

ANALISA STRUKTUR *ULA WELL PLATFORM* TAHAP LIFTING DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE SACS 5.2 (STUDI KASUS PROYEK PT. BAKRIE CONSTRUCTION)

Soelarso¹⁾, Heru Prasaja²⁾, Danny Fauzan Libri³⁾

^{1), 2)} Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jln. Jendral Sudirman KM. 3 Kota Cilegon Banten

³⁾ Alumni Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jln. Jendral Sudirman KM. 3 Kota Cilegon Banten

INTISARI

Fungsi utama struktur anjungan lepas pantai (*offshore platform*) adalah mendukung bangunan atas beserta fasilitas operasionalnya di atas air laut selama waktu operasi dengan aman. Sebelum *platform* beroperasi, *platform* yang telah selesai dibangun di *yard* akan dibawa menuju lokasi penempatan menggunakan *barge*. Setelah tiba di lokasi, struktur ini akan di angkat oleh crane untuk diletakan pada struktur jacket yang telah dipasang sebelumnya. Fase pengangkatan *platform* ini dinamakan *Lifting*. Pada dasarnya, analisa *lifting* itu sendiri dilakukan untuk menguji kekuatan struktur terhadap beban statis dan beban dinamis ketika proses pengangkatan berlangsung. Berdasarkan informasi tersebut, maka diperlukan analisa yang lebih detail untuk proses *lifting*. Media yang digunakan pada penelitian analysis *platform* tahap pra konstruksi adalah program SACS 5.2 (*structural analysis computer system*) yang akan membantu dalam pengerjaan *platform* pada proses *lifting*. Setelah melakukan analisis pada proyek PT. Bakrie Construction, didapatkan nilai COG dan beban maksimum pada sling di main deck kordinat (0,0;0,0) , load 221.73 KN dan cellar deck kordinat (0,09;-0,08), load 71.04 KN. Semua batang pada platform memiliki UC dibawah 1 dan itu semua dinyatakan aman.

Kata kunci : *Lifting*, COG, SACS 5.2

ABSTRACT

The main function of the structure offshore platform is to support the building and its operational facilities on the sea water during the time of the operation safely. Before operating platform, a platform that has been built in the yard will be brought to the site placement using a barge. Upon arriving at the site, this structure will lift by crane to put on a jacket structure that has been previously installed. This phase is Lifting. Basically, lifting analysis is conducted to test the structural strength of the static load and dynamic load when the lifting takes place. Based on this information, it would require a more detailed analysis of the lifting process. Media used in the research analysis platform pre-construction is SACS 5.2 program (structural analysis computer system) which will assist in the execution of the process lifting platform. After analyzing the project in PT. Bakrie Construction, earned value COG and the maximum sling load on the main deck coordinate (0,0; 0.0), 221.73 KN load and cellar deck coordinates (0.09; -0.08), 71.04 KN load. All member in the platform has UC under 1 and it all declared safe.

Key words: *Lifting*, COG, SACS 5.2

1. PENDAHULUAN

Aktivitas industri lepas pantai (*offshore*) pertama muncul di tahun 1947 hingga sekarang ini banyak bergerak dibidang eksplorasi dan eksploitasi ladang minyak/gas di lepas pantai. Di tahun 1947 untuk pertama kalinya anjungan lepas pantai struktur baja terpancang dengan berat 1200 ton yang diinstalasikan di Teluk Mexico pada kedalaman laut 20 feet (6 m).

Fungsi utama struktur anjungan lepas pantai (*offshore platform*) adalah mendukung

bangunan atas beserta fasilitas operasionalnya di atas air laut selama waktu operasi dengan aman. Terlepas dan jenis operasionalnya, gerakan horizontal dan vertikal suatu struktur offshore platform merupakan kriteria penting yang sangat menentukan perilaku anjungan tersebut diatas air.

Sebelum *platform* beroperasi, *platform* yang telah selesai dibangun di *yard* akan dibawa menuju lokasi penempatan menggunakan *barge*. Setelah tiba di lokasi,

struktur ini akan di angkat oleh crane untuk diletakan pada struktur jacket yang telah dipasang sebelumnya. Fase pengangkatan *platform* ini dinamakan *Lifting*.

1.2 Tujuan

Tujuan penelitian tugas akhir ini adalah untuk:

1. Menguji kekuatan struktur terhadap beban yang terjadi ketika proses pengangkatan berlangsung.
2. Mendapatkan beban maximum yang terjadi pada sling untuk pemilihan sling, shakle yang digunakan saat pengangkatan (*lifting*).
3. Memilih padeye yang digunakan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Banyak studi terdahulu yang berkaitan dengan stuktur *Platform* lepas pantai diantaranya sebagai berikut:

Penulis : Muhammad pandu samudero

Judul : Penilaian ulang struktur platform lepas pantai dengan menggunakan software sap 2000 v.11; Analisa statik, seismik, dan *fatigue*

Tahun : 2008

Hasil penelitian :

Penelitian ini membahas mengenai evaluasi yang dilakukan pada *Platform* BG milik TOTAL E & P INDONESIA, yang berlokasi di lepas pantai Bekapai, Kalimantan Timur. Platform BG dirancang pada 1985 dan akan dievaluasi untuk di perpanjang masa layannya hingga dua puluh tahun mendatang. Prosedur evaluasi mengacu pada API RP2A edisi ke-21, dan mengadopsi beberapa prosedur yang lazim digunakan oleh para praktisi. Analisis dilakukan dengan membagi struktur menjadi dua bagian, yakni struktur atas (*deck*) dan struktur bawah (*Jacket* dan fondasi). Hasil dari analisis pada struktur atas digunakan sebagai masukan pada struktur bawah. Tiga macam analisis dilakukan terhadap struktur *platform*, yakni Analisa Statik, Analisa *Seismik/* Gempa, dan Analisa *Fatigue* dengan mengkombinasikan beban-beban yang terjadi. Pemodelan, pembebanan, dan perhitungan struktur dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak SAP 2000 V.11.08.

Dari hasil analisis dapat disimpulkan bahwa *Platform* BG layak untuk diperpanjang masa layannya hingga dua puluh tahun mendatang

(2027) dengan hasil analisis:

- a). Dua buah batang gagal dalam analisis *deck* karena kombinasi beban ekstrim, dengan rasio tegangan masing - masing 1.21 (RSR= 0.83) dan 1.17 (RSR= 0.85).
- b). Seluruh batang lolos dalam cek analisa statik pada kombinasi beban kondisi operasional, dengan rasio tegangan terbesar 0.747.
- c). Seluruh batang lolos dalam cek analisa statik pada kombinasi beban kondisi ekstrem, dengan RSR terendah 0.744, atau lebih besar dari persyaratan minimum 0.6.
- d). Seluruh batang lolos dalam cek analisa *seismik* dengan rasio tegangan terbesar 0.93.

A. Lifting

Lifting merupakan proses pengangkatan modul dengan menggunakan *crane*. *Lifting* dengan menggunakan *specialized Crane Vessel* merupakan salah satu kegiatan yang paling penting di laut, menyangkut aspek berikut, *Review of Weight Report, Assesment of Critical Elevation, Assesment Feasible Crane Vessel, Spreader frames, Spreader bars, Shackles, Padeyes and Trunnions* (Soegiono,2004).

Skenario *lifting* suatu struktur dek akan berhubungan dengan konfigurasi rigging yang digunakan, dan berkaitan erat dengan penentuan lift point serta spreader bar. Lift point atau padeye yang akan dipasang harus direncanakan dengan tepat, karena dengan adanya pemasangan padeye akan mempengaruhi titik berat berat dari struktur terhadap sumbu globalnya. Penentuan jumlah serta pemilihan tata letak dari padeye akan mempengaruhi kestabilan struktur pada saat pengangkatan karena pendistribusian massa yang tidak merata sehingga terjadi tegangan yang berlebihan pada suatu member. Penggunaan spreader bar akan mempengaruhi tegangan yang terjadi pada sling saat struktur diangkat.

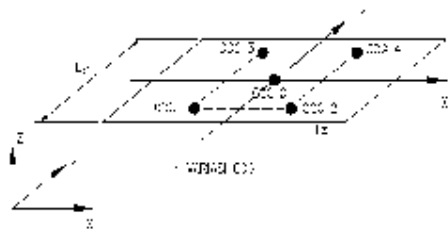
Analisis *lifting* dilakukan untuk :

1. Memeriksa integritas struktur struktur saat kondisi di angkat oleh crane.
2. Mendapatkan beban maximum yang terjadi pada sling untuk pemilihan sling, shakle yang digunakan saat pengangkatan (*lifting*)

3. Mendesain padeye Gaya shifting karena variasi pusat gravitasi COG

Karena keterbatasan detail permodelan yang mampu dilakukan oleh program SACS, maka akan terdapat perbedaan nilai antara koordinat CoG yang di hasilkan oleh program SACS dengan nilai koordinat COG sebenarnya yang didapat dari perhitungan Weight Control Report (WCR). Untuk itu perlu dilakukan tinjauan terhadap 4 posisi ekstrem variasi COG dalam model SACS dimana koordinat COG sebenarnya harus berada dalam area envelope yang dibentuk oleh 4 titik ekstem variasi COG ini.

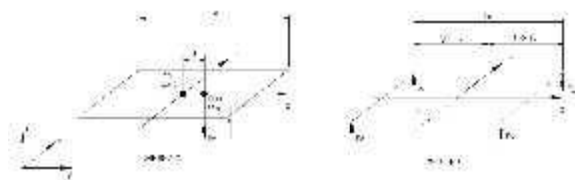
Pengaruh variasi dari posisi pusat gravitasi diselidiki pada 4 posisi ekstrem sepanjang X dan Y sebesar 5% dari dimensi struktur, tetapi tidak kurang dari dalam 1,0 m. Nilai variasi COG sepanjang 1 m pada sumbu X dan Y yang akan digunakan untuk analisis ini.



Gambar 1. Posisi COG
Sumber : Analisis Penulis, 2013

Untuk memodelkan posisi CoG yang berbeda dengan CoG yang dihasilkan oleh SACS ini, pada model struktur diberikan kopel gaya yang dinamakan gaya Shifting. Adapun besar gaya shifting dihitung berdasarkan rumus berikut :

- a. Shifting satuan arah X, bila CoG real berada *d* meter di sumbu X positif

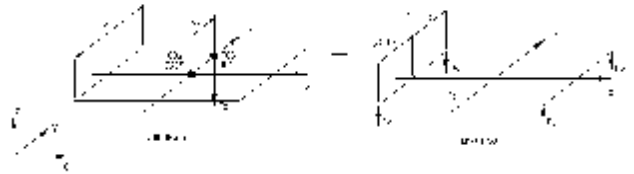


Gambar 2. Shifting arah x
Sumber : Analisis Penulis, 2013

$$4 \times (P_x \times \frac{1}{2} L_x) = F_z \times d \quad (1)$$

$$P_x = (F_z \times d) / (2 \times L_x) \quad (2)$$

- b. Shifting satuan arah Y, bila CoG real berada *d* meter di sumbu y positif



Gambar 3. Shifting arah y
Sumber : Analisis Penulis, 2013

L_x = Panjang bentang struktur arah sumbu X (kN)

L_y = Panjang bentang struktur arah sumbu Y (kN)

B. Faktor Pembesaran Beban

a. *Dynamic Amplification Factor*

Dinamika faktor amplifikasi (DAF) adalah 1,30 untuk mengangkat berat kurang dari 100 ton. DAF diberikan dalam analisa untuk mengantisipasi terjadinya kondisi beban dinamis yang mungkin terjadi saat lifting seperti kejut, ayunan dll.

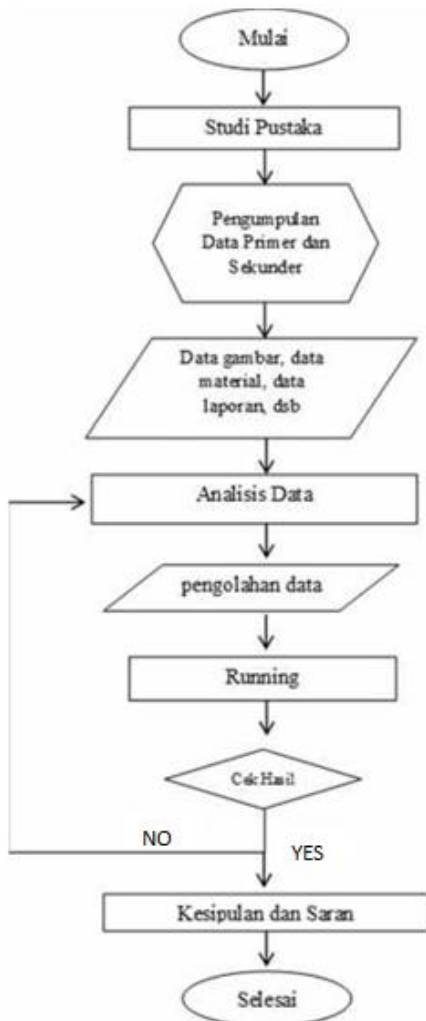
b. *Consequence Factor*

Faktor konsekuensi dari 1,35 diterapkan untuk memeriksa kode dari setiap member yang terhubung pada titik angkat, serta joint member tersebut terhubung untuk menuju verifikasi geser. Faktor konsekuensi dari 1,15 diterapkan untuk member dan sendi lainnya.

c. *Skew Effect*

Efek condong (Skew Effect) diterapkan untuk mengantisipasi tidak bekerjanya satu sling karena kendornya sling sehingga beban akan didistribusikan kepada sling lainnya. Beban factor sebesar 1,33 sebagai factor beban condong (SKL) untuk objek fleksibel (modus) distribusi beban miring untuk lift single hook dan 1,15 beban condong factor untuk lifting menggunakan spreader bar.

Alur pikir dari penelitian ini dituangkan dalam bagan berikut ini:



Gambar 4. Alur Penelitian
Sumber : Analisa penulis, 2013

4. HASIL DAN PEMBAHASAN MAIN DECK

A. Summary Of Conclusion

Berat Struktur Penjelasan mengenai weight summary lifting tanpa kontingensi dan dengan kontingensi terdapat pada tabel berikut.

Tabel 1. Berat Struktur Platform Main Deck

Structure	Loading Condition	Actual Weight	Cont's	Actual Weight With Contingencies
Main deck	Main Structure Self Weight	23,905 ton	1,05	25,1 ton

Sumber : Data proyek, 2013

Pusat gravitasi dari perhitungan SACS 5.2 adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Letak COG main deck

Structure	COG (m)	
	x	y
Main Deck	0,00	0,00

Sumber : Analisa penulis, 2013

Tabel 3. Besar sudut dari setiap sling

Point No.	Main deck		
	Point	Member	Vertical Angle(α) Degree
1	4072	4072-HP	60,00°
2	4109	4109-HP	58,75°
3	4078	4078-HP	63,43°
4	4103	4103-HP	61,91°

Sumber : Analisa penulis, 2013

Maximum sling load ditunjukkan pada tabel di bawah ini:

Tabel 4. Padeye ada main deck

Lifting Point Type	Attached to:	Load Case	Member	Load (kN)
Padeye	4072	LPA 1	4072-HP	153,09
Padeye	4109	LPA 2	4109-HP	138.17
Padeye	4078	LPA 3	4078-HP	221.73
Padeye	4103	LPA 4	4103-HP	209.66

Sumber : Analisa penulis, 2013

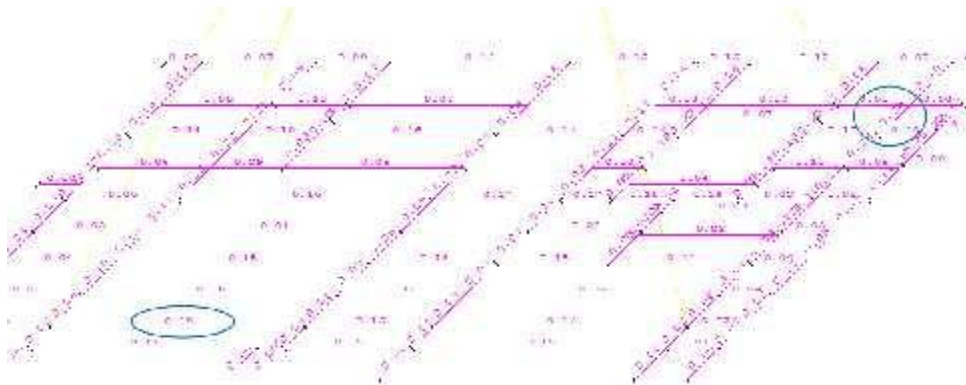
Dari tabel member sling load di atas, maximum sling load Main Deck yang diperoleh adalah 221.73 kN. Dengan demikian, beban ini akan digunakan untuk desain padeye.

API / AISC Member Stress Ratios
Stress ratio maksimum yang diperoleh member dari batang yang terhubung ke padeye. Ratio interaksi maksimal di bawah ini diperiksa dengan faktor konsekuensi 1.35

Tabel 5. UC Member NLP

Location	Member	Properties	Load Case	UC
Main Deck	4072-4080	NP5	NLP4	0.18
	4103-399L	NP9	NLP4	0.25

Sumber : Analisa penulis, 2013



Gambar 5. Posisi batang dan UC NLP main deck

Sumber : Analisa penulis, 2013

Member tidak terhubung ke padeye:
Member di bawah ini tidak terhubung ke

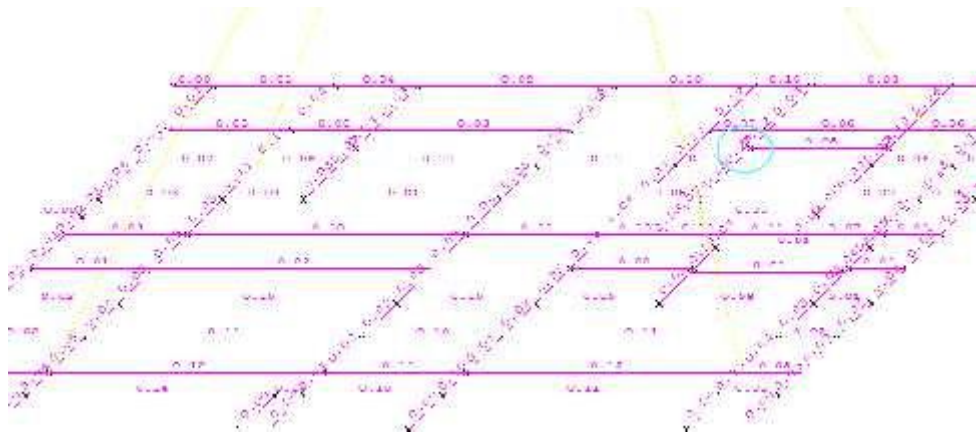
lift points. Member ini diperiksa dengan faktor konsekuensi 1.15.

Tabel 6. UC Member FLP

Location	Member	Properties	Load Case	UC
Main Deck	4164-4163	UB3	FLP0	0.01
	4137-4139	UB5	FLP4	0.20
	4119-4065	UB9	FLP2	0.14

Sumber : Analisa penulis, 2013

Semua member telah memenuhi *API RP2A WSD – 21st Edition / AISC 9th Edition code checking requirements in lifting condition.*



Gambar 6. Posisi batang dan UC FLP
Sumber : Analisa penulis, 2013

CELLAR DECK

Summary Of Conclusion

Weight Summary

Penjelasan mengenai weight summary lifting tanpa kontingensi dan dengan kontingensi terdapat pada tabel berikut.

Tabel 7. Berat Struktur Platform Cellar Deck

Structure	Loading Condition	Actual Weight	Cont's	Actual Weight with Contingencies
Cellar deck	Main Structure Self Weight	10,386 ton	1,05	10,906 ton

Sumber : Data proyek, 2013

Pusat gravitasi dari perhitungan SACS 5.2 adalah sebagai berikut:

Tabel 8. Letak COG cellar deck

Structure	COG (m)	
	x	y
cellar Deck	0,09	-0,08

Sumber : Analisa penulis, 2013

Tabel 9. Besar Sudut Dari Setiap Sling

Point No.	Main deck		
	Point	Member	Vertical Angle(α) Degree
1	4337	4337-HP	62,60
2	4314	4314-HP	60,00
3	4338	4338-HP	61,23
4	4315	4315-HP	58,80

Sumber : Analisa penulis, 2013

Maximum sling load ditunjukkan pada tabel di bawah ini:

Tabel 10. Padeye pada cellar deck

Lifting Point Type	Attached to:	Load Case	Member	Load (kN)
Padeye	4337	LPA 1	4337-HP	70.63
Padeye	4314	LPA 2	4314-HP	65.19
Padeye	4338	LPA 3	4338-HP	71.04
Padeye	4315	LPA 4	4315-HP	58.05

Sumber : Analisa penulis, 2013

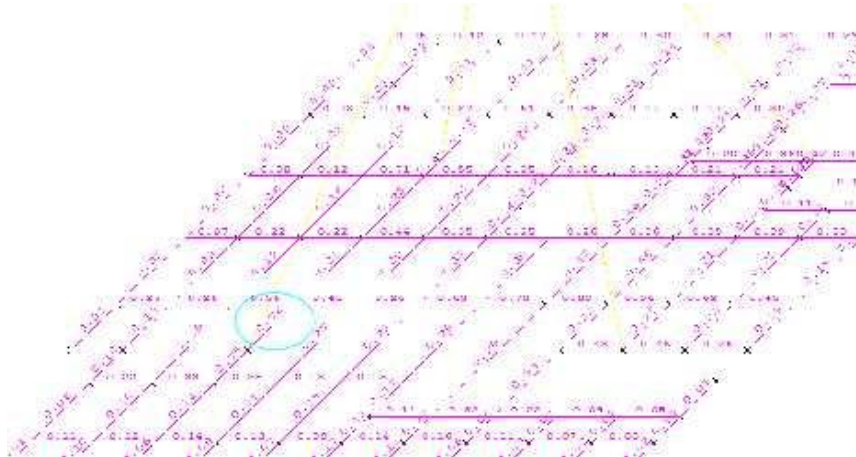
Dari tabel member sling load di atas, maximum sling load Main Deck yang diperoleh adalah 71,04 kN. Dengan demikian, beban ini akan digunakan untuk desain padeye.

API / AISC Member Stress Ratios
Stress ratio maksimum yang diperoleh member dari batang yang terhubung ke padeye. Ratio interaksi maksimal di bawah ini diperiksa dengan faktor konsekuensi 1.35

Tabel 11. UC member NLP

Location	Member	Properties	Load Case	UC
Cellar Deck	4337-4244	NLP	NLP0	0.76

Sumber : Analisa penulis, 2013



Gambar 7. Posisi batang dan UC NLP cellar deck

Sumber : Analisa penulis, 2013

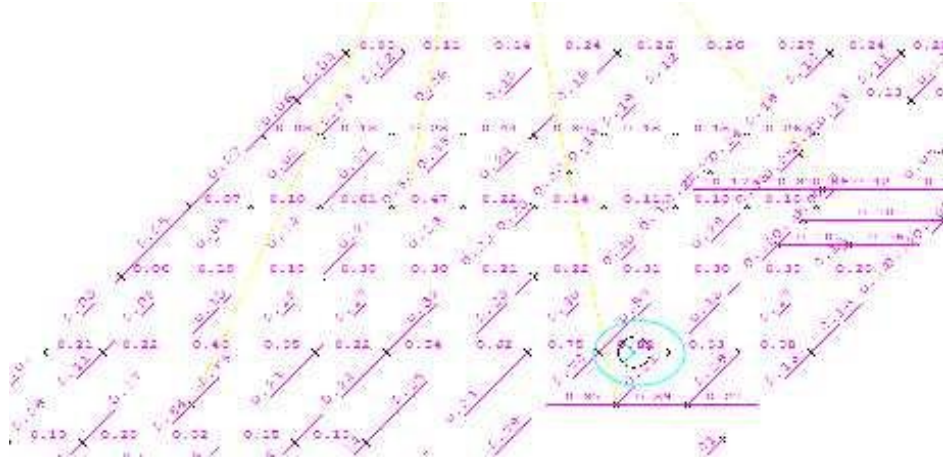
Member tidak terhubung ke padeye:

Member di bawah ini tidak terhubung ke lift points. Member ini diperiksa dengan faktor konsekuensi 1.15.

Tabel 12. UC member FLP

Location	Member	Properties	Load Case	UC
Cellar Deck	4327-4328	C10	FLP1	0.82
	219L-4330	U3B	FLP3	0.16
	4236-4242	UB1	FLP4	0.61
	4235-4241	UB2	FLP3	0.23
	4272-4289	UB3	FLP3	0.79

Sumber : Analisa penulis, 2013



Gambar 8. Posisi batang dan UC FLP cell deck

Sumber : Analisa penulis, 2013

Semua member telah memenuhi *API RP2A WSD – 21st Edition / AISC 9th Edition code checking requirements in lifting condition.*

5. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan dan tabel-tabel di atas, maka dapat dituangkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kekuatan struktur terhadap beban yang terjadi ketika proses pengangkatan berlangsung cukup aman, karna bisa dilihat dalam UC batang-batang terkait kurang dari 1
2. Mendapatkan beban maximum yang terjadi pada sling untuk pemilihan sling, shakle yang digunakan saat pengangkatan (lifting) yaitu pada main deck sebesar 221.73 KN dan pada cellar deck sebesar 71.04 KN.
3. Pendesain padeye terlampir dengan ketentuan perusahaan.

B. Saran

Penulisan tugas akhir ini masih sangat jauh dari sempurna sehingga diharapkan untuk penelitian tugas akhir selanjutnya:

1. Sebaiknya menggunakan versi terbaru dari SACS.
2. Melakukan pengumpulan data yang lengkap dan detail dari tiap batang struktur.
3. Selain melakukan perhitungan lifting, untuk penelitian selanjutnya diharapkan bisa memperhitungkan bagian Load Out dan transportation

6. DAFTAR PUSTAKA

Ap-Greid *Oil & Gas Design.*

Brama Krisna Pribadi, Ajie. (2012). *Rekualifikasi Platform Tipe Jacket 4 Kaki di Laut Jawa.* Laut Jawa: Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknik Sipil dan Kelautan, Institut Teknologi Bandung.

Hadiputra, Deddy kusuma. (2010). *Design of Jacket Offshore Structure Triangle Type, Under Inplace Analysis (Storm Condition).* Barat Laut dari Laut Jawa : Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Noble Denton. (2002). *Guidelines For Lifting Operations By Floating Crane Vassels.* Noble denton international Ltd marine and engineering consultants and surveyors.

Pandu Samudero, Muhammad. (2008). *Penilaian ulang struktur platform lepas pantai dengan menggunakan software sap 2000 v.11; Analisa statik, seismik, dan fatigue.* Kalimantan Timur: Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada.

Suryani, Irma, d kk. (2012). *Pedoman Tugas Akhir Revisi 2.* Cilegon: Jurusan Teknik Sipil UNTIRTA