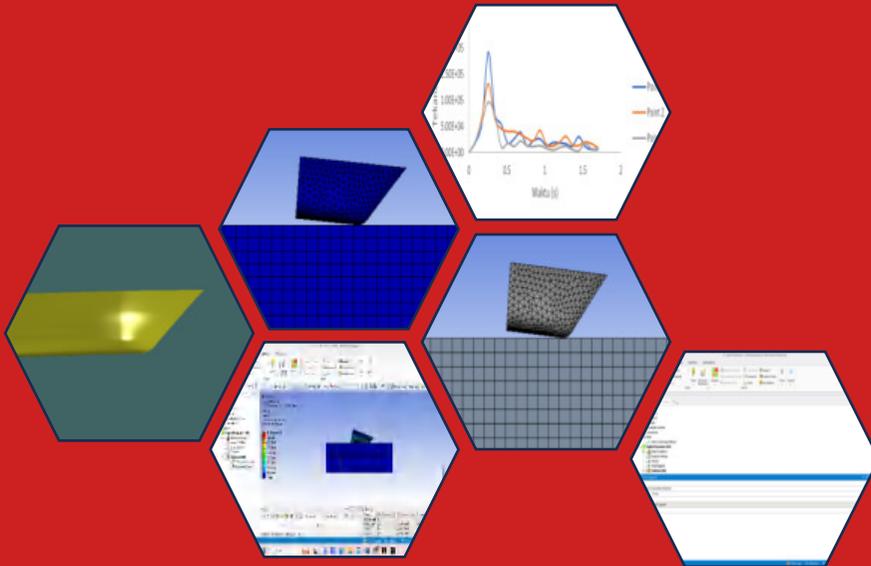


STUDI IMPACT PRESSURE DENGAN BERBAGAI SUDUT LINGGI HALUAN MENGGUNAKAN ANSYS



AVRILLA MIFTAHULYAH ARSYAD

D031 20 1054



Optimized using
trial version
www.balesio.com

PROGRAM STUDI TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024

**STUDI IMPACT PRESSURE DENGAN BERBAGAI SUDUT LINGGI
HALUAN MENGGUNAKAN ANSYS**

AVRILLA MIFTAHULYAH ARSYAD

D031 20 1054



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024**



Optimized using
trial version
www.balesio.com

**STUDI IMPACT PRESSURE DENGAN BERBAGAI SUDUT LINGGI
HALUAN MENGGUNAKAN ANSYS**

**AVRILLA MIFTAHULYAH ARSYAD
D031 20 1054**

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana
Teknik Perkapalan

pada

Program Studi Teknik Perkapalan

Fakultas Teknik

Universitas Hasanuddin

Gowa

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024**



**STUDI IMPACT PRESSURE DENGAN BERBAGAI SUDUT LINGGI HALUAN
MENGUNAKAN ANSYS**

PERNYATAAN PENGAJUAN

**Avrilla Miftahulyah Arsyad
D031 20 1054**

Skripsi,

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana Pada Tanggal

15 Agustus 2024

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan
pada

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA**

Mengesahkan:

Pembimbing Tugas Akhir,



[Handwritten signature]

Iandar Baso, ST., MT.

00012 1 002



Mengesahkan,
Ketua Program Studi,

[Handwritten signature]

Pratikno Suandar Baso, ST., MT.

NIP. 19730206 200012 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Studi *Impact Pressure* dengan Berbagai Sudut Linggi Haluan Menggunakan Ansys". Adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing **Prof. Dr. Eng. Suandar Baso, ST., MT** sebagai pembimbing utama. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Gowa, 14 Juni 2024



AVRILLA MIFTAHULYAH ARSYAD
D031201054



UCAPAN TERIMA KASIH

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT. Saya tidak lupa karena berkat rahmat dan bimbingannya penulis dapat menyelesaikan penelitian yang bertajuk “Studi Impact Pressure Dengan Berbagai Sudut Linggi Haluan Menggunakan Ansys”. Doa dan salam kepada yang mulia Nabi Muhammad yang telah mengantarkan dari zaman yang penuh kegelapan ke zaman yang terang benderang saat ini. Penulis mengakui bahwa banyak pihak yang membantu dalam satu atau lain cara selama penelitian dan persiapan makalah ini. Penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan makalah ini:

1. Kedua Orang Tua Terkasih dan Tersayang, **Ayahanda Arsyad** dan **Ibunda Rusna** yang sejak awal telah berjuang, berdoa dan selalu berusaha untuk membantu anaknya bisa sampai ke titik ini. Penulis dengan rendah hati mengapresiasi segala pengorbanan yang tulus, yang tentu saja selalu membuahkan hasil yang baik. Penulis yakin, setiap langkah yang ia tempuh merupakan buah dari doa orang tua penulis yang tersayang.
2. Saudara Perempuan Penulis, **Rivqa Musjhtahida Arsyad. ST., M.SP** yang setiap saat menyemangati penulis disaat sedang terpuruk dan stress, terima kasih senantiasa menasehati dan juga bimbingannya dalam penyusunan tugas akhir penulis.
3. Dosen Pembimbing, **Prof. Dr. Eng. Suandar Baso, ST. MT.** Terima kasih atas segala keikhlasan, kesabaran dan ketulusannya serta dukungan tak terhitung dalam mengarahkan, memberikan bimbingan, bantuan dan motivasi serta masukan-masukan kepada penulis dimulai dari awal perkuliahan dan ditahap penelitian, penulisan skripsi sampai dengan hari ini.
4. Ibu **Ir. Hj. Rosmani MT.** dan Bapak **Ir. Lukman Bochary, MT.** selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktu dan memberikan kritik serta saran yang sangat membantu penulis dalam proses penelitian maupun penyusunan skripsi ini.
5. **Dosen - Dosen Teknik Perkapalan** yang telah memberikan ilmu serta pengalamannya selama dalam proses perkuliahan.
6. **Tenaga Kependidikan Departemen Teknik Perkapalan**, yang telah membantu segala aktivitas administrasi baik selama perkuliahan serta dalam penyelesaian skripsi ini.
7. Sahabat terdekat penulis di kampus, **Aulia Isnaeni**, Terima kasih selalu dukungan kepada penulis untuk mengerjakan skripsi dan juga penulis tengah kebingungan dan juga meluangkan waktunya untuk mengarahkan, memberikan masukan, motivasi serta semangat yang ya.



8. Teman - teman Naval20 dan khususnya mahasiswa Teknik Perkapalan 2020 yang selalu kebersamai serta waktu yang telah kita lalui bersama dalam suka dan duka.
9. Dan yang terakhir saya mengucapkan terima kasih banyak kepada **diri saya sendiri** yang sudah berjuang sampai sejauh ini, telah mampu berjuang sampai detik ini. Mampu mengendalikan diri dari berbagai tekanan serta keadaan. Terima kasih tidak memutuskan untuk menyerah walau sesulit apapun kondisinya. Terima kasih untuk tubuh yang tidak pernah menyerah walau banyak mengeluh. Terima kasih tetap bertahan ditengah masalah yang datang silih berganti saat menyusun skripsi ini. Berbahagialah kamu dimanapun berada. Apapun kurang lebihnya mari merayakan diri sendiri.
10. Serta semua pihak yang turut serta dalam penyelesaian pendidikan, penelitian, dan penyusunan skripsi yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Penulis menyampaikan ucapan Terima Kasih yang sebesar-besarnya untuk seluruh bantuan yang diberikan. Dengan segala kerendahan hati penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Penulis

Avrilla Miftahulyah Arsyad



ABSTRAK

Avrilla Miftahulyah Arsyad. **Studi *Impact Pressure* dengan Berbagai Sudut Linggi Haluan Menggunakan Ansys.** (dibimbing oleh **Suandar Baso**)

Pada kondisi aktual, kapal berlayar di gelombang dan mengalami *slamming*. *Slamming* adalah peristiwa yang terjadi akibat gerakan vertikal kapal dan dalam kondisi gerakan yang ekstrim dapat menyebabkan haluan kapal keluar dari permukaan air dan kembali jatuh ke permukaan air. Maka perlu dikaji lebih lanjut untuk mengukur besarnya *water impact* pada saat kapal mengalami *slamming*, serta menentukan distribusi tekanan pada bagian haluan kapal. Metode yang digunakan pada penelitian ini berupa simulasi dropping test dengan menggunakan *software* Ansys yaitu Ansys Explicit Dynamics. Dalam penelitian ini menggunakan berbagai variasi kemiringan sudut linggi haluan yaitu 52 derajat, 57 derajat dan 62 derajat untuk mengetahui tekanan pada setiap kemiringan linggi haluan kapal.

Kata Kunci: slamming, impact pressure, sudut linggi haluan, ansys



ABSTRACT

Avrilla Miftahulyah Arsyad. ***Impact Pressure Study with Various Bow Height Angles Using Ansys*** (supervised by **Suandar Baso.**)

In actual conditions, the ship sails on waves and experiences slamming. Slamming is an event that occurs due to the vertical movement of the ship and in extreme movement conditions can cause the bow of the ship to come out of the water surface and fall back to the water surface. Therefore, further study is needed to measure the magnitude of the water impact when the ship experiences slamming, as well as to determine the pressure distribution on the bow of the ship. The method used in this study is a dropping test simulation using Ansys software, namely Ansys Explicit Dynamics. In this study, various variations of the bow angle slope were used, namely 52 degrees, 57 degrees and 62 degrees to determine the pressure at each slope of the bow of the ship.

Key Words: *slamming, impact pressure, sudut linggi haluan, ansys*



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
PERNYATAAN PENGAJUAN.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN HAK SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA.....	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Teori.....	1
1.2.1 Gravitasi	1
1.2.2 Gerak Jatuh Bebas	3
1.2.3 Drop Test.....	3
1.2.4 Hukum Kekekalan Energi	4
1.2.5 Teori <i>Slamming</i>	5
1.2.6 Ansys.....	6
1.3. Tujuan dan Kegunaan	11
BAB II	12
METODOLOGI PENELITIAN.....	12
2.1 Waktu dan Tempat Penelitian	12
 1.....	12
Teknik Pengambilan Data	12
.....	12
Pengambilan Data.....	13

2.4 Metode Pengolahan Data.....	13
2.4.1. Pemodelan 3D.....	13
2.4.2. Dropping Test.....	18
2.4.3. Menganalisis Water Impact Menggunakan Ansys	20
2.4.4. Simulasi Ansys Explicit Dynamics.....	20
2.4.5. Verifikasi.....	26
2.4.6. Analisis Data.....	26
2.4.7. Penarikan Kesimpulan.....	26
2.4.8. Kerangka Pemikiran	27
BAB III	28
HASIL DAN PEMBAHASAN	28
3.1. Initial Condition	28
3.2. Convergence Condition	28
3.3. Hasil Dropping Test Haluan Kapal.....	29
3.4 Hasil <i>Dropping Test</i> Haluan Kapal.....	30
3.4.1 <i>Impact Pressure Pada Model Secara Global</i>	30
3.3.1. <i>Impact Pressure</i> Pada Model sudut 52 Derajat	31
3.3.2. Distribusi Tekanan Pada Model sudut 57 Derajat.....	32
3.3.3. Distribusi Tekanan Pada Model sudut 62 Derajat.....	34
3.4. Hasil Analisis.....	35
BAB IV.....	37
KESIMPULAN DAN SARAN	37
4.1. Kesimpulan.....	37
4.2. Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA.....	38
LAMPIRAN.....	39



DAFTAR TABEL

Nomor Urut	Halaman
1 Ukuran utama kapal	12
2 Initial condition	28
3 Hasil Convergence	29
4 Peak pressure pada tiap point dalam berbagai kemiringan linggi haluan	35



DAFTAR GAMBAR

Nomor Urut	Halaman
1. Lines plan Panderman	13
2. Visualisasi model kapal kemiringan 52 derajat	14
3. Kemiringan linggi haluan model kapal kemiringan 52 derajat	14
4. Visualisasi model kapal kemiringan 57 derajat	15
5. Kemiringan linggi haluan model kapal kemiringan 57 derajat	15
6. Visualisasi model kapal kemiringan 62 derajat	16
7. Kemiringan linggi haluan model kapal kemiringan 62 derajat	16
8. Proses import file Maxsurf ke Rhinoceros 6	17
9. Visualisasi haluan yang akan disimulasikan	17
10. Proses penggambaran ketebalan kulit pada model	18
11. Model haluan kapal yang telah solid	18
12. Visualisasi dropping test dengan sudut jatuh 5 derajat	19
13. Visualisasi dropping test dengan sudut jatuh 15 derajat	19
14. Area yang dideteksi pada kemiringan linggi haluan	20
15. Tampilan awal Ansys Workbench : Explicit Dynamics	21
16. Properti dari engineering data	21
17. Properti water liquid	22
18. Tampilan dari Geometry	22
19. Contoh penggunaan Tetrahedron Mesh	23
20. Tampilan dari Mesh Methode	23
21. Detail dari Velocity	24
22. Detail Analysis Setting	25
23. Detail dari Fixed Support	25
24. Detail dari Standard Earth Gravity	26
25. Kurva Convergence	29
26. Visualisasi time step pada dropping test	29
27. Kurva distribusi tekanan secara global sudut jatuh 5 derajat	30
28. Kurva distribusi tekanan secara global sudut jatuh 15 derajat	30
29. Kurva tekanan pada model haluan 1 dengan sudut jatuh 5 derajat	31
30. Kurva tekanan pada model haluan 1 dengan sudut jatuh 15 derajat	32
31. Kurva tekanan pada model haluan 2 dengan sudut jatuh 5 derajat	33
32. Kurva tekanan pada model haluan 2 dengan sudut jatuh 15 derajat	33
33. Kurva tekanan pada model haluan 3 dengan sudut jatuh 5 derajat	34
34. Kurva tekanan pada model haluan 3 dengan sudut jatuh 15 derajat	35
35. Kurva peak pressure pada tiap point dengan sudut jatuh 5 derajat dalam	
'ingan linggi haluan	36
ssure pada tiap point dengan sudut jatuh 15 derajat dalam	
'ingan linggi haluan	36



DAFTAR LAMPIRAN

1 Data Hasil Simulasi drop test secara global	40
2 Data hasil simulasi drop test pada model sudut 52	42
3 Data hasil simulasi drop test pada model sudut 57	46
4 Data hasil simulasi drop test pada model sudut 62	50



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Industri perkapalan terus berkembang seiring berjalannya waktu, dan desain kapal menjadi semakin penting dalam menghadapi tantangan di lautan yang beragam. Dimana kondisi perairan yang dimaksud adalah gelombang laut yang bisa disebabkan oleh angin dimana angin di atas lautan mentransfer energinya ke perairan.

Pada saat kapal berlayar di gelombang tidak menutup kemungkinan terjadi slamming. Slamming adalah fenomena yang terjadi ketika kapal bersentuhan dengan gelombang laut atau permukaan air dengan kecepatan tinggi. Slamming dapat menyebabkan impact pressure yang kuat pada bagian bawah kapal.

Baso dkk., (2021) mengkaji tekanan dampak yang dihasilkan oleh *slamming* pada bagian haluan kapal. Mereka melakukan eksperimen dengan menggunakan model kapal yang dijatuhkan pada berbagai sudut untuk mensimulasikan kondisi *slamming*.

Berdasarkan penelitian tersebut maka, peneliti tertarik melakukan penelitian serupa yaitu menginvestigasi tekanan atau water impact yang diakibatkan slamming namun berfokus pada bagian haluan saja dengan mempertimbangkan parameter seperti beberapa sudut kemiringan dan bentuk struktur kapal itu sendiri. Penelitian ini dibantu dengan software yakni Ansys sehingga lebih mudah dalam menginvestigasi parameter tersebut.

1.2. Teori

1.2.1 Gravitasi

Konsep gravitasi adalah gaya tarik-menarik antara dua buah massa, dua buah objek atau dua buah partikel. Gaya gravitasi terjadi antar obyek sehingga merupakan kekuatan tarik antara semua benda yang ada. Metode gravitasi adalah metode geofisika berdasar pada hukum gravitasi Newton atau hukum gaya tarik antar partikel (Telford dkk, 1982).

Dengan menggunakan hukum keduanya, Newton membuktikan bahwa ada : bervariasi berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara t akan menghasilkan orbit elips, seperti yang diamati oleh Kepler. ibuat yang berani asumsi bahwa gaya tarik menarik ini bekerja di alam semesta. Sebelum Newton, tidak banyak yang percaya i dapat dipatuhi Bumi dapat diterapkan pada benda-benda langit.



Menurut hukum ini, setiap benda massa saling berinteraksi melalui gaya tarik gravitasi, di mana kekuatan gaya ini bergantung pada massa kedua benda dan kuadrat jarak di antara mereka. Konstanta gravitasi Newton (G) memainkan peran kunci dalam menentukan kekuatan gaya gravitasi.

Meskipun gaya gravitasi bisa sangat kecil untuk benda-benda kecil, seperti kita alami dalam kehidupan sehari-hari, prinsip ini berlaku untuk semua objek dengan massa. Gaya gravitasi juga mempengaruhi waktu, sesuai dengan prinsip Teori Relativitas Umum Einstein. Di permukaan Bumi, gaya gravitasi yang bekerja memberikan berat pada suatu objek. Fenomena ini juga mendominasi gerak planet di sekitar matahari, satelit di sekitar planet, dan sistem tata surya secara keseluruhan.

Pengukuran gaya gravitasi telah diakomodasi melalui berbagai eksperimen, mulai dari eksperimen Galileo hingga eksperimen Cavendish, membantu kita memahami dan mengukur dengan lebih baik kekuatan mendasar ini yang memengaruhi seluruh alam semesta. Gravitasi bukan hanya konsep dalam ilmu pengetahuan, tetapi juga memainkan peran penting dalam eksplorasi angkasa dan dalam memahami dasar-dasar alam semesta yang luas. Adapun rumus hukum gravitasi dapat dilihat pada Persamaan 1.

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} = m_1 g \quad (1)$$

dengan,

F = besar gaya gravitasi antara kedua massa titik tersebut (N),

G = konstanta gravitasi ($6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$),

m_1 = besar massa titik pertama (kg),

m_2 = besar massa titik kedua (kg),

r = jarak antara kedua massa titik (m), dan

g = percepatan gravitasi bumi ($9,81 \text{ m/s}^2$).

Dari persamaan ini dapat diturunkan persamaan untuk menghitung gaya berat. Gaya berat suatu benda adalah hasil kali massa benda tersebut dengan percepatan gravitasi bumi. Persamaan tersebut dapat pada Persamaan 2.

$$w = m \times g \quad (2)$$



dengan
gaya berat (N)

massa benda (kg), dan

percepatan gravitasi bumi ($9,81 \text{ m/s}^2$).

1.2.2 Gerak Jatuh Bebas

Jatuh bebas adalah pergerakan suatu benda yang hanya dipengaruhi oleh gravitasi, tanpa ada gaya lain yang bekerja padanya. Ketika suatu benda jatuh bebas, ia mengalami percepatan gravitasi yang konstan. Di Bumi, nilainya kira-kira $9,8 \text{ m/s}^2$. Gerak jatuh bebas ini dapat dijelaskan dengan hukum gerak Newton, khususnya hukum kedua Newton.

Gerak jatuh bebas sering kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari. Contoh sederhananya adalah buah yang jatuh dari pohonnya. Benda seolah-olah mempunyai kecepatan yang tetap, artinya benda tidak mengalami percepatan yang tetap. Contoh lain penerapan jatuh bebas mengukur tinggi suatu bangunan dengan cara menjatuhkan suatu benda dari atas bangunan kemudian menghitung berapa lama waktu yang dibutuhkan benda tersebut untuk mencapai tanah. Jika jangka waktunya diketahui maka tinggi bangunan juga dapat diketahui. Dalam hal ini, jatuh bebas adalah suatu gerak yang menyebabkan benda bergerak lurus karena pengaruh gaya gravitasi bumi, atau jatuh bebas adalah suatu bentuk gerak langsung dalam satu dimensi yang hanya dipengaruhi oleh percepatan gravitasi bumi (Baso dkk., 2021).

Gerak jatuh bebas terjadi pada semua benda dari ketinggian, berapa pun massa benda tersebut. Sebuah benda berat, yang terlihat seperti batu, mempunyai waktu jatuh yang sama dengan kertas. Sekaligus perlu diperhatikan bahwa benda-benda yang perbedaan beratnya besar dapat jatuh secara bersamaan, kedua benda tersebut dapat jatuh pada waktu yang bersamaan, jika tidak ada gaya gravitasi selain gravitasi bumi. Jadi kedua benda ini bisa jatuh bersamaan di ruang hampa. Karena secara langsung mempengaruhi kecepatan benda terhadap tanah (Baso dkk., 2021).

Pada percobaan gerak jatuh bebas sering di temukan bahwa hasil percepatan yang dialami tidak sesuai dengan kecepatan gravitasi bumi, hal tersebut terjadi karena sesungguhnya benda tersebut telah mengalami peralambatan oleh gaya gesek udara. Percepatan yang dialami benda pada gerak jatuh bebas akan sama dengan percepatan gravitasi bila benda tersebut dijatuhkan pada ruangan hampa udara (Baso dkk., 2021).

1.2.3 Drop Test

Drop test merupakan suatu metode untuk mengevaluasi kemampuan suatu produk, dalam hal ini kapal, untuk menahan jatuh. Tes ini melibatkan pelemparan perahu beberapa kali dalam keadaan "jatuh bebas" dari ketinggian yang ditentukan di atas



uji. Tujuan dari penelitian ini adalah menggunakan uji jatuh untuk apa besar tekanan tumbukan yang didistribusikan ke seluruh kapal. Dalam uji jatuh, sebuah kapal dijatuhkan dari ruangan berbagai sudut dari depan, samping, dan belakang kapal.

Studi oleh Kim dkk., (2016) berfokus pada analisis struktural kapal penyelamat menggunakan simulasi komputer. Mereka menggunakan metode elemen hingga (*finite element method*) untuk memodelkan respons struktural kapal saat mengalami benturan. Hasil simulasi dibandingkan dengan hasil dropping test eksperimental untuk memvalidasi model dan memahami distribusi tegangan serta titik kegagalan struktural.

Studi kasus yang dilakukan oleh Lloyd's Register (2019) meninjau hasil dropping test pada kapal penyelamat yang digunakan di rig minyak lepas pantai. Penelitian ini menunjukkan bahwa modifikasi desain berdasarkan hasil *dropping test* dapat meningkatkan keselamatan operasional kapal penyelamat di lingkungan ekstrem. Mereka juga mencatat bahwa penggunaan material komposit dapat mengurangi berat kapal tanpa mengurangi kekuatan strukturalnya.

Penelitian oleh Zhang dkk., (2015) mengevaluasi berbagai metode dropping test yang digunakan untuk menguji kekuatan struktur kapal penyelamat. Mereka membahas perbedaan antara free drop test dan guided drop test, serta pengaruh tinggi jatuh terhadap hasil uji. Dalam penelitian ini, metode eksperimental yang melibatkan sensor gaya dan kamera berkecepatan tinggi digunakan untuk mengukur deformasi dan tegangan pada struktur kapal saat jatuh.

1.2.4 Hukum Kekekalan Energi

Hukum kekekalan energi merupakan salah satu prinsip dasar fisika yang menyatakan bahwa dalam sistem tertutup, jumlah energi tetap konstan sepanjang waktu. Energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, tetapi hanya dapat diubah dari satu jenis energi ke jenis energi lainnya. Prinsip ini pertama kali dirumuskan dengan jelas pada abad ke-19 oleh fisikawan seperti Julius Robert Mayer, James Prescott Joule, dan Hermann von Helmholtz.

Energi adalah kemampuan untuk melakukan usaha atau menyebabkan perubahan. Energi muncul dalam berbagai bentuk, termasuk energi kinetik, energi potensial, energi termal, energi kimia, energi listrik, dan lain-lain. Dalam konteks hukum kekekalan energi, dua bentuk energi utama yang sering dibahas adalah energi kinetik dan energi potensial.

Hukum kekekalan energi menyatakan bahwa dalam sistem tertutup, jumlah total energi tetap konstan. Energi dapat berubah bentuk, seperti dari energi kinetik menjadi energi potensial, atau dari energi kimia menjadi energi panas, tetapi jumlah total energi dalam sistem tersebut tetap sama (Halliday, Resnick, & Walker, 2013).



kan energi menyatakan bahwa dalam sistem tertutup (sistem ari luar), jumlah total energi tetap konstan. Bisa dilihat pada

$$Em_1 = Em_2 \quad (3)$$

$$Ep_1 + Ek_1 = Ep_2 + Ek_2 \quad (4)$$

$$mgh_1 + \frac{1}{2}mv_1^2 = mgh_2 + \frac{1}{2}mv_2^2 \quad (5)$$

Dimana,

- Em : energi mekanik (J)
- Ep : energi potensial (J)
- Ek : energi kinetik (J)
- m : massa benda (kg)
- g : percepatan gravitasi (m/s²)
- h : ketinggian benda dari suatu titik referensi (m)
- v : kecepatan benda (m/s)

1.2.5 Teori Slamming

Slamming terjadi karena perbedaan fasa struktur kapal dengan fasa gelombang. Perbedaan fasa ini menyebabkan kapal terangkat ke atas permukaan laut dan jatuh ke permukaan laut. Kecelakaan yang menyebabkan lambung kapal menembus permukaan laut ini terjadi dengan sangat cepat sehingga menimbulkan beban tumbukan yang disebut dengan *slamming*.

Slamming pada kapal adalah fenomena yang terjadi ketika bagian depan kapal atau bagian lain dari lambung kapal terhempas keras ke permukaan air, biasanya disebabkan oleh gelombang tinggi atau kondisi laut yang buruk. Fenomena ini sering terjadi pada kapal cepat dan kapal dengan desain lambung yang datar. Slamming dapat menyebabkan tekanan dan gaya yang sangat besar pada struktur kapal, berpotensi menyebabkan kerusakan struktural dan mempengaruhi kenyamanan serta keselamatan kapal dan awaknya (Faltinsen, 1990).

Slamming pada kapal umumnya terjadi di wilayah yang kondisi lingkungannya menimbulkan gelombang besar, seperti Laut Utara dan Teluk Meksiko. Di wilayah lain, kondisi lingkungan rata-rata tidak terlalu parah, namun terbaliknya kapal dapat terjadi selama periode gelombang yang sangat besar.

Menentukan peluang terjadinya *slamming* harus didasarkan 2 syarat. Pertama yaitu dasar haluan naik melewati (*emerge*) gelombang, atau dengan kata lain gerakan relatif vertikal haluan melampaui sarat air bagian haluan ($Z_b > T_b$), dan kedua yaitu kecepatan relatif vertikal haluan mempunyai harga yang melewati harga kecepatan ambang batas *slamming* atau *threshold velocity* (Bhattacharyya, 1978).

Untuk menghitung besarnya *bow slamming*, terlebih dahulu harus memperhitungkan peluang gerakan vertikal haluan relatif lebih besar dari sarat air dan secara matematis dituliskan pada Persamaan 6 (Bhattacharyya,



$$= \Pr(Zbr > Tb) = \exp\left(-\frac{Tb^2}{2m_{os}}\right) \quad (6)$$

Berikutnya peluang kecepatan relatif vertikal haluan lebih besar dari kecepatan ambang batas *slamming*, atau secara matematis dituliskan pada Persamaan 7 (Bhattacharya, 1978):

$$Pr = \Pr(Vbr > Vth) = \exp\left(-\frac{Vbr^2}{2m_{2s}}\right) \quad (7)$$

Dengan demikian peluang terjadinya *slamming* adalah kombinasi kedua persamaan di atas, yang dituliskan pada Persamaan 8 (Bhattacharya, 1978):

$$Pr (Slam) = \Pr(Zbr > Tb \text{ dan } Vbr > Vth) = \exp\left(-\frac{Tb^2}{2m_{0s}} - \frac{Vbr^2}{2m_{2s}}\right) \quad (8)$$

dimana:

Zbr = Gerakan relatif vertikal Haluan,

Vbr = Kecepatan relatif Haluan,

Vth = Kecepatan ambang,

Tb = Sarat pada Haluan,

m_{0s} = Luasan dari spektrum untuk relatif *bow motion*, dan

m_{2s} = Luasan dari spektrum respon relatif *bow velocity*.

Untuk menghitung intensitas *slamming* per jam dapat menggunakan pada Persamaan 9 (Bhattacharya, 1978):

$$N_T = \frac{3600 \times T}{2\pi} \sqrt{\frac{m_{2s}}{m_{0s}}} \times \exp\left(-\frac{Tb^2}{2m_{0s}} - \frac{V_{th}^2}{2m_{2s}}\right) 1/det \quad (9)$$

dan untuk menghitung intensitas *slamming* setiap detik dapat menggunakan persamaan pada Persamaan 10 (Bhattacharya, 1978):

$$N_T = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{2m_{0s}}{2m_{2s}}} \times \Pr \text{ Slamming} \quad (10)$$

1.2.6 Ansys

Ansys merupakan software berbasis Finite Element Analysis (FEA) hingga yang dipakai untuk menganalisa masalah – masalah rekayasa (engineering). Penggunaan Ansys mencakup simulasi struktur, panas, dinamika fluida, akustik, dan elektromagnetik



Ansys merupakan Computer Aided Engineering (CAE) yang Ansys, Inc. Perusahaan tersebut telah mengembangkan banyak Workbench berisi beberapa fasilitas, diantaranya:

chanical, untuk analisa struktur (statik) dan thermal (perpindahan 1as).

2. *Fluid Flow*, yang terdiri dari ANSYS CFX dan Fluent, untuk analisa CFD (Computational Fluid Dynamics).
3. *Engineering Data*, sebagai database material lengkap dengan *properties*-nya, seperti:

A. Poisson Ratio

Poisson Ratio adalah konstanta elastisitas yang dimiliki oleh setiap material. Sebuah material yang diberikan gaya satu arah, ditarik maupun ditekan, akan mengalami perubahan bentuk. Selain perubahan bentuk kearah gaya yang diberikan, ada juga perubahan bentuk ke arah yang tegak lurus dengan arah gaya. Poisson *Ratio* adalah perbandingan dari perubahan arah aksial dengan perubahan arah transversal tersebut. Ketika sebuah gaya satu arah diberikan kepada material tersebut sehingga menghasilkan regangan dan membuat material tersebut berdeformasi.

Poisson Ratio dapat menggambarkan karakter dan sifat masing-masing material. Mayoritas material memiliki rentang poisson ratio antara -1.0 sampai dengan 0,5. Material yang stabil, isotropis, dan elastis bisa memiliki poisson ratio yang berkisar antara 0,0 sampai 0,5. Hal ini dikarenakan modulus young, modulus puntir dan modulus deformasi harus bernilai positif. Karet memiliki poisson ratio mendekati 0,5. Polimer busa memiliki poisson ratio negatif, jika material tersebut ditarik, ketebalannya justru akan bertambah. Misalnya pada sebuah baja dengan poisson rasion 0,3. Hal tersebut berarti bahwa jika ada satu inci per inci deformasi ke arah tegangan yang diberikan, maka akan terdapat 0,3 inci per inci deformasi yang tegak lurus terhadap arah gaya yang diberikan.

B. Massa Jenis

Massa jenis adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Semakin tinggi massa jenis suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya. Massa jenis rata-rata setiap benda ialah total massa dibagi dengan total volumenya

Kerapatan suatu zat disebut massa jenis, yang dilambangkan dengan ρ (rho), yakni hasil bagi massa zat oleh volumenya. Hal ini sesuai dengan sifat utama dari suatu zat, yakni massa dan volume. Secara matematis, massa jenis suatu zat bisa ditentukan melalui Persamaan 11 berikut ini:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (11)$$

dengan:



massa jenis (kg/m^3)

massa zat (kg)

volume zat (m^3)

C. Modulus Young

Modulus Elastisitas adalah perbandingan antara tegangan dan regangan dari suatu benda. Modulus elastisitas dilambangkan dengan E dan satuannya N/m². Modulus elastisitas disebut juga Modulus Young. Modulus Elastisitas juga didefinisikan sebagai berikut:

“Selama gaya F yang bekerja pada benda elastis tidak melampaui batas elastisitasnya sehingga perbandingan antara tegangan (σ) dengan regangan (ϵ) adalah konstan.”

Bilangan (konstantan) tersebut dinamakan modulus elastis atau modulus Young (E). Jadi, modulus elastis atau modulus young merupakan perbandingan antara tegangan dengan regangan yang dialami oleh suatu benda. Secara matematis ditulis pada Persamaan 12 berikut.

$$E = \frac{\sigma}{e} \quad (12)$$

dengan:

E = modulus Young (N/m² atau Pa)

σ = tegangan (Pa)

e = regangan

Nilai modulus elastisitas hanya bergantung pada jenis bahan suatu benda, tidak bergantung pada ukuran ataupun bentuk benda.

- a. *Design Modeler*, digunakan untuk membangun geometri model yang akan dianalisa dan juga dapat digunakan untuk memodifikasi hasil gambar dari perangkat lunak *Rhinosceros*.
- b. *Meshing Application*, fasilitas untuk “meshing” baik pada CFD maupun *Explicit Dynamics*.
- c. *Explicit Dynamic*, digunakan untuk menampilkan visualisasi fisik dalam kurun waktu tertentu terhadap pemodelan atau produk yang dibuat, misalnya *drop test*. *Explicit Dynamics* merupakan sub program analysis systems Ansys yang berfungsi untuk mengkaji analisis transient explicit dynamics yang dapat menampilkan simulasi variasi dalam bidang-bidang rekayasa, termasuk kelakuan pemodelan dinamik nonlinear dari benda-benda solid, dan interaksi yang berkaitan dengannya. Sub program cit dynamics dapat membantu kita untuk melakukan visualisasi kurun waktu singkat terhadap pemodelan atau produk yang kita memiliki kasus nonlinear tinggi dan gaya transien dinamik apat memaksimalkan desain atau produk yang sudah kita buat.



Persamaan dasar dalam penggunaan analisis elemen hingga *explicit dynamics* ini terdiri dari persamaan, yaitu:

- Implicit Transient Dynamics

Persamaan dasar analisis *implicit transient dynamic*, yaitu:

Explicit Dynamics merupakan sub program analysis systems Ansys yang berfungsi untuk mengkaji analisis *transient explicit dynamics* yang dapat menampilkan simulasi variasi dalam bidang-bidang rekayasa, termasuk kelakuan pemodelan dinamik nonlinear dari benda-benda solid, fluida, gas dan interaksi yang berkaitan dengannya. Sub program Ansys *explicit dynamics* dapat membantu kita untuk melakukan visualisasi fisik dalam kurun waktu singkat terhadap pemodelan atau produk yang kita buat yang memiliki kasus nonlinear tinggi dan gaya transien dinamik sehingga dapat memaksimalkan desain atau produk yang sudah kita buat. Berikut pada Persamaan 13.

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = F(t) \quad (13)$$

Dimana,

- m : matriks massa (kg)
- c : matriks dumping (N s/)
- k : matriks kekakuan (N s/m)
- F(t) : vektor gaya (N)

Dalam waku yang diberikan, t , persamaan ini dapat di gagas sebagai persamaan keseimbangan statik yang juga dapat memberikan jumlah gaya inersia dan gaya damping. Tanda baru metode integrasi waktu (atau penyempurnaan metode HHT) yang digunakan untuk memecahkan masalahdalam diksrit titik waktu. Dalam analisis ini peningkatan waktu diantara titik waktu yang beriringan disebut integrasi tahap waktu.

- Explicit Transient Dynamics

Persamaan diferensial parsial untuk memecahkan masalah dalam analisis *explicit dynamics* yang diperlihatkan pada konservasi massa, dan energi dalam koordinat Lagrangian. Persamaan ini bersamaan pemodelan material dan acuan serta kondisi batas yang akan menghasilkan solusi lengkap dalam sebuah masalah yang



Untuk persamaan Lagrangian terdapat pada kasus analisis *explicit dynamics*, perpindahan *mesh* dan penyimpangan pada material tersebut dan konservasi massa secara otomatis akan diperoleh hasil yang memuaskan. Massa jenis pada kurun waktu tertentu dapat ditentukan dari arus volume sebuah daerah dan massa awalnya, berikut pada Persamaan 14.

$$\frac{\rho_0 V_0}{V} = \frac{m}{V} \quad (14)$$

Dimana :

ρ_0 : massa jenis awal (kg/m³)

v_0 : volume awal (m³)

v : volume (m³)

m : massa material (kg)

Persamaan diferensial parsial yang diekspresikan unuk konservasi momentum berhubungan dengan percepatan tensor tegangan σ_{ij} . Berikut pada Persamaan 15, 16, 17.

$$\rho \ddot{x} = b_x + \frac{\partial \sigma_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_{xy}}{\partial y} + \frac{\partial \sigma_{xz}}{\partial z} \quad (15)$$

$$\rho \ddot{y} = b_y + \frac{\partial \sigma_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_{yy}}{\partial y} + \frac{\partial \sigma_{yz}}{\partial z} \quad (16)$$

$$\rho \ddot{z} = b_z + \frac{\partial \sigma_{zx}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_{zy}}{\partial y} + \frac{\partial \sigma_{zz}}{\partial z} \quad (17)$$

Dimana :

ρ : massa jenis (kg/m³)

$\ddot{x}, \ddot{y}, \ddot{z}$: percepatan dalam arah x, y, dan z (m/s²)

b_x, b_y, b_z : body force (N/kg)

Konservasi dari sebuah energi diperlihatkan pada Persamaan 18.

$$\dot{e} = \frac{1}{\rho} (\sigma_{xx} \dot{\epsilon}_{xx} + \sigma_{yy} \dot{\epsilon}_{yy} + \sigma_{zz} \dot{\epsilon}_{zz} + 2\sigma_{xy} \dot{\epsilon}_{xy} + 2\sigma_{yz} \dot{\epsilon}_{yz} + 2\sigma_{zx} \dot{\epsilon}_{zx}) \quad (18)$$



aju perubahan energi (J/(kg·s))

assa jenis (kg/m³)

σ : tegangan (pa)

$\dot{\epsilon}$: kecepatan regangan (j/s)

Persamaan ini digunakan untuk memecahkan kasus-kasus eksplisit pada tiap-tiap element sebuah model yang didasari pada nilai masukan diakhir dari langkah waktu sebelumnya. Peningkatan nilai waktu digunakan untuk meyakinkan kestabilan dan akurasi dari suatu solusi. Catatan bahwa dalam *explicit dynamic* kita tidak mencari persamaan keseimbangan, kita hanya mencari hasil dari sebuah titik waktu sebelumnya untuk memperkirakan hasil pada waktu analisis berikutnya. Tidak diperlukan untuk sebuah iterasi. Dalam hasil simulasi *explicit dynamics*, massa, momentum dan energi harus diperhatikan. Hanya massa dan konservasi momentum yang dihasilkan. Energi diakumulasikan dalam waktu yang lebih dan konservasi di awasi selama proses mencari solusi. Hasil input balik pada kualitas analisis solusi disediakan melalui hasil akhir momentum dan konservasi energi (seperti perlawanan untuk toleransi perbedaan dalam kasus analisis *implicit transient dynamics*).

1.3. Tujuan dan Kegunaan

Adapun tujuan dan kegunaan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besar tekanan pada setiap kemiringan linggi Haluan pada saat mengalami *slamming* dengan menggunakan *software* Ansys.



BAB II

METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Komputer Jurusan Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Pelaksanaan penelitian terhitung mulai dari bulan Desember 2023 hingga Juni 2024.

2.2 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini berbasis simulasi, yaitu menginvestigasi gerak *slamming* pada bagian haluan kapal pada berbagai kemiringan dengan simulasi *dropping test* menggunakan *software* Ansys.

2.3 Jenis Data dan Teknik Pengambilan Data

2.3.1. Jenis Data

1. Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis data primer atau langsung, yang merupakan data yang diperoleh dari hasil simulasi model haluan kapal berupa perilaku kapal akibat tekanan yang diperoleh dari *dropping test* pada sudut yang berbeda.
2. Data sekunder atau tidak langsung, merupakan data yang diperoleh melalui bahan-bahan tertulis dari sumber data yang erat kaitannya dengan penelitian ini. Setelah data sekunder kapal terkumpul, kemudian data akan diverifikasi untuk persiapan pemodelan kapal. Kapal yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis kapal *tanker*.
 - A. Data Umum
 - a. Nama kapal : Panderman
 - b. Tipe kapal : *Tanker*
 - c. *Flag* : Indonesia
 - d. Jenis material kapal : Baja (*steel*)
 - B. Ukuran utama kapal bisa dilihat pada Tabel 1.

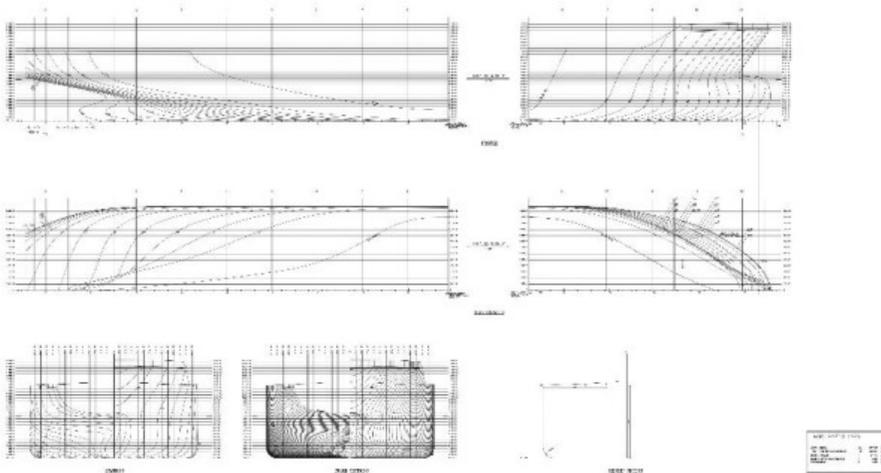
Tabel 1 Ukuran utama kapal

No.	Ukuran Utama	Nilai	Satuan
1	Length Over All (LOA)	157,50	m
2	Length Between Perpendicular (L _{BP})	149,50	m
	Length Water Linel (L _{WL})	155,79	m
	Breadth (B)	27,70	m
	Depth (D)	12,00	m
	Draught (T)	7,00	m



C. Rencana Garis Air (*Lines Plan*)

Pada perencanaan model rencana garis air yang digunakan pada penggambaran dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lines plan Panderman

2.3.2. Teknik Pengambilan Data

Adapun metode pengumpulan data penelitian dilakukan dengan cara sebagai berikut.

1. Metode simulasi model dan observasi, dengan mensimulasikan *dropping test* pada model haluan kapal menggunakan *software* Ansys. Dalam hal ini, metode observasi merupakan pengamatan secara langsung terhadap hasil simulasi yang telah dilakukan.
2. Studi literatur.

2.4 Metode Pengolahan Data

Pengolahan data pada penelitian ini menggunakan metode numerik dengan bantuan *software* Maxsurf pro Modeler V.20 bentley dan Rhinoceros 6, untuk melakukan pemodelan kapal, Ansys Explicit Dynamic untuk mensimulasi dan run-up dari rekayasa penelitian yang dibuat, yaitu menghitung tahanan yang dihasilkan oleh model kapal. Adapun Teknik pengolahan data yang digunakan sebagai berikut.



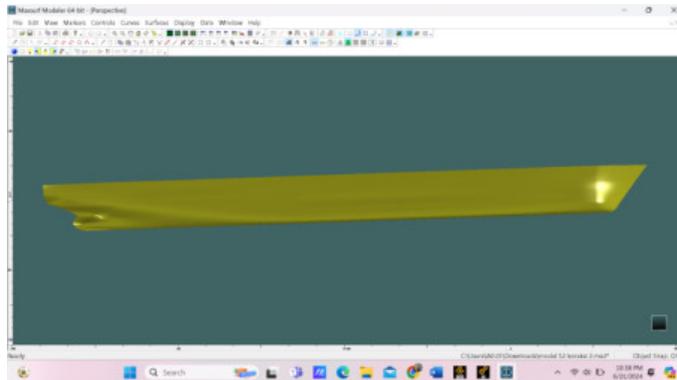
3D

kapal akan dimodelkan dengan bantuan *software* Maxsurf Pro ley dan Rhinocros 6. Pemodelan dilakukan dengan membuat dalam bentuk 2 dimensi menjadi gambar 3 dimensi dengan Maxsurf Pro Modeler V.20 Bentley. Haluan kapal akan dimodifikasi

menjadi tiga kemiringan yang berbeda-beda. Berikut gambar kapal dengan kemiringan yang berbeda-beda.

a. Model kapal kemiringan 52 derajat

Kapal dimodelkan dengan bantuan *software* Maxsurf Pro Modeler V.20 Bentley dimana kemiringan linggi haluannya dimodifikasi dengan kemiringan sebesar 52 derajat yang diukur tegak lurus dari *baseline* kapal. Berikut pada Gambar 2 dan 3.



Gambar 2. Visualisasi model kapal kemiringan 52 derajat

Sumber : Hasil olah data



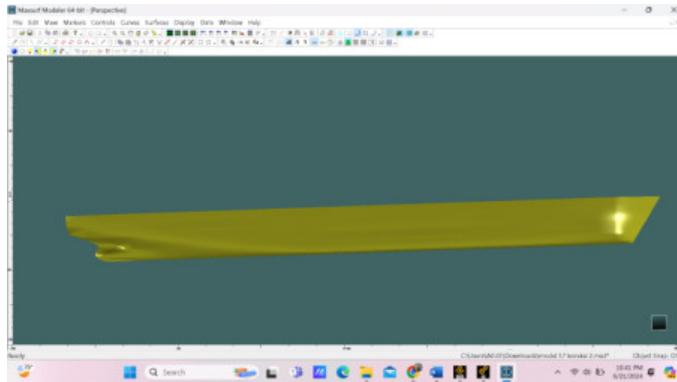
Gambar 3. Kemiringan linggi haluan model kapal kemiringan 52 derajat

Sumber : Hasil olah data



iringan 57 derajat

an dengan bantuan *software* Maxsurf Pro Modeler V.20 Bentley linggi haluannya dimodifikasi dengan kemiringan sebesar 57 tegak lurus dari base line kapal. Berikut pada Gambar 4 dan 5.



Gambar 4. Visualisasi model kapal kemiringan 57 derajat

Sumber : Hasil olah data



Gambar 5. Kemiringan linggi haluan model kapal kemiringan 57 derajat

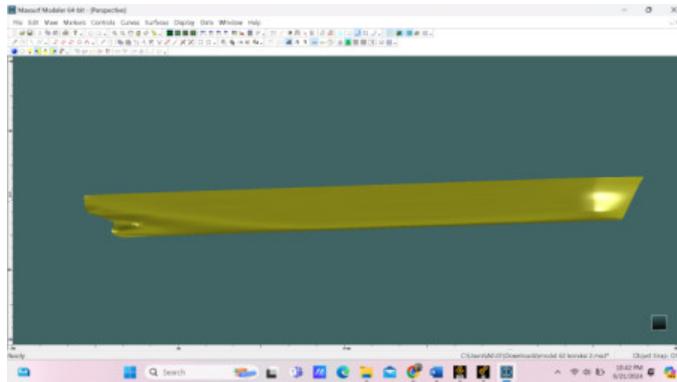
Sumber : Hasil olah data

c. Model kapal kemiringan 62 derajat

Kapal dimodelkan dengan bantuan *software* Maxsurf Pro Modeler V.20 Bentley dimana kemiringan linggi haluannya dimodifikasi dengan kemiringan sebesar 62 derajat yang diukur tegak lurus dari base line kapal. Berikut pada Gambar 6 dan 7.



Optimized using
trial version
www.balesio.com



Gambar 6. Visualisasi model kapal kemiringan 62 derajat

Sumber : Hasil olah data

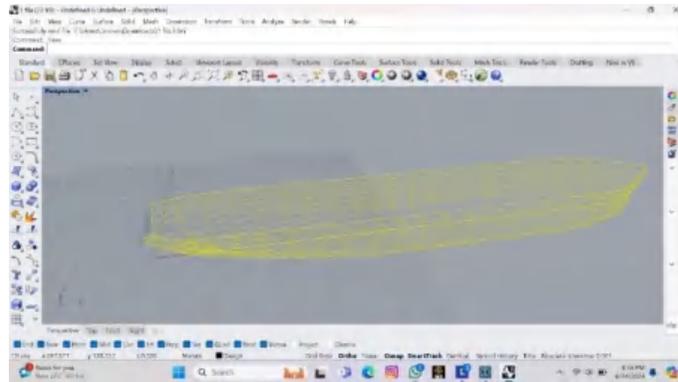


Gambar 7. Kemiringan linggi haluan model kapal kemiringan 62 derajat

Penelitian ini hanya berfokus pada haluan saja maka gambar yang akan di simulasikan hanya pada haluan mulai dari sekat haluan hingga ujung *linggi haluan*. Gambar yang diperoleh akan diubah jenis dan modelnya dalam bentuk solid dengan menggunakan Rhinoceros 6, tujuannya adalah agar model kapal dapat disimulasikan menggunakan Ansys Explicit Dynamic. Berikut langkah-langkah untuk membuat model kapal menjadi solid.

1. Buka *software* Rhinoceros 6 dan import file model yang telah dibuat pada Maxsurf. Seperti pada Gambar 8.

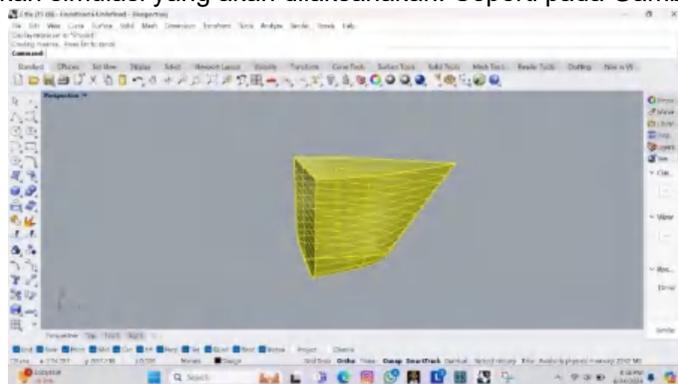




Gambar 8. Proses import file Maxsurf ke Rhinocros 6

Sumber : Hasil olah data

2. Setelah itu model akan di *trim* pada sekat haluannya karena yang akan disimulasikan hanya bagian haluannya saja. Hal ini dilakukan untuk memudahkan simulasi yang akan dilaksanakan. Seperti pada Gambar 9.



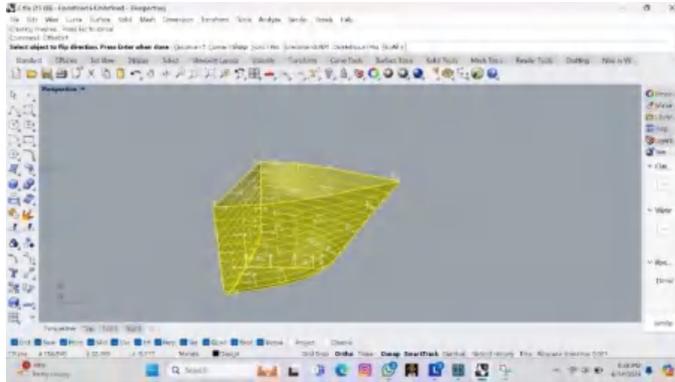
Gambar 9. Visualisasi haluan yang akan disimulasikan

Sumber : Hasil olah data

3. Setelah itu memberi ketebalan kulit pada model dengan cara menggunakan tool *offsetsurf*. Seperti pada Gambar 10.



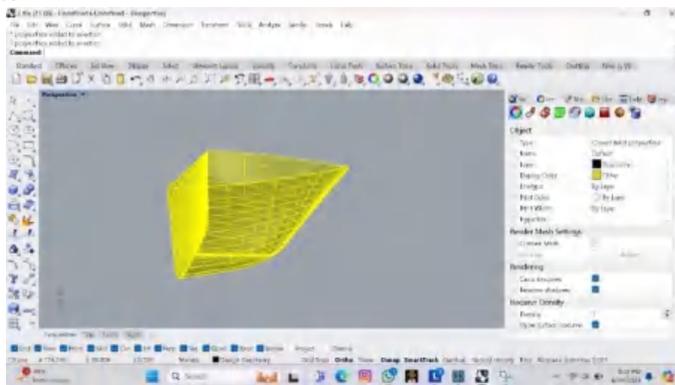
Optimized using
trial version
www.balesio.com



Gambar 10. Proses penggambaran ketebalan kulit pada model

Sumber : Hasil olah data

4. Setelah menggambar ketebalan kulit maka model menjadi akan menjadi *Closed Polysurface* pada bagian kanan atas maka model dinyatakan solid. Seperti pada Gambar 11.



Gambar 11. Model haluan kapal yang telah solid

Sumber : Hasil olah data

Selanjutnya model yang telah solid di *export* dalam format rhino 3-D model (.3dm) kemudian dilakukan simulasi pada *Software Ansys Workbench 2021 R2-Explicit Dynamics*

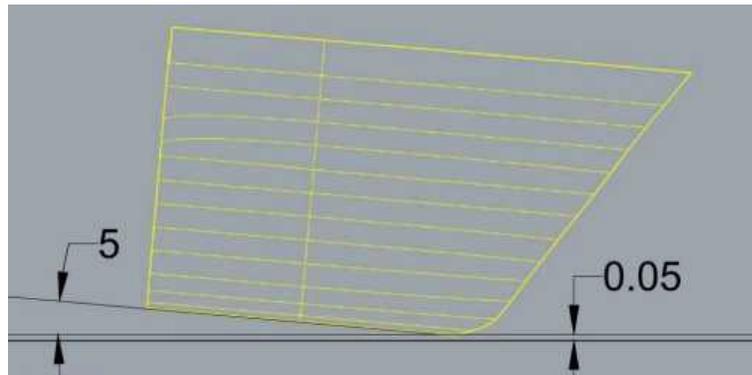


st

n pengaruh kemiringan linggi haluan terhadap nilai tekanan, dengan menggunakan 3 kemiringan linggi haluan yang masing-

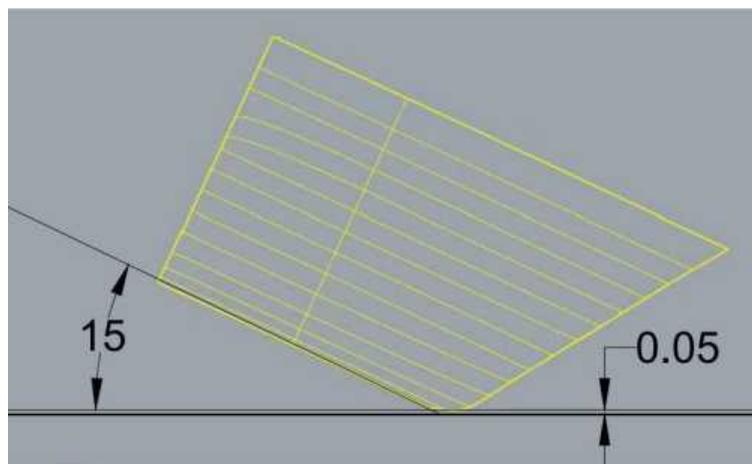
masing memiliki 2 sudut kemiringan pada saat dijatuhkan yang disimulasikan menggunakan *software* Ansys Explicit Dynamics.

Model haluan kapal diposisikan di atas tanki dengan jarak 5 cm sebelum menyentuh permukaan air. Kemudian dimiringkan sebesar sudut kemiringan jatuhnya (5 derajat dan 15 derajat). Peletakan haluan kapal dapat dilihat pada Gambar 12 dan 13 di bawah ini.



Gambar 12. Visualisasi dropping test dengan sudut jatuh 5 derajat

Sumber : Hasil olah data



Gambar 13. Visualisasi dropping test dengan sudut jatuh 15 derajat

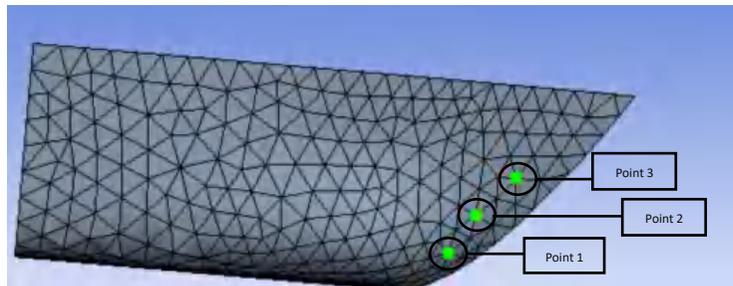


ata

2.4.3. Menganalisis Water Impact Menggunakan Ansys

Dengan menggunakan *software* Ansys Explicit Dynamic, menganalisis besar *water impact* di sekitar haluan kapal akibat *slamming* dapat dilakukan. Secara otomatis, *software* Ansys akan menampilkan besar *water impact* dari proses *drop test* pada model haluan kapal.

Nilai tekanan diperoleh dengan mendeteksi area di sekitar haluan dan gading sesuai yang ditunjukkan pada Gambar 14 yang telah ditentukan dan secara konstan untuk tiap variasi sudut kemiringan linggi haluan.



Gambar 14. Area yang dideteksi pada kemiringan linggi haluan

Sumber : Hasil olah data

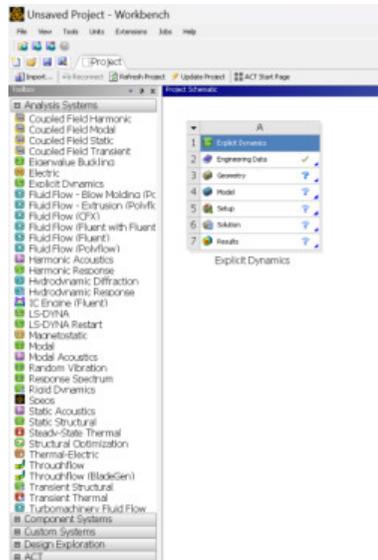
2.4.4. Simulasi Ansys Explicit Dynamics

Simulasi numerik yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan *Software* Ansys Workbench 2021 R2 -Explicit Dynamics. Simulasi ini terdiri dari beberapa tahapan sebagai berikut.

1. Memulai simulasi *drop test*

Simulasi *drop test* haluan kapal dilakukan dengan Ansys Workbench: Explicit Dynamics. Explicit Dynamics merupakan sub-program dari analisis sistem Ansys yang dapat menampilkan perilaku model dinamis nonlinear dari benda-benda padat, fluida, gas dan interaksi yang berkaitan dengannya. Tampilan awal Ansys Workbench: Explicit Dynamics dapat dilihat pada Gambar 15 yang memuat beberapa menu antara lain *Engineering Data*, *Geometry*, *Model*, *Setup*, *Solution*, dan *Results*.



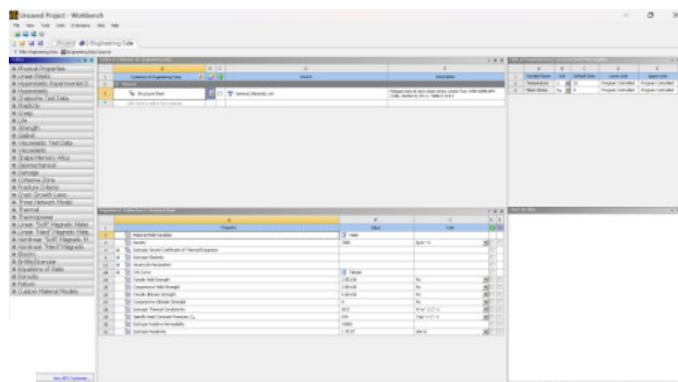


Gambar 15. Tampilan awal Ansys Workbench : Explicit Dynamics

Sumber : Hasil olah data

1. Menentukan jenis materia

Material yang digunakan untuk simulasi terdiri atas dua jenis, yaitu baja dan air tawar. Pemilihan kedua material ini dapat dilakukan dengan menekan *Engineering Data*. Pada Gambar 16, terdapat material baja yang otomatis ditambahkan pada *Content of Engineering Data*. Namun perlu diperhatikan nilai massa jenis, *modulus young*, dan *poisson's ratio* dari material baja karena sangat berpengaruh terhadap simulasi yang akan dilakukan.

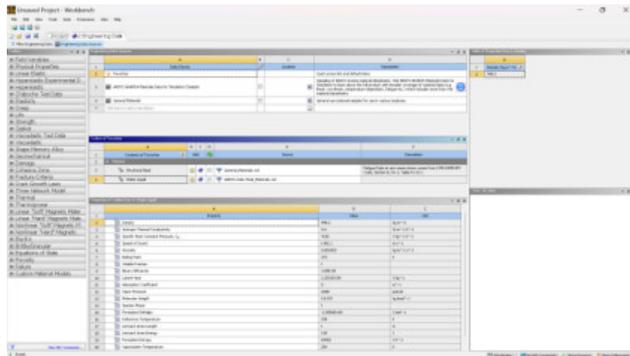


ti dari engineering data

ata



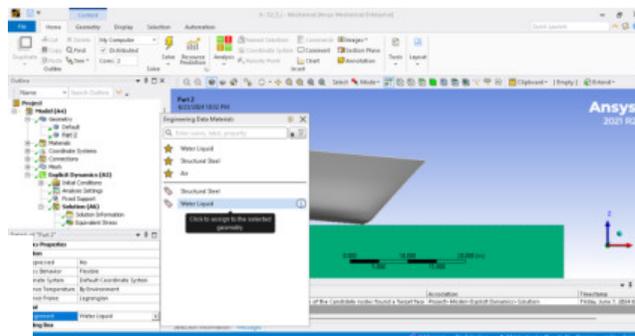
Material air dapat dipilih dengan menekan *Engineering Data Sources*. *Engineering Data Sources* memuat berbagai jenis material, mulai dari *General Material*, *Thermal Material*, *Fluid Material* hingga *Geomechanical Material*. Untuk material air sendiri, dapat dipilih pada *Fluid Material* dengan nama *Water Liquid*. Massa jenis dari *Water Liquid* dapat diubah seperti pada Gambar 17 yang disesuaikan dengan simulasi dilakukan.



Gambar 17. Properti water liquid

Sumber : Hasil olah data

Selanjutnya, mengimpor model haluan kapal, air, serta kolam yang akan disimulasikan pada menu utama *Geometry*. Hasil *import* akan terdefinisi sebagai suatu geometri, dimana geometri tersebut terbagi menjadi beberapa *part* atau bagian. Bagian – bagian tersebut harus didefinisikan sesuai dengan jenis material yang telah ditentukan sebelumnya. Misalnya, *part 2* (pada Gambar 18 yang merupakan air sehingga harus didefinisikan sebagai air dengan mengubah *assignment* menjadi *water liquid*.

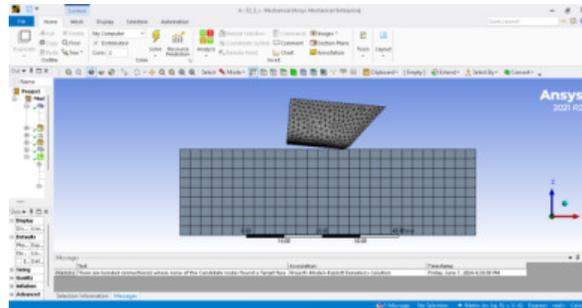


an dari Geometry

ata

2. Meshing

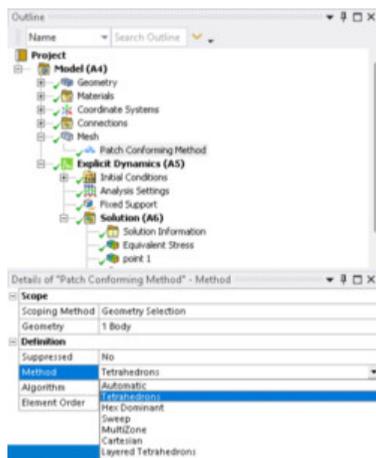
Proses meshing atau gridding merupakan proses yang sangat mempengaruhi hasil akhir dari simulasi yang dilakukan, baik akurasi hasil, kecepatan komputasi hingga visualisasi hasil. Mesh yang sangat padat bisa saja dibuat sehingga memperoleh hasil yang akurat, namun perlu diingat pula bahwa semakin banyak mesh yang digunakan, semakin banyak pula memori dan persamaan yang harus diselesaikan dalam proses komputasi atau solving nantinya. Jenis mesh yang digunakan dalam penelitian ini adalah Tetrahedron, dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 19. Contoh penggunaan Tetrahedron Mesh

Sumber : Hasil olah data

Jenis *mesh* ini sangat adaptif terhadap bentuk-bentuk yang tidak reguler, sehingga cocok untuk bentuk haluan kapal. *Tetrahedron Mesh* dapat diatur pada *Mesh Method*, yang lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 20.



an dari Mesh Methode

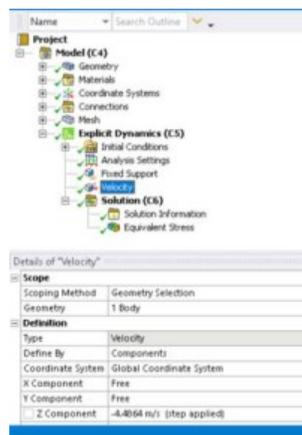
ata

3. Mengatur *solver*

Pengaturan *solver* bertujuan untuk agar simulasi yang dilakukan sesuai dengan *experiment* ataupun fenomena yang sesungguhnya.

a. Velocity

Velocity bertujuan untuk menambahkan kecepatan suatu geometri dengan arah dan jarak tertentu. Simulasi yang akan dilakukan yaitu *drop test* haluan kapal pada ketinggian 1,5 meter dari permukaan air. Tetapi, simulasi tersebut memerlukan waktu yang sangat lama maka tinggi *drop test* diturunkan menjadi 5 cm sebelum menyentuh permukaan air sehingga penambahan kecepatan disesuaikan dengan kondisi tersebut. Penambahan kecepatan pada geometri dapat dilihat pada Gambar 21.



Gambar 21. Detail dari Velocity

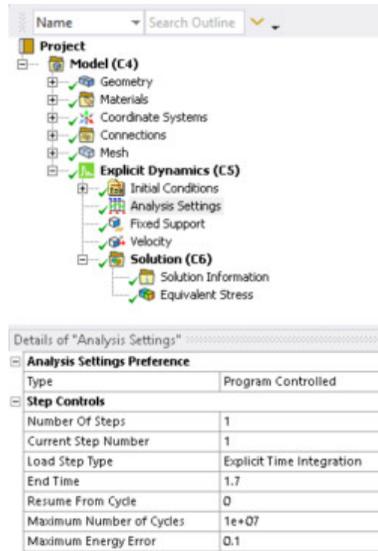
Sumber : Hasil olah data

b. Analysis setting

Pada gambar 22, menunjukkan *end time* dari simulasi yang akan dilakukan. *End time* adalah waktu maksimum suatu fenomena yang akan disimulasikan pada *software Ansys*.



Optimized using
trial version
www.balesio.com

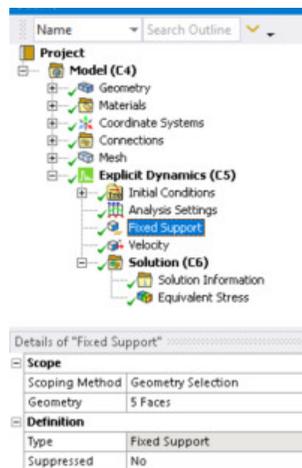


Gambar 22. Detail Analysis Setting

Sumber : Hasil olah data

c. Fixed support

Fixed support bertujuan untuk menahan geometri pada posisinya akibat gaya gravitasi. Pengaturan *fixed support* dapat dilihat pada Gambar 23.



dari Fixed Support

ata

d. Standard earth gravity

Menambahkan *Standard earth gravity* bertujuan agar geometri dapat jatuh bebas sesuai dengan arah yang dikehendaki. Gambar 24 menunjukkan bahwa geometri berada di sumbu z, sehingga *direction* atau arah gravitasi harus bernilai negatif di sumbu z.



Gambar 24. Detail dari Standard Earth Gravity

Sumber : Hasil olah data

2.4.5. Verifikasi

Pada tahap ini, hasil simulasi yang didapatkan akan diverifikasi sesuai dengan persyaratan yang telah ditentukan. Jika hasil simulasi tidak memenuhi persyaratan, maka dilakukan pengecekan ulang terhadap permodelan serta tahap simulasi yang telah dikerjakan sebelumnya. Adapun verifikasi yang dimaksudkan adalah pengecekan kontrol konvergensi model. Jika model telah terverifikasi benar maka bisa dikatakan konvergensi.

2.4.6. Analisis Data

Setelah proses running dan verifikasi telah selesai, maka secara otomatis software mengeluarkan beberapa hasil sesuai parameter dan karakteristik yang telah diinput. Adapun hasil yang dikeluarkan berupa *impact pressure* pada seluruh model haluan kapal dan pada era yang telah ditentukan seperti pada Gambar 14.

2.4.7. Penarikan Kesimpulan



ilakukan penarikan kesimpulan terhadap hasil analisis yang ligus menjawab rumusan masalah pada penelitian ini.

2.4.8. Kerangka Pemikiran

