

## Analisa Kekuatan Working Platform

**Henky S. Nugroho; Benedictus; Chandra Arief**

Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Indonesia  
Kampus UI Depok 16410  
E-mail : gagah@eng.ui.ac.id

### Abstrak

*Working Platform (WPF - Platform kerja) merupakan salah satu sarana kerja penting di dalam pekerjaan konstruksi pemboran minyak dan gas bumi/ pertambangan. WPF berfungsi sebagai lantai kerja bagi pekerja yang bekerja diatas ketinggian serta peralatan kerja pemboran (power tong, sucker rod). Bentuk WPF dapat mengambil bentuk Scaffolding (full modular) diatas dua ataupun empat kaki yang terbuat dari pipa. Dalam operasi di lapangan pemboran minyak, struktur WPF harus memiliki kemampuan mendukung beban pekerja (dan peralatan) diatas. Beban maksimum yang dapat didukung WPF (load rating) harus menjadi dasar dari penggunaannya diatas tanah dengan kondisi yang bervariasi.*

*Studi ini mengevaluasi kekuatan 22 WPF akibat beban aktual diatas kondisi tanah yang bervariasi. Dalam studi ini dianalisa pula kekuatan las, sambungan (pin, sleeve) dan struktur penyangga platform. Perhitungan 3D rangka ruang (space frame FEA - Finite Element Analysis Model) digunakan pada WPF serta struktur rangka pendukung, sedangkan FEA 3D solid model digunakan untuk menganalisa sambungan (connections) antara WPF dengan kaki (leg) dan WPF dengan rangka pendukung.*

*Hasil studi ini diperoleh kekuatan masing-masing struktur WPF akibat beban aktual, tingkatan beban (load rating) dari masing-masing WPF yang bekerja diatas kondisi tanah yang bervariasi, serta kekuatan las, sambungan (pin, sleeve) dan struktur penyangga platform.*

Kata kunci: FEA, platform, struktural

### Pendahuluan

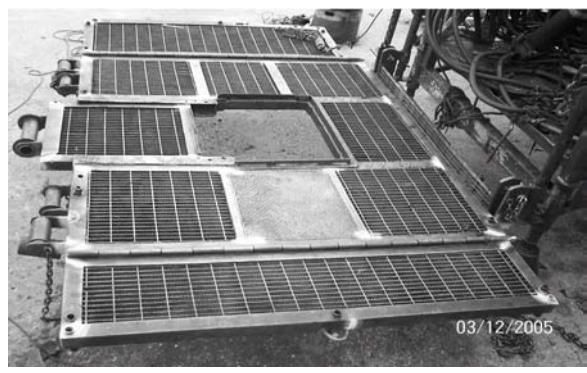
Platform kerja merupakan salah satu sarana kerja penting di dalam pekerjaan konstruksi pemboran/ pertambangan. Karena sifatnya yang temporer maka platform ini memiliki sifat dapat dibongkar pasang. Meskipun dapat dibongkar pasang tetapi sebagai sarana kerja maka platform ini harus dapat menjamin keselamatan pekerja serta peralatan yang berada di atasnya.



Gambar 1. Platform Kerja

Konstruksi WPF terdiri atas lantai kerja yang disangga oleh dua hingga empat kaki. Antara kaki

dengan lantai kerja dihubungkan oleh bracket serta pin.



Gambar 2. Platform dan kaki platform tipikal

WPF merupakan bentuk platform tipikal yang berada di dua area kerja pemboran minyak di pulau Sumatra. Kaki platform menggunakan profil pipa dengan sambungan pin ke platform yang berfungsi juga untuk mengatur ketinggian platform.

WPF menerima dua tipe beban yaitu :

1. beban mati (beban struktur)

## 2. beban hidup (beban orang & alat kerja)

Studi dilakukan pada 22 WPF yang beroperasi di lokasi kerja pengeboran minyak di Sumatra dengan variasi kondisi tanah yang berbeda satu dengan lainnya.

Hasil studi ini diharapkan dapat diperoleh kekuatan struktur masing-masing WPF serta kemampuan struktur WPF guna dapat beroperasi pada kondisi tanah bervariasi.

## Metodologi

Sebagai langkah awal studi sebelum dilakukan analisa kekuatan struktur WPF, maka perlu dilakukan tahapan tinjauan lapangan untuk mendapatkan dimensi platform dan pengujian kondisi aktual WPF menggunakan perangkat non-merusak (NDT).

Kedua tahapan diatas merupakan satu rangkaian kegiatan awal yang diperlukan karena WPF yang akan dievaluasi berada dalam fase operasional sehingga diperlukan pengamatan lapangan yang akan mendapatkan dimensi WPF serta verifikasi visual kondisi platform.

Pengujian tidak merusak dilakukan dengan menggunakan perangkat ultrasonik dan dye penetrant terutama untuk memeriksa kondisi sambungan las dari platform. Hasil temuan penyimpangan selama pengamatan lapangan langsung diperbaiki hingga diasumsikan konstruksi WPF telah memenuhi verifikasi visual test.

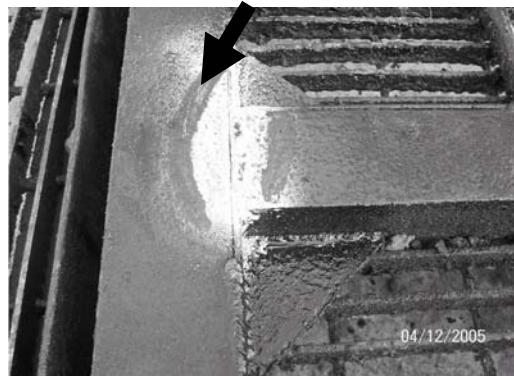
Permodelan metode elemen hingga (FEA- Finite Element Analysis) dilakukan untuk mengetahui kekuatan struktur WPF. Perhitungan 3D rangka ruang (space frame FEA Model) digunakan pada WPF serta struktur rangka pendukung, sedangkan FEA 3D solid model digunakan untuk menganalisa sambungan (connections) antara WPF dengan kaki (leg) dan WPF dengan rangka pendukung.

Diharapkan dapat diperoleh kekuatan WPF maksimal baik dari kekuatan batang melintang, tumpuan sambungan dan juga pembebanan tumpuan tanah.

## Pembahasan

### Hasil Pengamatan Lapangan

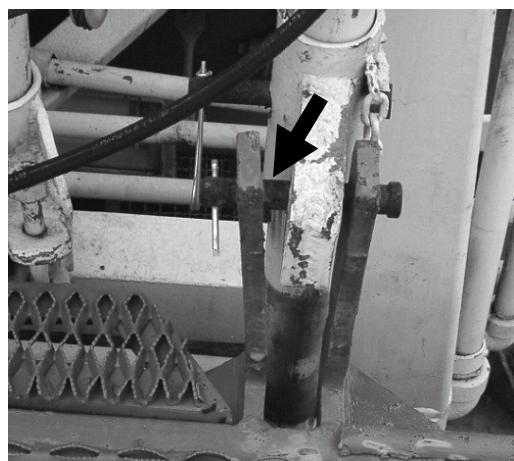
1. Hasil fabrikasi yang kasar dan kurang akurat seperti pada gambar di bawah ini:



Gambar 3. Mutu las yang kurang baik

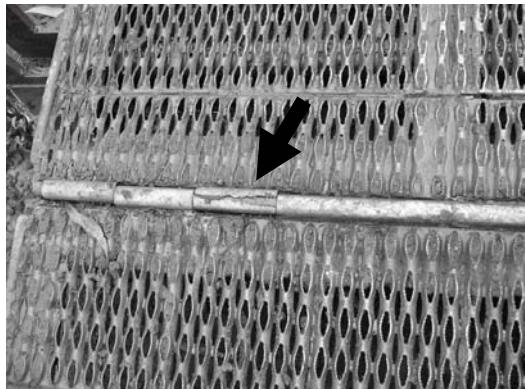


Gambar 4. Suaian pin - lubang terlalu besar

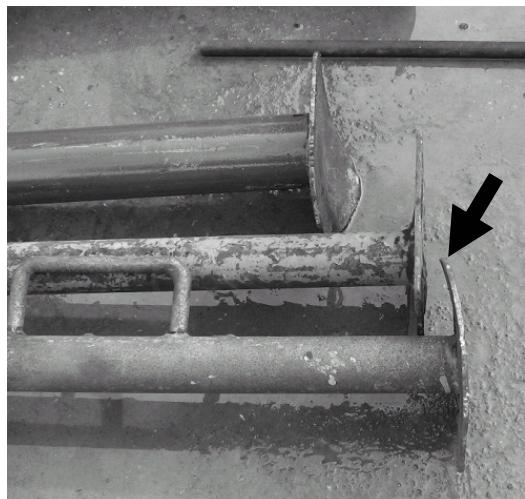


Gambar 5. Jarak pada sambungan pin (bending)

2. Kurangnya perawatan platform yang sudah berumur lebih dari 3 (tiga) tahun



Gambar 6. Engsel pecah



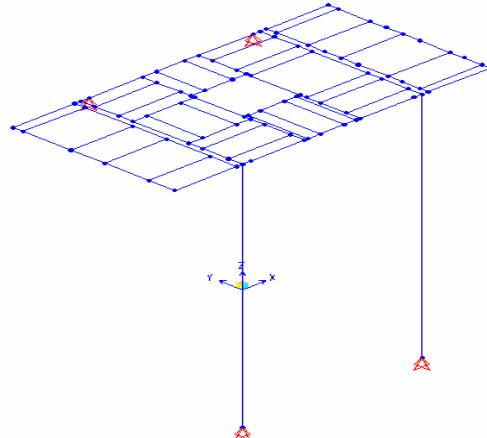
Gambar 7. deformasi tapak support



Gambar 8. karat pada sambungan (pin – sleeve)

### Permodelan Elemen Hingga

Platform kerja tipikal dimodelkan sebagai berikut:



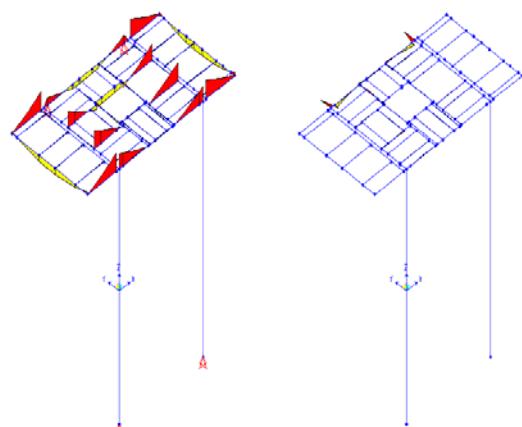
Gambar 9. FEA model untuk WPF 2 kaki

Permodelan dilakukan sesuai API Spec 4F<sup>3</sup> yang mengacu kepada standar AISC ASD<sup>2</sup>. Material struktur rangka platform sesuai dengan standar ASTM A36 (baja karbon) sedangkan untuk sambungan memiliki karakteristik material yang sama dengan ASTM A 615 (batang baja). Profil yang ada mengacu pada bahan yang dipakai oleh platform..

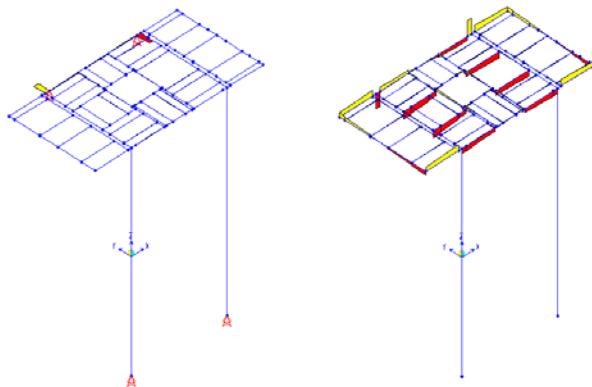
Pembebaan dari platform dilakukan mengacu ke AISC ASD dengan dua tipe beban yaitu :

- 3. beban mati (beban struktural)
- 4. beban hidup (beban orang & alat kerja)

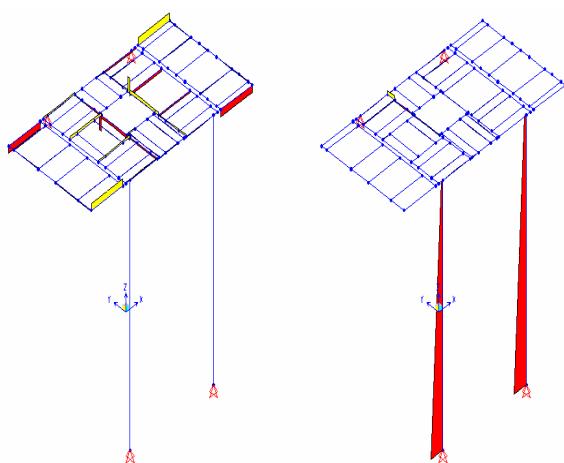
Untuk beban hidup dimasukkan juga beban sucker rod (untuk service) yang besarnya 500 N per batang.



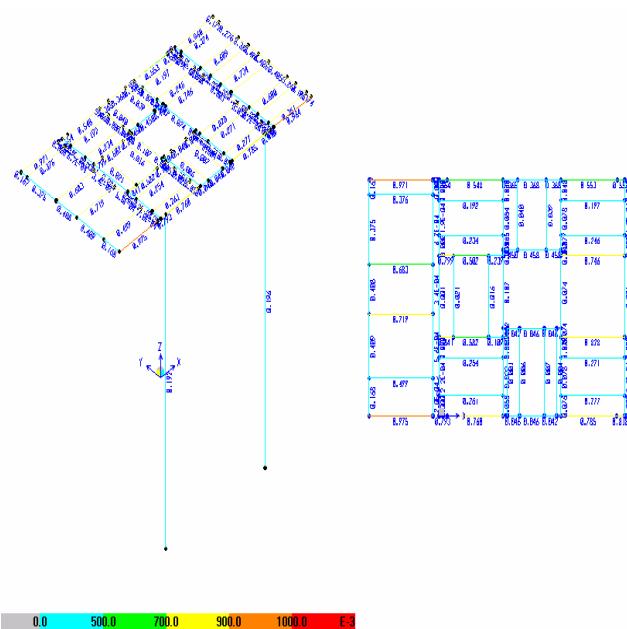
Gambar. 10, Bending moment distribution



Gambar. 11, Shear forces distribution



Gambar. 12, Torsion and Axial force

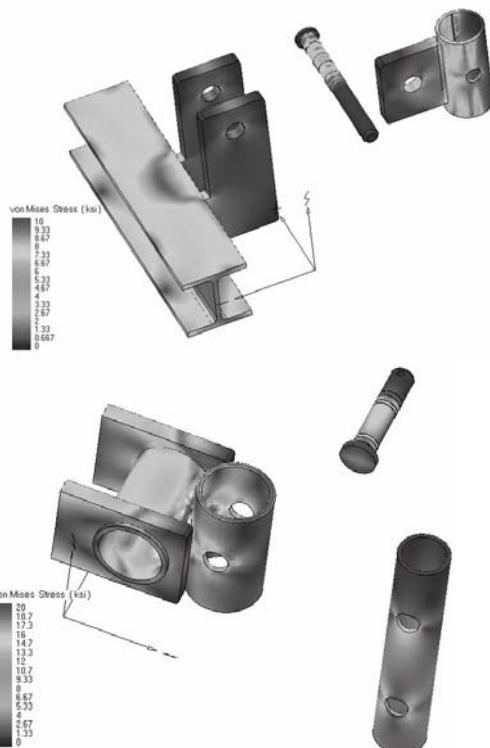


Gambar.13, Stress Ratio check under 4545 kgf load  
(distributed evenly)

Dalam permodelan elemen hingga, hasil yang ingin dicapai adalah mendapatkan berapa besar beban yang dapat didukung oleh platform kerja dengan memperhitungkan secara ideal:

1. kekuatan las yang dianggap setara logam asal
2. kekuatan sambungan non las (*sleeve* dan *pin*)
3. daya dukung tanah

Selain permodelan kerangka dengan asumsi sambungan las sekuat logam asal, dilakukan juga analisa kekuatan sambungan sementara yang digunakan (*sleeve* dan *pin*).



Gambar. 14. Analisa komponen sambungan

Daya dukung tanah dan relasinya dengan luas tapak platform sangatlah penting dikarenakan kategori tanah di lokasi tertentu yang tergolong lunak.

Safe Bearing Capacity of Soils (lb/ft <sup>2</sup> )	
Solid ledge of hard rock, such as granite, trap, etc.	50,000
Sound shale and other medium rock requiring blasting for removal	20,000
Hard pan, cemented sand and gravel difficult to remove by picking	16,000
Soft rock, disintegrated ledge; in natural ledge, difficult to remove by picking	10,000
Compact sand and gravel requiring picking for removal	8,000
Hard clay requiring picking for removal	8,000
Gravel, coarse sand, in natural thick beds	8,000
Loose, medium, and coarse sand, fine compact sand	3,000
Medium clay, stiff but capable of being spaded	4,000
Fine loose sand	2,000
Soft clay	less than 2,000

Gambar 15. Daya dukung tanah<sup>1</sup>

Dari parameter tersebut didapatkan “kelas” pembebanan maksimal setiap platform WPF sebagai berikut:

WPF No	Jml kaki	suck rod?	Bagian kritis	WPF Strength (kgf)		
				Tanah keras	Tanah biasa	Tanah lunak
04	2		Beam	4000	2000	1000
5	2		Beams	3997	2000	1000
7	2		leg	4770	2300	1100
8	2		Beams	4545	2200	1100
9	2		leg	4600	2300	1150
10	2		leg	4400	2200	1100
21	2		leg	4475	2200	1100
71	2		leg	4000	2480	1200
72	2		Beam	3800	2300	1000
74	2	X	leg	2200	850	600
76	3	X	Beam	2940	1550	850
77	4	X	leg	3900	1650	750
78	2	X	Beam	1950	950	500
79	4		Beam	3800	2150	900
80	2		Beam	1650	930	550
81	4		leg	4465	2200	1100
82	4	X	Beam	4300	2350	1200
83	2		Beam	3100	2000	850
84	2		Beam	4200	2400	1000
98	4	X	Beam	2300	2300	1150
100	4	X	Beam	3000	1750	850
101	2	X	Beam	2350	1250	650

Tabel 1. Hasil Analisa Elemen Hingga

## Kesimpulan dan Rekomendasi

Studi ini merupakan verifikasi 22 platform yang sedang dioperasikan. Berdasarkan hasil analisa maka dapat disimpulkan:

1. WPF tersusun dari komponen struktur platform, Sambungan pin serta 2 (dua) kaki atau lebih. Komponen di atas memiliki kekuatan dan komponen kritis menjadi batas kekuatan pembebanan dari WPF Platform.
2. Kekuatan struktur WPF berkorelasi dengan daya dukung tanah. Dengan demikian kapasitas pembebanan WPF platform tergantung dari variasi daya dukung tanah.
3. Seberapapun kuat struktur WPF Platform jika salah satu kakinya terbenam ke dalam tanah maka distribusi beban akan sangat berubah dan kekuatan struktur akan sangat terpengaruhi.

## Daftar Pustaka

1. Marks, Lionel S. **Standard Handbook of Mechanical Engineering** 7<sup>th</sup> ed, Mc Graw Hill 1985
2. American Institute of Steel Construction. **AISC Manual for Steel Construction: Allowable Stress Design** 9<sup>th</sup> ed. 1989
3. American Petroleum Institute. **API Spec 4f: Standard for Drilling & Well Servicing Structure** 2<sup>nd</sup> ed. 1995
4. **MSC/Nastran for Windows, Installation and Application Manual, Version 4.5**, The Mac.Neal Schwendler Co., 1998.