

ANALISA KELELAHAN STRUKTUR PADA SAMBUNGAN ANTAR TIANG PANCANG AKIBAT BEBAN HORIZONTAL

George Peter Quedarusman

S. Balamba, J.H. Ticoth, A.N. Sarajar

Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi

ABSTRAK

Indonesia merupakan salah satu Negara yang memiliki banyak sumber daya alam terutama minyak bumi, hal ini menyebabkan berkembangnya bangunan offshore di Indonesia. Jenis bangunan offshore yang digunakan di Indonesia yaitu jenis jacket platform. Tugas akhir ini bertujuan untuk mendesain jacket, dengan data topside load 1567 ton, tinggi gelombang 4,9987 m, periode gelombang 7 second. Mendesain jacket menggunakan software sap 2000 dimana desainnya berdasarkan peraturan API RP 2A WSD tahun 2002. Untuk analisis fatigue menggunakan tabel peristiwa gelombang (25 tahun). Dimensi tiang pancang yang digunakan sebesar 1,2 m dengan Daya dukung vertikal tiang pancang sebesar 210,835 ton dan Daya dukung horizontal sebesar 253,1879 ton. Dari analisis fatigue di sambungan antar tiang pancang didapat umur bangunan 95,202 tahun sehingga desain jacket aman untuk umur rencana bangunan 40 tahun.

Kata Kunci : jacket, pondasi, fatigue

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu Negara yang memiliki banyak sumber daya alam terutama minyak bumi, hal ini menyebabkan berkembangnya bangunan offshore di Indonesia. Jenis bangunan offshore yang digunakan di Indonesia yaitu jenis jacket platform. Jacket platform merupakan struktur rangka yang terbuat dari baja berongga yang disatukan dengan cara dilas. Berfungsi untuk menyangga operasi diatasnya (platform), dan menahan beban-beban lingkungan yang didapat dari daerah struktur tersebut diletakkan.

Struktur bangunan offshore ini tersebar di beberapa daerah di Indonesia, yaitu terletak di sekitar Pulau Jawa (65 %), Kalimantan Timur (25 %) dan sisanya terletak di Selat Malaka, Natuna dan Jatim. Beban gelombang lebih kecil dibandingkan dengan beban rencana di bangunan jacket platform, namun beban gelombang berpotensi untuk menimbulkan retakan kecil di sambungan-sambungan baja. Hal ini meningkatkan risiko terjadinya kerusakan fatal bagi bangunan jacket tersebut karena sambungan merupakan bagian penting pada jacket platform.

Analisis fatigue merupakan suatu cara yang dapat dilakukan untuk memperkirakan

risiko terjadinya kerusakan yang diakibatkan oleh beban berulang dan usia dari suatu bangunan dalam menghadapi beban tersebut. Dengan melakukan analisis fatigue, risiko timbulnya kerusakan fatal dapat diperkecil dan suatu bangunan dapat memenuhi target desain yang telah ditetapkan, termasuk disini adalah bahwa struktur tidak akan mengalami kegagalan dalam berbagai kondisi kerja.

PEMODELAN STRUKTUR

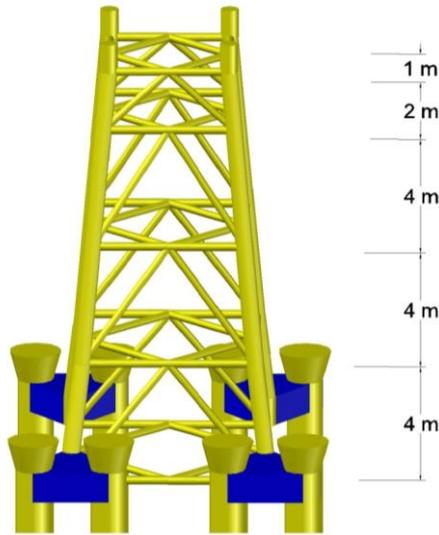
Jacket Platform

Pemodelan Struktur Jacket Platform menggunakan program SAP 2000 desainnya berdasarkan peraturan API RP2A-WSD 2000 yang didalamnya akan memasukkan data profil yang digunakan dalam desain jacket. Dengan data profil member sebagai berikut:

Tabel 1. Dimensi dan jenis profil member struktur jacket

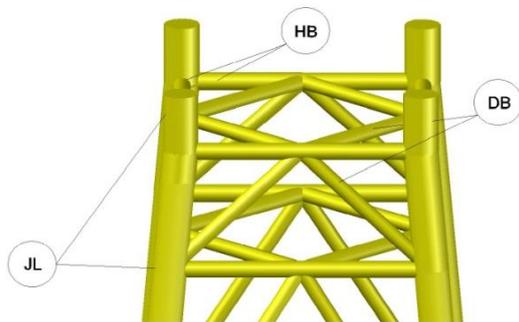
Keterangan	Profil Member
Horizontal Brace	OD : 0,3 m ; WT : 0,015 m
Diagonal Brace	OD : 0,25 m ; WT : 0,015 m
Jacket Leg	OD : 0,6 m ; WT : 0,025 m
Pile	OD : 1,2 m ; WT : 0,025 m

Dengan bentuk *jacket*nya dapat di lihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bentuk *Jacket*

Pemodelan *Member* Struktur *Jacket*



Gambar 2. Detail *Member* Struktur

Detail dari *member* tersebut adalah:

1. HB

Adalah *Horizontal Brace* yang memiliki ukuran dan karakteristik sebagai berikut:

- *Outer Diameter* (OD) : 0,3 m
- *Web Thickness* (WT) : 0,015 m
- *E Modulus* : 200.000 MPa
- *G Modulus* : 76.932,08 MPa
- *Yield Strength*: 410 MPa

2. DB

Adalah *Diagonal Brace* yang memiliki ukuran dan karakteristik sebagai berikut:

- *Outer Diameter* (OD) : 0,25 m
- *Web Thickness* (WT) : 0,015 m
- *E Modulus* : 200.000 MPa

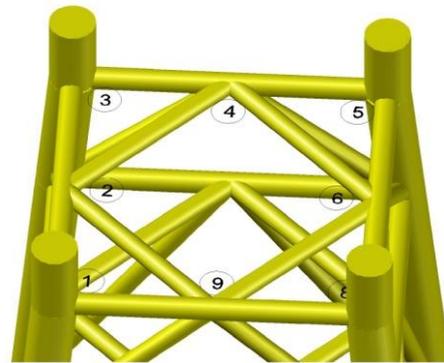
- *G Modulus* : 76.932,08 MPa
- *Yield Strength* : 410 MPa

3. JL

Adalah *jacket Leg* yang merupakan kaki *jacket* atau bisa di sebut juga sebagai *chord* yang memiliki ukuran dan karakteristik sebagai berikut:

- *Outer Diameter* (OD): 0,6 m
- *Web Thickness* (WT) : 0,025 m
- *E Modulus* : 200.000 MPa
- *G Modulus* : 76.932,08 MPa
- *Yield Strength*: 410 MPa

Pemodelan *Joint* Struktur *Jacket*



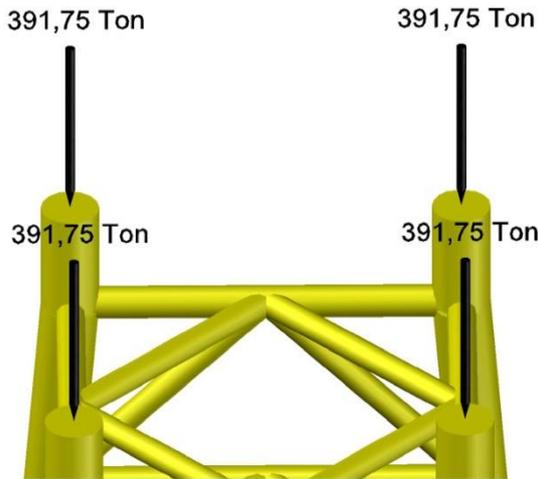
Gambar 3. Contoh Penamaan *Joint* Struktur

Detail dari penamaan *joint* struktur *jacket* ini adalah sebagai berikut:

- 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8 dan 9
- 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 dan 17
- 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 dan 26
- 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33 dan 34
- 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41 dan 42

PEMODELAN BEBAN STATIS

Pemodelan statis pada struktur *jacket* dirancang dengan perhitungan bahwa struktur *jacket* menerima beban *deck/platform* yang berupa gaya aksial kebawah sebesar 1567 Ton. 1567 ton yang disalurkan secara merata pada masing–masing kaki *jacket* sebesar 391,75 ton. Berikut ini akan ditampilkan gambar pembebanan akibat beban *deck/platform* pada struktur *jacket*.



Gambar 4. Penyaluran beban deck/platform pada struktur jacket

Desain Tiang Pancang

Daya dukung tiang pancang menggunakan metode Meyehoff untuk tahanan ujung tiang sedangkan untuk tahanan kulit tiang menggunakan metode α (Bowles dan Braja Das) didapat daya dukung vertikal tiang pancang = 222,471 ton, daya dukung horizontal menggunakan metode meyerhoff (Braja Das) didapat daya dukung sebesar = 253,1879 ton.

Fatigue Analysis Pada Sambungan Antar Tiang Pancang

- a. Menghitung nilai SCF

Nilai SCF (DNV – RP – C203) dapat di hitung dengan Persamaan:

$$SCF = 1 + \frac{6(\delta_t + \delta_m - \delta_0)}{t} \frac{1}{1 + \left(\frac{T}{t}\right)^{2,5}} e^{-\alpha}$$

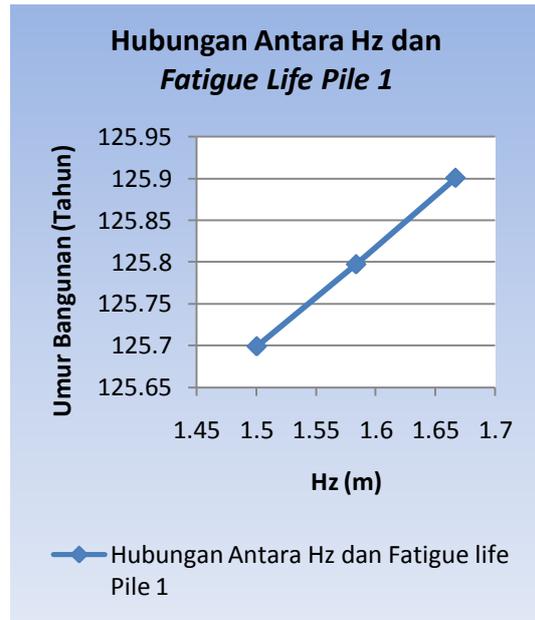
Didapat Nilai SCF = 1.35.

- b. Menghitung Umur Kelelahan Sambungan Tiang Pancang

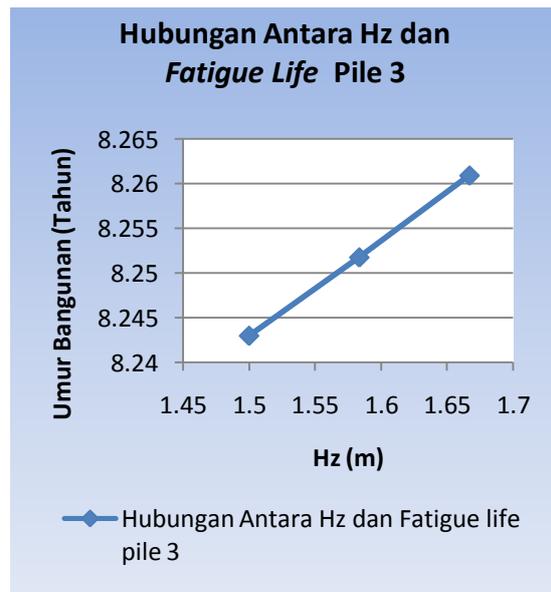
Untuk perhitungan *fatigue* digunakan Hz = 1,6667 m dengan Tz = 4,5 detik. Untuk menyelesaikan perhitungan *fatigue* menggunakan program bantu sap 2000 dan excel. Didapat umur sambungan tiang Sebagai berikut :

Tabel 2. *Fatigue life*

No.	Tiang	<i>Fatigue life</i>
1	Pile 1	125,9 tahun
2	Pile 2	125,9 tahun
3	Pile 3	8,3 tahun
4	Pile 4	8,3 tahun
5	Pile 5	8,1 tahun
6	Pile 6	8,1 tahun
7	Pile 7	123,2 tahun
8	Pile 8	123,2 tahun



Gambar 5 Hubungan Hz Dengan *Fatigue Life* Pile 1



Gambar 6 Hubungan Hz Dengan *Fatigue Life* Pile 3

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari analisis adalah sebagai berikut :

1. Dengan menggunakan program komputasi SAP 2000 untuk analisis statis struktur dapat diketahui bahwa *jacket* yang di desain aman dengan *ratio* terbesar = 0,655 dengan diameter 0,6 m.
2. Dengan analisis statis struktur digunakan tiang pancang dengan diameter 1,2m dimana $Q_u \text{ vertikal} = 222,471$ ton dan $Q_u \text{ horizontal} = 253,1879$ ton.
3. Dengan analisis *fatigue* (kelelahan) dapat diketahui bahwa umur dari sambungan tiang pancang akibat *fatigue* sebesar 125,9 tahun.
4. Dari hasil analisis *fatigue* maka di ketahui bahwa gaya yang ditimbulkan oleh gelombang pada desain *jacket* dapat mempengaruhi perbedaan *fatigue life* disetiap tiang.

DAFTAR PUSTAKA

- API , 2000. *Recommended Practice for Planning, Designing and Constructing Fixed Offshore Platforms – Working Stress Design* , 21st Ed., American Petroleum Institute, Washington D.C, Page 47-55.
- Bowles, Joseph E., 1997. *Foundation Analysis and Design*, 5th Edition, McGraw-Hill, singapura, Page 867-967.
- Das, Braja. M., 1999. *Principles Of Foundation Engineering*, 4th Edition, Cole Publishing Company, California, Page 564-673.
- DNV, 2006. *RECOMMENDED PRACTICE DNV-RP-C203 FATIGUE DESIGN OF OFFSHORE STEEL STRUCTURES*, Det Norske Veritas, Norway, Page 19-27.