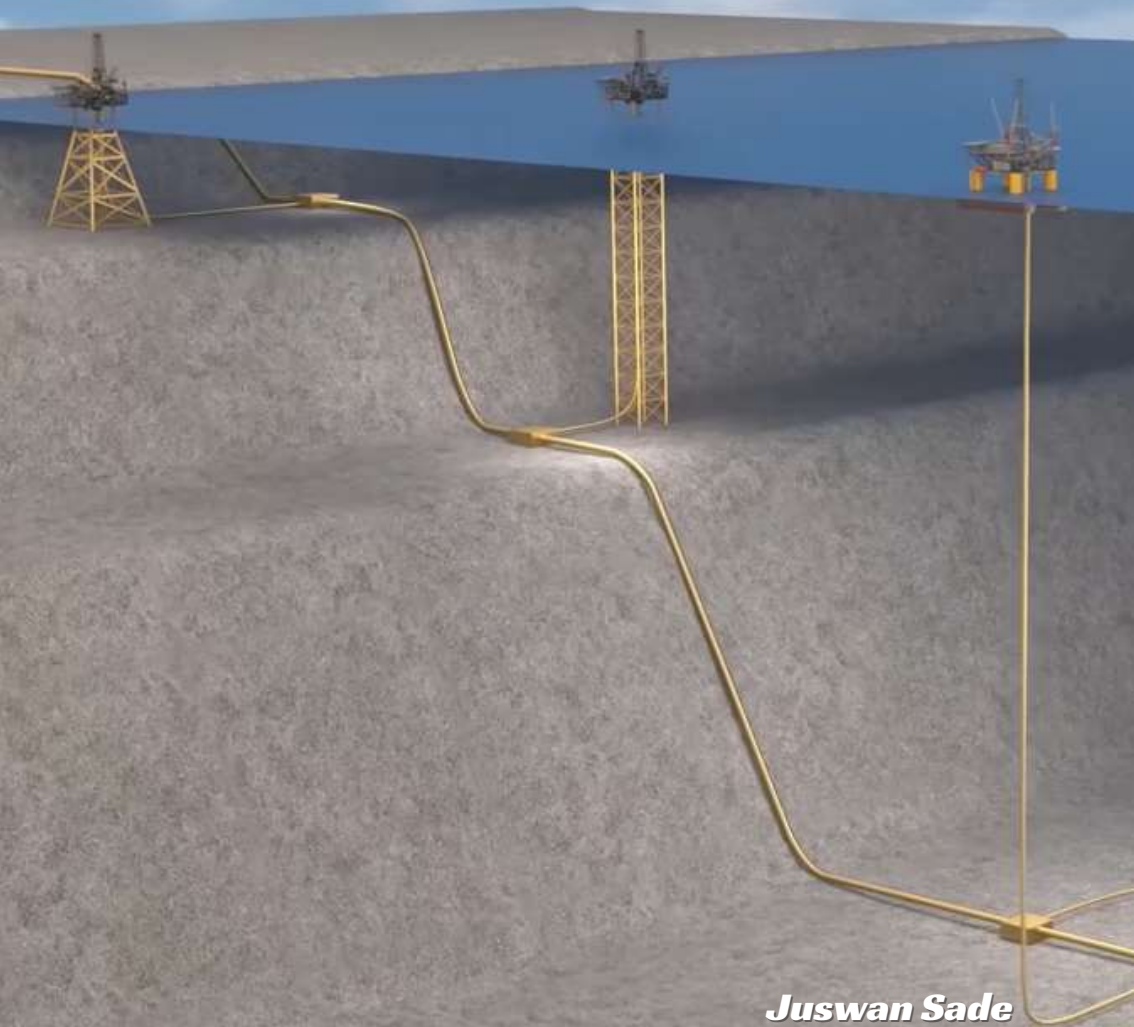




Juswan Sade

Pengantar Bangunan Lepas Pantai

Juswan Sade

PENGANTAR BANGUNAN LEPAS PANTAI

Pengantar Bangunan Lepas Pantai

Penulis : **Juswan Sade**

Penyunting : **Marwati, S.Sos.**

Tata sampul : **Rezkiawati, S.Pd.**

Tata isi : **Asjmi**

Cetakan Pertama, **April 2024**

ISBN **xxx-xxx-xx-xxxx-x**

Penerbit **Professorline**

🏠 Jl. Dg. Ngadde Raya, Parangtambung, Makassar,
Sulawesi Selatan, Indoneisa

✉ professorline123@gmail.com
adminbook@professorline.com

📞 +62 853-4177-7525

🌐 www.professorline.com

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang.

Dilarang mengutip dan memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku
baik secara elektronik maupun mekanik tanpa izin tertulis

Penerbit Professorline.

KATA PENGANTAR

Dengan segala kerendahan hati, kami mempersembahkan buku ajar ini yang berjudul Pengantar Bangunan Lepas Pantai. Buku ini ditujukan sebagai panduan bagi para mahasiswa, peneliti, dan praktisi yang berkecimpung dalam bidang teknik kelautan dan perancangan bangunan lepas pantai.

Bangunan lepas pantai memiliki peran penting dalam berbagai aspek kehidupan manusia, mulai dari transportasi, pengeboran minyak dan gas, hingga pembangkit listrik tenaga laut. Oleh karena itu, perancangan bangunan lepas pantai yang optimal sangat penting untuk menjamin efisiensi dan keberlanjutan operasional.

Buku ini mencakup berbagai topik penting dalam perancangan bangunan lepas pantai, termasuk metode perancangan, analisis struktural, dan simulasi lingkungan laut. Kami berusaha menyajikan materi dengan bahasa yang mudah dipahami dan disertai dengan contoh aplikasi nyata.

Dalam buku ini, kami juga membahas tentang tantangan yang dihadapi dalam perancangan bangunan lepas pantai. Mulai dari faktor lingkungan yang ekstrem, tekanan hidrostatik yang tinggi, hingga risiko korosi dan biofouling. Kami berusaha memberikan solusi dan strategi terbaik untuk mengatasi tantangan tersebut.

Selain itu, kami juga menekankan pentingnya pendekatan multidisiplin dalam perancangan bangunan lepas pantai. Kami percaya bahwa kolaborasi antara berbagai disiplin ilmu, seperti teknik sipil, teknik mesin, dan ilmu material, dapat menghasilkan desain yang lebih optimal dan inovatif.

Kami berharap buku ini dapat menjadi sumber belajar yang berharga dan membantu pembaca dalam memahami dan menerapkan konsep-konsep dalam optimasi perancangan bangunan lepas pantai. Kami menghargai setiap saran dan kritik yang konstruktif untuk peningkatan edisi berikutnya.

Penulis juga mengharapkan masukan dan tanggapan dari para pembaca untuk menyempurnakan buku ajar ini di edisi berikutnya. Semoga buku ajar ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi kelautan di Indonesia.

Akhirnya, kami ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung penulisan buku ini. Kami berharap buku ini dapat

memberikan kontribusi positif bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi kelautan.

Makassar, April 2024

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
BAB I TEKNOLOGI PENANGANAN MINYAK/GAS LEPAS PANTAI.....	1
1.1 Pendahuluan	1
1.2 Sejarah dan Perkembangan Teknologi Lepas Pantai	2
1.3 Peralatan Pengeboran (<i>Drilling Equipment</i>).....	4
1.4 Peralatan Eksploitasi Migas	15
1.4.1 Struktur Anjungan (<i>Platform</i>)	15
1.4.2 Alat Pengeboran.....	19
1.4.3 Sistem Pengangkutan	20
1.4.4 Fasilitas Produksi/Pengolahan.....	22
1.4.5 Alat Pengendalian Tekanan.....	30
1.4.6 Alat Pemantauan dan Pengukuran	32
1.4.7 Alat Keselamatan dan Penanggulangan Darurat	35
1.5 Transportasi Produk Migas.....	36
1.6 Transportasi Terminal.....	41
1.7 Soal Latihan	49
1.8 Kesimpulan	51
BAB II PENGENALAN INSTALASI BANGUNAN LEPAS PANTAI TERPANCANG.....	53
2.1 Pendahuluan	53
2.2 Sejarah dan Perkembangan Instalasi Bangunan Lepas Pantai Terpancang	55
2.3 Prinsip Dasar Instalasi Bangunan Lepas Pantai Terpancang	58
2.4 Jenis-jenis Instalasi Bangunan Lepas Pantai Terpancang	66
2.5 Karakteristik Instalasi Bangunan Lepas Pantai Terpancang	77
2.6 Metodologi Instalasi.....	86
2.7 Manajemen Resiko dan Keselamatan	95
2.9 Soal Latihan	103
2.8 Kesimpulan	104
BAB III JENIS DAN SISTEM BANGUNAN LEPAS PANTAI	107

3.1 Pendahuluan	107
3.2 Pengenalan Jenis Anjungan Lepas Pantai	109
3.2.1 Klasifikasi Berdasarkan Struktur dan Fungsi.....	109
3.2.2 Perbandingan Keunggulan dan Keterbatasan	112
3.3 Sistem Bangunan Lepas Pantai.....	115
3.3.1 Prinsip Kerja dan Integrasi Sistem	123
3.3.2 Teknologi Pendukung dan Operasional	128
3.4 Komponen Utama Anjungan Lepas Pantai Terpancang	131
3.4.1 Substruktur Utama Anjungan Lepas Pantai	132
3.4.2 <i>Appurtenances</i>	142
3.4.3 Sistem Perangkaan Deck dan Jacket	147
3.4.4 Pondasi Tiang Pancang.....	151
3.5 Pemasangan dan Pemeliharaan.....	153
3.6 Tantangan Lingkungan dan Solusi	160
3.7 Soal Latihan	166
3.8 Kesimpulan	168
BAB IV KLASIFIKASI DAN REGULASI BANGUNAN LEPAS PANTAI..	170
4.1 Pendahuluan	170
4.2 Standar dan Kode dalam Klasifikasi Bangunan Lepas Pantai..	171
4.3 Otoritas Regulasi dan Lembaga Klasifikasi Utama	181
4.4 Keselamatan Sistem Bangunan Lepas Pantai	185
4.5 Regulasi Lingkungan dan Kebijakan Perlindungan.....	196
4.6 Soal Latihan	197
4.7 Kesimpulan	198
BAB V PERANCANGAN PENGEMBANGAN LADANG (<i>DESIGN FIELD DEVELOPMENT</i>)	200
5.1 Pendahuluan	200
5.2 Spiral Perencanaan (<i>Design Spiral</i>).....	201
5.3 Ketentuan Perancangan (<i>Design Requirements/basis</i>)	203
5.4 Batasan Perancangan (<i>Design Constrain/Physical Limitation</i>)	216
5.5 Konsep Desain (<i>Concept Design</i>).....	222
5.6 Tahapan Perancangan	228
5.7 Soal Latihan	236

5.8 Kesimpulan	237
BAB VI KRITERIA DESAIN DAN KONSTRUKSI SISTEM BANGUNAN LEPAS PANTAI.....	239
6.1 Pendahuluan	239
6.2 Dasar-dasar Desain Bangunan Lepas Pantai	240
6.3 Analisis Beban dan Stabilitas	242
6.3.1 Analisis Beban.....	242
6.3.2 Analisis Stabilitas.....	244
6.4 Material dan Teknologi Konstruksi.....	245
6.4.1 Material Konstruksi	246
6.4.2 Teknologi Konstruksi	251
6.5 Kriteria Operasional.....	257
6.6 Kriteria Konstruksi	270
6.7 Kriteria Lingkungan.....	276
6.8 Soal Latihan	285
6.9 Kesimpulan	286
DAFTAR PUSTAKA	289

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 <i>Drilling string</i>	5
Gambar 1. 2 <i>Drill pipe</i>	6
Gambar 1. 3 Peralatan Pengeboran	7
Gambar 1. 4 <i>Bit sub</i>	8
Gambar 1. 5 <i>Float Sub</i>	9
Gambar 1. 6 <i>Stabilizer</i>	10
Gambar 1. 7 <i>Kelly</i>	11
Gambar 1. 8 <i>Lower kelly cock</i>	12
Gambar 1. 9 <i>Upper kelly cock</i>	14
Gambar 1. 10 <i>Swamp Barge</i>	16
Gambar 1. 11 <i>Drilling ship</i>	17
Gambar 1. 12 <i>Jack up Rig</i>	19
Gambar 1. 13 <i>Separator</i>	22
Gambar 1. 14 <i>Scrubber gas</i>	23
Gambar 1. 15 <i>Free Water Knockout</i>	24
Gambar 1. 16 <i>Kompresor</i>	24
Gambar 1. 17 <i>Generator engine</i>	25
Gambar 1. 18 <i>Surge Tank</i>	26
Gambar 1. 19 <i>Sum Tanl</i>	26
Gambar 1. 20 <i>Pig Receiver dan Launcher</i>	27
Gambar 1. 21 <i>Manifold</i>	28
Gambar 1. 22 <i>Glycol Dehydrator</i>	28
Gambar 1. 23 <i>Flare</i>	29
Gambar 1. 24 <i>Pompa</i>	30
Gambar 1. 25 <i>Offshore Pipeline</i>	39
Gambar 1. 26 <i>Gambar Artistik FPSO dan Mooring System</i>	42
Gambar 1. 27 <i>Dermaga Jetty</i>	48
Gambar 2. 1 <i>Proses Rigs-to-Reefs</i>	54
Gambar 2. 2 <i>Anjungan Minyak dan Gas Lepas Pantai</i>	56
Gambar 2. 3 <i>Jacket Platform</i>	68
Gambar 2. 4 <i>Semisubmersible</i>	72
Gambar 2. 5 <i>Tension leg Platform</i>	74

Gambar 2. 6 Semi Taut Mooring	76
Gambar 3. 1 Jenis <i>Platform</i> Produksi Minyak/Gas Lepas Pantai ...	109
Gambar 3. 2 Perbedaan Tipe Struktur Bangunan Lepas Pantai beserta kedalamannya selama bertahun-tahun.....	112
Gambar 3. 3 Komponen Anjungan Lepas Pantai Terpancang	141

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B.Utomo, "Pengeboran Lepas Pantai," Gema Teknologi, Vol.16, No.2, 2011
- [2] A.D.U. Raharjo, "Hubungan Strategis pada Evolusi Teknologi Lepas Pantai di Industri Migas," INTAN Jurnal Penelitian Tambang, Vol.5, No.1, 2022.
- [3] <https://www.slideshare.net/MuhammadFebriyanFird/peralatan-produksi-lepas-pantai-offshore-production-facility>
- [4] M.R.Rahman, "Perencanaan Modifikasi Pipa Penyalur Minyak dengan Adanya Penambahan *Platform* Produksi," Seminar Nasional Cendekiawan, 2015.
- [5] M.H.N.Aliffranda, and W.D.Aryawan, "Desain Barge sebagai Alternatif Pengganti *Jetty* untuk Sarana Bongkat Muat Kapal Tanker," Jurnal Teknik ITS Vol.8, No.1, 2019.
- [6] B.S.Prasodjo, W.D.Aristanto, and D.F.Ashyar, "Study Optimasi Panjang Mooring Line Tipe Spread Mooring pada FPSO," Jurnal Wave, Vol.5, No.1, 2011.
- [7] <https://kkp.go.id/an-component/media/upload-gambar-pendukung/DitJaskel/publikasi%20materi/jenis%20bangunan%20dan%20instalasi%20laut.pdf>
- [8] Peraturan Pemerintah, "Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 6 tahun 2020 tentang Bangunan dan Instalasi di Laut," Peraturan Perundang-undangan , Indonesia, Pemerintah Pusat, 2020.
- [9] F.G.Aprianto, and R.L.Tawekal, "Desain dan Analisis Struktur Anjungan Lepas Pantai Tipe 4 Kaki di Perairan Sumatera Bagian Tenggara," Institut Teknologi Bandung, Diakses dari: tekniklepaspantai.itb.ac.id.
- [10] M.Hikam, W.Wardhana, I.Rochani, "Analisis Geometrid an Konfigurasi Kolom-Ponton terhadap Intensitas Gerakan dan Stabilitas *Semisubmersible*," Jurnal Teknik ITS, Vol.1, No.1, 2012.

- [11] K.Sadeghi, and H.Tozan, "*Tension Leg Platforms: An Overview of Planning, Design, Construction and Installation*," *Academic Research International*, Vo.9, No.2, 2018.
- [12] J.Yu, S.Zhang, W.Yang, Y.Xin, and H.Gao, "Design and Application of *Buoy Single Point Mooring System* With Electro-Optical-Mechanical (EOM) Cable," *Journal of Marine Science and Engineering*, 8, 672, 2020.
- [13] <https://www.mermaidsrock.com/wpcontent/uploads/downloadable/50%20Years%20of%20the%20Oil%20Field.pdf>
- [14] X.K. Dang, and T.D. Tran," Modeling Techniques and Control Strategies for *Jack-up Rig*: A State of the Art and Challenges," *IEEE Access*, PP(99):1-1, 2021.
- [15] Waddell, J.W., Pearce, Fred, and Harold Stibbs. "*Hybrid Piled/Gravity Platform* for Harsh Environments." Paper presented at the *Offshore Technology Conference*, Houston, Texas, May 1992. doi: <https://doi.org/10.4043/7053-MS>
- [16] A. Arung, " Analisis Kelelahan Struktur Antar Tiang Pancang Pada Anjungan Lepas Pantai Tipe STS di Selat Makassar dengan Metode Fracture Mechanics," *Tekno*, Vol.14, No.65, 2016.
- [17] M. A. Agus Masrukhin, D. N. Sugianto, and A. Satriadi, "STUDI BATIMETRI DAN MORFOLOGI DASAR LAUT DALAM PENENTUAN JALUR PELETAKAN PIPA BAWAH LAUT (Perairan Larangan-Maribaya, Kabupaten Tegal)," *Journal of Oceanography*, vol. 3, no. 1, pp. 94-104, Jan. 2014.
- [18] https://petrowiki.spe.org/File:Vol3_Page_537_Image_0001.png
- [19] BKI, "Peraturan Domestik Kapal Vol I," Badan Klasifikasi Indonesia, 2022. [Online].
- [20] "Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan No. 55 Tahun 2021," Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2021. [Online]. Tersedia: <https://jdih.maritim.go.id/cfind/source/files/per>

- men-kp/permen-kkp-no-55-tahun-2021.pdf. Diakses pada: 22 Maret 2024.
- [21] "API RP 2A-WSD: *Planning, Designing, and Constructing Fixed Offshore Platforms—Working Stress Design*," *American Petroleum Institute*, 22nd ed., Dec. 2014.
 - [22] "ISO 19900:2018 Petroleum and natural gas industries — General requirements for offshore structures," *International Organization for Standardization*, Geneva, Switzerland, 2018.
 - [23] "ISO 19901-1:2015 Petroleum and natural gas industries — Specific requirements for offshore structures — Part 1: Metocean design and operating considerations," *International Organization for Standardization*, Geneva, Switzerland, 2015.
 - [24] Joint Research Centre (European Commission), "*Eurocode 3: Design of steel structures*," [Online]. Available: <https://Eurocodes.jrc.ec.europa.eu/EN-Eurocodes/Eurocode-3-design-steel-structures>. [Accessed: Day-Month-Year].
 - [25] European Committee for Standardization, "EN 1993-1-1:2005 - *Eurocode 3: Design of steel structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings*," Dec. 2005. [Online]. Available: <https://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2015/12/en.1993.1.1.2005.pdf>. [Accessed: Day-Month-Year].
 - [26] DNV, "DNV rules and standards for offshore units, July 2023 edition," DNV, Jul. 2023. [Online].
 - [27] *American Bureau of Shipping*, "*Rules for Building and Classing offshore installations*, January 2024 edition," ABS, Jan. 2024. [Online].
 - [28] Biro Klasifikasi Indonesia, "Guidelines for offshore concrete structures 2020," BKI, 2020. [Online].
 - [29] Biro Klasifikasi Indonesia, "Rules for Classification and surveys 2022," BKI, 2022. [Online].

- [30] Kementerian Pekerjaan Umum, "Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 09/PRT/M/2010 tentang Pedoman Penyelenggaraan Jasa Konstruksi," Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta, Indonesia, 2010. [Online].
- [31] Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia, "Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 28 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Penataan Ruang Laut," 2021. [Online].
- [32] "Pemerintah Republik Indonesia. (2021). Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. [Online].
- [33] Sumargo, U.Ruslan, and M.Ghulam R., " Kapasitas Penggunaan Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP) Berlapis Banyak Terhadap Perkuatan Lentur Struktur Balok Beton Bertulang," Industrial Research Workshop and National Seminar, Vol.5, 2014.
- [34] J.Anindito, F. Paundra, Triyono, N. Muhayat, "Pengaruh Aliran dan Kedalaman Air terhadap Hasil Pengelasan dan Kekerasan Sambungan Las Bawah Air Baja SS400," Jurnal Teknik Mesin Indonesia, Vol.15, No.2, 2020.
- [35] A. Rosyidah, D.F. Alfariiez, and M.A. Wicaksono, "Penguatan Struktur pada Bangunan dengan Mutu Beton Rendah," PORTAL Jurnal Teknik Sipil, Vol.11, No.1, 2019.
- [36] R.L. Tawekal, "Perhitungan SCF untuk Analisa *Fatigue* pada Sambungan Struktur Anjungan Lepas Pantai," Media Komunikasi Teknik Sipil, Vol.13, No.2, 2005.
- [37] "Drill Pipes," Prime Rigs. [Online]. Available: <https://prime-rigs.com/product/drill-pipes/>. [Accessed: 27-Mar-2024].
- [38] "Parker Rig 77B," Parker Wellbore. [Online]. Available: <https://parkerwellbore.com/rigs/parker-rig-77b/>. [Accessed: 27-Mar-2024].
- [39] "Seadrill's West Auriga drillship begins development drilling for BP in GOM," Drilling Contractor. [Online]. Available:

<https://drillingcontractor.org/new-west-auriga-drillship-added-to-bps-gom-fleet-26975>. [Accessed: 27-Mar-2024].

- [40] "Jack-up Rigs," Credence Offshore. [Online]. Available: <https://credence-offshore.com/project/jack-up-rigs/>. [Accessed: 27-Mar-2024].