



Seminar Tugas Akhir

"ANALISIS KEKUATAN STRUKTUR KAPAL TERHADAP PELETAKAN AIRBAG SAAT PELUNCURAN"

<https://meet.google.com/ric-xmve-ycs>

Dosen Pembimbing I : Alamsyah, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing II : Rodlian Jamal Ikhwan, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing III : Taufik Hidayat, S.T., M.T.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Teknologi peluncuran / *undocking* secara *end launching* dengan menggunakan *air bag* telah digunakan sejak 2015 .

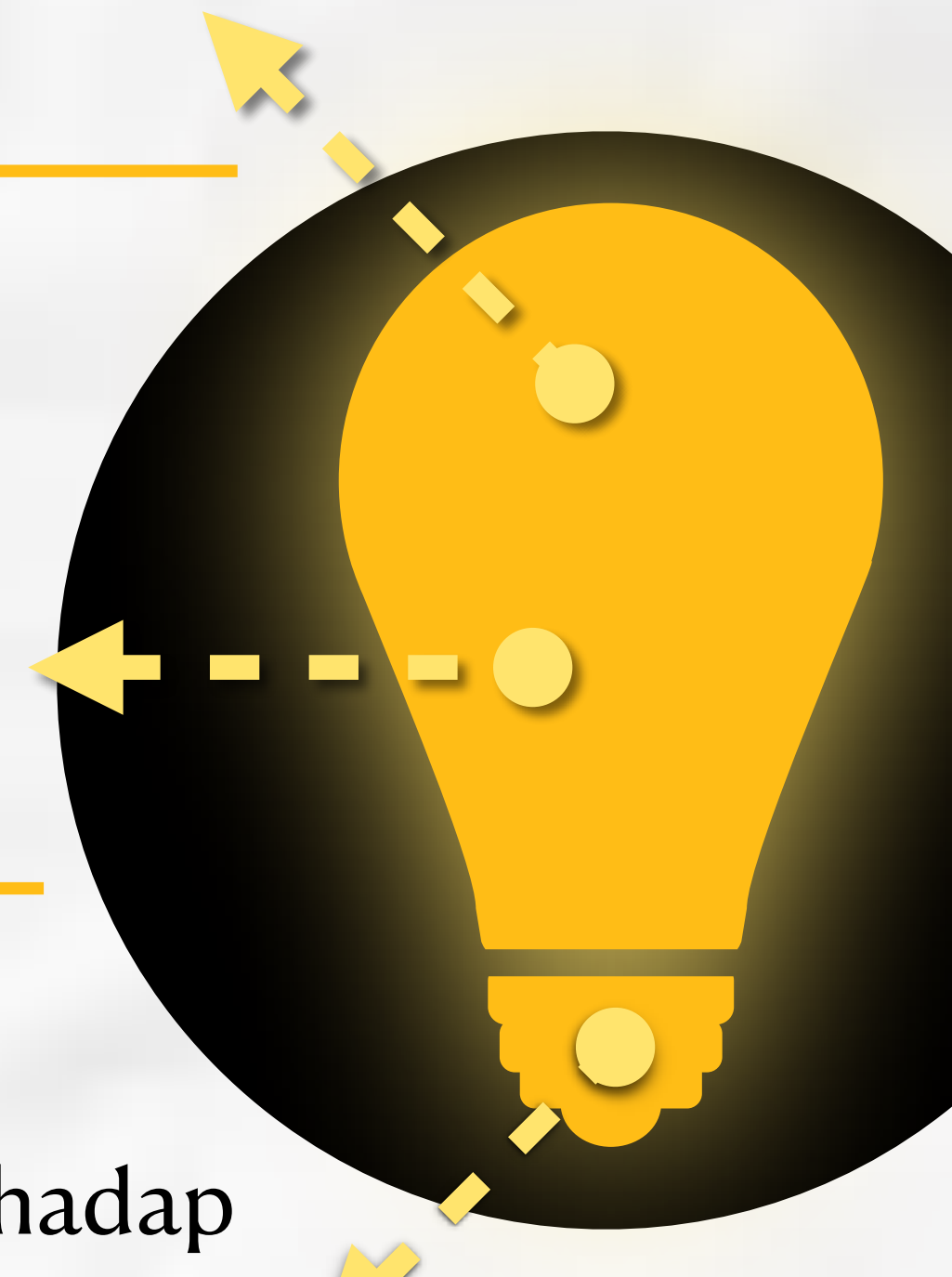
Risiko meledaknya *air bag* akibat over pressure atau *air bag* tidak mampu menahan beban.

Lebih efisien, hemat waktu, fleksibel, dan tidak memerlukan banyak biaya dalam perawatannya.

Airbag yang menjadi tumpuan memberikan tegangan pada konstruksi kapal

Meskipun demikian masih terdapat risiko kecelakaan pada proses peluncuran kapal menggunakan *airbag*.

Mengetahui pengaruh *airbag* terhadap konstruksi diperlukan untuk mencegah kesalahan dalam proses dan pengambilan keputusan begitu pula sebaliknya



Rumusan Masalah

Bedasarkan latar belakang, maka diidentifikasi permasalahan yang dihadapi dalam proses penelitian ini antara lain :

1. Bagaimana cara memperhitungkan jumlah *airbag* terhadap pembebanan kapal dan *layout* peletakannya serta *bearing capacity* pada *airbag* terhadap pembebanan kapal.
2. Bagaimana cara memperhitungkan tegangan dan deformasi maksimum pada konstruksi saat peluncuran menggunakan *airbag* (*single row arrangement*, *cross over arrangement*, dan *two row arrangement*).
3. Bagaimana cara memperhitungkan nilai deformasi konstruksi yang diijinkan BKI dan nilai *factor safety* konstruksi yang mengacu pada tegangan luluh material menurut BKI pada peluncuran *airbag*.

Tujuan

Adapun tujuan yang diharapkan dari penulisan penelitian ini antara lain :

1. Mengetahui jumlah *airbag* terhadap pembebanan kapal dan *layout* peletakannya serta *bearing capacity* pada *airbag* terhadap pembebanan kapal.
2. Mengetahui tegangan dan deformasi maksimum pada konstruksi saat peluncuran menggunakan *airbag* (*single row arrangement*, *cross over arrangement*, dan *two row arrangement*)
3. Mengetahui nilai deformasi konstruksi yang diijinkan BKI dan nilai *factor safety* konstruksi yang mengacu pada tegangan luluh (*yield*) material menurut BKI pada peluncuran *airbag*.

Batasan Masalah

Penelitian ini merupakan penelitian terapan yang bersifat akademis dan praktis berdasarkan permasalahan riil oleh karena penelitian seperti ini memiliki batasan masalah sebagai berikut

1. Pengambilan data pada kapal yang akan melakukan *launching / undocking* yang menggunakan metode *end launching* dengan media *airbag*.
2. Perhitungan dilakukan pada penentuan jumlah dan *bearing capacity airbag* (sistem pneumatik) yang dipengaruhi oleh distribusi berat kapal pada tiap *airbag*.
3. Digunakan 3 (tiga) variasi peletakan *airbag* yaitu *single row arrangement*, *cross over arrangement*, dan *two row arrangement*.
4. Permodelan dan Perhitungan kekuatan struktur kapal dimodelkan dengan *software modeler* dan berbasis elemen hingga.

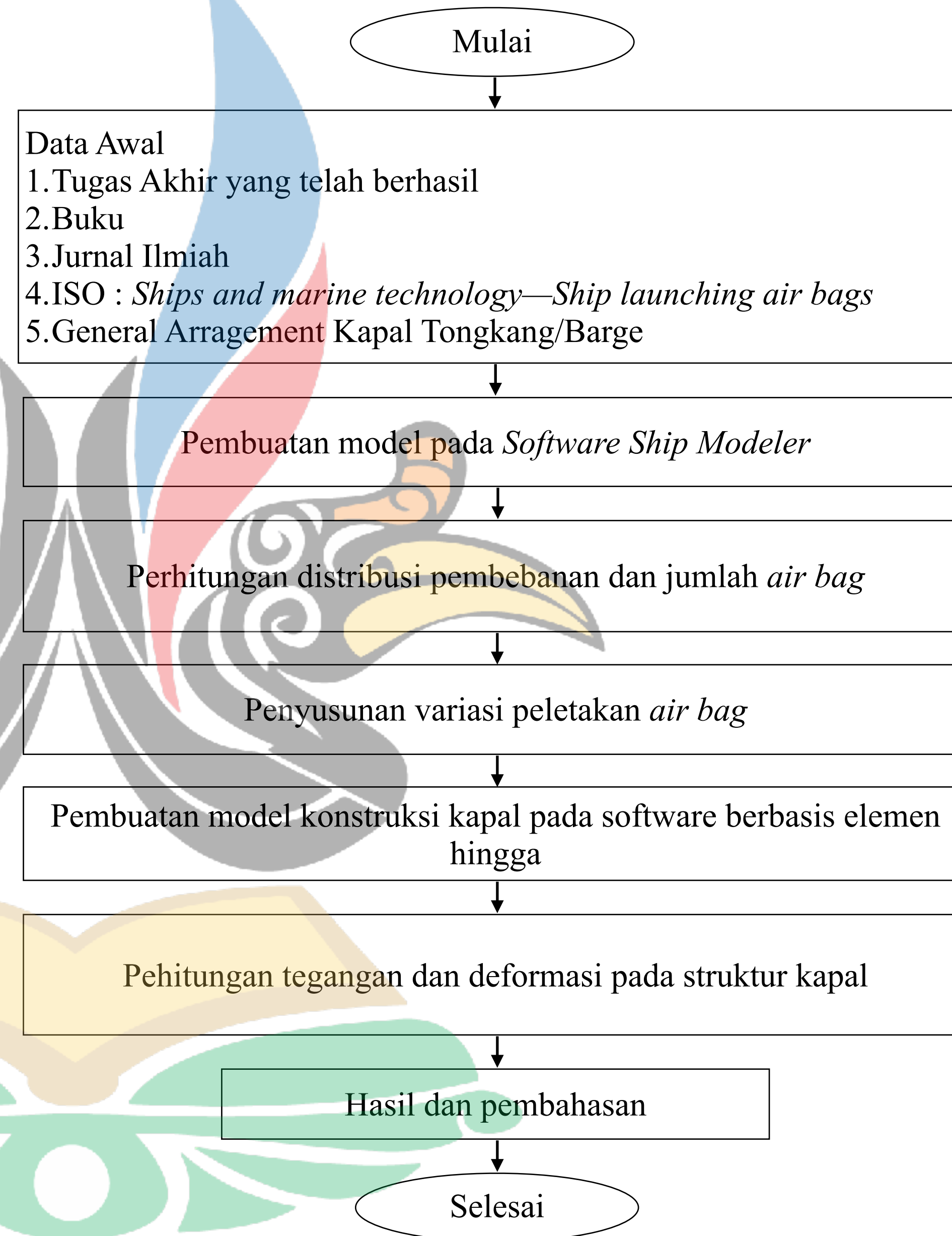
TINJAUAN PUSTAKA

- 
1. Ship Geometry
 2. Shipyard
 3. Launching
 4. Air bag
 - 4.1. Type dan Model
 - 4.2. Structure and Size
 - 4.3. Material
 - 4.4. Test Condition, *Gastightness Test* dan *Compression Test*
 - 4.5. Percentage Deformation
 - 4.6. Layout Air Bag
 5. Perhitungan Peluncuran Kapal dengan Metode *Air Bag*
 6. Penyebaran Gaya Berat Memanajang Kapal
 7. Tekanan Penumatik
 8. Tegangan
 9. Regangan
 10. Elastisitas
 11. Tegangan Luluh Material
 12. Tumpuan Pegas
 13. Safty Factor
 14. Critical Buckling Stress
 15. Deformasi Limit Struktur Kapal
 16. Penelitian Terdahulu

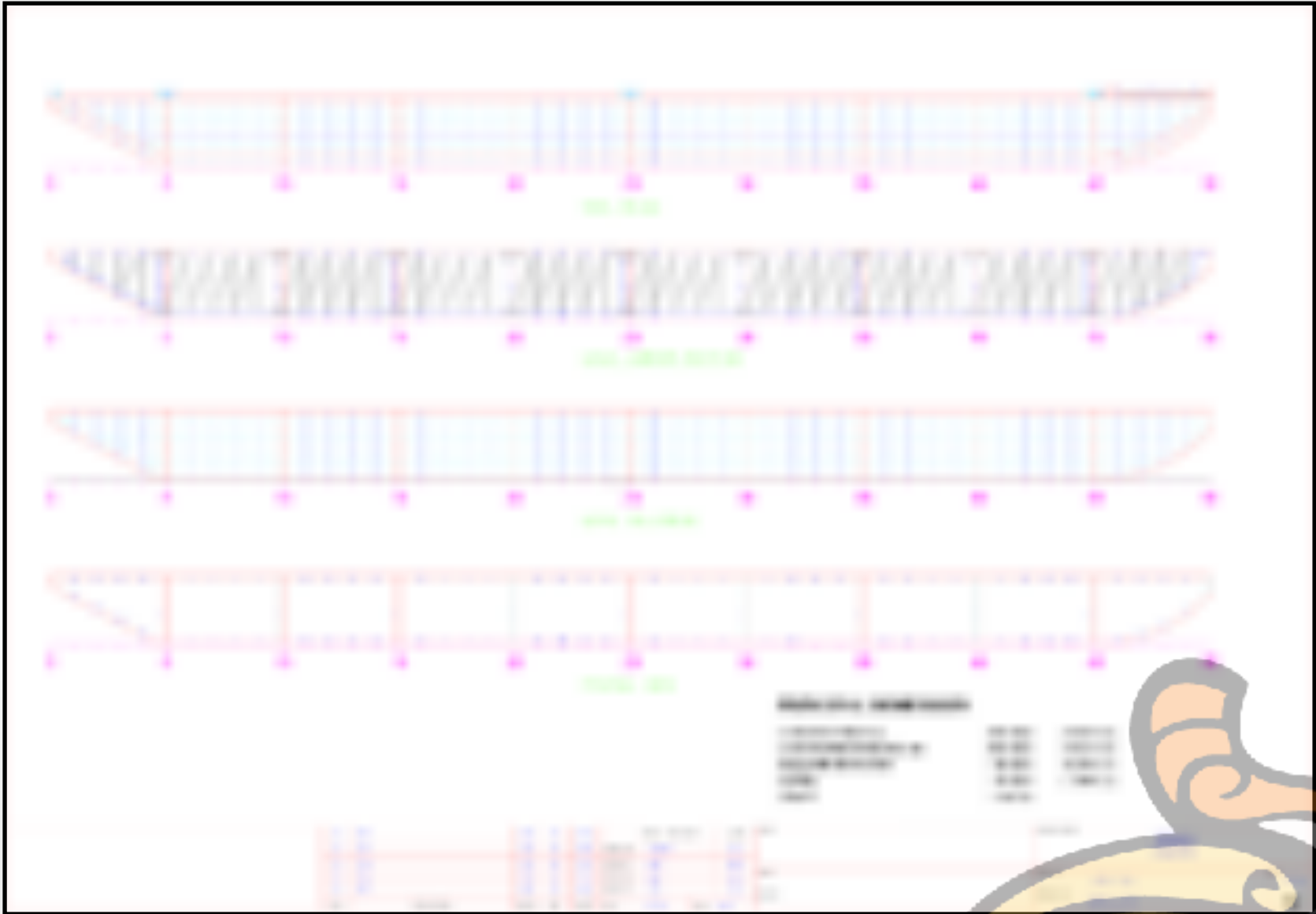
METODOLOGI

Flow chart

- Penyusunan Tugas Akhir ini didasarkan pada sistematika metodologi yang diuraikan berdasarkan urutan diagram alir atau *flow chart* yang dilakukan mulai penelitian hingga selesainya penelitian. Seperti Gambar disamping



Data Kapal



Gambar 4.1.1 Konstruksi *Profil* Penampang Memanjang



Gambar 4.1.2 Konstruksi *Midship* dan *Profil* Tampak Atas

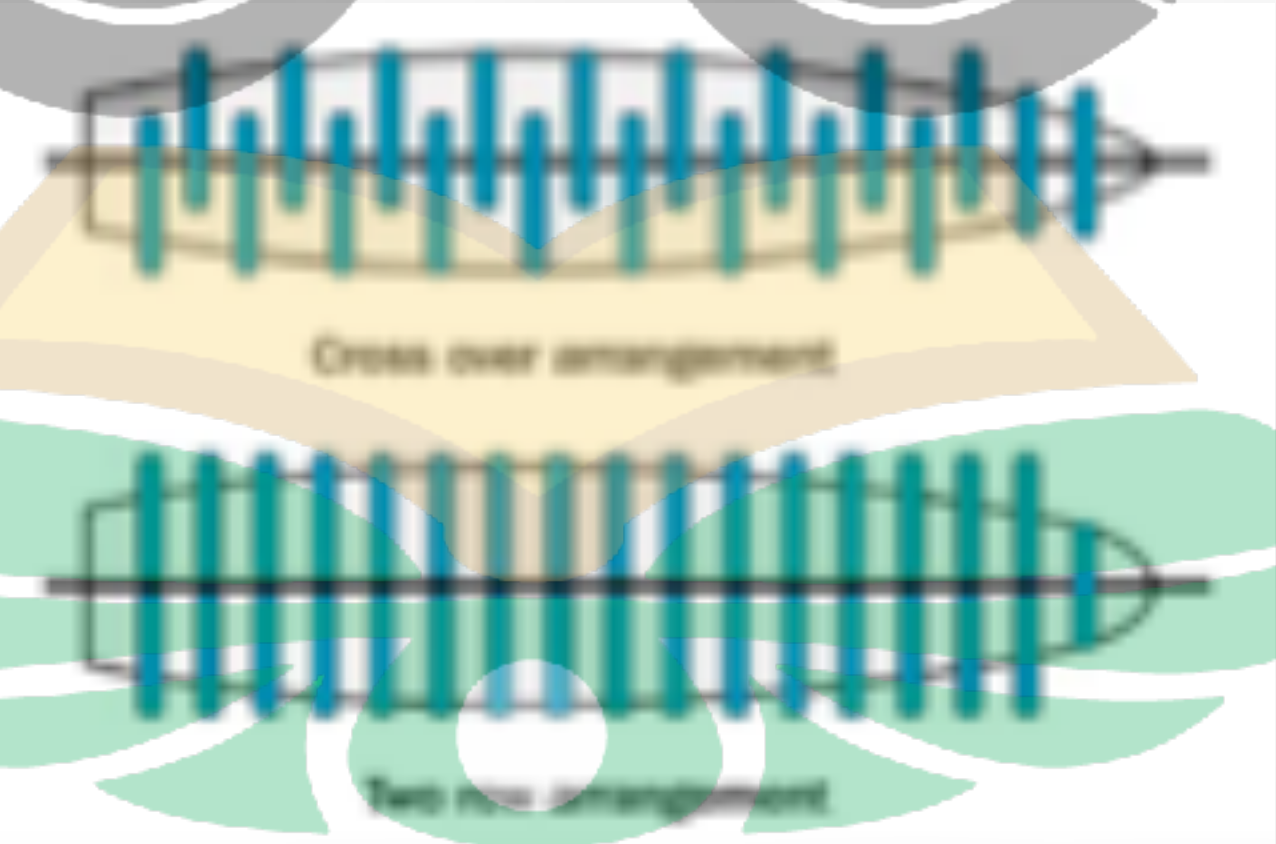
Tabel 3.1 Ukuran Utama Kapal Tongkang 300 ft

No	Keterangan	Nilai	Satuan	Nilai	Satuan
1	<i>LOA</i>	300	<i>Feet</i>	91.44	m
2	<i>LPP</i>	300	<i>Feet</i>	91.44	m
3	<i>B</i>	82	<i>Feet</i>	24.994	m
4	<i>H</i>	18	<i>Feet</i>	5.486	m
5	<i>T</i>	4.663		m	
6	<i>DWT</i>	8000		ton	

Data Airbag

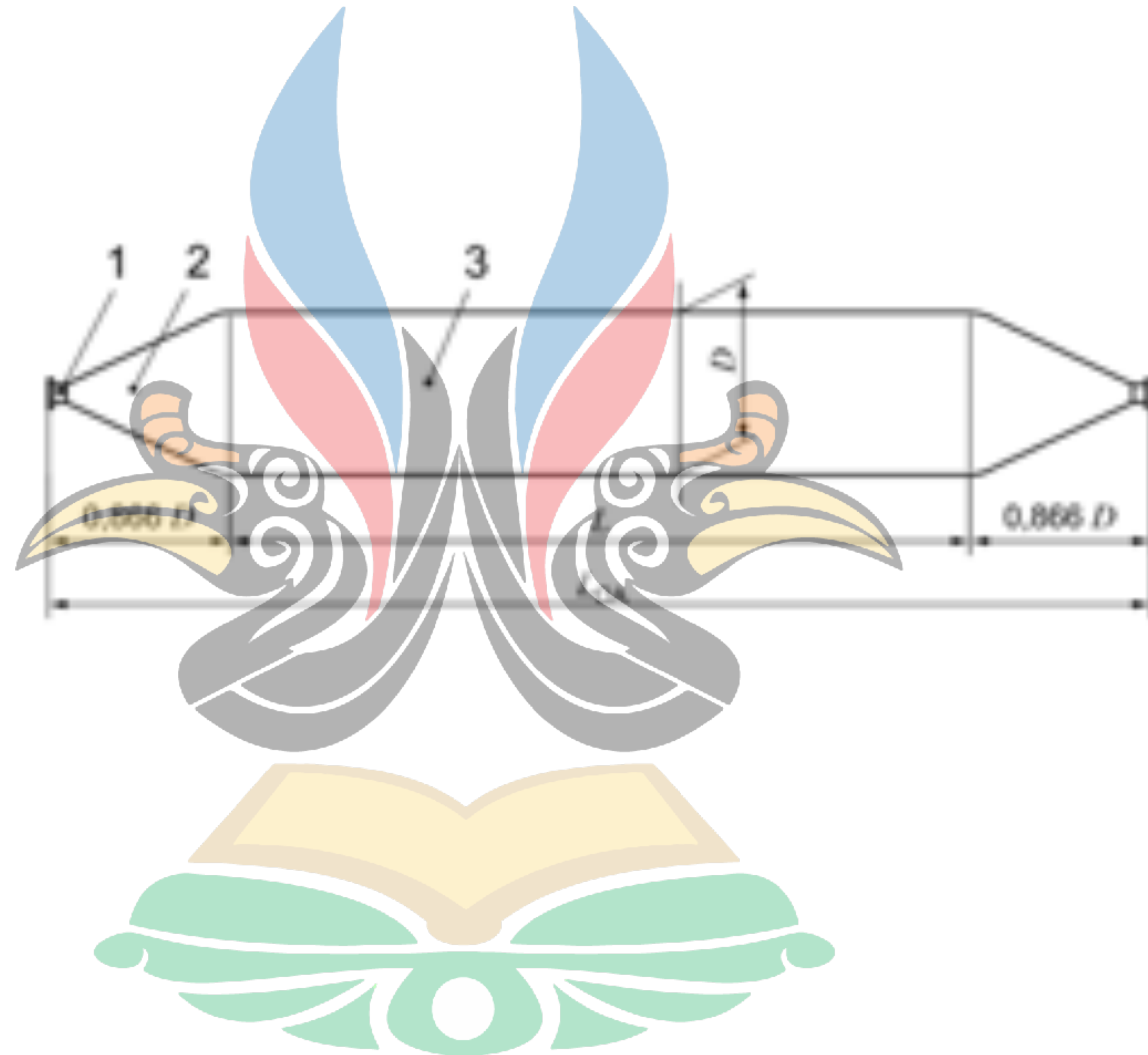
Tabel 3.2 *Two Row Arrangement Airbag*

Karakteristik	Nilai	Satuan
<i>External diameter D₁</i>	1.5	m
<i>Effective height</i>	0.8	m
<i>Load capacity per unit length</i>	143.03	kN/m
<i>Maximum length</i>	13	m
<i>Effective length</i>	10	m
<i>Working pressure</i>	0.13	MPa

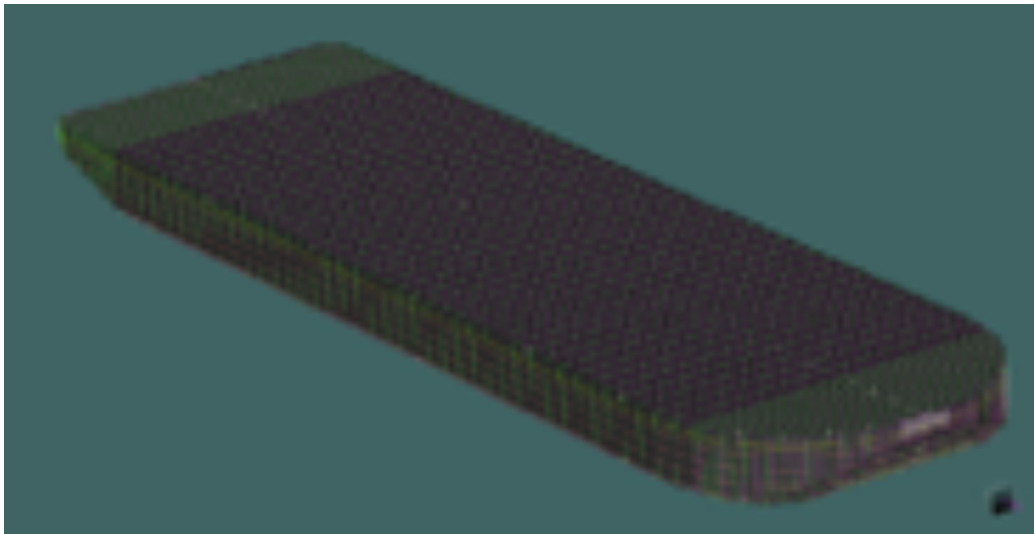


Tabel 3.3 *Cross Over Arrangement Airbag*

Karakteristik	Nilai	Satuan
<i>External diameter D₁</i>	1.5	m
<i>Effective height</i>	0.8	m
<i>Load capacity per unit length</i>	143.03	kN/m
<i>Maximum length</i>	19.5	m
<i>Effective length</i>	18	m
<i>Working pressure</i>	0.13	MPa



Permodelan



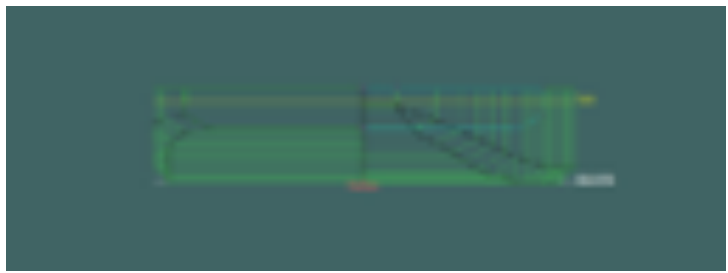
Gambar 4.2.1 3D Model



Gambar 4.2.2 Half Breadth Plan / Water Lines



Gambar 4.2.3 Sheer Plan / Buttock Lines



Gambar 4.2.4 Body Plan

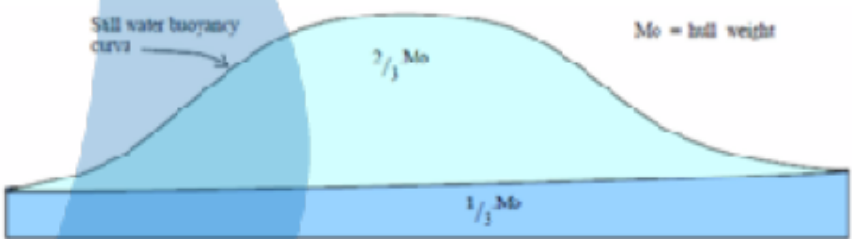
Aplikasi berbasis ship modeler Maxsurf Modeler Advance

Perhitungan Berat Kapal

$$\rho g \int_0^L a(x)dx = g \int_0^L m(x)dx$$

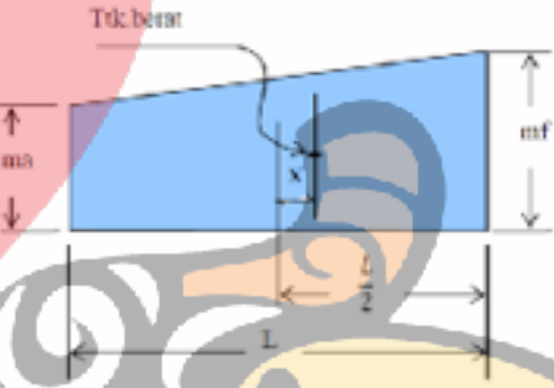
Huges, Owen F., Joem Kee Paik. 2010. *Ship Structural Analysis and Desain. The Society of Naval Architects and Marine Engineers* 601 Pavonia Avenue, Jersey City : New Jerrsey 07306

Tabel 4.1 Perhitungan Gaya Angkat / Gaya Apung / Gaya Tekan Ke atas / <i>Boyancy</i>						
No	Station	a(x) m²	q m [ton/m]	m [ton/m] rata²	Lengan	Momen
1	st 0	32.44	33.25	33.25	-25	-831.25
2	st 1	52.13	54.43	43.84	-24	-1052.16
3	st 2	67.21	68.89	61.66	-23	-1418.18
4	st 3	82.39	84.45	76.67	-22	-1686.74
5	st 4	98.46	100.92	92.69	-21	-1946.39
6	st 5	111.65	114.44	107.68	-20	-2153.60
7	st 6	115.77	118.67	116.56	-19	-2214.55
8	st 7	115.77	118.67	118.67	-18	-2136.06
9	st 8	115.77	118.67	118.67	-17	-2017.39
10	st 9	115.77	118.67	118.67	-16	-1898.72
11	st 10	115.77	118.67	118.67	-15	-1780.05
12	st 11	115.77	118.67	118.67	-14	-1661.38
13	st 12	115.77	118.67	118.67	-13	-1542.71
14	st 13	115.77	118.67	118.67	-12	-1424.04
15	st 14	115.77	118.67	118.67	-11	-1305.37
16	st 15	115.77	118.67	118.67	-10	-1186.70
17	st 16	115.77	118.67	118.67	-9	-1068.03
18	st 17	115.77	118.67	118.67	-8	-949.36
19	st 18	115.77	118.67	118.67	-7	-830.69
20	st 19	115.77	118.67	118.67	-6	-712.02
21	st 20	115.77	118.67	118.67	-5	-593.35
22	st 21	115.77	118.67	118.67	-4	-474.68
23	st 22	115.77	118.67	118.67	-3	-356.01
24	st 23	115.77	118.67	118.67	-2	-237.34
25	st 24	115.77	118.67	118.67	-1	-118.67
26	st 25	115.77	118.67	118.67	0	0.00
27	st 26	115.77	118.67	118.67	1	118.67
28	st 27	115.77	118.67	118.67	2	237.34
29	st 28	115.77	118.67	118.67	3	356.01
30	st 29	115.77	118.67	118.67	4	474.68
31	st 30	115.77	118.67	118.67	5	593.35
32	st 31	115.77	118.67	118.67	6	712.02
33	st 32	115.77	118.67	118.67	7	830.69
34	st 33	115.77	118.67	118.67	8	949.36
35	st 34	115.77	118.67	118.67	9	1068.03
36	st 35	115.77	118.67	118.67	10	1186.70
37	st 36	115.78	118.67	118.67	11	1305.37
38	st 37	115.78	118.67	118.67	12	1424.04
39	st 38	115.78	118.68	118.68	13	1542.78
40	st 39	115.79	118.68	118.68	14	1661.52
41	st 40	115.79	118.69	118.69	15	1780.28
42	st 41	115.79	118.69	118.69	16	1899.04
43	st 42	115.75	118.65	118.67	17	2017.39
44	st 43	115.71	118.61	118.63	18	2135.74
45	st 44	113.39	116.22	117.42	19	2254.09
46	st 45	110.38	113.14	114.68	20	2372.44
47	st 46	105.94	108.59	110.87	21	2490.79
48	st 47	95.98	98.38	103.49	22	2609.14
49	st 48	75.32	77.2	87.79	23	2727.49
50	st 49	39.87	40.86	59.03	24	2845.84
51	st 50	1.05	1.08	20.97	25	2964.19
			Jumlah [ton/m]	5536.30	Jumlah [m³]	1810.11
			Displ. [ton]	10124.79	LCB dari Mid [m]	3.06



Gambar 4.4 Pembagian Distribusi Berat Lambung Kapal

$$\text{Lengkung CSA} = \frac{2M_o}{3} \times q$$



Gambar 4.3 Tinggi ma dan mf untuk Berat Trapezium

$$m_a = \frac{M_o}{L} - 6 \frac{M_o \times x}{L^2}$$

$$m_f = \frac{M_o}{L} + 6 \frac{M_o \times x}{L^2}$$

$$\text{Trapezium} = m_a + \frac{\text{no. station} \times (m_f - m_a)}{50}$$

Displ. [ton]

10124.79

Berat [ton]

2135.96

Tabel 4.2 Perhitungan Berat Badan Kapal							
No	Station	Distribusi hull weight [ton/m]				Lengan	Momen
		L. CSA	Trapezium	total	rata - rata		
1	st 0	4.65	6.19	10.84	10.84	-25.00	-271.00
2	st 1	7.48	6.25	13.73	12.29	-24.00	-294.84
3	st 2	9.64	6.32	15.96	14.85	-23.00	-341.44
4	st 3	11.82	6.38	18.2	17.08	-22.00	-375.76
5	st 4	14.12	6.44	20.56	19.38	-21.00	-406.98
6	st 5	16.01	6.50	22.51	21.54	-20.00	-430.70
7	st 6	16.60	6.56	23.16	22.84	-19.00	-433.87
8	st 7	16.60	6.63	23.23	23.20	-18.00	-417.51
9	st 8	16.60	6.69	23.29	23.26	-17.00	-395.42
10	st 9	16.60	6.75	23.35	23.32	-16.00	-373.12
11	st 10	16.60	6.81	23.41	23.38	-15.00	-350.70
12	st 11	16.60	6.88	23.48	23.45	-14.00	-328.23
13	st 12	16.60	6.94	23.54	23.51	-13.00	-305.63
14	st 13	16.60	7.00	23.60	23.57	-12.00	-282.84
15	st 14	16.60	7.06	23.66	23.63	-11.00	-259.93
16	st 15	16.60	7.12	23.72	23.69	-10.00	-236.90
17	st 16	16.60	7.19	23.79	23.76	-9.00	-213.80
18	st 17	16.60	7.25	23.85	23.82	-8.00	-190.56
19	st 18	16.60	7.31	23.91	23.88	-7.00	-167.16
20	st 19	16.60	7.37	23.97	23.94	-6.00	-143.64
21	st 20	16.60	7.43	24.03	24.00	-5.00	-120.00
22	st 21	16.60	7.50	24.10	24.07	-4.00	-96.26
23	st 22	16.60	7.56	24.16	24.13	-3.00	-72.39
24	st 23	16.60	7.62	24.22	24.19	-2.00	-48.38
25	st 24	16.60	7.68	24.28	24.25	-1.00	-24.25
26	st 25	16.60	7.75	24.35	24.32	0.00	0.00
27	st 26	16.60	7.81	24.41	24.38	1.00	24.38
28	st 27	16.60	7.87	24.47	24.44	2.00	48.88
29	st 28	16.60	7.93	24.53	24.50	3.00	73.50
30	st 29	16.60	7.99	24.59	24.56	4.00	98.24
31	st 30	16.60	8.06	24.66	24.63	5.00	123.13
32	st 31	16.60	8.12	24.72	24.69	6.00	148.14
33	st 32	16.60	8.18	24.78	24.75	7.00	173.25
34	st 33	16.60	8.24	24.84	24.81	8.00	198.48
35	st 34	16.60	8.31	24.91	24.88	9.00	223.88
36	st 35	16.60	8.37	24.97	24.94	10.00	249.40
37	st 36	16.60	8.43	25.03	25.00	11.00	275.00
38	st 37	16.60	8.49	25.09	25.06	12.00	300.72
39	st 38	16.60	8.55	25.15	25.12	13.00	326.56
40	st 39	16.60	8.62	25.22	25.19	14.00	352.59
41	st 40	16.60	8.68	25.28	25.25	15.00	378.75
42	st 41	16.61	8.74	25.35	25.32	16.00	405.04
43	st 42	16.6	8.80	25.4	25.38	17.00	431.38
44	st 43	16.59	8.86	25.45	25.43	18.00	457.65
45	st 44	16.26	8.93	25.19	25.37	19.00	483.92
46	st 45	15.83	8.99	24.82	25.0	20.00	510.19
47	st 46	15.19	9.05	24.24	24.51	21.00	536.46
48	st 47	13.76	9.11	22.87	23.56	22.00	562.73
49	st 48	10.8	9.18	19.98	21.43	23.00	589.00
50	st 49	5.72	9.24	14.96	17.47	24.00	615.27
51	st 50	0.15	9.30	9.45	12.21	25.00	641.54
				Jumlah [ton/m]	1167.96	Jumlah [ton/m]	939.36
				Berat [ton]	2135.96	Titik Berat dari Mid [m]	1.24

Perhitungan Jumlah Airbag

$$N = K_1 \frac{Wc \times g^2}{C_B \times R \times L_d} + N_1$$

K_1 = konstanta 1.2 - 1.3
 Wc = Launching weight of ship and launching device
 g = grafitasi bumi 9.81 m/s²
 C_B = Block coefficient
 R = Airbag Load capacity per unit length
 L_d = Airbag Effective length

Maka,
 $N = 11$ pcs

Jika jarak antar *airbag* dibatasi
 $2.85 \text{ m} < L/N-1 < 6 \text{ m}$
 $L/N-1 = 7.4$ m

Maka *airbag* diletakan pada setiap 3 jarak frame dengan jarak setiap *airbag* 5.49 m
 N_1 = Tambahan jumlah *airbag* yang dibutuhkan

Sehingga,
 $N = 14$ pcs

1.2
2136 ton
9.81 m/s²
0.922
143.03 kN/m
18 m

K_1 = konstanta 1.2 - 1.3
 Wc = Launching weight of ship and launching device
 g = grafitasi bumi 9.81 m/s²
 C_B = Block coefficient
 R = Airbag Load capacity per unit length
 L_d = Airbag Effective length

maka,
 $N = 19$ pcs

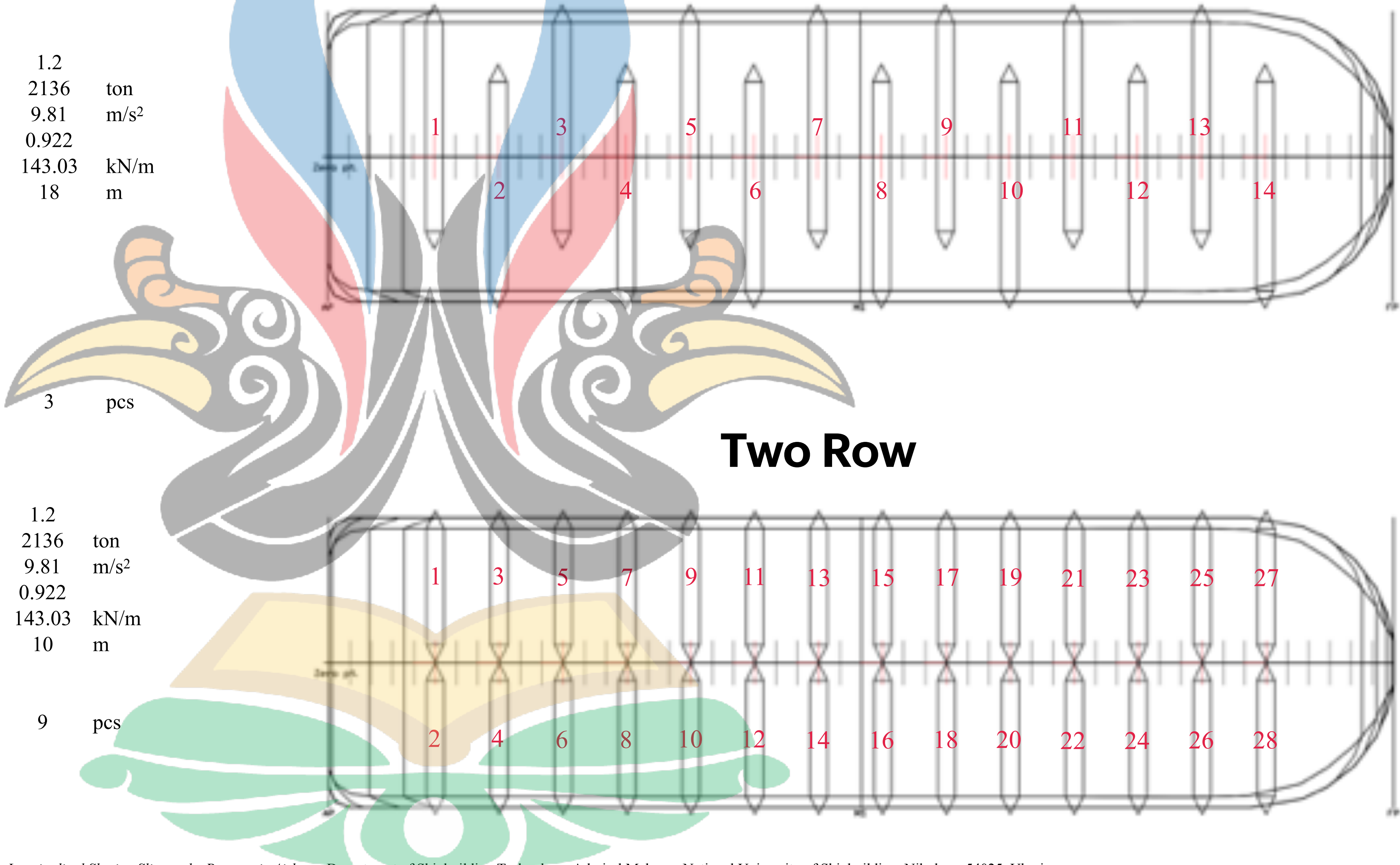
N_1 = Tambahan jumlah *airbag* yang dibutuhkan

Sehingga,
 $N = 28$ pcs

1.2
2136 ton
9.81 m/s²
0.922
143.03 kN/m
10 m

9 pcs

Layout Airbag



Status Airbag

P = Berat Konstruksi
 S = Panjang kapal yang ditumpu *airbag*
 x = Jarak antar *airbag*
 B_1 = panjang efektif *two row arrangement airbag*
 B_2 = panjang efektif *cross over arrangement airbag*
 q_{bc} = *Bearing Capacity*
 q_{bc} = *Bearing Capacity*

2136 ton
74 m
5.49 m
2 x 10 m
18 m
145.03 kN/m
14.58 ton/m

Tabel 4.14 Distribusi Beban *Airbag* yang Digunakan pada *Layout Two Row Arrangement*

No <i>Airbag</i>	B ₁ (m)	q ₁ (ton/m)	q _{bc} (ton/m)	Kondisi <i>Airbag</i>
1-2	20	7.9056	14.58	Tidak Pecah
3-4	20	7.9056	14.58	Tidak Pecah
5-6	20	7.9056	14.58	Tidak Pecah
7-8	20	7.9056	14.58	Tidak Pecah
9-10	20	7.9056	14.58	Tidak Pecah
11-12	20	7.9056	14.58	Tidak Pecah
13-14	20	7.9056	14.58	Tidak Pecah
15-16	20	7.9056	14.58	Tidak Pecah
17-18	20	7.9056	14.58	Tidak Pecah
19-20	20	7.9056	14.58	Tidak Pecah
21-22	20	7.9056	14.58	Tidak Pecah
23-24	20	7.9056	14.58	Tidak Pecah
25-26	20	7.9056	14.58	Tidak Pecah
27-28	20	7.9056	14.58	Tidak Pecah

Tabel 4.15 Distribusi Beban *Airbag* yang Digunakan pada *Layout Cross Over Arrangement*

No <i>Airbag</i>	B ₂ (m)	q ₂ (ton/m)	q _{bc} (ton/m)	Kondisi <i>Airbag</i>
1	18	8.784	14.58	Tidak Pecah
2	18	8.784	14.58	Tidak Pecah
3	18	8.784	14.58	Tidak Pecah
4	18	8.784	14.58	Tidak Pecah
5	18	8.784	14.58	Tidak Pecah
6	18	8.784	14.58	Tidak Pecah
7	18	8.784	14.58	Tidak Pecah
8	18	8.784	14.58	Tidak Pecah
9	18	8.784	14.58	Tidak Pecah
10	18	8.784	14.58	Tidak Pecah
11	18	8.784	14.58	Tidak Pecah
12	18	8.784	14.58	Tidak Pecah
13	18	8.784	14.58	Tidak Pecah
14	20	7.9056	14.58	Tidak Pecah

Untuk menghitung distribusi beban rata-rata yang diterima tiap *airbag* secara memanjang (q) kapal dapat dihitung dengan rumus :

$$q = \frac{P}{S}$$
$$q = 28.8 \text{ ton/m}$$

Selanjutnya perlu diketahui berapa besaran beban yang ditampung masing- masing *airbag* dalam ton (P_1) dengan rumus :

$$P_1 = q \times x$$
$$P_1 = 158.112 \text{ ton}$$

Setelah itu distribusi beban rata - rata sesungguhnya yang diterima tiap *airbag* (q_1) dapat dihtung dengan persamaan :

$$q_1 = \frac{P_1}{B}$$

Material Properties

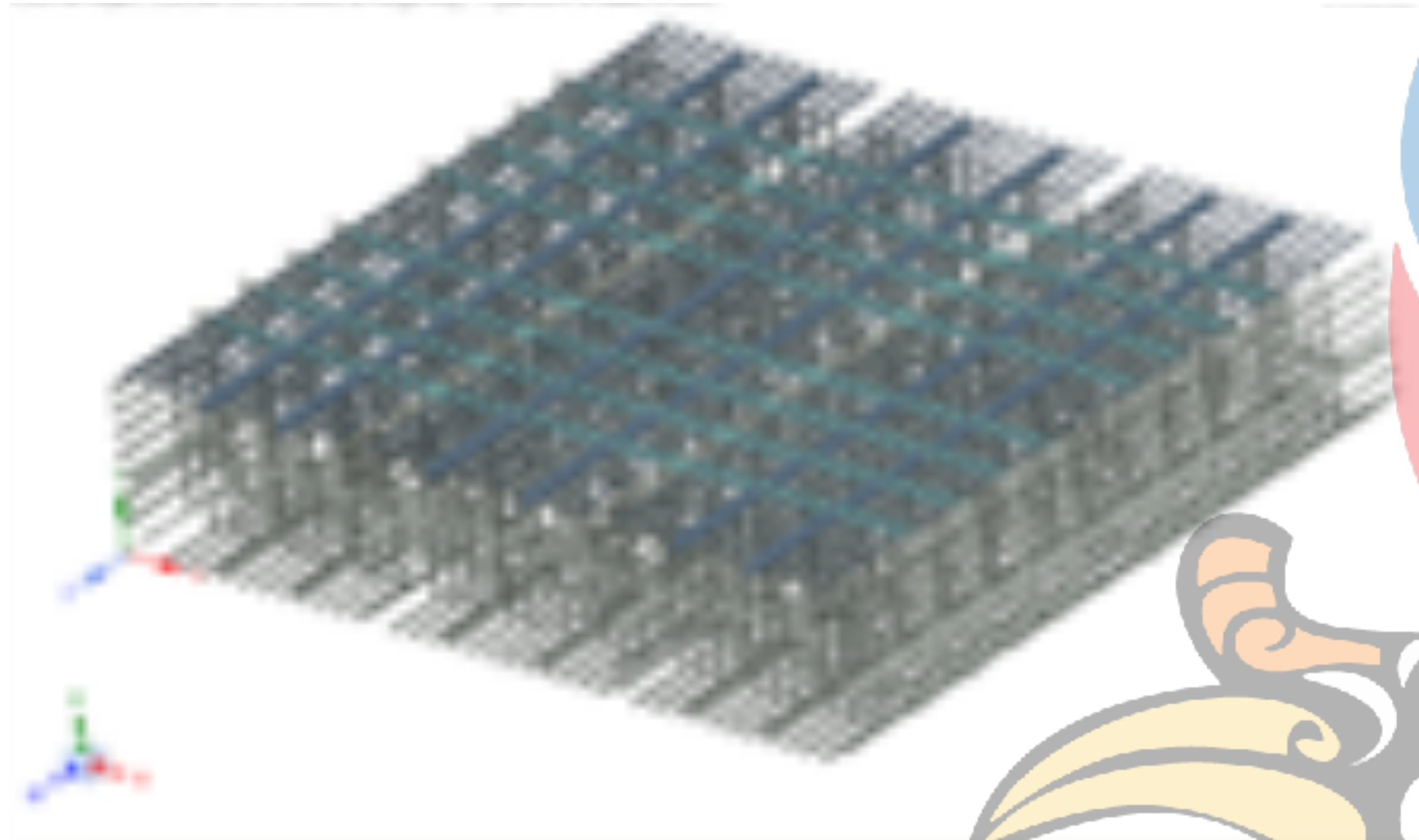
Material Property ASTM A36 (BKI)

Karakteristik	Nilai	Satuan
<i>Density</i>	7862.3	kg/m ³
<i>Isotropic Elasticity</i>		
<i>Young's Modulus</i>	2 x 10 ⁵	MPa
<i>Poisson's Ratio</i>	0.3	
<i>Bulk Modulus</i>	1.6667 x 10 ¹¹	Pa
<i>Shear Modulus</i>	7.6923 x 10 ¹⁰	Pa
<i>Tensile Yield Strength</i>	235	Mpa
<i>Compressive Yield Strength</i>	235	Mpa
<i>Tensile Ulitmate Strength</i>	400	Mpa
<i>Compressive Ulitmate Strength</i>	-	

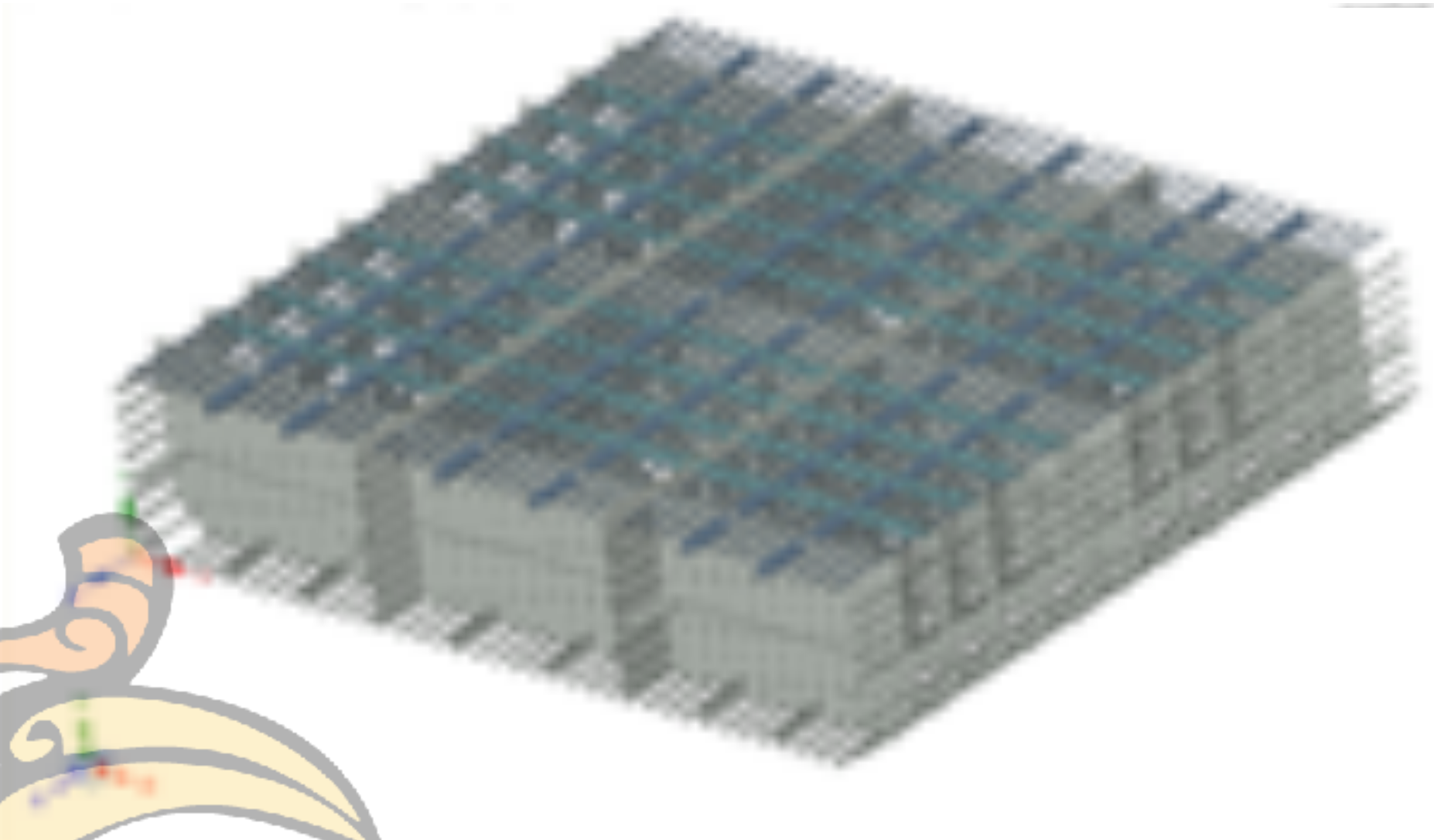
Rubber (Azo Material <https://www.azom.com>)

Karakteristik	Nilai	Satuan
<i>Density</i>	1200	kg/m ³
<i>Isotropic Elasticity</i>		
<i>Young's Modulus</i>	500	MPa
<i>Poisson's Ratio</i>	0.47	
<i>Bulk Modulus</i>	2.7778 x 10 ⁹	Pa
<i>Shear Modulus</i>	1.7007 x 10 ⁸	Pa
<i>Tensile Yield Strength</i>	2.4	MPa
<i>Compressive Yield Strength</i>	10	MPa
<i>Tensile Ulitmate Strength</i>	5.5	MPa
<i>Compressive Ulitmate Strength</i>	30	MPa

Permodelan Struktur Kapal Dengan Aplikasi Berbasis Elemen Hingga



Gambar 4.8.1 Permodelan Konsturksi



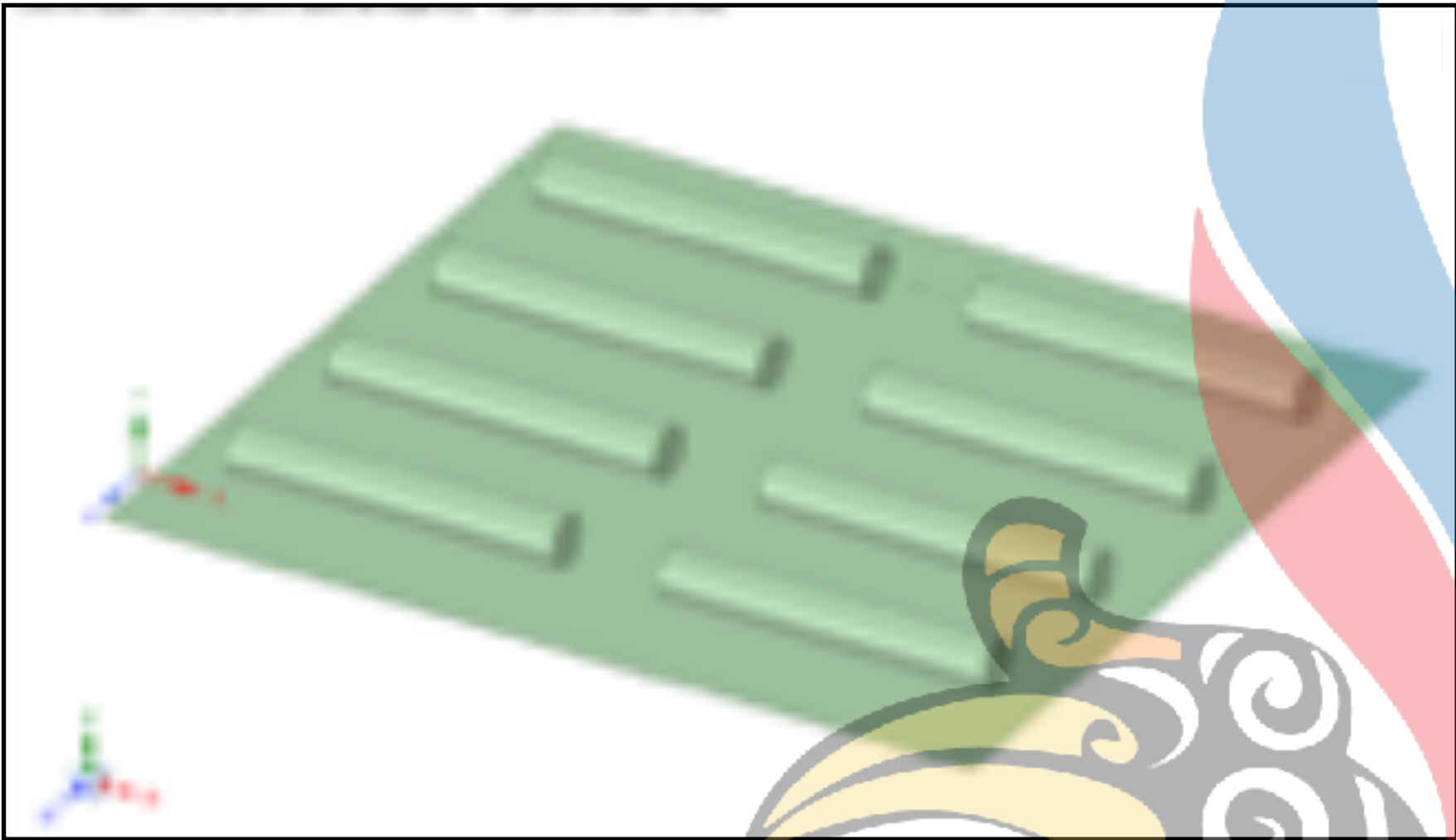
Gambar 4.8.2 Permodelan Konsturksi dengan Sekat



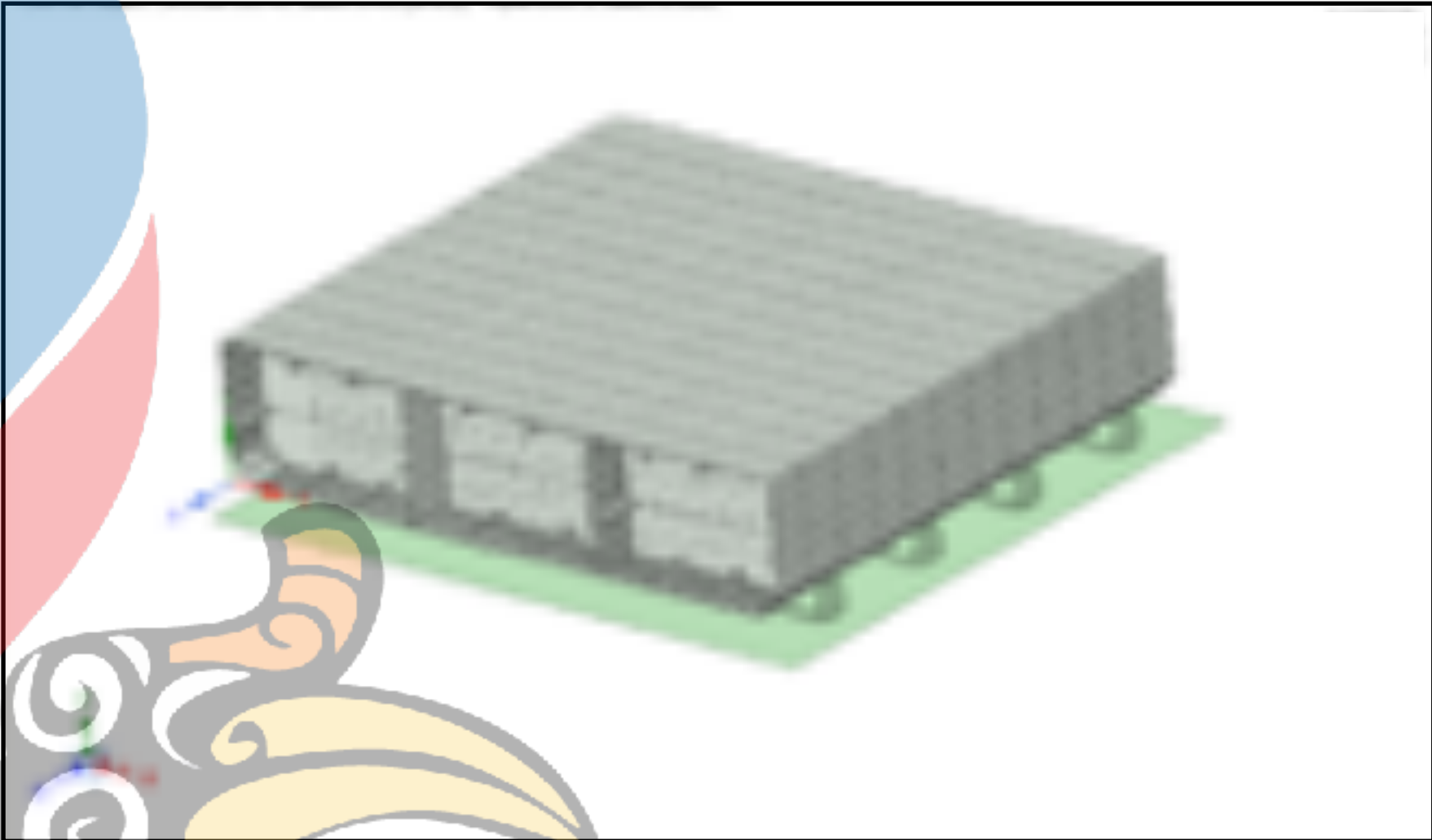
Gambar 4.8.3 Permodelan Konstruksi dengan Sekat dan Kulit *Hull*

Karakteristik	Nilai	Satuan
Panjang Model 0.3 LPP ST 19 - 30 (mid ship)	21.945	m
<i>Lebar Model (B)</i>	24.994	m
<i>Tinggi Model (H)</i>	5.486	m
<i>Berat Model</i>	245.8	Ton

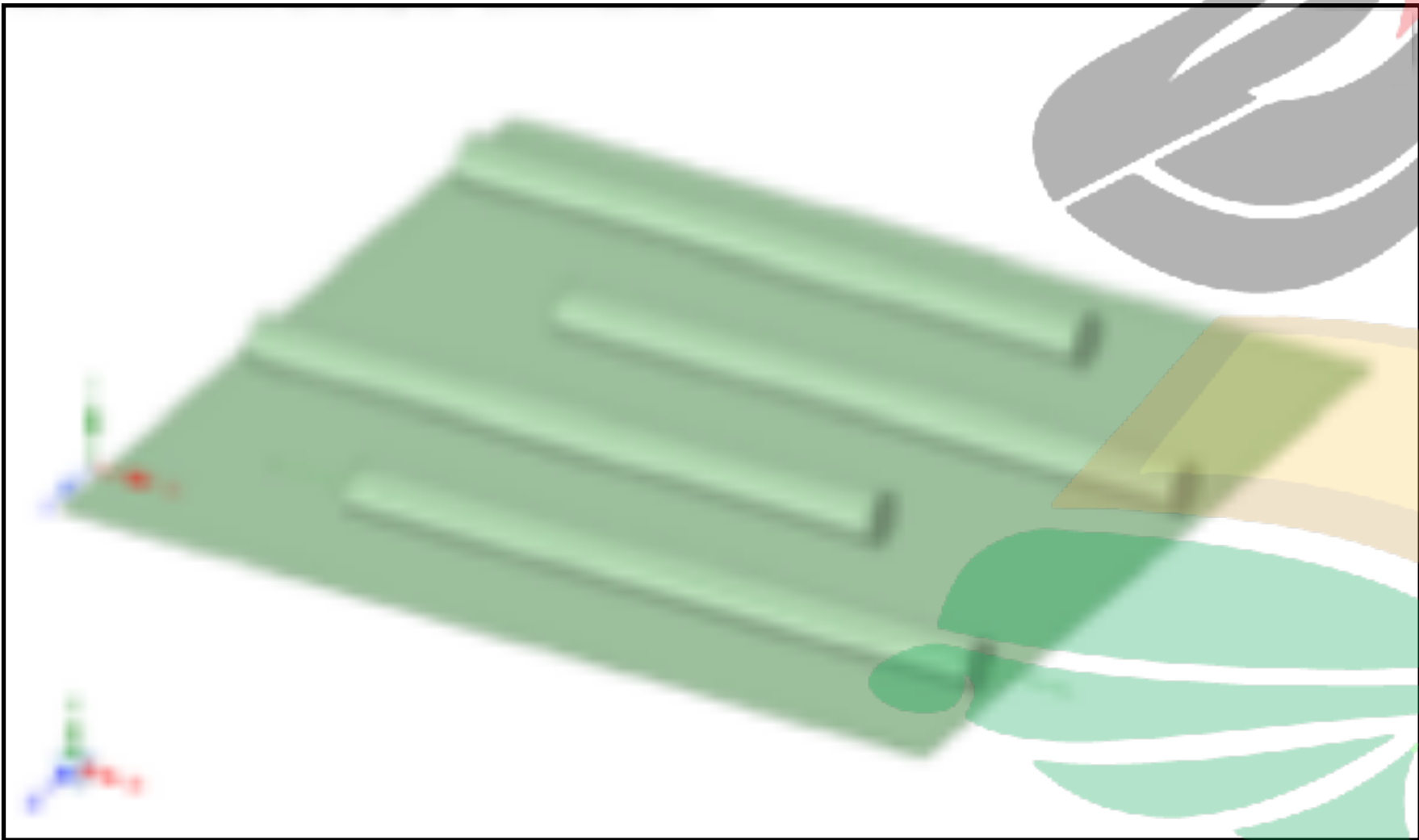
Permodelan *Airbag* Dengan Aplikasi Berbasis Elemen Hingga



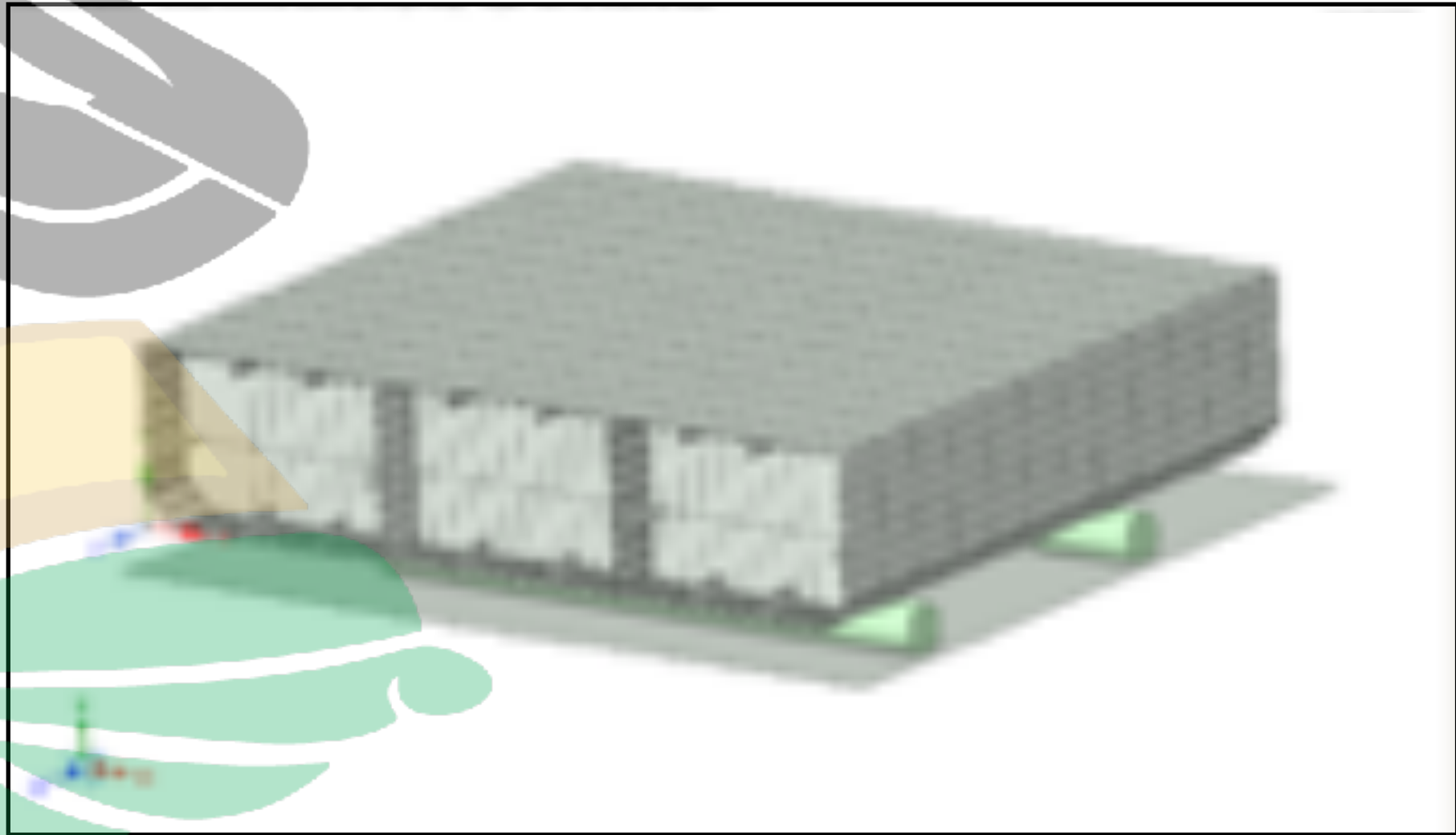
Gambar 4.10.1 Permodelan *Layout Two Row Arrangement*



Gambar 4.11.1 Permodelan *Layout Two Row Arrangement* dengan konstuksi



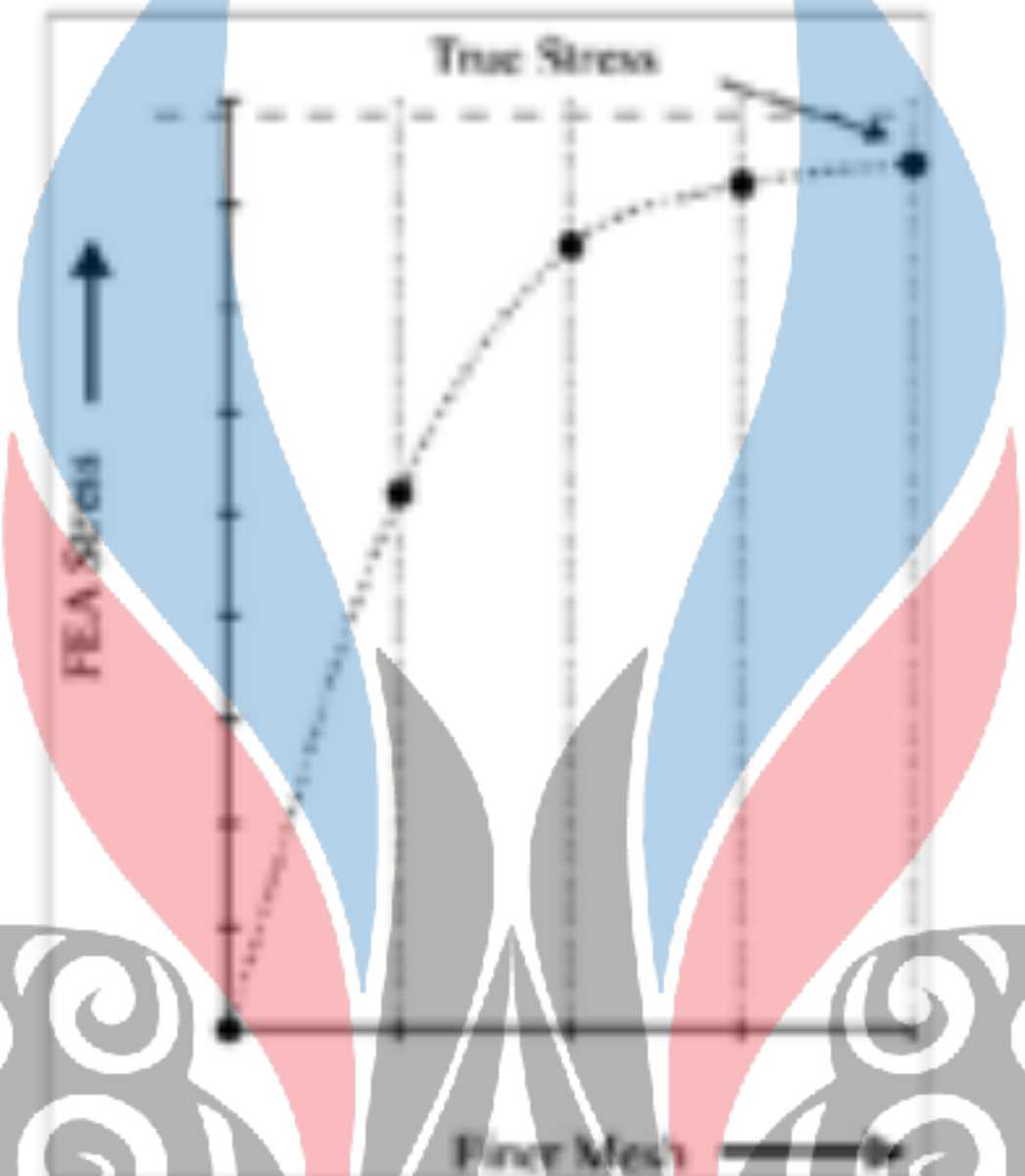
Gambar 4.10.2 Permodelan *Layout Cross Over Arrangement*



Gambar 4.11.2 Permodelan *Layout Cross Over Arrangement* dengan konstuksi

Konvergensi

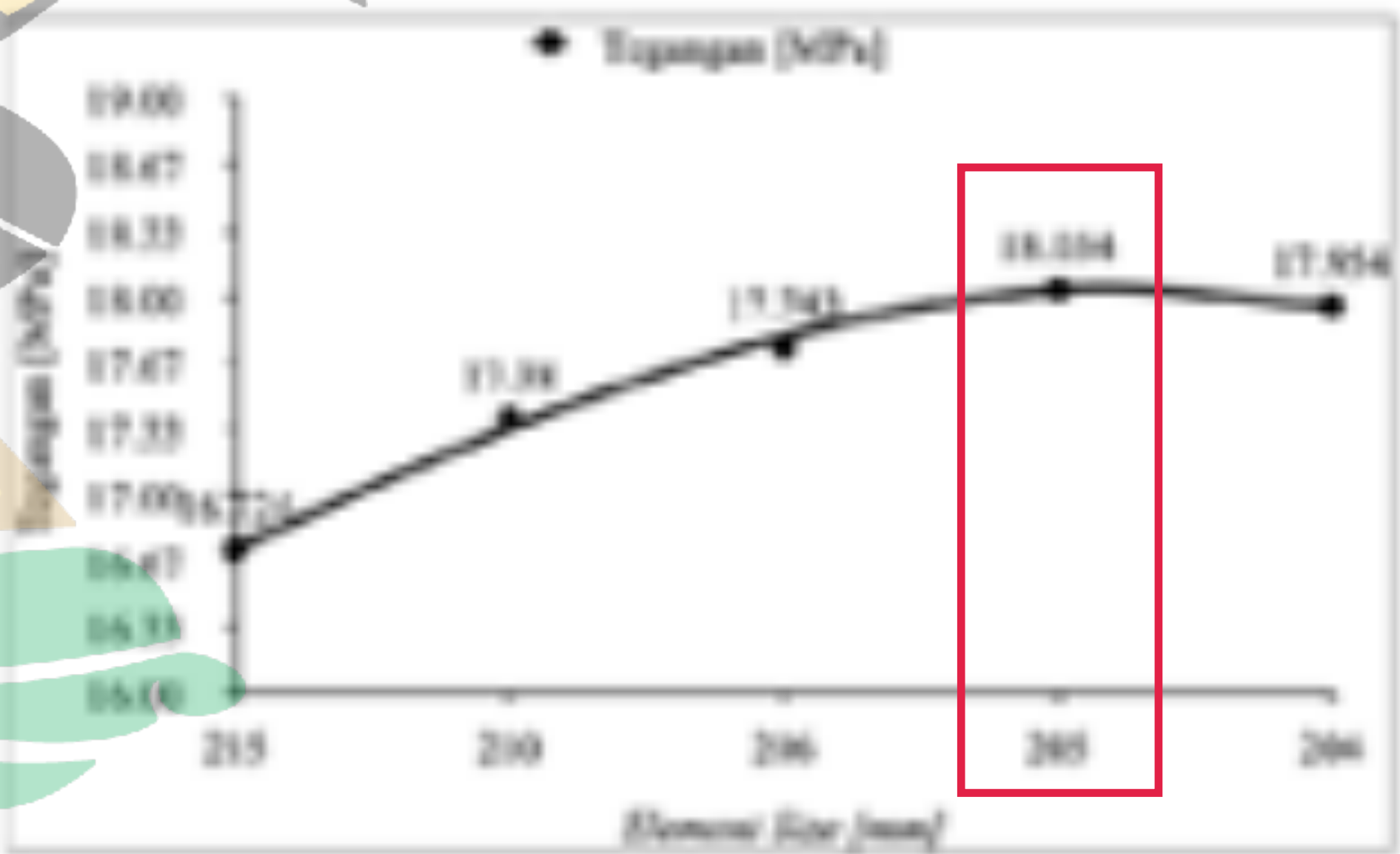
Dalam aplikasi, salah satu rekomendasi untuk menentukan jumlah elemen dengan akurasi solusi yang bisa diterima dalam suatu analisis elemen hingga adalah dengan melakukan uji konvergensi (*convergence test*) terhadap solusi yang diperoleh. Dimisalkan untuk analisis tegangan pada suatu komponen, analisis awal dilakukan dengan ukuran/ jumlah elemen tertentu, solusi diperoleh dengan menyelesaikan model yang digunakan. Analisis kemudian diulang dengan jumlah elemen yang lebih besar, nilai tegangan pada lokasi tertentu dibandingkan dengan hasil analisis sebelumnya. Jika perbedaan nilai tegangan antara kedua analisis tersebut cukup besar, maka analisis diulang lagi dengan jumlah elemen yang lebih besar sampai perbedaan tersebut dianggap cukup kecil. Jika tabulasi solusi dari proses iterasi tersebut ditunjukkan dalam sebuah grafik, maka akan tampak seperti Gambar 4.12.1



Gambar 4.12.1 Grafik Tabulasi Mesh Terhadap Tegangan

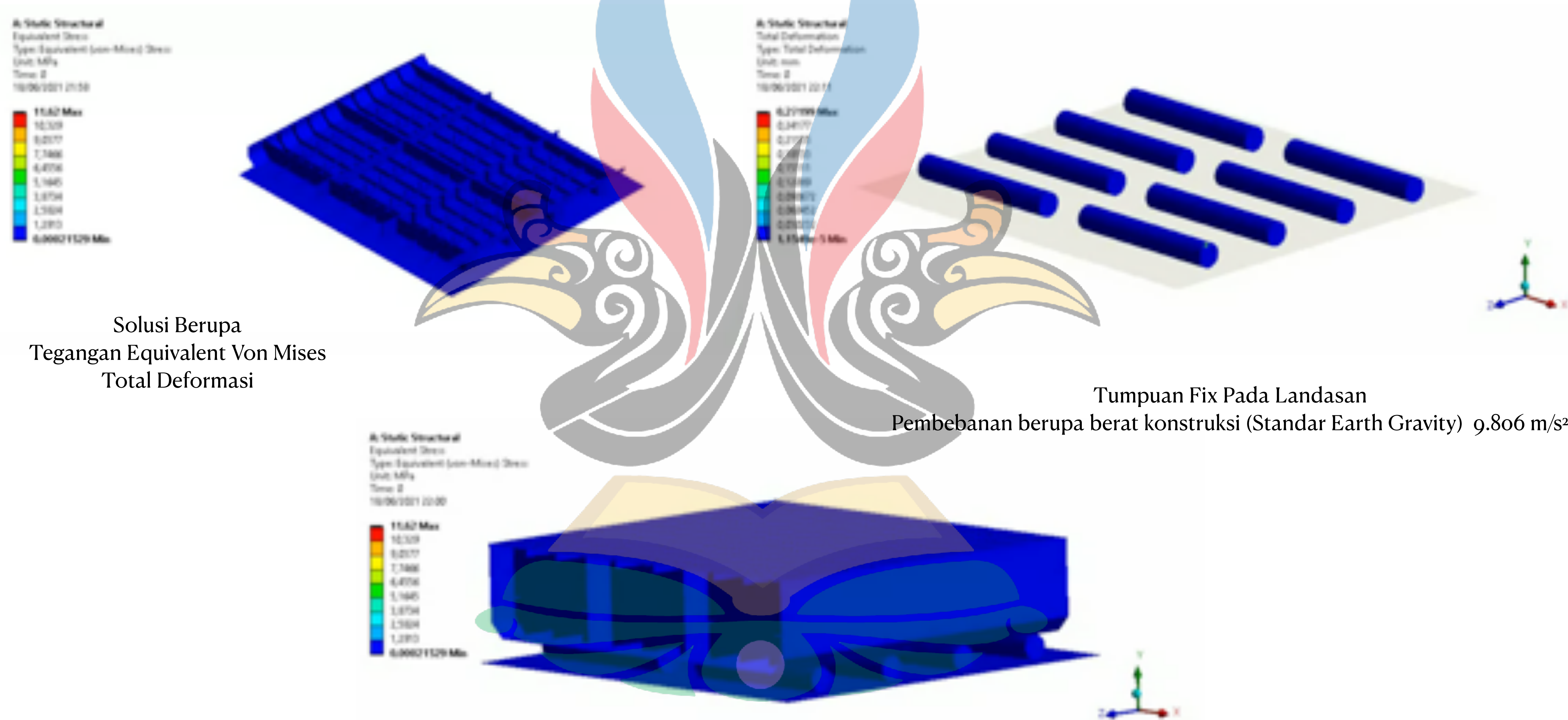
Tabel 4.5 Hasil Tabulasi *Mesh* Terhadap Tegangan pada *Layout Cross Over Model 1*

Mash [mm]	Nodes	Elements	Tegangan [Mpa]
225	755392	2147663	15.607
220	775399	2185486	14.968
215	797794	2271102	16.724
210	824737	2339316	17.380
206	840109	2377402	17.743
205	846998	2390950	18.034
204	854457	2406345	17.954
200	834880	2326417	16.101
195	859707	2372984	15.387
190	881665	2445192	16.902



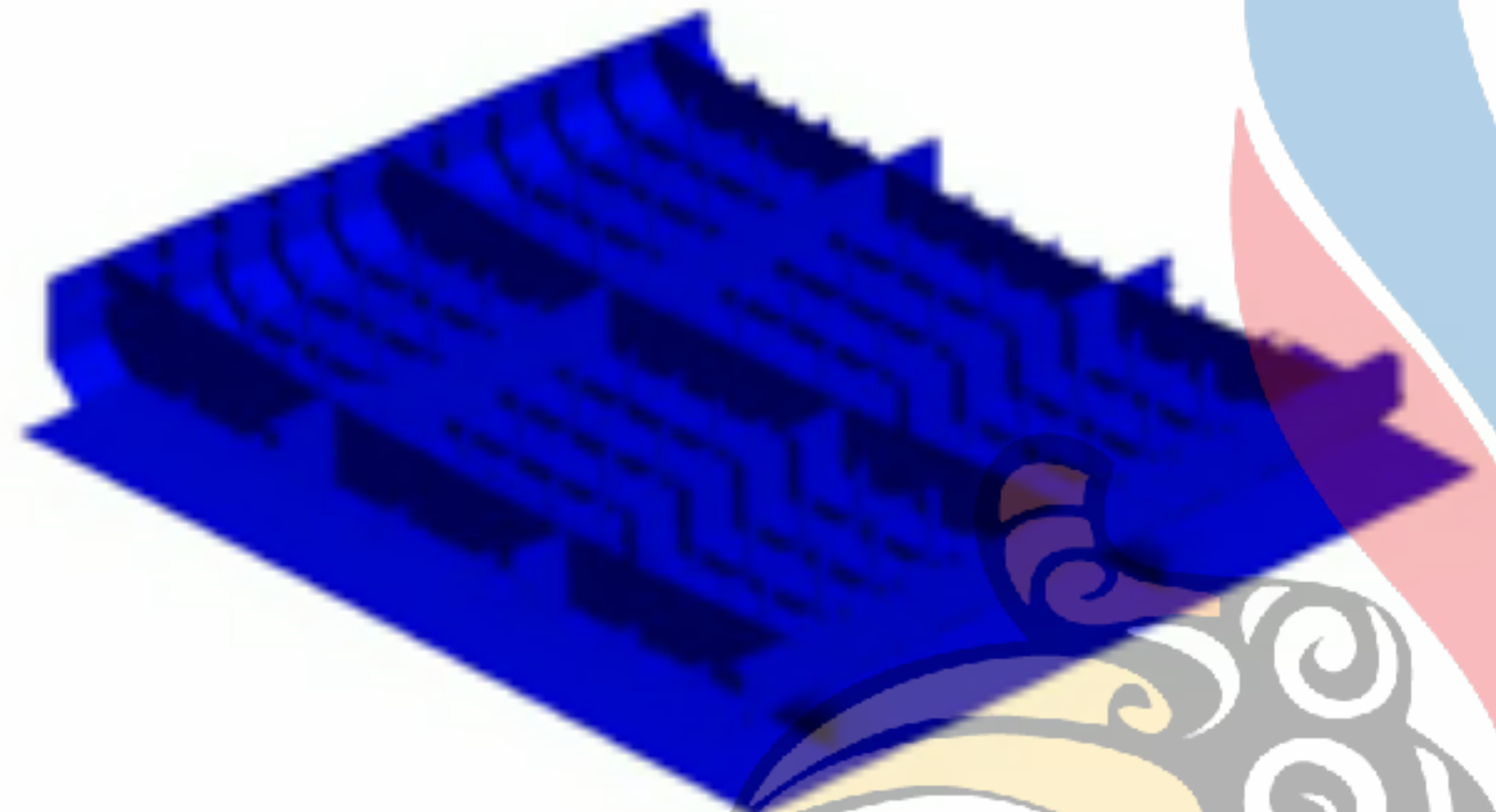
Gambar 4.12.2 Grafik Hasil Konvergensi Mesh Terhadap Tegangan pada *Layout Cross Over Model 1*

Video Simulasi Layout Two Row di Aplikasi Bebasis Element Hingga

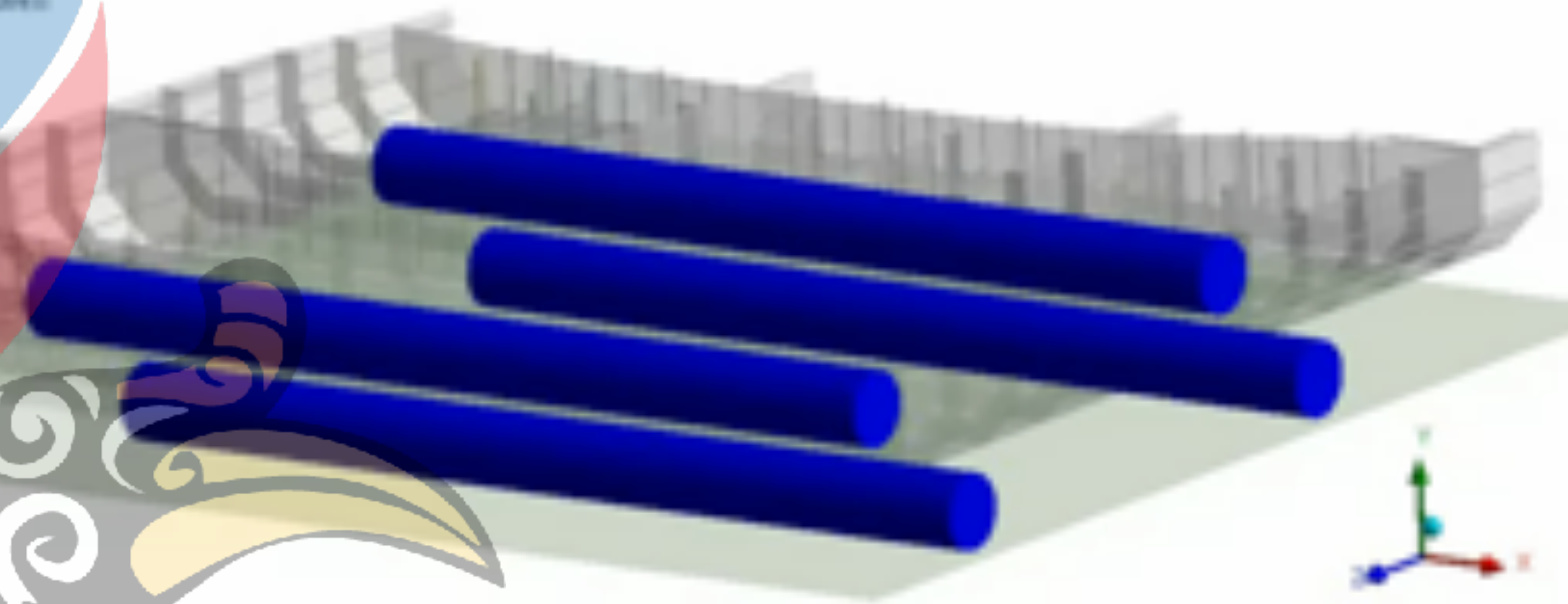


Video Simulasi Layout Cross Over Aplikasi Bebasis Element Hingga

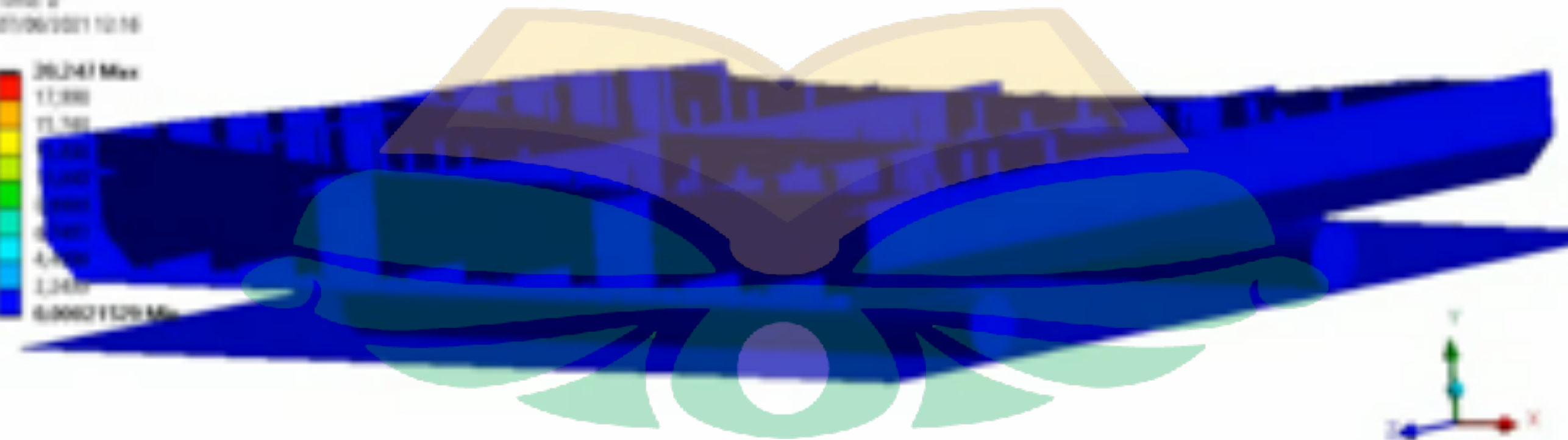
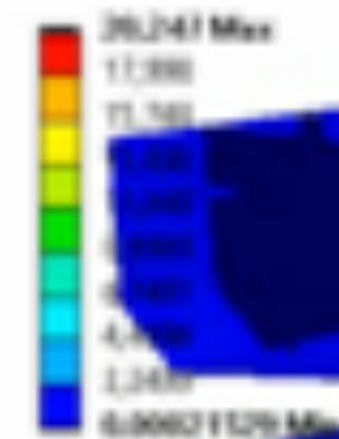
Ab Static Structural
Equivalent Stress 3
Type: Equivalent (von-Mises) Stress
Unit: MPa
Time: 2
07/06/2021 12:11



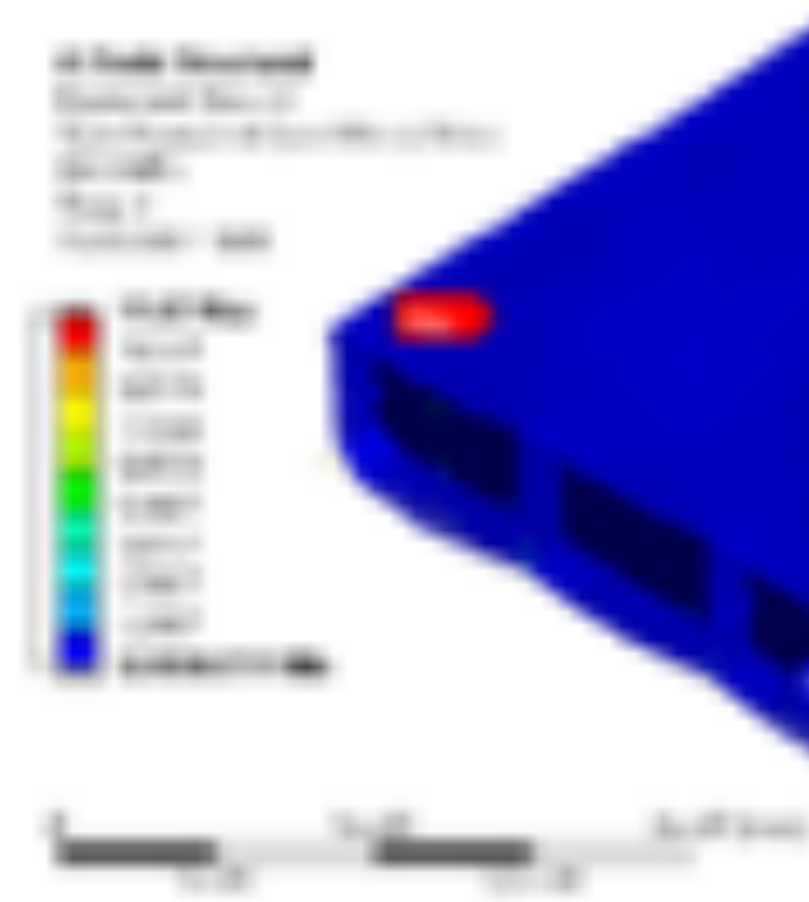
Ab Static Structural
Equivalent Stress 3
Type: Equivalent (von-Mises) Stress
Unit: MPa
Time: 2
07/06/2021 12:18



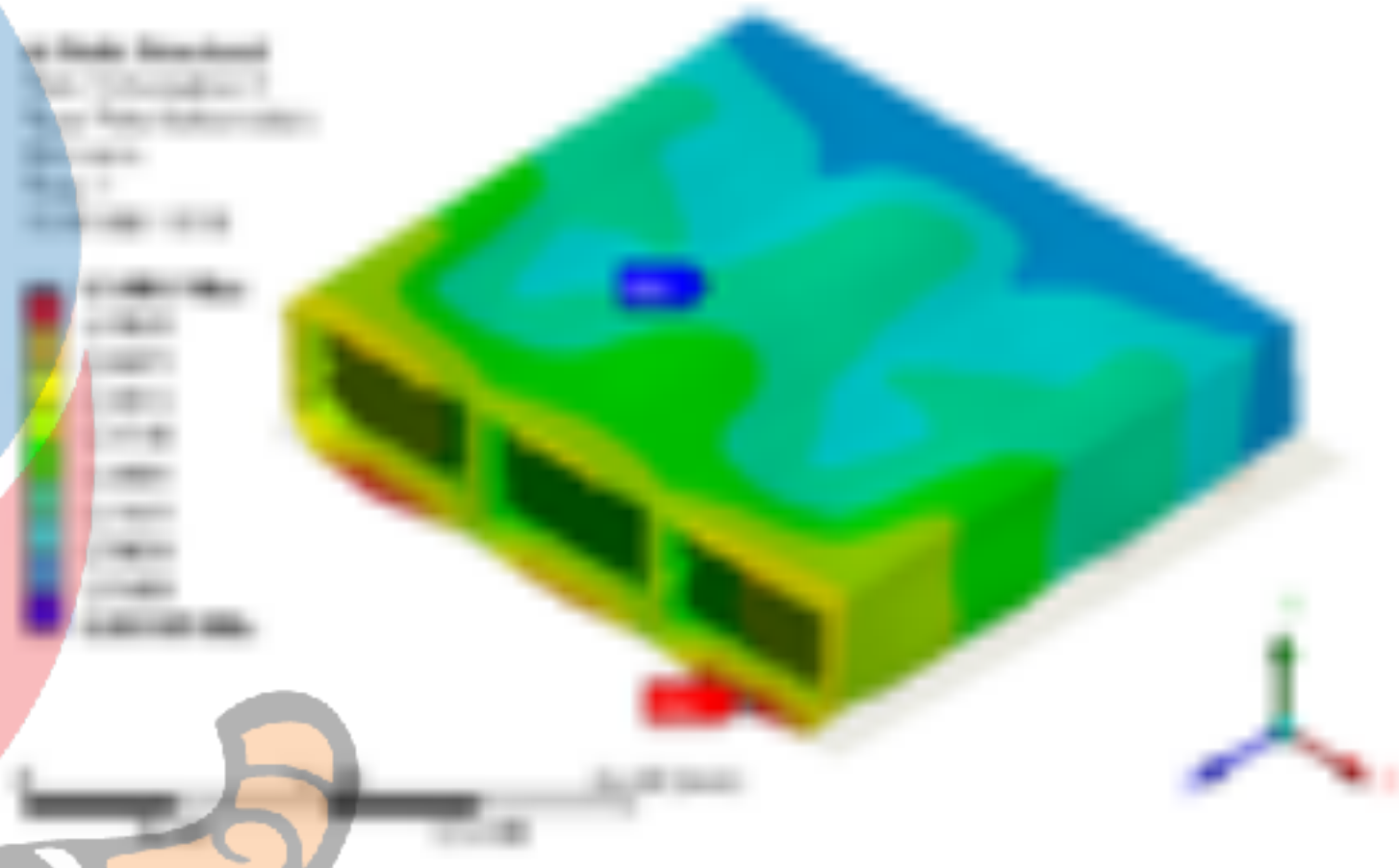
Ab Static Structural
Equivalent Stress 3
Type: Equivalent (von-Mises) Stress
Unit: MPa
Time: 2
07/06/2021 12:18



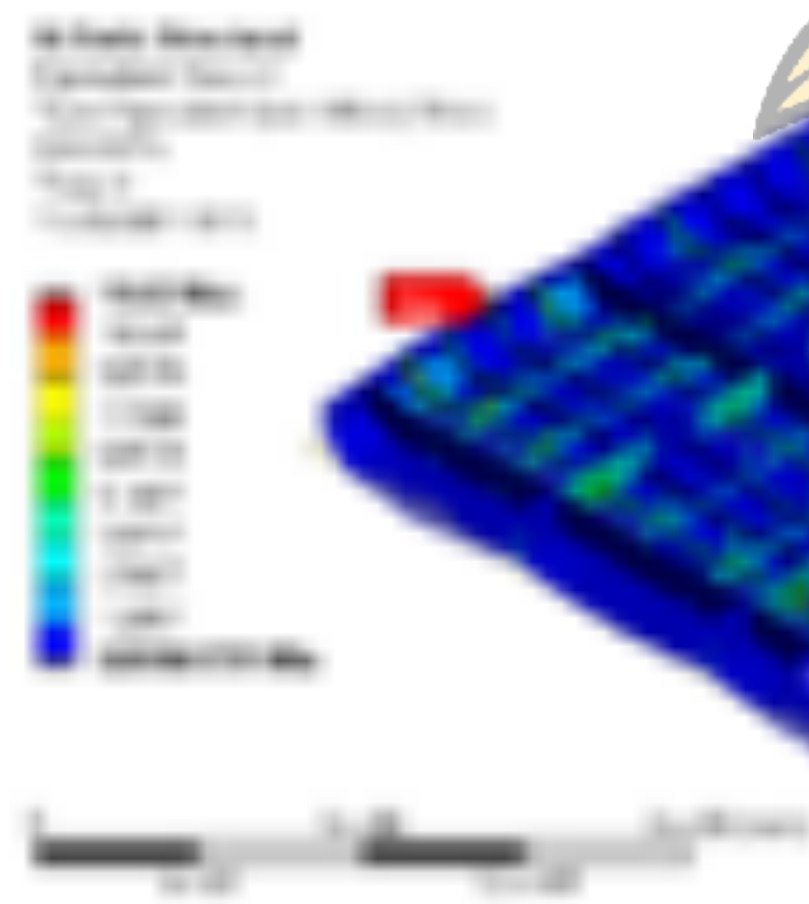
Hasil Simulasi : LAYOUT TWO ROW ARRANGEMENT MODEL 1



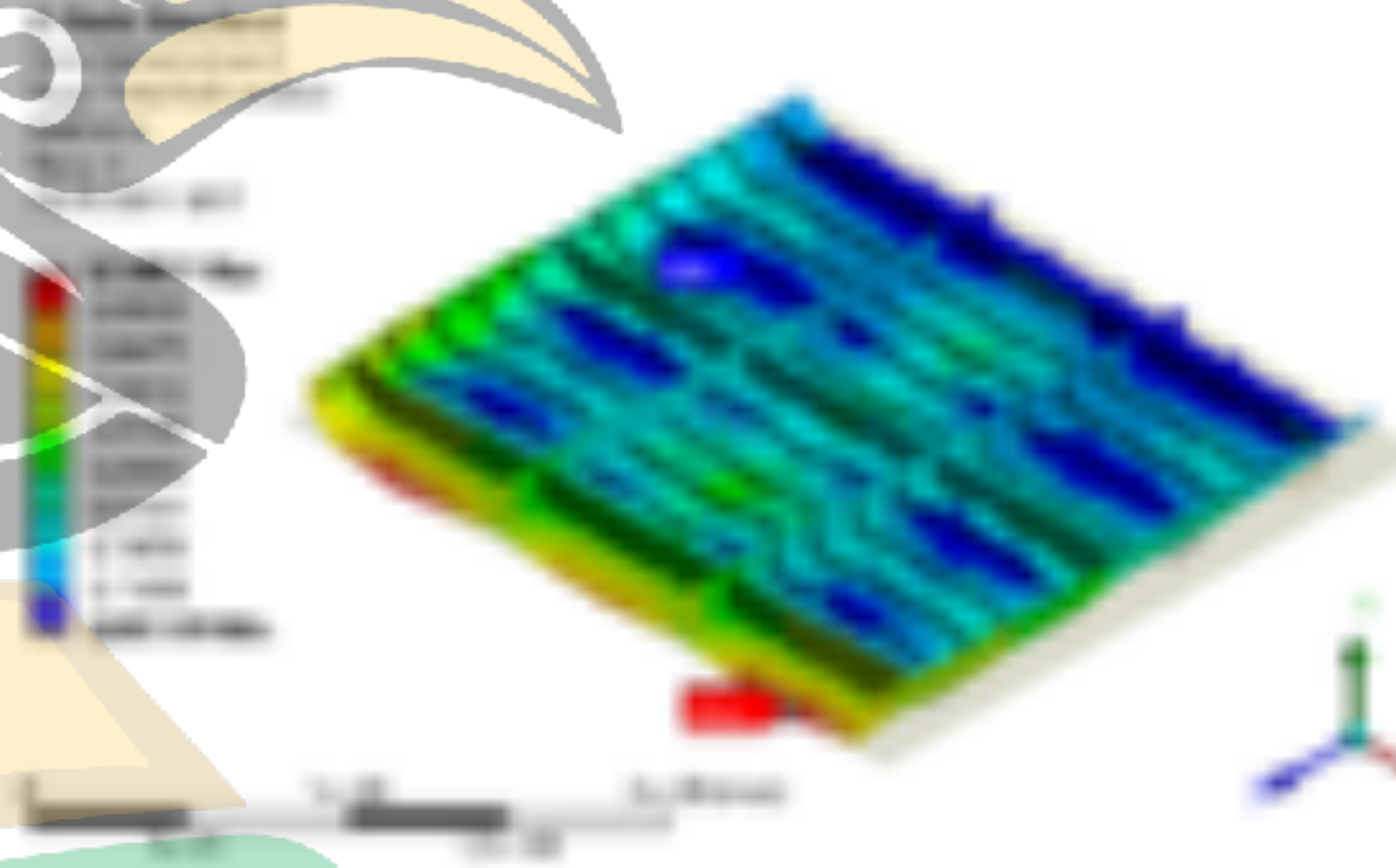
Gambar 4.16.1 Hasil Nilai Tegangan Konsturksi pada Layout *Two Row Arrangement* Model 1



Gambar 4.16.3 Hasil Nilai Deformasi Konsturksi pada Layout *Two Row Arrangement* Model 1



Gambar 4.16.2 Hasil Nilai Tegangan Konsturksi *Bottom* pada Layout *Two Row Arrangement* Model 1



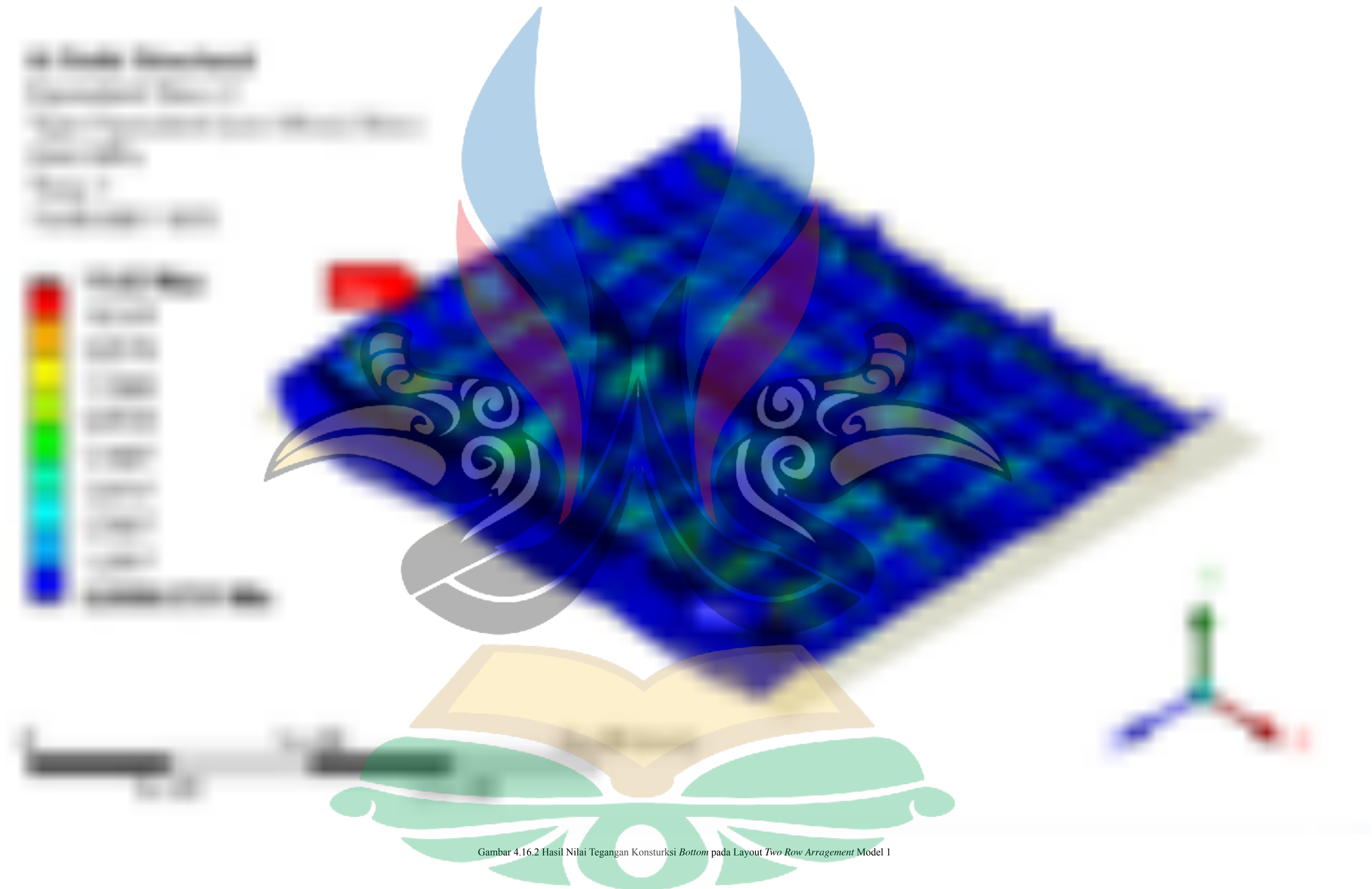
Gambar 4.16.4 Hasil Nilai Deformasi Konsturksi *Bottom* pada Layout *Two Row Arrangement* Model 1

Tabel 4.6 Tabular Data Tegangan *Two Row Arrangement* Model 1

Minimum [MPa]	Maximum [MPa]	Average [MPa]
6.7251 x 10 ⁻⁴	11.62	0.74899

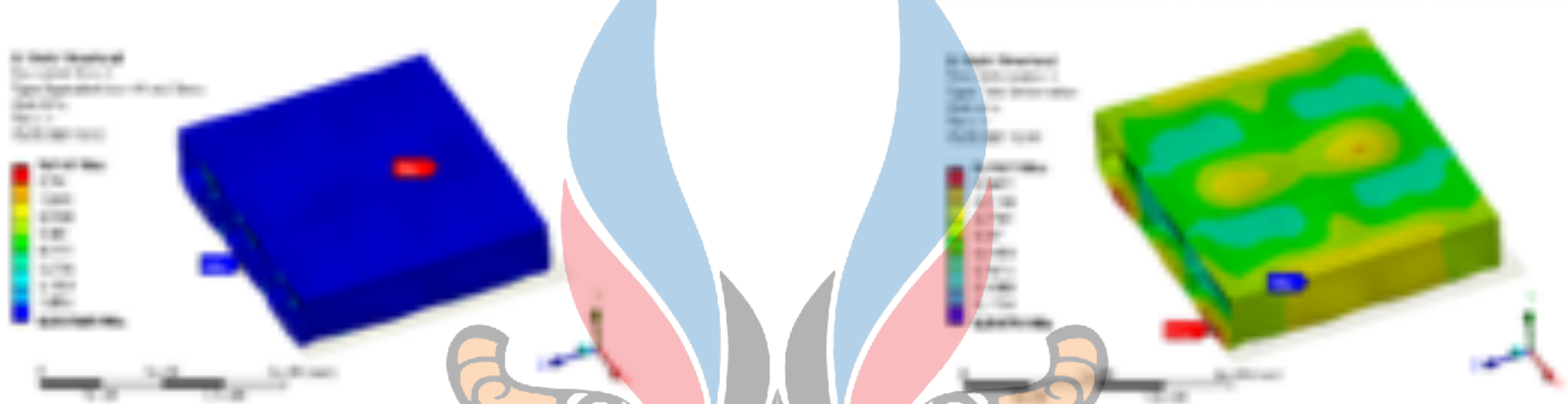
Tabel 4.7 Tabular Data Deformasi *Two Row Arrangement* Model 1

Minimum [mm]	Maximum [mm]	Average [mm]
8.3309 x 10 ⁻²	0.54802	0.23775

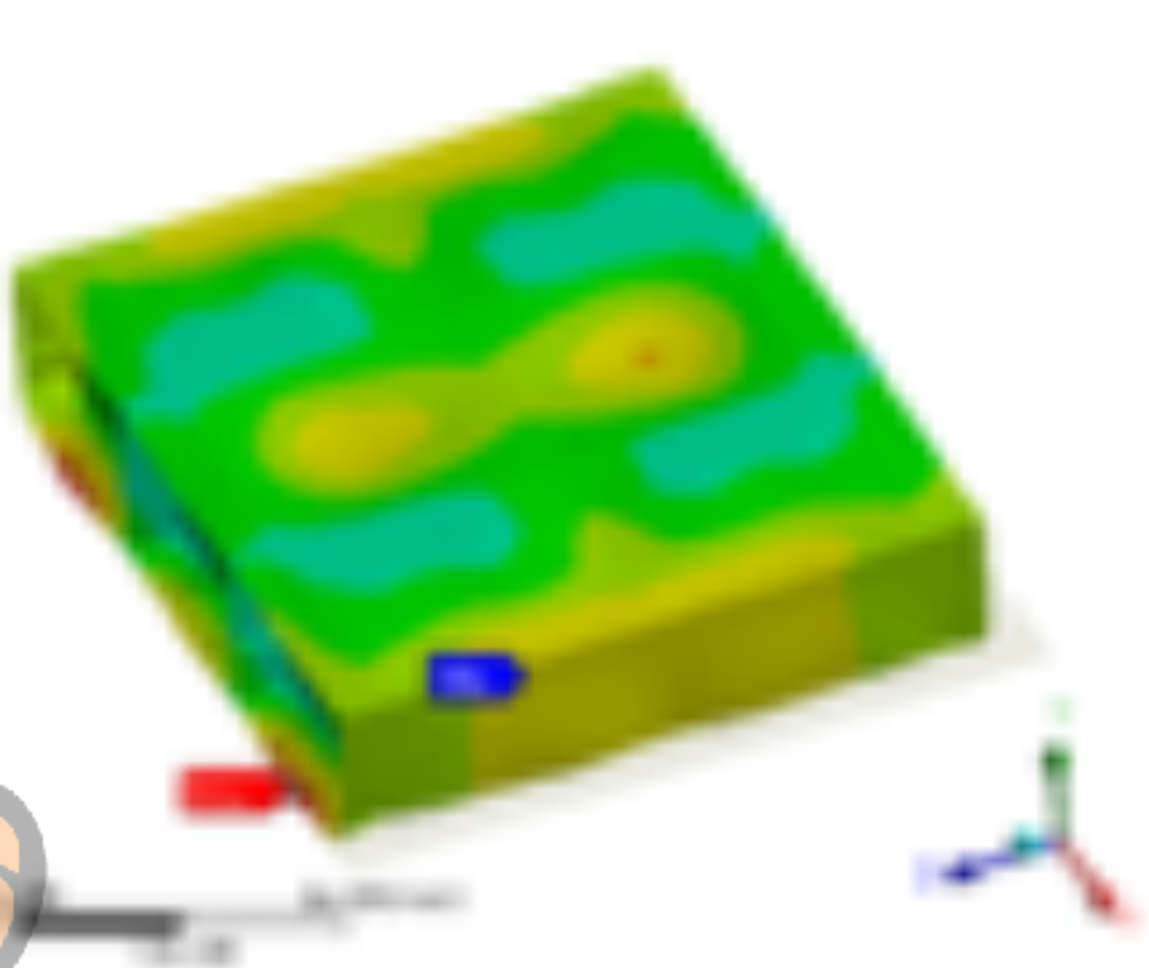


Gambar 4.16.2 Hasil Nilai Tegangan Konstruksi *Bottom* pada Layout *Two Row Arrangement* Model 1

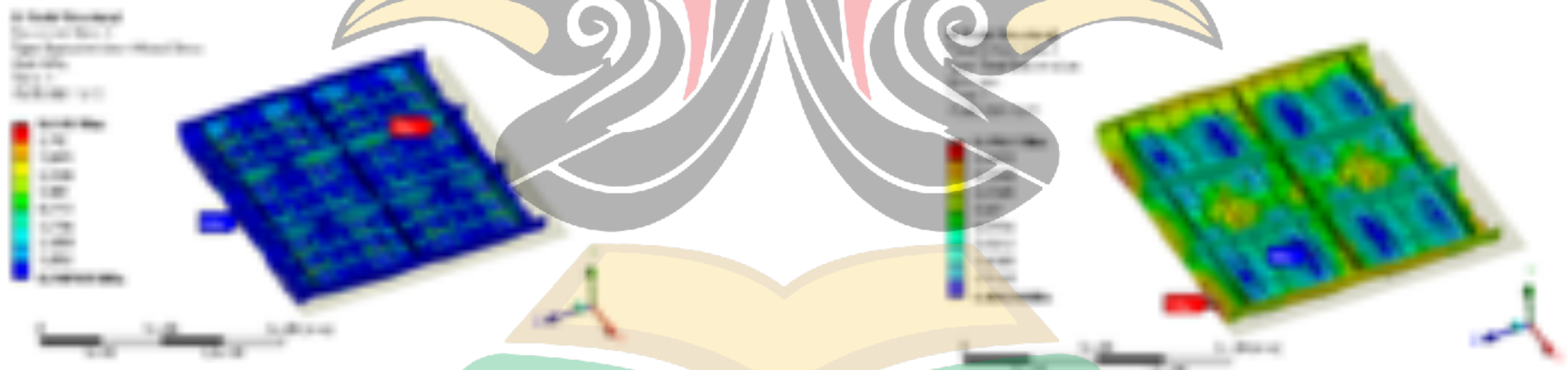
Hasil Simulasi : LAYOUT TWO ROW ARRANGEMENT MODEL 2



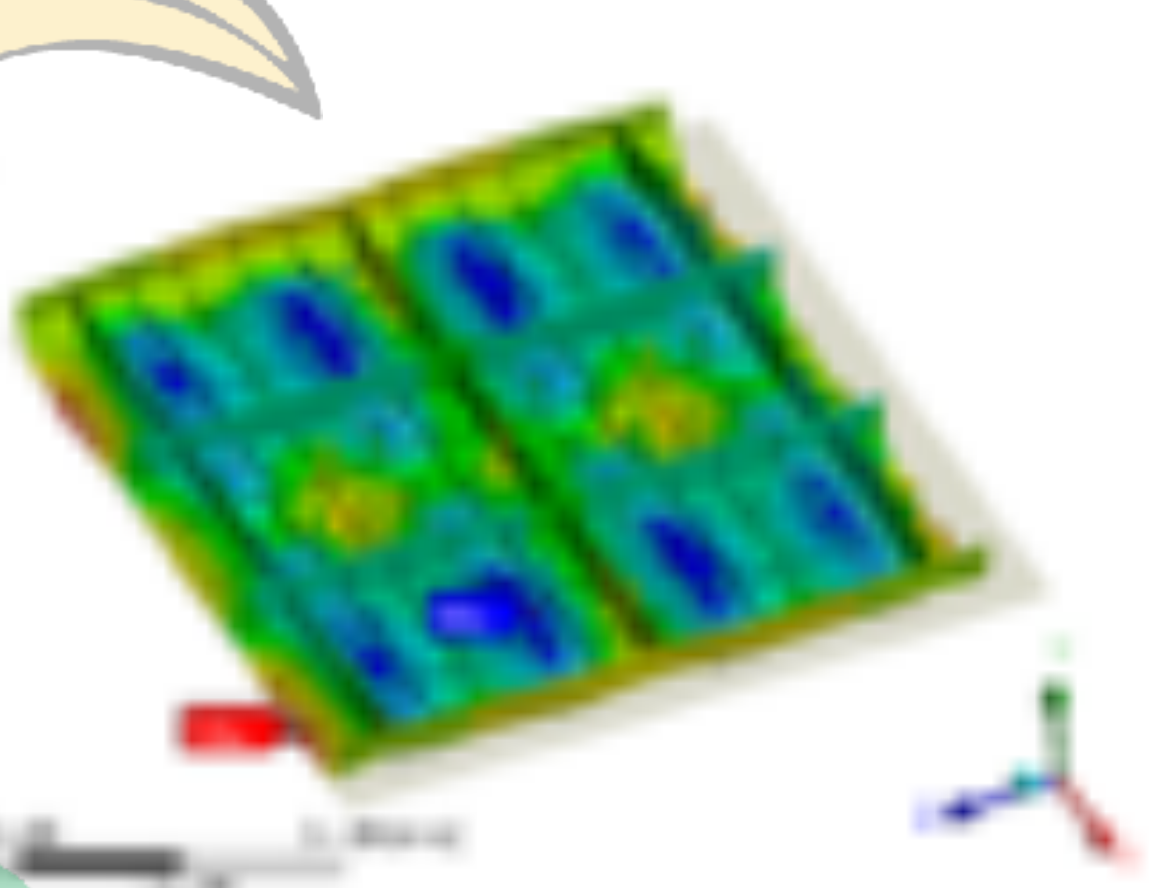
Gambar 4.17.1 Hasil Nilai Tegangan Konsturksi pada Layout *Two Row Arrangement* Model 2



Gambar 4.17.3 Hasil Nilai Deformasi Konsturksi pada Layout *Two Row Arrangement* Model 2



Gambar 4.17.2 Hasil Nilai Tegangan Konsturksi *Bottom* pada Layout *Two Row Arrangement* Model 2



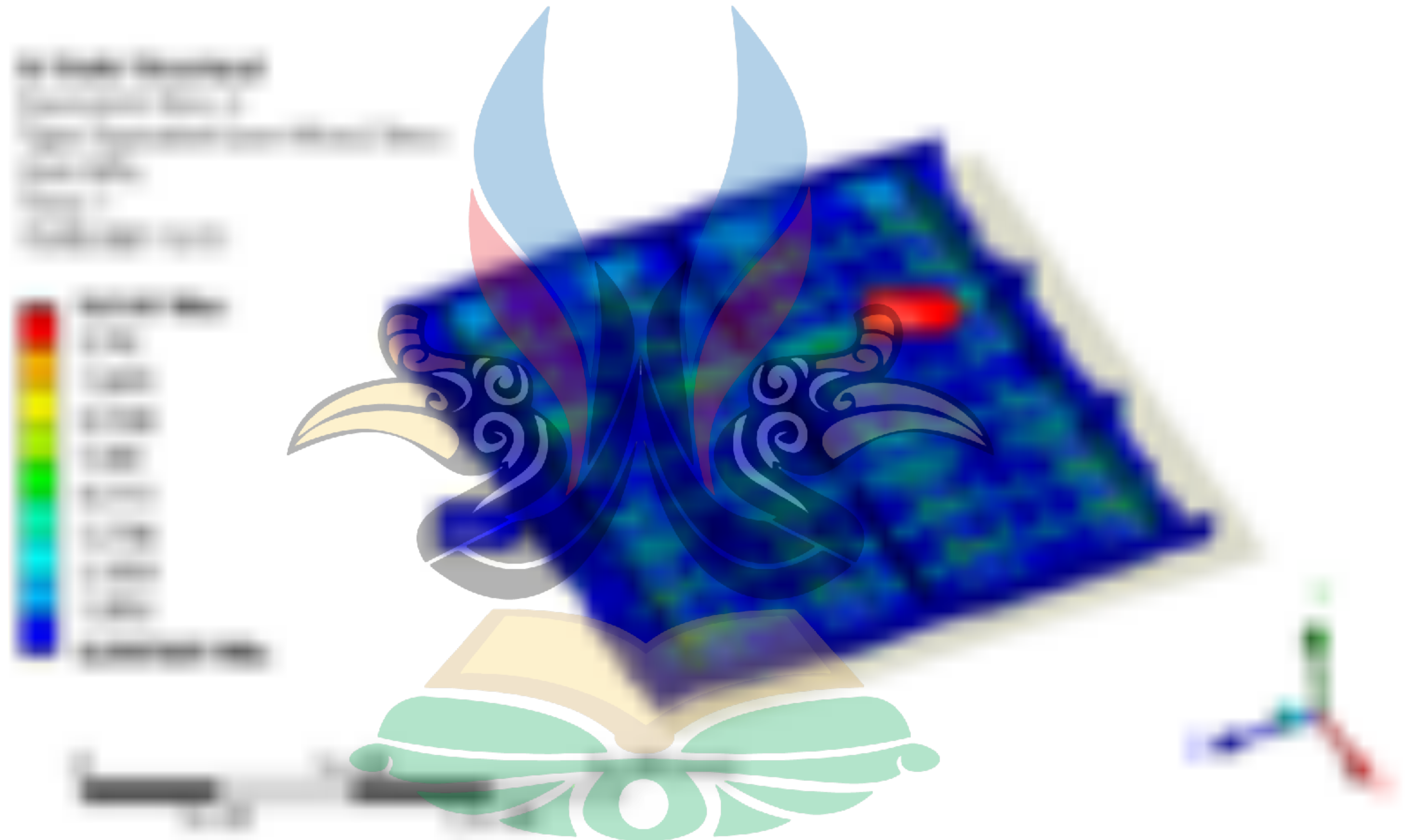
Gambar 4.17.4 Hasil Nilai Deformasi Konsturksi *Bottom* pada Layout *Two Row Arrangement* Model 2

Tabel 4.8 Tabular Data Tegangan *Two Row Arrangement* Model 2

Minimum [MPa]	Maximum [MPa]	Average [MPa]
5.681 x 10 ⁻⁴	9.8347	0.72484

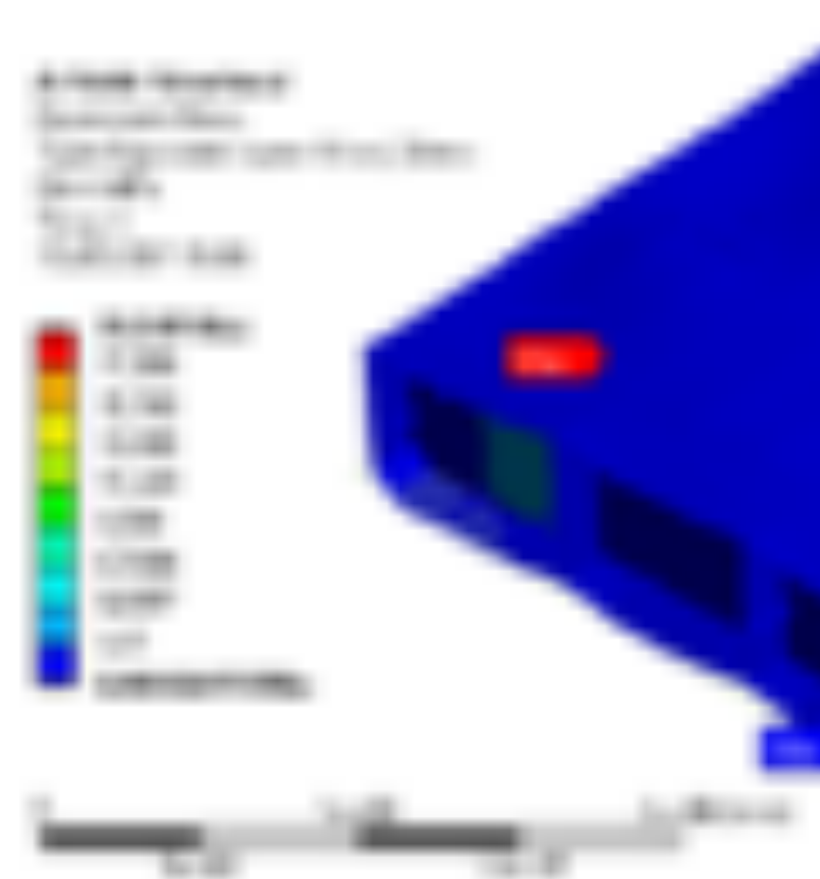
Tabel 4.9 Tabular Data Deformasi *Two Row Arrangement* Model 2

Minimum [mm]	Maximum [mm]	Average [mm]
8.4794 x 10 ⁻²	0.37677	0.22592

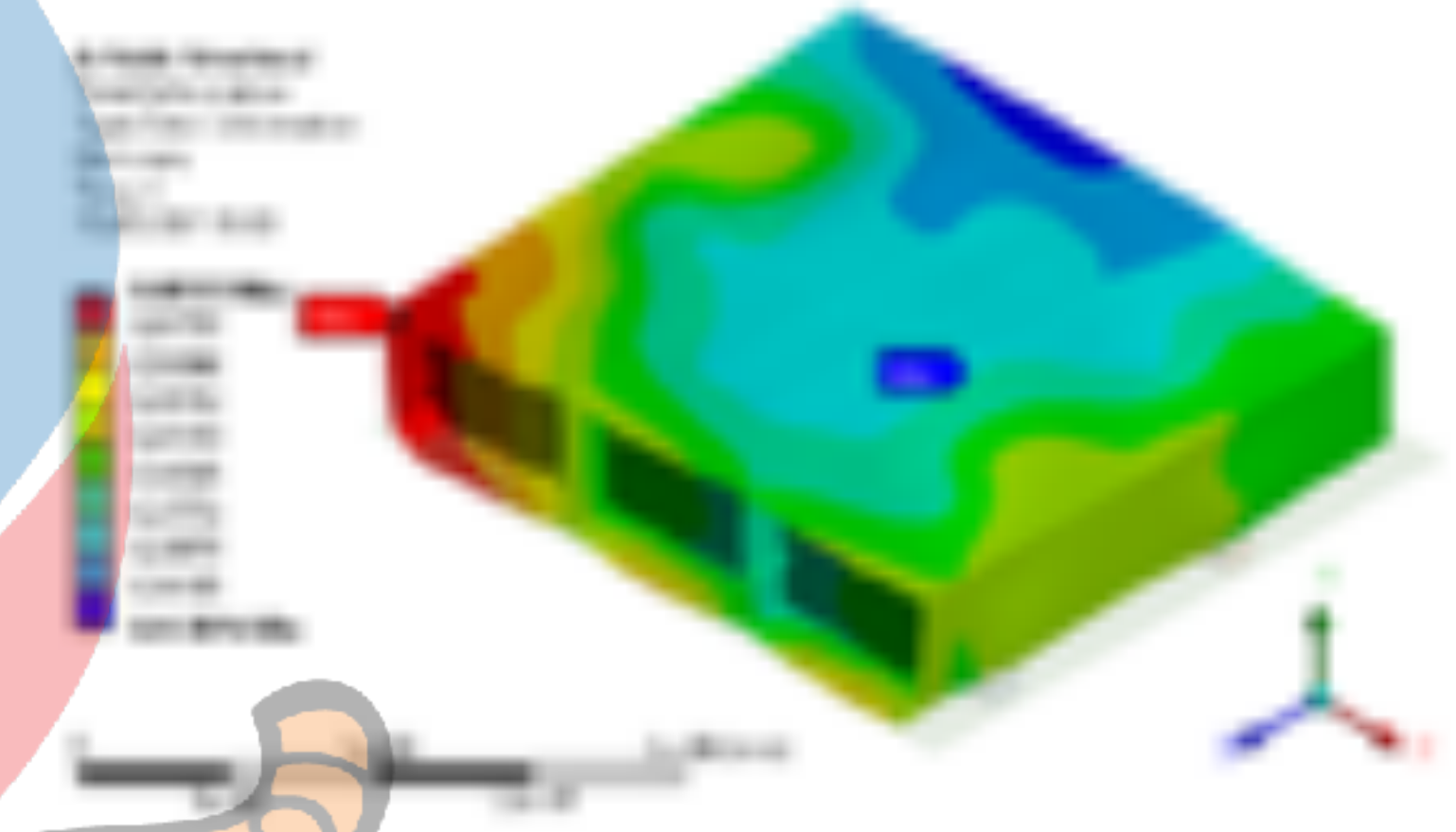


Gambar 4.17.2 Hasil Nilai Tegangan Konstruksi *Bottom* pada Layout *Two Row Arrangement* Model 2

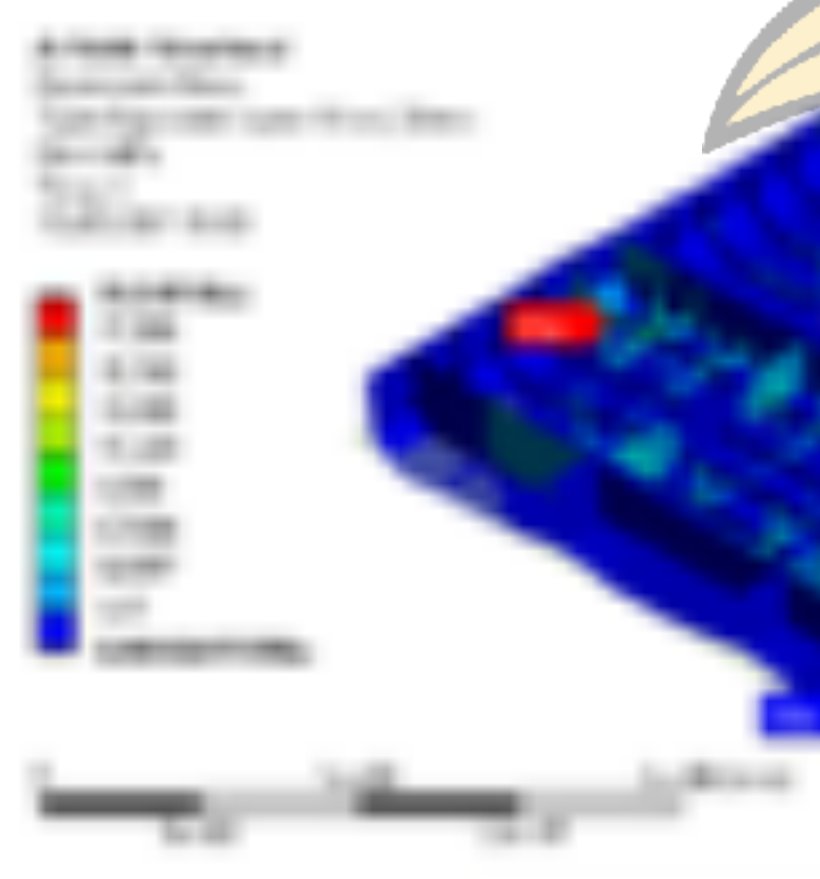
Hasil Simulasi : LAYOUT CROSS OVER ARRAGEMENT MODEL 1



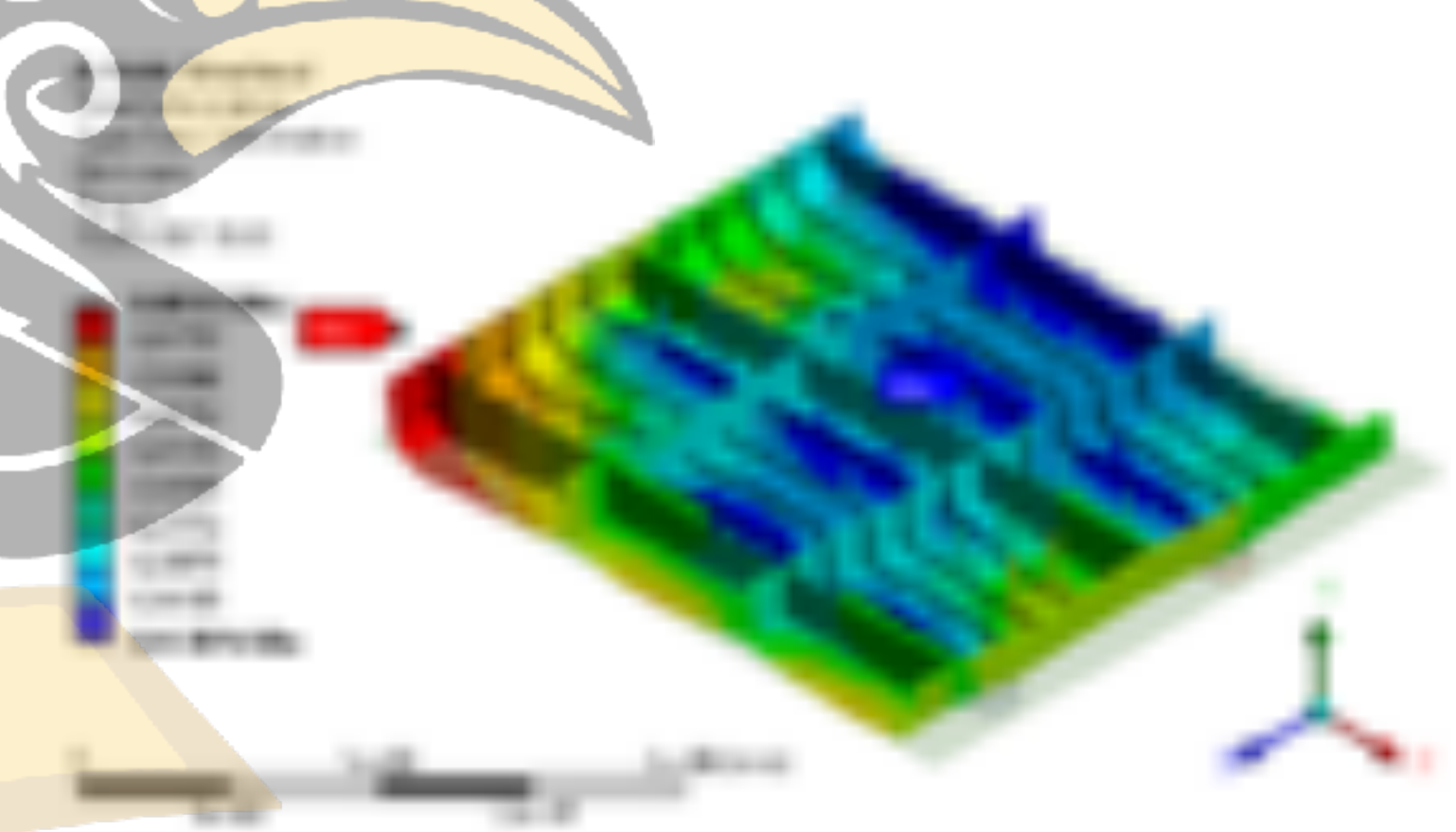
Gambar 4.18.1 Hasil Nilai Tegangan Konsturksi pada Layout *Cross Over Arragement* Model 1



Gambar 4.18.3 Hasil Nilai Deformasi Konsturksi pada Layout *Cross Over Arragement* Model 1



Gambar 4.18.2 Hasil Nilai Tegangan Konsturksi *Bottom* pada Layout *Cross Over Arragement* Model 1



Gambar 4.18.4 Hasil Nilai Deformasi Konsturksi *Bottom* pada Layout *Cross Over Arragement* Model 1

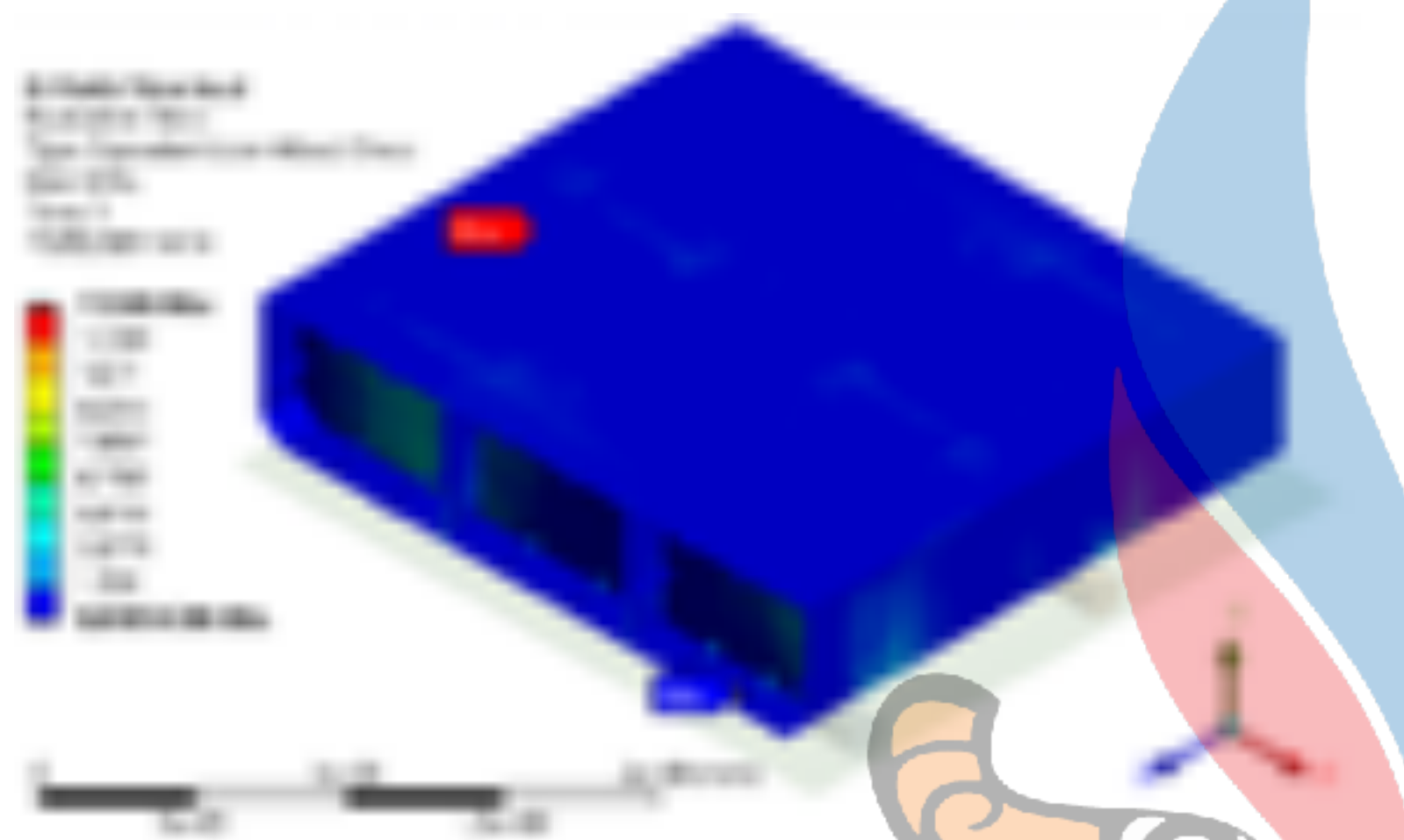
Tabel 4.10 Tabular Data Tegangan *Cross Over Arragement* Model 1

Minimum [MPa]	Maximum [MPa]	Average [MPa]
3.6411 x 10 ⁻⁴	20.247	0.96551

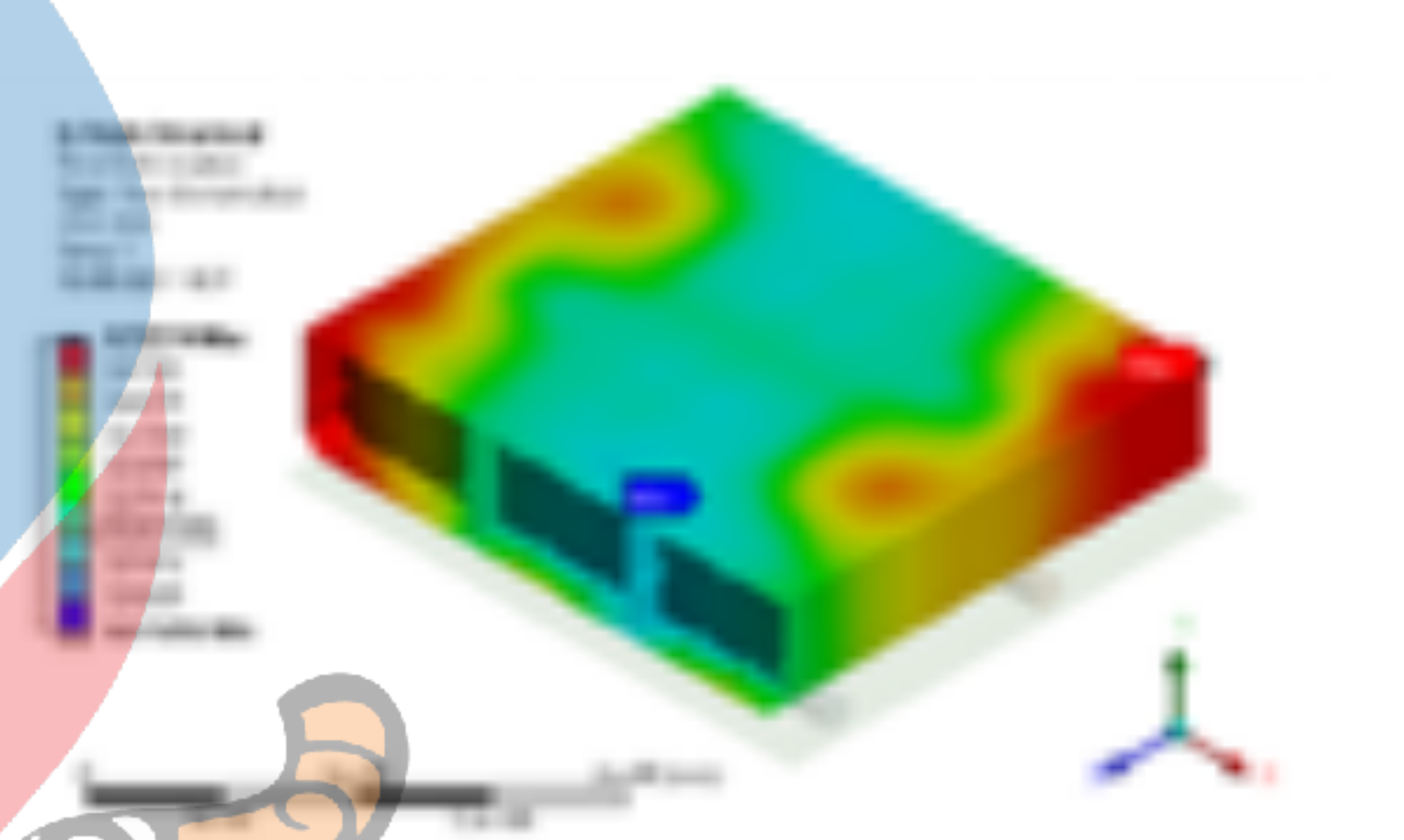
Tabel 4.11 Tabular Data Deformasi *Cross Over Arragement* Model 1

Minimum [mm]	Maximum [mm]	Average [mm]
7.3916 x 10 ⁻²	0.68533	0.30223

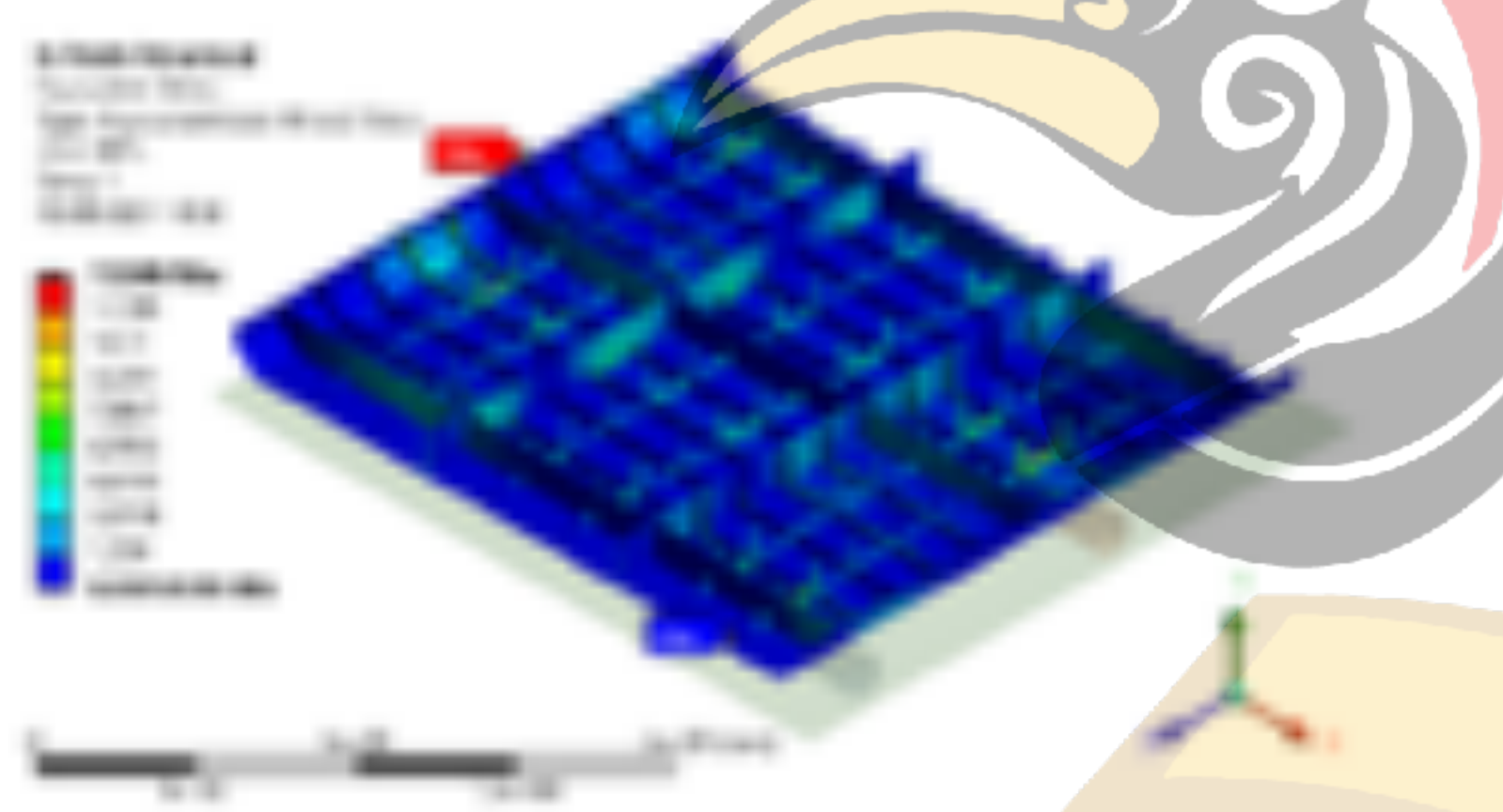
Hasil Simulasi : LAYOUT CROSS OVER ARRANGEMENT MODEL 2



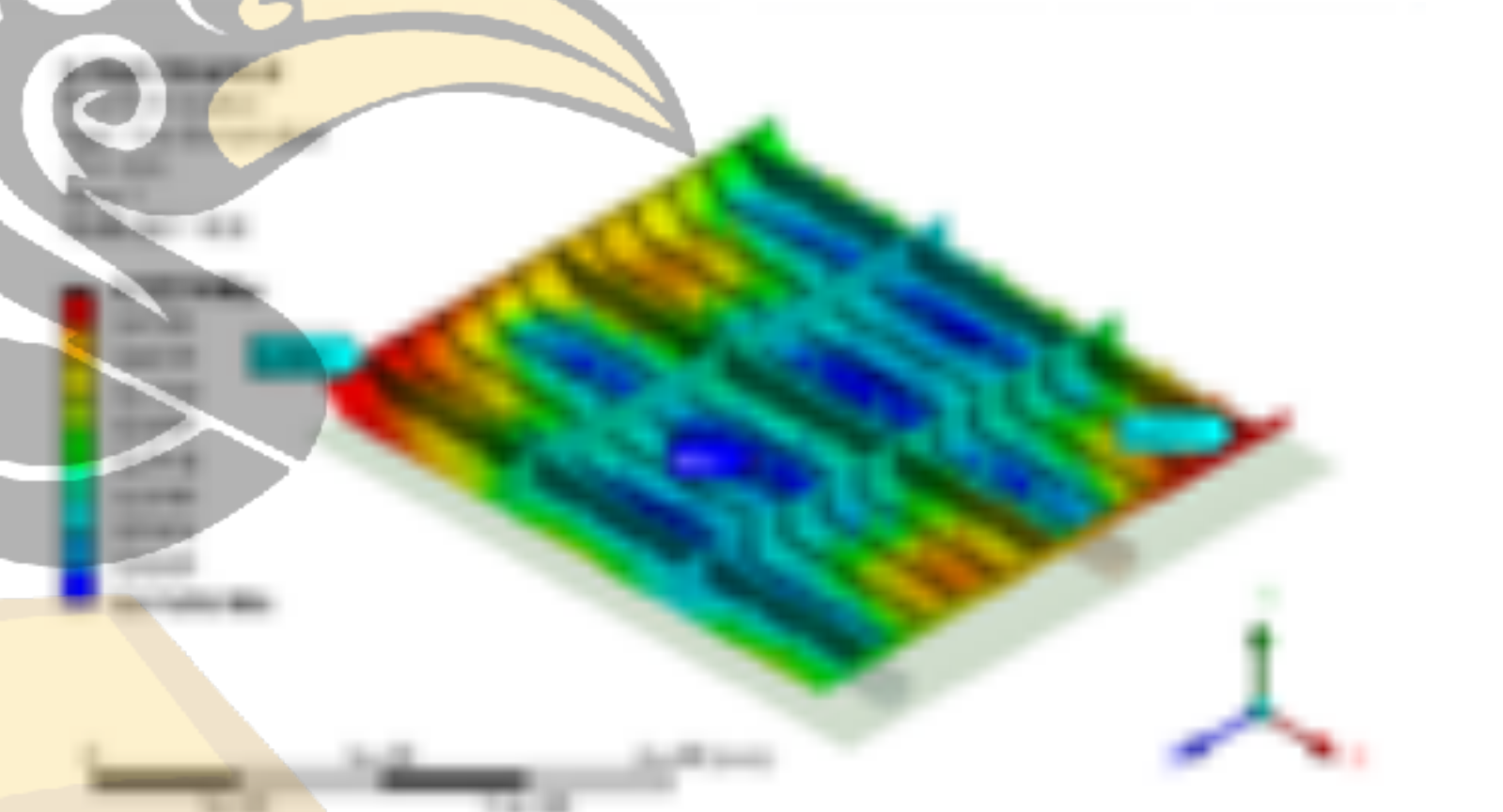
Gambar 4.19.1 Hasil Nilai Tegangan Konsturksi pada Layout *Cross Over Arrangement* Model 2



Gambar 4.19.3 Hasil Nilai Deformasi Konsturksi pada Layout *Cross Over Arrangement* Model 2



Gambar 4.19.2 Hasil Nilai Tegangan Konsturksi *Bottom* pada Layout *Cross Over Arrangement* Model 2



Gambar 4.19.4 Hasil Nilai Deformasi Konsturksi *Bottom* pada Layout *Cross Over Arrangement* Model 2

Tabel 4.12 Tabular Data Tegangan *Cross Over Arrangement* Model 2

Minimum [MPa]	Maximum [MPa]	Average [MPa]
5.4306 x 10 ⁻⁴	13.846	0.96373

Tabel 4.13 Tabular Data Deformasi *Cross Over Arrangement* Model 2

Minimum [mm]	Maximum [mm]	Average [mm]
7.5292 x 10 ⁻²	0.52274	0.28904

Tegangan Tekuk Euler

Kekuatan tekuk dari setiap anggota kekuatan struktur kapal dapat dievaluasi dengan menggunakan konsep tegangan tekuk kritis. Besarnya tegangan tekuk kritis terkait dengan persamaan tekuk Euler klasik dan bergantung pada apakah tekuk terjadi dalam kondisi elastis atau dalam kondisi tidak elastis.

$$\sigma_E = \frac{k \times \pi^2 \times E}{12(1 - \nu^2)} \times \left(\frac{t}{b}\right)^2$$

σ_E	= tegangan tekuk Euler (N/mm ²)	
b	= lebar terkecil dari pelat	1828.8 mm
E	= modulus elastisitas	200000 N/mm ²
t_1	= ketebalan pelat bottom	12.5 mm
t_2	= ketebalan pelat deck	14 mm
t_3	= ketebalan pelat sisi	11 mm
ν	= Poisson's ratio, $\nu = 0.3$	0.3
k	= Konstanta tergantung pada kondisi batas pelat dan rasio aspek (rasio b) untuk $a/b > 1$, $k = 4$	4

maka diperoleh hasil untuk jarak frame 1828.8 mm pada pelat *bottom* tegangan tekuk Euler sebesar 42.18 N/mm², pada pelat *deck* sebesar 52.91 N/mm² dan pada pelat sisi sebesar 32.66 N/mm².

Analisis Tegangan

Dari hasil perhitungan tegangan dengan menggunakan *software* berbasis elemen hingga, didapatkan bahawa tegangan maksimum berada pada bagian *bottom* kapal. Tegangan maksimum yang diperoleh dari masing-masing *layout* dan model kemudian dibandingkan dengan tegangan *ultimate*, *yield* material menurut sertifikat material berdasarkan BKI Vol V 2019 *Sec* 4 B 6.5 dan tekuk Euler seperti pada Tabel 4.14 berikut,

Tabel 4.14 Perbandingan Tegangan Maksimum Model dengan Tegangan *Ultimate*, *Yield* dan Tekuk Euler

No	<i>Layout</i>	Tegangan Maksimum Simulasi [MPa]	Tegangan <i>Ultimate</i> Material [MPa]	Tegangan <i>Yield</i> Material [MPa]	Tegangan Tekuk Euler [MPa]	Status Tegangan
1	<i>Two Row Model 1</i>	11.62	440	355	42.18	Memenuhi
2	<i>Two Row Model 2</i>	9.8347	440	335	42.18	Memenuhi
3	<i>Cross Over Model 1</i>	20.247	440	335	42.18	Memenuhi
4	<i>Cross Over Model 2</i>	13.846	440	335	42.18	Memenuhi

Dari hasil perhitungan deformasi dengan menggunakan *software* berbasis elemen hingga diperoleh tegangan maksimum pada masing-masing layout dan model yang kemudian dibandingkan dengan deformasi ijin BKI Vol II 2019 *Sec.* 3 F 3.1 maka didapatkan Tabel 4.15 sebagai berikut,

Tabel 4.15 Status Kedalaman Deformasi

No	<i>Layout</i>	Kedalaman Deformasi [mm]	Batas Deformasi [mm]	Status
1	<i>Two Row Model 1</i>	0.548	10	Aman
2	<i>Two Row Model 2</i>	0.37677	10	Aman
3	<i>Cross Over Model 1</i>	0.68533	10	Aman
4	<i>Cross Over Model 2</i>	0.52274	10	Aman

Safety Factor

Material yang digunakan adalah pelat baja ASTM A36 dan perhitungan *safety factor* mengacu pada sertifikat material berdasarkan BKI Vol V 2019 *Sec 4 B 6.5*. Perhitungan *safety factor* (*SF*) dilakukan dengan membandingkan hasil tegangan simulasi dengan tegangan *yiled* sertifikat material seperti pada persamaan berikut,

$$SF = \frac{\text{Tegangan Yiled Material}}{\text{Tegangan Simulasi Von Mises}}$$

Sehingga didapatkan hasil perhitungan *safety factor* seperti pada Tabel 4.16 berikut,

Tabel 4.16 Perhitungan *Safety Factor* Menurut Sertifikat Material BKI

<i>Layout</i>	Tegangan Maksimum Simulasi [MPa]	Tegangan <i>Ultimate</i> Material [MPa]	Tegangan <i>Yield</i> Material [MPa]	<i>Safety Factor</i>	Keterangan
<i>Two Row Model 1</i>	11.62	440	355	31	Aman
<i>Two Row Model 2</i>	9.8347	440	335	34	Aman
<i>Cross Over Model 1</i>	20.247	440	335	17	Aman
<i>Cross Over Model 2</i>	13.846	440	335	24	Aman

Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil perhitungan dan pengujian yang telah dilakukan sebelumnya maka dapat dihasilkan kesimpulan bahwa :

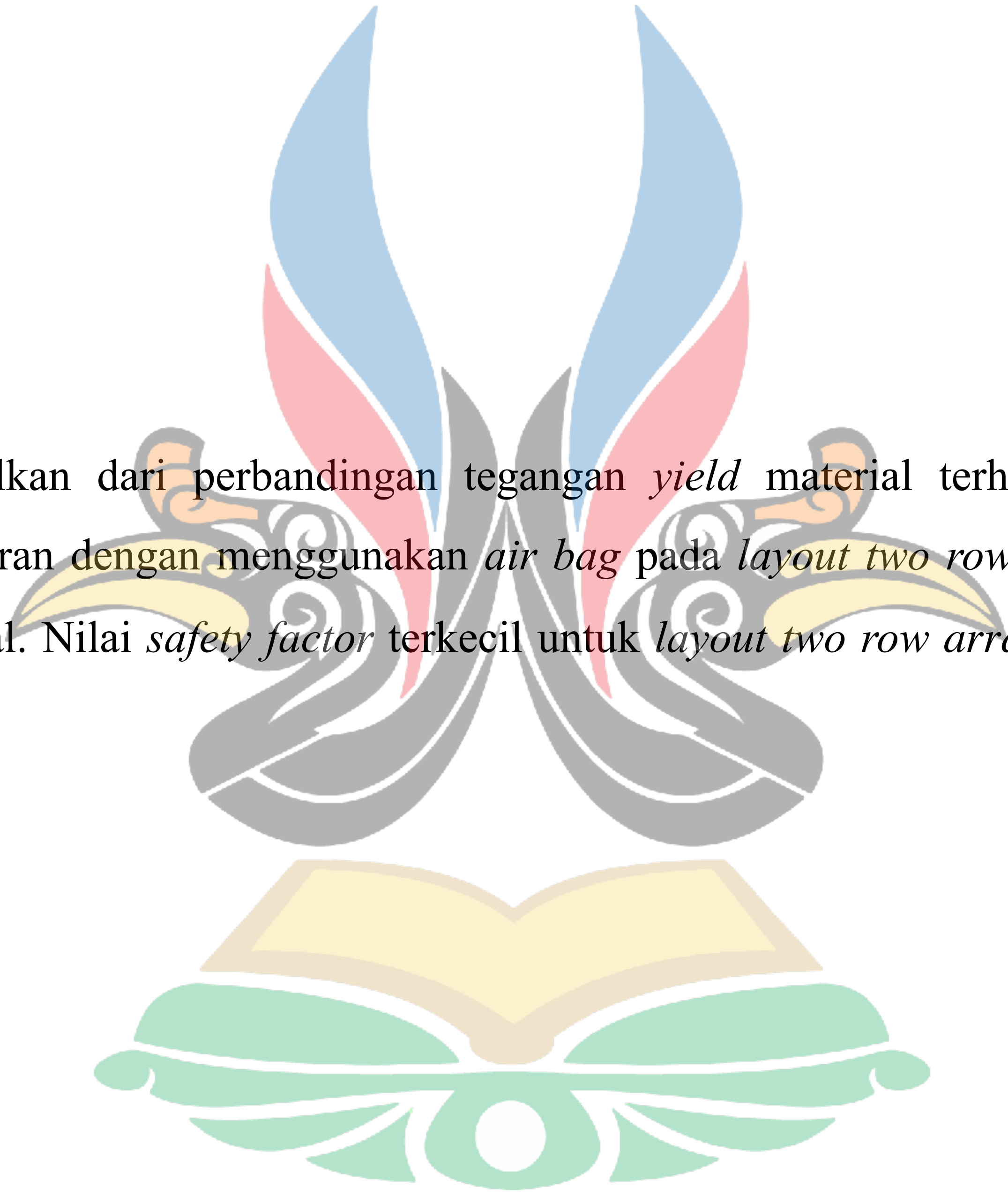
Jumlah *airbag* yang digunakan pada *layout two row* dan *cross over arrangement* adalah 14 buah dan 28 buah yang didapatkan dengan cara perhitungan rumus serta mempertimbangkan jarak antar *airbag* yang bernilai 5.49 m.

Status *airbag* pada *layout two row* dan *cross over arrangement* terhadap pembebanan adalah aman, hasil ini didapatkan dengan mempertimbangkan panjang efektif dan distribusi pembebanan konstruksi kapal yang diterima *airbag* terhadap *bearing capacity* pabrik dimana *airbag* diproduksi. Distribusi berat yang diterima setiap *airbag* untuk *layout two row arrangement* adalah 7.9056 ton/m dan untuk *layout cross over arrangement* adalah 8.784 ton/m. Diketahui jika *bearing capacity* dari *air bag* adalah 14.58 ton/m maka dapat dikatakan bahwa *airbag* tidak pecah atau mampu menahan berat konstruksi kapal.

Hasil nilai tegangan maksimum yang didapatkan dari simulasi pada *layout two row arrangement* model 1 dan 2 adalah bernilai 11.62 MPa dan 9.8347 MPa serta pada *layout cross over arrangement* model 1 dan 2 didapatkan tegangan maksimum bernilai 20.247 MPa dan 13.846 MPa.

Dari hasil simulasi ini didapatkan bahwa tegangan maksimum terjadi pada daerah *bottom* kapal yang bersentuhan langsung dengan *airbag*. Setelah dilakukan perbandingan dengan nilai tegangan *ultimate* material menurut BKI Vol V 2019 Sec 4 B 6.5 yang bernilai 440 MPa dan tegangan *yield* material yang bernilai 355 MPa serta perhitungan tekuk *euler bottom* yang bernilai 42.18 MPa, maka dapat dinyatakan bahwa tegangan maksimum yang terjadi pada konstruksi kapal masih dalam keadaan memenuhi atau di bawah tegangan yang diijinkan selain itu didapatkan juga bahwa tegangan maksimum yang terjadi pada model 1 lebih besar dari model 2 dimana model 2 adalah kondisi ketika *air bag* yang berada di antara *frame*.

Kemudian deformasi yang dihasilkan dari simulasi menyatakan bahwa lokasi deformasi berada pada daerah-daerah yang tidak ditumpu oleh *airbag* seperti pada konstruksi *deck*. Besar nilai deformasi yang dihasilkan pada *layout two row* dan *cross over arrangement* masih di bawah deformasi ijin BKI Vol II 2019 Sec. 3 F 3.1 yaitu 10 mm. Nilai deformasi untuk *layout two row arrangement* model 1 adalah 0.548 mm dan 0.37677 mm untuk model 2, kemudian pada *layout cross over arrangement* didapatkan nilai deformasi untuk model 1 adalah 0.68533 mm dan untuk model 2 adalah 0.52274 mm.



Safety Factor yang dihasilkan dari perbandingan tegangan *yield* material terhadap tegangan maksimal simulasi menyatakan bahwa peluncuran dengan menggunakan *air bag* pada *layout two row* dan *cross over arrangement* adalah aman untuk konstruksi kapal. Nilai *safety factor* terkecil untuk *layout two row arrangement* adalah 30 dan *layout cross over arrangement* adalah 16.

