

PERANCANGAN PENGEMBANGAN RANGKA PADA MESIN PENGADUK ADONAN PANGSIT LABU

Firdhani Faujiyah¹⁾, Risnandar²⁾
Politeknik APP Jakarta¹⁾, Politeknik TEDC^{1),2)}
Email: f.firdhani@gmail.com¹⁾, arisrsndr@gmail.com²⁾

Abstrak

Aktivitas perancangan pada umumnya dilakukan tidak hanya satu atau dua kali tetapi bersifat berkelanjutan agar nantinya hasil dari rancangan tersebut dapat berjalan sesuai dengan rencana. Saat ini sudah ada Mesin Pengaduk Adonan Pangsit Labu yang telah dirancang dan dibuat oleh Riza, dkk pada tahun 2019 yang telah bekerja sama dengan salah satu UKM di Kota Cimahi yang bergerak pada bidang makanan dengan nama LABU'CHI. Mesin tersebut mempunyai kapasitas adonan sebesar 2 kg. Untuk membuat pengembangan pada bagian rangka tersebut memerlukan sebuah perhitungan dan perangkat lunak yang mampu mencakup desain dan juga pengujian dari hasil pengembangan tersebut. Pengujian dilakukan dengan menggunakan perhitungan teoritis dan simulasi pada *Solidworks 2018*. Setelah dilakukan pengujian, Terlihat dari tegangan maksimum terbesar rangka baik dari hitungan teoritis yaitu 4,63 MPa atau dari simulasi *Solidworks 2018* yaitu 4,22 MPa yang masih dibawah tegangan ijin yaitu sebesar 7,40 MPa. Dan hasil defleksi terbesar yang didapatkan pada simulasi *Solidworks 2018* sebesar 0,000098 Inch dengan beban 117,72 N.

Kata kunci: rangka, tegangan, *solidworks2018*

Abstract

Design activities are generally carried out not only once or twice but continuously so that the results of the design can run according to plan. Currently there is a Pumpkin Dumpling Mixing Machine that has been designed and made by Riza, et al. In 2019 which has collaborated with one of the SMEs in Cimahi City which is engaged in the food sector under the name LABU'CHI. The machine has a dough capacity of 2 kg. To make developments in this part of the framework requires a calculation and software that is capable of designing and testing the results of these developments. Tests were carried out using theoretical calculations and simulations at Solidworks 2018. After testing, it can be seen from the maximum tension of the frame both from the theoretical calculation, namely 4.63 MPa or from Solidworks 2018 simulation, which is 4.22 MPa which is still under the allowable stress, which is 7, 40 MPa. And the biggest deflection results obtained in the 2018 Solidworks simulation are 0.000098 Inch with a load of 117.72 N.

Keywords: frame, stress, *solidworks2018*

I. PENDAHULUAN

Beberapa Negara maju menganggap sektor industri merupakan motor penggerak bagi pertumbuhan perekonomian karena mampu memberikan keuntungan yang lebih tinggi dibandingkan dengan sektor lain. Oleh karena itu perkembangan usaha kecil di Indonesia perlu mendapat perhatian yang besar dari pemerintah maupun kalangan masyarakat luas.

Menurut Dr. Tulus Tambunan (2002) mengungkapkan bahwa: "...Permasalahan yang dimiliki Usaha Kecil dan Menengah (UKM) adalah keterbatasan teknologi. Berbeda dengan Negara-negara maju, UKM di Indonesia umumnya masih menggunakan teknologi tradisional dalam bentuk mesin-mesin tua atau alat-alat produksi yang sifatnya manual. Keterbelakangan teknologi ini tidak hanya membuat rendahnya jumlah produksi dan

efisiensi di dalam proses produksi, tetapi juga rendahnya kualitas produk yang dibuat serta kesanggupan bagi UKM di Indonesia untuk dapat bersaing di pasar global..."

Oleh karena itu mengingat akan pentingnya hal ini perlu diadakannya kerja sama antara orang-orang yang mempunyai kontribusi di dunia akademis dalam perancangan mesin bersama dengan pelaku UKM untuk membuat peralatan teknologi yang dapat menunjang proses produksi dengan harga pembuatan dan perawatan yang terjangkau oleh UKM serta memiliki kualitas teknologi yang tidak jauh berbeda dengan negara-negara maju.

Aktivitas perancangan pada umumnya dilakukan tidak hanya satu atau dua kali tetapi bersifat berkelanjutan agar nantinya hasil dari rancangan tersebut dapat berjalan sesuai dengan rencana. Saat ini sudah ada Mesin Pengaduk Adonan Pangsit Labu

yang telah dirancang dan dibuat oleh Riza, dkk pada tahun 2019 yang telah bekerja sama dengan salah satu UKM di Kota Cimahi yang bergerak pada bidang makanan dengan nama LABU'CHI. Inovasi dan langkah untuk mempermudah dalam pengadonan pembuatan pangsit labu tersebut memang sangat bagus dan dapat membantu proses pengerjaan menjadi lebih ringan, tetapi berdasarkan hasil wawancara menurut pemilik UKM tersebut, Mesin yang sudah diterima tidak dapat beroperasi secara maksimal sebagaimana fungsinya, dan juga mengeluhkan dari pembuatan konstruksi rangka yang terlalu rendah untuk digunakan.

Melihat berbagai permasalahan yang ada maka diperlukan perbaikan dan pengembangan pada mesin yang sudah dibuat agar dapat digunakan dan menjadi lebih baik lagi. Untuk melakukan pengembangan pada mesin ini tentunya membutuhkan perbaikan dari berbagai aspek dan komponen penting, salah satunya adalah pada bagian rangka. Rangka menjadi peranan penting dalam menciptakan sebuah mesin yang aman dan nyaman untuk digunakan.

Untuk membuat pengembangan pada bagian rangka tersebut maka memerlukan sebuah perhitungan dan perangkat lunak yang mampu mencakup desain dan juga pengujian dari hasil pengembangan tersebut.

II. LANDASAN TEORI

Labu Kuning

Labu kuning (*Cucurbita moschata*) termasuk jenis tanaman menjalar dari famili cucurbitaceae yang banyak dijumpai di Indonesia terutama didataran tinggi. Labu kuning mempunyai klasifikasi sebagai berikut :

Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Ordo	: Cucurbitales
Familia	: Cucurbitaceae
Genus	: Cucurbita
Spesies	: Cucurbita moschata

Jenis tanaman ini serumpun dengan buah labu antara lain adalah tanaman timun, semangka, melon, dan lain-lain. Di Jawa tengah labu kuning dikenal dengan nama waluh, di negara Inggris labu kuning disebut juga dengan pumkin, di Jawa Barat disebut dengan labu parang atau labu merah dan labu manis (Sudartoyudo, 2000).

Buah labu kuning berbentuk bulat pipih, lonjong, atau panjang dengan banyak alur (15-30 5 alur). Ukuran pertumbuhannya mencapai 350 gram/hari. Buahnya besar dan warnanya hijau apabila masih muda, sedangkan yang lebih tua berwarna kuning

orange sampai kuning kecoklatan. (Brotodjojo, 2010).

Tabel 1. Kandungan gizi daging labu kuning dalam 100 gram bahan.

No	Unsur Gizi	Kadar
1	Bydd (%)	77
2	Energi (kal)	34
3	Air (g)	91
4	Protein (g)	1,1
5	Lemak (g)	0,3
6	Karbohidrat (g)	6,8
7	Mineral (g)	0,8
8	Kalsium (mg)	45
9	Fosfor (mg)	64
10	Zat besi (mg)	1,4

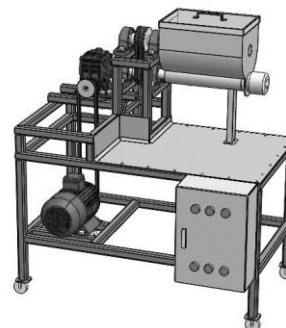
Sumber: Yuliani dkk (2004)

Pangsit

Pangsit adalah makanan yang berasal dari negeri Tiongkok China, di negara asalnya pangsit biasa disebut *Jiaozi* atau *Wonton*, yang di santap bersama sekeluarga dan melambangkan reuni. Pangsit biasanya terbuat dari tepung terigu dicampur air, telur, garam dan lemak atau minyak, dibentuk menjadi lembaran elastis dan tipis. Proses selanjutnya bisa langsung digoreng dan digunakan sebagai makanan pelengkap mi, bakso ataupun makanan ringan. Pangsit juga bisa digunakan untuk membungkus makanan yang dikukus ataupun digoreng, (Cordova, 2015)

Pangsit telah dikonsumsi hampir disemua kalangan masyarakat dan sangat luas penyebarannya. Hal ini dikarenakan harganya relatif murah, nilai kalorinya cukup tinggi dan untuk memproduksinya cukup mudah (Harper, *et al*, 1979).

Mesin Pengaduk Adonan Pangsit Labu



Gambar 1. Mesin pengaduk adonan pangsit labu

Mesin Pengaduk Adonan Pangsit Labu merupakan mesin yang berfungsi untuk mengolah adonan pangsit labu yang semula dalam bentuk beberapa bahan dasar mentah, kemudian mesin ini

berperan sebagai media pengaduk beberapa bahan dasar menjadi satu secara merata sehingga mencapai hasil yang diinginkan. Cara kerja dari mesin ini yaitu dengan cara memutar poros *mixer* atau pengaduk yang dirancang secara *horizontal* pada kotak adonan dan menggunakan motor listrik sebagai sumber tenaganya.

Rangka

Rangka adalah sebuah elemen penting yang tidak bisa dipisahkan dalam pembuatan sebuah mesin karena apabila ditinjau dari fungsinya, rangka memiliki fungsi sebagai penopang dan tempat untuk komponen – komponen lainnya. Rangka juga secara umum memiliki tugas lain yaitu sebagai pelindung dari komponen – komponen lain yang mudah rusak jika mengalami tekanan atau benturan. Rangka yang baik merupakan rangka yang bisa menahan beban dari komponen – komponen yang menyimpannya, rangka yang bisa menahan getaran yang timbul akibat proses kerja mesin, rangka yang memiliki kesesejajaran antara kaki – kaki rangka dan penyangga – penyangga komponen mesin. (Anhar, 2017)

Material Rangka

Material rangka adalah material yang digunakan untuk membuat konstruksi rangka dengan tujuan dapat menahan beban dari sebuah mesin. Baja banyak dipakai sebagai material konstruksi karena sifat mekaniknya sangat baik, yaitu kekuatan dan keuletannya. Baja mempunyai kekerasan dan kekuatan yang sangat baik dibandingkan material polimer, aluminium bahkan titanium. Biasanya kekuatan baja ditingkatkan dengan menambah jumlah karbon sebagai campuran logam, akan tetapi penambahan ini dapat menurunkan sifat plastisnya terutama keuletan setelah dilas. Selain itu juga baja sangat mudah untuk dibentuk menjadi bermacam-macam bentuk (G.Niemann, 1986).

ASTM

ASTM Internasional merupakan organisasi internasional sukarela yang mengembangkan standarisasi teknik untuk material, produk, sistem dan jasa. ASTM Internasional yang berpusat di Amerika Serikat. ASTM merupakan singkatan dari *American Society for Testing and Material*, dibentuk pertama kali pada tahun 1898 oleh sekelompok insinyur dan ilmuwan untuk mengatasi bahan baku besi pada rel kereta api yang selalu bermasalah. Sekarang ini, ASTM mempunyai lebih dari 12.000 buah standar. Standar ASTM banyak digunakan pada negara-negara maju maupun berkembang dalam

penelitian akademisi maupun industri. (ASTM International : 2006).

ASTM A36

ASTM A36 produk baja dengan kadar karbon rendah kurang dari 0,3%, sangat lembut untuk memudahkan pembentukan, pemesian, pengelasan. Perlakuan panas memiliki efek yang lebih kecil pada material baja ASTM A36. Ini mengandung beberapa elemen lain termasuk elemen paduan: mangan, belerang, fosfor dan silikon. Besi dan elemen-elemen ini bersama-sama membentuk sifat mekanis ASTM A36 yang unik, Standar ASTM terdiri dari huruf diikuti oleh nomor, penamaan ini umumnya mengacu pada produk baja tertentu. Berikut ini merupakan arti penomoran standar Baja ASTM A36:

A : *Ferrous Metal*

36 : Urutan nomor yang tidak ada hubungan Dengan sifat metal

A36 : *Specification for structural steel.*

(ASTM Standards In Building Codes : 2007).

Tabel 2. Data bahan ASTM A36

No	Properties	Nilai
1	Density	77.85 g/cm ³
2	Tensile Strength, Ultimate	400 MPa
3	Yield Strength	250 MPa
4	Bulk Modulus	400 GPa
5	Shear Stress	79,3 GPa

Sumber: *matweb.com/*

Gaya

Gaya merupakan aksi sebuah benda pada benda lain dan umumnya ditentukan oleh titik kerjanya, besarnya dan arahnya. (Beer dan Johnston, 1989:13).

$F = m \cdot g$ (Fisika Umum, 2001)(1)

dimana:

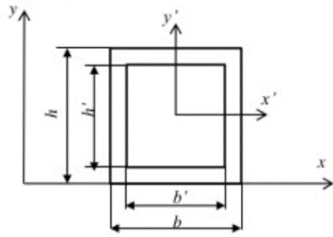
F = Gaya (N)

M = Masa (kg)

G = Gravitasi (m/s²)

Momen Inersia Hollow Persegi Empat

Untuk luas penampang dari rangka utama yang merupakan besi hollow persegi dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Penampang Hollow Persegi Empat

Dengan adanya dimensi dari penampang rangka utama maka dapat dicari momen inersia luas penampang rangka utama. Untuk luas penampang persegi panjang rumus inersia luas penampang adalah (Hendriyanto, 2015):

$$I_{x'} = \frac{1}{12} b h^3 \dots\dots\dots (2)$$

Maka dari persamaan dapat dicari momen inersia luas penampang rangka utama (Hendriyanto, 2015):

$$I = I_{x'} = \frac{1}{12} b h^3 - \frac{1}{12} b' h'^3 \dots\dots\dots (3)$$

dimana:

I = Momen Inersia (mm⁴)

b = Lebar benda (mm)

h = Tinggi benda (mm)

Tegangan Bending

Tegangan yang ditimbulkan oleh gaya luar dimana gaya luar tersebut arahnya melintang terhadap penampang. (Hendriyanto, 2015):

$$\sigma_b = \frac{M_{max} \cdot Y}{I} \dots\dots\dots (4)$$

dimana:

σ_b = tegangan bending (N/ mm²)

M_{Max} = momen max (N.mm)

I = momen inersia penampang

Y = jarak terhadap sumbu netral (mm)

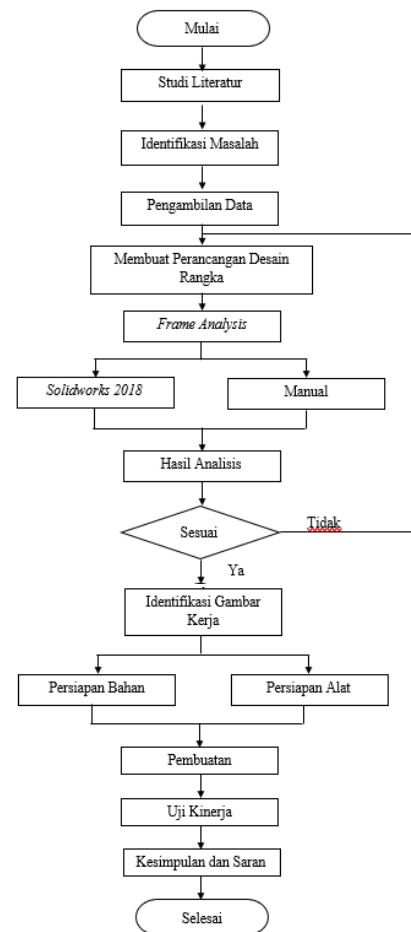
Tegangan Ijin

Tegangan ijin "*Allowable stress*" adalah tegangan yang tidak boleh dilampaui di bagian manapun dalam struktur. Selama tegangan maksimum tidak lebih dari tegangan ijin, maka struktur tersebut dinyatakan aman, sebaliknya apabila tegangan maksimum lebih dari tegangan ijin, maka struktur tersebut tidak dapat dinyatakan aman. Tegangan ijin dapat dihitung menggunakan persamaan seperti berikut, (Hendriyanto, 2015):

$$\text{Tegangan Ijin} = \frac{\text{Tegangan luluh}}{\text{Faktor Keamanan}} \dots\dots\dots (5)$$

III. METODE PENELITIAN

Diagram Alir Perancangan Pengembangan



Gambar 4. Diagram alir penelitian

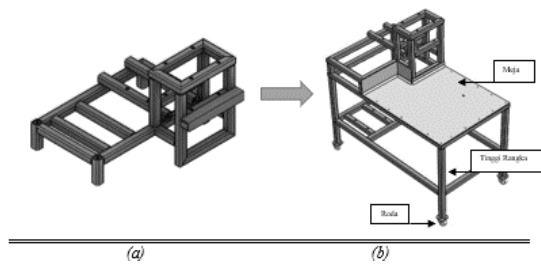
Keterangan:

- 1) Mulai
Pada tahap ini penulis melakukan pemilihan judul tugas akhir
- 2) Studi Literatur
Pada tahap ini penulis mencari teori-teori yang relevan dalam membantu dalam kegiatan penelitian yang dilaksanakan yang bisa bersumber dari jurnal, buku, internet, dan juga bimbingan langsung dengan dosen pembimbing tugas akhir.
- 3) Identifikasi Masalah
Tahapan proses identifikasi masalah ini dilakukan untuk mengetahui secara jelas masalah dari mesin tersebut khususnya pada bagian rangka. Dengan melakukan observasi lapangan ke tempat UKM.
- 4) Pengeambilan Data
Tahapan proses pengambilan data digunakan untuk mengetahui ukuran dimensi dan konstruksi rangka yang telah dibuat sebelum pengembangan.

- 5) Membuat Perancangan Desain Rangka
Tahapan ini merupakan proses pembuatan konstruksi rangka dengan melakukan beberapa perubahan dan penambahan dari desain yang dibuat sebelumnya, dibuat melalui *software solidworks2018*
- 6) *Frame Analysis*
Pada tahap ini penulis membuat Analisa dari konstruksi yang dibuat
- 7) *Solidworks 2018*
Pada tahap ini penulis melakukan pengujian konstruksi rangka dengan fitur frame analysis pada *software solidworks2018*.
- 8) Manual
Pada tahap ini penulis melakukan pengujian konstruksi rangka dengan perhitungan manual.
- 9) Hasil Analisis
Pada Tahap ini Hasil Analisis adalah untuk mengetahui hasil dari analisis yang dilakukan dengan kedua metode.
- 10) Identifikasi Gambar Kerja
Pada tahap ini penulis menentukan perancangan rangka dan ukuran rangka yang akan dibuat sebelum dilakukan pembuatan rangka.
- 11) Persiapan Bahan dan Persiapan Alat
Pada tahap ini penulis mempersiapkan bahan bahan material baja profil ASTM A36 dengan ukuran 30 x 30 x 2mm dan alat yang akan dibutuhkan dalam pembuatan rangka
- 12) Pembuatan
Pada tahap ini semua bahan yang sudah terkumpul dikerjakan dengan spesifikasi dan ukuran sesuai pada gambar kerja pembuatan rangka.
- 13) Uji Kinerja
Pada tahap ini penulis melakukan Analisa apakah rangka bekerja dengan baik, pada saat mesin bekerja
- 14) Kesimpulan dan Saran
Tahap ini penulis menyimpulkan dan saran hasil dari perancangan pengembangan konstruksi tersebut.
- 15) Selesai
Tahap ini penulis telah menyelesaikan penelitian terhadap perancangan pengembangan rangka mesin yang telah direncanakan dan menuangkannya dalam sebuah laporan tugas akhir.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

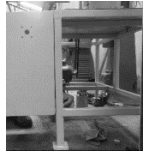
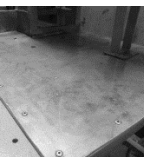
Hasil Pengembangan Rangka



Gambar 5. Desain rangka (a) Sebelum Pengembangan, (b) Hasil Pengembangan

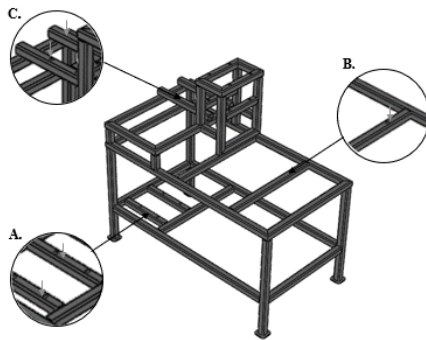
Adapun detail bagian dan manfaat dari hasil pengembangan antara lain:

Tabel 3. Hasil pengembangan

No	Hasil Pengembangan	Manfaat
1	Ketinggian Rangka 	Menjadi lebih nyaman digunakan dengan menggunakan benda tambahan kursi, dan atas permintaan UMKM.
2	Meja Penyimpanan 	Sebagai tempat penyimpanan adonan mentah dan hasil adonan
3	Roda 	Untuk proses pemindahan alat menjadi lebih mudah

Perhitungan Teoritis Pada Kerangka

Pada bagian Rangka Mesin Pengaduk Adonan Pangsit Labu memiliki beberapa pembebanan komponen yang digunakan, pada perhitungan ini hanya dilakukan pada bagian rangka yang paling kritis terkena gaya maksimum, hal ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keaman dari konstruksi rangka yang digunakan, bagian rangka dibagi menjadi 3 bagian yaitu batang A, B dan C.



Gambar 6. Titik pembebanan

Penentuan Pembebanan

1. Batang A

Total dari beban batang A adalah 14 kg yang berasal dari motor listrik, maka gaya dapat di hitung dengan rumus berikut.

$$\begin{aligned} F &= m \cdot g \\ &= 14(\text{kg}) \cdot 9.81 (\text{m/s}^2) \\ &= 137,34 \text{ N} \end{aligned}$$

Karena pembebanan terjadi pada 2 penyangga batang A, maka beban total dibagi 2 menjadi:

$$\begin{aligned} &= \frac{137,34}{2} \\ &= 68,67 \end{aligned}$$

2. Batang B

Total dari beban batang B adalah 12 kg yang berasal dari kotak adonan, screw, poros pengaduk dan maksimum adonan, maka gaya dapat dihitung dengan rumus berikut.

$$\begin{aligned} F &= m \cdot g \\ &= 12(\text{kg}) \cdot 9.81 (\text{m/s}^2) \\ &= 117,72 \text{ N} \end{aligned}$$

3. Batang C

Total dari beban batang B adalah 5 kg yang berasal dari gearbox, maka gaya dapat dihitung dengan rumus berikut.

$$\begin{aligned} F &= m \cdot g \\ &= 5(\text{kg}) \cdot 9.81 (\text{m/s}^2) \\ &= 49,05 \text{ N} \end{aligned}$$

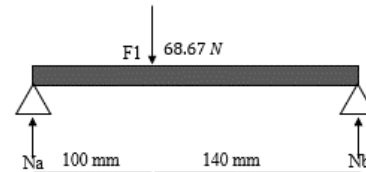
Karena pembebanan terjadi pada 2 penyangga batang C, maka beban total dibagi 2 menjadi:

$$\begin{aligned} &= \frac{49,05}{2} \\ &= 24,525 \text{ N} \end{aligned}$$

Pembebanan Titik Terpusat

1. Batang A

Gaya beban pada batang A diasumsikan merata dan terpusat. Peninjauan dari titik Na. Sehingga diperoleh diagram benda bebas sebagai berikut,



Gambar 7. Diagram benda bebas batang A

$$\begin{aligned} \sum F_x &= 0 \\ \sum F_y &= 0 \\ Na + Nb - F1 &= 0 \\ Na + Nb &= 68,67 \\ \sum M_{Na} &= 0 \\ F1 \cdot L1 - Nb \cdot L &= 0 \\ 68,67 \cdot 100 - Nb \cdot 240 &= 0 \\ 6867 - Nb \cdot 240 &= 0 \\ Nb &= \frac{6867}{240} \text{ N} \end{aligned}$$

$$Nb = 28,6125 \text{ N}$$

Setelah diketahui nilai Nb maka selanjutnya disubstitusikan ke dalam persamaan seperti di bawah ini,

$$\begin{aligned} Na + Nb &= 68,67 \text{ N} \\ Na + 28,6125 &= 68,67 \text{ N} \\ Na &= 68,67 \text{ N} - 28,6125 \text{ N} \\ Na &= 40,0575 \text{ N} \end{aligned}$$

Pembuktian perhitungan beban titik terpusat pada batang adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \sum M_{Na} &= 0 \\ &= F1 \cdot L1 - Nb \cdot L \\ &= 68,67 \cdot 100 - 28,6125 \cdot 240 \\ &= 6867 - 6867 \\ &= 0 \end{aligned}$$

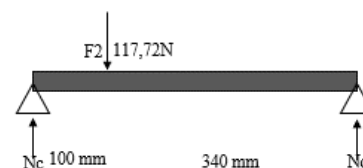
Berdasarkan hasil perhitungan diatas dapat kita ketahui bahwa rangka dalam setimbang, Momen maksimum yang terjadi pada batang A

$$\begin{aligned} \sum M_{F1} &= 0 \\ &= Na \cdot L1 \\ &= 40,0575 \cdot 100 \\ &= 4005,75 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

Maka hasil Momen Maksimal pada batang A adalah 4005,75 N.mm

2. Batang B

Gaya beban pada batang B diasumsikan merata dan terpusat. Peninjauan dari titik Nc. Sehingga diperoleh diagram benda bebas sebagai berikut,



Gambar 8. Diagram benda bebas batang B

$$\begin{aligned}
 + \sum F_x &= 0 \\
 + \sum F_y &= 0 \\
 N_c + N_d - F_2 &= 0 \\
 N_c + N_d &= 117,72 \\
 \curvearrowright + \sum M_{N_c} &= 0 \\
 F_2.L_1 - N_d.L &= 0 \\
 117,72.100 - N_d.440 &= 0 \\
 11772 - N_d.440 &= 0 \\
 N_d &= \frac{11772}{440} \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$N_d = 26,755 \text{ N}$$

Setelah diketahui nilai N_b maka selanjutnya disubstitusikan ke dalam persamaan seperti di bawah ini,

$$\begin{aligned}
 N_c + N_d &= 117,72 \text{ N} \\
 N_c + 26,754 &= 117,72 \text{ N} \\
 N_c &= 117,72 \text{ N} - 26,755 \text{ N} \\
 N_c &= 90,965 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Pembuktian perhitungan beban titik terpusat pada batang adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \sum M_{N_c} &= 0 \\
 &= F_2.L_1 - N_d.L \\
 &= 117,72.100 - 26,755.440 \\
 &= 11772 - 11772 \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

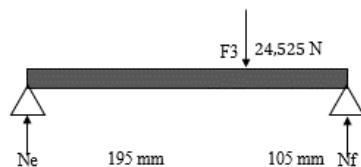
Berdasarkan hasil perhitungan diatas dapat kita ketahui bahwa rangka dalam setimbang, Momen maksimum yang terjadi pada batang B

$$\begin{aligned}
 \sum M_{F_2} &= 0 \\
 &= N_c.L_1 \\
 &= 90,965.100 \\
 &= 9096,5 \text{ N.mm}
 \end{aligned}$$

Maka hasil Momen Maksimal pada batang B adalah 9096,5 N.mm

3. Batang C

Gaya beban pada batang C diasumsikan merata dan terpusat. Peninjauan dari titik N_e . Sehingga diperoleh diagram benda bebas sebagai berikut,



Gambar 9. Diagram Benda Bebas Batang C

$$\begin{aligned}
 + \sum F_x &= 0 \\
 + \sum F_y &= 0 \\
 N_e + N_f - F_3 &= 0 \\
 N_e + N_f &= 24,525 \\
 \curvearrowright + \sum M_{N_e} &= 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_3.L_1 - N_f.L &= 0 \\
 24,525.195 - N_f.300 &= 0 \\
 4782,375 - N_f.300 &= 0 \\
 N_f &= \frac{4782,375}{300} \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$N_f = 15,94125 \text{ N}$$

Setelah diketahui nilai N_f maka selanjutnya disubstitusikan ke dalam persamaan seperti di bawah ini,

$$\begin{aligned}
 N_e + N_f &= 24,525 \text{ N} \\
 N_e + 15,94125 &= 24,525 \text{ N} \\
 N_e &= 24,525 \text{ N} - 15,94125 \text{ N} \\
 N_e &= 8,58375 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Pembuktian perhitungan beban titik terpusat pada batang adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \sum M_{N_a} &= 0 \\
 &= F_3.L_1 - N_f.L \\
 &= 24,525.195 - 15,94125.300 \\
 &= 4,782.375 - 4,782.375 \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas dapat kita ketahui bahwa rangka dalam setimbang, Momen maksimum yang terjadi pada batang C

$$\begin{aligned}
 \sum M_{F_3} &= 0 \\
 &= N_e.L_1 \\
 &= 8,58375.195 \\
 &= 1673,83125 \text{ N.mm}
 \end{aligned}$$

Maka hasil Momen Maksimal pada batang C adalah 1,673.83125 N.mm

Momen Inersia Rangka

Rangka untuk membuat mesin pengaduk adonan pangsit labu menggunakan baja dengan penampang segi empat (*square tube*) dengan dimensi 30 x 30 x 2mm, untuk mengetahui momen inersia adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{HB^3 - hb^3}{12} \\
 &= \frac{30.30^3 - 26.26^3}{12}
 \end{aligned}$$

$$= 29418,7 \text{ mm}^4$$

Maka Jarak titik berat adalah:

$$\begin{aligned}
 y &= \frac{b}{2} \\
 &= \frac{30}{2} \\
 &= 15 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Tegangan Bending Rangka

Untuk menghitung Tegangan bending pada batang rangka dapat diketahui dengan melihat table bahan (3.4) dan rumus sebagai berikut:

1. Batang A

$$\begin{aligned}\sigma_b &= \frac{M_{Max} \cdot Y}{I} \\ &= \frac{M_{Max} \cdot Y}{I} \\ &= \frac{4005,75 \cdot 15}{29418,7} \\ &= 2,04 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

Safety Factor:

$$\begin{aligned}S_f &= \frac{\sigma_{yield \text{ bahan}}}{\sigma_{bending \text{ rangka}}} \\ S_f &= \frac{250 \text{ N/mm}^2}{2,04 \text{ N/mm}^2} \\ S_f &= 122,55\end{aligned}$$

Tegangan Yang Diizinkan:

$$\begin{aligned}\sigma_{ijin} &= \frac{\sigma_{tarik \text{ rangka}}}{S_f} \\ &= \frac{400}{122,55} \\ &= 3,26 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

Tegangan yang terjadi pada bahan < tegangan yang diizinkan, yaitu sebesar : 2,04 Mpa < 3,26 Mpa.

2. Batang B

$$\begin{aligned}\sigma_b &= \frac{M_{Max} \cdot Y}{I} \\ &= \frac{M_{Max} \cdot Y}{I} \\ &= \frac{9096,515}{29418,7} \\ &= 4,63 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

Safety Factor:

$$\begin{aligned}S_f &= \frac{\sigma_{yield \text{ bahan}}}{\sigma_{bending \text{ rangka}}} \\ S_f &= \frac{250 \text{ N/mm}^2}{4,63 \text{ N/mm}^2} \\ S_f &= 53,99\end{aligned}$$

Tegangan yang diizinkan:

$$\begin{aligned}\sigma_{ijin} &= \frac{\sigma_{tarik \text{ rangka}}}{S_f} \\ &= \frac{400}{53,99} \\ &= 7,40 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

Tegangan yang terjadi pada bahan < tegangan yang diizinkan, yaitu sebesar : 4,63 Mpa < 7,40 Mpa.

3. Batang C

$$\begin{aligned}\sigma_b &= \frac{M_{Max} \cdot Y}{I} \\ &= \frac{M_{Max} \cdot Y}{I} \\ &= \frac{1673,83125 \cdot 15}{29418,7} \\ &= 0,85 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

Safety Factor:

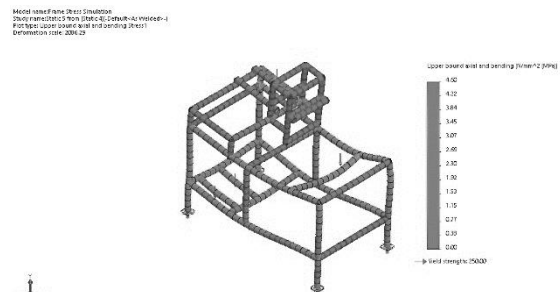
$$\begin{aligned}S_f &= \frac{\sigma_{yield \text{ bahan}}}{\sigma_{bending \text{ rangka}}} \\ S_f &= \frac{250 \text{ N/mm}^2}{0,85 \text{ N/mm}^2} \\ S_f &= 294,12\end{aligned}$$

Tegangan yang diizinkan:

$$\begin{aligned}\sigma_{ijin} &= \frac{\sigma_{tarik \text{ rangka}}}{S_f} \\ &= \frac{400}{294,12} \\ &= 1,36 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

Tegangan yang terjadi pada bahan < tegangan yang diizinkan, yaitu sebesar : 0,85 Mpa < 1,36 Mpa.

Pengujian Beban Stress Pada Rangka



Gambar 10. hasil simulasi tegangan bending solidworks 2018

Stress Simulasi:

1. Batang A: 1,92 Mpa
2. Batang B: 4,22 Mpa
3. Batang C: 1,15 Mpa

Pengujian Displacement Rangka

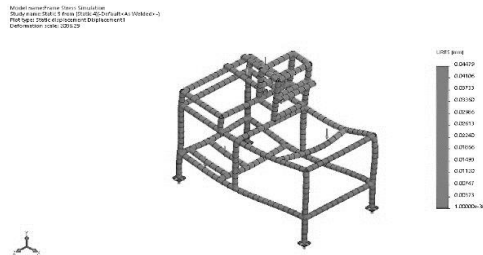
Dari simulasi yang dilakukan bahwa konstruksi rangka mengalami Displacement seperti pada Gambar 4.4 sebesar 0,04479 mm dengan mengacu pada parameter yang dibuat oleh Robert L.Mott (2011) tentang defleksi yang disarankan.

Defleksi yang disebabkan oleh pelengkungan:

Bagian Mesin Umum : 0,0005 – 0,003
Inch/Inch Panjang balok

Presisi Sedang : 0,000 01 – 0,0005
Inch/Inch Panjang balok

Presisi Tinggi : 0,000 001 – 0,000 01
Inch/Inch Panjang balok



Gambar 11. Hasil Simulasi Displacement Solidworks 2018

Nilai dari hasil Displacement dapat dikonversikan dari mm ke in yaitu:

$$0,04479 \text{ mm} = 0,0017 \text{ Inch}$$

Nilai Displacement tertinggi ada pada bagian Batang C dimana Panjang Batang adalah 440 mm
 $440 \text{ mm} = 17,32 \text{ Inch}$.

Maka:

$$\frac{\text{Displacement (Inch)}}{\text{Panjang Batang Uji (Inch)}} = \frac{0,0017}{17,32} = 0,000098 \text{ Inch}$$

Kemudian didapatkan hasil displacement sebesar 0,000098 Inch, Maka dari itu konstruksi yang dibuat dapat disimpulkan bahwa konstruksi dapat dan aman digunakan.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Dari hasil pengembangan rangka terdapat beberapa komponen dan spesifikasi tambahan diantaranya Ketinggian Rangka, Meja Penyimpanan dan Roda.
2. Hasil dari perhitungan teoritis dan pengujian *Solidworks 2018*.

Tegangan Bending:

- Batang A Teoritis 2,04 MPa
Solidworks 1,92 MPa
Parameter 3,26 MPa
Kesimpulan Aman
- Batang B Teoritis 4,63 MPa
Solidworks 4,22 MPa
Parameter 7,40 MPa
Kesimpulan Aman
- Batang C Teoritis 0,85 MPa
Solidworks 1,15 MPa
Parameter 1,36 MPa
Kesimpulan Aman

Displacement:

- Hasil Analisa 0,000098 Inch
- Parameter 0,000 01 – 0,0005 (Presisi Sedang)
- Kesimpulan Aman

Saran

1. Untuk melakukan pengembangan khususnya rangka sebaiknya mempelajari terlebih dahulu fungsi dari bagian rangka sebelumnya, sehingga proses pengembangan menjadi lebih efisien dengan hanya menambahkan dari bagian rangka tersebut tanpa merusak kerangka sebelumnya.
2. Untuk hasil lebih maksimal, perlu simulasi pada keadaan dinamis pada rangka mesin pengaduk adonan pangsit labu dengan perhitungan manual yang dinamis juga, sehingga hasil lebih akurat
3. Dalam proses pembuatan alat perhatikanlah keselamatan kerja baik itu untuk diri sendiri dan lingkungan sekitar.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, Z., (2006). *Elemen Mesin I*. Surabaya: Refika Aditama
- Andrawina, P., 2014. *Macam-Macam Tegangan. Tugas Akhir*. Teknik Mesin. Universitas Gadjah Mada (UGM).
- Davison, B., Graham, W., (2003). *Steel Designers' Manual - 6th Edition*. England: Steel Construction Institute.
- Hendriyanto, S. (2015) *Analisis Struktur Rangka Mesin 3 Inn 1 Pembuat Kerupuk Sermier Dengan Menggunakan Software Ansys WorkBench 14.0*. Teknik Industri. Institut Teknologi Sepuluh Nopember,
- Mott, Robert L. (2004). *Elemen-Elemen Mesin dalam Perancangan Mekanis, Perancangan Elemen Mesin Terpadu Jilid 2*. Yogyakarta: ANDI.
- Niemann, G. 1986. *Elemen Mesin Jilid I*. Jakarta: Erlangga.
- Richards, Keith L. (2013). *Design Engineer's Handbook*. United States of America. CRC Press Taylor & Francis Group.
- Ziyad, M., (2017). *Rancang Bangun Kontruksi Rangka dan Bak Penampung Alat Penyapu Jalan*. Teknik Manufaktur Politeknik Negri Padang.
- J. Breckling, Ed., (1989). *The Analysis of Directional Time Series: Applications to Wind Speed and Direction*, ser. Lecture Notes in Statistics. Berlin, Germany: Springer, vol. 61.
- M. Wegmuller, J. P. von der Weid, P. Oberson, and N. Gisin, (2000), "High resolution fiber distributed measurements with coherent OFDR," in *Proc. ECOC'00*, paper 11.3.4, p. 109.
- R. E. Sorace, V. S. Reinhardt, and S. A. Vaughn (1997). "High-speed digital-to-RF converter," U.S. Patent 5 668 842.