

ANALISIS REDAMAN PELAT VERTIKAL BAWAH LAUT PADA STRUKTUR LEPAS PANTAI TIPE SPAR

Hidayatullah¹⁾, Siti Fatimah Marhanisa¹⁾ dan Tandji Tarru Tjuti¹⁾

¹⁾Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Gowa, Indonesia

Email: hidayatullah20d@student.unhas.ac.id

Abstrak

Spar *platform* merupakan struktur atau bangunan lepas pantai dengan sistem tambat dengan gaya redaman struktur dan periode alami diluar jangkauan gelombang. Secara umum, spar adalah sebuah bangunan yang berbentuk silinder besar yang terapung dengan *draft* yang cukup besar dan dalam. Spar sendiri digunakan untuk membantu proses pengeboran dan produksi minyak mentah lepas pantai. Daya apung dari Spar sendiri digunakan untuk mendukung fasilitas aktivitas yang berada di atas permukaan air. Pada struktur spar, perlu ditambahkan sebuah kaki yang terikat dengan pondasi tiang pada dasar laut yang menggunakan tendon atau tethers guna meningkatkan stabilitas pada derajat kebebasan kemiringan dan roll. Penelitian ini adalah penelitian yang bersifat pengembangan dalam menentukan redaman pelat vetikal terhadap gerakan kemiringan.

Kata kunci: SPAR, Struktur, Pengeboran

Abstract

A spar platform is an offshore structure or building with a mooring system with structural damping forces and natural periods beyond the reach of waves. In general, a spar is a large floating cylindrical structure with a fairly large and deep draft. The spar itself is used to assist the drilling process and offshore crude oil production. The buoyancy of the Spar itself is used to support activity facilities that are above the water surface. In the spar structure, it is necessary to add a foot attached to the pile foundation on the seabed using tendons or tethers to increase stability in degrees of freedom of slope and roll. This research is a development research in determining the attenuation of the vertical plate against the tilt movement.

Keywords: SPAR, Structure, Drilling

PENDAHULUAN

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan energi di dunia, hal ini juga menyebabkan peningkatan konsumsi akan hidrokarbon sebagai bahan baku dari penghasil energi. Dikarenakan eksplorasi dan eksploitasi hidrokarbon yang khususnya di daerah perairan dangkal sudah semakin menipis, maka dari itu eksplorasi dan eksploitasi hidrokarbon mengarah ke perairan laut dalam. Maka dari itu hal ini akan memerlukan struktur bangunan lepas pantai yang bisa bertahan pada suatu kondisi lingkungan pada perairan laut dalam.

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan tentang Alur Pelayaran, Bangunan Lepas Pantai (Offshore) adalah bangunan yang mendukung proses eksplorasi pada kegiatan minyak dan gas bumi yang tidak termasuk kategori terminal spesifik atau terminal buat kepentingan sendiri yaitu Anjungan lepas Pantai (Platform), *Tension Leg Platform* (TLP), *Drilling Platform*, *Production/Treatment Platform*, *Floating Production Unit* (FPU), *Mobile Offshore Drilling Unit* (MODU), sumur pengeboran (*wellhead platform*), sumur pengeboran bawah air (*subsea wellhead platform*) dan *pipe line end manifold* (PLEM) dan bangunan lain yang mendukung proses eksplorasi dan pendayagunaan kegiatan mineral alam serta energi lainnya. Bangunan lepas pantai beroperasi pada kedalaman laut yang beragam. Untuk anjungan dengan struktur terpancang beroperasi pada perairan dangkal (*shallow water*) dengan kedalaman berkisar 100 – 200 meter (328-656 ft). Sedangkan untuk struktur terapung beroperasi pada laut dalam (*deep water*) pada kedalaman > 200 meter (656 ft). Dan untuk perairan sangat dalam (*ultra-deepwater*) berkedalaman lebih dari 1.000 m (3.280 ft) digunakan anjungan struktur lentur seperti dari jenis *Tension leg platform* (TLP) dan SPAR (Randall, 1997).



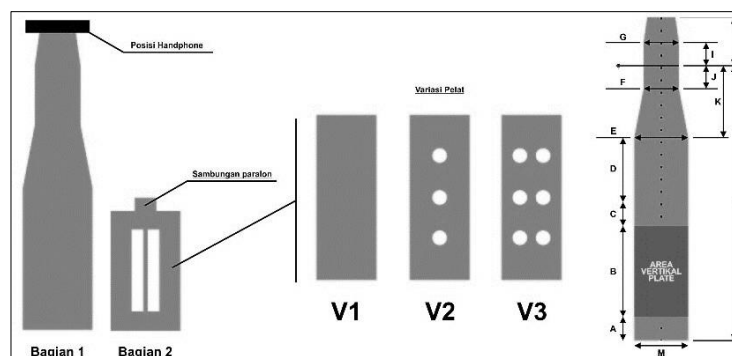
Bessel pada tahun 1828 melakukan eksperimen osilasi dalam bentuk pendulum di air dan di udara. Ia menemukan bahwa walaupun dengan massa pendulum yang sama, pendulum yang di dalam air mempunyai massa yang lebih besar daripada pendulum yang di udara. Bessel kemudian menginterpretasikan hal ini sebagai masa tambah (*added mass*) (Sarpkaya, 2010). Bangunan apung memiliki 6 derajat kebebasan. Gerakan ini dibagi atas dua kelompok yaitu gerak rotasi dan gerak translasi. Gerak rotasi adalah gerak dimana setiap titik-titik bangunan terapung akan bergerak sepanjang garis lintasan melingkar. Sedangkan gerak translasi adalah gerak dimana setiap titik-titik bangunan yang terapung akan bergerak sepanjang garis lintasan lurus yang sama. Karena redaman, struktur akan melepas energi kinetiknya. Ketika suatu bangunan bergetar pada air yang tenang, energi kinetik dari bangunan berkurang seiring waktu, ini disebut redaman. Seperti halnya massa tambah, nilai redaman tergantung pada bentuk dari benda itu dan cara model tersebut bergerak.

RANCANGAN MODEL

Perancangan model ini menggunakan bahan yang terdiri dari pipa paralon sebagai struktur model, pelat PVC sebagai pelat peredam dan beton serta pasir sebagai pemberat (*ballasting*). Model ini menggunakan rancangan ukuran dengan skala 1:115 sesuai dengan kapasitas *wave flume tank* yang tersedia. *Draft* akan menjadi pertimbangan perhitungan yang ada pada model SPAR tersebut. Beton dan pasir tersebut yang akan menjadi pemberat agar *draft* tersebut dapat terpenuhi. Model ini terbagi menjadi dua bagian (Gambar 1), pada bagian kedua struktur memiliki 3 buah pelat vertikal dengan pelat solid, 3 lubang dan 6 lubang pada masing-masing model yang akan menjadi perbandingan tingkat redaman (Gambar 1). Bagian 1 dan bagian 2 dihubungkan menggunakan sambungan ulir pipa paralon agar mempermudah dalam mengganti variasi model percobaan. Berikut dimensi dari model tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 1. Dimensi Model

Kode	Ukuran Asli	Skala 1:115 (m)
A	4.6	0.04
B	17.7	0.15
C	4.6	0.04
D	29.1	0.25
E	14.6	0.13
F	9.5	0.08
G	9.5	0.08
H	13	0.11
I	6	0.05
J	6	0.05
K	20	0.17
L	76	0.66
M	14.6	0.13



Gambar 1. Rancangan model

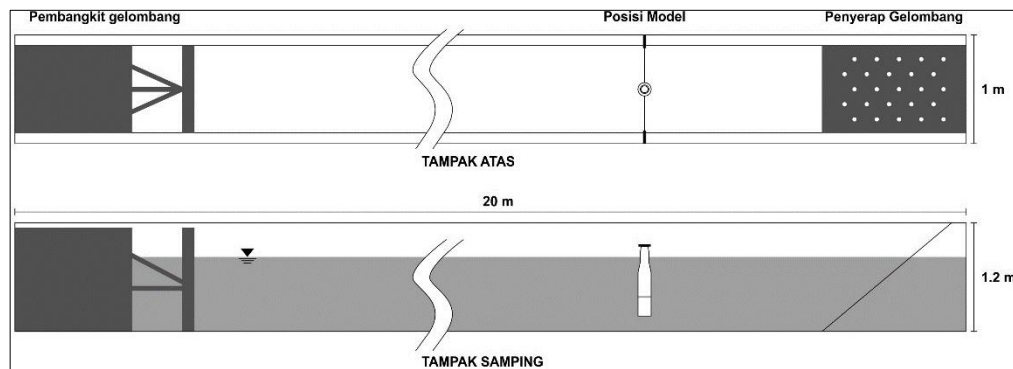


METODE PENELITIAN

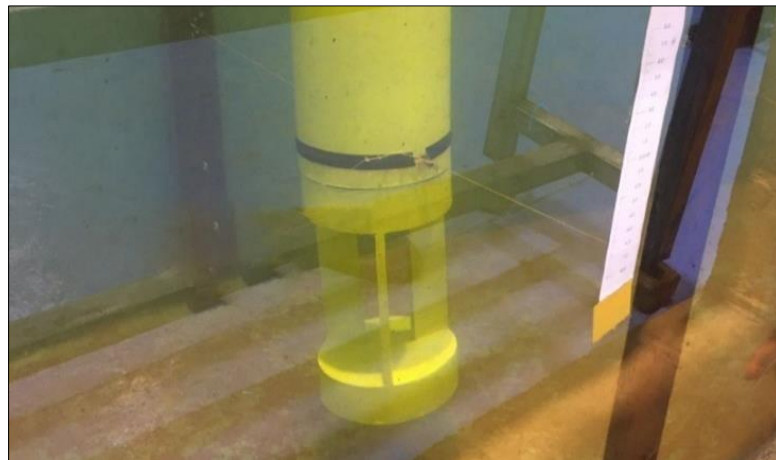
Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *wave flume tank* yang tersedia di Laboratorium Teknologi Kelautan Departemen Teknik Kelautan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Model prototype diletakkan pada kolam dengan ukuran dimensi panjang 20 m, kedalamann 1.8 m serta lebar 1 m.. Untuk menunjang kelengkapan pembahasan dalam penulisan ini, penulis melakukan metode pengumpulan dan pengambilan data dengan cara menguji secara langsung model tersebut. Penelitian ini berbentuk penelitian pengembangan yang bertujuan untuk membandingkan redaman gelombang yang terjadi pada masing-masing model pelat vertikal. Model tersebut akan dialiri gelombang yang berasal dari pembangkit gelombang pada *wave flume tank* sebanyak 10 contoh kasus gelombang dengan arah datang gelombang 0 derajat dengan variasi amplitudo dan frekuensi gelombang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

SPAR merupakan jenis bangunan lepas pantai yang berupa suatu unit produksi terapung yang berbentuk silinder vertikal (kolom tunggal) dengan sarat air (*draft*) relatif dalam yang memungkinkan untuk dapat menyimpan sejumlah minyak mentah pada kolomnya. Pada penelitian ini memperoleh data gerakan kemiringan dengan cara mengikat model menggunakan tali nilon pada posisi titik berat model yang dikaitkan ke struktur kayu yang ada pada dinding *flume tank*. Metode pengambilan dan pengumpulan data yaitu dengan menggunakan *software* pada handphone seluler yang diposisikan pada bagian top model. Kemudian data tersebut akan diolah pada program *Microsoft Excel* untuk memperoleh grafik dari gerakan kemiringan model tersebut.



Gambar 2. Ilustrasi *wave flume tank*



Gambar 3. Posisi tali pada model



Tabel 2. Contoh kasus pengujian model

Cases	Amplitudo (m)	Freq (Hz)	Durasi (s)
1	0.004348	0.999776	120
2	0.008696	0.999776	
3	0.013044	0.999776	
4	0.008696	0.833147	
5	0.013044	0.833147	
6	0.017392	0.833147	
7	0.026087	0.833147	
8	0.013044	0.714126	
9	0.017392	0.714126	
10	0.026087	0.714126	

Tabel 3. Hasil pengujian 3 Pelat Vertikal Solid

Cases	Kemiringan Max	Durasi Max	Kemiringan Min	Durasi Min
1	1.150169	87.58338	-1.60378	137.4653
2	2.002434	86.70597	-2.52002	135.9689
3	2.814057	56.66737	-3.19	109.9242
4	3.113194	120.2392	-3.62547	134.3373
5	4.342537	104.6197	-4.81818	122.8593
6	5.852742	119.5035	-6.35716	71.79502
7	9.705888	116.9543	-10.1256	137.0531
8	3.851603	34.88803	-4.25774	128.6449
9	5.157775	29.5285	-5.58897	131.7995
10	7.52561	31.49824	-8.62354	134.8324

Tabel 3. Hasil pengujian 3 Pelat Vertikal 3 lubang

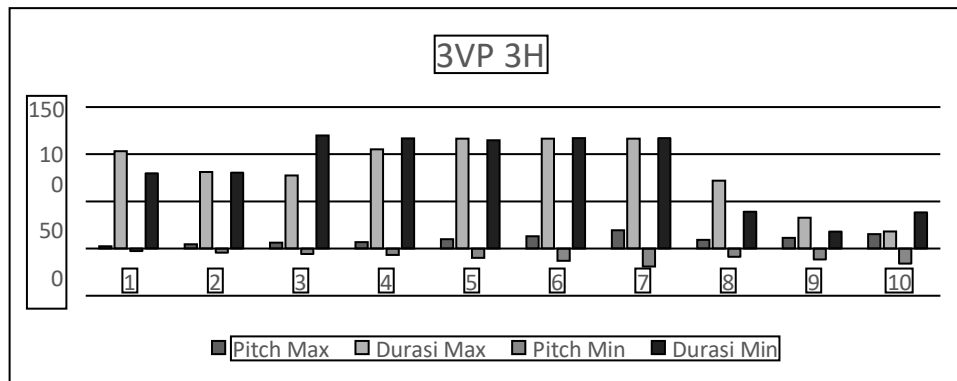
Cases	Kemiringan Max	Durasi Max	Kemiringan Min	Durasi Min
1	2.545962	103.195012	-2.56104	79.660837
2	4.4883	80.954217	-4.4377	80.47394
3	6.1825	77.24986	-5.8885	119.7841
4	6.7695	105.3215	-6.5885	116.7335
5	9.8254	116.511	-9.8136	114.6744
6	12.8899	116.4391	-12.9031	117.0085
7	19.5074	116.3116	-18.8306	116.9243
8	9.0845	71.8427	-8.7535	38.90695
9	11.3476	32.59409	-11.3514	17.93774
10	15.4543	18.03097	-15.9607	38.28242

Tabel 4. Hasil pengujian 3 Pelat Vertikal 6 lubang

Cases	Kemiringan Max	Durasi Max	Kemiringan Min	Durasi Min
1	0.883394	44.96413	-1.4797	133.7446
2	1.11331	111.7157	-1.2597	137.442
3	0.851467	43.15625	-0.88727	135.7965
4	0.706212	118.7161	-0.72144	127.4
5	0.683145	117.62	-0.68787	131.6768

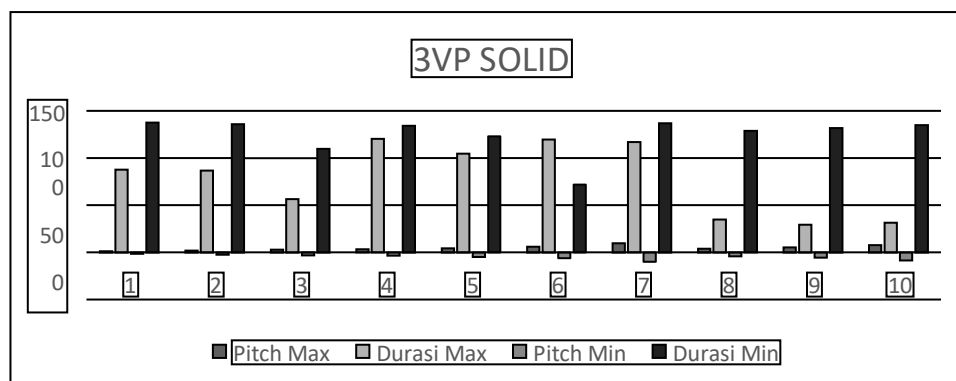


6	1.500313	117.5422	-1.54818	77.03059
7	2.696489	116.2433	-2.69493	15.72303
8	0.373891	72.81428	-0.36782	134.6991
9	0.596681	33.97278	-0.58741	125.2315
10	1.484046	26.60579	-1.59391	119.4658



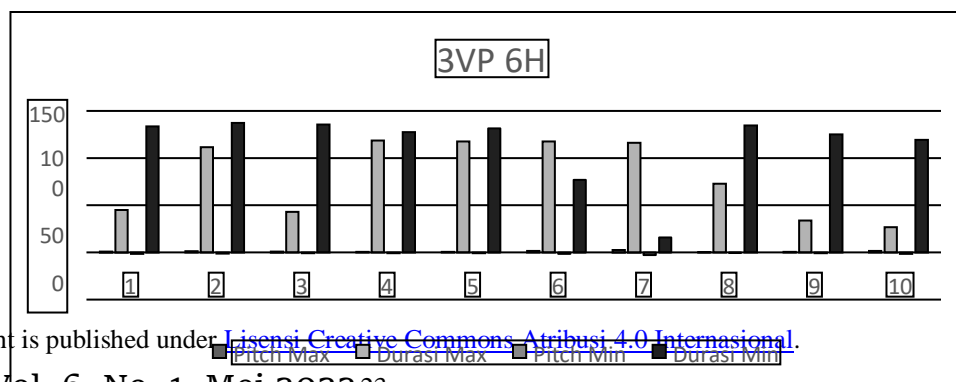
Gambar 4. Grafik 3VP Solid

Berdasarkan Gambar 4 diatas dapat disimpulkan bahwa kemiringan maksimum dan kemiringan minimum bersifat fluktuatif. Rata-rata kemiringan maksimum berkisar antara 1 sampai 9 derajat, kemiringan minimum antara -1 sampai -10 derajat, durasi maksimum antara 29 sampai 120 detik dan durasi minimum antara 71 sampai 137 detik.



Gambar 5. Grafik 3VP 3H

Berdasarkan Gambar 5 diatas dapat disimpulkan bahwa kemiringan maksimum dan kemiringan minimum bersifat fluktuatif. Rata-rata kemiringan maksimum berkisar antara 2 sampai 19 derajat, kemiringan minimum antara -2 sampai -18 derajat, durasi maksimum antara 18 sampai 116 detik dan durasi minimum antara 17 sampai 119 detik.



copyright is published under [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Berdasarkan Gambar 6 diatas dapat disimpulkan bahwa kemiringan maksimum dan kemiringan minimum bersifat fluktuatif. Rata-rata kemiringan maksimum berkisar antara 0,3 sampai 3 derajat, kemiringan minimum antara -0,3 sampai -3 derajat, durasi maksimum antara 26 sampai 118 detik dan durasi minimum antara 15 sampai 137 detik.

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan diatas dapat dilihat perbedaan redaman dari setiap variasi pelat vertikal. Pada gerak kemiringan, arah datang gelombang akan berpengaruh terhadap besarnya gerak, rangkuman hasil dapat dilihat pada Tabel 1,2,3 dan 4. Gerak kemiringan terbesar didapat pada arah datang gelombang 0 derajat dengan kemiringan maksimum sebesar 19.5074 deg/m pada frekuensi 0.833147 Hz dan kemiringan minimum sebesar -18.8306 deg/m pada frekuensi yang sama pada kemiringan maksimum. Pada grafik di atas dapat dilihat 3 pelat vertikal dengan masing-masing 6 lubang pada pelat adalah variasi model dengan redaman gelombang terbesar dengan rata-rata besar kemiringan maksimum sebesar 1.088895 dan kemiringan minimum sebesar -1.18282.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Carpenter, C. (2020, Agustus 31). *"The Spar Platform: A Design That Transformed Deepwater Development"*. JPT Journal Of Petroleum Technology.
- [2] Randall, R.E. 1997. *Elements Of Ocean Engineering 1st Edition*. Texas: The Society Marine Engineers.Sarpkaya, Turgut. 2010. *Wave Forces On Offshore Structures*. New York: Cambridge University Press.
- [3] Soedjono, J. J. 1998. *Diktat Mata Kuliah Konstruksi Bangunan Apung Laut II*. Surabaya: Jurusan Teknik Kelautan ITS.
- [4] A. Sarifuddin, R. Ahmad, Dan F. M. Assidiq, "Analisis Vertical Plate Pada Variasi Kecepatan Aliran Di Lunas Spar", *Sensistek*, Vol. 5, No. 2, Hlm. 90-94, Des 2022.
- [5] A. Phady, A. Rajmi, F. Ramadhani, M. T. P. Andalan, S. Aski, Dan M. Z. M. Alie, "Pengaruh Optimasi Beban Rangka Tubular Terhadap Analisis Kekuatan Tekuk Dan Kelelahan Pada Fixed Offshore Platform", *Sensistek*, Vol. 3, No. 1, Hlm. 8-13, Nov 2020.
- [6] F. Mahmuddin, S. Klara, M. U. Pawara, Dan A. Y. Akhir, "Studi Performa Vertical-Axis Wind Turbine (Vawt) Sebagai Pembangkit Energi Listrik Pada Floating Platform", *Sensistek*, Vol. 2, No. 1, Hlm. 8-16, Okt 2019.

