



TUGAS AKHIR
(MN141581)

STRENGTH AND CONSTRUCTION

Judul Tugas Akhir

**PENGARUH STOPPER TERHADAP TEGANGAN SISA
DAN DEFORMASI PADA SAMBUNGAN BUTT WELD
PELAT DATAR MENGGUNAKAN METODE ELEMEN
HINGGA**

Nama Mahasiswa dan Dosen Pembimbing

Nama : Prayoga Relanda Pratama
NRP : 4112100112



Dosen Pembimbing : Mohammad Nurul Misbah, S.T., M.T.
NIP : 19730404 199702 1 001



JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2016

Pendahuluan

Persiapan Sebelum Pengelasan



Pemberian Pelat Penahan



Tinjauan Pustaka

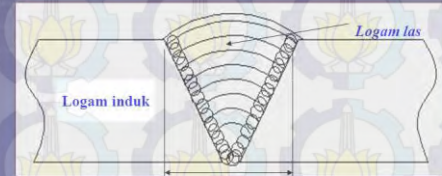
Las



SIKLUS TERMAL DAERAH LAS

DAERAH LAS :

1. logam las (weldment)
2. daerah pengaruh panas (Heat Affected Zone) yang disingkat menjadi daerah HAZ
3. logam induk (Base Metal or Parent metal)

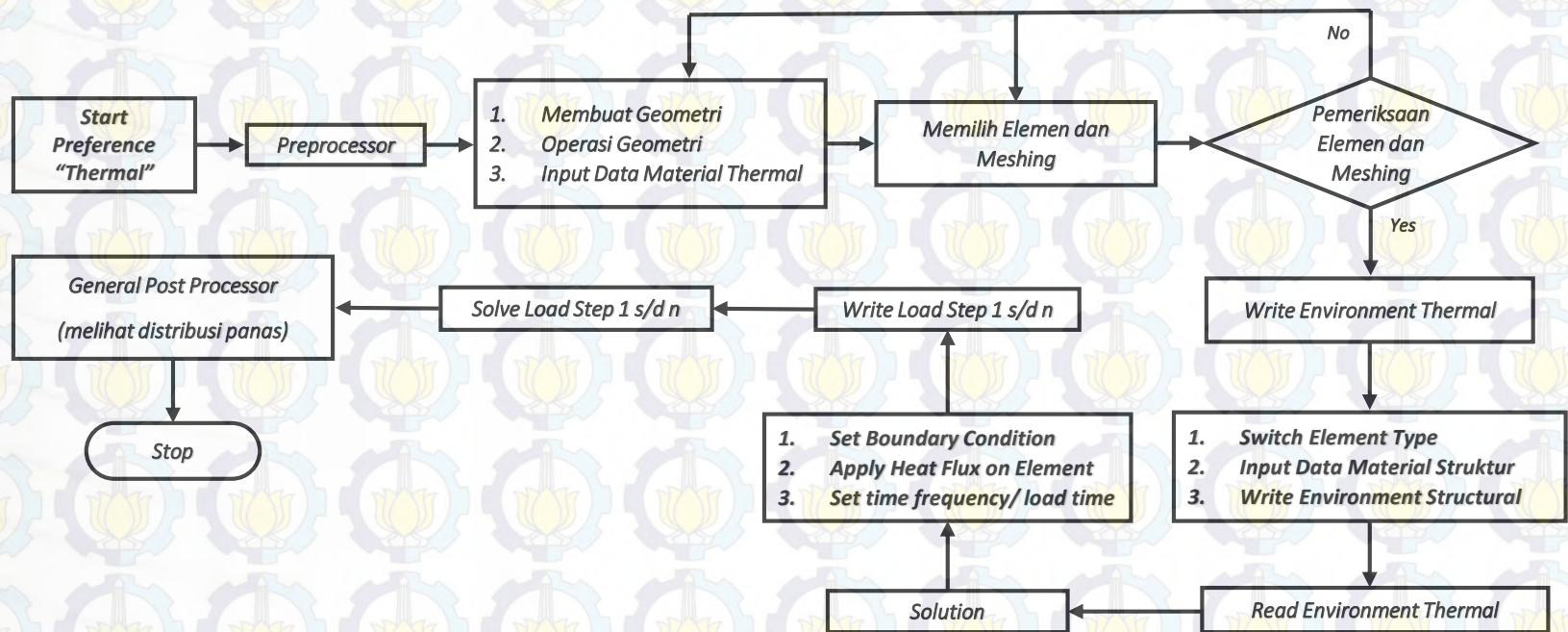


**Deformasi
Tegangan Sisa**

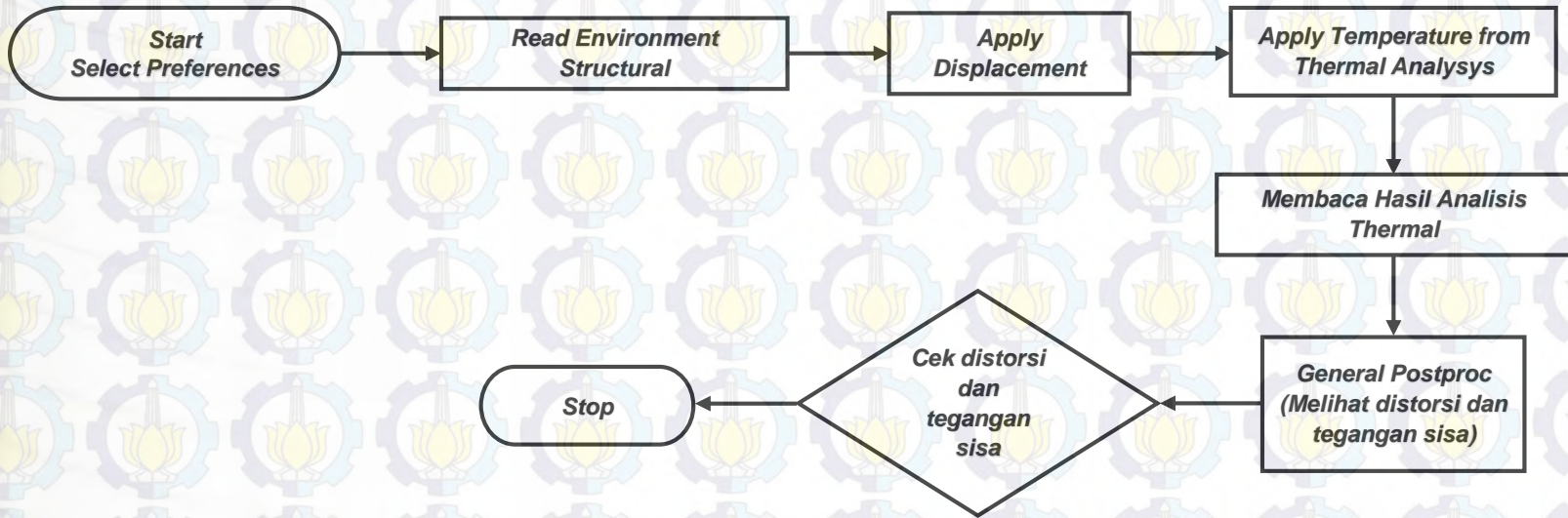
Metodologi Penelitian

- **Pemodelan Thermal**
- **Pemodelan Structure**

Pemodelan Thermal

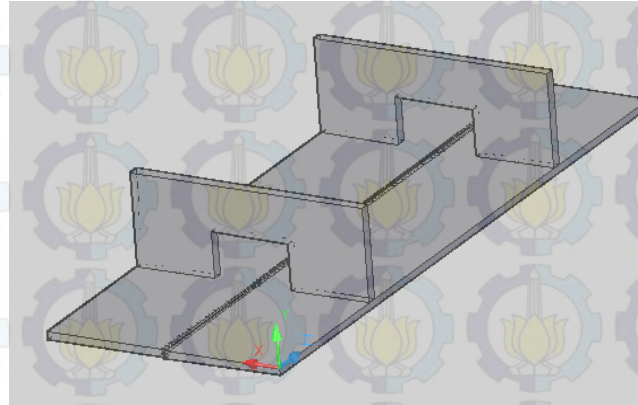


Pemodelan Structure

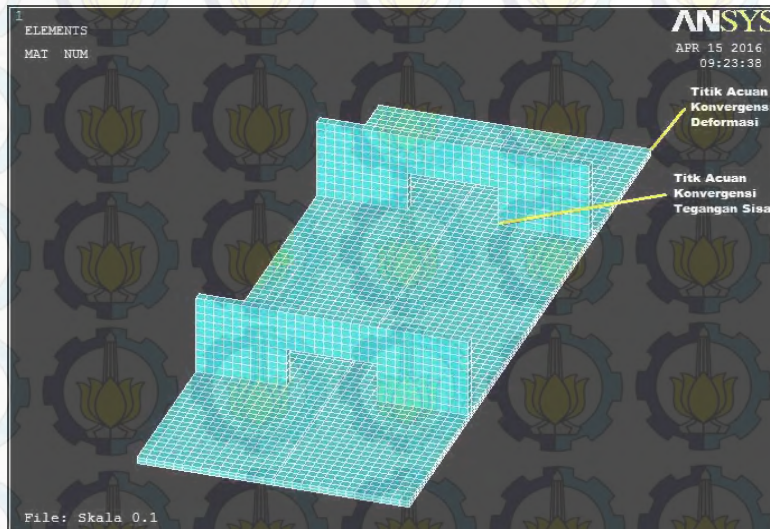


Validasi Model (Konvergensi)

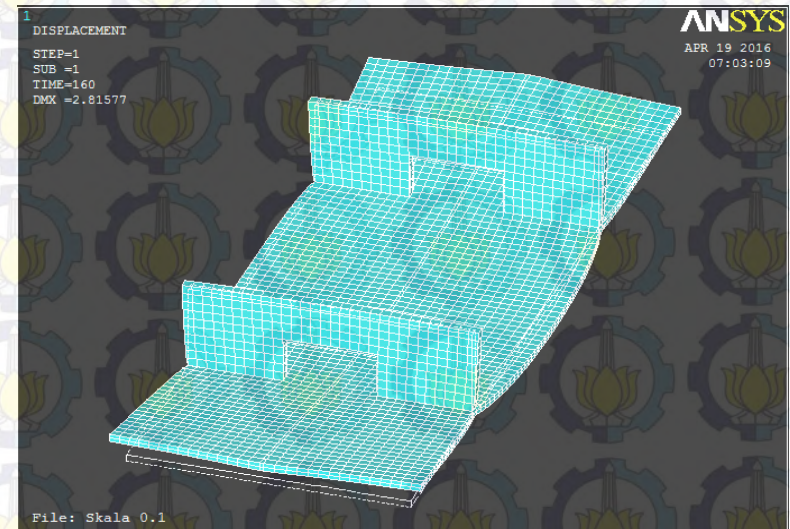
Letak Sumbu X,Y, dan Z



Titik Acuan Pengamatan



Bentuk Model Setelah Running



Hasil Konvergensi Tiap Jumlah Elemen

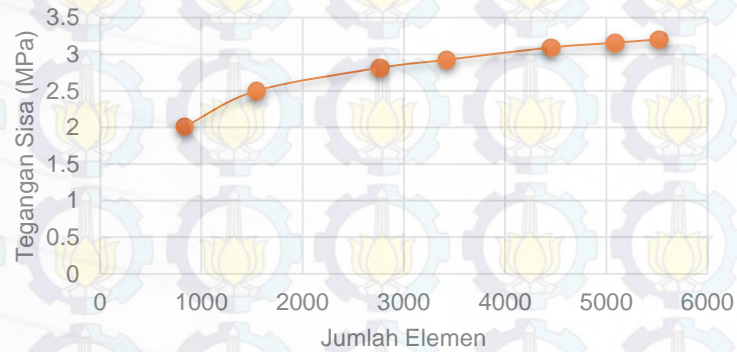
No	Deformasi	Deformasi	Deformasi	Von Misses	Jumlah Elemen
	Arah Sb. X	Arah Sb. Y	Arah Sb. Z	Stress	
	(mm)	(mm)	(mm)	(MPa)	
1	1.01289	1.95693	0.703351	2.01206	834
2	1.01159	2.03091	0.707473	2.50003	1542
3	1.00832	2.07067	0.709249	2.81423	2764
4	1.00781	2.09097	0.71023	2.92294	3420
5	1.00793	2.10912	0.711542	3.09155	4452
6	1.00779	2.1233	0.711879	3.15561	5088
7	1.00754	2.1338	0.712586	3.202	5522

Persentase Jumlah Elemen yang Dipilih

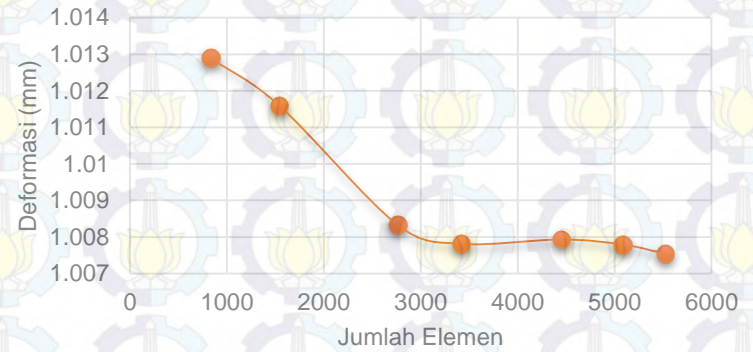
No	Output	Jumlah Elemen 5522	Jumlah Elemen 5088	Persentase (%)
1	Tegangan Sisa	3.202	3.15561	1.448782011
2	Deformasi Sb. X	1.00754	1.00779	-0.024806755
3	Deformasi Sb. Y	2.1338	2.1233	-0.494513258
4	Deformasi Sb. Z	0.712586	0.711879	-0.099314631

Grafik Konvergensi

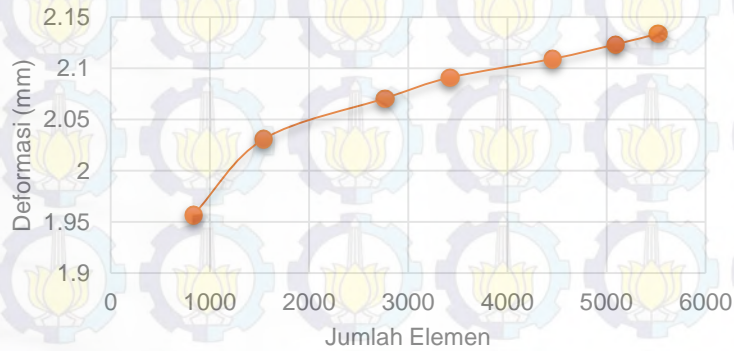
Von Mises Stress



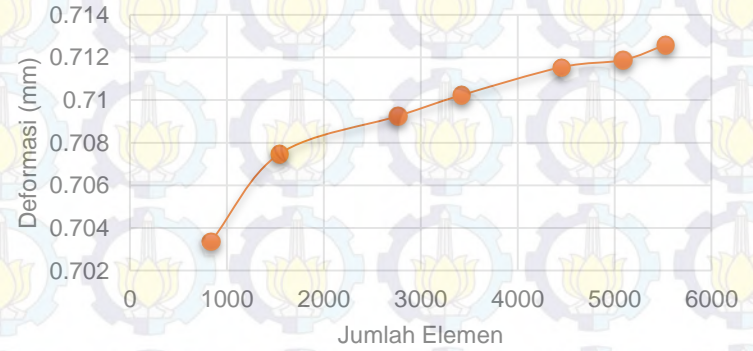
Deformasi Sumbu X



Deformasi Sumbu Y



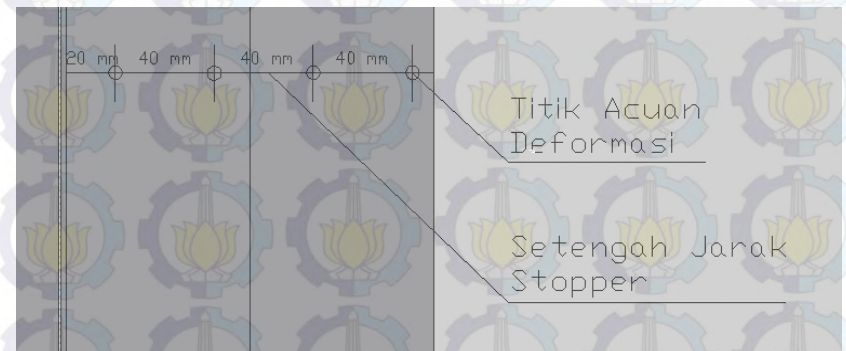
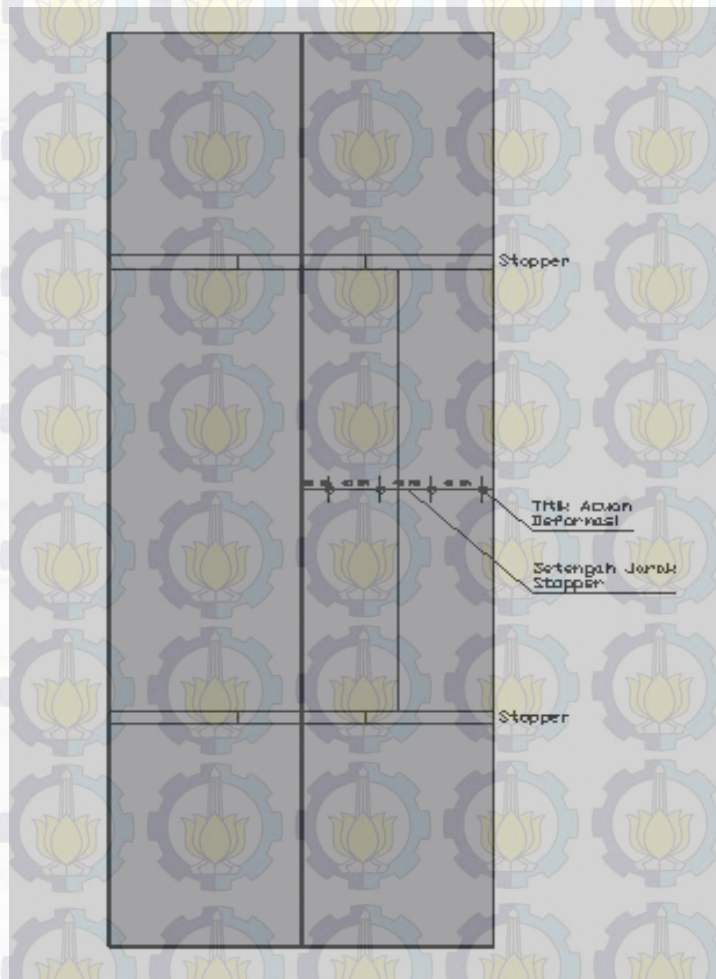
Deformasi Sumbu Z



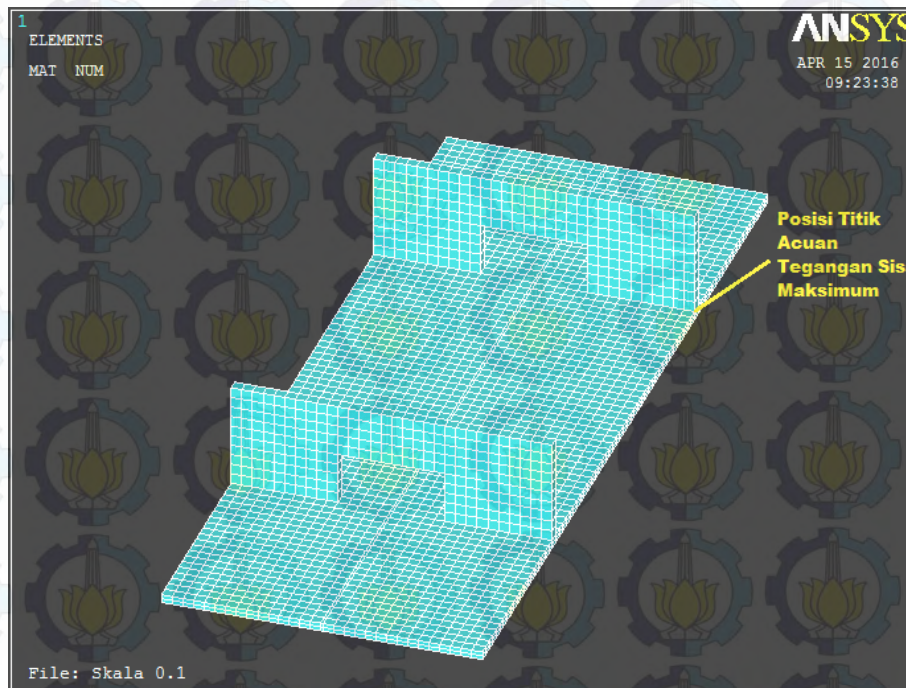
Analisa Data dan Pembahasan

- **Variasi Model :**
 - **Tebal Base Metal (8, 12, 16, dan 20 mm)**
 - **Tebal Stopper (8, 10, dan 12 mm)**
 - **Jarak Stopper (100, 200, 300, dan 400 mm)**
- **Perbandingan Hasil Analisa Nilai Maksimum Deformasi dan Tegangan Sisa**

Titik Pengamatan Deformasi

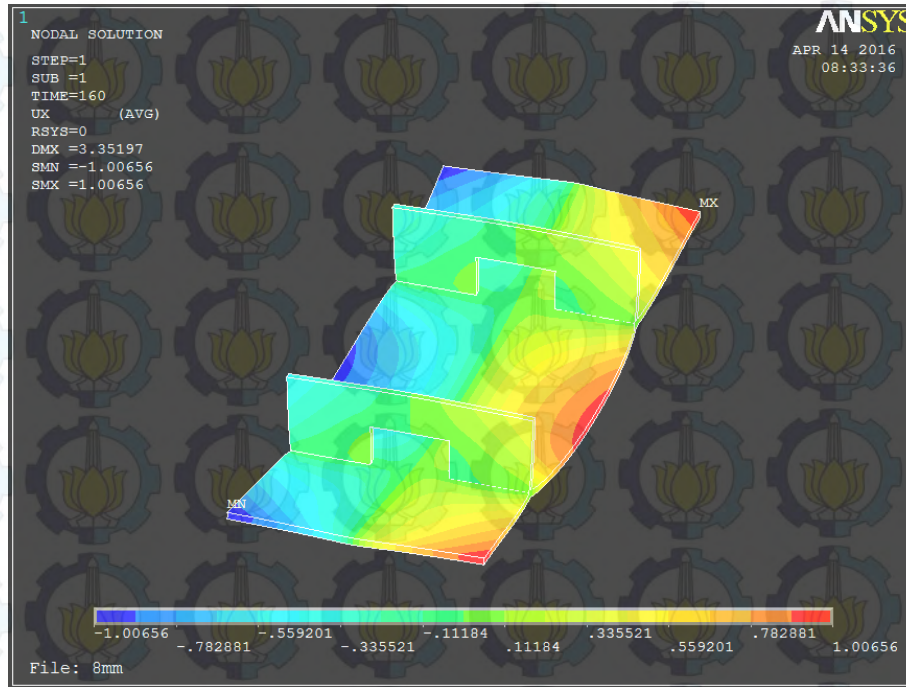


Titik Pengamatan Tegangan Sisa



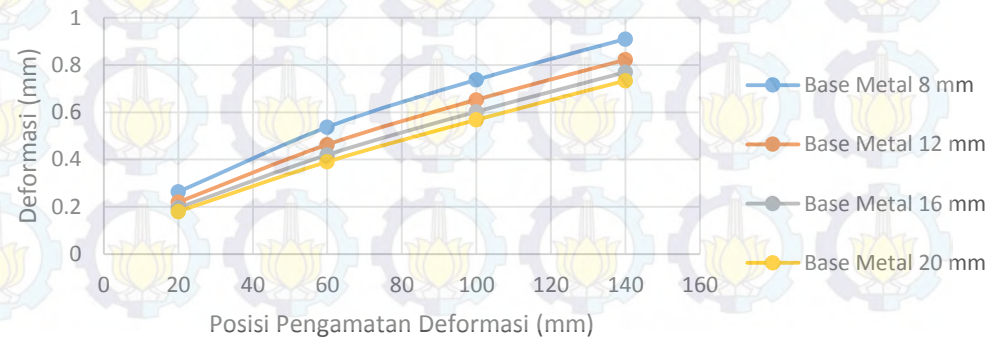
1. Variasi Tebal Stopper 8 mm dan Jarak Stopper 400 mm (Tebal Base Metal 8mm)

Deformasi Arah Sumbu X

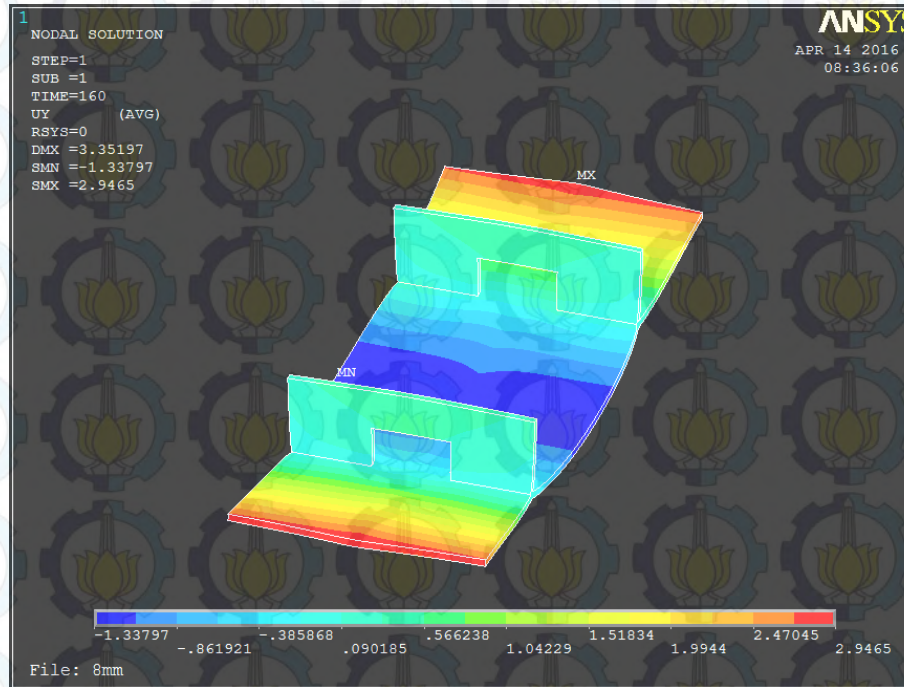


Deformasi Arah Sb. X

No	Tebal Base Metal	Deformasi Arah Sumbu X (mm)			
	(mm)	Posisi 1	Posisi 2	Posisi 3	Posisi 4
1	8	0.263178	0.536928	0.737198	0.909897
2	12	0.219611	0.463018	0.652771	0.822174
3	16	0.195617	0.419753	0.602242	0.769502
4	20	0.17999	0.390504	0.567725	0.73368

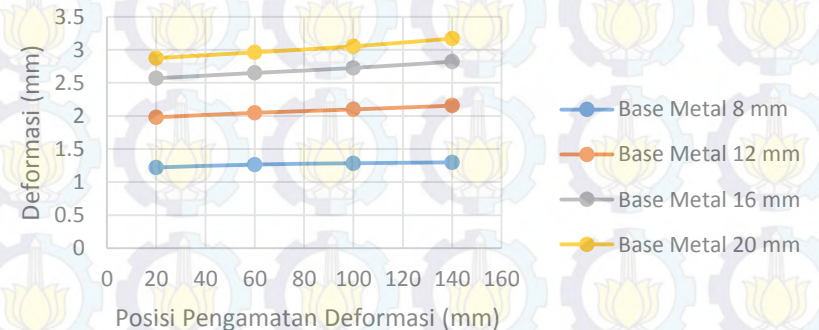


Deformasi Arah Sumbu Y

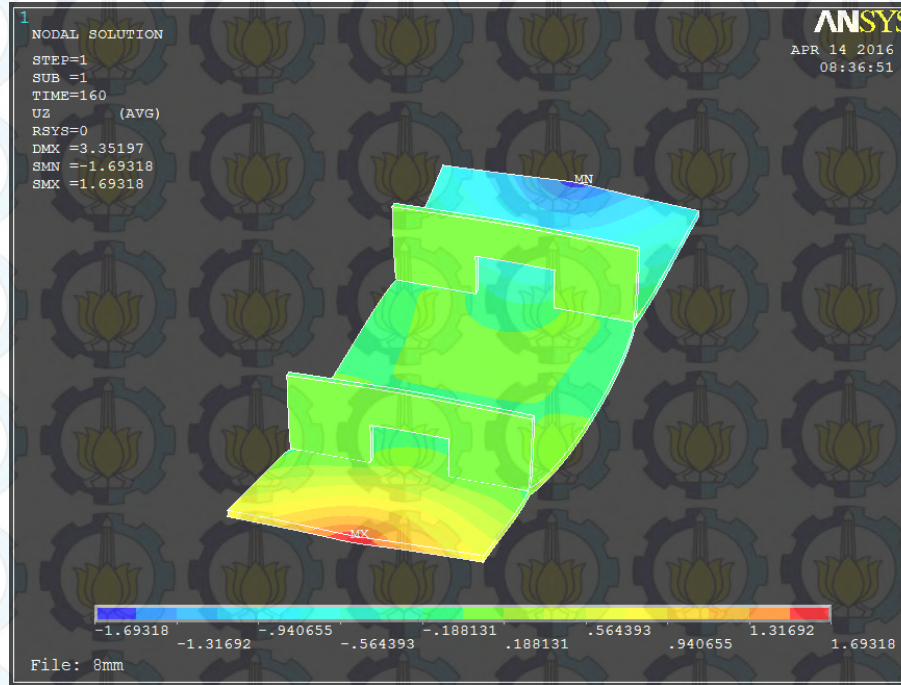


No	Tebal Base Metal	Deformasi Arah Sumbu Y (mm)			
	(mm)	Posisi 1	Posisi 2	Posisi 3	Posisi 4
1	8	1.22093	1.26492	1.28443	1.29804
2	12	1.97963	2.04743	2.09821	2.15584
3	16	2.56921	2.65025	2.72557	2.82103
4	20	2.87446	2.96206	3.05207	3.17099

Deformasi Arah Sb. Y



Deformasi Arah Sumbu Z

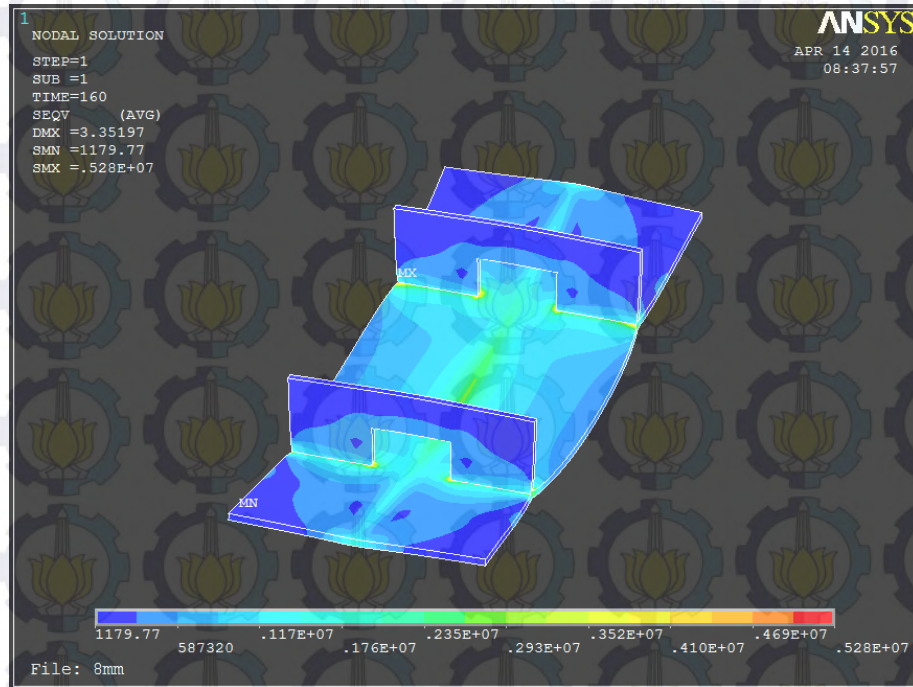


Deformasi Arah Sb. Z

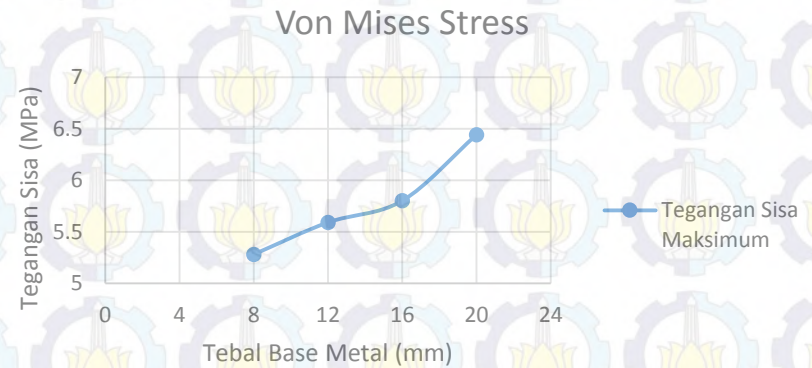
No	Tebal Base Metal	Deformasi Arah Sumbu Z (mm)			
	(mm)	Posisi 1	Posisi 2	Posisi 3	Posisi 4
1	8	-0.00653	-0.00426	0.00125	0.009499
2	12	-0.00482	-0.00311	0.001197	0.007806
3	16	-0.00375	-0.00238	0.001134	0.006558
4	20	-0.00301	-0.00188	0.00103	0.005525



Tegangan Sisa

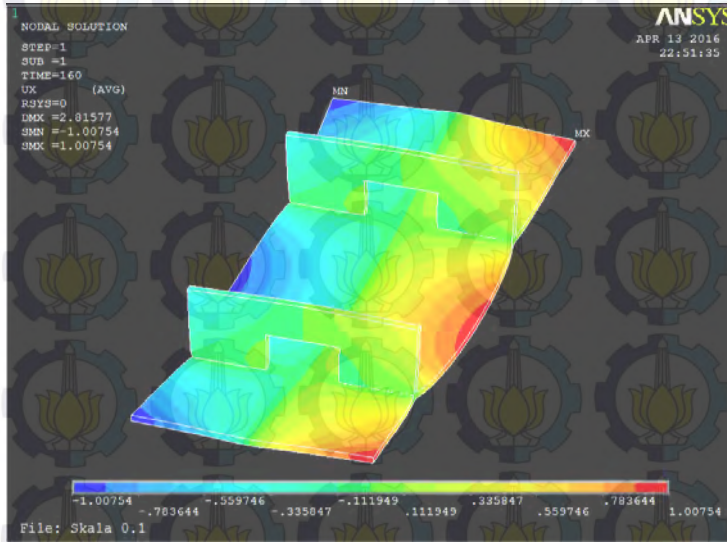


No	Tebal Base Metal (mm)	Von Mises Stress
		Max (MPa)
1	8	5.28
2	12	5.59
3	16	5.8
4	20	6.44

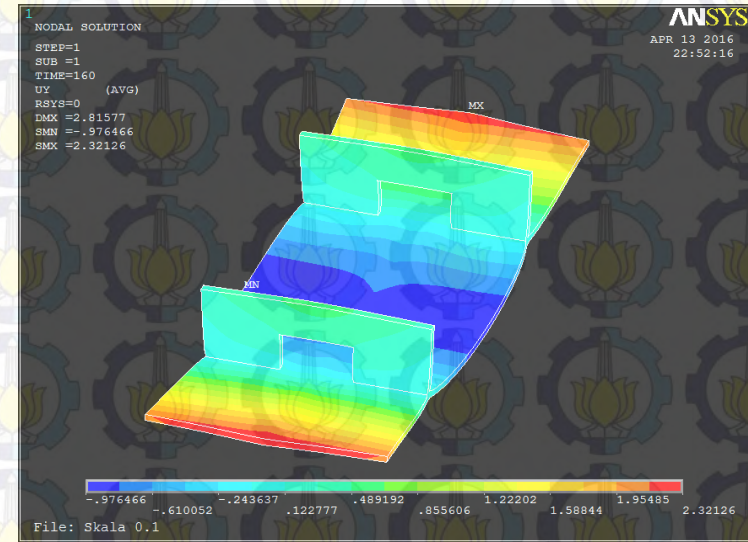


2. Variasi Tebal Stopper 10 mm dan Jarak Stopper 400 mm (Tebal Base Metal 8 mm)

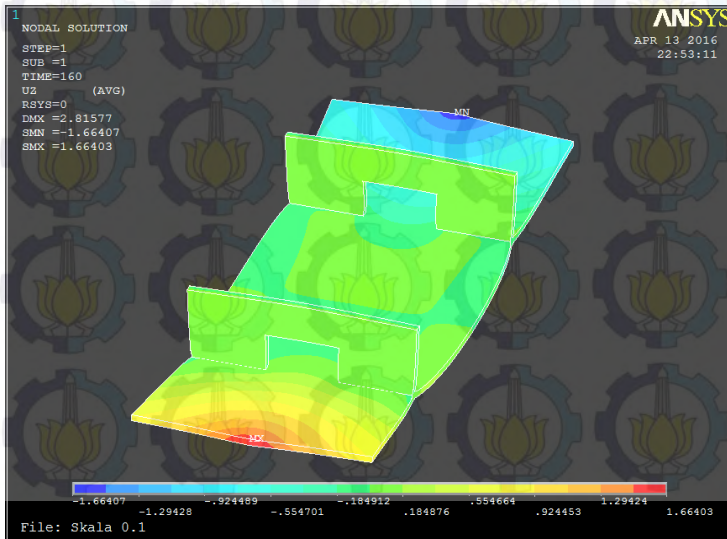
Deformasi Arah Sumbu X



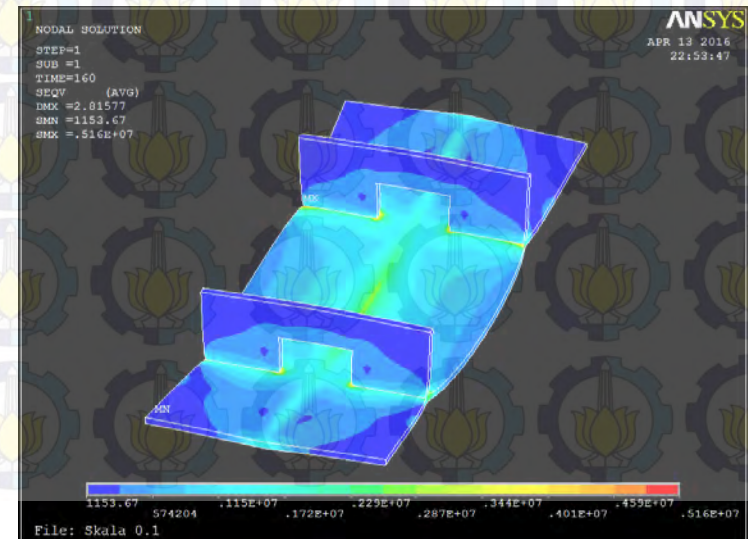
Deformasi Arah Sumbu Y



Deformasi Arah Sumbu Z

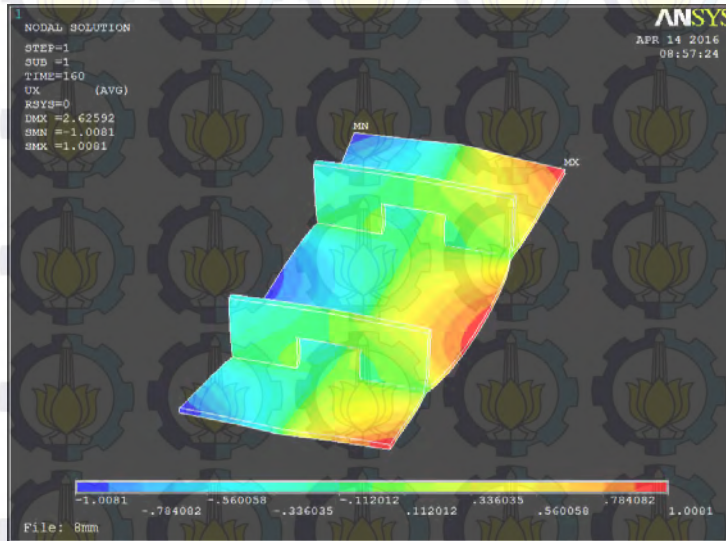


Tegangan Sisa

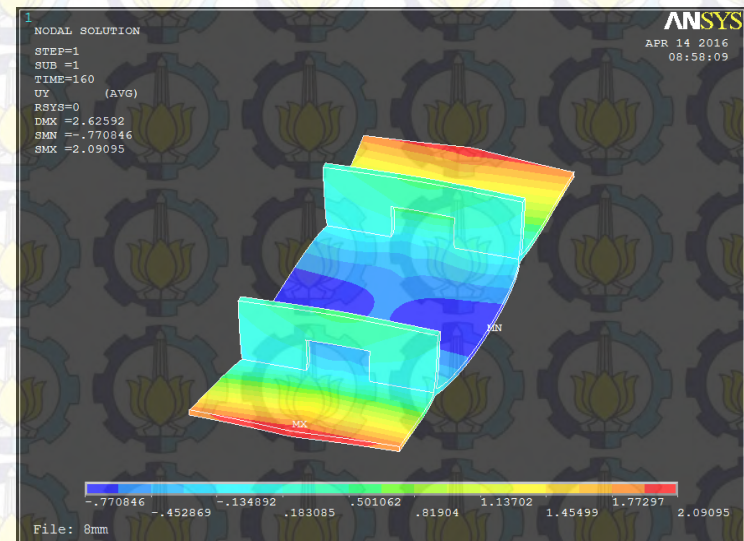


3. Variasi Tebal Stopper 12 mm dan Jarak Stopper 400 mm (Tebal Base Metal 8 mm)

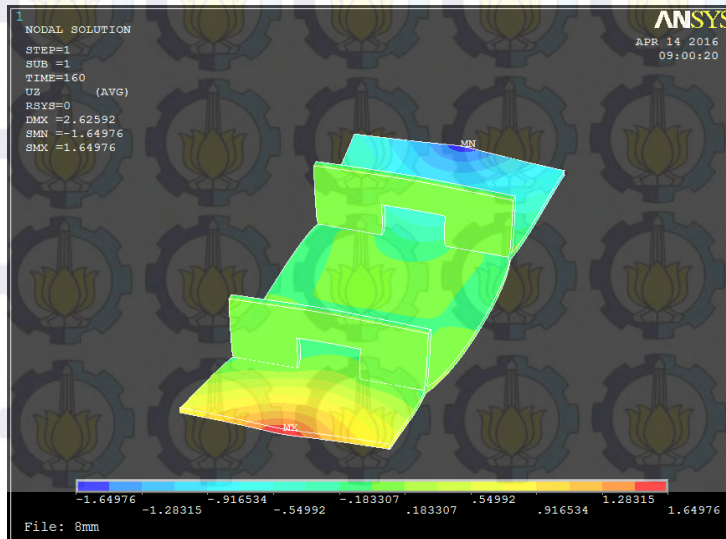
Deformasi Arah Sumbu X



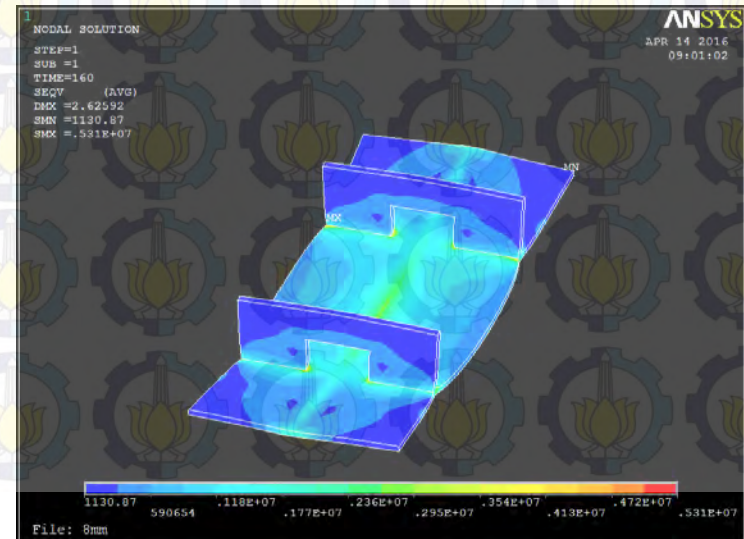
Deformasi Arah Sumbu Y



Deformasi Arah Sumbu Z

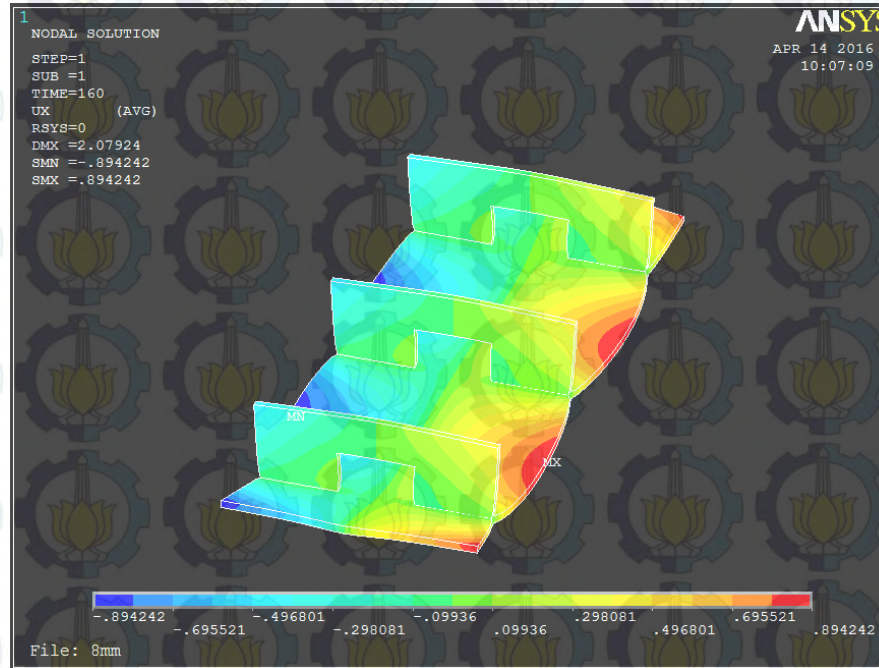


Tegangan Sisa



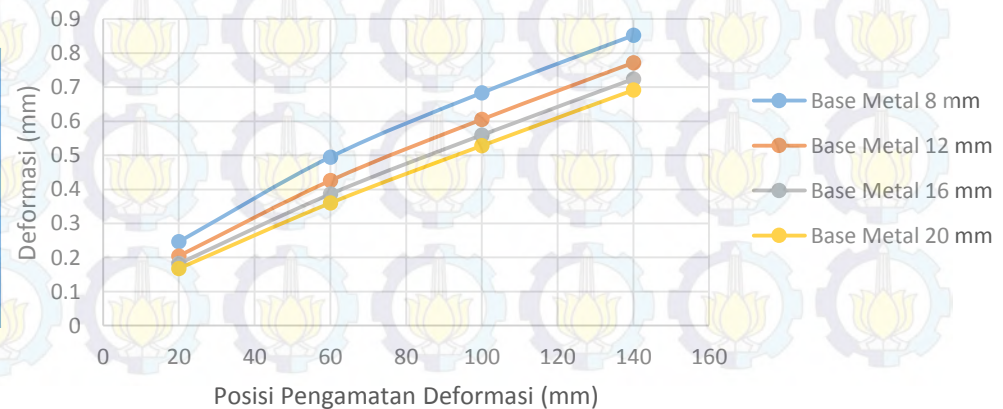
4. Variasi Tebal Stopper 8 mm dan Jarak Stopper 300 mm (Tebal Base Metal 8 mm)

Deformasi Arah Sumbu X

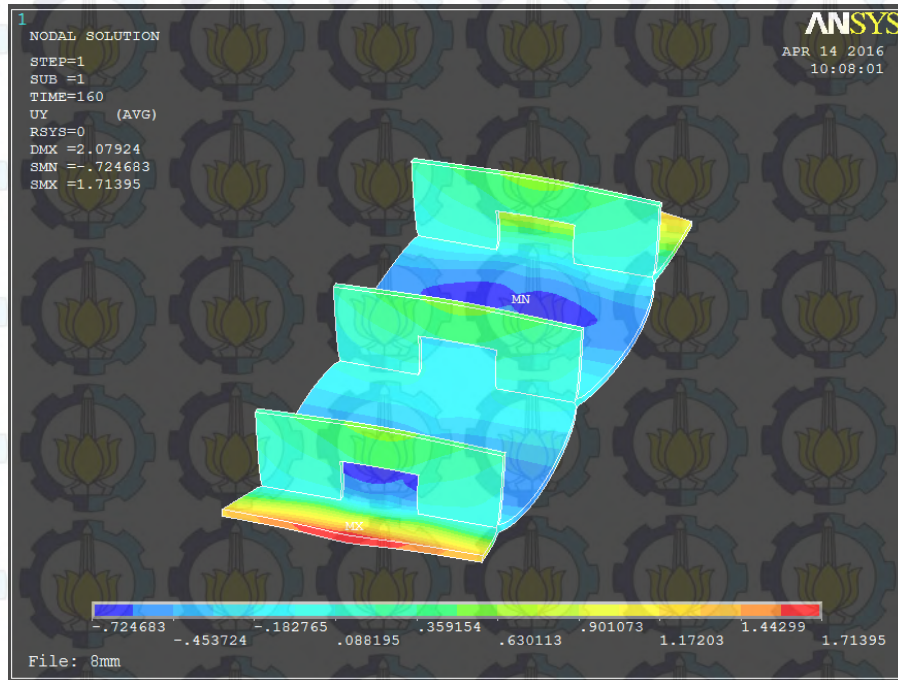


Deformasi Arah Sb. X

No	Tebal Base Metal (mm)	Deformasi Arah Sumbu X (mm)			
		Posisi 1	Posisi 2	Posisi 3	Posisi 4
1	8	0.246337	0.494832	0.683169	0.851714
2	12	0.204623	0.425686	0.605195	0.771444
3	16	0.182175	0.386194	0.559334	0.723777
4	20	0.167755	0.359784	0.528077	0.691202

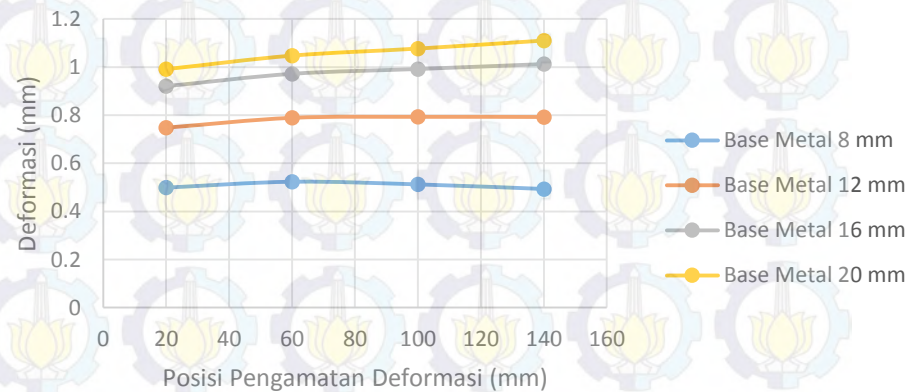


Deformasi Arah Sumbu Y

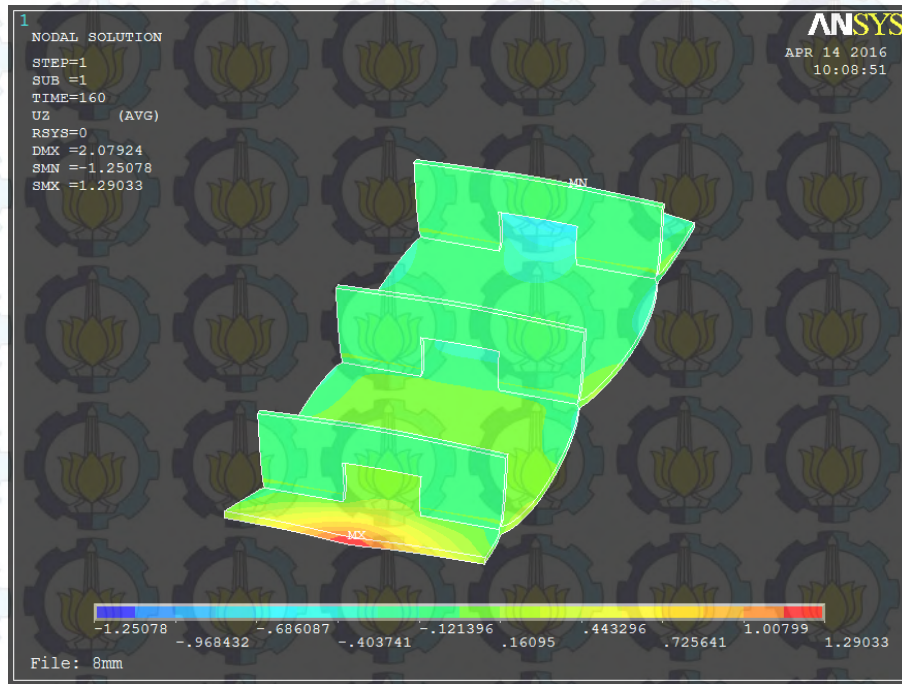


Deformasi Arah Sb. Y

No	Tebal Base Metal (mm)	Deformasi Arah Sumbu Y (mm)			
		Posisi 1	Posisi 2	Posisi 3	Posisi 4
1	8	0.499033	0.523432	0.512441	0.493366
2	12	0.748012	0.789092	0.793224	0.792524
3	16	0.920639	0.972034	0.991989	1.01253
4	20	0.991382	1.04766	1.07693	1.1103

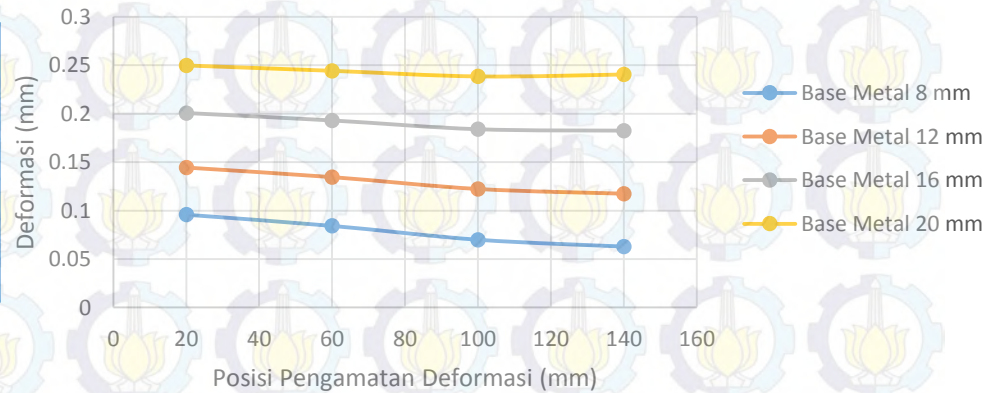


Deformasi Arah Sumbu Z

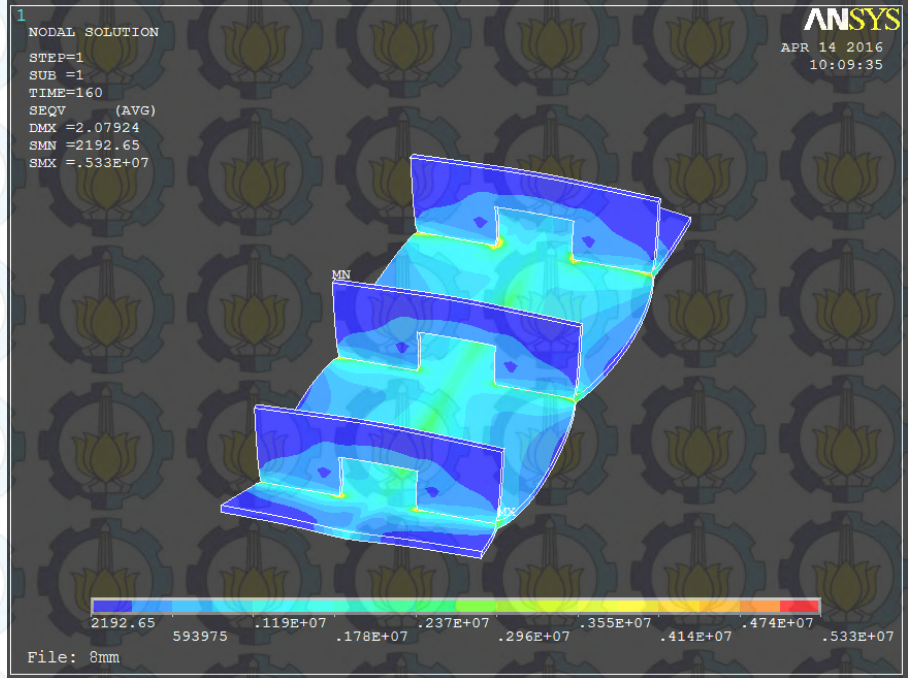


Deformasi Arah Sb. Z

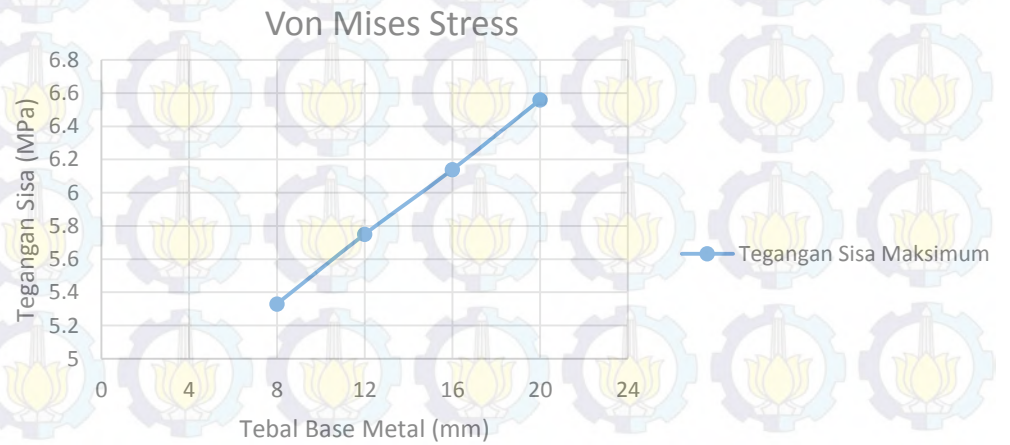
No	Tebal Base Metal (mm)	Deformasi Arah Sumbu Z (mm)			
		Posisi 1	Posisi 2	Posisi 3	Posisi 4
1	8	0.095781	0.084267	0.069962	0.062935
2	12	0.144469	0.134587	0.122352	0.117513
3	16	0.200763	0.193076	0.184015	0.1826
4	20	0.249851	0.244311	0.238522	0.240511



Tegangan Sisa

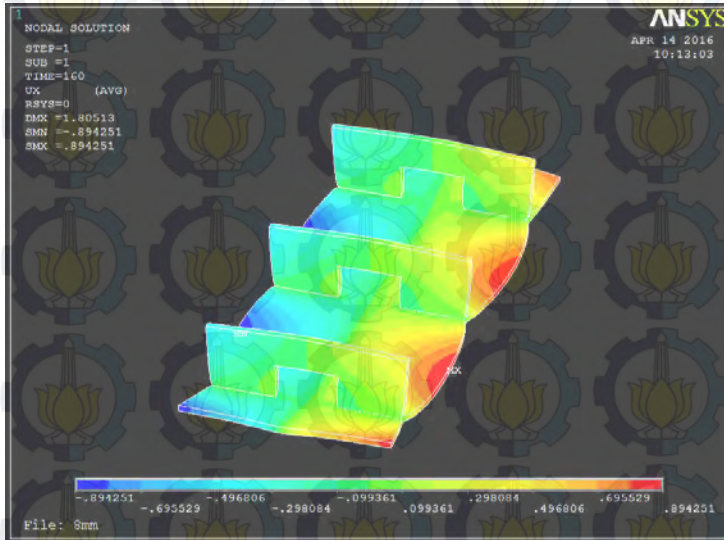


No	Tebal Base Metal (mm)	Von Mises Stress Max (MPa)
1	8	5.33
2	12	5.75
3	16	6.14
4	20	6.56

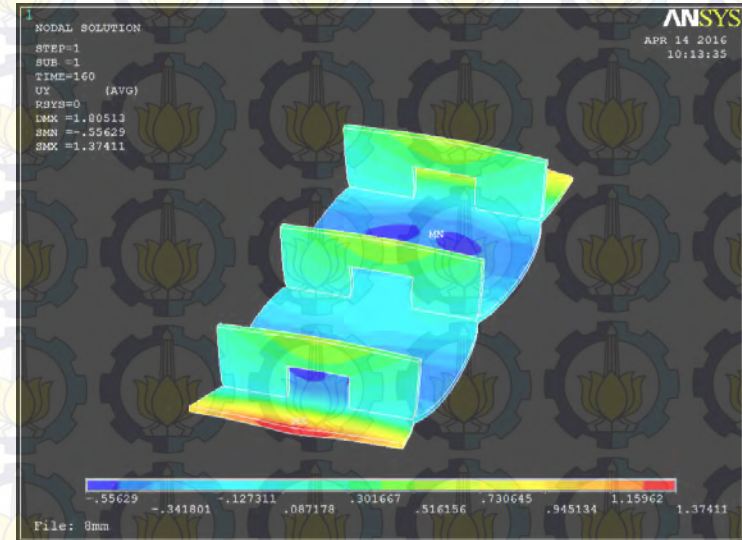


5. Variasi Tebal Stopper 10 mm dan Jarak Stopper 300 mm (Tebal Base Metal 8 mm)

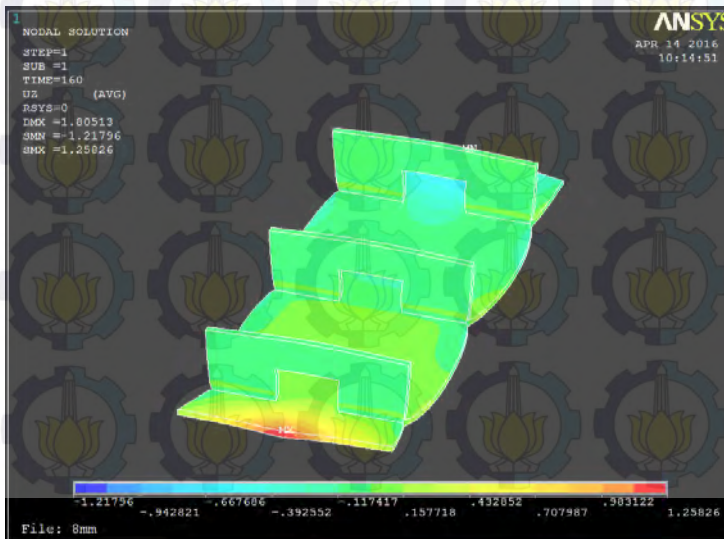
Deformasi Arah Sumbu X



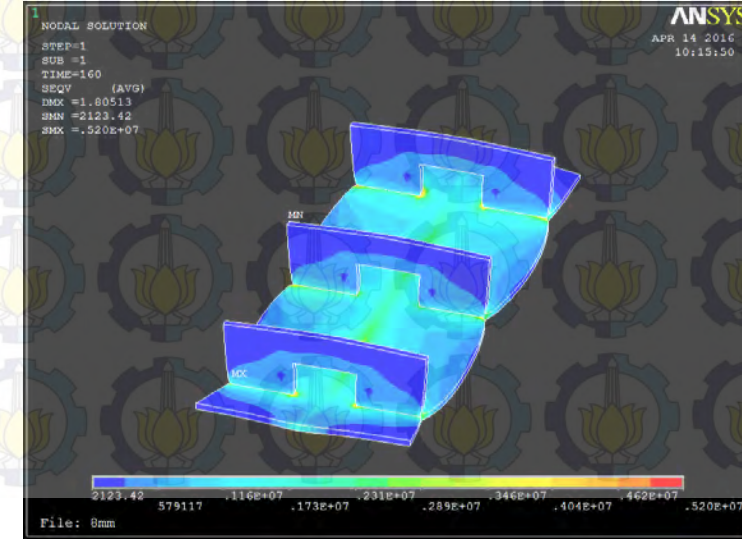
Deformasi Arah Sumbu Y



Deformasi Arah Sumbu Z

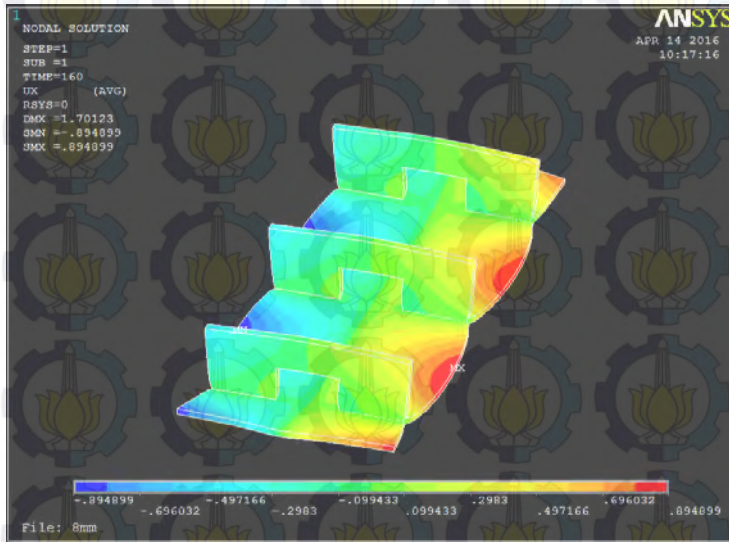


Tegangan Sisa

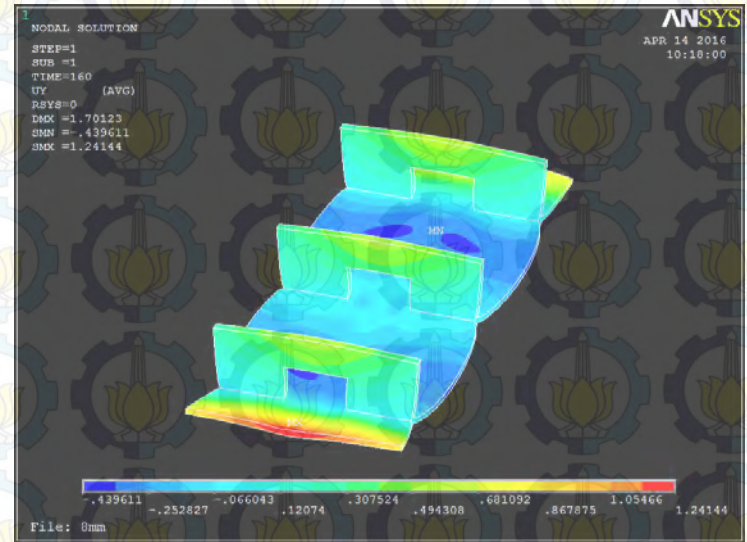


6. Variasi Tebal Stopper 12 mm dan Jarak Stopper 300 mm (Tebal Base Metal 8 mm)

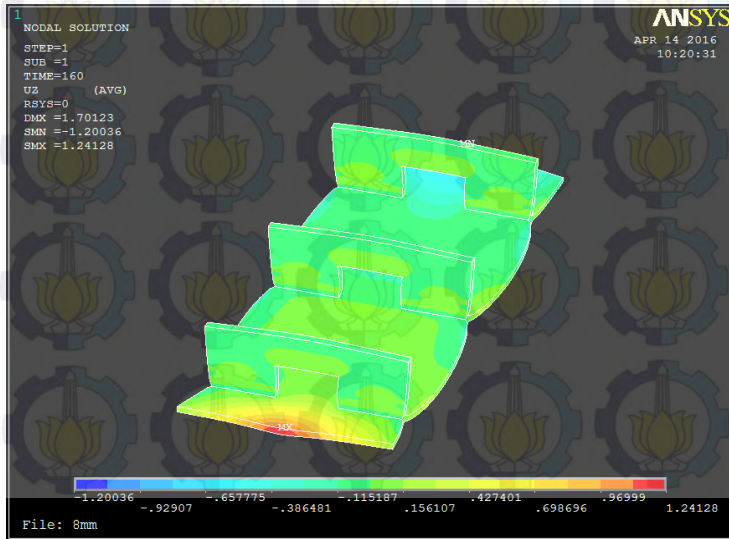
Deformasi Arah Sumbu X



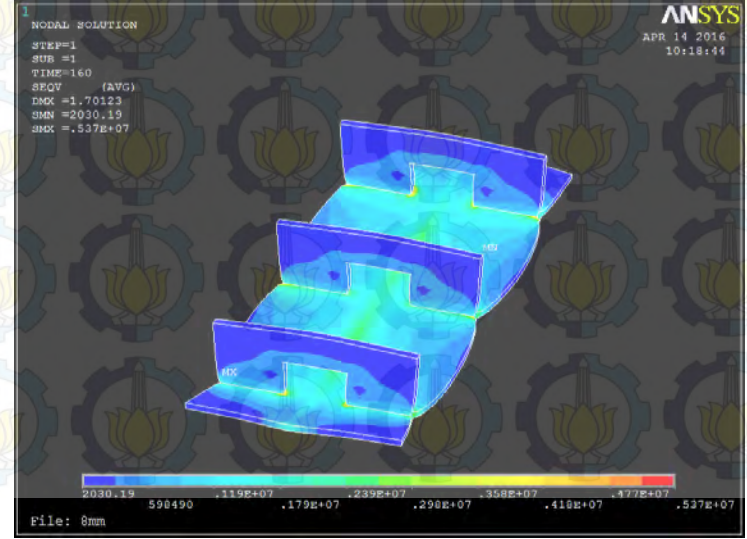
Deformasi Arah Sumbu Y



Deformasi Arah Sumbu Z

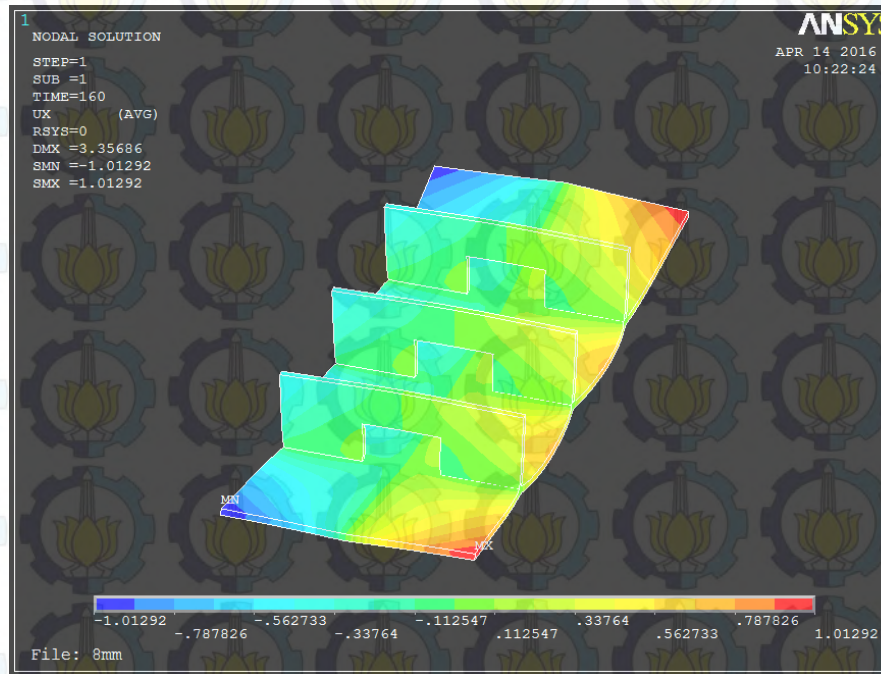


Tegangan Sisa

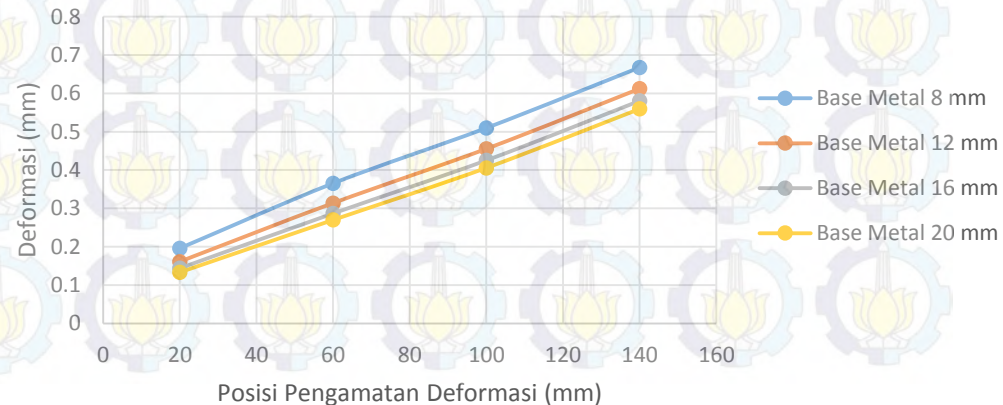


7. Variasi Tebal Stopper 8 mm dan Jarak Stopper 200 mm (Tebal Base Metal 8 mm)

Deformasi Arah Sumbu X

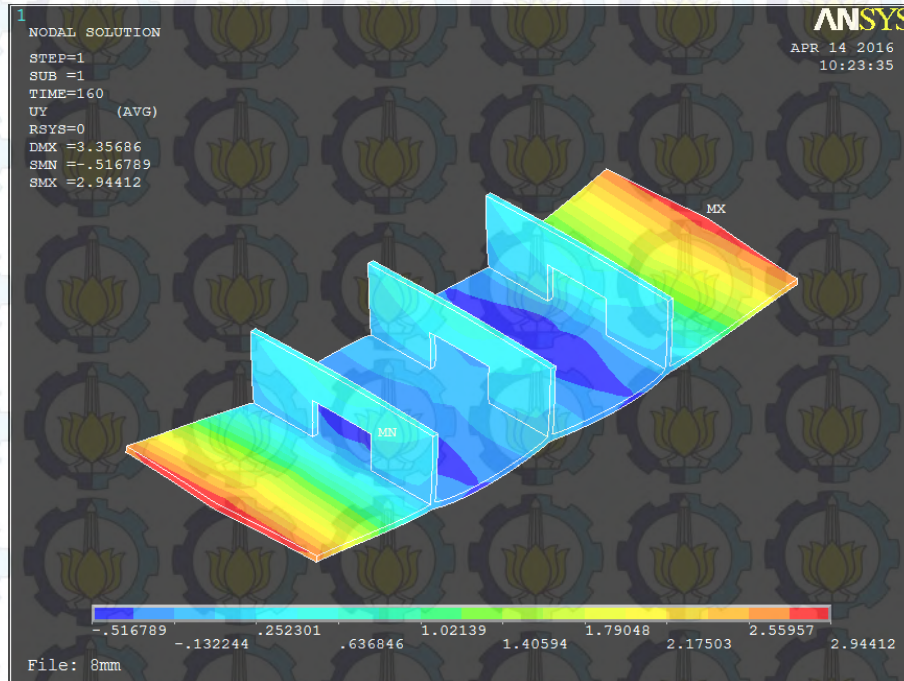


Deformasi Arah Sb. X



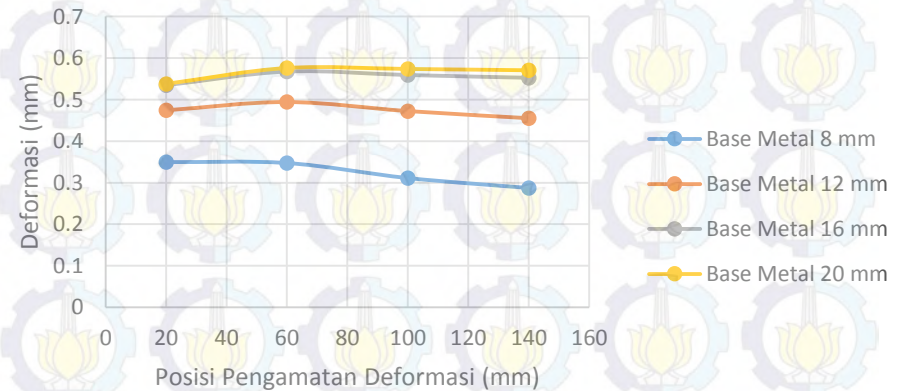
No	Tebal Base Metal (mm)	Deformasi Arah Sumbu X (mm)			
		Posisi 1	Posisi 2	Posisi 3	Posisi 4
1	8	0.19588	0.365295	0.509726	0.667674
2	12	0.161083	0.313782	0.455386	0.612227
3	16	0.143658	0.286735	0.42524	0.580438
4	20	0.133078	0.26976	0.405597	0.559468

Deformasi Arah Sumbu Y

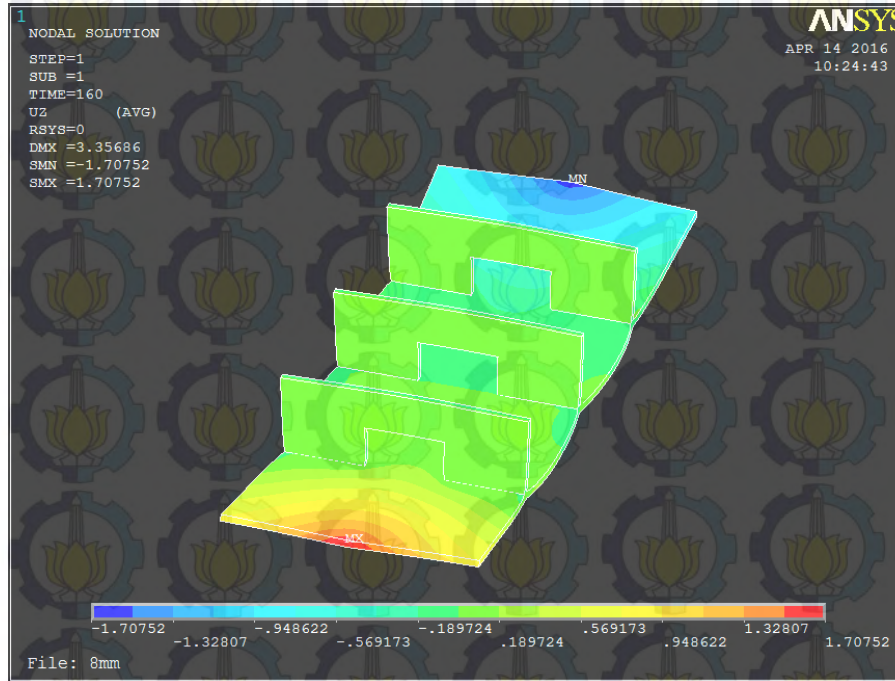


Deformasi Arah Sb. Y

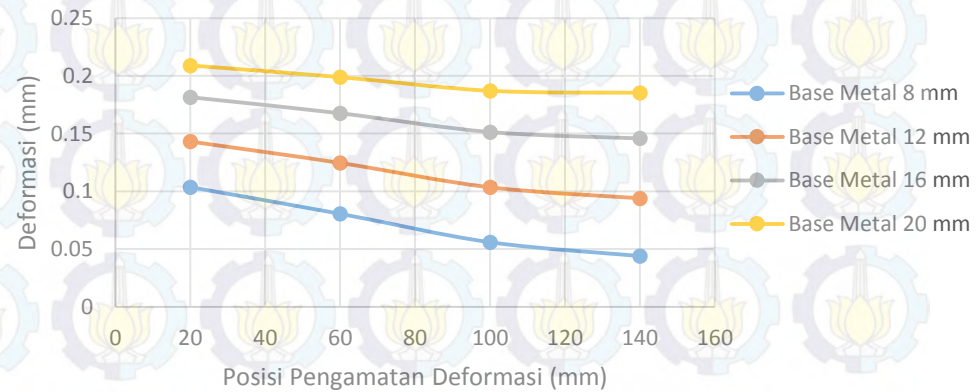
No	Tebal Base Metal	Deformasi Arah Sumbu Y (mm)			
	(mm)	Posisi 1	Posisi 2	Posisi 3	Posisi 4
1	8	0.349566	0.347307	0.311161	0.287334
2	12	0.474296	0.494226	0.472422	0.455285
3	16	0.534717	0.567538	0.559237	0.552582
4	20	0.537966	0.576166	0.573863	0.570702



Deformasi Arah Sumbu Z

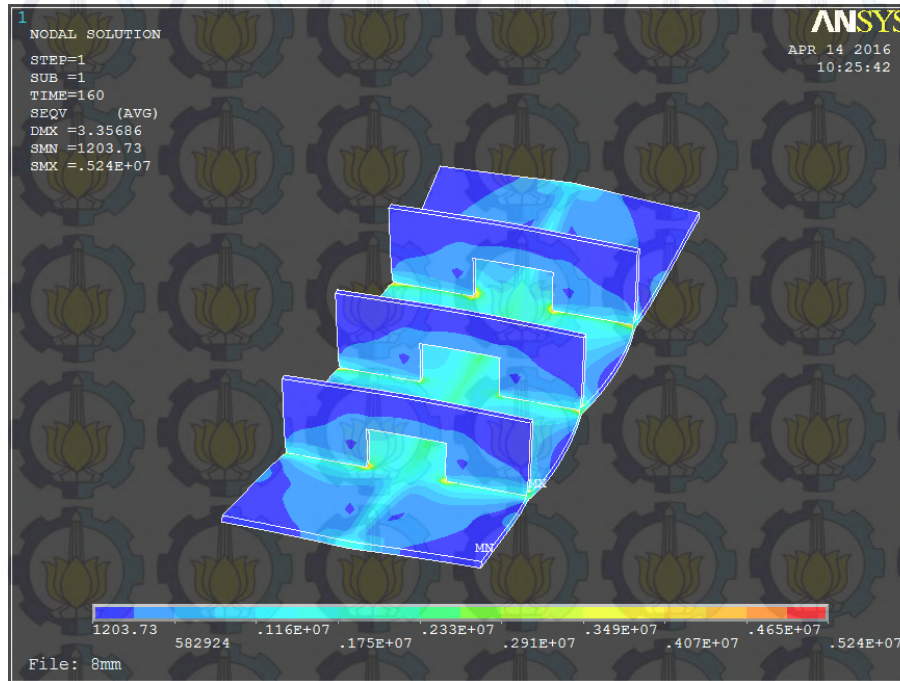


Deformasi Arah Sb. Z



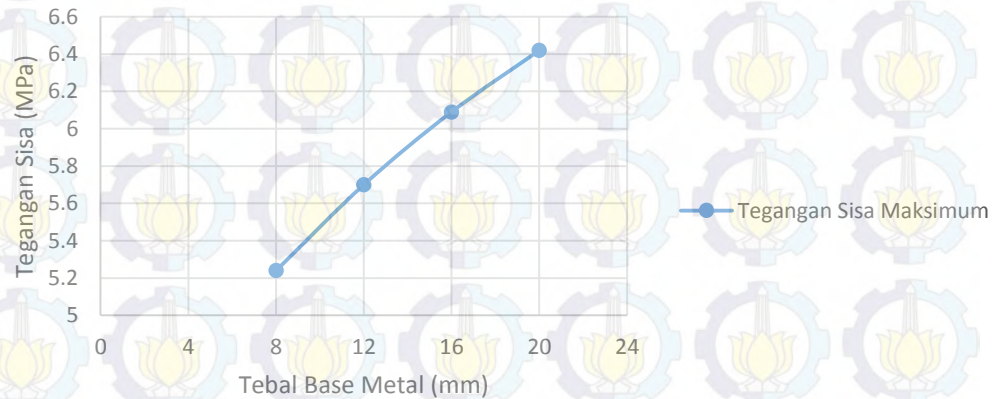
No	Tebal Base Metal	Deformasi Arah Sumbu Z (mm)			
	(mm)	Posisi 1	Posisi 2	Posisi 3	Posisi 4
1	8	0.103577	0.08055	0.055928	0.043998
2	12	0.143102	0.124569	0.103475	0.094001
3	16	0.181503	0.167604	0.151318	0.145827
4	20	0.208993	0.198893	0.187052	0.185353

Tegangan Sisa



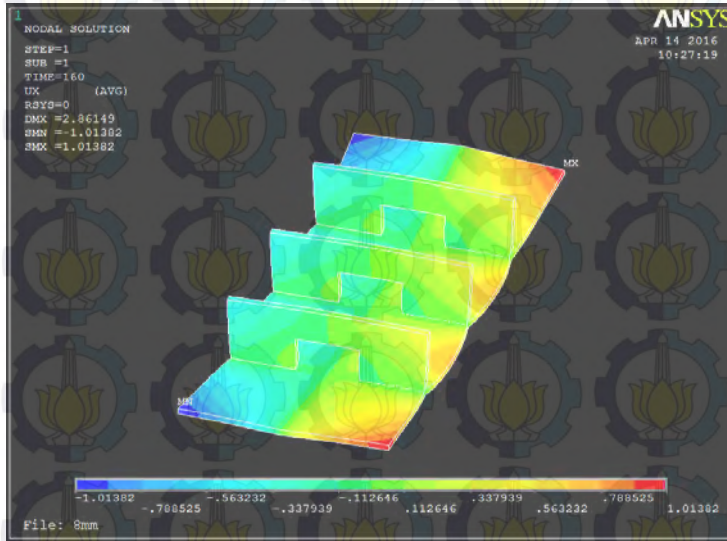
Von Mises Stress

No	Tebal Base Metal (mm)	Von Mises Stress
		Max (MPa)
1	8	5.24
2	12	5.7
3	16	6.09
4	20	6.42

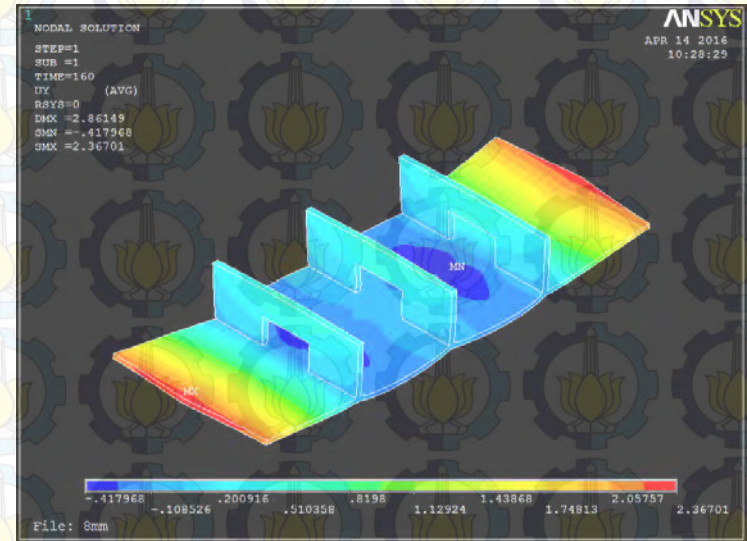


8. Variasi Tebal Stopper 10 mm dan Jarak Stopper 200 mm (Tebal Base Metal 8 mm)

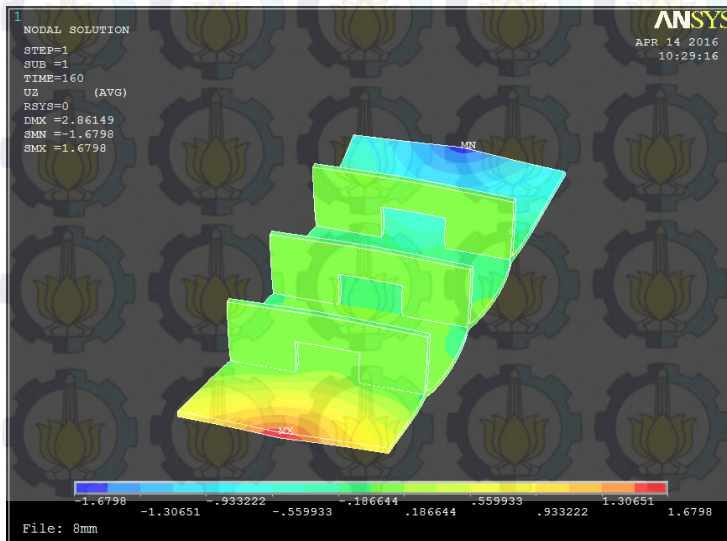
Deformasi Arah Sumbu X



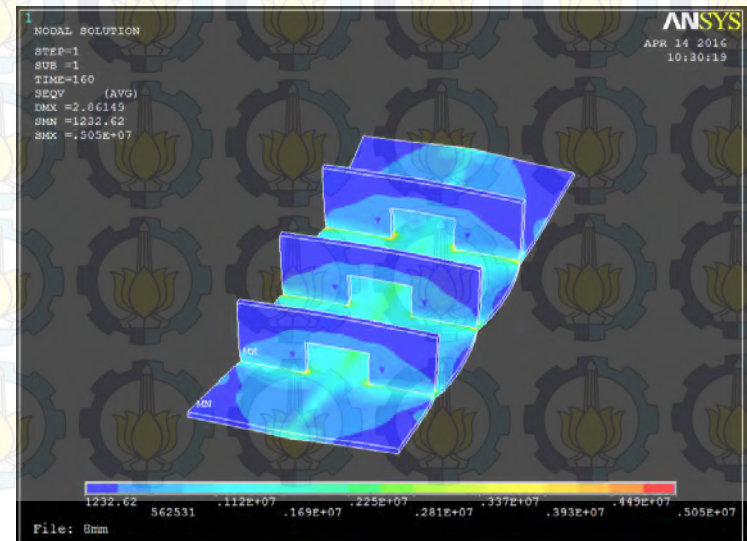
Deformasi Arah Sumbu Y



Deformasi Arah Sumbu Z

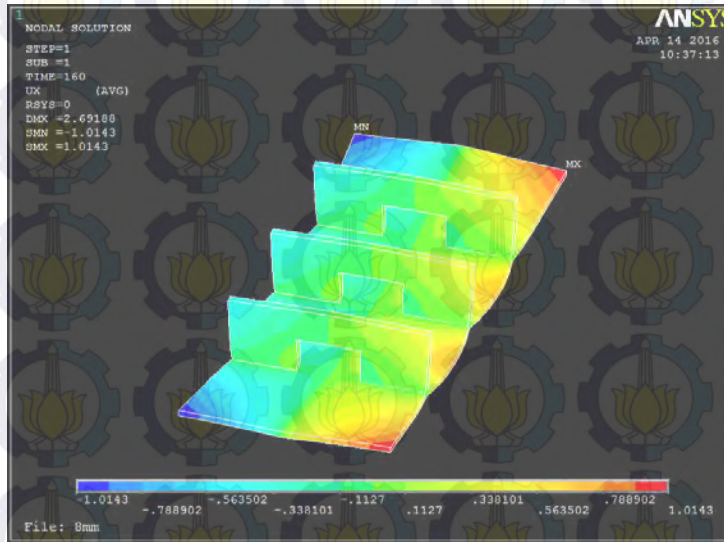


Tegangan Sisa

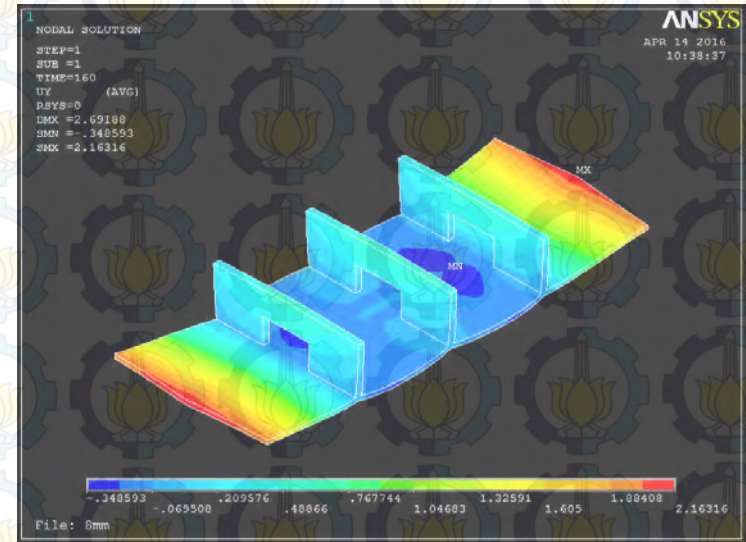


9. Variasi Tebal Stopper 12 mm dan Jarak Stopper 200 mm (Tebal Base Metal 8 mm)

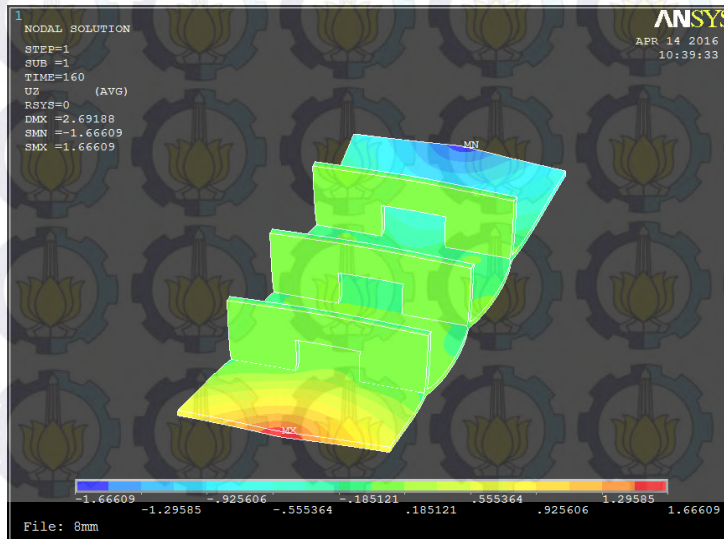
Deformasi Arah Sumbu X



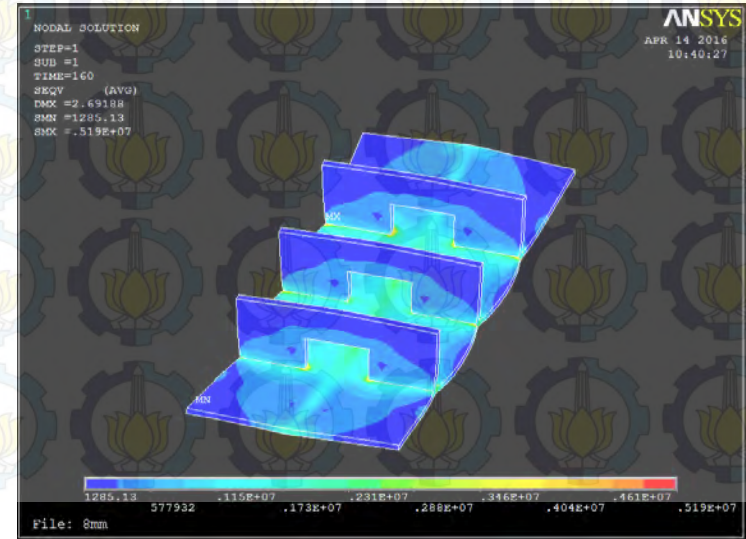
Deformasi Arah Sumbu Y



Deformasi Arah Sumbu Z

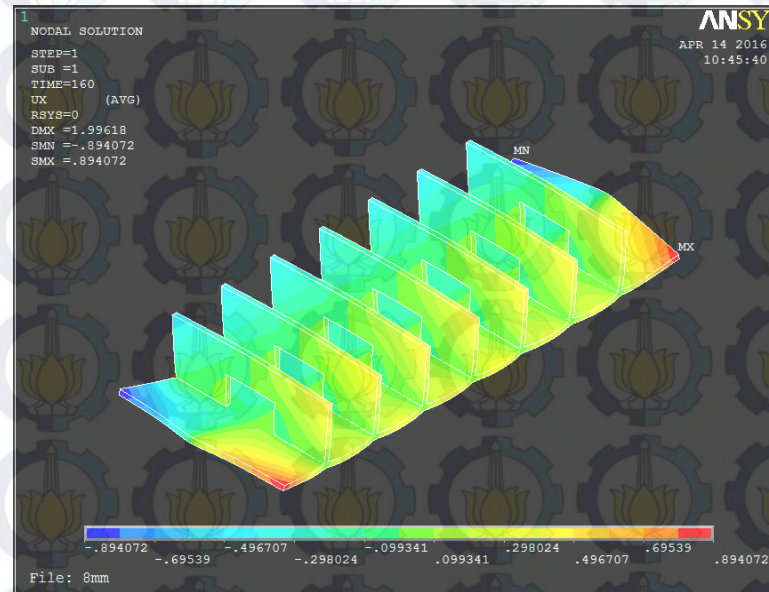


Tegangan Sisa



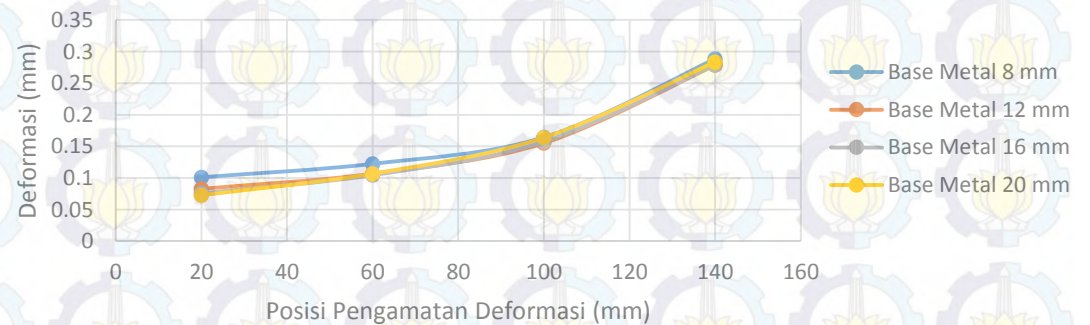
10. Variasi Tebal Stopper 8 mm dan Jarak Stopper 100 mm (Tebal Base Metal 8 mm)

Deformasi Arah Sumbu X

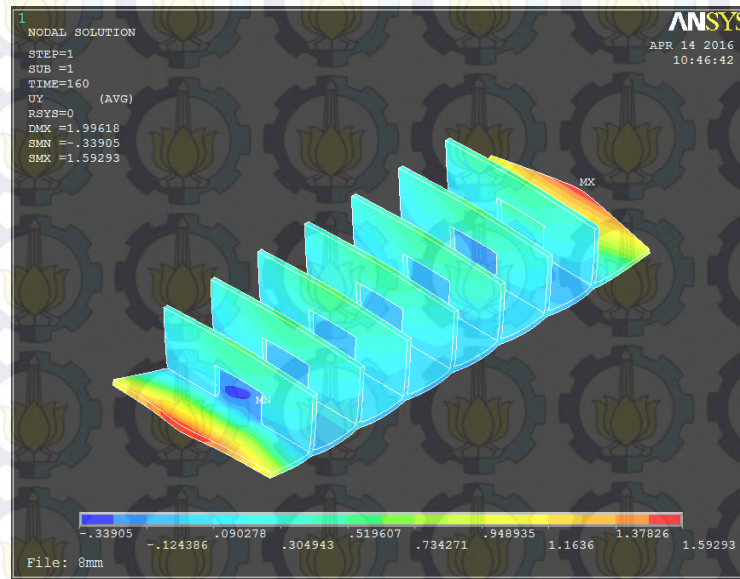


No	Tebal Base Metal	Deformasi Arah Sumbu X (mm)			
	(mm)	Posisi 1	Posisi 2	Posisi 3	Posisi 4
1	8	0.101045	0.122373	0.164249	0.288587
2	12	0.082715	0.106713	0.155114	0.278564
3	16	0.075737	0.10448	0.157478	0.278696
4	20	0.072651	0.106726	0.163929	0.283567

Deformasi Arah Sb. X

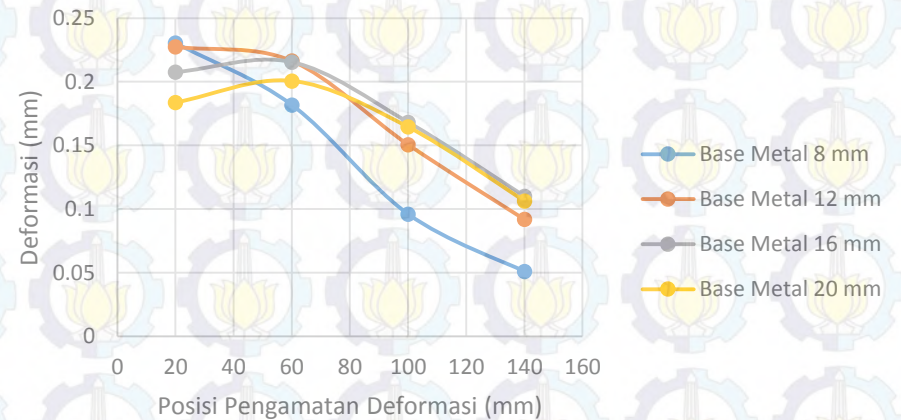


Deformasi Arah Sumbu Y

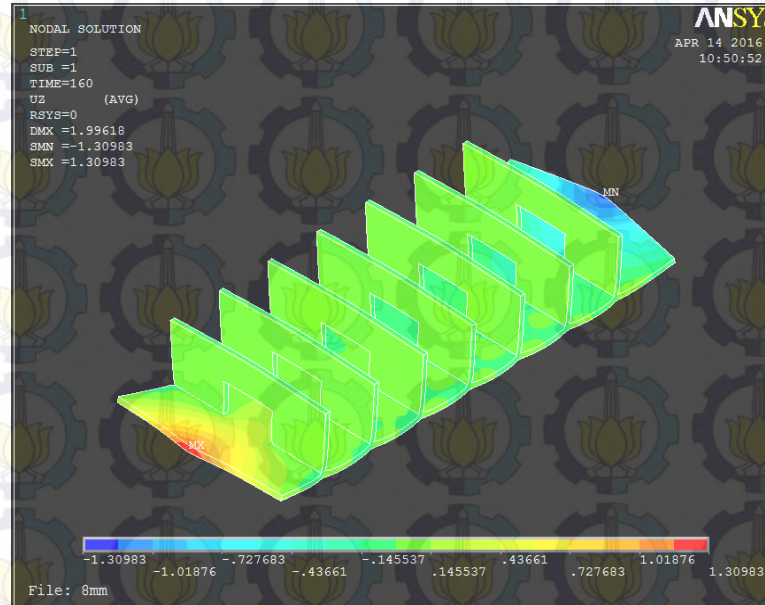


No	Tebal Base Metal (mm)	Deformasi Arah Sumbu Y (mm)			
		Posisi 1	Posisi 2	Posisi 3	Posisi 4
1	8	0.230524	0.18184	0.096086	0.05101
2	12	0.22744	0.216364	0.150653	0.091878
3	16	0.207581	0.215475	0.168276	0.110137
4	20	0.183729	0.200711	0.16453	0.106312

Deformasi Arah Sb. Y

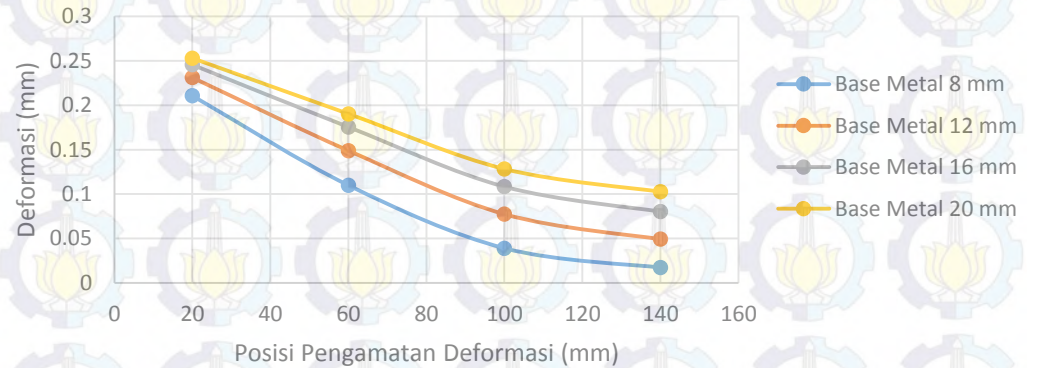


Deformasi Arah Sumbu Z

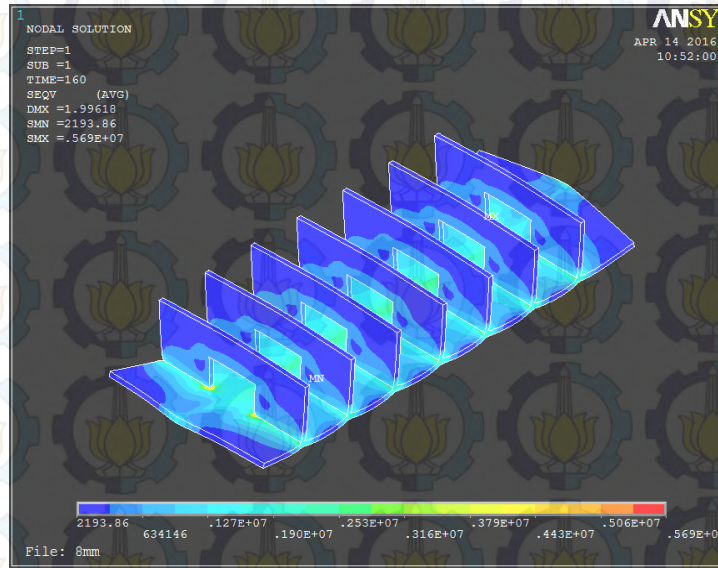


No	Tebal Base Metal	Deformasi Arah Sumbu Z (mm)			
	(mm)	Posisi 1	Posisi 2	Posisi 3	Posisi 4
1	8	0.210637	0.10989	0.039036	0.017311
2	12	0.231087	0.148916	0.07738	0.049182
3	16	0.245512	0.175479	0.108303	0.08025
4	20	0.252955	0.190306	0.128251	0.102673

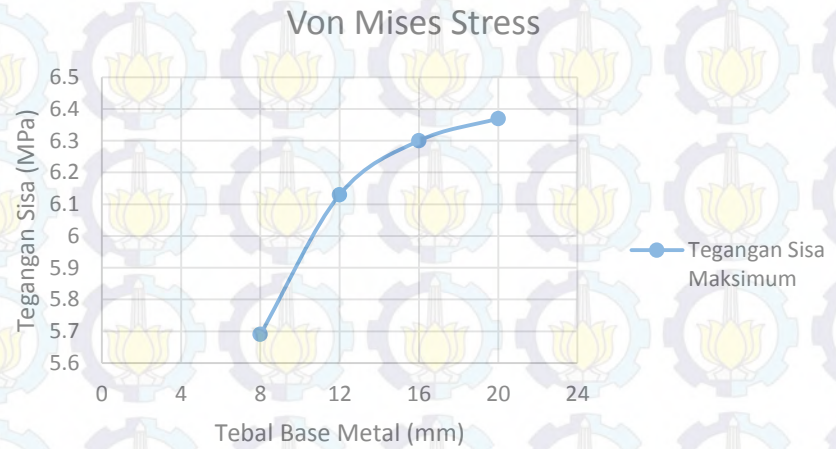
Deformasi Arah Sb. Z



Tegangan Sisa

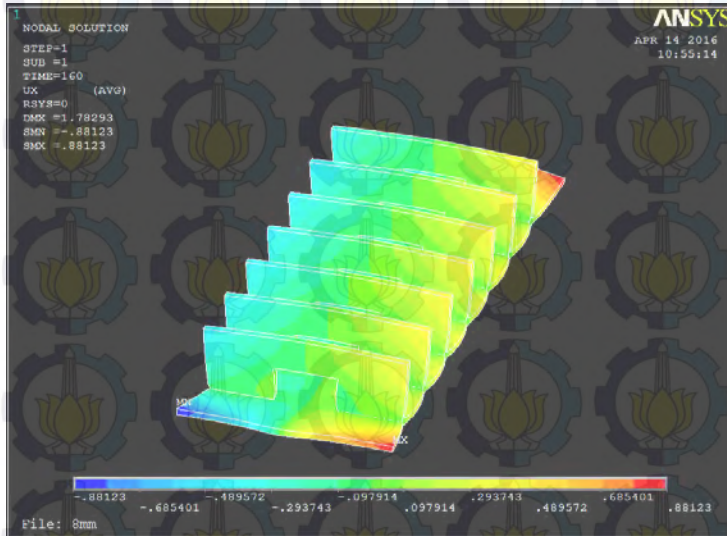


No	Tebal Base Metal (mm)	Von Mises Stress
		Max (MPa)
1	8 mm	5.69
2	12 mm	6.13
3	16 mm	6.3
4	20 mm	6.37

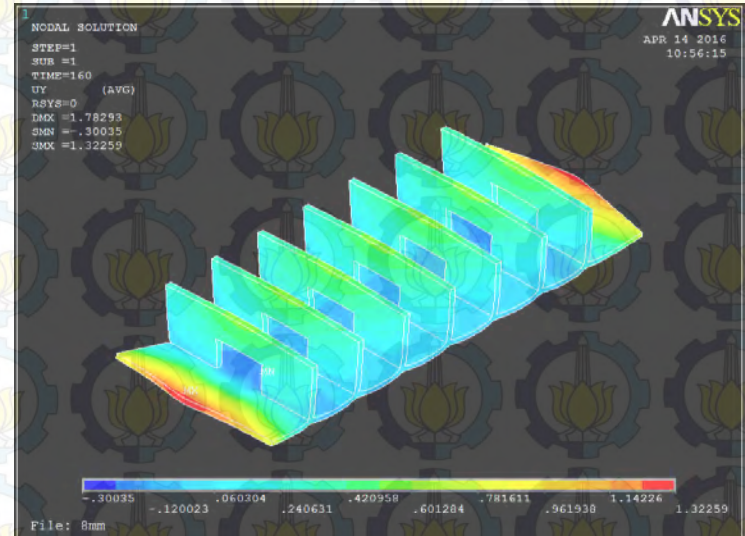


11. Variasi Tebal Stopper 10 mm dan Jarak Stopper 100 mm (Tebal Base Metal 8 mm)

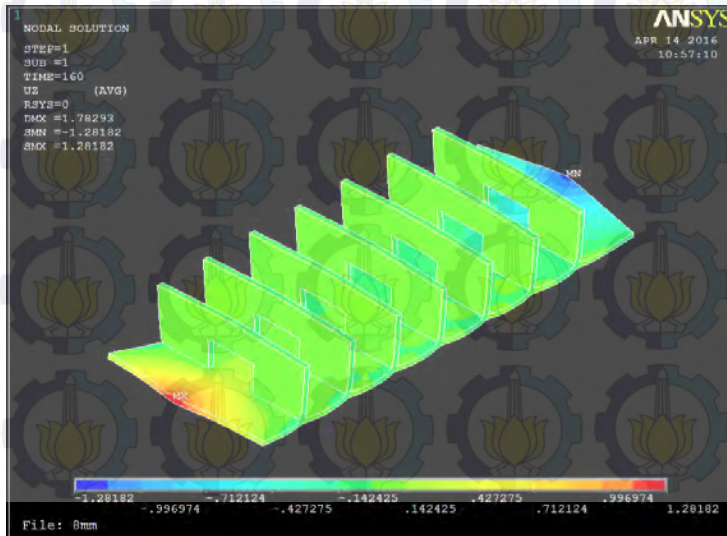
Deformasi Arah Sumbu X



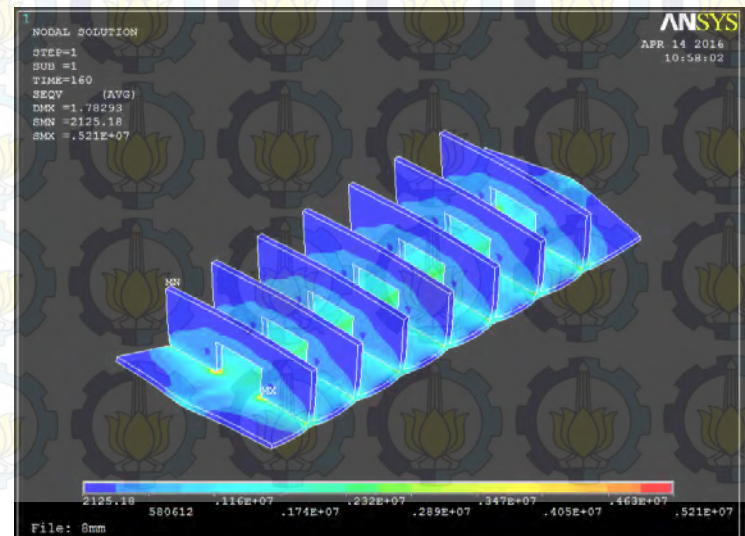
Deformasi Arah Sumbu Y



Deformasi Arah Sumbu Z

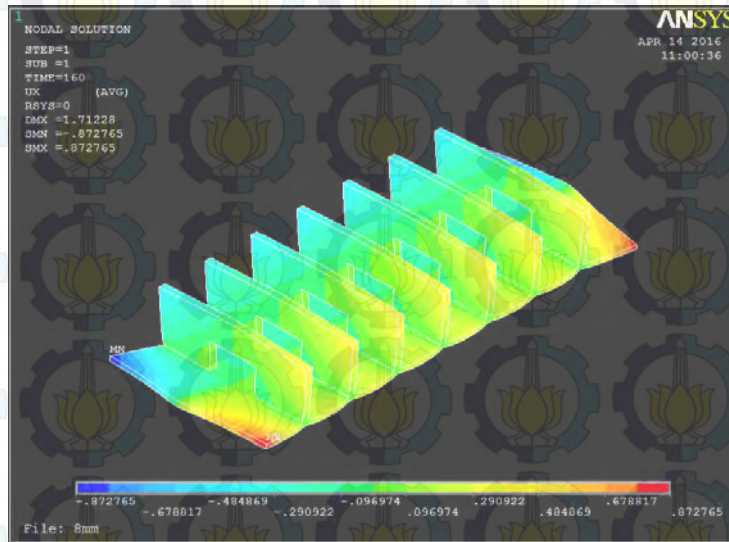


Tegangan Sisa

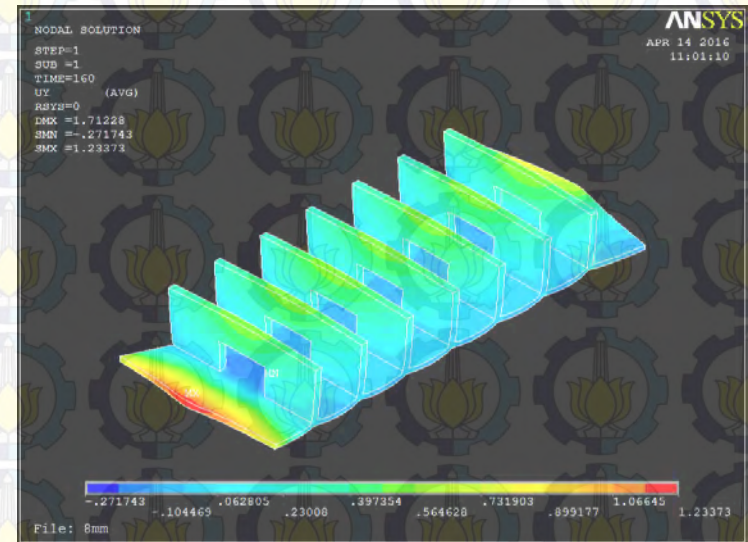


12. Variasi Tebal Stopper 12 mm dan Jarak Stopper 100 mm (Tebal Base Metal 8 mm)

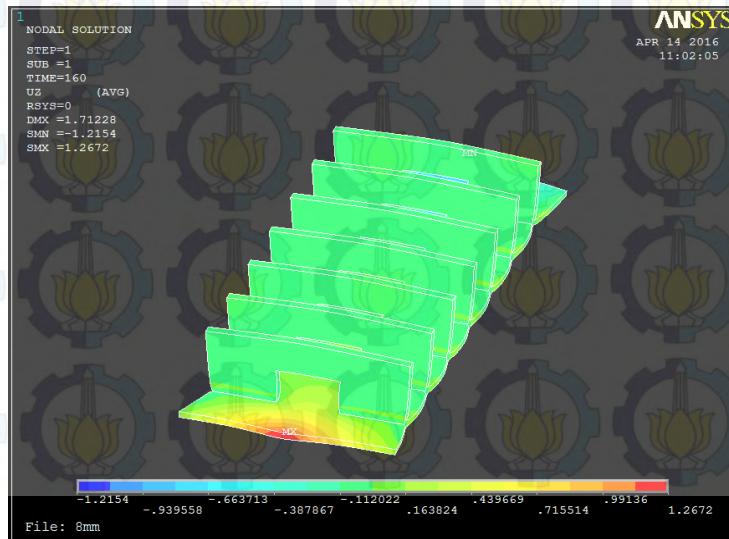
Deformasi Arah Sumbu X



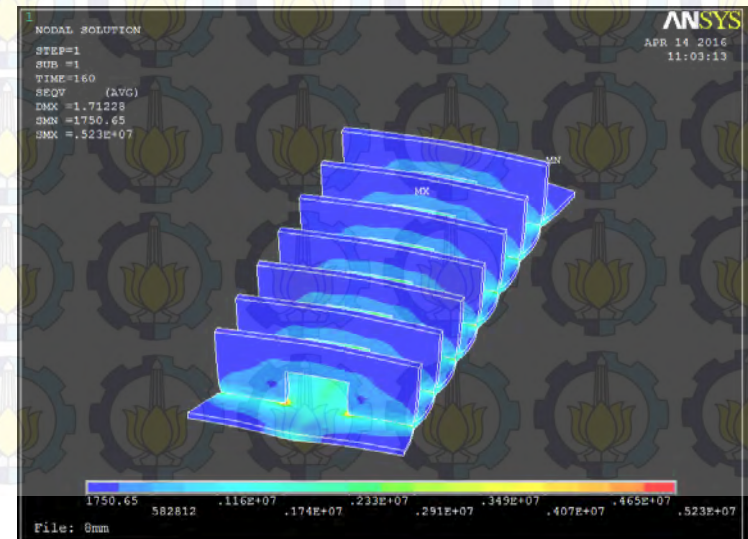
Deformasi Arah Sumbu Y



Deformasi Arah Sumbu Z



Tegangan Sisa



Perbandingan Hasil Analisa Nilai Maksimum Deformasi dan Tegangan Sisa

- Tebal Base Metal 8 mm**
- Tebal Base Metal 12 mm**
- Tebal Base Metal 16 mm**
- Tebal Base Metal 20 mm**

Nilai Maksimum Variasi Base Metal 8 mm

No	Tebal Stopper (mm)	Jarak Stopper (mm)	Deformasi (mm)				Von Mises Stress (MPa)
			Sumbu X	Sumbu Y	Sumbu Z	Total Resultan	
1	8	100	0.289	0.051	0.017	0.294	5.69
		200	0.668	0.287	0.044	0.728	5.24
		300	0.852	0.493	0.063	0.986	5.33
		400	0.910	1.298	0.009	1.585	5.28
2	10	100	0.280	0.040	0.016	0.283	5.21
		200	0.664	0.203	0.023	0.695	5.05
		300	0.854	0.362	0.043	0.928	5.2
		400	0.914	0.940	0.005	1.311	5.16
3	12	100	0.277	0.032	0.013	0.279	5.23
		200	0.663	0.169	0.017	0.685	5.19
		300	0.886	0.300	0.036	0.936	5.37
		400	0.917	0.732	0.005	1.174	5.31

Nilai Maksimum Variasi Base Metal 12 mm

No	Tebal Stopper (mm)	Jarak Stopper (mm)	Deformasi (mm)				Von Mises Stress (MPa)
			Sumbu X	Sumbu Y	Sumbu Z	Total Resultan	
1	8	100	0.270	0.040	0.016	0.275	6.13
		200	0.612	0.455	0.094	0.769	5.7
		300	0.771	0.793	0.118	1.112	5.75
		400	0.822	2.156	0.008	2.307	5.59
2	10	100	0.270	0.040	0.040	0.276	5.65
		200	0.609	0.327	0.064	0.694	5.47
		300	0.774	0.583	0.086	0.973	5.56
		400	0.827	1.612	0.004	1.812	5.45
3	12	100	0.267	0.053	0.031	0.274	5.5
		200	0.609	0.250	0.049	0.660	5.55
		300	0.773	0.418	0.055	0.881	5.67
		400	0.830	1.212	0.004	1.469	5.55

Nilai Maksimum Variasi Base Metal 16 mm

No	Tebal Stopper (mm)	Jarak Stopper (mm)	Deformasi (mm)				Von Mises Stress (MPa)
			Sumbu X	Sumbu Y	Sumbu Z	Total Resultan	
1	8	100	0.279	0.110	0.080	0.310	6.3
		200	0.580	0.553	0.146	0.815	6.09
		300	0.724	1.013	0.183	1.258	6.14
		400	0.770	2.821	0.007	2.924	5.8
2	10	100	0.269	0.098	0.067	0.294	5.85
		200	0.577	0.419	0.111	0.721	5.83
		300	0.725	0.774	0.142	1.070	5.9
		400	0.774	2.200	0.003	2.332	5.65
3	12	100	0.265	0.073	0.055	0.281	5.64
		200	0.576	0.326	0.089	0.668	5.85
		300	0.727	0.601	0.114	0.950	5.92
		400	0.777	1.674	0.004	1.846	5.68

Nilai Maksimum Variasi Base Metal 20 mm

No	Tebal Stopper (mm)	Jarak Stopper (mm)	Deformasi (mm)				Von Mises Stress (MPa)
			Sumbu X	Sumbu Y	Sumbu Z	Total Resultan	
1	8	100	0.284	0.106	0.103	0.320	6.37
		200	0.559	0.571	0.185	0.820	6.42
		300	0.691	1.110	0.241	1.330	6.56
		400	0.734	3.171	0.006	3.255	6.44
2	10	100	0.273	0.102	0.089	0.305	5.94
		200	0.555	0.458	0.153	0.735	6.14
		300	0.692	0.892	0.198	1.146	6.24
		400	0.737	2.597	0.003	2.699	6.05
3	12	100	0.268	0.081	0.077	0.291	5.72
		200	0.554	0.374	0.128	0.680	6.12
		300	0.693	0.765	0.163	1.045	6.14
		400	0.739	2.046	0.003	2.175	5.74

Kesimpulan

- Deformasi terbesar terjadi pada daerah base metal yang letaknya jauh dari stopper
- Tegangan sisa terbesar terjadi pada daerah base metal yang letaknya berdekatan dengan stopper
- Deformasi maksimum sebesar 3,255 mm terjadi pada variasi tebal base metal 20 mm, jarak pemasangan stopper 400 mm dan tebal stopper 8 mm
- Deformasi minimum sebesar 0,279 mm terjadi pada variasi tebal base metal 8 mm, jarak pemasangan stopper 100 mm dan tebal stopper 12 mm
- Pengelasan dengan menggunakan ketebalan base metal 8, 12, 16, dan 20 mm efektif diberikan stopper dengan jarak pemasangan 100 mm dan tebal stopper 12 mm karena menghasilkan nilai deformasi terkecil.
- Semakin besar jarak pemasangan stopper maka semakin besar deformasi yang dihasilkan dan semakin besar tebal stopper maka deformasi yang dihasilkan akan berkurang
- Tegangan sisa banyak tersebar pada variasi jarak pemasangan stopper 100 mm dikarenakan pengeangan stopper yang berlebihan akan memicu timbulnya tegangan sisa yang banyak

Saran

- Jenis karakteristik material yang digunakan adalah ASTM A36. Dapat dilakukan percobaan dengan jenis material lain sehingga dapat dibandingkan hasil analisisnya
- Perlu dilakukan analisa terhadap tack weld pada bagian stopper

Daftar Pustaka

- Amarna, L. Pengaruh Residual Stress Pada Pengelasan Pipa. Tugas Akhir. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya. 1988.
- Bantami, Wahyu. 2009. Pengaruh Jarak Tanggem Terhadap Deformasi dan Cacat Retak Pada Sambungan Butt Joint Material Baja SS 41 Dengan Pengelasan SMAW. Tugas Akhir Jurusan Teknik Perkapalan. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Mahfud. 2012. Analisa Pengaruh Variasi Tanggem Pada Pengelasan Pipa Carbon Steel Dengan Metode Pengelasan SMAW dan FCAW Terhadap Deformasi dan Tegangan Sisa Menggunakan Analisa Pemodelan Elemen Hingga. Tugas Akhir Jurusan Teknik Perkapalan. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Pilipenko, Artem. Computer Simulation of residual stress and distortion of thick plates in multi-electrode submerged arc welding. Norwegian University of Science and Technology. 2001.
- Putra, Wing Hendroprasetyo Akbar. Teknik Las. Diktat Institut Teknnologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Wahyudi. 1999. Studi Pengaruh Sudut Tanggem Terhadap Retak Pada Pengelasan Butt-Joint dengan Las SMAW. Tugas Akhir Jurusan Teknik Perkapalan. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Wiryo Sumarto , H dan Okumura, T, Teknologi Pengelasan Logam, Pradnya Paramita, Jakarta, 1996.
- Zaed Morna, Mohammad. 2012. Analisa Terbentuknya Tegangan Sisa Dan Deformasi Pada Pengelasan Pipa Beda Jenis Menggunakan Metode Elemen Hingga. Tugas Akhir Jurusan Teknik Perkapalan. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.



Thank You

Kingsoft Office

published by www.Kingsoftstore.com



[@Kingsoft Office](https://twitter.com/KingsoftOffice)



[kingsoftstore](https://www.facebook.com/kingsoftstore)