

ANALISIS *UPENDING* PADA STRUKTUR *PLATFORM* 3 KAKI

Faisal Dwiwana Purnawarman¹, Ricky Lukman Tawekal²

¹*Program Studi Teknik Kelautan, Institut Teknologi Bandung, Jalan Ganeca 10 Bandung
email:faisal.dwiwana@ocean.itb.ac.id*

²*Program Studi Teknik Kelautan, Institut Teknologi Bandung, Jalan Ganeca 10 Bandung
email:ricky@ocean.itb.ac.id*

Abstrak: *Jacket platform* adalah salah satu jenis bangunan lepas pantai yang sering digunakan dalam eksplorasi minyak dan gas di perairan lepas pantai. Jenis ini banyak digunakan pada perairan dangkal hingga menengah. Untuk memenuhi kebutuhan selama masa operasinya, struktur harus didesain untuk menahan semua gaya yang diakibatkan oleh beban operasi, beban lingkungan, dan beban gempa. Selain itu struktur juga harus didesain sedemikian rupa agar memenuhi kriteria pada masa pra operasi, yaitu pada masa instalasi. Kebutuhan desain struktur pada masa instalasi dan operasi ini wajib dipenuhi sebagai syarat struktur layak digunakan selama masa eksplorasi yang ditentukan. Desain struktur yang sudah dibuat harus diuji coba dengan menggunakan pemodelan menggunakan *software*. Salah satu *software* yang banyak digunakan adalah *Structural Analysis Computer System* (SACS). Dengan menggunakan *software* ini, model struktur dibangun dan diuji coba dengan berbagai macam analisis masa operasi, yaitu: *inplace*, *seismic*, dan *fatigue*. Selain itu, model struktur diuji coba dengan analisis masa instalasi, yaitu: *lifting*, *floating*, dan *upending*. Dengan adanya pemodelan ini, didapatkan gambaran apakah desain struktur mampu menahan semua gaya selama masa operasi dan instalasi. Apabila model struktur tidak memenuhi, maka harus dilakukan *re-desain* dan diuji coba kembali hingga didapat desain struktur yang kuat dan seefisien mungkin.

Kata kunci : *jacket platform*, *upending*, operasi, instalasi, pemodelan, SACS

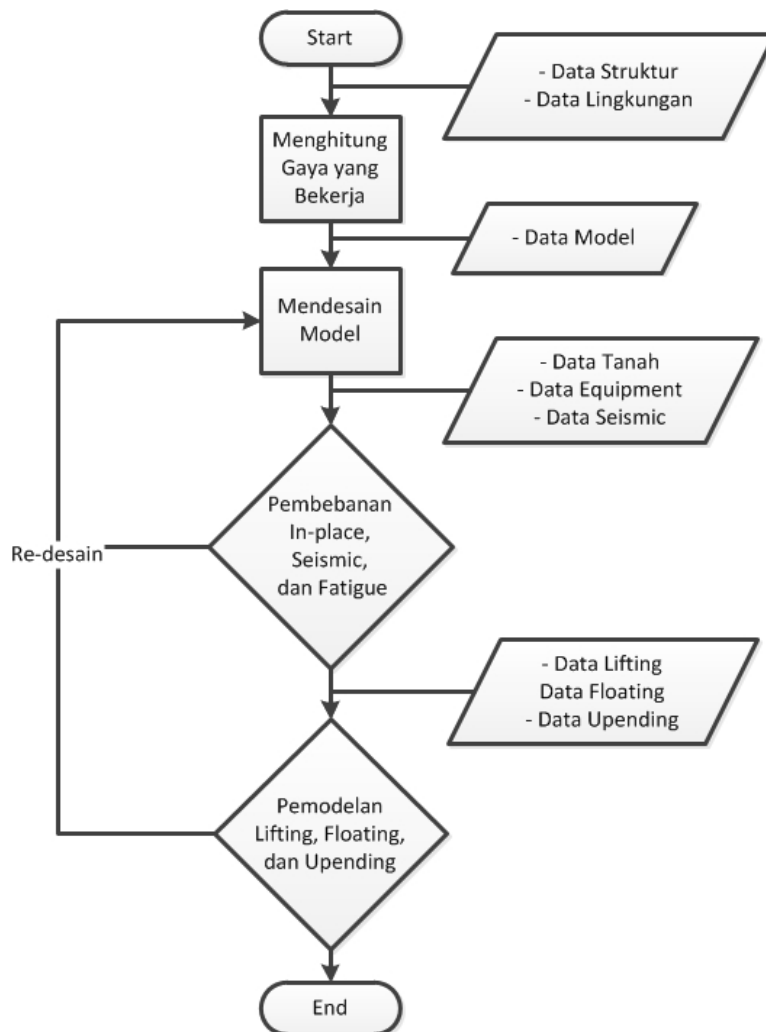
PENDAHULUAN

Infrastruktur eksplorasi dan produksi migas lepas pantai mempunyai berbagai macam bentuk dan jenis bergantung pada kebutuhan dan kondisi lapangan. Salah satu jenis yang sering digunakan adalah jenis *fixed platform*. Jenis ini sering digunakan pada kedalaman perairan dangkal hingga menengah dan yang paling populer digunakan karena eksplorasi migas banyak terdapat pada kedalaman dangkal hingga menengah. *Fixed platform* terdiri dari *jacket* yaitu struktur kaki penyangga bangunan di atasnya yaitu *topside* atau *deck* yang berisi fasilitas dan alat yang dibutuhkan dalam proses eksplorasi migas.

Pada stuktur *fixed platform* tipe *jacket*, proses fabrikasi bangunan dilakukan di darat dan selanjutnya dibawa ke perairan lepas pantai dan dilakukan instalasi yang terdiri dari proses *lifting*, *floating*, *upending*, dan *deck installation*. Proses ini adalah salah satu proses yang paling penting karena melibatkan ketelitian perhitungan struktur tidak hanya saat masa operasi tetapi juga kekuatan struktur saat proses transportasi dan instalasi. Pada proses instalasi terutama saat proses *lifting*, *floating*, dan *upending*, diperlukan perhitungan kekuatan struktur *jacket* yang akurat agar bangunan tidak mengalami kerusakan saat proses instalasi tersebut, agar dapat digunakan selama masa eksplorasi migas.

TEORI DAN METODOLOGI

Secara umum metodologi analisis struktur *jacket platform* tersaji dalam bagan alir pada **Gambar 1** berikut ini.



Gambar 1 Bagan alir analisis struktur

Beban Struktur

Proses analisis dimulai dengan perhitungan gaya yang bekerja pada struktur berdasarkan data struktur dan data lingkungan. Pada beberapa analisis gaya, program SACS memasukkan langsung sesuai beban yang bekerja pada struktur.

Contoh gaya yang perlu dihitung adalah gaya lingkungan akibat angin seperti **Persamaan (1)** berikut ini.

$$F = \frac{1}{2} \rho C_s A V^2 \quad (1)$$

Dimana F = Gaya yang diterima struktur akibat angin (N), ρ = Massa jenis udara (kg/m^3), C_s = Koefisien bentuk, A = Luas proyeksi area yang tertumbuk oleh angin (m^2), dan V = Kecepatan angin pada elevasi yang ditinjau (m/s).

Persamaan (2) di bawah ini menjelaskan gaya lingkungan akibat gelombang

$$dF = dF_d + dF_m = \frac{1}{2} \rho C_D D |U| U dz + \rho C_M A U dz \quad (2)$$

Dimana dF = Gaya gelombang per unit panjang, C_D = Koefisien drag, C_M = Koefisien inersia, D = Diameter atau lebar proyeksi bidang muka yang menghadap gelombang, U = Kecepatan partikel air tegak lurus terhadap struktur, A = Luas penampang elemen struktur, $\ddot{U}$ = Percepatan partikel air tegak lurus elemen struktur.

Standar Desain

Analisis pada Tugas Akhir menggunakan standar sebagai berikut:

- API RP2A-WSD *American Petroleum Institute, "Recommended Practice for Planning, Designing and Constructing Fixed Offshore Platforms – Working Stress Design", API RP2A – WSD, 21th Edition, December 2000.*
- AISC-ASD. *American Institute of Steel Construction (AISC), "Manual of Steel Construction, Allowable Stress Design", 9th Edition.*
- SNI. *Badan Standarisasi Nasional, "Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung", SNI 03-1726-2010.*
- Noble Denton Criteria. *Noble Denton Limited Group, "Technical Policy Board Guidelines For Marine Lifting Operations", 2010.*

Pemodelan Struktur

Pemodelan struktur *jacket platform* sesuai desain basis adalah sebagai berikut.



Gambar 2 Pemodelan struktur

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pemodelan dan berbagai analisis, didapat hasil analisis struktur sebagai berikut. Pada **Tabel 1** berikut ini menampilkan hasil analisis *inplace*, *seismic*, dan *fatigue*.

Kriteria	Analisis <i>Inplace</i>		Analisis <i>Seismic</i>	Analisis <i>Fatigue</i>
	<i>Operating</i>	<i>Storm</i>		
<i>Unity check member</i>	< 0.64	< 0.76	< 0.80	Usia layan = 32.62 tahun
<i>Joint punching shear</i>	< 0.161	< 0.44	< 0.474	
<i>Pile safety factor</i>	> 2.23	> 1.85	> 1.77	

Gambar 3 Hasil analisis *inplace*, *seismic*, dan *fatigue*

Berdasarkan tabel di atas, maka terbukti struktur mampu memenuhi kriteria analisis *inplace*, *seismic*, dan *fatigue*.

Pada tabel di bawah ini menampilkan hasil analisis *lifting*, *floating*, dan *upending*.

Kriteria	Proses	Nilai Minimum	Hasil Pemodelan
<i>Reserve Buoyancy</i>	<i>Floating</i>	15%	25.90%
<i>Bottom Clearance</i>	<i>Lifting</i>	10% water depth	48.5 m
	<i>Floating</i>	10% water depth	54.5 m
	<i>Upending</i>	3 m	5 m
<i>Minimum Stability</i>	<i>Floating</i>	0.5 m	18.5 m
	<i>Upending</i>	0.5 m	25 m

Gambar 4 Hasil analisis *lifting*, *floating*, dan *upending*

Berdasarkan tabel di atas, maka terbukti struktur mampu memenuhi kriteria analisis *lifting*, *floating*, dan *upending*.

KESIMPULAN

Dari berbagai hasil analisis yang dilakukan dalam Tugas Akhir ini, dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain :

- Pemodelan struktur *jacket platform* 3 kaki dapat dilakukan berdasarkan *design basis*, dengan beberapa koreksi pasca pengujian kekuatan struktur dalam berbagai analisis *inplace*, *seismic*, *fatigue*, *lifting*, *floating*, dan *upending*.
- Dalam pembebanan *inplace* dan *seismic*, struktur memenuhi syarat kekuatan minimum struktur dalam kondisi *operating*, *storm*, dan *ductility level earthquake* sesuai kriteria *unity check member*, *joint punching shear*, dan *pile safety factor*.

- c. Dalam pembebanan *fatigue*, struktur terbukti mampu menahan beban siklik dan mampu memenuhi kebutuhan usia layan (*service life*) 15 tahun dan *fatigue life* selama 30 tahun dengan usia layan minimal 32.62 tahun.
- d. Dalam pembebanan *lifting*, *floating*, dan *upending*, struktur terbukti memenuhi kriteria kekuatan struktur dengan kriteria *unity check member*. Selain itu, pemodelan juga memenuhi kriteria *reserve buoyancy*, *bottom clearance*, dan *minimum stability* sesuai nilai yang ditentukan.

DAFTAR PUSTAKA

Amerian Petroleum Institute. (2007). *Recommended Practice for Planning, Designing, and Constructing Fixed Offshore Platforms AP-RP2A WSD 21st edition*. Washington D.C.: API Publishing Services.

Noble Denton Group Limited. (2010). *Technical Policy Board Guidelines For The Transportation and Installation Of Steel Jackets*. Hamburg: Noble Denton Group Limited.

Rida, R. (2010). *Analisis Floatation dan Upending pada Instalasi Struktur Jacket Delapan Kaki*. Bandung: Program Studi Teknik Kelautan ITB.

Tawekal, R. L. (2008). *KL-4121 Bangunan Lepas Pantai I*. Bandung: Penerbit ITB.