

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) merupakan komponen fundamental perekonomian nasional, menyumbang 60,5% terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) Indonesia. Dalam sektor kuliner, khususnya di industri keripik dan makanan ringan, UMKM mengambil fungsi penting sebagai sumber lapangan kerja dan katalis bagi perekonomian lokal. Di pusat-pusat kota seperti Malang, UMKM kuliner telah menunjukkan pertumbuhan yang signifikan, terbukti dengan transaksi makanan lokal melalui platform *online* mencapai Rp 8,137 miliar pada Mei 2022 (Yuda, 2022). Namun demikian, ekspansi ini sering terhalang oleh kendala yang terkait dengan teknologi produksi.

Salah satu inovasi teknologi yang sangat signifikan di sektor makanan ringan adalah mesin pemintal, yang biasa disebut sebagai mesin peniris minyak. Peralatan ini beroperasi pada prinsip-prinsip dasar gaya sentrifugal untuk mengurangi kandungan minyak berlebihan yang ada dalam produk goreng, termasuk keripik, kerupuk, dan segudang makanan lezat goreng lainnya. Kemanjuran dan kualitas keseluruhan produk yang dihasilkan oleh Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) sangat bergantung pada keandalan mesin ini. Penelitian menunjukkan bahwa penerapan Mesin Pemintal Kapasitas Tinggi dapat meningkatkan kapasitas penirisan 10 kali lipat, sekaligus mempercepat jadwal produksi. Inisiatif pengabdian masyarakat yang dilakukan oleh berbagai lembaga akademik, dicontohkan dengan penyediaan mesin pemintal di Desa Duwet, Malang, dan penyebaran pengetahuan teknologi di Pamekasan, Madura (Bagus *et al.*, 2024). Meskipun manfaatnya sangat besar,

terdapat permasalahan yang sering diabaikan yaitu tentang keandalan struktur rangka mesin *spinner*.

Permasalahan pada desain rangka mesin *spinner* merupakan isu kritis yang berdampak langsung pada keselamatan operator dan keberlangsungan usaha. Rangka mesin *spinner* menerima beban kompleks selama operasi, meliputi beban statis dari berat motor, tabung peniris, dan material produk, serta beban dinamis akibat getaran dan gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh putaran tinggi. Tanpa desain rangka yang tepat secara struktural, mesin berpotensi mengalami deformasi permanen, retakan, bahkan patah pada titik-titik kritis. Kasus nyata terjadi pada UMKM Jabal Dinar, di mana kerusakan struktural pada komponen mesin menyebabkan terhentinya produksi selama bertahun-tahun dan menimbulkan kerugian ekonomi yang signifikan (Maulana, Ariyanto and Yudo, 2025). Fenomena ini menunjukkan bahwa masalah desain rangka bukan sekadar isu teknis semata, melainkan ancaman nyata bagi keberlangsungan usaha UMKM.

Dalam desain teknik rangka mesin, analisis tegangan dan evaluasi faktor keselamatan mewakili fase kritis untuk memastikan bahwa struktur beroperasi dengan aman dan dapat diandalkan. Setiap rangka yang mengalami pemuatan, apakah itu beban statis yang disebabkan oleh berat komponen seperti motor dan tabung peniris atau beban dinamis yang dihasilkan dari rotasi dan getaran, pasti akan mengalami tekanan internal. Jika tegangan ini melebihi kekuatan luluh (*yield strength*) material, deformasi permanen akan terjadi, jika melebihi kekuatan tarik (*ultimate tensile strength*) struktur berpotensi mengalami patah (Callister Jr and Rethwisch, 2020).

Untuk mengurangi kegagalan tersebut, faktor keamanan (FK) digunakan, yang berfungsi sebagai rasio antara kekuatan material dan tekanan operasional yang dikenakan. Nilai FK yang terlalu rendah menandakan desain yang tidak aman, sedangkan nilai yang terlalu tinggi membuat bahan struktural berlebihan dan tidak efisien. Dalam konteks struktur mesin yang mengalami beban statis, nilai FK biasanya berkisar antara 1,5 – 2,0 sehingga memfasilitasi keseimbangan antara keselamatan dan efisiensi operasional (Nisbett and Budynas, 2024).

Dalam aplikasi praktis, analisis ini dapat dijalankan dengan menggunakan Metode Elemen Hingga (FEM). Metodologi ini memerlukan pembagian kerangka mesin menjadi elemen diskrit untuk menghitung distribusi tegangan secara numerik melalui platform perangkat lunak seperti *SOLIDWORKS*, *ANSYS*, atau *ABAQUS*. Simulasi semacam itu memungkinkan perancang untuk mengidentifikasi titik-titik stres kritis dan memastikan bahwa desain bingkai aman sebelum dimulainya produksi.

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis distribusi tegangan dan menentukan nilai faktor keamanan pada rangka mesin *spinner* kapasitas 5 kg dengan menggunakan Metode Elemen Hingga. Hasil dari analisis ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi desain rangka yang aman dan optimal dari segi kekuatan material, sehingga dapat menjadi acuan bagi pengembangan mesin *spinner* yang lebih andal dan berkelanjutan untuk mendukung kemajuan UMKM di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang digambarkan sebelumnya, perumusan masalah dalam upaya penelitian ini dituliskan sebagai berikut:

1. Berapa distribusi tegangan *Von Mises* dalam kerangka struktural mesin *spinner* dengan kapasitas 5kg yang berasal dari simulasi menggunakan metode elemen hingga?
2. Berapa nilai faktor keamanan (*safety factor*) dari desain rangka mesin *spinner* kapasitas 5kg tersebut ?
3. Bagaimana kesesuaian antara hasil perhitungan analitis dengan hasil simulasi Metode Elemen Hingga (FEM) dalam menentukan distribusi tegangan *Von Mises* dan faktor keamanan rangka mesin *spinner* kapasitas 5 kg?

1.3 Tujuan Penelitian

Sesuai dengan rumusan masalah yang disebutkan di atas yang berkaitan dengan masalah tersebut, tujuan yang harus dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Menentukan distribusi tegangan *Von Mises* pada rangka mesin *spinner* dengan kapasitas 5 kg melalui penerapan simulasi metode elemen hingga.
2. Untuk mengetahui faktor keamanan yang terjadi dalam rangka Mesin *spinner* kapasitas 5 kg.
3. Memvalidasi hasil analitis dengan simulasi FEM (*SolidWorks*) untuk mendapatkan distribusi tegangan *Von Mises* dan faktor keamanan numerik pada rangka mesin *spinner*, lalu membandingkannya guna memastikan keakuratan model dan pemenuhan standar keamanan.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini terperinci, maka peneliti memberi batasan-batasan masalah. Adapun batasan masalah pada penelitian sebagai berikut :

1. Objek penelitian hanya difokuskan pada rangka utama mesin *spinner* kapasitas 5kg.
2. Profil rangka yang digunakan adalah profil *hollow* baja ASTM A36 dengan dimensi 30×30 mm dan ketebalan dinding 1,2 mm sesuai dengan spesifikasi rangka mesin *spinner* kapasitas 5 kg yang umum digunakan oleh UMKM. Perhitungan analitis dilakukan terlebih dahulu, kemudian hasilnya divalidasi dengan simulasi FEM untuk memverifikasi distribusi tegangan *Von Mises*.
3. Material yang digunakan adalah baja ASTM A36 dengan beban 50kg yang diaplikasikan vertikal ke bawah di bagian tabung dan motor.
4. *Software* yang digunakan adalah *SolidWorks* 2024 dengan fitur simulasi untuk analisis statis (*static study*) menggunakan Metode Elemen Hingga (*Finite Element Method*).
5. Pembahasan yang dianalisis hanya pada tegangan *Von Mises* maksimum, *displacement* maksimum, dan faktor keamanan minimum.

1.5 Metode Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang penulisan, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tinjauan pustaka yang mencakup penelitian terdahulu, materi ASTM A36, konsep tegangan dan regangan, teori kegagalan *Von Mises*, faktor keamanan, Metode Elemen Hingga (FEM), analisis konvergensi *mesh*, serta perangkat lunak *SolidWorks* CAD dan Simulasi *SolidWorks*.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metodologi penelitian yang meliputi tempat dan waktu penelitian, peralatan dan bahan, variabel penelitian, tahapan penelitian (perhitungan empiris, pemodelan geometri CAD, simulasi FEA, validasi hasil), serta diagram alur penelitian.

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan dan membahas hasil penelitian yang meliputi hasil perhitungan empiris, analisis konvergensi *mesh*, hasil simulasi FEM (distribusi tegangan *Von Mises*, perpisahan total, faktor keamanan), serta perhitungan antara hasil analitis dan simulasi FEM serta perhitungan persentase *error*.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang didapat dari tugas penelitian akhir ini yaitu ringkasan jawaban dari permasalahan, dan saran dari penulis.