

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kapal dimanfaatkan sebagai sarana transportasi untuk mengangkut penumpang, sedangkan tongkang atau *barge* adalah alat angkut di laut yang secara umum dipakai untuk memindahkan berbagai jenis muatan, baik berupa barang padat seperti kayu gelondongan dan mesin, muatan curah seperti batubara, maupun muatan cair seperti minyak mentah (*crude oil*) [1]. Tangki berfungsi sebagai tempat penyimpanan kargo dan berfungsi sebagai komponen pokok pada kapal angkut cairan maupun gas. Sebagai wadah muatan, ruang muat senantiasa menerima berbagai jenis beban, baik yang datang dari eksternal maupun internal. Salah satu jenis beban internal tersebut adalah *sloshing*, di mana fluida terdorong hingga menghantam dinding tangki akibat adanya gerakan osilasi. Oleh karena itu, diperlukan simulasi fenomena *sloshing* serta analisis struktur tangki untuk mengetahui pengaruh gaya yang dihasilkan terhadap kekuatan dan keamanan ruang muat [2].

Anti-sloshing, atau yang dikenal sebagai *baffle*, berfungsi untuk mereduksi gaya yang muncul pada dinding wadah akibat gerakan berulang di kapal. Komponen ini membantu mengurangi intensitas hempasan fluida yang disebabkan oleh gerakan tersebut. Selain itu, *baffle* juga berperan dalam menurunkan kecepatan aliran cairan yang menghantam dinding tangki dengan kecepatan tinggi. Pemasangan *anti-sloshing* dapat dilakukan pada dinding tangki dengan orientasi vertikal, horizontal, atau kombinasi keduanya [3].

Pada penelitian sebelumnya [3], berbagai susunan *baffle* pada tangki telah dievaluasi untuk melihat kemampuannya mereduksi *sloshing*. *Baffle* penuh terbukti paling efektif dengan penurunan *sloshing* sebesar 30,54%. Untuk *baffle perforated*, tipe *full oval* menunjukkan performa terbaik dengan reduksi 24,54%, diikuti *full circle* 24,12%, *full rectangle* 23,34%, *half rectangle* 22,07%, *half oval* 21,09%, dan *half circle* 17,47%. Berdasarkan hasil tersebut, *full oval perforated* dinilai sebagai variasi *perforated* paling efisien dan direkomendasikan untuk digunakan pada tangki kapal *tanker* Pertamina 17500 LTDWT. Temuan ini menjadi landasan

penting bagi penelitian selanjutnya dalam menentukan desain *baffle* yang optimal pada berbagai jenis kapal dan konfigurasi tangki.

Seiring dengan perkembangannya, proses pemuatan (*onloading*) dan pembongkaran (*offloading*) pada kapal *tanker* sering menghadapi berbagai gangguan eksternal. Misalnya, ketika kapal mengalami gerakan *pitching*, *rolling*, dan *heaving*, fluida di dalam tangki penyimpanan akan mengalami fenomena *sloshing*, yang dapat meningkatkan tegangan pada dinding tangki. Peningkatan tegangan ini berpotensi menyebabkan kerusakan bahkan kebocoran pada tangki. Oleh karena itu, dalam tahap perencanaannya, telah dipasang lapisan pelindung untuk menjaga dari tegangan berlebih [4]. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh nilai batas tegangan yang masih aman agar konstruksi di dalam tangki kapal *oil barge* tidak mengalami kerusakan.

B. Perumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah dijelaskan, masalah pokok yang akan dieksplorasi dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1 Bagaimana karakteristik fenomena *sloshing* yang terjadi di dalam tangki muatan kapal *oil barge* pada kondisi tanpa *baffle* dan dengan *baffle* berdasarkan variasi gerakan kapal menggunakan metode *Computational Fluid Dynamics* (CFD), sehingga dapat diketahui pengaruh pemasangan *baffle* terhadap respons hidrodinamika di dalam tangki?
- 2 Berapakah tekanan hidrodinamik maksimum (*peak pressure*) yang bekerja pada dinding tangki akibat fenomena *sloshing* pada kondisi muatan penuh (95% dan 50% kapasitas tangki), sehingga dapat diidentifikasi potensi beban terbesar yang memberikan dampak terhadap keamanan struktur tangki kapal *oil barge*?

C. Batasan Penelitian

Dalam penelitian ini agar pengerjaan dapat dilaksanakan dengan baik dan terarah sesuai dengan tujuan penelitian. Adapun yang batasan dari penelitian sebagai berikut:

1. Obyek yang diteliti berupa kapal *oil barge* dengan tangki penyimpanan fluida cair (*liquid cargo tank*) yang menjadi media terjadinya fenomena *sloshing*.

2. Kajian dilakukan pada dua model desain tangki, yaitu tanpa *baffle* dan dengan *baffle*, untuk mengetahui perbedaan karakteristik perilaku fluida pada masing-masing konfigurasi.
3. Pemodelan dan simulasi numerik dikerjakan dengan bantuan perangkat lunak *ANSYS Fluent*, yang digunakan sebagai media analisis *Computational Fluid Dynamics* (CFD).
4. Kajian ini memusatkan analisis pada respon fluida akibat gerakan *roll*, *pitch*, dan campuran (*roll & pitch*), sebagai tiga mode gerak yang paling berpengaruh terhadap timbulnya *sloshing* di dalam tangki kapal. Sementara itu, gerakan *heave*, *yaw*, *surge*, dan *sway* tetap diakui sebagai bagian dari enam derajat kebebasan kapal, namun tidak menjadi fokus analisis karena dampaknya terhadap fenomena *sloshing* dinilai relatif kecil pada kondisi operasi kapal *oil barge* yang ditinjau.
5. Simulasi dilakukan pada tingkat pengisian penuh, yaitu 100% dari total kapasitas tangki.
6. Dinding tangki dianggap memiliki sifat kaku (*rigid*) dan tidak mengalami perubahan bentuk akibat tekanan fluida selama proses simulasi berlangsung.
7. Unsur tambahan di dalam tangki seperti pipa, pompa, serta elemen penguat struktur internal tidak dimasukkan dalam model untuk menyederhanakan analisis.
8. Gerakan kapal diasumsikan bersifat stabil (*steady motion*) dengan amplitudo dan frekuensi tertentu, tanpa mempertimbangkan efek non linier atau turbulensi kompleks dari gerak kapal.
9. Penelitian ini dibatasi pada analisis karakteristik fenomena *sloshing* berdasarkan parameter *peak pressure*, *force*, dan momen di dalam tangki muatan menggunakan metode *Computational Fluid Dynamics* (CFD), serta tidak mencakup analisis stabilitas kapal maupun pengaruh fenomena *sloshing* terhadap karakteristik olah gerak (*seakeeping*) dan stabilitas kapal secara keseluruhan.
10. Hasil yang diperoleh merupakan hasil simulasi numerik dari perangkat lunak CFD dan belum diverifikasi melalui uji eksperimental secara langsung.

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis karakteristik fenomena *sloshing* yang terjadi di dalam tangki muatan kapal *oil barge* pada kondisi tanpa *baffle* dan dengan *baffle* berdasarkan variasi gerakan kapal menggunakan metode *Computational Fluid Dynamics* (CFD), sehingga dapat diketahui pengaruh pemasangan *baffle* terhadap respons hidrodinamika di dalam tangki.
2. Menganalisis tekanan hidrodinamik maksimum (*peak pressure*) yang bekerja pada dinding tangki akibat fenomena *sloshing* pada kondisi *filling level* 95% dan 50%, sehingga dapat diidentifikasi potensi beban terbesar yang memberikan dampak terhadap keamanan struktur tangki kapal *oil barge*.

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari skripsi diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Dari sisi akademik, penelitian ini berpotensi menjadi salah satu sumber rujukan ilmiah dalam pembahasan fenomena *sloshing* pada tangki kapal *oil barge*. Selain itu, penelitian ini memperkuat penerapan metode *Computational Fluid Dynamics* (CFD) sebagai pendekatan analitis untuk memahami perilaku fluida di dalam tangki kapal.
2. Untuk industri perkapalan, studi ini dapat membantu perancang maupun operator kapal dalam menentukan konfigurasi *baffle* yang optimal, sehingga mampu menekan gaya dinamis berlebih pada dinding tangki, meminimalkan risiko kerusakan struktural, serta meningkatkan aspek keselamatan operasi kapal pengangkut minyak (*oil barge*).