

PERENCANAAN TENDON PADA TENSION LEG PLATFORM (TLP)

Fahmy Septian Triasmoro¹ dan Rildova²

Program Studi Sarjana Teknik Kelautan

Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung,

Jalan Ganesha 10 Bandung 40123

fahmitriasm@gmail.com¹ rildova@ocean@itb.ac.id²

Kata kunci : Tendon, TLP, OrcaFlex, *Limit Stress*, Struktur Terapung.

Key words : Tendon, TLP, OrcaFlex, Limit Stress, Floating Structure

PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan peradaban manusia, kebutuhan energi sebagai pendukung keberjalanan aktifitas manusia akan terus meningkat. Dalam rangka memenuhi peningkatan kebutuhan energi ini, telah dilakukan eksplorasi dan pengeboran sumur minyak dan gas bumi baru baik di darat maupun di laut. *Tension Leg Platform* (TLP) adalah salah satu jenis struktur terapung yang dapat memfasilitasi produksi minyak dan gas di laut dalam. Kestabilan TLP ditentukan oleh mooring vertikal yang terpasang. Mooring vertikal, atau dapat disebut tendon, memerlukan perencanaan yang matang sehingga kekuatan dan performa TLP selama masa operasi tidak mengganggu jalannya produksi minyak dan gas.

TEORI DAN METODOLOGI

Perencanaan tendon pada laporan ini terbagi menjadi 3 bagian, yaitu perhitungan manual, validasi model dengan perhitungan manual, dan pemodelan menggunakan OrcaFlex. Pada

perhitungan manual, diperhitungkan tiga kondisi, yaitu kondisi pasang surut tanpa gelombang, pasang surut dengan gelombang normal, dan pasang surut dengan gelombang ekstrim.

Validasi model dengan perhitungan manual diperlukan sebagai uji validitas model. Apabila model dapat dinyatakan valid maka pemodelan dapat dilakukan dengan berbagai kondisi. Kondisi tersebut memerhitungkan variabel beban TLP, pasang surut, gelombang, angin, dan arus. *Stress* pada tendon melalui pemodelan tersebut dapat diketahui dan dibandingkan dengan *limit stress* yang telah diatur pada API RP-2T. Apabila desain tendon mengalami kegagalan, maka diperlukan perubahan desain tendon.

Gambar 1 Diagram Alir Tugas Akhir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada perhitungan manual digunakan desain tendon awal yang tercantum pada Tabel 1. Dengan memerhitungkan kondisi seperti yang tercantum pada Tabel 2, maka melalui Tabel 3 dapat dinyatakan bahwa desain tendon aman.

Tabel 1 Desain Tendon

Jumlah	16	buah
Radius Luar	400	mm
Ketebalan	4	mm
Luas Penampang Baja	10000	Mm ²
Grade	X80	
<i>Minimum Yield Strength</i>	552	MPa
<i>Ultimate Tensile Strength</i>	621	MPa
Kekakuan Aksial	2041.8	kN/m
Kekakuan Lateral	0.0008	kN/m
Panjang Mula-mula	979.273	m
Panjang Terpasang	980	m
<i>Pretension</i>	1484.478	kN
<i>Limit Stress (A)</i>	310.5	MPa
<i>Limit Stress (B)</i>	372.6	MPa

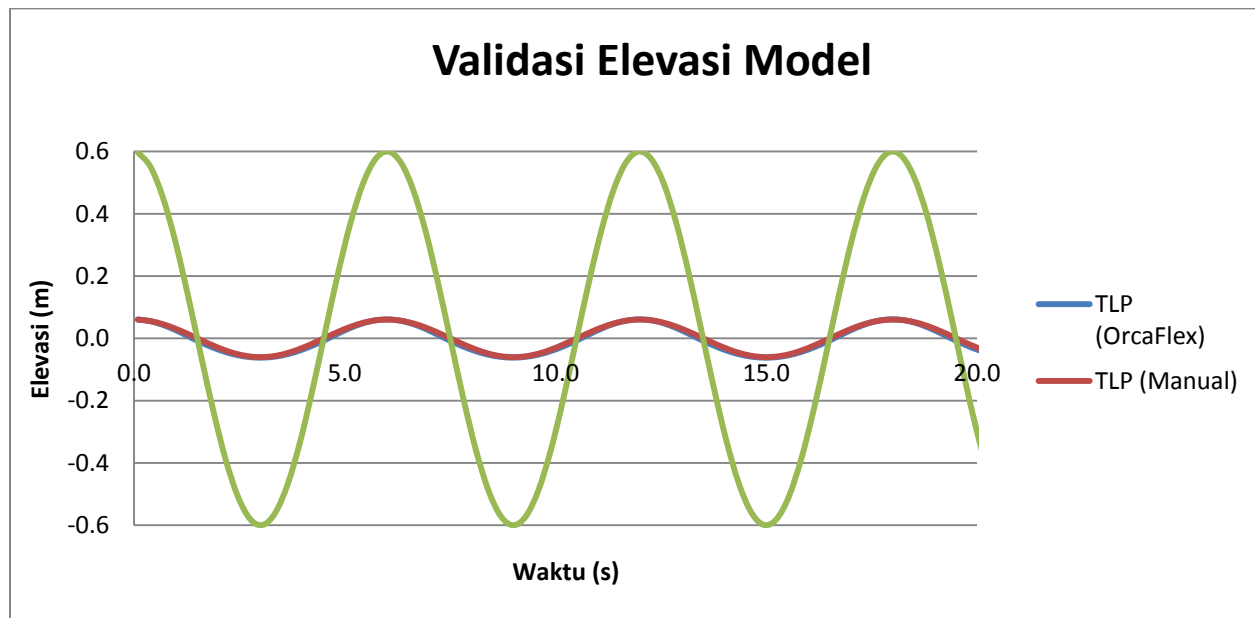
Tabel 2 Kondisi Desain Perhitungan Manual

Kondisi	Pasang Surut	Gelombang	Angin	Arus	Kriteria Keamanan
1	✓	—	—	—	A
2	✓	Normal	—	—	A
3	✓	Ekstrim	—	—	B

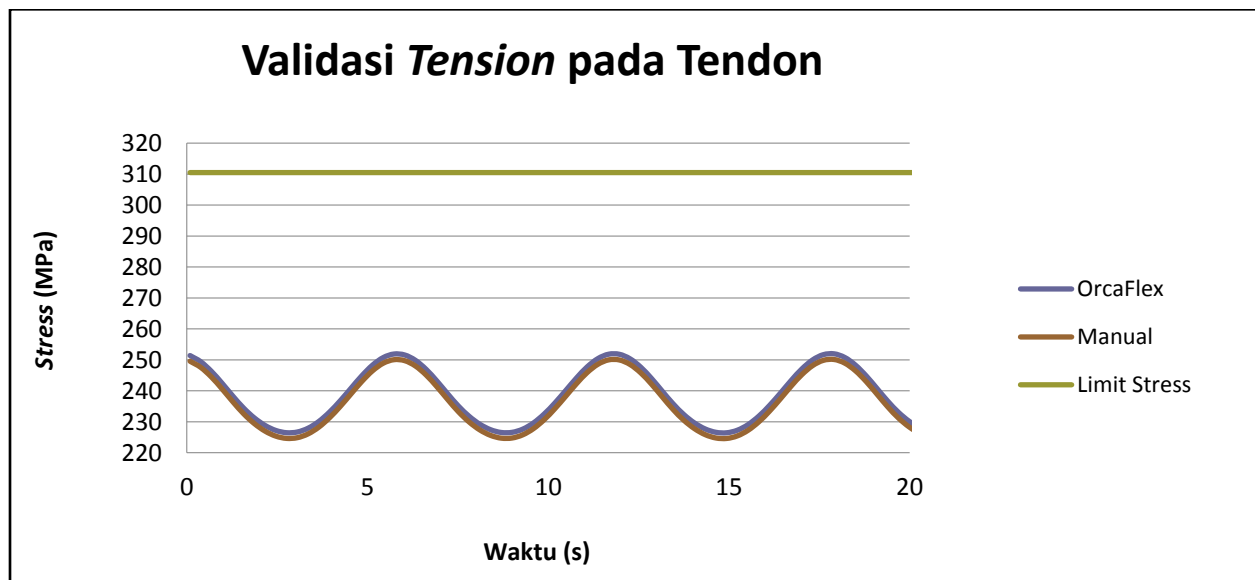
Tabel 3 *Maximum dan Minimum Tendon Stress*

Kondisi		HWL	MWL	LWL
1		269.79	247.41	225.03
2	Maksimum	284.35	259.73	235.10
	Minimum	259.73	235.10	210.47
3	Maksimum	302.83	278.20	253.57
	Minimum	241.26	216.63	192.00

Selanjutnya dilakukan validasi model dan perhitungan manual. Melalui gambar 2 dapat dilihat bahwa beda elevasi antara perhitungan manual dan OrcaFlex sebesar 0.7 mm.



Gambar 2 Validasi Elevasi TLP Hasil Pemodelan dan Perhitungan Manual



Gambar 3 Validasi *Tendon* Stress Hasil Pemodelan dan Perhitungan Manual

Adapun kondisi desain yang digunakan dalam pemodelan adalah sebagai berikut:

Tabel 5 Kondisi Desain pada Pemodelan

Kondisi	Beban	Pasang Surut	Gelombang	Arus	Angin	Kriteria Keamanan
1	Tertinggi	LWL	Normal	-	-	A
2	Terendah	HWL	Normal	-	-	A
3	Tertinggi	LWL	Ekstrim	-	-	B
4	Terendah	HWL	Ekstrim	-	-	B
5	Tertinggi	LWL	Normal	Normal	Normal	A
6	Terendah	HWL	Normal	Normal	Normal	A
7	Tertinggi	LWL	Ekstrim	Ekstrim	Ekstrim	B
8	Terendah	HWL	Ekstrim	Ekstrim	Ekstrim	B

Tabel 6 Stress Pada Tendon Untuk Tiap Kondisi

Kondisi		Stress (MPa)	Limit Stress (MPa)
1	Maksimum	160.32	310.5
	Minimum	84.53	310.5
2	Maksimum	201.5	310.5
	Minimum	128.5	310.5
3	Maksimum	233.89	372.6
	Minimum	2.58	372.6
4	Maksimum	248.02	372.6
	Minimum	77.86	372.6
5	Maksimum	230.6	310.5
	Minimum	32.56	310.5
6	Maksimum	247.4	310.5
	Minimum	96.76	310.5
7	Maksimum	276.78	372.6
	Minimum	0.594	372.6
8	Maksimum	323.95	372.6
	Minimum	36.43	372.6

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada perhitungan manual, dengan menggunakan desain tendon awal, tendon tidak mengalami kegagalan. Namun ketika dilakukan pemodelan dengan memerhitungkan variasi beban TLP, pasang surut, gelombang, arus, dan angin, tendon mengalami kegagalan karena *axial stress* maksimum melebihi *limit stress* dan *axial stress* minimum bernilai negatif. Maka dari itu, dilakukan pengubahan desain tendon yang sesuai sehingga tendon tidak mengalami kegagalan.

Pemodelan lebih lanjut disarankan menggunakan model yang lebih rinci dengan RAO (*Response Amplitude Operator*) dan QTF (*Quadratic Transfer Function*) sehingga respon TLP yang dihasilkan akan lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

American Petroleum Institute. 1997. *API Recommended Practice 2T 2ND Edition*. Information Handling Services.