

**ANALISIS PERBANDINGAN METODE *SPECTRAL* DAN
DETERMINISTIC UMUR KELELAHAN SAMBUNGAN PADA
ANJUNGAN LEPAS PANTAI TIPE TERPANCANG DI LAUT
ANDAMAN MYANMAR**

SKRIPSI

Skripsi diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar sarjana



Disusun oleh:

TIGO SULAKSONO

19011110003

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS GLOBAL JAKARTA
2023**

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Jakarta, Agustus 2023
Mahasiswa,



Tigo Sulaksono
NIM. 19011110003

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Tigo Sulaksono
NIM : 19011110003
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Analisis Perbandingan Metode *Spectral* Dan
Deterministic Umur Kelelahan Sambungan Pada
Anjungan Lepas Pantai Tipe Terpancang Di Laut
Andaman Myanmar

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer, Universitas Global Jakarta.

DEWAN PEMBIMBING

Pembimbing 1



Ribut Nawang Sari, S.T., M.T.

Pembimbing 2



Aan Sugeng Ananto, S.T., M.T

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil



Ribut Nawang Sari, S.T., M.T.

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 28 Agustus 2023

HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Tigo Sulaksono
NIM : 19011110003
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Analisis Perbandingan Metode *Spectral* Dan
Deterministic Umur Kelelahan Sambungan Pada
Anjungan Lepas Pantai Tipe Terpancang Di Laut
Andaman Myanmar

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik & Ilmu Komputer, Universitas Global Jakarta.

DEWAN PENGUJI

Penguji 1	: Ir. Sukatja, M.Eng	()
Penguji 2	: Ir. Sumudi, Sp 1	()
Penguji 3	: Dedy Rutama, S.T., M.T.	()
Ditetapkan di	: Depok	
Tanggal	: 28 Agustus 2023	

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat- Nya, saya dapat menyelesaikan penulisan proposal Skripsi ini. Penulisan ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Sipil pada Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan naskah untuk seminar proposal ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan penulisan ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) R. Nawang Sari, ST, MT, selaku dosen pembimbing I yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan proposal ini.
- (2) Aan Sugeng Ananto, ST, MT, selaku dosen pembimbing II yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan proposal ini
- (3) Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral dan
- (4) Teman angkatan mahasiswa Teknik Sipil Universitas Global Jakarta yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan naskah proposal ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu.

Jakarta, 28 Agustus 2023


Tigo Sulaksono

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Global Jakarta, saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Tigo Sulaksono
NPM : 19011110003
Program Studi : Teknik Sipil
Jenis Karya Ilmiah : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Global Jakarta **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

ANALISIS PERBANDINGAN METODE SPECTRAL DAN DETERMINISTIC UMUR KELELAHAN SAMBUNGAN PADA ANJUNGAN LEPAS PANTAI TIPE TERPANCANG DI LAUT ANDAMAN MYANMAR

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Non-eksklusif ini Universitas Global Jakarta berhak menyimpan, mengalih-media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 28 Agustus 2023

Yang menyatakan

Tigo Sulaksono
NIM. 19011110003

ABSTRAK

Struktur anjungan lepas pantai tipe terpancang (*Fixed Jacket Platform*) dengan fondasi *Skirt Pile* menjadi pilihan utama dalam eksploitasi minyak bumi dan gas alam di wilayah laut Andaman lepas pantai Myanmar dengan kedalaman laut 108.8m. Proses perencanaan *Jacket Platform* perlu perhatian terhadap keadaan lingkungan lautnya yang umumnya berupa kejadian gelombang siklik dengan karakteristik berbeda-beda yang dapat mengakibatkan kegagalan struktur. Beban gelombang bersiklus dapat mengakibatkan kelelahan sambungan pada struktur *Jacket Platform* yang terbuat dari material baja yang bersifat dan mudah meresonansi getaran. Penelitian ini membandingkan umur kelelahan *Jacket platform* Yetagun North Field (YET-D) yang di analisis menggunakan metode *Spectral* dan *Deterministic Fatigue* dengan menggunakan standar API RP-2A WSD 2nd serta menambahkan *Weld Improvement Technique* Model visual 3D dan analisis diproses dengan bantuan perangkat lunak *Structure Analysis Computer System* (SACS) *Connect Edition* v11.3. hasil penelitian ini menunjukkan *Joint* kritis tipe X Bracing menghasikan umur terendah 2.7 tahun pada *Joint* 2043 Member 2109-403. Analisis *Fatigue* Metode *Spectral* tanpa *Weld Improvement Technique* telah melampaui umur layanan 20 tahun, sedangkan beberapa *Joint* kurang dari umur layanan menggunakan metode *Deterministic*, namun setelah dilakukan *Weld Improvement Technique* menggunakan kurva S-N WJ3 umur *Joint* bertambah hingga melampaui umur layanannya. Analisis umur kelelahan sambungan metode *Spectral* dan *Deterministic Fatigue* berdasarkan letak elevasinya *Joint* dengan tipe yang sama umur kelelahan akan bertambah saat mendekati elevasi 0 m dari dasar laut, namun metode *Deterministic* memiliki rasio umur yang lebih kecil dari metode *Spectral*. Pada *Joint* tipe X atau *Bracing* sisi kanan struktur metode *Deterministic* menggunakan *Weld Improvement Technique* untuk kurva S-N WJ1, WJ2 & WJ3 menunjukan rasio 0.1 atau 10 kali lipat lebih besar dari umur *Spectral* tanpa *Weld Improvement Technique* (WJT).

Kata Kunci: *Jacket platform*, *spectral fatigue*, *deterministic fatigue*, Pierson-Moskowitz, umur kelelahan, *jacket platform*, anjungan lepas pantai

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI.....	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI AKADEMIS.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	7
2.1 Studi Literatur.....	7
2.2 Definisi Anjungan Lepas Pantai.....	9
2.3 <i>Jacket/Template Fixed Platform</i>	10
2.4 Beban Struktur <i>Jacket Fixed Platform</i>	12
2.4.1 Beban Gravitasi (<i>Gravity Loads</i>)	12
2.4.2 Beban Hidrostatik (<i>Hydrostatic Loads</i>).....	13
2.4.3 Beban Arus Anjungan	13
2.4.4 Beban Gelombang.....	14
2.5 Karakteristik dan Penentuan Teori Gelombang Laut	14
2.6 Teori Gelombang Airy	17
2.7 Persamaan Morisson untuk menentukan Gaya Gelombang.....	21
2.8 Spektrum Gelombang Laut.....	24
2.9 Analisa Kelelahan.....	27
2.9.1 Analisis Kelelahan Hubungan Kurva S-N	29
2.9.2 Teknik Peningkatan Pengelasan (<i>Weld Improvement Technique</i>)..	30

2.9.3	<i>Stress Consetration Factor (SCF)</i>	32
2.9.4	Analisis Kelelahan Metode <i>Deterministic</i>	39
2.9.3.1.	Faktor Dinamis (<i>Dymamic Amplification Factor</i>)	39
2.9.3.2.	Ruangan Tegangan.....	40
2.10	Analisis Kelelahan Metode <i>Spectral</i>	41
2.10.1	<i>Transfer Function</i>	41
2.10.2	Pusat Kerusakan (<i>Center of Damage Seastate</i>)	42
2.10.3	Respon Spektrum Linier	44
2.11	Umur Kelelahan Metode Palmgren-Miner	45
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		47
3.1	Metode Penelitian.....	47
3.2	Tahap Kegiatan Penelitian.....	50
3.3	Penghimpunan Data-data Pendukung Analisis	53
3.3.1	Data Modular untuk Desain Basis	53
3.3.2	<i>Computer Model Platform Yetagun North Field</i>	54
3.3.3	<i>Material Properties</i>	57
3.3.4	<i>Structural Damping</i>	58
3.3.5	<i>Hydrodynamic Coefficients and Wave Kinematics Factor</i>	58
3.3.6	<i>Mass Model</i>	59
3.3.7	Siklus Beban Gelombang (<i>Fatigue Wave</i>).....	60
BAB IV HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....		62
4.1	Pembuatan Model 3D Modular Jacket	62
4.1.1.	Metode Pemodelan Struktur <i>Jacket</i> Dengan <i>SACS</i>	63
4.1.2.	Mendefinisi Ukuran dan Material Model <i>Jacket</i>	63
4.2	Validasi <i>Stress Consentration Factor</i>	65
4.3	Menentukan Teori Gelombang Statis.....	66
4.4	Periode Natural Struktur.....	70
4.4.1.	<i>Pile Structure Interaction (PSI)</i>	70
4.4.2.	<i>Eigenvalue</i>	70
4.5	Pemilihan Gelombang Respon	73
4.6	Analisis Kelelahan (<i>Fatigue Analysis</i>)	74
4.6.1	<i>Deterministic Fatigue</i>	74
4.6.1.1	<i>Wave Response Analysis</i>	74
4.6.1.2	Perhitungan <i>Dynamic Amplification Factor (DAF)</i>	76

4.6.2	<i>Spectral Fatigue</i>	76
4.6.2.1	<i>Transfer Fuction</i>	76
4.6.2.2	<i>Wave Specturm Pierson-Moskowitz (PM)</i>	78
4.7	<i>Stress Consentration Factor</i>	79
4.8	<i>Perbandingan Fatigue Life</i>	80
BAB V PENUTUP		100
DAFTAR PUSTAKA		103
LAMPIRAN-LAMPIRAN		105

DAFTAR PUSTAKA

- API RP 2A WSD. (2014). *"Recommended Practice for Planning, Designing and Constructing Fixed Offshore Platforms-Working Stress Design"*. 22nd Edition, American Petroleum Institute
- Afandi, A., & Alie, M. Z. M. (2020, October). *Fatigue life prediction on jacket leg structure subjected to axial and wave loads*. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 575, No. 1, p. 012194). IOP Publishing.
- Ananto, Aan Sugeng. 2019. *ANALISA PENGARUH PENGGUNAAN TUNED MASS DAMPER PADA UMUR SAMBUNGAN BANGUNAN LEPAS PANTAI TERPANCANG DI PERAIRAN LAUT CINA SELATAN*. Tesis. Program S2 Teknik Kelautan Institut Teknologi Bandung. Bandung
- Ananto, Aan Sugeng. 2021. *OCEAN WAVE AND MARINE HYDRODYNAMIC*. Modul Perkuliahan. Jurusan Teknik Sipil JGU.
- Arung, A., Balamba, S., & Manaroinson, L. D. K. (2016). *ANALISIS KELELAHAN STRUKTUR ANTAR TIANG PANCANG PADA ANJUNGAN LEPAS PANTAI TIPE STS DI SELAT MAKASSAR DENGAN METODE FRACTURE MECHANICS*. 14(65)
- ASTM E1032-12. *"Standard Test Method for Radiographic Examination of Weldments"*. ASTM International, West Conshohocken, PA(2019)
- Bestari, M. D., Setyawan, D., & Misbach, M. N. (2021). *Analisa SCF (Stress Concentration Factor) Menggunakan Pendekatan Numerik Pada Pelat dengan Fillet Asimetris Akibat Beban Tarik*. *Jurnal Teknik ITS*, 10(1), G1-G7
- Bahri, S. (2018). *Analisis Umur Kelelahan Dengan Metode Deterministik dan Spektal Pada Tripod Jacket Konfigurasi Konvensional dan Modular* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Chakrabarti, S. K. (2005). *HANDBOOK OF OFFSHORE ENGINEERING Volume I 2005 ELSEVIER*. www.bookaid.org
- Chopra Anil K. 2012. *Dynamics of Structures Global Edition*. Pearson Education Limited.
- El-Reedy, M. A. (2015). *Offshore Structures Loads and Strength. Marine Structural Design Calculations*, 33–84. doi:10.1016/b978-0-08-099987-6.00003-9.
- Kharade, & Kapadiya. (2014). *OFFSHORE ENGINEERING: AN OVERVIEW OF TYPES AND LOADINGS ON STRUCTURES*.

- Krogstad, H. E., & Arntsen, Ø. A. (2000). *Linear wave theory*. Norwegian University of Science and Technology.
- Nehra, N., Bhat, P., & Pannercselvam, N. (2018). *Fatigue analysis of offshore structures in Indian western offshore*. In *Proceedings of Fatigue, Durability and Fracture Mechanics* (pp. 143-151). Springer, Singapore.
- Rohith, T., & Jayalekshmi, R. (2017). *Deterministic and Spectral Fatigue Analysis of Tubular Joints of a Jacket Platform*. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 8(11).
- Tawekal, R. L., & Heriana, R. (2007). *Analisis Kehandalan Anjungan Lepas Pantai Tipe Jacket Berdasarkan Kapasitas Fatigue pada Sambungan*. *Jurnal Teknik Sipil ITB*, 14(2), 93-104.
- Ukoro, U., & Kolios, A. (2018). *Multicriteria risk assessment framework for components' risk ranking: Case study of a complex oil and gas support structure*.
- Zawawi, N. A., Liew, M. S., Alaloul, W. S., Shawn, L. E., Imran, M., & Toloue, I. (2019, December). *Non-Destructive Testing Techniques for Offshore Underwater Decommissioning Projects through Cutting Detection: A State of Review*. In *SPE Symposium: Decommissioning and Abandonment*. OnePetro.