

## RANCANG BANGUN DESAIN TUTUP PADA *OVEN AUTOCLAVE*

Firman Setiawan<sup>1\*)</sup>, Gatot Eka Pramono<sup>1)</sup>, Dwi Yulijaji<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun Bogor

\*e-mail: firmansetiawan276@gmail.com

### ABSTRAK

Salah satu komponen yang terpenting untuk merancang oven *autoclave* adalah komponen tutup. Dalam penelitian ini, dilakukan simulasi pengujian terhadap komponen tutup serta pengunci tutup oven *autoclave* dengan menggunakan metoda FEM (*Finite Element methode*). Hasil pengujian yang telah dilakukan dengan metode FEM menggunakan software autodesk inventor. Dari analisa pengujian simulasi terhadap tutup oven *autoclave* dengan variasi tekanan 1-10 bar diperoleh bahwa nilai tutup hanya dapat menahan tekanan sehingga 7 bar dengan nilai tegangan yang dihasilkan sebesar 287 MPa dengan defleksi 0,082 cm dan *safety factor* 1,131. Adapun untuk pengunci tutup oven *autoclave* menunjukkan bahwa pengunci tutup hanya mampu menahan sampai tekanan 3 bar dengan nilai tegangan yang didapat sebesar 280 MPa, nilai defleksi 0,011 cm serta *safety factor* nya sebesar 1,160.

**Kata kunci :** *autodesk inventor; FEM; oven autoclave; plate AISI 1015; simulasi.*

### ABSTRACT

*The lid component is one of the essential components for designing an autoclave oven. In this study, a simulation of the lid's features and locking of the autoclave oven lid was carried out using the FEM (Finite Element method) method. The results of the tests were carried out using the FEM method using Autodesk Inventor software. It was found from the analysis of the simulation test on the autoclave oven lid with a pressure variation of 1-10 bar that the value of the cover can only hold up to 7 bar with the resulting stress value of 287 MPa with a deflection of 0.082 cm and a safety factor of 1.131. As for the autoclave oven lid lock, it shows that the lid lock is only able to withstand a pressure of 3 bar with a voltage value of 280 MPa, a deflection value of 0.011 cm and a safety factor of 1.160.*

**Keywords :** *autodesk inventor; FEM; oven autoclave; plate AISI 1015; simulation.*

### PENDAHULUAN

Menghadapi perubahan pada kemajuan teknologi pada industri manufaktur, mahasiswa Universitas Ibn Khaldun yang merupakan lembaga perguruan tinggi harus menghadapi serangkaian tantangan baru untuk kemajuan teknologi. Kreatifitas mahasiswa untuk membuat inovasi-inovasi baru terutama pada fakultas teknik harus dapat bereksistensi pada kemajuan teknologi dan menjadikan lulusan yang berkemampuan profesional.

Perancangan alat oven *Autoclave* dengan menggunakan sistem pemanas *heater* dan penambahan fungsi vakum udara salah satunya dengan temperature yang bisa disesuaikan penggunaannya dapat mendukung berbagai macam kebutuhan industri berskala rumahan diantaranya sebagai alat untuk memanaskan material carbon kevlar, proses pengeringan pengecatan dan masih banyak lagi kegunaannya. Dimana sebelumnya

*autoclave* menggunakan sistem pemanas uap untuk proses sterilisasi alat – alat kesehatan.

Berdasarkan latar belakang di atas dalam penelitian ini bermaksud untuk merancang konstruksi oven *autoclave* jenis pemanas *heater*.

### METODE PENELITIAN

Cara kerja yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan desain tutup oven *autoclave*. Pembuatan desain diperlukan guna memvisualisasikan konstruksi rangka dalam bentuk 2D maupun 3D beserta dimensi yang sebenarnya dengan menggunakan inventor. Pembuatan desain dilakukan dengan beberapa model bentuk guna mendapatkan hasil desain yang tepat.
2. Analisa kekuatan *material Plate AISI 1015* dengan *finite element* metode Analisa ini digunakan untuk menentukan letak tegangan

terbesar dimana pada posisi tersebut akan terjadi awal kerusakan atau kegagalan. Pengujian struktur ini dilakukan melalui pengujian terhadap tegangan, defleksi dan *safety factor* yang terjadi dengan pembebanan secara statis menggunakan *autodesk inventor*.

3. Optimalisasi desain tutup oven *autoclave*. Pada tahapan ini dilakukan optimalisasi pada struktur tutup oven *autoclave* untuk mengurangi defleksi yang terjadi pada tutup oven *autoclave* sebelumnya.
4. Validasi desain tutup oven *autoclave* ini dilakukan pada struktur tutup yang sebenarnya sesuai dengan desain yang didapat dari hasil optimalisasi yang dilakukan dengan menggunakan *autodesk inventor*.
5. Analisa hasil simulasi dan pembuatan desain tutup oven *autoclave*. Setelah didapat data yang akurat dari hasil analisa, maka pembuatan desain tutup oven *autoclave* di mulai. Dari hasil pengujian terhadap tegangan, defleksi, dan *safety factor*.

### Metode Pengambilan Data

Metode yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu analisis dan simulasi. Metode analisis adalah suatu metode yang digunakan dengan cara pemberian beban. Adapun tekanan yang digunakan untuk pengujian secara statis adalah sampai material melewati *yield strength* sebesar 325 MPa. Dimana tekanan ini didapat dari asumsi kurang lebih tekanan yang akan diterima pada tutup oven *autoclave* untuk menopang tekanan. Sehingga didapat hasil yang sesuai dengan *safety factor* dalam penggunaannya.

Validasi hasil simulasi yang akan digunakan akan menentukan kekuatan tutup oven *autoclave*, yaitu defleksi, tegangan dan *safety factor*. Dari ketiga simulasi tersebut akan didapatkan hasil desain tutup oven *autoclave* yang sesuai material yang digunakan dalam perancangan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisa Simulasi Desain Tutup Oven *Autoclave*

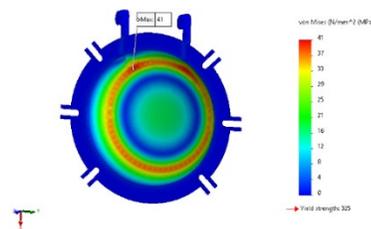
Analisa kontruksi tutup oven *autoclave* dengan menggunakan pengujian *autodesk inventor* dengan analisa desain, untuk mendapatkan kekuatan struktur yang sesuai desain yang diinginkan. Berikut beberapa tahapan simulasi kekuatan tutup oven *Autoclave*.

### Analisa Simulasi Tutup Oven *Autoclave*

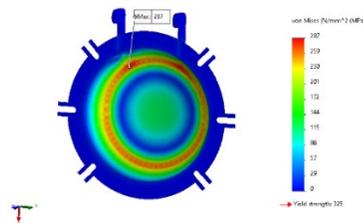
Untuk mendapatkan kontruksi yang maksimal, dibutuhkan simulasi tekanan pada tutup oven *autoclave* untuk mendapatkan simulasi yang di butuhkan, maka terlebih dahulu ditetapkan gaya yang terjadi atau gaya yang diterima tutup oven *autoclave* ketika diberi beberapa variasi tekanan, dimana tekanan yang ditentukan adalah 1-10 bar, serta nilai yang ingin dijadikan acuan untuk melakukan simulasi dengan nilai F yang akan dicari adalah Kgf. Untuk simulasi yang dilakukan, variabel yang ditentukan adalah *stress*, *displacement*, *safety factor* dengan memasukkan nilai hasil perhitungan F (Kgf).

#### A. Simulasi Stress/Tegangan Pada Tutup Oven *Autoclave*

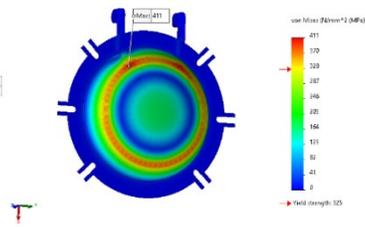
Simulasi tegangan lentur pada tutup oven *autoclave* dilakukan dengan cara menentukan *fixed geometry* pada bagian permukaan yang diam atau terkunci pada poros. Bagian *fixed geometry* dipilih di setiap ujung poros. Setelah *fixed geometry* dipilih lalu menentukan titik pembebanan atau pemberian gaya dorongan dan memilih besar pembebanan yang akan diberikan. Setelah semua tahapan dilakukan lalu running analisis dan akan muncul hasilnya. adalah seperti pada Gambar 1 hingga Gambar 3 berikut ini.



**Gambar 1.** Simulasi tegangan pada tutup oven *autoclave* variasi tekanan 1 bar



**Gambar 2.** Simulasi tegangan pada tutup oven *autoclave* variasi tekanan 7 bar

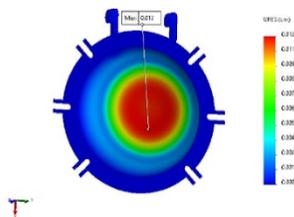


**Gambar 3.** Simulasi tegangan pada tutup oven autoclave variasi tekanan 10 bar

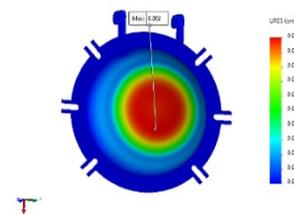
Gambar diatas menunjukkan nilai-nilai tegangan dari titik minimal hingga batas maksimal yang terjadi pada tutup oven autoclave akibat tekanan yang diterima internal dari tutup oven autoclave. Didapatkan dari simulasi hasil tegangan simulasi dimana pada variasi 10 bar didapatkan hasil simulasi sebesar 411 MPa, dimana dengan hasil tersebut tutup tidak akan mampu menahan tekanan karena melewati *yield strength material* sebesar 325 MPa.

**B. Simulasi Displacement/Defleksi Pada Tutup Oven Autoclave**

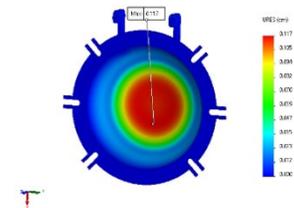
Selain menampilkan hasil dari tegangan, simulasi juga dapat menampilkan hasil dari defleksi yang terjadi akibat gaya dorongan. Untuk mendapatkan hasil defleksi, maka pilih opsi *displacement* dan akan muncul hasil defleksi sesuai dengan gaya dorongan yang diberikan seperti ditunjukkan pada Gambar 4 - 6.



**Gambar 4.** Simulasi *displacement* pada tutup oven autoclave variasi tekanan 1 bar



**Gambar 5.** Simulasi *displacement* pada tutup oven autoclave variasi tekanan 7 bar

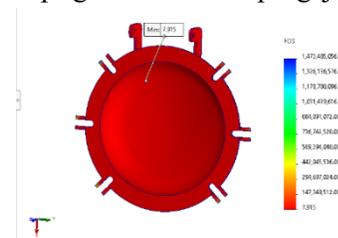


**Gambar 6.** Simulasi *displacement* pada tutup oven autoclave variasi tekanan 10 bar

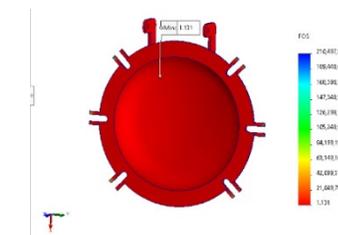
Gambar diatas menunjukkan nilai-nilai defleksi dari titik minimal hingga batas maksimal yang terjadi pada tutup oven autoclave dimana merupakan salah satu gambar simulasi dari pengujian dengan variasi 1-10 bar dimana pada pengujian variasi tekanan 10 bar nilai defleksi sebesar 0,117 cm.

**C. Simulasi Safety Factor Pada Tutup Oven Autoclave**

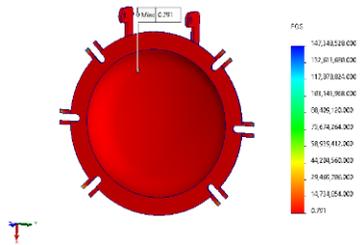
Simulasi *safety factor* pada tutup oven autoclave dilakukan dengan cara menentukan *fixed geometry* terlebih dahulu. Setelah *fixed geometry* dipilih lalu menentukan bagian yang akan diberi gaya dorongan dengan cara memilih *force* lalu memasukkan besar gaya dorongan yang akan diberikan. Setelah itu *running*, dan otomatis akan muncul hasil tegangan yang terjadi. Dimana seperti pada pengujian sebelumnya dimana nilai gaya yang dimasukkan ke dalam simulasi adalah berdasarkan gaya yang diterima akibat dari variasi tekanan 1-10 bar berikut hasil beberapa gambar simulasi pengujian.



**Gambar 7.** Simulasi *safety factor* pada tutup oven autoclave variasi tekanan 1 bar



**Gambar 8.** Simulasi *safety factor* pada tutup oven autoclave variasi tekanan 7 bar



Gambar 9. Simulasi *safety factor* pada tutup oven *autoclave* variasi tekanan 10 bar

Gambar diatas menunjukkan nilai-nilai *safety factor* dari titik minimal hingga batas maksimal yang terjadi pada tutup oven *autoclave* dengan gaya dorongan internal dari tutup oven *autoclave*. Didapatkan nilai *safety factor* pada variasi tekanan 10 bar sebesar 0,791 serta pada variasi tekanan 1 bar sebesar 7,915 dimana pada variasi 10 bar tutup dikatakan tidak aman karena nilai yang didapatkan dibawah nilai minimal *safety* yaitu antara 3-4 namun pada variasi tekanan 1 bar nilai yang diperoleh dapat dikatakan aman.

**Pembahasan Simulasi Tutup Oven *Autoclave***

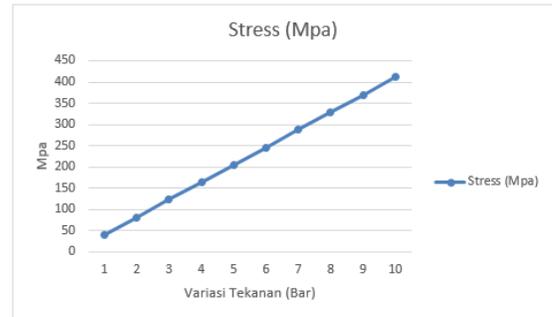
Setelah dilakukan pengujian dengan simulasi menggunakan metode FEM (*Finite Element Methode*) pada tutup oven *autoclave*, untuk mendapatkan hasil silmulasi yang optimal dilakukan beberapa variasi gaya dorongan struktur tutup oven *autoclave* dengan variasi perhitungan yang sebelumnya telah dilakukan dengan menggunakan *software Microsoft excel*, dimana untuk lebih jelas nilai keseluruhan simulasi tutup variasi 1-10 bar yang dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil simulasi tutup oven *autoclave*

Pengujian Tutup Oven <i>Autoclave</i>						
No	Luas Alas (A) Cm <sup>2</sup>	Variasi Tekanan (Bar)	F (Kgf)	Stress (Mpa)	Displacement (cm)	Safety Factor
1	1978,23	1	3956,46	41	0,012	7,915
2		2	1978,23	82	0,023	3,957
3		3	7912,93	123	0,035	2,638
4		4	5934,69	164	0,047	1,979
5		5	9891,16	205	0,059	1,583
6		6	11869,39	246	0,070	1,319
7		7	13847,62	287	0,082	1,131
8		8	15825,85	328	0,094	0,989
9		9	17804,08	370	0,105	0,879
10		10	19782,31	411	0,117	0,791

Dari data yang disajikan pada Tabel 1, maka didapatkan grafik perbandingan stress terhadap

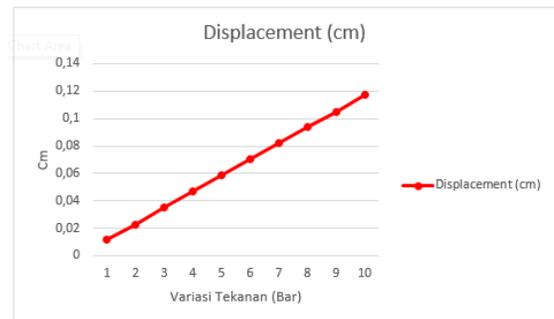
kekuatan struktur tutup oven *autoclave* terhadap variasi tekanan.



Gambar 10. Grafik simulasi *stress*

Dari grafik di atas diketahui bahwa pengaruh kekuatan variasi tekanan *stress* tertinggi sebesar 411 MPa dan terendah 41 MPa pada nilai *force* terkecil. Oleh karena itu dapat diketahui jika dorongan atau gaya yang terjadi semakin tinggi maka *stress* pada struktur akan semakin bertambah.

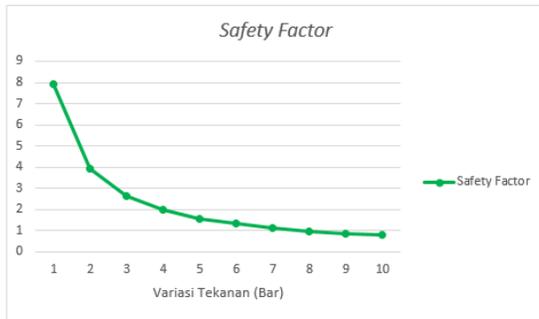
Perbandingan displacement terhadap kekuatan struktur tutup oven *autoclave* terhadap variasi gaya dorong disajikan pada Gambar 11.



Gambar 11. Grafik simulasi *displacement*

Dari Gambar 11 maka dapat dipelajari bahwa pengaruh kekuatan variasi gaya dorongan displacement tertinggi sebesar 0,117 cm dan terendah 0,012 cm pada gaya terkecil. Dapat disimpulkan bahwa jika tekanan atau gaya yang diterima semakin tinggi maka defleksi yang terjadi cukup besar.

Hubungan *safety factor* terhadap variasi tekanan ditampilkan pada Gambar 12. Dari grafik hubungan ini diperoleh pengaruh kekuatan variasi gaya dorongan *safety factor* tertinggi sebesar 7,915 dan terendah 0,791 pada gaya terbesar. Sehingga dapat diketahui jika tekanan atau gaya yang diterima semakin tinggi *safety factornya* semakin kecil.

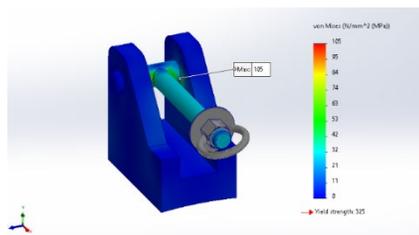


Gambar 12. Grafik simulasi *safety factor*

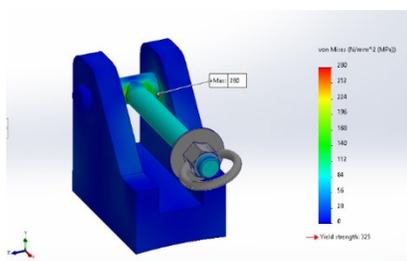
**Analisa Simulasi Pengunci Tutup Oven Autoclave**

Untuk mendapatkan kontruksi yang maksimal dibutuhkan simulasi tekanan pada pengunci tutup oven *autoclave*. Pada simulasi berdasarkan perhitungan ditetapkan nilai gaya dan gaya pengunci masing-masing sebesar 1.978,23 Kgf dan 329,71 Kgf.

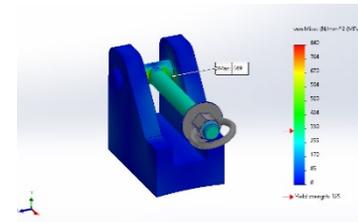
Simulasi tegangan lentur pada Pengunci tutup oven *autoclave* dilakukan sama dengan simulasi yang telah dilakukan pada tutup dan dilakukan juga pada bagian penguncinya.



Gambar 13. Simulasi tegangan pada pengunci tutup oven *autoclave* variasi tekanan 1 bar



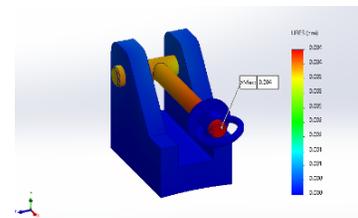
Gambar 14. Simulasi tegangan pada pengunci tutup oven *autoclave* variasi tekanan 3 bar



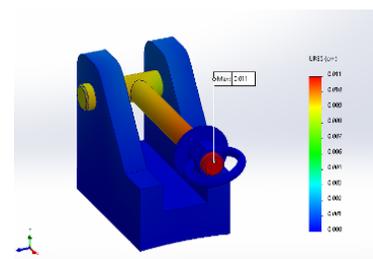
Gambar 15. Simulasi tegangan pada pengunci tutup oven *autoclave* variasi tekanan 10 bar

Gambar diatas menunjukkan nilai-nilai tegangan dari titik minimal hingga batas maksimal yang terjadi pada pengunci tutup oven *autoclave* akibat gaya internal dari pengunci tutup oven *autoclave*. Didapatkan tegangan tertinggi sebesar 849 MPa pada variasi 10 bar dan terendah sebesar 105 MPa pada variasi tekanan 1 bar.

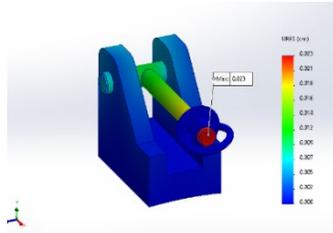
Selain menampilkan hasil dari tegangan, dapat menampilkan hasil dari defleksi yang terjadi akibat gaya yang diterapkan. Untuk mendapatkan hasil defleksi, maka dipilih opsi *displacement* dan akan muncul hasil defleksi sesuai dengan gaya yang diberikan.



Gambar 16. Simulasi defleksi pada pengunci tutup oven *autoclave* variasi tekanan 1 bar



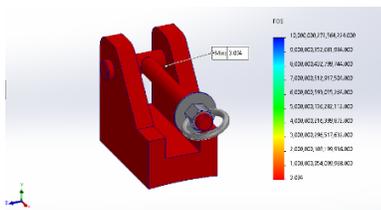
Gambar 17. Simulasi defleksi pada pengunci tutup oven *autoclave* variasi tekanan 3 bar



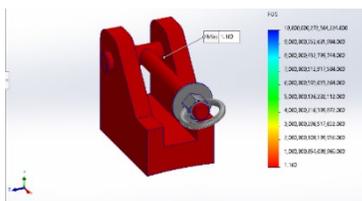
**Gambar 18.** Simulasi defleksi pada pengunci tutup oven *autoclave* variasi tekanan 10 bar

Dari Gambar 16-18 menunjukkan nilai-nilai defleksi dari titik minimal hingga batas maksimal yang terjadi pada pengunci tutup oven *autoclave* dengan nilai defleksi terbesar sebesar 0,023 cm pada variasi tekanan 10 bar dan terendah sebesar 0,004 cm pada variasi tekanan 1 bar.

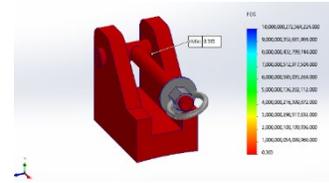
Simulasi *safety factor* pada pengunci tutup oven *autoclave* dilakukan dengan cara menentukan *fixed geometry* terlebih dahulu. Setelah *fixed geometry* dipilih lalu menentukan bagian yang akan diberi gaya dengan cara memilih *force* lalu memasukkan besar gaya yang akan diberikan. Setelah itu running, dan otomatis akan muncul hasil tegangan yang terjadi.



**Gambar 19.** Simulasi *safety factor* pada pengunci tutup oven *autoclave* variasi tekanan 1 bar



**Gambar 20.** Simulasi *safety factor* pada pengunci tutup oven *autoclave* variasi tekanan 3 bar



**Gambar 21.** Simulasi *safety factor* pada pengunci tutup oven *autoclave* variasi tekanan 10 bar

Hasil simulasi menunjukkan bahwa nilai *safety factor* terbesar sebesar 3,094 pada variasi tekanan 1 bar dan terendah sebesar 0,383 pada variasi tekanan 10.

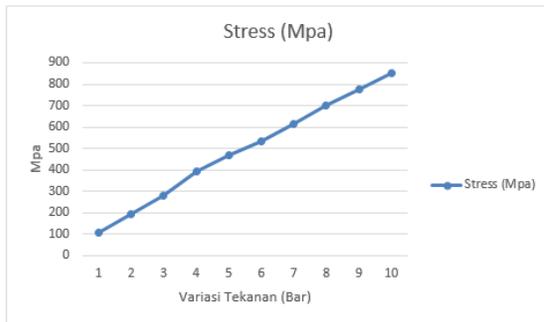
**Pembahasan Simulasi Pengunci Tutup Oven Autoclave**

Nilai keseluruhan simulasi pengunci tutup oven *autoclave* dengan variasi 1-10 bar dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

**Tabel 2.** Hasil simulasi pengunci tutup oven *autoclave*

Pengujian Tutup Oven Autoclave								
No	Luas Alas (A) Cm <sup>2</sup>	Jumlah Pengunci	Variasi Tekanan (Bar)	F (Kgf)	F/6 (Kgf)	Stress (Mpa)	Displacement (cm)	Safety Factor
1	1978,23	6	1	3956,46	329,71	105	0,004	3,094
2			2	1978,23	659,41	196	0,008	1,660
3			3	7912,93	989,12	280	0,011	1,160
4			4	5934,69	1318,82	391	0,010	0,830
5			5	9891,16	1648,53	470	0,013	0,691
6			6	11869,39	1978,23	531	0,018	0,612
7			7	13847,62	2307,94	612	0,020	0,531
8			8	15825,85	2637,64	699	0,019	0,465
9			9	17804,08	2967,35	774	0,021	0,420
10			10	19782,31	3297,05	849	0,023	0,383

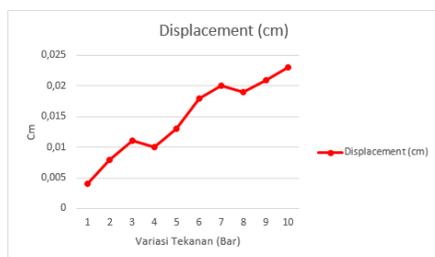
Dari data-data yang disajikan pada Tabel 2, maka didapatkan grafik perbandingan stress terhadap kekuatan struktur pengunci tutup oven *autoclave* terhadap variasi tekanan seperti terlihat pada Gambar 22.



**Gambar 22.** Grafik simulasi *stress* pengunci tutup oven *autoclave*

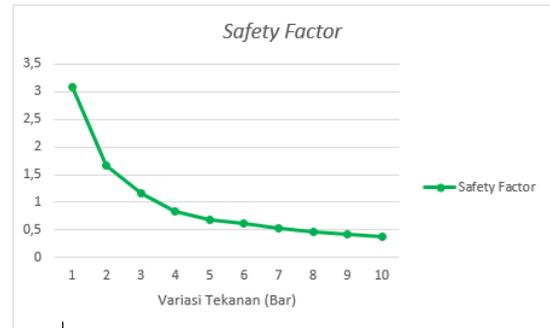
Dari grafik hubungan *stress* terhadap variasi tekanan, diketahui pengaruh kekuatan variasi tekanan *stress* tertinggi sebesar 849 MPa dan terendah 105 MPa pada *force* terkecil. Sehingga disimpulkan jika tarikan semakin tinggi, *stress* pada struktur akan bertambah. Dimana pengaruh tekanan 1-10 bar gaya yang terjadi semakin tinggi tekanan semakin besar juga tegangan yang diperoleh.

Perbandingan *displacement* yang terjadi terhadap kekuatan struktur pengunci tutup oven *autoclave* terhadap variasi gaya tarik dapat dilihat pada grafik gambar 23. Pengaruh kekuatan variasi gaya tarik *displacement* tertinggi sebesar 0,023 cm. dan terendah 0,004 cm pada gaya terkecil, oleh karena itu dapat diketahui jika gaya tarik semakin tinggi defleksi yang dihasilkan semakin besar karena pengaruh variasi tekanan yang diberikan.



**Gambar 23.** Grafik simulasi *displacement* pengunci tutup oven *autoclave*

Pengaruh *safety factor* terhadap kekuatan struktur pengunci tutup oven *autoclave* terhadap variasi gaya tarik dapat dilihat pada gambar 24. Pengaruh kekuatan variasi gaya tarik *safety factor* tertinggi sebesar 3,094. Terendah 0,383 pada gaya terbesar, oleh karena itu dapat diketahui jika gaya tarik semakin tinggi, *safety factor* yang dihasilkan semakin kecil karena pengaruh variasi tekanan yang diberikan.



**Gambar 24.** Grafik simulasi *safety factor* pengunci tutup oven *autoclave*

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Perancangan desain serta analisa konstruksi tutup pada oven *autoclave* menggunakan bahan *Plate AISI 1015* telah berhasil disimulasikan. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dengan metode FEM (*Finite Element Methode*) menggunakan *software autodesk inventor* diperoleh bahwa nilai tutup hanya dapat menahan tekanan sehingga 7 bar dengan nilai tegangan yang dihasilkan 287 MPa dengan defleksi 0,082 cm serta *safety factor* 1,131. Adapun dari simulasi terhadap pengunci tutup oven *autoclave* dengan variasi tekanan 1-10 bar pengunci tutup hanya mampu menahan sampai 3 bar dengan nilai tegangan yang didapat sebesar 280 MPa dengan nilai defleksi 0,011 cm serta *safety factor* nya sebesar 1,160.

### Saran

Untuk pengembangan penelitian ke depan maka sebaiknya menambahkan perbandingan metode selain FEM dengan melakukan simulasi keseluruhan serta melakukan perhitungan teori menggunakan rumus-rumus yang relevan.

## REFERENSI

- Astuti, S.D., Basalamah, R., and Yasin, M. (2013) Potensi Pemaparan Light Emitting Diode (LED) Inframerah Untuk Fotoinaktivasi Bakteri *Bacillus subtilis*. vol. 10, no. 2, pp. 42–52, 2013.
- Elipurwanti. (2016). Cara Penggunaan Autoklaf. [www.korankesehatan.com](http://www.korankesehatan.com). Diakses 7 April 2017.

- Hartono, D.F., Pudji, A., and Prastawa M.A.T (2016). Incubator Bakteri Bacillus Stearothermophilus berbasis Mikrokontroller untuk tes Mikrobiologi pada Autoclave, vol. 1, no. 2, pp. 1–14.
- Ramses Yohannes Hutahaean, Ir. (2014). Mekanika Kekuatan Material. Yogyakarta.
- Tri Hardono dan Kuat Supriyadi. (2020). Modifikasi Autoclave Berbasis Atmega328. *UMY, Medika Teknika*.
- Vishal Gupta, N. and Shukshith, K.S. (2016). Qualification of Autoclave. *Int. J. PharmTech Res.*, vol. 9, no. 4, pp. 220–226.