

## ANALISIS STATIS RANGKA EKONOMIZER PADA PEMANAS AIR DENGAN METODE INDUCTION HEATING MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK SOLIDWORKS SIMULATION 2018

**Christofel Jarot Yudaputranto**

Fakultas Teknologi Industri / Teknik Mesin, [cjarot@staff.gunadarma.ac.id](mailto:cjarot@staff.gunadarma.ac.id), Universitas Gunadarma

### ABSTRACT

An economizer is a device commonly used in boilers to help heat boiler feed water by utilizing heat from the combustion gases in the boiler. The way the economizer works is that the water that comes from the water reservoir flows into the pipes, when the hot water flows from the sun it heats the PVC pipes along with the water in the pipes. Where the initial temperature of the flowing water is 25°C and the target temperature after being heated is 30-35°C. The design of the economizer holder frame begins with collecting data with the specifications of the economizer circuit with a pipe size of 2" and the volume of water in the pipe of 0.009448736 m<sup>3</sup>. The design of the economizer seat frame will be made in two as a comparison which one is better at holding the load on it. The difference between the economizer frames 1 and 2 is the amount of reinforcing load across the top of the frame. The design concept of the stand frame is modeled using the solidworks 2018 software. With digital modeling and simulation using software on the two stand frame designs, it can be concluded that the second frame design is better than the first frame design because the values obtained are smaller than the first frame design. the maximum stress is 3466573 N/m<sup>2</sup>, the maximum displacement value is 0.0333 mm, the minimum safety factor value is 90.894 and the maximum safety factor value is 2098.27.

**Keywords** : Economizer, Frame, Induction Heating, Water Heater

### ABSTRAK

Ekonomizer adalah alat yang biasa digunakan pada boiler untuk membantu memanaskan air pengisi boiler dengan memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran di dalam boiler. Cara kerja ekonomizer yang dibuat adalah air yang berasal dari penampungan air mengalir memenuhi pipa-pipa, pada saat air mengalir panas dari matahari akan memanaskan pipa-pipa pvc beserta air yang berada di dalam pipa-pipa tersebut. Dimana suhu awal air yang mengalir adalah 25°C dan suhu yang ditargetkan setelah dipanaskan adalah 30-35°C. Perancangan rangka dudukan ekonomizer diawali dengan pengumpulan data dengan spesifikasi rangkaian ekonomizer dengan ukuran pipa 2" dan volume air yang berada di dalam pipa sebesar 0,009448736 m<sup>3</sup>. Desain rangka dudukan ekonomizer akan dibuat dua buah sebagai perbandingan mana yang lebih baik menahan beban di atasnya. Yang membedakan antara rangka ekonomizer 1 dan 2 adalah jumlah beban penguat yang melintang di bagian atas rangka tersebut. Konsep perancangan rangka dudukan dimodelkan dengan menggunakan perangkat lunak solidworks 2018. Dengan adanya pemodelan digital dan simulasi menggunakan software pada kedua desain rangka dudukan tersebut dapat disimpulkan bahwa desain rangka yang kedua lebih baik dibanding desain rangka yang pertama karena nilai-nilai yang didapat lebih kecil dengan nilai tegangan maksimum yaitu 3466573 N/m<sup>2</sup>, nilai displacement maksimum yaitu 0,0333 mm, nilai minimum safety factor yaitu 90,894 dan nilai maksimum safety factor yaitu 2098,27.

**Kata Kunci** : Ekonomizer, Induction Heating, Pemanas Air, Rangka

### 1. PENDAHULUAN

Ekonomizer adalah alat yang biasa digunakan pada boiler untuk membantu memanaskan air pengisi boiler dengan memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran di dalam boiler. Sumber lain mengatakan economizer adalah alat pemindah panas berbentuk tubular yang digunakan untuk memanaskan air umpan boiler sebelum masuk ke steam drum. Istilah economizer diadopsi dari kegunaan alat tersebut, yaitu untuk menghemat (to

---

economize) penggunaan bahan bakar dengan mengambil panas (recovery) gas buang sebelum dibuang ke atmosfer. (Muhammad Sjahid Akbar, Dkk, 2009).

Induction heating merupakan salah satu teknik pemanas logam dengan memanfaatkan induksi elektromagnetik dari gelombang AC frekuensi tinggi. Pemanasan dengan metode induksi ini merupakan sistem pemanasan yang tidak ada kontak langsung dengan heaternya, tetapi yang dimanfaatkan dan digunakan sebagai media yang yang dapat membuat panas adalah gelombang magnet yang dihasilkan dari kumparan tersebut. Material yang paling baik untuk dipanaskan dengan metode induksi diantara steel, aluminium, dan copper adalah material steel, karena kandungan magnet didalam material steel sangat banyak. (Arif Wahyu Budiarto, Dkk, 2019).

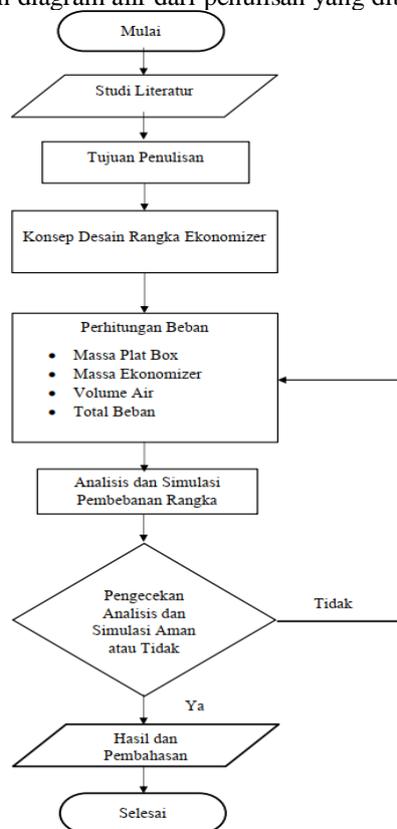
Dalam penelitian ini pemanas induksi tersebut akan digunakan untuk memanaskan air. Cara kerja dari pemanas air tersebut adalah pemanas induksi akan memanaskan tabung tembaga lalu energi panas pada tabung tersebut akan memanaskan air yang berada pada tabung.

Salah satu komponen utama dalam alat ekonomizer adalah rangka. Rangka merupakan salah satu bagian pada mesin yang harus mempunyai konstruksi kuat untuk menahan beban yang dibebankan kepada rangka. Fungsi rangka yaitu sebagai pendukung komponen-komponen pada mesin itu sendiri, dan serta mampu menahan gaya aksial, gaya normal, dan momen. Pemilihan material juga akan mempengaruhi dari kekuatan rangka. Tegangan sambungan las pada rangka mobil listrik roda tiga kapasitas satu orang sebesar 965 N/mm<sup>2</sup> untuk tegangan geser, dan 198 N/mm<sup>2</sup> untuk tegangan bengkok maksimal. (Adriana, Dkk, 2017).

Untuk mendapatkan hasil desain rangka mana yang lebih baik, dilakukan perbandingan analisis tegangan statik pada rangka standar dan modifikasi. Dengan tujuan mengetahui distribusi tegangan serta daerah kritis yang terjadi pada rangka. Penurunan tegangan maksimum dengan tanpa beban pengendara sebesar 12,5% dan dengan beban pengendara sebesar 12,87%. Serta factor keamanan dari frame modifikasi meningkat dengan tanpa beban pengendara sebesar 13,21% dan dengan beban pengendara sebesar 12,66%. Hal ini dapat disimpulkan rangka modifikasi lebih baik dan kuat dibandingkan rangka standar. (I Nyoman Agus Adi Saputra, Dkk, 2018).

## 2. METODE PENELITIAN

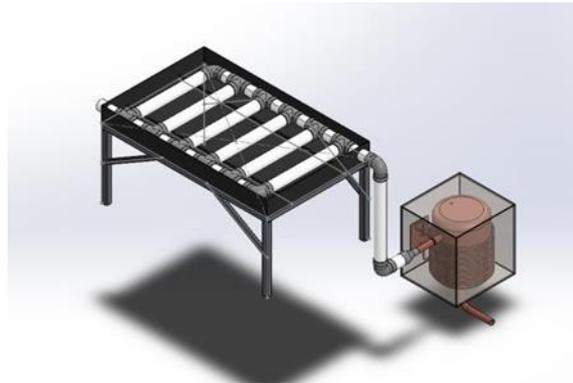
Pada penulisan ini diagram alir digunakan untuk menguraikan proses merancang rangka dudukan ekonomizer. Berikut ini merupakan diagram alir dari penulisan yang dibuat.



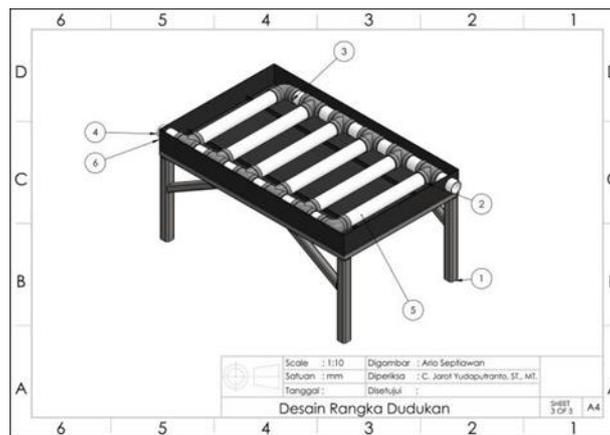
Gambar 1. Flowchart Proses Analisa Dudukan Ekonomizer

**A. Konsep Desain Rancangan**

Konsep desain rancangan ekonomizer ini dibuat berdasarkan studi literatur yang sudah dilakukan dengan mempertimbangkan komponen-komponen rancangan yang akan digunakan agar dapat memberikan hasil yang optimal. Pada desain ekonomizer ini menggunakan pipa-pipa berbahan PVC. Pada bagian box ekonomizer menggunakan plat besi. Lalu pada bagian tabung pemanas air menggunakan plat tembaga. Untuk tempat pemanas air menggunakan plat besi sebagai bahannya. Konsep desain perancangan ini dibuat proyeksinya ke dalam bentuk 3d modelling menggunakan perangkat lunak SOLIDWORKS dibuat menjadi beberapa komponen lalu komponen-komponen tersebut di assembly menjadi satu kesatuan sebuah konstruksi pemanas air. Gambar dibawah ini merupakan gambar dari konsep desain rancangan ekonomizer dan pemanas air.



Gambar 2. Konsep Desain Perancangan Ekonomizer dan Pemanas Air

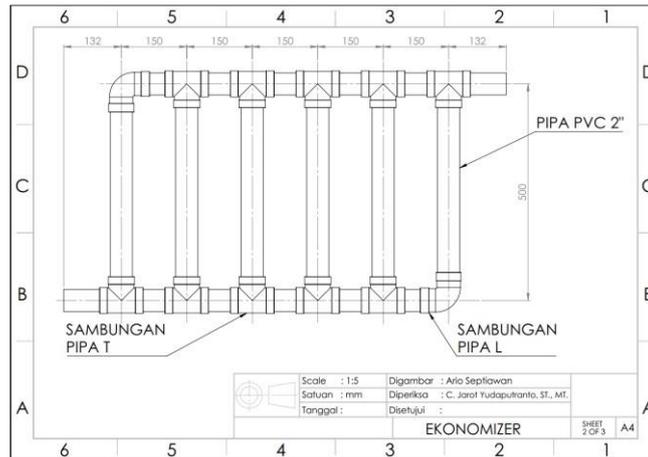


Gambar 3 Desain Rangka Dudukan Ekonomizer

Keterangan :

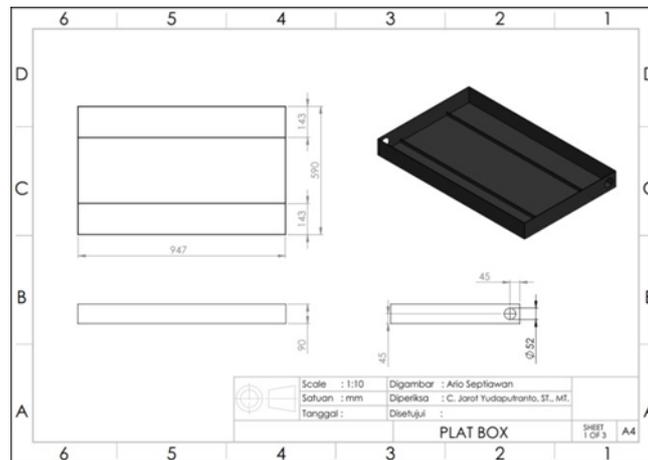
- Rangka Dudukan Ekonomizer
- Sambungan Pipa T
- Sambungan Pipa L
- Pipa 100 mm
- Pipa 420 mm
- Plat Box

Untuk rangka pipa ekonomizer berfungsi sebagai tempat tersalurkannya air yang akan dipanaskan nantinya menggunakan panas dari matahari. Rangka pipa ini terdiri dari beberapa pipa besi berdiameter 1 inch atau 25,4 mm. Pipa-pipa tersebut memiliki panjang yang berbeda-beda dan dihubungkan dengan sambungan pipa T dan sambungan pipa L. Sambungan pipa L berfungsi untuk menghubungkan dua pipa yang saling tegak lurus membentuk seperti huruf L. Sedangkan untuk sambungan pipa T berfungsi untuk menghubungkan pipa yang bersimpangan dari 3 arah yang berbeda membentuk seperti huruf T. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat gambar dibawah ini beserta dimensi-dimensinya.



Gambar 4. Desain Rangkaian Pipa Ekonomizer

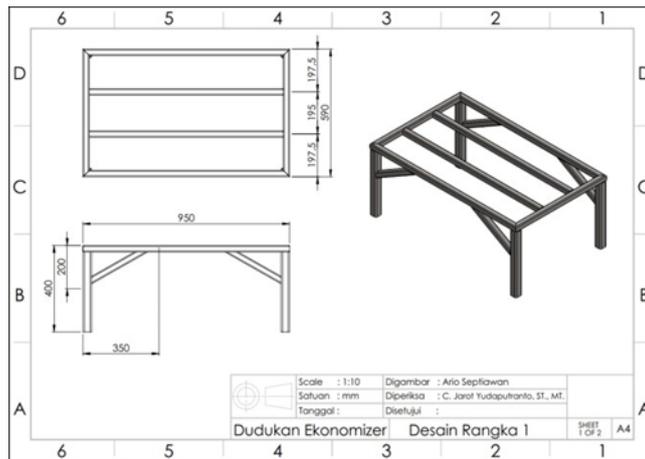
Plat box berfungsi sebagai tempat dari rangka pipa ekonomizer. Pada plat box tersebut berwarna hitam bertujuan untuk pipa-pipa ekonomizer menjadi lebih panas dengan cepat. Plat box tersebut memiliki tebal plat sebesar 2 mm. Gambar dibawah ini merupakan dimensi dari palt box.



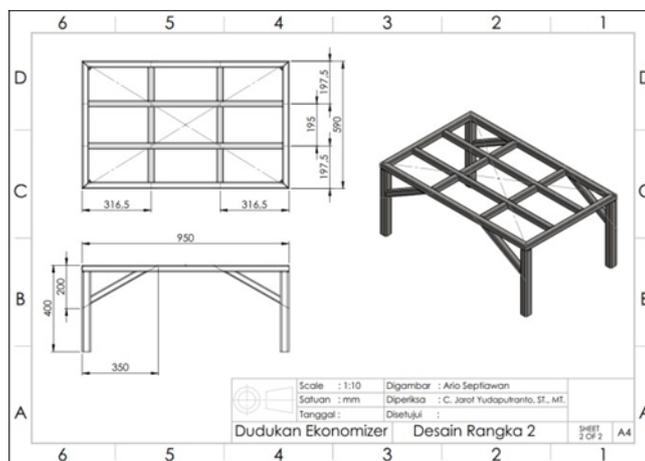
Gambar 5. Plat Box

### B. Dudukan Ekonomizer

Dudukan ekonomizer berfungsi sebagai tempat untuk ekonomizer ditempatkan. Dudukan ekonomizer menggunakan besi hollow galvanize dengan 2 ukuran yang berbeda yaitu ukuran 40x40x2 dan 30x30x2. Pada desain rangka dudukan ekonomizer akan dibuat menjadi dua rangka yang berbeda, desain rangka dudukan ekonomizer 1 hanya memiliki dua batang melintang sebagai penguat sedangkan untuk desain rangka dudukan ekonomizer 2 akan memiliki 6 tambahan batang melintang seperti yang terlihat pada gambar 6.



Gambar 6. Desain Rangka 1



Gambar 7. Desain Rangka 2

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN PERHITUNGAN DATA INPUT DAN SIMULASI

#### A. Pemilihan Bahan Rangka

Untuk pemilihan bahan pada rangka peneliti memilih bahan ASTM A500 sesuai dengan perancangan yang telah dibuat. Berikut ini merupakan material properties dari bahan ASTM A500.

Physical Properties	Metric	English
Density	7.80 g/cc	0.282 lb/in <sup>3</sup>
Mechanical Properties	Metric	English
Tensile Strength, Ultimate	400 MPa	58000 psi
Tensile Strength, Yield	315 MPa	45700 psi
Elongation at Break	23 %	23 %
Bulk Modulus	160 GPa	23200 ksi
Shear Modulus	80.0 GPa	11600 ksi

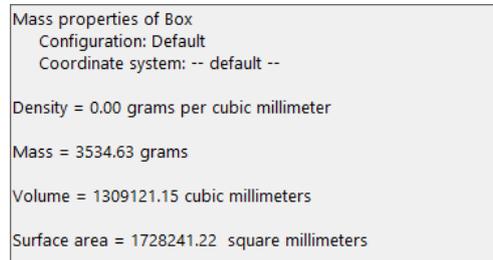
Gambar 8. Spesifikasi Material ASTM A500

#### B. Perhitungan Beban

Dudukan ekonomizer yang direncanakan dapat digunakan untuk menahan beban dari seluruh berat rangkaian ekonomizer dengan kondisi rangkaian tersebut terisi oleh air. Beban- beban tersebut diuraikan dan dihitung sebagai berikut :

### 1. Massa Plat Box

Berat pada plat box dapat dilihat melalui fitur yang ada pada solidworks dengan cara melihat pada bagian mass properties. Berikut ini data dari berat plat box tersebut.

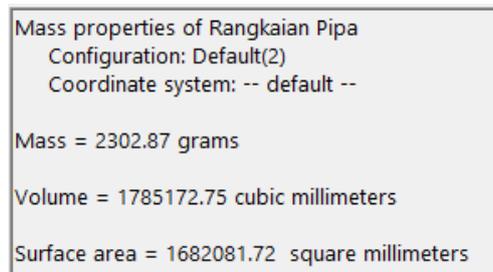


Gambar 9. Mass Properties Plat Box

Mass = 3534.63 gram = 3,534 Kg

### 2. Massa Rangkaian Ekonomizer

Berat pada rangkaian ekonomizer juga dapat dilihat melalui fitur mass properties yang ada pada solidworks. Berikut ini berat rangkaian ekonomizer tanpa air.



Gambar 10. Mass Properties Rangkaian Pipa Ekonomizer Mass = 2302.87 gram = 2,302 Kg

### 3. Volume Air pada Rangkaian Ekonomizer

Untuk menghitung volume air pada rangkaian didapat dengan menjumlahkan volume-volume pada tiap pipa dan sambungan, dimana data tersebut dapat dihitung melalui perhitungan sebagai berikut.

- Volume pada Sambungan L

$$\text{Panjang sumbu/tinggi} = \frac{1}{4} \text{ Keliling Lingkaran} + 70$$

$$\left(\frac{1}{4} \cdot 2\pi \cdot 30\right) + 70 = 117,1 \text{ mm}$$

$$\text{Jari-jari} = 27/2 = 25,4 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \pi r^2 \times t \\ &= \pi(25,4)^2 \times 117,1 \\ &= 237221,461 \text{ mm}^3 \\ &= 0,000237221 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Volume pada Sambungan T

$$\text{Panjang sumbu/tinggi} = 100 + 55 = 155 \text{ mm}$$

$$\text{Jari-jari} = 27/2 = 25,4 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \pi r^2 \times t \\ &= \pi(25,4)^2 \times 155 \\ &= 313999,155 \text{ mm}^3 \\ &= 0,000313999 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Volume pada Pipa 100 mm Panjang sumbu/tinggi = 50 mm

$$\text{Jari-jari} = 27/2 = 25,4 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \pi r^2 \times t \\ &= \pi(25,4)^2 \times 50 \end{aligned}$$

$$= 101290,12 \text{ mm}^3$$

$$= 0,000101290 \text{ m}^3$$

- Volume pada Pipa 420 mm Panjang sumbu/tinggi = 380 mm  
 Jari-jari =  $2^{\circ}/2 = 25,4 \text{ mm}$   
 Volume =  $\pi r^2 \times t$   
 $= \pi(25,4)^2 \times 380$   
 $= 769804,912 \text{ mm}^3$   
 $= 0,000769804 \text{ m}^3$

Tabel 1. Tabel Volume Air Ekonomizer

Nama Part	Volume Air (m <sup>3</sup> )	Kuantitas	Total Volume (m <sup>3</sup> )
Sambungan L	0,000237221	2	0,000474442
Sambungan T	0,000313999	10	0,00313999
Pipa 100 mm	0,00010129	12	0,00121548
Pipa 420 mm	0,000769804	6	0,004618824
Total			0,009448736

Setelah mengetahui volume air dari tiap-tiap part, maka selanjutnya akan dijumlahkan seluruh volume air tersebut lalu akan dikonversikan ke dalam kilogram agar memudahkan dalam menghitung total beban. Untuk mengubah volume air menjadi kilogram dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{Volume Total} = 0,009448736 \text{ m}^3$$

$$\text{Massa Jenis Air } (\rho) = 997 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Massa} = \rho \times V = 997 \text{ kg/m}^3 \times 0,009448736 \text{ m}^3$$

$$= 9,42 \text{ Kg}$$

**4. Total Massa (m)**

Total beban keseluruhan didapat dengan menjumlahkan berat plat box, berat rangkaian ekonomizer, dan volume air. Setelah dijumlahkan dalam satuan kilogram, maka akan didapat nilai beban dengan cara sebagai berikut :

$$\text{Total Massa} = \text{Massa Plat Box} + \text{Massa Ekonomizer} + \text{Massa Air}$$

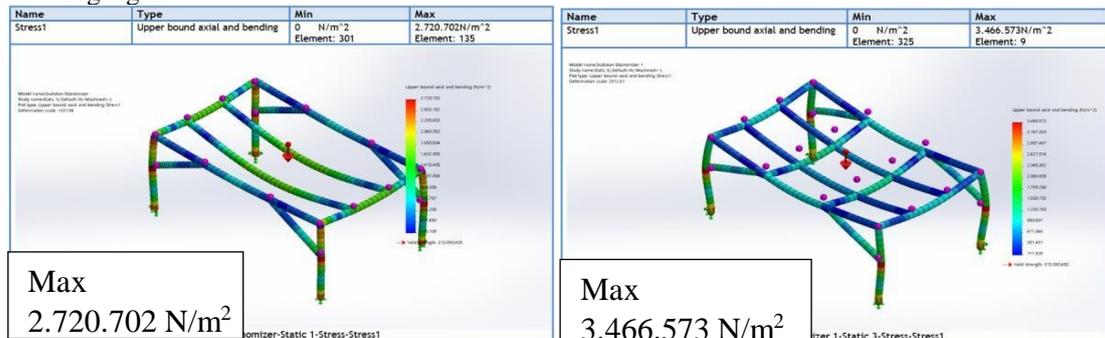
$$= 3,534 \text{ Kg} + 2,302 \text{ Kg} + 9,42 \text{ Kg}$$

$$= 15,256 \text{ Kg}$$

**C. Simulasi dan Analisis**

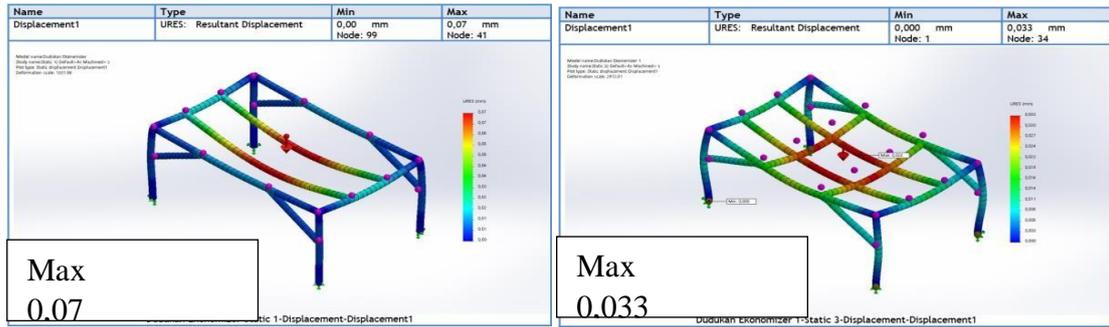
Proses simulasi menggunakan perangkat lunak solidworks 2018 dilakukan pada kedua desain rangka yang telah dibuat. Simulasi tersebut bertujuan untuk mengetahui nilai tegangan, displacement, dan safty factor yang terjadi pada kedua desain rangka tersebut.

**1. Tegangan**



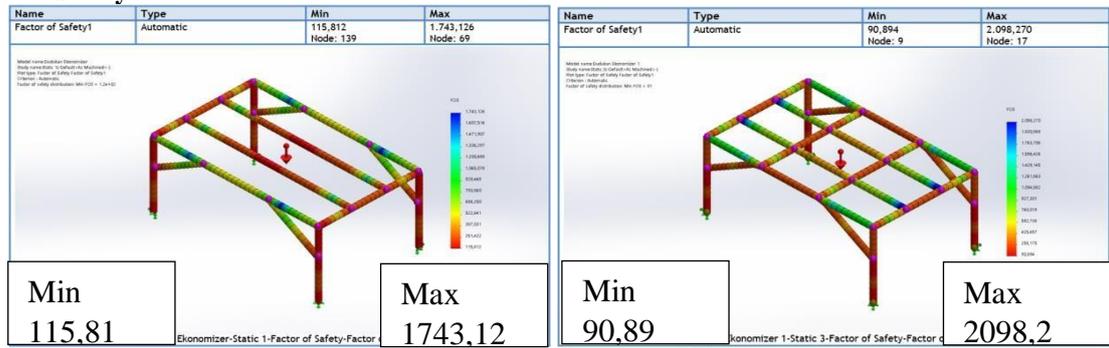
Gambar 11. Tegangan pada Desain Rangka 1(Kiri) dan Tegangan pada Desain Rangka 2 (Kanan)

2. Displacement



Gambar 12. Displacement pada Desain Rangka (Kiri) 1 dan Displacement pada Desain Rangka 2 (Kanan)

3. Safety Factor



Gambar 13. Safety Factor pada Desain Rangka 1 (Kiri) dan Safety Factor pada Desain Rangka 2 (Kanan)

D. Nilai Hasil Simulasi

Setelah melakukan proses pembuatan desain, menentukan material, dan pembuatan analisis pada kedua desain rangka dudukan ekonomizer tersebut maka didapat data sebagai berikut.

Tabel 2. Tabel Hasil Simulasi

Nama	Tegangan (N/m <sup>2</sup> )		Displacement (mm)		Safety Factor	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Desain Rangka 1	0	2.720.702	0	0,07	115,812	1743,126
Desain Rangka 2	0	3.466.573	0	0,033	90,894	2098,27

Pada desain rangka yang pertama didapatkan nilai tegangan sebesar 2.720.702 N/m<sup>2</sup>, nilai displacement sebesar 0,07 mm, Nilai-nilai tersebut menyebabkan desain rangka yang melendut lebih besar dari pada desain rangka kedua dan nilai safety of factor maksimum adalah 1743,126 dan nilai minimumnya adalah 115,812. Nilai safety faktor yang besar menunjukkan daya dukung struktur rangka yang baik.

Apabila dibandingkan maka penglihatan dari gambar visual maka diperlihatkan bahwa bagian rangka horizontal sebagai penopang pertama terlihat lebih banyak warna hijau pada disain kedua dari pada disain pertama, hal ini menunjukkan keamanan yang lebih baik terdapat pada disain rangka ke dua.

Dari data yang diperoleh diatas dapat diketahui bahwa nilai-nilai tegangan, displacement, dan safety factor pada desain rangka kedua lebih kecil dari pada nilai-nilai analisis statis yang diperoleh pada desain rangka pertama. Hal tersebut membuktikan bahwa batang tambahan yang digunakan pada desain rangka yang kedua sangat berpengaruh pada hasil analisis statis yang dilakukan.

Pada gambar visual simulasi tegangan, meskipun pada kedua disain menunjukkan adanya pola rangka pada kaki yang membengkok, akan tetapi pewarnaannya masih cenderung kehijauan dan sedikit biru. Hal ini mengandung arti bahwa disain struktur masih dalam keadaan yang aman.

Dari data penampakan visual seluruh gambar, maka dapat dinilai bahwa gambar disain yang kedua adalah merupakan disain yang lebih baik dari pada disain gambar yang pertama.

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil Analisa statis pada rangka dudukan ekonomizer dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perancangan ekonomizer dilakukan guna untuk mengefisiensikan kerja dari pemanas induksi khususnya dalam proses memanaskan air tersebut dengan ekonomizer kerja pemanas induksi jadi lebih mudah karena air dari ekonomizer sudah cukup panas.
2. Hasil analisa statis pada desain rangka 1 yang dirancang menggunakan software solidworks 2018, didapatkan nilai tegangan sebesar 2.720.702 N/m<sup>2</sup>, nilai displacement sebesar 0,07 mm dan nilai safety of factor maksimum adalah 1743,126 dan nilai minimumnya adalah 115,812.
3. Hasil analisa statis pada desain rangka 2, didapatkan nilai tegangan sebesar 3.466.573 N/m<sup>2</sup>, lalu nilai displacement sebesar 0,033 mm dan nilai safety of factor maksimum adalah 2098,27 dan nilai minimumnya adalah 90,894.
4. Nilai tegangan pada disain rangka 2 lebih besar dibanding pada disain yang pertama, hal ini karena adanya tambahan dua batang melintang yang turut membebani konstruksi
5. Dari hasil analisa static pada kedua desain rangka, nilai analisis displacement, dan safety of factor pada desain rangka 2 lebih kecil dibandingkan dengan nilai analisis pada desain rangka 1, dapat dikatakan rancangan rangka dudukan ekonomizer 2 dapat dipilih sebagai rangka yang baik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Adriana Marlia, B.P Anggun Angkasa, Masrianor. "Rancang Bangun Rangka (Chasis) Mobil Listrik Roda Tiga Kapasitas Satu Orang". Jurnal Elemen, 2(4), 2017. Tanah Laut
- [2]. Arif Wahyu Budiarto, M. Syafei Gozali. "Rancang Bangun Pemanas Induksi dengan Metode Multiturn Helical Coil." JOURNAL OF APPLIED ELECTRICAL ENGINEERING. Vol. 3, No. 1, 2019. Batam.
- [3]. I Nyoman Agus Adi Saputra, Kadek Rihendra Dantes, I Nyoman Pasek Nugraha. "Analisis Tegangan Statik Pada Rancangan Frame Mobil Listrik Ganesha Sakti (GASKI) Menggunakan Software Solidworks 2014". JJTM, 6(2), 2018. Singaraja.
- [4]. Muhammad Sjahid Akbar, Fredi Suryadi, Dedy Dwi Prasetyo. "Kinerja Economizer Pada Boiler." Jurnal Teknik Industri, Vol.11, No. 1, 2009. Surabaya.