

4.9.4. Hasil Analisa kekuatan Struktur pada *Chain Line*

Analisa kekuatan pada struktur *chain line* dengan menggunakan beberapa data yang digunakan memiliki dimensi berbeda. Pada analisa kekuatan struktur *chain line* dilakukan dengan menggunakan pengurangan dimensi akibat adanya laju korosi pada material *chain line* dengan jenis material *Grade U2*. Tabel analisa pengurangan dimensi disajikan pada Tabel 4.26.

Tabel 4.26 Hasil Analisa pengurangan dimensi *chain line*

<i>Reference</i>	<i>Diameter Reduction</i>	<i>Dimension Thickness</i>
<i>Installation</i>	-	16 mm
<i>Estimated 3 yr</i>	0.6 mm	15.4 mm
<i>In-time</i>	1 mm	15 mm
<i>Estimated 10 yr</i>	2 mm	14 mm

Hasil analisa pengurangan dimensi pada struktur *chain line* dengan menggunakan standar DNV OS-E302, kemudian dilanjutkan dengan analisa struktur pada *chain line* untuk mengetahui *Max. Stress* dan nilai deformasi yang diterima oleh *chain line*. Hasil analisa kekuatan struktur akan mendapatkan nilai tegangan maksimum dan deformasi pada struktur *chain line* dapat dilihat pada Tabel 4.27 sampai Tabel 4.29.

Tabel 4.27 Hasil tegangan maksimum dan deformasi pada *chain line* dengan variasi beban sebesar 103912.856 N (+20% dari beban normal)

<i>Reference</i>	<i>d</i>	<i>Year</i>	<i>Presentase</i>	<i>Max. Stress</i>	<i>Deformation</i>
<i>Installation</i>	16 mm	2017	100%	202.47 MPa	0.42121 mm
<i>Estimated 3 yr</i>	15.4 mm	2020	96.25%	225.79 MPa	0.74908 mm
<i>In-time</i>	15 mm	2022	93.75%	258.9 MPa	1.052 mm
<i>Estimated 10 yr</i>	14 mm	2027	87.5%	370.96 MPa	1.9438 mm

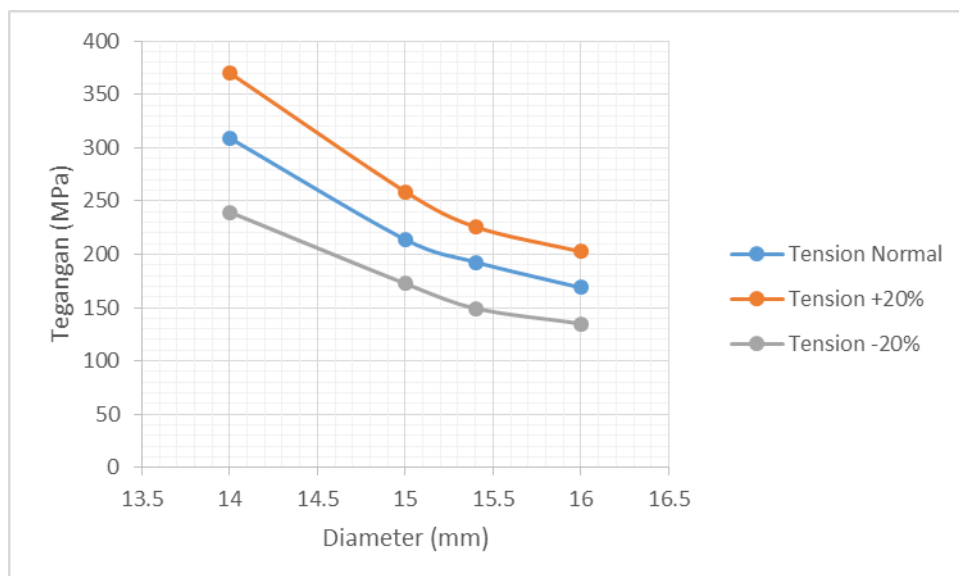
Tabel 4.28 Hasil tegangan maksimum dan deformasi pada *chain line* dengan variasi beban sebesar 86594.047 N

<i>Reference</i>	<i>d</i>	<i>Year</i>	<i>Presentase</i>	<i>Max. Stress</i>	<i>Deformation</i>
Installation	16 mm	2017	100%	168.73 MPa	0.35101 mm
Estimated 3 yr	15.4 mm	2020	96.25%	192.75 MPa	0.65605 mm
In-time	15 mm	2022	93.75%	213.95 MPa	0.91133 mm
Estimated 10 yr	14 mm	2027	87.5%	309.13 MPa	1.6187 mm

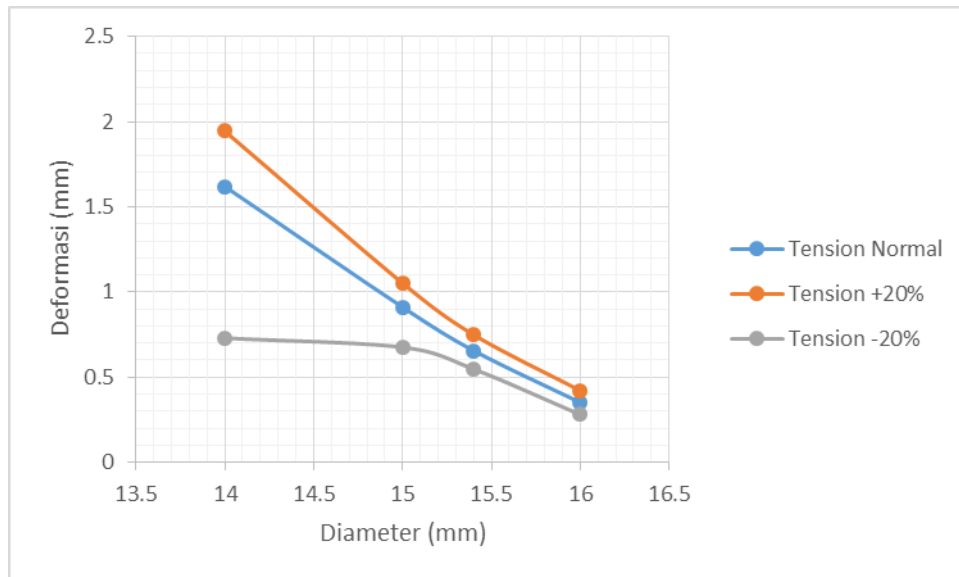
Tabel 4.29 Hasil tegangan maksimum dan deformasi pada *chain line* dengan variasi beban sebesar 69275.238 N (-20% dari beban normal)

<i>Reference</i>	<i>d</i>	<i>Year</i>	<i>Presentase</i>	<i>Max. Stress</i>	<i>Deformation</i>
Installation	16 mm	2017	100%	134.98 MPa	0.28081 mm
Estimated 3 yr	15.4 mm	2020	96.25%	149.36 MPa	0.54766 mm
In-time	15 mm	2022	93.75%	172.6 MPa	0.67589 mm
Estimated 10 yr	14 mm	2027	87.5%	239.67 MPa	0.72943 mm

Berikut adalah grafik hasil tegangan maksimum dan deformasi pada struktur chain disajikan pada Gambar 4.35 sampai Gambar 4.36.



Gambar 4.35 Grafik hasil Tegangan *chain line*



Gambar 4.36 Grafik hasil deformasi *chain line*

Dari analisa kekuatan struktur *chain line* pada *Tug Boat* Mega Daya 47 maka dengan menggunakan data *General Notes* pada saat instalasi didapatkan hasil tegangan sebesar 202.47 MPa, 168.73 MPa, dan 134.98 MPa dengan nilai deformasi 0.42121 mm, 0.35101 mm dan 0.28081 mm. Apabila terjadi pada periode waktu 3 tahun dari waktu instalasi dengan pengurangan dimensi 0.2 mm tiap tahunnya yang mengacu pada standar DNV OS-E301 Section E200 laju korosi pada material *chain line* didapatkan hasil tegangan sebesar 225.79 MPa, 192.75 MPa, dan 149.36 MPa dengan nilai deformasi sebesar 0.74908 mm, 0.65605 mm, dan 0.54766 mm kekuatan struktur *chain line* pada saat menerima beban yang bekerja berada pada kriteria yang aman. Dengan hasil tersebut menunjukkan nilai tegangan dan deformasi masih memenuhi standar keamanan (*safety factor*) dan tidak melebihi batas nilai maksimum sesuai pada acuan standar yang ditetapkan.

Sedangkan pada waktu saat ini pada tahun 2022 dengan periode waktu 5 tahun dari waktu instalasi *chain line* didapatkan hasil tegangan sebesar 258.9 MPa, 213.95 MPa, dan 172.6 MPa dengan nilai deformasi sebesar 1.052 mm, 0.91133 mm, dan 0.67589 mm dimana nilai tegangan yang diperoleh memenuhi standar sedangkan nilai deformasi yang dihasilkan pada pemberian beban sebesar beban normal – 20% berada pada kriteria yang aman sedangkan deformasi yang dihasilkan pada

pemberian beban normal dan beban normal + 20% tidak memenuhi standar yang telah ditetapkan.

Begitu pula pada estimasi periode 10 tahun kedepan dari awal instalasi *chain line* didapatkan hasil tengangan sebesar 370.96 MPa, 309.13 MPa, dan 239.67 MPa dengan nilai deformasi 1.9438 mm, 1.6187 mm, 0.72943 mm dimana nilai tegangan dan deformasi pada pemberian beban sebesar beban normal -20% berada pada kriteria aman sedangkan hasil tegangan dan deformasi pada pemberian beban sebesar beban normal dan beban normal + 20% tidak memenuhi strandar yang telah ditetapkan.

4.9.5. Analisa Tegangan Tarik dan Tegangan Geser pada Chain line

Pada tahap ini penulis menganalisis tegangan tarik dan geser pada chain line untuk mengetahui lokasi titik putusnya chain line tersebut dengan nilai tegangan terbesar yang dihasilkan pada proses simulasi. Berikut adalah nilai tegangan tarik dan geser pada chain line yang disajikan pada Tabel 4.30.

Tabel 4.30 Hasil tegangan Tarik dan geser pada *chain line*

Tension (N)	Tegangan Tarik (MPa)			Tegangan Geser (MPa)		
	X	Y	Z	XY	YZ	XZ
103912.856	105.54	100.42	145.98	42.734	50.124	20.4
86594.047	87.953	83.685	121.65	35.612	41.77	17
69275.238	70.362	66.948	97.317	28.49	33.416	13.6

Maka dapat dikatakan bahwa lokasi titik putusnya struktur *chain line* yaitu pada tegangan tarik sumbu Z dengan nilai tension sebesar 103912.856 N dan hasil tegangan sebesar 145.98 MPa.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil analisa di atas, ada dua poin penting yang dapat disimpulkan pada tugas akhir ini, antara lain:

1. *Respon Amplitude Operator* gerak *Tug Boat* Mega Daya 47 kondisi tertambat pada gerakan translasi *surge* tertinggi ialah sebesar 6.6144 (m/m) pada *heading* 0°, *sway* tertinggi ialah 5.9473 (m/m) pada *heading* 90°, dan *heave* 0.9995 (m/m) pada *heading* 90°. Untuk gerakan rotasi *roll* tertinggi ialah sebesar 33.1258 (deg/m) pada *heading* 90°, *pitch* tertinggi ialah 2.3066 (deg/m) pada *heading* 0°, dan *yaw* tertinggi ialah 22.2293 (deg/m) pada *heading* 90°.
2. Dari analisa struktur *chain line* pada *Tug boat* Mega Daya 47 maka didapatkan hasil tegangan sebesar 168.73 MPa, apabila estimasi dengan periode waktu 3 tahun dari pemasangan instalasi *chain line* didapatkan hasil tegangan sebesar 192.75 MPa, dan apabila terjadi saat ini pada tahun 2022 dengan periode waktu 5 tahun didapatkan hasil tegangan sebesar 213.95 MPa. Kekuatan struktur *chain line* pada saat menerima beban yang bekerja pada kriteria yang aman dan tidak melebihi batas maksimum *Yeild Strength* sesuai acuan standart DNV OS E301 sebesar 265.5 MPa. Sedangkan pada estimasi 10 tahun dari instalasi awal *chain line* didapatkan hasil tegangan sebesar 309.13 MPa, artinya kekuatan struktur *chain line* pada saat menerima beban yang bekerja pada kriteria yang tidak aman dan melebihi batas maksimum *Yeild Strength* sesuai acuan standart DNV OS E301 sebesar 265.5 MPa.
3. Dari analisa struktur *chain line* pada *Tug boat* Mega Daya 47 maka didapatkan hasil deformasi sebesar 0.35101 mm, apabila estimasi dengan periode waktu 3 tahun dari pemasangan instalasi *chain line* didapatkan hasil deformasi sebesar 0.65605 mm. Hasil nilai deformasi yang diperoleh tidak melebihi batas maksimum deformasi sesuai acuan standart DNV OS E301 sebesar 0.8 mm.

Sedangkan apabila terjadi saat ini pada tahun 2022 dengan periode waktu 5 tahun didapatkan hasil deformasi sebesar 0.91133 mm , dan apabila estimasi dengan periode waktu 10 tahun dari pemasangan instalasi *chain line* didapatkan hasil deformasi sebesar 1.6187 mm , artinya Hasil nilai deformasi yang diperoleh melebihi batas maksimum deformasi sesuai acuan standart DNV OS E301 sebesar 0.8 mm .

5.2.Saran

1. Mengembangkan hasil perhitungan stress menjadi perhitungan keandalan dan kelelahan struktur.
2. *Heading wave* pada tugas akhir ini hanya dilakukan analisis dari arah 0° , 90° , 180° . Perlu dilakukan analisis dari heading pembebanan lain agar hasil analisisnya lebih detail.

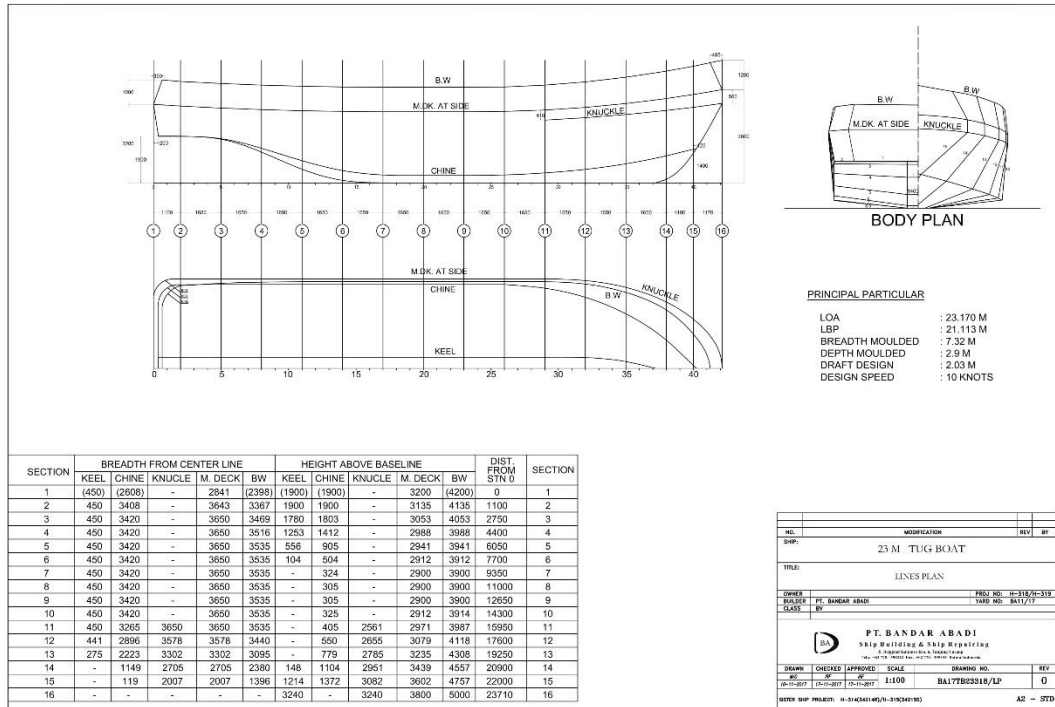
DAFTAR PUSTAKA

- ABS. 2004. *Guide for Building and Classing Floating Production Installation*, USA: American Bureau of Shipping. Shipping ABS Plaza.
- API RP 2 SK. 2005. *Reccomended Practice fir Design and Anlysis of Station Keeping System for Floating Structures*. USA: America Petroleum Institute.
- A. W. Pradhana. 2015. *Analisa Kekuatan Struktur Global Single Point Mooring Akibat Beban Point Mooring Structure Due To Extreme Waves Load*. Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Bastian, Jajang. ST. 2011. *Analisa Fatigue Kekuatan Stern Ramp Door akibat Beban Dinamis pada KM. Kirana I dengan Metode Elemen Hingga Diskrit Elemen Segitiga Plane Stress*. Teknik Perkapalan, Universitas Diponegoro.
- Biro Klasifikasi Indonesia. 2015. *Rules For The Classification and Construction of Seegoing Steel Ships Vol. II*. Biro Klasifikasi Indonesia. Indonesia.
- Biro Klasifikasi Indonesia. 2016. *Rules for the Classification and 2016 Edition Vol. IV*. Biro Klasifikasi Indonesia. Indonesia.
- Chakrabakti, S.K. 2005. *Handbook of Offshore Engineering Volume I*. Plainfield. Illionis, USA: Offshore Stucture Analysis, Inc.
- Djarmiko, E.B. 2012. *Perilaku dan Operabilitas Bangunan Laut di Atas Gelombang Acak*. Surabaya: ITS Press.
- DNV OS E301. 2001. *Position Mooring*. Norway: Det Norske Veritas.
- DNV RP C205. 2010. *Encironmental Conditions and Environmental Loads*. Det Norske Veritas, Norway.
- IACS. 2020. *IACS Recommendation No. 10 Chain Anchoring, Mooring and Towing Equipment, Rec. 1982/Rev. 2020*. Jerman
- IACS. 2014. *Guidance for Anchoring Equipment in Service, Rec. 2003/Rev.1 2014*. Jerman
- Kusbiantiri, A., Chasanah U., Soehartono, S. 2016. *Perbandingan Analisa Balok Baja dengan Cara Teoritis san Finite Element Analysis*. Universitas Pandanaran: Semarang.
- Kusna I. 2008. *Teknik Konstruksi Kapal Baja Jilid II*. (Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan). Jakarta

- M. H. Utama et al. 2016. *Analisa Kelelahan Rantai Jangkar dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga*. J. Tek. Perkapalan, vol. 4, no. 3, Universitas Diponegoro.
- Mulaksono, Sonny. 2013. *Konsep Dasar Kapal SMK Kelas X*. Kementrian Pendidikan & Kebudayaan. Jakarta.
- Nurhuda, Yusuf. 2018. *Analisa Tegangan Chain Line Single Point Mooring Type Catenary Anchor Leg Mooring (CALM) pada Aframax Tanker*. Teknik Permesinan Kapal, PPNS. Surabaya.
- Pinem, Mhd Daud. 2013. *Analisis Sistem Mekanik ANSYS*. Wahana Ilmu Kita: Jakarta.
- Popov, E P. 1996. *Mekanika Teknik*. Erlangga. Indonesia
- P. T. Irianto et al. 2020. *Analisa Kekuatan Struktur End Shackle Rantai Jangkar Akibat Adanya Beban Lingkungan pada Kapal Perintis 1200 GT*. J. Tek. Perkapalan, Vol. 8,No,4, Universitas Diponegoro.
- Rusmiati. 2020. *Rekonstruksi Gelombang Acak dengan Spektrum JONSWAP menggunakan WAFO*. Makassar: Departemen Geofisika Universitas Hasanuddin.
- Velasco Indonesia. 2017. *Jenis Jangkar Kapal dan Fungsinya*. Diakses pada 6 Juni 2017, dari <https://velascoindonesia.com/jenis-jangkar-kapal-dan-fungsinya/>.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar *Lines Plan* Tug boat Mega Daya 47



Lampiran 2 Gambar *General Arrangement* Tug boat Mega Daya 47

