliki jangkauan total adukan sebesar $3,079 \times 10^7$ mm³. Kapasitas pengadukan sekitar 60% daripada jangkauan total adukan yaitu sebesar $1,8474 \times 10^7$ mm³.

Pengaduk diharuskan memiliki rancangan struktur yang kokoh dan kuat. Oleh karena itu pengaduk dirancang dengan menggunakan material *stainless steel*. Karena memiliki sifat yang kuat dan tahan korosi. Selain itu material *stainless steel* memiliki standar keamanan terhadap makanan (*food grade*), awet, dan mudah dibersihkan (Yeny Pusvyta, 2014).

3.2.4. Motor

Motor yang digunakan sebagai penggerak dalam mesin pengaduk horizontal ini adalah motor listrik. Berdasarkan parameter perhitungan diperlukan daya sebesar 235,5 watt atau 0,315 HP. Maka pada mesin pengaduk ini digunakan motor listrik dengan nilai daya lebih dari kebutuhan yaitu motor listrik dengan daya $\frac{3}{4}$ HP agar kinerja putaran motor ringan sehingga motor memiliki keandalan yang baik.

3.2.5. Transmisi sabuk dan puli

Perancangan sistem transmisi berfungsi untuk menyalurkan daya dari motor penggerak ke poros pengaduk. Pada sistem transmisi ini digunakan sabuk untuk menyambungkan dua puli, puli penggerak dan puli yang digerakkan.

Sabuk yang digunakan yaitu sabuk dengan jenis *v-belt* dengan penampang melintang yang memiliki bentuk trapesium. Sabuk ini termasuk sabuk yang kuat dan murah dibanding jenis transmisi yang lain. Selain itu sabuk *v-belt* digunakan dengan alasan faktor keamanan yang tinggi dan dapat meningkatkan efisiensi daya (Priyadi and Chamidin, 2015).

Jenis sabuk yang digunakan ditentukan berdasarkan oleh daya perencanaan (Pd) dan putaran puli pada mesin supaya sabuk dapat bekerja dengan optimal dan aman.

3.3 Analisis desain

Analisis desain dilakukan pada rangka utama dan pengaduk yang dilakukan dengan simulasi statik dengan menggunakan *software Solidworks*. Simulasi rangka dan pengaduk ini merupakan pedoman kekuatan rancangan desain sebelum dilakukan perencanaan proses manufaktur. Hal ini dikarenakan rangka memiliki fungsi sebagai titik penopang beban. Rangka dan pengaduk diberikan beban secara merata pada titik pertemuan antar bagian sebesar 25 kg. Spesifikasi dan properti rangka dan pengaduk dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3.

Spesifikasi dan properti rangka

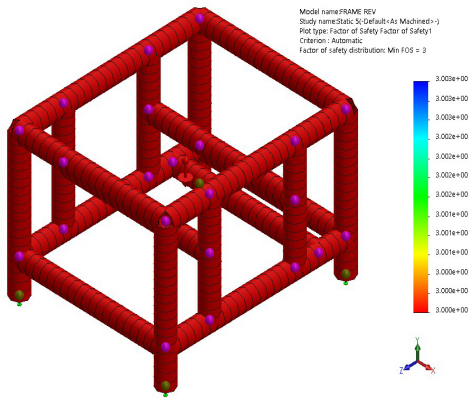
| Properti | Keterangan |
|----------------------------------|---------------------------------|
| <i>Material</i> | <i>Steel</i> |
| <i>Model type</i> | <i>Linear Elastic Isotropic</i> |
| <i>Default failure criterion</i> | <i>Max von Mises Stress</i> |
| <i>Yield strength</i> | 6.20422e+08 N/m ² |
| <i>Tensile strength</i> | 7.23826e+08 N/m ² |
| <i>Elastic modulus</i> | 2.1e+11 N/m ² |
| <i>Poisson's ratio</i> | 0.28 |
| <i>Mass density</i> | 7700 kg/m ³ |
| <i>Shear modulus</i> | 7.9e+10 N/m ² |
| <i>Thermal expansion</i> | 1.3e-05 /K |

Tabel 4.

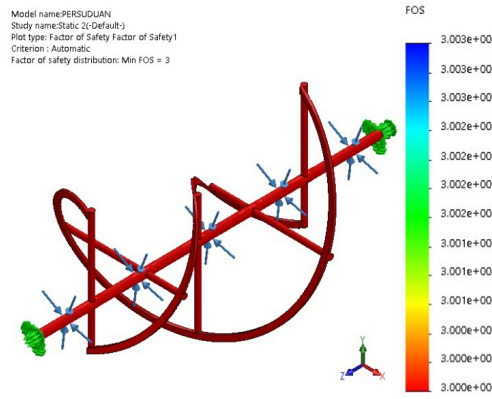
Spesifikasi dan properti pengaduk

| Properti | Keterangan |
|----------------------------------|---------------------------------|
| <i>Material</i> | <i>Stainless Steel</i> |
| <i>Model type</i> | <i>Linear Elastic Isotropic</i> |
| <i>Default failure criterion</i> | <i>Max von Mises Stress</i> |
| <i>Yield strength</i> | 2.75e+08 N/m ² |
| <i>Tensile strength</i> | 6.55e+08 N/m ² |
| <i>Elastic modulus</i> | 1.95e+11 N/m ² |
| <i>Poisson's ratio</i> | 0.27 |
| <i>Mass density</i> | 8000 kg/m ³ |
| <i>Shear modulus</i> | 7.7e+10 N/m ² |
| <i>Thermal expansion</i> | 1.7e-05 /Kelvin |

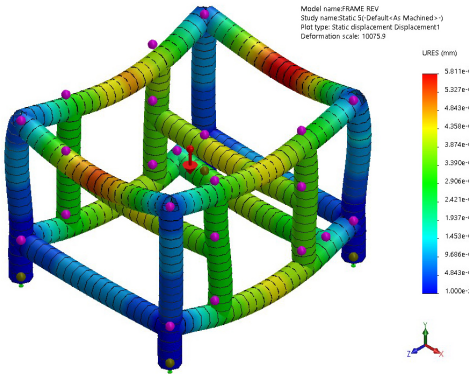
Berdasarkan data yang dihasilkan pada Gambar 6 dan Gambar 7 diketahui bahwa faktor keamanan minimal pada rancangan desain rangka sebesar 3 dimana telah memenuhi standar yang ditetapkan. Selain itu rancangan desain rangka memiliki *displacement* yang cukup kecil sebesar 5.811×10^{-3} mm. Hal ini menunjukkan bahwa desain dan pemilihan material pada rangka telah memenuhi standar.



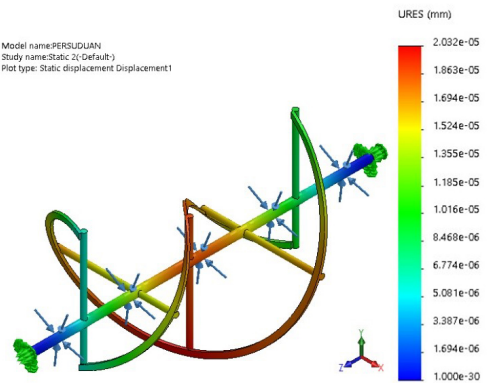
Gambar 6. Hasil simulasi statik faktor keamanan rangka



Gambar 8. Hasil simulasi statik faktor keamanan pengaduk



Gambar 7. Hasil simulasi displacement rangka



Gambar 9. Hasil simulasi displacement pengaduk

Berdasarkan data yang dihasilkan pada Gambar 8 dan Gambar 9 diketahui bahwa faktor keamanan minimal pada rancangan desain pengaduk sebesar 3 dimana telah memenuhi standar yang ditetapkan. Selain itu rancangan desain pengaduk memiliki displacement yang cukup kecil sebesar 2.032e-05 mm. Hal ini menunjukkan bahwa desain dan pemilihan material pada pengaduk telah memenuhi standar.

3.4 Manufaktur dan perakitan

Proses perencanaan manufaktur dan perakitan mesin pengaduk adonan roti tipe horizontal dilakukan berdasarkan dengan metode *Design for Manufacture and Assembly (DFMA)* dan proses pemesinan. Rancangan proses pemesinan mesin pengaduk adonan roti dan rancangan DFMA mesin pengaduk adonan roti ditunjukkan pada Tabel 5 dan Gambar 10 sebagai acuan untuk mengetahui perlakuan yang diterapkan, jumlah komponen, dan alat produksi (Arifin et al., 2021). Perencanaan ini dilakukan terhadap komponen seluruh bagian mesin pengaduk adonan roti yaitu rangka, wadah, pengaduk, pulley, belt, motor, bearing dan baut.

Tabel 5.
Rancangan proses pemesinan mesin pengaduk adonan roti

| Part Number | Part name | Tapping | Counter boring | Drilling | Milling | Grinding | Shaping | Fillet | Chamfer | Others |
|-------------|------------|---------|----------------|----------|---------|----------|---------|--------|---------|------------------|
| 1 | Rangka | Y | N | Y | N | Y | Y | N | N | |
| 2 | Wadah | Y | N | Y | N | Y | Y | N | N | |
| 3 | Pengaduk | Y | N | Y | N | Y | Y | N | Y | |
| 4 | Motor | | | | | | | | | <i>purchased</i> |
| 5 | Pulley | | | | | | | | | <i>purchased</i> |
| 6 | Belt | | | | | | | | | <i>purchased</i> |
| 7 | Bearing | | | | | | | | | <i>purchased</i> |
| 8 | Baut (M12) | | | | | | | | | <i>purchased</i> |

| Part Number | Part | DFA Complexity | | Functional Analysis | | Error Proofing | Handling | | | Insertion | | | | Connection | | | | |
|-------------|---------------|----------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------|----------------|--------------------------------|----------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------|-------------------------------------|
| | | Number of Parts (Np) | Number of Interfaces (NI) | Part can be Standardized | Cost (Low/Medium/High) | | Assemble part wrong way around | Tangle/Neat/Stick Together | Flexible/Fragile/Sharp/Slippery | Pliers/Tweezers/Magnifying Glass | Difficult to align/Locate | Holding down required | Resistance to Insertion | Obstructed access/visibility | Re-oriented Work Piece | Screw/Drill/Twist/Rivet/Bend/Crimp | Weld/Solder/Glue | Paint/Lube/Heat/Apply liquid or gas |
| 1 | Rangka | 1 | 6 | N | M | Y | Y | N | N | N | Y | N | N | Y | Y | Y | N | Y |
| 2 | Wadah | 1 | 1 | N | M | Y | Y | N | N | N | Y | N | N | Y | Y | Y | N | Y |
| 3 | Pengaduk | 1 | 1 | N | M | Y | Y | N | N | Y | Y | N | N | Y | Y | Y | N | Y |
| 4 | Motor Listrik | 1 | 1 | Y | L | Y | N | N | N | N | N | N | N | Y | N | N | Y | N |
| 5 | Pulley | 2 | 2 | Y | L | N | N | N | N | N | Y | N | N | N | N | N | N | N |
| 6 | Belit | 1 | 1 | N | L | Y | Y | Y | N | N | N | N | N | N | N | N | N | Y |
| 7 | Bearing | 2 | 2 | Y | M | N | N | Y | N | Y | N | N | N | N | N | N | N | N |
| 8 | Baut M12 | 10 | 10 | Y | L | N | N | N | N | N | N | N | N | Y | Y | N | N | N |

Gambar 10. Rancangan DFMA mesin pengaduk adonan roti

3.5. Inspeksi *quality function deployment*

Quality Function Deployment (QFD) merupakan suatu metode untuk meningkatkan kualitas desain yang berguna untuk memenuhi kebutuhan konsumen dengan mentransformasikan kebutuhan konsumen menjadi persyaratan fungsional (Akao, 1990). Inspeksi QFD pada penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi hasil rancangan mesin pengaduk adonan roti terhadap kebutuhan pengguna. Hal ini dilakukan untuk memastikan agar desain produk memiliki nilai-nilai yang lebih unggul bagi kebutuhan pengguna dibanding dengan produk yang digunakan pengguna sebelumnya maupun produk yang telah beredar dipasaran (Steenis et al., 2017).

Hasil dari analisis QFD mesin pengaduk adonan roti ditunjukkan pada Apendix Kriteria kebutuhan pengguna mesin pengaduk adonan roti untuk UMKM yang menjadi persyaratan fungsional diantaranya kemudahan pengoperasian dan perawatan, ketahanan mesin, efisiensi energi, kecepatan pengadukan, dan kebisingan mesin. Kemudian hasil perancangan mesin pengaduk adonan roti dibandingkan dengan mesin yang terdapat di pasaran. menunjukkan bahwa produk ini memiliki nilai unggul pada rangka yang kuat, kapasitas pengadukan yang sesuai dengan kebutuhan, adonan yang dihasilkan lebih rata, waktu pengadukan lebih cepat, kebisingan mesin rendah, dan biaya produksi lebih hemat. Hasil rancangan ini memiliki keunggulan daripada produk yang ada di pasaran dan telah memenuhi kebutuhan dari pengguna.

4. Kesimpulan

Rancangan mesin pengaduk adonan roti untuk kebutuhan UMKM telah berhasil dibuat. Rancangan mesin ini bertipe horizontal dan memiliki dimensi keseluruhan sebesar 550 x 450 x 600 (mm). Mesin ini dapat menampung kapasitas 10 kg pada sekali siklus

pengadukan sesuai dengan kebutuhan UMKM. Pada proses simulasi kekuatan dengan pembebanan 25 kg rangka utama dan pengaduk memiliki nilai faktor keamanan desain sebesar 3 dengan *displacement* sebesar 5.811 e-03 mm dan 2.032 e-05 mm. Motor yang digunakan pada mesin ini adalah motor listrik dengan daya 0,75 HP. Setiap komponen pada mesin ini dirancang dengan proses manufaktur dan perakitan sesuai dengan *Design for Manufacture and Assembly* (DFMA). Kemudian dilakukan analisis kebutuhan pengguna dengan metode QFD. Hasil rancangan menghasilkan produk yang unggul dibanding produk pesaing yaitu pada rangka yang kuat, kapasitas pengadukan yang sesuai dengan kebutuhan, adonan yang dihasilkan lebih rata, waktu pengadukan lebih cepat, kebisingan mesin rendah, dan biaya produksi lebih hemat. Dari rancangan yang telah dibuat, penulis berharap dapat membantu masyarakat luas dalam proses produksi mesin pengaduk adonan roti.

Ucapan terima kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Universitas Sebelas Maret yang telah memberi dukungan dalam kegiatan ini.

Daftar pustaka

- Adam, A., Syafii, F., Saiful, S., 2020. Kandungan protein roti tawar dengan substitusi tepung ikan gabus (*channa striata*). *J. Gizi Prima (Prime Nutr. Journal)* 5, 129. <https://doi.org/10.32807/jgp.v5i2.205>
- Akao, Y., 1990. *Quality function deployment: integrating customer requirements into product design*. Productivity Press, Cambridge.
- Akram, A., Sahari, A., Jaya, A.I., 2016. Optimalisasi produksi roti dengan menggunakan metode branch and bound (studi kasus pada pabrik roti syariah bakery, jl. Maleo, Irg.viii no. 68 palu). *J. Ilm. Mat.*

- Dan Terap. 13, 98–107. <https://doi.org/10.22487/2540766x.2016.v13.i2.7209>
- Arifin, Z., Prasetyo, S.D., Prabowo, A.R., Cho, J.H., 2021. Preliminary design for assembling and manufacturing sports equipment: a study case on aerobic walker. *Int. J. Mech. Eng. Robot. Res.* 10, 107–115. <https://doi.org/10.18178/ijmerr.10.3.107-115>
- Arifin, Z., Prasetyo, S.D., Triyono, T., Harsito, C., Yuniastuti, E., 2020. Rancang bangun mesin pencacah limbah kotoran sapi. *J. Rekayasa Mesin* 11, 187–197.
- Duniaindustri.com, 2015. Tujuh perusahaan pemimpin pasar biskuit perebutkan market rp 6,23 triliun [WWW Document]. *Dunia Ind. New Ind. Community*. URL <http://duniaindustri.com/tujuh-perusahaan-pemimpin-pasar-biskuit-perebutkan-market-rp-623-triliun/> (accessed 1.7.22).
- Herdian, F., Jabbar, R.J., Batubara, F., Zulfadi, Anas, I., Yulistira, 2019. Design of cracker dough mixer with horizontal type. *J. Appl. Agric. Sci. Technol.* 3, 157–165.
- Hidayat, A., 2017. Bisnis roti dan kue indonesia bertumbuh 10% [WWW Document]. *kontan.co.id*. URL <https://industri.kontan.co.id/news/bisnis-roti-dan-kue-indonesia-bertumbuh-10> (accessed 1.7.22).
- Krumenauer, F.Z., Matayoshi, C.T., Filho, M.S., Batalha, G.F., Engineering, M.S., 2008. Concurrent engineering and DFMA approaches on the development of automotive panels and doors. *J. Achiev. Mater. Manuf. Eng.* 31, 690–698.
- Maghfurah, F., Chandra, D.D., 2012. Perancangan mesin pengaduk bahan dasar roti kapasitas 43 kg. *J. Ilm. Tek. Mesin* 6, 46–60.
- Park, T., Kim, K.J., 1998. Determination of an optimal set of design requirements using house of quality. *J. Oper. Manag.* 16, 569–581. [https://doi.org/10.1016/s0272-6963\(97\)00029-6](https://doi.org/10.1016/s0272-6963(97)00029-6)
- Pribadi, A.S., Chamidin, R.B., 2015. Rancang bangun mesin pengaduk adonan donat 86.
- Priyati, A., Abdullah, S., Putra, G., 2016. Pengaruh kecepatan putar pengadukan adonan terhadap sifat fisik roti. *J. Ilm. Rekayasa Pertan. dan Biosist.* 4, 217–221.
- Steenis, N.D., van Herpen, E., van der Lans, I.A., Ligthart, T.N., van Trijp, H.C.M., 2017. Consumer response to packaging design: The role of packaging materials and graphics in sustainability perceptions and product evaluations. *J. Clean. Prod.* 162, 286–298. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.06.036>
- Sukanto, S., 2016. Rancang bangun mesin pembuat bahan adonan roti tipe horizontal berkapasitas 10 kg. *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin* 1, 30–37. <https://doi.org/10.24127/trb.v1i1.84>
- Sularso, Suga, K., 2004. Dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin, 11th ed. PT pradnya paramita.
- Surur, M., Prayogi, E., 2019. Perancangan mesin mixer adonan roti horizontal. *Semrestek* 310–319.
- Tan, M.C., Chin, N.L., Yusof, Y.A., 2012. A box-behken design for determining the optimum experimental condition of cake batter mixing. *Food Bioprocess Technol.* 5, 972–982. <https://doi.org/10.1007/s11947-010-0394-5>
- Wu, X., Hong, Z., Li, Y., Zhou, F., Niu, Y., Xue, C., 2020. A function combined baby stroller design method developed by fusing Kano, QFD and FAST methodologies. *Int. J. Ind. Ergon.* 75, 102867. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2019.102867>
- Yeny Pusvyta, R.A., 2014. Perancangan alat pemindah masakan yang aman : kajian material. *Teknika* 14–25.