

Redesain Mesin *Spinner* pada UMKM Putri 21 untuk Mengurangi Getaran pada *Foundational Bolt* Menggunakan *Finite Element Analysis Software SOLIDWORK 2018*

Rafael Prakosa N, Paulus Wisnu Anggoro, Antonius Tony Yuniarto*

Departemen Teknik Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Jl. Babarsari No.43, Yogyakarta, 55281

*E-mail: tonnyuniarto@gmail.com

Diterima: 18-08-2021; Direvisi: 20-10-2021; Dipublikasi: 30-04-2022

Abstrak

Industri kreatif adalah industri yang menggunakan kreativitas, keterampilan untuk menciptakan lapangan kerja dengan memanfaatkan daya kreatif dan daya cipta individu. Perkembangan industri kreatif di Indonesia cukup pesat dan kini banyak bermunculan industri kreatif baru. UMKM Putri 21 merupakan salah satu contoh industri kreatif yang membuat produk makanan berupa mie instan dari tepung Mocaf (*Modified Cassava*). Beberapa permasalahan efisiensi produksi masih terjadi pada UMKM Putri 21, salah satu contohnya adalah melonggarnya *Foundational Bolt* pada mesin *Spinner* akibat getaran yang ditimbulkan oleh motor listrik. Penelitian ini membahas penggunaan *Finite Element Analysis (FEA)* khususnya simulasi *Natural Frequency* dan *Harmonic Response* sebagai alat bantu untuk mendesain ulang mesin *Spinner* sehingga dapat mengurangi resiko Melonggarnya *Foundational Bolt* mesin *Spinner*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan desain mesin yang paling optimal bagi UMKM dengan menggunakan metode *FEA*. Desain awal mesin UMKM *Spinner* akan dianalisa terlebih dahulu dengan simulasi *Natural Frequency* dan *Harmonic Response* menggunakan *Software SOLIDWORK 2018*, kemudian hasil simulasi tersebut akan dijadikan dasar untuk *Redesign* sehingga didapatkan beberapa alternatif. Beberapa penelitian sebelumnya telah melakukan finite element analysis pada mesin *spinner* akan tetapi simulasi yang dilakukan adalah simulasi statis, peneliti belum menemukan simulasi dinamis khususnya getaran pada mesin *spinner*. Metode simulasi dinamis peneliti tambahkan dengan mengambil referensi dari mesin lain yang memiliki permasalahan getaran lain. Hasil redesign mesin akan disimulasikan kembali untuk memastikan alternatif tersebut memiliki performa yang lebih baik dari desain awal dan menemukan alternatif desain yang paling optimal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alternatif desain mesin *Spinner* dengan rangka bawah *Hollow Profile Steel* merupakan alternatif desain yang paling optimal dengan nilai *Natural Frequency* 167 Hz dan *Displacement* terbesar sebesar 0,0025 mm. Desain dikatakan paling optimal karena berhasil mengubah nilai *Displacement* menjadi 20 kali lebih kecil dari desain awal dan menggeser nilai *Natural Frequency* menjauhi nilai *Working Frequency* yaitu 0-120 Hz.

Kata kunci: *Finite Element Analysis; Industri Kreatif; Natural Frequency; Harmonic Response; Spinner*

Abstract

The creative industry is an industry that uses creativity, skills to create jobs by exploiting the creative and creative power of the individual. The development of the creative industry is quite rapid in Indonesia and now many new creative industries have emerged. UMKM Putri 21 is one example of a creative industry that makes food products in the form of instant noodles from Mocaf (*Modified Cassava*) flour. Some production efficiency problems still occur in UMKM Putri 21, one example is the loosening of the *Foundational Bolt* on the *Spinner* machine due to vibration caused by the electric motor. This study discusses the use of *Finite Element Analysis (FEA)*, especially *Natural Frequency* and *Harmonic Response* simulations as a tool for redesigning the *Spinner* machine so that it can cut the risk of loosening the *Foundational Bolt* of the *Spinner* machine. the purpose of this study is to get the optimum design for *spinner* machine at UMKM Putri 21 using *FEA* Method. The initial design of the UMKM *Spinner* machine will be analyzed first with *Natural Frequency* and *Harmonic Response* simulations using *SOLIDWORK 2018 Software*, then the simulation results will be used as the basis for redesigning so that several alternatives are obtained. Several previous studies have carried out *Finite Element Analysis* on *spinner* machines, but the simulations carried out are static simulations, researchers haven't found dynamic simulations, especially vibrations on *spinner* machines. The researcher added the dynamic simulation method by taking references from other machines that have other vibration problems. The results of the redesign of the engine will be simulated again to make sure that the alternative has better performance than the initial design and find the most optimal alternative design. The result shows that the alternative design of a *Spinner* machine with a *Hollow Profile Steel* bottom frame is the most optimal alternative design with a *Natural Frequency* value of 167 Hz and the largest *Displacement* of 0.0025 mm. The design is said to be the most optimal because it succeeded in changing the *Displacement* value to be 20 times smaller than the initial design and shifting the *Natural Frequency* value away from the *Working Frequency* value, which is 0-120 Hz.

Keywords: *Finite Element Analysis; Natural Frequency; Harmonic Response; Spinner*

1. Pendahuluan

Industri kreatif menurut Kementerian Perdagangan adalah industri yang memanfaatkan kreativitas, keterampilan untuk menciptakan lapangan kerja dengan mengeksplotasi daya kreasi dan cipta individu tersebut [1]. sektor industri kreatif telah menyumbang Produk Domestik Bruto (PDB) sebesar 7,3 % PDB Indonesia selama tiga tahun data tersebut telah membuktikan bahwa potensi dan perkembangan industri kreatif di Indonesia cukup baik [2]. Persaingan antar industri tentu akan terjadi jika makin banyak industri kreatif yang muncul, untuk mengatasi hal tersebut suatu industri kreatif tentu harus membuat proses produksinya lebih efektif dan efisien.

Salah satu contoh dari industri kreatif adalah UMKM Putri 21. UMKM Putri 21 adalah suatu industri kreatif berskala kecil yang bergerak pada sektor kuliner. UMKM Putri 21 berdiri sejak tahun 2006 di daerah Sumberejo, desa Ngawu, kecamatan Playen kabupaten Gunungkidul, Produk andalan dari UMKM Putri 21 ini adalah Mie Ayo dan keripik umbi-umbian. Mie Ayo adalah produk mi instan dari bahan baku tepung mocaf (*Modified cassava flour*) yang dikemas dalam bentuk cup.

Kendala yang sering terjadi adalah *Foundational Bolt* mesin *Spinner* pada UKM putri 21 sering melonggar ketika digunakan, hal ini menyebabkan mesin tersebut menjadi tidak stabil ketika digunakan. Mesin *Spinner* adalah suatu alat atau mesin yang digunakan untuk mengurangi kandungan minyak atau air pada suatu makanan dengan memanfaatkan gaya sentrifugal [3, 4, 15]. Mesin *Spinner* ini digunakan untuk mengurangi kandungan minyak pada keripik hasil produksi UKM Putri 21 dan memisahkan sari pati singkong dari hasil rendaman singkong. Melonggarnya *Foundational Bolt* bisa saja terjadi karena ketika motor listrik mulai berputar maka akan menyebabkan getaran. Apabila desain mesin tidak bisa menahan rambatan getaran maka nilai pergeseran akibat getaran di area sekitar *Foundational Bolt* cukup besar sehingga bisa membuat *Foundational Bolt* melonggar. Pemilik UMKM sebelumnya lebih memilih untuk memberhentikan produksi sementara selama *Foundational Bolt* masih longgar dan memanggil bagian maintenance untuk datang ke UMKM. Karyawan yang bertugas pada bagian maintenance memang tidak selalu stand by di tempat produksi UMKM tetapi menggunakan sistem jadwal datang setiap bulan sekali atau Ketika mendapat panggilan dari UMKM dan dibayar setiap dipanggil. Permasalahan melonggarnya *foundational bolt* tersebut menjadi *urgent* karena Ketika bagian maintenance belum datang maka proses produksi bisa berhenti. Kecacatan mesin seperti ini sebenarnya bisa dikurangi jika Engineer pembuat mesin tersebut melakukan analisis desain sebelum membuat mesin, *Tools* analisis yang bisa digunakan Engineer sebelum pembuatan mesin adalah *Finite Elemen Analysis (FEA)*.

FEA merupakan suatu cara untuk menyimulasikan fenomena fisik menggunakan *numerical mathematic technique* yang disebut dengan Finite Element Method [14]. Finite Element Method merupakan teknik komputasi untuk mendapatkan solusi perkiraan masalah nilai batas dalam rekayasa [5]. Keunggulan proses analisis menggunakan FEA adalah memerlukan biaya yang lebih sedikit daripada metode analisis eksperimental [6]. Penelitian [3, 4] telah melakukan FEA pada mesin *Spinner* akan tetapi analisis yang dibahas adalah analisis gaya statis dengan hasil *part* kritis dari desain mesin *Spinner* adalah rangka mesin dan *shaft* [4]. Celah penelitian yang peneliti temukan adalah analisis dinamis mesin belum dilakukan oleh penelitian [3, 4] sehingga pengaruh getaran belum dijelaskan pada penelitian tersebut. *Dynamic* analisis yang perlu dilakukan untuk melihat pengaruh getaran adalah *Natural Frequency simulation* dan *Harmonic Response simulation* [6, 7]. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan desain mesin *spinner* yang paling optimal dalam menghadapi getaran. Proses *dynamic analysis* seperti pada penelitian sebelumnya [6,7] dilakukan untuk membantu mencari bagian kritis mesin dan membangkitkan alternatif desain. Desain paling optimal tersebut ditentukan dengan cara membandingkan hasil *Natural Frequency Simulation* dan *Harmonic Response Simulation* dari desain

alternatif dan desain awal. Desain yang memiliki nilai pergeseran paling kecil dan natural frequency paling jauh dari working frequency menjadi desain yang paling optimal [12, 13].

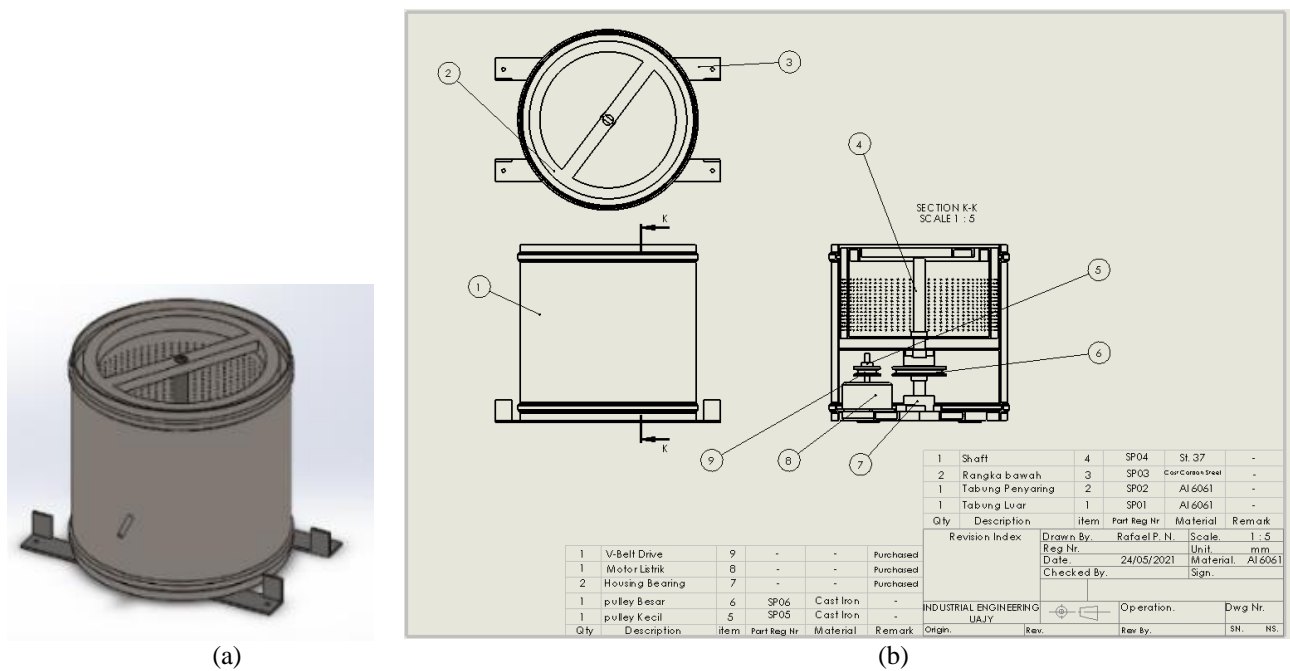
2. Material dan metodologi

Langkah pertama pada metode analisis FEA adalah *modelling object* yang akan dianalisis [6, 7]. Proses *modelling* mesin *Spinner* dilakukan dengan cara mengukur secara langsung semua *part* yang ada pada mesin *Spinner* di UMKM Putir 21 dan mencari data ukuran *standart part* yang bisa dibeli. Hasil spesifikasi mesin *Spinner* yang akan dimodelkan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi mesin *Spinner*

Nama part	Jumlah part	Spesifikasi umum
Tabung luar	1	Ø390 x 400 mm
Tabung penyaring	1	Ø350 x 200 mm Lubang penyaring : Ø3mm
Poros mesin	1	Ø25 x 350 mm
Rangka mesin	2	Material utama : Besi L 50 x 50 x 500 mm
Motor listrik	1	Tipe : Wash motor Xd-135
Bearing / bantalan gelinding	2	Tipe : Misumi UCFL205
Pulley besar	1	Ø 120 x 40 mm Bentuk belt : V-belt
Pulley kecil	1	Ø 60 x 40 mm Bentuk belt : V-belt

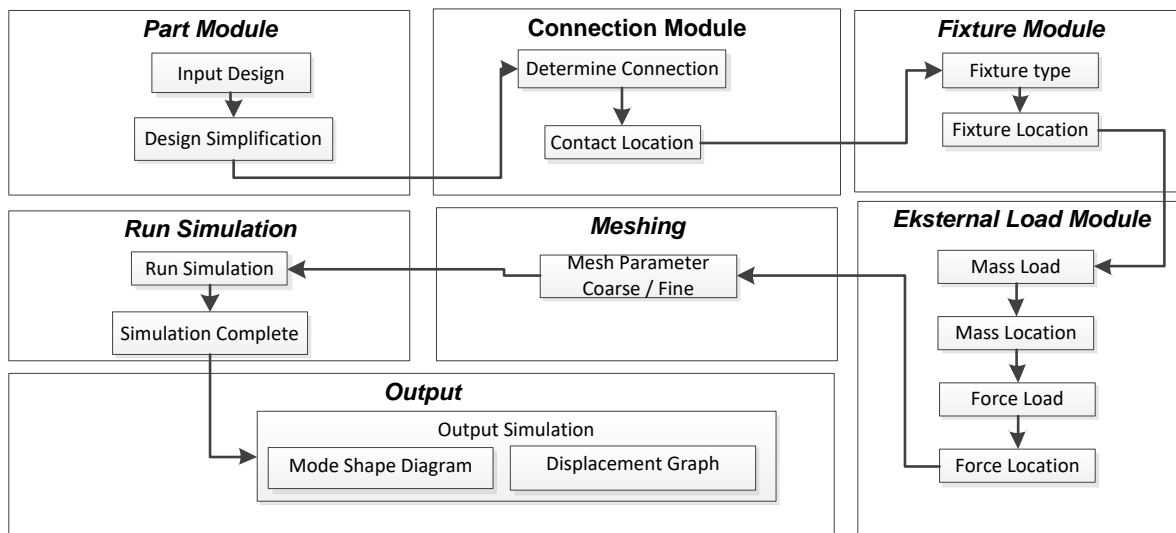
Proses pembuatan model mesin *Spinner* menggunakan *Software* design SOLIDWORK 2018. Hasil *modeling* mesin *Spinner* ditunjukkan oleh gambar 1.



Gambar 1. Desain 3D Mesin *Spinner*: (a) 3D CAD Model, (b) drafting dan potongan mesin

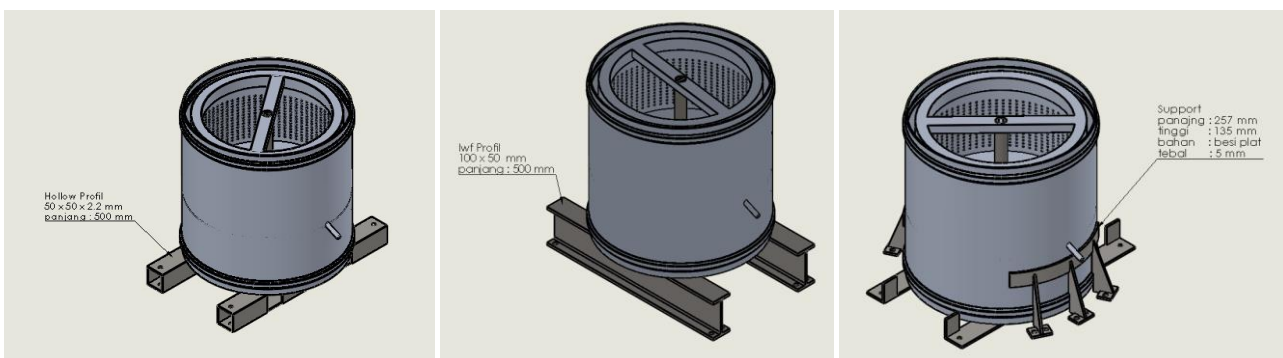
Langkah selanjutnya setelah memasukkan data material *part* ke dalam model. Mesin *Spinner* terbagi menjadi 4 *part* yang dibuat sendiri dan 4 *part* standar yang bisa dibeli [3, 4, 8]. Setiap *part* yang dibuat sendiri memiliki material yang berbeda beda seperti St. 37 untuk *part* poros mesin [8, 4], aluminium untuk tabung luar dan tabung penyaring, dan cast carbon steel untuk rangka [3, 4]. Data sifat fisik material seperti *tensile strength*, *Poisson Ratio*, *Elastic Modulus*, dll sudah disediakan secara otomatis oleh *Software SOLIDWORK 2018* [9].

Langkah selanjutnya adalah proses simulasi. Terdapat dua jenis simulasi yang akan dilakukan yaitu *Natural Frequency Analysis* dan *Harmonic Response Analysis*, kedua simulasi tersebut dilakukan untuk menggambarkan reaksi desain mesin terhadap getaran [6, 7]. Tahapan simulasi dimulai dengan proses penyederhanaan gambar. Tujuan dari penyederhanaan gambar adalah untuk mempercepat proses simulasi dan menghilangkan beberapa *error* yang bisa menghambat simulasi. Penyederhanaan gambar dapat dilakukan dengan cara menghilangkan beberapa *part* dalam simulasi lalu menggantinya menjadi gaya luar yang mempengaruhi sistem simulasi. Tahapan simulasi menggunakan *Software SOLIDWORK 2018* dilakukan dalam bentuk modul yang sudah disediakan oleh *SOLIDWORK 2018*. Diagram alir proses simulasi dijelaskan pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowchart Proses Simulasi Desain Mesin Spinner

Hasil simulasi yang didapatkan akan menjadi dasar dalam perbaikan desain mesin *Spinner*. Perbaikan desain memiliki tujuan untuk mengurangi risiko getaran yang terjadi dalam mesin *Spinner*. Tiga alternatif desain berhasil dipilih sebagai solusi permasalahan melonggarnya *Foundational Bolt* mesin *Spinner*. Gambar 3 berikut menunjukkan ketiga alternatif desain tersebut.



Gambar 3. Hasil Perbaikan Desain Mesin Spinner

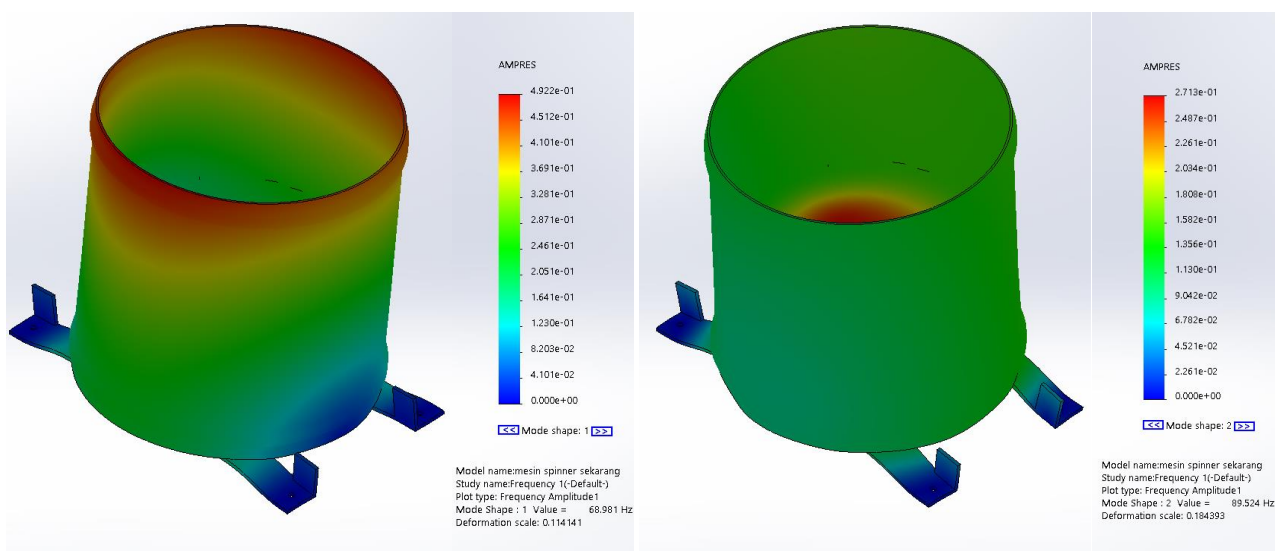
Alternatif desain mesin berupa penggantian profil besi rangka bawah menjadi besi *Hollow*, besi *Iwf*, dan penambahan *part support* pada mesin. Alasan kedua besi profil tersebut dipilih adalah karena besi profil tersebut memiliki nilai kemampuan Inersia yang lebih baik daripada besi L dan memiliki proses instalasi yang mudah ketiga alternatif yang didapatkan sebelumnya perlu disimulasi natural frekuensi dan *Harmonic Response* kembali. Proses simulasi kedua ini dilakukan dengan tujuan melihat seberapa besar desain alternatif tersebut menurunkan risiko lepasnya *Foundational Bolt* dan menentukan desain yang paling optimal

3. Hasil dan pembahasan

Simulasi *Natural Frequency* dan *Harmonic Response* dilakukan dalam kondisi mesin berada dalam pengaruh getaran motor. Pengaruh getaran motor ini digambarkan dengan penambahan gaya luar sebesar percepatan 1 G, dan *Working Frequency* 0-120 Hz [10, 11]. Pembebanan ini hampir sama dengan penelitian sebelumnya [6], dengan sedikit perbedaan yaitu di gaya pembebanan.

3.1. Hasil Simulasi Desain Awal

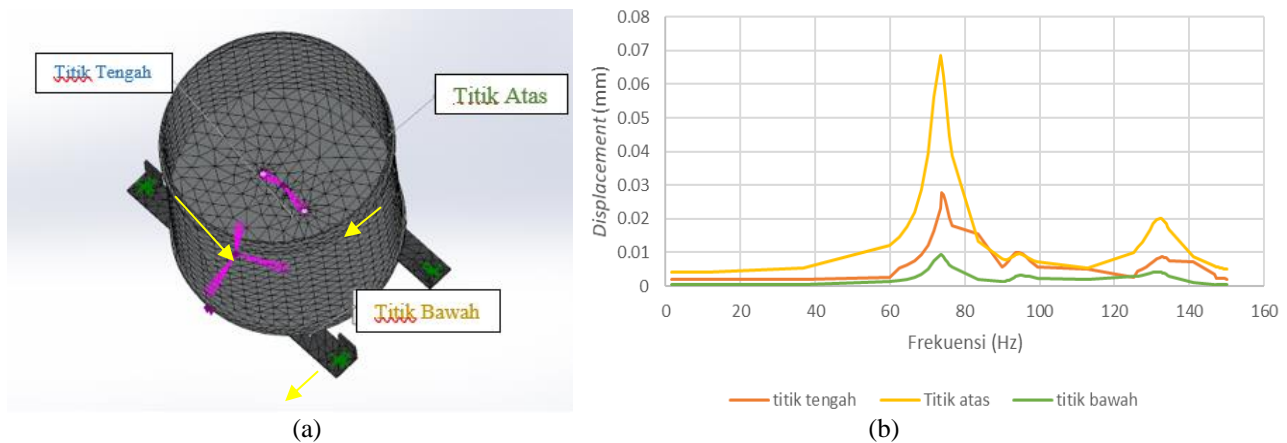
Dua macam grafik sudah berhasil peneliti dapatkan dari dua buah simulasi yaitu *Natural Frequency* dan *Harmonic Response*. Analisis *Natural Frequency* memberikan daftar frekuensi kemungkinan mesin akan mengalami resonansi dan juga *Mode Shape* pada frekuensi tersebut yang merupakan hal penting dalam analisis. Resonansi merupakan suatu kondisi saat nilai *Natural Frequency* sama dengan nilai *working frequency*[11]. *Mode Shape* merupakan gambaran pergeseran setiap node atau titik pada frekuensi tertentu [6]. Dua *Mode Shape* awal hasil simulasi *Natural Frequency* dapat dilihat pada Gambar 4. Resonansi getaran terjadi pada frekuensi 68.98 Hz pada *Mode Shape* 1 dan 89.5 pada *Mode Shape* 2.



(a) (b)
Gambar 4. Hasil Simulasi Natural Frekuensi: (a) *Mode Shape* 1, (b) *Mode Shape* 2

Desain mesin *Spinner* (Gambar 4) mengalami *Bending Behavior* terutama pada bagian rangka bawah saat terjadi resonansi sama seperti penelitian [6, 7]. *Bending Behavior* tersebut menyebabkan pergeseran sebesar 0.07 mm menuju arah sumbu Y. pergeseran terbesar yang dialami oleh mesin *Spinner* akan lebih jelas digambarkan pada grafik hasil simulasi *Harmonic Response* (Gambar 5b). Grafik hasil simulasi *Harmonic Response* menunjukkan pergeseran mesin

Spinner di 3 lokasi yaitu bagian atas, bagian tengah dan bagian bawah selama *Working Frequency* 0 – 120 Hz (Gambar 5a).



Gambar 5. Hasil Simulasi *Harmonic Response* (a) Titik Pengamatan, (b) Grafik *Displacement*

Pergeseran yang dialami oleh mesin juga bisa digambarkan dalam *state* seperti [12]. Kondisi awal mesin bekerja dalam kondisi *steady state* lalu mesin *Spinner* mengalami resonansi mulai pada frekuensi 60 Hz dan mencapai puncak pergeseran pada frekuensi 73 Hz sesuai dengan *Mode Shape* 1. Mesin *Spinner* kemudian memasuki kondisi Transient setelah melalui frekuensi 73 Hz dan sebelum mencapai kondisi *Steady State* lagi mesin Kembali mengalami sedikit resonansi pada frekuensi 90 Hz dengan puncak pergeseran sebesar 0.01 mm saat frekuensi 93.5 Hz sesuai dengan *Mode Shape* 2. Setelah melalui frekuensi 93.5 Hz mesin Kembali masuk kondisi Transient hingga frekuensi 120 Hz.

3.2. Hasil Simulasi Desain Revisi

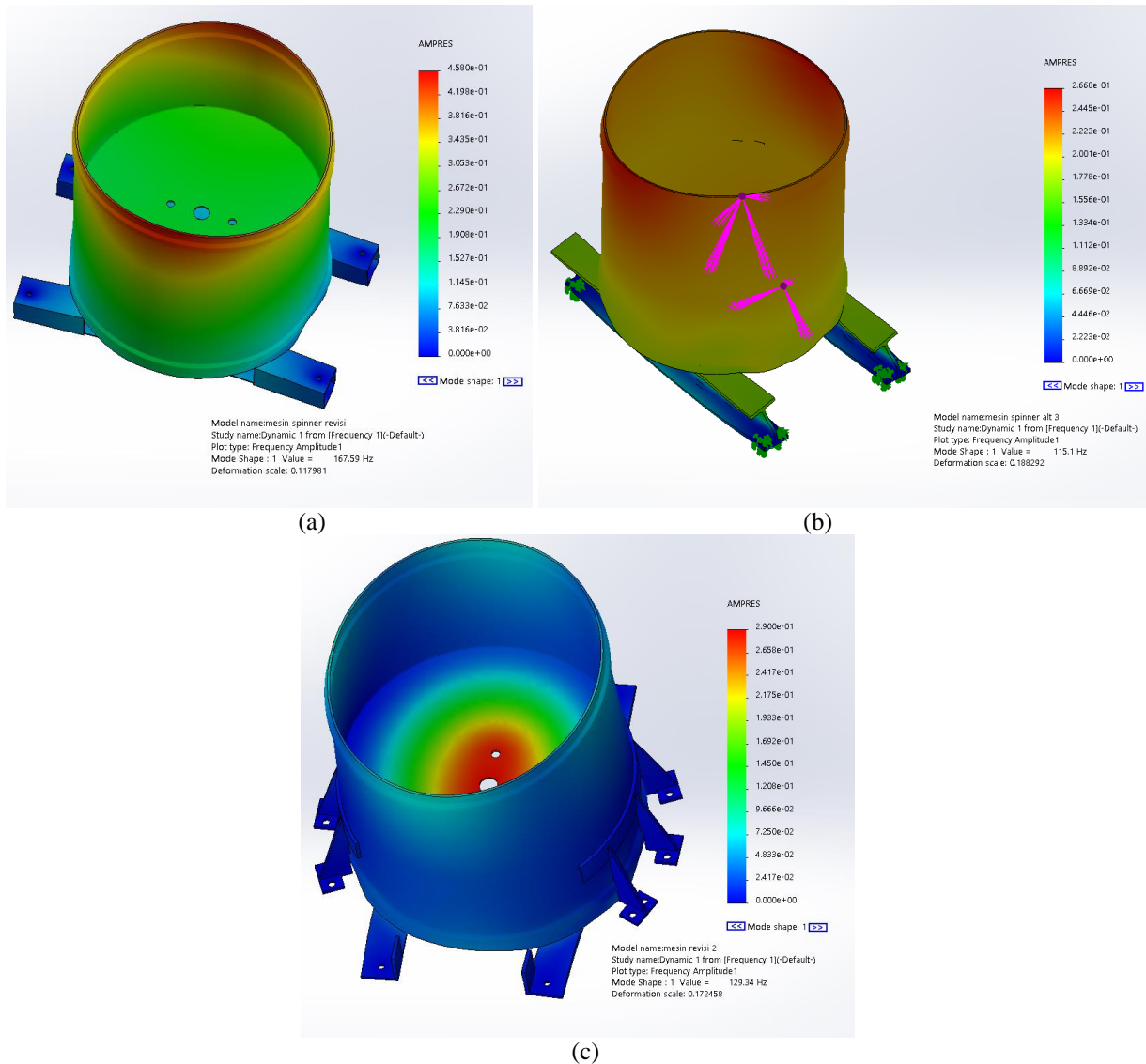
Penelitian terdahulu [12] mengungkapkan apabila suatu mesin dibutuhkan untuk bekerja secara lama dan tenang maka kondisi Resonansi harus dihindari. Hal yang bisa dilakukan untuk menghindari Resonansi adalah dengan cara memodifikasi desain dan spesifikasi mesin sehingga nilai *Natural Frequency* tidak mendekati *Working Frequency*. Beberapa element yang dapat dimodifikasi agar nilai *Natural Frequency* bisa jauh dari *Working Frequency* adalah *Inertia*, *Stiffness*, dan *Damping*[13]. Tiga alternatif desain mesin yaitu menggunakan rangka besi *Hollow*, besi *Iwf*, dan penambahan *support* diperoleh berdasarkan penelitian [13], dan untuk membuktikan hal tersebut maka simulasi *Natural Frequency* dan *Harmonic Response* perlu dilakukan kembali pada tiga desain alternatif yang didapat.

Tabel 2. *Natural Frequency* Desain Awal dan Modifikasi

Mode	Frekuensi (Hertz)			
	Desain awal (Besi L)	Alternatif 1 (besi <i>Hollow</i>)	Alternatif 2 (besi <i>Iwf</i>)	Alternatif 3 (<i>Support</i>)
1	68.981	167.79	115.1	129.34
2	89.524	213.78	202.67	257.41
3	123.17	251.78	255.39	344.73
4	311.42	453.82	432.02	457.92
5	412.89	526.35	471.1	509.79

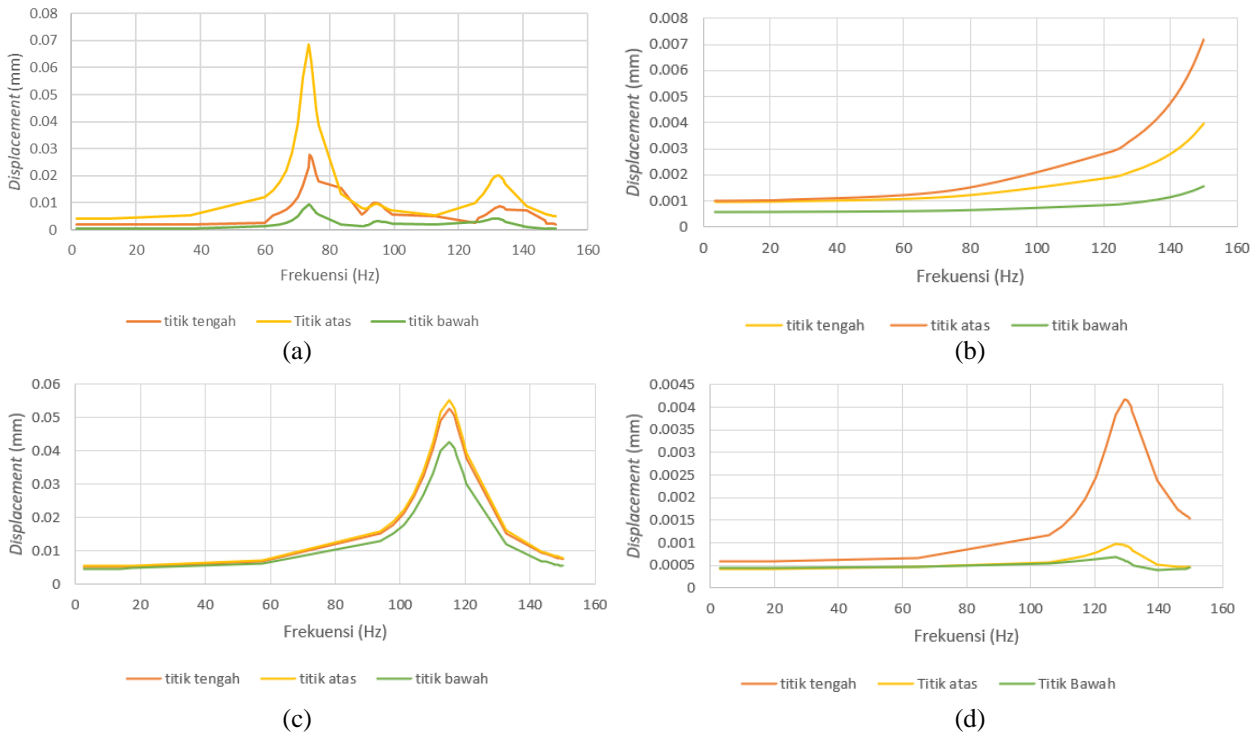
Hasil simulasi *Natural Frequency* (Tabel 2) menunjukkan bahwa terdapat pergeseran nilai *Natural Frequency* yang menunjukkan bahwa performa desain alternatif lebih baik daripada desain awal. Desain awal mesin mengalami resonansi pada frekuensi 73 Hz dan 93.5 Hz tetapi pada desain alternatif mesin baru mulai beresonansi pada frekuensi 115 Hz untuk alternatif besi *Iwf*, 129 Hz untuk alternatif *Support*, dan bahkan pada alternatif besi *Hollow* resonansi terjadi pada

frekuensi 167 Hz. Hasil *Mode Shape* pada tiap alternatif juga mengalami beberapa perubahan di antaranya *Bending Behavior* pada *Mode Shape 1* alternatif *Hollow* dan besi *Iwf* (Gambar 6), memiliki arah tekukan tidak lagi naik turun (sumbu Y) tetapi berubah ke samping (sumbu Z). Lokasi *Bending Behavior* pada alternatif penambahan *support* berbeda dengan desain awal karena pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa *Bending Behavior* pada alternatif desain penambahan *support* terjadi pada bagian tengah dan bawah Tabung luar mesin.



Gambar 6. *Mode Shape 1* Alternatif, (a) Besi *Hollow*, (b) Besi *Iwf*, (c) Penambahan *Support*

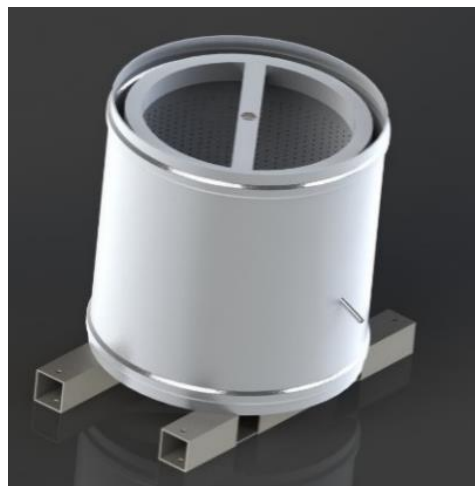
Hasil simulasi *Harmonic Response* juga menunjukkan hasil yang lebih baik pada desain alternatif besi *Hollow* dan Penambahan *Support* jika dilihat dari pergeseran yang terjadi. Pergeseran yang terjadi pada titik atas desain alternatif besi *Iwf* yang ditunjukkan gambar 7 bahkan hampir sama desain awal mesin hanya saja nilai resonansi yang terjadi bergeser pada frekuensi 118 Hz. Hasil simulasi *Harmonic Response* alternatif besi *Hollow* dan penambahan *Support* (gambar 7) menunjukkan penurunan pergeseran maksimum. Pergeseran terbesar yang terjadi pada desain alternatif Besi *Hollow* dan alternatif Penambahan *Support* saat frekuensi 0-120 Hz adalah sebesar 0,003 mm untuk alternatif Besi *Hollow* dan 0,0025 mm untuk alternatif Penambahan *Support*. Hasil tersebut 20 kali lebih kecil jika dibandingkan dengan desain awal. Titik pergeseran juga berbeda pada desain alternatif Penambahan *Support* yaitu berubah menjadi titik tengah mesin yang mengalami *Displacement* paling tinggi.



Gambar 7. *Displacement* Hasil Simulasi *Harmonic Response* Desain Alternatif (a) Desain Awal, (b) Besi *Hollow*, (c) Besi *Iwf*, (d) Penambahan *Support*

Desain Mesin yang paling optimal bagi UMKM Putri 21 adalah desain mesin yang memiliki respons paling baik terhadap getaran motor sehingga menurunkan risiko lepasnya *Foundational Bolt*. Desain tersebut dikatakan paling optimal apabila memiliki nilai *Natural Frequency* yang jauh dari nilai *Working Frequency* yaitu 0-120 Hz [11,12] dan nilai pergeseran pada *Harmonic Response* lebih kecil daripada nilai pergeseran desain awal [13]. Desain alternatif yang paling optimal jika melihat syarat tersebut adalah desain alternatif Besi *Hollow* karena nilai pergeseran yang terjadi 20 kali lebih kecil dari pada desain awal dan desain alternatif Besi *Hollow* juga memiliki nilai *Natural Frequency* yang paling jauh dari *Working Frequency* yaitu 167.79 Hz.

Desain alternatif besi *Hollow* jika divisualisasikan akan terlihat seperti Gambar 8. Bentuk umum dari mesin masih sama dengan desain awal akan tetapi rangka bawah pada desain alternatif menggunakan besi profil *Hollow* yang dibuat lubang berbentuk persegi Panjang pada salah satu sisinya. Fungsi dari lubang tersebut adalah untuk mempermudah proses perangkaian rangka pada tabung luar menggunakan mur dan baut.



Gambar 8. Visualisasi Desain Paling Optimal Mesin Spinner

4. Kesimpulan

Permasalahan melonggarnya Foundational Bolt pada Mesin Spinner UMKM Putri 21 terbukti disebabkan oleh getaran motor listrik pada desain awal mesin. Finite Element Analysis (FEA) terutama Natural Frequency simulation dan Harmonic Response Simulation dapat dengan baik menggambarkan bagaimana Hal tersebut bisa terjadi. Alternatif perbaikan desain dapat dilakukan dengan cara mengubah nilai *Inertia*, *Stiffness* dan *Damping* dari mesin *Spinner*. Hasil akhirnya didapatkan desain alternatif mesin *Spinner* menggunakan rangka bawah Besi *Hollow* merupakan desain paling optimal bagi UMKM Putri 21. Desain tersebut dikatakan paling optimal karena memiliki nilai pergeseran 20 kali lebih kecil dari desain awal mesin dan *Natural Frequency* desain alternatif berada pada frekuensi 167 Hz, cukup jauh dari *Working Frequency* motor Listrik mesin *Spinner* yaitu 0-120 Hz.

Penelitian selanjutnya lebih terfokus pada upaya implementasi real manufaktur mesin *Spinner* dari desain optimal untuk menjawab kendala teknis yang dihadapi oleh UMKM. Hasil riset ini juga dapat dimanfaatkan oleh industri mesin perkakas dalam proses desain dan manufaktur peralatan bagi UMKM agar lebih bisa mengoptimalkan penggunaan software Finite Element Analysis (FEA) untuk memperoleh desain optimal.

Daftar Pustaka

- [1] Masriah, Apa itu Industri Kreatif?, <https://ekbis.sindonews.com/read/1422093/34/apa-itu-industri-kreatif-1563596667>, Sindonews;2019 (diakses tanggal 19 Maret 2020)
- [2] Karja, Menelusuri Perkembangan dan Potensi Industri Kreatif di Indonesia, <https://kumparan.com/karjaid/menelusuri-perkembangan-dan-potensi-industri-kreatif-di-indonesia-1550828242361247154>, Kumparan; 2019(diakses tanggal 19 Maret 2020)
- [3] Suryanti, Sari, S. R., Setiono, I., Arifan, F., Broto, W., Design and Study of *Spinner* Machine Performance through Simulation and Proximate Analysis of Sepakung Village-Speciality Pegagan Leaf (*Centella asiatica*) Chips, Proceeding of International Conference on Maritime and Archipelago (ICoMA 2018), 2018, publication date October 2019, <https://doi.org/10.2991/iccsee.2013.732>
- [4] Sugeng, W., Luddy, I. P., Anggoro, P.W., Perancangan Mesin Peniris Untuk Aneka Makanan Ringan Hasil Gorengan, Seminar Nasional Multi Disiplin Ilmu & Call For Papers Unisbank (Sendi_U) Ke-2 Tahun 2016, July 2016, Semarang, Publication Date July 2016, <https://www.unisbank.ac.id/ojs/index.php/sendiu/article/view/4198>
- [5] David, V. H., Fundamental of Finite Element Analysis, New York, America, McGraw-Hills Companies, Inc;2003
- [6] Marzuki, M.B.,Halim,M.H., Abdul, R. N. M., Determination of Natural Frequencies through Modal and Harmonic Analysis of Space Frame Race Car Chassis Based on ANSYS, American Journal of Engineering and Applied Sciences, 2015, Volume 8, pp. 538-548, DOI:10.3844/ajeassp.2015.538.548
- [7] Zhang, C., Fei, Y., Honggang, D., Yuan, C., Dynamic modelling and finite element structural optimization of glass handling robot, International Journal of Structural Integrity, 2017, Vol. 8 Issue: 3, <https://doi.org/10.1108/IJSI-08-2016-0027>
- [8] Deliana, A. E., Perancangan Mesin Peniris Minyak (*Spinner*) Untuk Kebutuhan Dapur Rumah Tangga Dengan Menggunakan Metode Triz, Indonesia: Universitas Islam Indonesia,2018.
- [9] Jose, R., SOLIDWORK 2018 Essentials, <http://My.SOLIDWORK2018.com/ebook/getebook> , 2017, diakses tanggal 19 Maret 2020

- [10] Manish, Y. U., Asho, K. S., Real-Time Wireless Vibration Monitoring System Using LabVIEW, Proceeding of International Conference on Industrial Instrumentation and Control (ICIC), College of Engineering Pune, India, May 28-30 2015, Publication Date 09 July 2015, DOI: 10.1109/IIC.2015.7150876
- [11] Mikhail, T., Induction Motor Condition Monitoring: Vibration Analysis Technique - a Twice Line Frequency Component as a Diagnostic Tool, Proceeding of International Electric Machines & Drives Conference 2013, 12-15 May 2013, Publication Date 15 July 2013, DOI: 10.1109/IEMDC.2013.6556242
- [12] Robert, F. S., An Introduction To Mechanical Vibrations, 2nd Editions, New York, America, JOHN WILEY & SONS; 1980
- [13] Haym, B., Mark L Nagurka, Mechanical Vibration Analysis, Uncertainties, and Control, 3rd Edition, New York, CRC PRESS ;2013
- [14] Trevor, E., What Is Finite Element Analysis and How Does It Work?, <https://interestingengineering.com/what-is-finite-element-analysis-and-how-does-it-work> , Interesting Engineering;2019 (Diakses tanggal 19 Maret 2020)
- [15] Wahyu, S., Ade, M. K., Fetriyuna, Yoga, P., Analisis Teknik dan Uji Kinerja Mesin Peniris Minyak (*Spinner*), Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem,2018,Volume 6, pp 17-26