

Analisis Kekuatan terhadap Rencana Struktur Penyangga *Helideck* pada Bangunan Lepas Pantai

Erlina Kusumawati^{1*}, Muhamad Ari², Dhika Aditya Purnomo³

Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111, Indonesia.^{1,3}

Program Studi Teknik Pengelasan, Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111, Indonesia.²

E-mail: erlinak.wati@gmail.com^{1*}

Abstract – Exploration activities of the oil and gas are done in a long time, and usually this activities is done in deep sea and far from the mainland. To facilitate transportation then used helicopter, therefore the rig must be equipped with a helideck for helicopter landing. Helideck and the support structure are important elements of safety because of its role in emergency evacuation and normal operations. To meet the safety factor, helideck must have strong supporting structure, in accordance with the permitted material. So we need examine about the strength of plan support structure by doing load calculations as well as load simulation by Finite Element Methode when helicopter landing under normal conditions and emergency conditions. From the simulation and analysis results, it is known that the maximum stress applied to the helideck support structure when helicopter landing under normal conditions is 54,88 MPa and under emergency conditions is 65,22 MPa. The maximum deflection occurring in the helideck support srtructure when helicopter landing under normal conditions is 14,45 mm and under emergency conditions is 17,19 mm. The helideck support structure is safe according to the criteria, since the safety factor simulation results when helicopter landing under normal conditions is 4,9 and under emergency conditions is 4,2 and the maximum deflection value that occurs is bellow the maximum allowable deflection value.

Keywords: deflection, FEM (finite element method), helideck support structure, safety factor, stress

1. PENDAHULUAN

Meningkatnya jumlah kebutuhan minyak dan gas sebagai salah satu sumber energi utama mendorong gencarnya kegiatan eksplorasi minyak dan gas dengan cara menemukan sumur – sumur baru. Dalam proses pembuatan sumur minyak dan gas, *rig* merupakan komponen yang penting. *Jack up rig* adalah suatu struktur bangunan lepas pantai yang terdiri dari lambung (*hull*), kaki (*legs*), dan suatu sistem *jacking* sehingga memungkinkan untuk dipindahkan dari satu lokasi ke lokasi yang lain (Djatmiko et al, 2013).

Kegiatan eksplorasi lepas pantai minyak dan gas dilakukan dalam periode waktu yang lama dan biasanya kegiatan ini dilakukan di laut yang dalam serta jauh dari daratan. Sehingga untuk memudahkan transportasi *crew/client* serta untuk evakuasi dalam kondisi darurat dan medis diperlukan transportasi yang cepat, nyaman, dan mudah. Helikopter merupakan media transportasi yang tepat dibandingkan dengan media transportasi lainnya. Maka dari itu *rig* harus dilengkapi dengan *helideck* untuk proses pendaratan helikopter, yang nantinya *helideck* ini akan beroperasi seperti bandara. Jadi struktur ini harus dirancang sedemikian rupa agar memiliki interaksi yang tepat dengan platform. Selain itu *helideck* dan struktur pendukungnya merupakan elemen penting keselamatan karena perannya

dalam proses evakuasi darurat, dan juga selama operasi normal (Bagheri et al, 2013).

Struktur penyangga *helideck* terhubung kuat pada bagian *hull* dan *accommodation rig*. Faktor keselamatan dari konstruksi ini sangat diutamakan karena mobilitas yang tinggi. Untuk memenuhi faktor keselamatan tersebut, *helideck* harus memiliki struktur penyangga yang kuat dan sesuai dengan material yang diijinkan. Untuk mengetahui apakah rencana struktur penyangga *helideck* tersebut aman sesuai dengan kriteria maka perlu mengkaji tentang kekuatan struktur dari penyangga tersebut dengan melakukan perhitungan beban serta simulasi pembebanan dengan menggunakan Metode Elemen Hingga. Pada tugas akhir ini peneliti akan menganalisis rencana struktur penyangga *helideck* pada *offshorerig* jenis *jack up rig* yang akan dibangun di perusahaan galangan kapal di Batam. Berdasarkan spesifikasinya, *rig* ini berjenis *Jack up rig* CJ46 dengan operasi kedalaman lautnya sedalam 106.70m (350ft). Rencana struktur *helideck* terletak pada bagian depan *rig*, serta dirancang untuk helikopter jenis S-61N dan S-92. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah rencana pembangunan struktur penyangga *helideck* tersebut aman sesuai dengan kriteria.

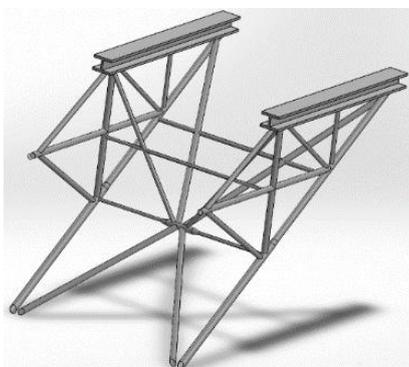
2. METODOLOGI

Dalam penelitian ini, peneliti melakukan analisis kekuatan terhadap rencana struktur penyangga *helideck* pada perusahaan galangan kapal di Batam dengan dua kondisi pembebanan yaitu beban ketika pendaratan helikopter pada kondisi normal dan beban ketika pendaratan helikopter pada kondisi darurat. Analisis dilakukan dengan metode elemen hingga sehingga diperoleh nilai tegangan, defleksi, dan faktor keamanan dengan menggunakan bahan material API-5L-X52.

Besar defleksi maksimum yang diijinkan mengacu pada buku yang ditulis oleh El-Reedy, M. A (2015). Buku tersebut berjudul “Marine Structural Design Calculation” dimana struktur penyangga *helideck* termasuk dalam bagian peralatan pendukung yang sensitif terhadap defleksi. Besar defleksi maksimum yang diijinkan yaitu sebesar 69,068 mm ($L/250$).

Pada rencana pembangunan *jack up rig* ini hanya ada 2 helikopter yang diijinkan mendarat di atas *helideck* nya, yaitu helikopter tipe S-61N dan helikopter tipe S-92. Karena helikopter tipe S-92 memiliki berat yang lebih besar maka pada simulasi pembebanan akan menggunakan helikopter tipe S-92. Helikopter tipe S-82 memiliki MTOM (*Maximum Take Off Mass*), yaitu 12.020 kg (globalair.com, 2018).

2.1 Permodelan Struktur Penyangga Helideck



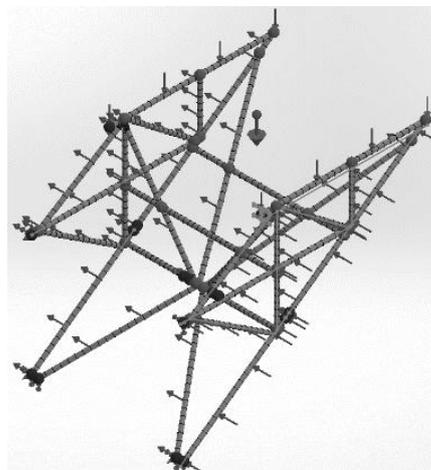
Gambar 1. Permodelan Struktur Penyangga Helideck

Permodelan berbasis 3 dimensi digambarkan berdasarkan data yang telah diperoleh. Ukuran yang digunakan adalah ukuran yang sebenarnya. Gambar 1 berikut ini merupakan hasil permodelan dari gambar kerja.

2.2 Meshing

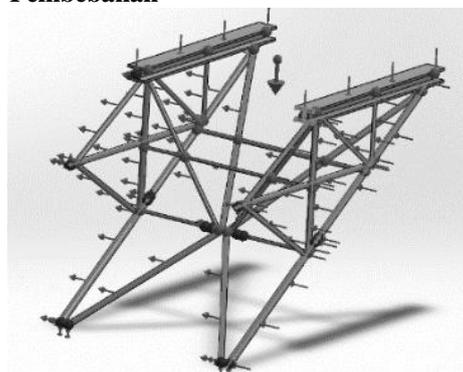
Setelah material, kondisi batas, dan kondisi beban diinputkan maka tahap selanjutnya yaitu meshing. *Meshing* adalah proses dimana suatu struktur dibagi menjadi elemen-elemen yang lebih kecil. Pada penelitian ini digunakan tipe elemen 1D karena struktur penyangga *helideck* menggunakan struktur *beam* dan pipa. *Meshing* pada struktur penyangga *helideck* ditunjukkan pada Gambar 2. Jika *meshing* berhasil, maka dilanjutkan dengan

melakukan simulasi, namun jika gagal maka harus dilakukan kembali permodelan struktur penyangga *helideck* sampai *meshing* berhasil.



Gambar 2. Meshing Struktur Penyangga Helideck

2.3 Pembebanan

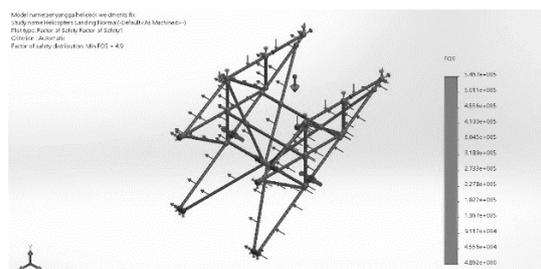


Gambar 3. Peletakan Pembebanan pada Struktur Penyangga Helideck

Ada dua kondisi pembebanan yang akan disimulasikan pada penelitian ini, yaitu pembebanan ketika pendaratan helikopter pada kondisi normal dan pembebanan ketika pendaratan pada kondisi darurat. Beban yang terjadi pada *helideck* yang di asumsikan dengan dummy struktur berbentuk H beam dianggap merata, ke arah vertikal. Dan untuk beban dari angin diasumsikan dengan arah dari sisi samping, ke arah horizontal, merata pada semua struktur penyangga *helideck*. Distribusi beban yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 3 seperti di bawah ini. Kondisi pembebanan yang diberikan mengacu pada Standarts for offshore helicopters landing areas – CAP 437, Edition 8 December 2016. Nilai pembebanan yang diberikan bisa dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1: Nilai Pembebanan pada Struktur Penyangga Helideck

Jenis Pembebanan	Ketika Pendaratan Helikopter pada Kondisi Normal	Ketika Pendaratan Helikopter pada Kondisi Darurat
Beban dampak pendaratan helikopter	176.694 N	294.490 N
Respon simpatik dari platform pendaratan	229.702,2 N	382.837 N
Beban keseluruhan pada platform pendaratan	258.900 N	258.900 N
Lateral load pada platform pendukung pendaratan	58.898 N	58.898 N
Beban angin	16.581,884 N	16.581,884 N



Gambar 5. Defleksi Ketika Pendaratan Helikopter pada Kondisi Normal

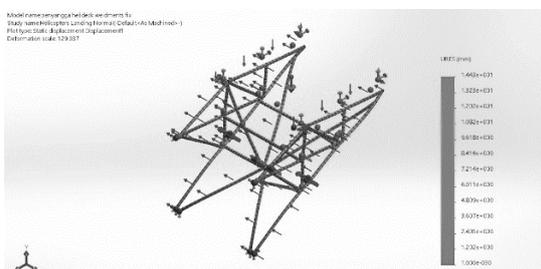
Factor of safety dari hasil simulasi ini yaitu sebesar 4,9. Gambar 6 berikut ini menunjukkan Factor of safety yang terjadi pada struktur penyangga helideck ketika pendaratan helikopter pada kondisi normal.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel hasil simulasi pembebanan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2: Hasil Simulasi

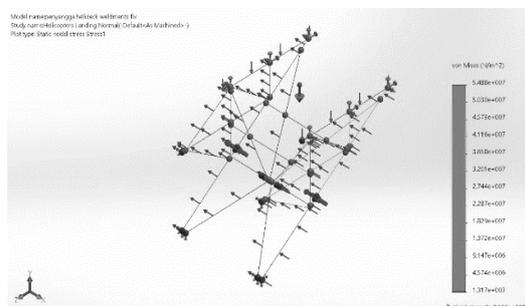
	Ketika Pendaratan Helikopter pada Kondisi Normal	Ketika Pendaratan Helikopter pada Kondisi Darurat
Tegangan Maks.	54.880.000 N/m ²	65.220.000 N/m ²
Defleksi Maks.	14,43mm	17,19mm
Factor of Safety	4,9	4,2



Gambar 6. Factor of Safety Ketika Pendaratan Helikopter pada Kondisi Normal

3.1 Ketika Pendaratan Helikopter pada Kondisi Normal

Pada simulasi beban ketika pendaratan helikopter pada kondisi normal didapatkan nilai tegangan maksimal yang terjadi adalah sebesar 54.880.000 N/m² dan tegangan minimal yang terjadi sebesar 1.317 N/m². Gambar 4 berikut ini menunjukkan hasil tegangan yang terjadi pada struktur penyangga helideck dari simulasi.

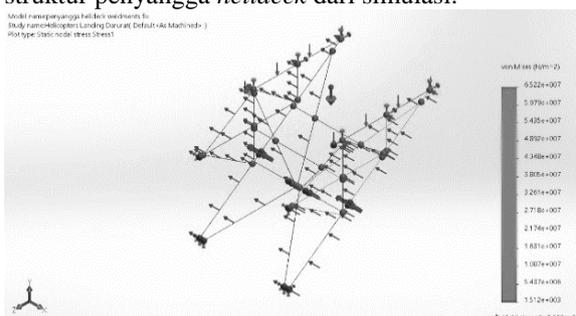


Gambar 4. Tegangan Ketika Pendaratan Helikopter pada Kondisi Normal

Defleksi maksimal yang terjadi dari hasil simulasi ketika pendaratan helikopter pada kondisi normal yaitu sebesar 14,43 mm. Gambar 5 berikut ini menunjukkan hasil defleksi yang terjadi pada struktur penyangga helideck dari simulasi.

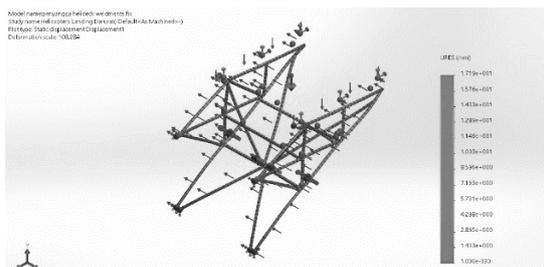
3.2 Ketika Pendaratan Helikopter pada Kondisi Darurat

Pada simulasi beban ketika pendaratan helikopter pada kondisi darurat didapatkan nilai tegangan maksimal yang terjadi yaitu sebesar 65.220.000 N/m² dan tegangan minimal yang terjadi yaitu sebesar 1.512 N/m². Gambar 7 berikut ini menunjukkan hasil tegangan yang terjadi pada struktur penyangga helideck dari simulasi.



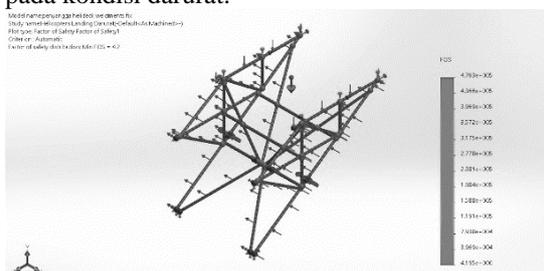
Gambar 7. Tegangan Ketika Pendaratan Helikopter pada Kondisi Darurat

Defleksi maksimal dari hasil simulasi ketika pendaratan helikopter pada kondisi darurat yaitu sebesar 17,19 mm. Gambar 8 berikut ini menunjukkan hasil defleksi yang terjadi pada struktur penyangga helideck dari simulasi



Gambar 8. Defleksi Ketika Pendaratan Helikopter pada Kondisi Normal

Factor of safety dari hasil simulasi ini yaitu sebesar 4,2. Gambar 9 berikut ini menunjukkan Factor of safety yang terjadi pada struktur penyangga helideck ketika pendaratan helikopter pada kondisi darurat.



Gambar 9. Factor of Safety Ketika Pendaratan Helikopter pada Kondisi Normal

4. KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan pada tugas akhir ini, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Besar tegangan maksimal ketika pendaratan helikopter pada kondisi normal yaitu 54,88 MPa, dan ketika pendaratan helikopter pada kondisi darurat yaitu 65,220 MPa.

2. Besar defleksi maksimal ketika pendaratan helikopter pada kondisi normal yaitu 14,43 mm, dan ketika pendaratan helikopter pada kondisi darurat yaitu 17,19 mm.
3. Struktur penyangga helideck aman sesuai dengan kriteria, karena safety factor dari hasil simulasi yaitu 4,9 ketika pendaratan helikopter pada kondisi normal dan 4,2 ketika pendaratan helikopter pada kondisi darurat serta nilai defleksi maksimum yang terjadi berada di bawah nilai defleksi maksimum yang diijinkan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Available at : globalair.com [Accessed 24 Maret 2018]
- [2] Bagheri, H. Mohebpour, S.R dan Vaghefi, M. 2013. *Nonlinear Analysis of Offshore Helidecks Due to the Helicopter Emergency Landing Loads*. Middle-East Journal of Scientific Research, 13 (10): 1351-1358, 2013 ISSN 1990-9233.
- [3] Djatmiko, E.B. Murdjito dan Winiscoyo, A. 2013. *Analisis Integritas Struktur Kaki Jack-up yang Mengalami Retak dengan Pendekatan Ultimate Strength; Studi Kasus Jack-up Maleo MOPU (Mobile Offshore Production Unit)*. Jurnal Teknik Pomits, Vol. 2, No. 1, Issn: 2337-3539 (2301-9271 Print).
- [4] El-Reedy, M. A. 2015. *Marine Structural Design Calculation*. USA: Elsevier.
- [5] Standart for Offshore Helicopter Landing Area – CAP 437. *Civil Aviation Authority*. West Sussex, Inggris.