

Falsafah

Teori Dasar Struktur Apung

Pembahasan suatu teori dasar yang wajib dalam bidang teknik lepas pantai seperti **Teori Dasar Struktur Apung** perlu ditinjau juga dari sisi filsafatnya. Hal ini mengingat karena struktur apung bukan hanya sekadar objek fisik yang ditinjau secara matematis untuk memenuhi persamaan hidrostatika dan kriteria stabilitasnya saja misalnya. Tapi objek ini merupakan suatu sistem rekayasa yang berinteraksi dengan manusia, lingkungan laut, ketidakpastian, dan risiko. Untuk itu kajian filosofis akan membantu insinyur dalam memahami batas-batas pengetahuan dan model yang digunakan, mempertanyakan asumsi dalam analisis seperti keseimbangan apung dan stabilitas, serta mempertimbangkan konsekuensi keselamatan dari setiap keputusan desain.

Dengan demikian, misalnya pemahaman tentang *buoyancy*, *stability*, *GZ*, *GM*, dan respons struktur tidak hanya berhenti pada pertanyaan “apakah secara matematis struktur ini stabil dan layak dioperasikan?” saja. Tetapi perlu dikembangkan menjadi pertanyaan yang lebih mendasar yaitu “seberapa jauh kita dapat mempercayai model tersebut, dalam kondisi apa kesimpulannya berlaku, dan apakah keputusan desain yang dihasilkan dapat dipertanggungjawabkan terhadap keselamatan manusia dan lingkungan?”

Maka dalam perspektif filsafat ilmu, secara mendasar hal ini dapat ditinjau melalui tiga landasan utamanya, yaitu **ontologi**, **epistemologi**, dan **aksiologi**. Ketiga aspek tersebut membantu menjelaskan apa yang dipelajari, bagaimana pengetahuannya diperoleh, dan untuk apa pengetahuan tersebut digunakan dalam konteks aplikasinya seperti dalam bidang *Offshore Engineering*.

1. Aspek Ontologi

Ilmu Ontologi membahas hakikat atau objek yang dipelajari oleh suatu ilmu, yaitu “apa yang dikaji?”. Dalam konteks ilmu Teori Dasar Struktur Apung, maka objek kajiannya adalah berupa struktur apung sebagai sistem rekayasa yang berinteraksi dengan lingkungan perairan.

Secara lebih spesifik, ontologi Teori Dasar Struktur Apung, ini mencakup:

- Benda terapung (*floating bodies*) yang berada dalam keadaan setimbang atau bergerak di atas permukaan air.
- Interaksi antara struktur apung dan fluida (air laut).
- Fenomena hidrostatis yang menghasilkan gaya apung.
- Stabilitas dan keseimbangan struktur apung.
- Pengaruh distribusi massa terhadap perilaku struktur.
- Respons struktur terhadap lingkungan laut seperti gelombang, angin, dan arus.

Dalam perspektif *offshore engineering*, struktur apung dipandang sebagai suatu sistem fisik yang memiliki massa, volume, geometri, dan karakteristik dinamis tertentu sehingga tunduk pada hukum-hukum mekanika, hidrostatis, dan hidrodinamika.

Dengan demikian, ontologinya dapat dirumuskan sebagai berikut.

"Kajian mengenai hakikat perilaku dan keseimbangan struktur apung yang timbul akibat interaksi antara gaya berat, gaya apung, serta lingkungan laut."

2. Aspek Epistemologi

Cabang ilmu Epistemologi membahas sumber, metode, dan proses memperoleh pengetahuan, yaitu untuk menjawab pertanyaan “Bagaimana pengetahuan diperoleh?”. Dalam bidang struktur apung, pengetahuannya dapat diperoleh melalui kombinasi berikut ini.

a. Teori Fisika Dasar

Landasan utamanya berasal dari teori-teori seperti Mekanika Newton, Statika, Dinamika, Mekanika fluida, dan Hidrostatika. Contohnya: Hukum Archimedes, Prinsip kesetimbangan gaya dan momen, dan Hukum gerak Newton.

b. Formulasi Matematis

Fenomena fisik diterjemahkan ke dalam model matematika, misalnya: $F_B = \rho \nabla$, $BM = I/\nabla$, $GM = KB + BM - KG$, dll. Dengan model matematis ini memungkinkan perilaku struktur apung dapat dihitung, dianalisis, dan diprediksi.

c. Eksperimen dan Pengujian

Pengetahuan tentang struktur apung juga diperoleh melalui pengujian atau eksperimen seperti uji model di towing tank, uji stabilitas, uji seakeeping, dan pengukuran lapangan. Hasil eksperimen digunakan untuk memverifikasi teori dan model matematika yang sudah dirumuskan.

d. Simulasi dan Analisis Numerik

Selain itu, dalam *offshore engineering* modern saat ini, pemahaman tentang struktur apung juga dapat diperoleh melalui metode numerik seperti *Computational Fluid Dynamics* (CFD), *Boundary Element Method* (BEM), *Finite Element Method* (FEM), dan Simulasi gerak kapal dan platform. Penggunaan metode numerik ini memungkinkan analisis struktur yang sangat kompleks yang sulit diselesaikan secara analitik.

Dengan demikian, epistemologinya dapat dirumuskan menjadi berikut ini.

"Pengetahuan tentang struktur apung diperoleh melalui perpaduan teori fisika, formulasi matematis, eksperimen, observasi, dan simulasi rekayasa."

3. Aspek Aksiologi

Aksiologi membahas nilai, manfaat, dan tujuan penggunaan ilmu. Dengan kata lain agar dapat menjawab “Untuk apa pengetahuan ini digunakan?”. Dalam konteks *offshore engineering*, teori dasar struktur apung memiliki nilai praktis yang sangat besar karena menjadi fondasi bagi perancangan dan pengoperasian berbagai fasilitas lepas pantai. Diantara aspek-aspek tersebut adalah sebagai berikut.

a. Menjamin Keselamatan Struktur

Pemahaman stabilitas misalnya, akan dapat digunakan untuk: mencegah wahana apung terbalik (*capsizing*), menjaga keselamatan personel, dan mengurangi risiko kecelakaan di lepas pantai.

b. Mendukung Eksploitasi Sumber Daya Laut

Teori struktur apung memungkinkan diterapkan dalam pengembangan, misalnya: lapangan minyak dan gas laut dalam, *floating production systems*, dan *floating drilling units* yang sebelumnya sulit dijangkau dengan struktur tetap/terpancang di dasar laut.

c. Mendukung Pengembangan Energi Terbarukan

Pengetahuan ini juga dapat menjadi dasar desain sistem pembangkit listrik energi laut jenis terapung seperti: *floating offshore wind turbine*, *wave energy converter*, dan *floating solar platform* yang akan berkontribusi pada transisi menuju energi baru terbarukan yang berkelanjutan.

d. Meningkatkan Efisiensi dan Keandalan Desain

Pemahaman teori dasar memungkinkan para insinyur untuk dapat mengoptimalkan dimensi struktur, mengurangi biaya konstruksi, meningkatkan umur layan, dan mengurangi biaya operasi dan pemeliharaan.

e. Mengembangkan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan

Teori dasar struktur apung ini juga memiliki nilai akademik sebagai fondasi bagi pengembangan ilmu yang lebih lanjut, seperti: Hidrodinamika kapal, Dinamika struktur offshore, Sistem tambat (*Mooring system*), dan Offshore renewable energy systems.

Melalui gambaran-gambaran di atas, dengan demikian aksiologi dari teori dasar struktur apung dapat dinyatakan sebagai berikut.

"Pengetahuan tentang struktur apung digunakan untuk merancang, membangun, dan mengoperasikan sistem offshore yang aman, andal, ekonomis, dan berkelanjutan guna mendukung pemanfaatan sumber daya laut bagi kesejahteraan manusia."

Jadi jika ditinjau dari filsafat ilmu, maka ilmu **Teori Dasar Struktur Apung** memiliki landasan dasar yang dapat dirangkum dalam tabel berikut ini.

Aspek	Perspektif dalam Ilmu Teori Dasar Struktur Apung
Ontologi	Hakikat struktur apung dan interaksinya dengan fluida serta lingkungan laut.
Epistemologi	Pengetahuan diperoleh melalui teori fisika, matematika, eksperimen, observasi, dan simulasi rekayasa.
Aksiologi	Digunakan untuk mendukung desain dan operasi struktur offshore yang aman, andal, ekonomis, dan berkelanjutan.

Dalam kerangka filsafat seperti ini, maka teori dasar struktur apung bukan sekadar kumpulan rumus dan konsep, tetapi merupakan suatu sistem pengetahuan yang menjelaskan fenomena fisik, menyediakan metode analisis, serta memberikan manfaat nyata bagi pengembangan teknologi offshore modern.

(Penulis: @RWP_Ps.TLP-ITS, Surabaya)