

# **PERANCANGAN STRUKTUR DERMAGA *DOLPHIN* KONDENSAT DAN ASAM SULFUR, SENORO, SULAWESI TENGAH**

**Jessica Wenda Friska**  
Program Studi Teknik Kelautan  
Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung  
Jl. Ganeca no. 10, Bandung 40132  
[simorangkirjessica@gmail.com](mailto:simorangkirjessica@gmail.com)

Kata kunci: perancangan, dermaga, *kondensat*, *asam sulfat*, *SAP 2000*, *mooring dolphin*, *breasting dolphin*

---

## **PENDAHULUAN**

### **Latar Belakang**

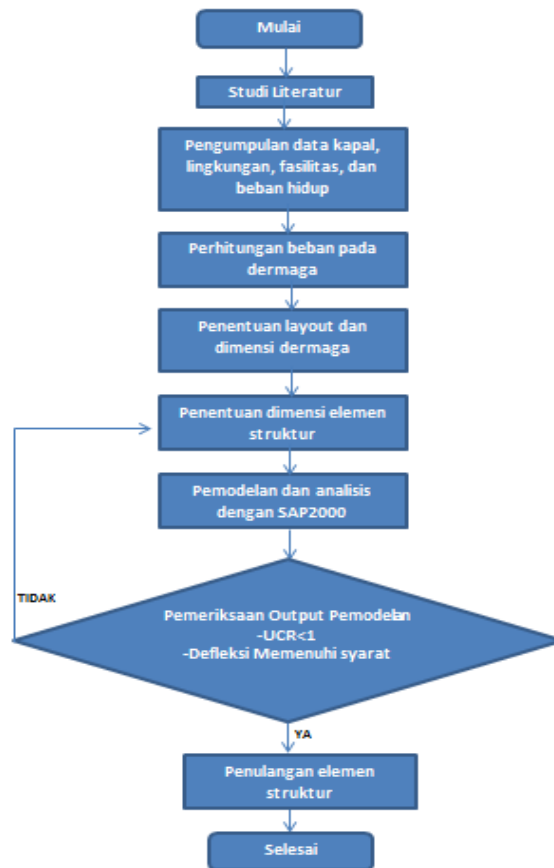
Indonesia adalah Negara yang mempunyai kekayaan alam yang sangat besar, salah satu kekayaannya adalah gas alam. Indonesia mengandung cadangan gas alam yang besar. Saat ini, Indonesia mengandung cadangan gas alam ketiga terbesar di daerah Asia Pasifik (setelah Australia dan Cina), 1.5% dari total gas alam yang terdapat di bumi. Gas alam merupakan salah satu sumber daya alam yang menjadi komoditi ekonomi yang mendukung perkembangan ekonomi Indonesia sehingga harus dimanfaatkan sebesar-besarnya untuk kesejahteraan masyarakat.

Salah satu proyek yang dilakukan untuk mengembangkan kekayaan gas alam Indonesia adalah Senoro Gas Development project yang terletak di Senoro, Sulawesi Tengah. Senoro Gas Development adalah proyek yang dikerjakan oleh Joint Operating Body Pertamina Medco Tomori Sulawesi, sebuah kooperasi antara PT Pertamina Hulu Energi (PHE), PT Medco E&P Indonesia, dan Tomori E&P Limited, yang bertujuan mengembangkan potensi gas alam yang berada di daerah Senoro, Sulawesi Selatan secara komersil. Gas alam yang dieksploitasi di area Senoro diproses menjadi Liquefied Natural Gas, Kondensat, dan Asam Sulfat.

Salah satu fasilitas penunjang pengakomodasian Asam Sulfat dan Kondensat adalah dermaga. Struktur dermaga tersebut harus didesain sedemikian rupa sehingga dapat melayani kebutuhan pengguna dalam mentransportasikan Asam Sulfat dan Kondensat. Untuk itu Tugas Akhir ini dikerjakan untuk mendesain suatu dermaga untuk memenuhi kebutuhan untuk mentransportasikan Kondensat dan Asam Sulfat tersebut.

### **Metodologi**

Metodologi yang digunakan pada studi ini disajikan dalam bentuk *flowchart* pada Gambar 1.



Gambar 1 Flowchart Metodologi Studi

Dermaga ini direncanakan menggunakan struktur dermaga berjenis *dolphin*. Struktur dermaga *dolphin* dipilih karena kapal tanker kondensat dan asam sulfur tidak memerlukan tempat bertambat disepanjang kapal ketika melakukan kegiatan bongkar muat sehingga pilihan struktur *dolphin* lebih efektif untuk dermaga ini. Struktur akan dibuat dengan tipe *deck on pile* menggunakan tiang pancang sebagai fondasi strukturnya.

Dermaga dengan tipe *dolphin* pada pengerjaan tugas akhir ini terdiri atas 6 struktur, yaitu:

1. *Loading Platform*, berfungsi sebagai tempat bongkar muat gas dari kapal,
2. *Breasting Dolphin Tipe 1*, berfungsi sebagai tempat bersandar kapal kondensat,
3. *Breasting Dolphin Tipe 2*, berfungsi sebagai tempat bersandar kapal asam sulfat,
4. *Mooring Dolphin*, berfungsi sebagai tempat kapal untuk bertambat,
5. *Trestle*, berfungsi sebagai penghubung antara loading platform dengan wilayah daratan.
6. *Walkway*, berfungsi sebagai penghubung antar struktur.

Desain dermaga *dolphin* proyek Senoro ini dibuat dengan referensi utama berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) tahun 2002, *British Standard*, dan OCDI (*The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan*) tahun 2002.

## HASIL DAN ANALISIS

### Parameter Desain

#### Kondisi Lingkungan

Kondisi lingkungan yang ditinjau untuk kriteria desain dermaga ini disajikan pada Tabel 1.

*Tabel 1. Kondisi Lokasi Perencanaan*

| Kondisi Lingkungan |       |     |                                            |
|--------------------|-------|-----|--------------------------------------------|
| <b>LWS</b>         | 0     | m   | Elevasi Muka Air Terendah                  |
| <b>HWS</b>         | 1.935 | m   | Elevasi Muka Air Tertinggi                 |
| <b>h</b>           | 22    | m   | Kedalaman <i>Mudline</i> di Lokasi Dermaga |
| <b>H</b>           | 2.2   | m   | Tinggi Gelombang                           |
| <b>T</b>           | 6.4   | s   | Periode Gelombang                          |
| <b>Vc</b>          | 1     | m/s | Kecepatan Arus Air Laut                    |
| <b>Vw</b>          | 16.4  | m/s | Kecepatan Angin                            |

#### Karakteristik Kapal

Karakteristik kapal yang akan dilayani oleh dermaga ini terdapat pada Tabel 2.

*Tabel 2 Karakteristik Kapal Rencana*

| Karakteristik       | Unit | Condensate Vessel |            |
|---------------------|------|-------------------|------------|
|                     |      | 35000 DWT         | 115000 DWT |
| <b>Length (LOA)</b> | m    | 197               | 247        |
| <b>Length (LBP)</b> | m    | 189               | 236        |
| <b>Loaded Draft</b> | m    | 12                | 17         |
| <b>Molded Depth</b> | m    | 17.5              | 23         |
| <b>Freeboard</b>    | m    | 5.5               | 6          |
| <b>Breadth</b>      | m    | 28                | 41.5       |
| Karakteristik       | Unit | Sulfuric Vessel   |            |
|                     |      | 3500 DWT          | 6500 DWT   |
| <b>Length (LOA)</b> | m    | 93                | 110        |
| <b>Length (LBP)</b> | m    | 84                | 100        |
| <b>Loaded Draft</b> | m    | 5.7               | 7          |
| <b>Molded Depth</b> | m    | 7.5               | 8.75       |
| <b>Freeboard</b>    | m    | 1.8               | 1.75       |
| <b>Breadth</b>      | m    | 14.2              | 18.2       |

#### Pemodelan SAP2000

Analisis desain dermaga dilakukan dengan pemodelan struktur menggunakan perangkat lunak SAP2000. Struktur yang dimodelkan adalah *loading platform*, *breasting dolphin*, *mooring dolphin*, *walkway* dan *trestle* dengan komponen strukturnya adalah tiang pancang,

balok, dan pelat. Analisis pada SAP2000 dimulai dengan memodelkan struktur dermaga kemudian diberikan kombinasi beban tertentu yang direncanakan akan diterima oleh struktur dermaga. Hasil pemodelan yang akan dianalisis adalah nilai *unity check ratio* (UCR), besar defleksi struktur, reaksi perletakkan dan gaya dalam komponen struktur dermaga. Hasil pemodelan dari struktur disajikan pada Tabel 3.

*Tabel 3. Output pemodelan SAP2000*

| No | Struktur                        | Nilai UCR | Defleksi Arah X | Defleksi Arah Y | Defleksi Arah Z | Defleksi Maksimum |
|----|---------------------------------|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|
|    |                                 |           | m               | m               | m               | m                 |
| 1  | <i>Loading Platform</i>         | 0.658     | 0.096           | 0.108           | -0.008          | 0.115             |
| 2  | <i>Breasting Dolphin Tipe 1</i> | 0.57      | -0.036          | 0.115           | 0.01            | 0.118             |
| 3  | <i>Breasting Dolphin Tipe 2</i> | 0.571     | -0.036          | 0.115           | 0.01            | 0.118             |
| 4  | <i>Mooring Dolphin</i>          | 0.774     | 0.073           | -0.112          | 0.002           | 0.117             |
| 5  | <i>Trestle</i>                  | 0.64      | 0.113           | 0.0599          | 0               | 0.1149            |
| 6  | <i>Walkway</i>                  | 0.69      | 0.077           | -0.0641         | 0.0015          | 0.1149            |

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa kriteria nilai  $UCR < 1$  dan batas defleksi tidak melebihi batas maksimum dapat dipenuhi sehingga disimpulkan bahwa dermaga desain rencana aman secara struktural. Setelah dilakukan analisis nilai UCR dan besar defleksi dilakukan analisis gaya dalam komponen struktur untuk proses perhitungan penulangan struktur. Detail penulangan struktur beton dapat dilihat pada Tabel 4, dan Tabel 5, Tabel 6, Tabel 7

*Tabel 4. Detail penulangan struktur loading platform*

| Loading Platform |                   |                 |                 |                   |
|------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| Balok            | Dimensi           | Tulangan Atas   | Tulangan Bawah  | Tulangan Sengkang |
| Tipe 1           | 0.6 x 0.4 x 5.5 m | 3D22-52         | 6D22-15         | Ø10-200           |
| Tipe 2           | 0.6 x 0.4 x 4 m   | 2D22-88         | 2D22-88         | Ø10-200           |
| Pelat            | Dimensi           | Tulangan Arah X | Tulangan Arah Y |                   |
| Tipe 1           | 5.5 x 4 x 0.4 m   | 14Ø13-370       | 10Ø13-371       |                   |
| Tipe 2           | 4 x 1 x 0.4 m     | 10Ø13-371       | 3Ø13-267        |                   |
| Tipe 3           | 1 x 5.5x 0.4 m    | 3Ø13-267        | 14Ø13-370       |                   |
| Tipe 4           | 1 x 1 x 0.4 m     | 3Ø13-267        | 3Ø13-267        |                   |

Tabel 5. Detail penulangan struktur trestle

| Trestle |                     |                 |                 |                   |
|---------|---------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| Balok   | Dimensi             | Tulangan Atas   | Tulangan Bawah  | Tulangan Sengkang |
| Tipe 1  | 0.38 x 0.25 x 5.5 m | 1D22-79         | 1D22-79         | Ø10-350           |
| Tipe 2  | 0.38 x 0.25 x 1 m   | 1D22-79         | 1D22-79         | Ø10-350           |
| Pelat   | Dimensi             | Tulangan Arah X | Tulangan Arah Y |                   |
| Tipe 1  | 5.5 x 4 x 0.4 m     | 14Ø13-370       | 10Ø13-371       |                   |
| Tipe 2  | 1 x 4 x 0.4 m       | 13Ø13-267       | 3Ø13-267        |                   |

Tabel 6. Detail penulangan struktur trestle

| Walkway |                   |                 |                 |                   |
|---------|-------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| Balok   | Dimensi           | Tulangan Atas   | Tulangan Bawah  | Tulangan Sengkang |
| Tipe 1  | 0.5 x 0.3 x 5.5 m | 5D22-2          | 3D22-18         | Ø10-300           |
| Pelat   | Dimensi           | Tulangan Arah X | Tulangan Arah Y |                   |
| Tipe 1  | 1 x 0.35 x 0.2 m  | 1Ø13-177        | 1Ø13-827        |                   |

Tabel 7. Detail tulangan struktur breasting dolphin dan mooring dolphin

| Breasting Dolphin |               |                |
|-------------------|---------------|----------------|
| Dimensi           | Tulangan Atas | Tulangan Bawah |
| 14 x 14 x 1 m     | 175Ø13-66     | 175Ø13-66      |
| Mooring Dolphin   |               |                |
| Dimensi           | Tulangan Atas | Tulangan Bawah |
| 10 x 10 x 1 m     | 125Ø13-66     | 125Ø13-66      |

## KESIMPULAN DAN SARAN

Dermaga kondensat dan asam sulfat yang berlokasi di Senoro, Sulawesi Tengah, Indonesia dibuat menggunakan tipe struktur dolphin yang terdiri atas *loading platform*, *breasting*

*dolphin tipe 1, breasting dolphin tipe 2, mooring dolphin, walkway, dan trestle.* Dermaga *dolphin* didesain untuk melayani kapal tanker dengan ukuran 115000 DWT, 65000 DWT, 6500 DWT, dan 3500 DWT. Berdasarkan hasil analisis dermaga kuat menahan kombinasi beban yang diberikan dan telah memenuhi kriteria desain yang diperlukan baik itu dari *unity check ratio*, defleksi, dan penulangan struktur.

## DAFTAR PUSTAKA

1. BS 6349-2: 1988 Code of Practice for Maritime Structures Part 2: Design of Quay Walls, Jetties and Dolphins, British Standard Institution, London, 1988.
2. Standard Institution, London, 1991. BS 6349-4: 1994 Code of Practice for Maritime Structures Part 4: Design of Fendering and Mooring System, British Standard Institution, London, 1994.
3. Fentek Catalogue: Marine Fendering System. Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., Singapore, 1991.
4. The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan (OCDI), Technical Standards and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan, Japan Port and Harbour Association, Tokyo, 2002.
5. SNI 03-2847-2002: Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung, Badan Standardisasi Nasional, Bandung, 2002.
6. Thoresen, Carl.A. 2003. *Port Designer's Handbook, Recommendations and Guidelines*. Thomas Telford Publishing
7. Gurki, J.T.S., 2010. *Beton Bertulang Edisi Revisi*, Rekayasa Sains, Bandung
8. Gaythwaite, JW, 2004. *Design of Marine Facilities for the Berthing, Mooring, and Repair of Vessel 2<sup>nd</sup> edition*, American Society of Civil Engineers, Virginia, Amerika Serikat.
9. McCormac, Jack C. dan Nelson, James K., 2006. *Design of Reinforced Concrete 7th edition*, John Wiley & Sons, Amerika Serikat.
10. The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan (OCDI), 2002. *Technical Standards and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan*, Jepang.
11. Thoresen, Carl.A, 2003. *Port Designer's Handbook*, Thomas Telford Publishing, Australia.
12. Tsinker, G., 2004. *Port Engineering*, John Wiley & Sons, New

13. Wang, C.K. dan Salmon, C.G., 1985. *Reinforced Concrete Design*, John Wiley & Sons, Amerika Serikat.
14. Das, Braja M. *Principle of Geotechnical Engineering*.
15. PT KHI (Krakatau Hoogovens International Pipe). 2015. *Spiral Product Specification Catalogue*.