



**ANALISIS EFEK LIKUEFAKSI BIJI NIKEL PADA
STABILITAS DAN OLAH GERAK KAPAL
MV. NUR ALLYA**

SKRIPSI

FANNY DARWANI PUTRI

2010313001

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN
2024**



**ANALISIS EFEK LIKUEFAKSI BIJI NIKEL PADA
STABILITAS DAN OLAH GERAK KAPAL
MV. NUR ALLYA**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

FANNY DARWANI PUTRI

2010313001

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Fanny Darwani Putri

NIM : 2010313001

Program Studi : SI Teknik Perkapalan

Judul Skripsi : Analisis Efek Likuefaksi Biji Nikel pada Stabilitas dan Olah Gerak Kapal MV. Nur Allya

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



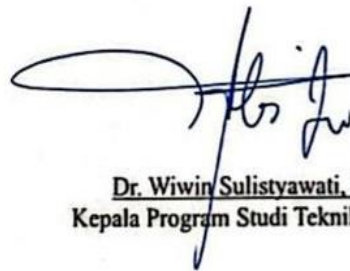
Fakhri Akbar Ayub, S.T., M.Eng. Ph. D
Penguji Utama



Fathin Muhammad Madhudhu, S.T., B.Eng. M.Sc.
Penguji Pembimbing



Dr. Muchamad Oktaviandri, ST., MT., IPM., ASEAN.Eng
Dekan Fakultas Teknik



Dr. Wiwin Sulistyawati, ST., MT
Kepala Program Studi Teknik Perkapalan

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 11 Januari 2024

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

ANALISIS LIKUEFAKSI BIJI NIKEL PADA STABILITAS DAN OLAH GERAK KAPAL MV. NUR ALLYA

Disusun Oleh :

FANNY DARWANI PUTRI

2010313001

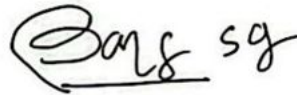
Menyetujui,

Pembimbing 1



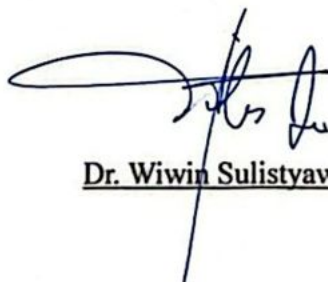
Fakhri Akbar Ayub, ST, M.Eng, Ph.D

Pembimbing 2



Bambang Safari Alwi, S.T.

Kepala Program Studi S1 Teknik Perkapalan



Dr. Wiwin Sulistyawati, ST, MT

PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya sendiri dan semua sumber yang dikutip atau dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Fanny Darwani Putri
NIM : 2010313001
Program Studi : S1 Teknik Perkapalan

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 22 Januari 2024

Yang menyatakan,



Fanny Darwani Putri

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fanny Darwani Putri
NIM : 2010313001
Program Studi : S1 Teknik Perkapalan

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**“ANALISIS EFEK LIKUEFAKSI BIJI NIKEL PADA
STABILITAS DAN OLAH GERAK KAPAL MV. NUR ALLYA”**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 22 Januari 2023

Yang menyatakan,



Fanny Darwani Putri

ANALISIS EFEK LIKUEFAKSI BIJI NIKEL PADA STABILITAS DAN OLAH GERAK KAPAL MV. NUR ALLYA

Fanny Darwani Putri

ABSTRAK

Likuefaksi muatan *nickel ore* dapat mengakibatkan kapal terbalik dan tenggelam dalam waktu singkat karena perubahan bentuk muatan dari padat menjadi cair. Akibatnya ketika kapal mengalami guncangan besar muatan tersebut tidak dapat kembali ke posisi semula. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui komposisi persentase antara *nickel ore* dalam bentuk padat dan cair dengan total 100% di ruang muat. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan menganalisa efek likuefaksi *nickel ore* pada stabilitas dan olah gerak kapal MV. Nur Allya. Hasil stabilitas kapal dilakukan dalam lima *case*, yaitu: muatan 100% padat, 75% padat 25% cair, 50% padat 50% cair, 25% padat 75% cair, dan 100% cair. Hasil terbaik diperoleh pada *case* 1 dengan nilai GZ maksimum = 1,064 m. Untuk mencegah kejadian ini, penelitian menambahkan *longitudinal bulkhead* pada ruang muat dalam kelima *case*. Hasilnya menunjukkan peningkatan kecil pada kenaikan di *case* 1 dibandingkan dengan *case* 5. Meskipun *longitudinal bulkhead* mengurangi risiko likuefaksi tetapi kapasitas muatan kapal pun berkurang. Setelah itu dilakukan analisa gerak kapal seperti: *roll*, *pitch*, dan *heave* menunjukkan perbedaan respons pada kondisi arah datangnya gelombang *following sea*, *beam sea*, dan *head sea*. Respons terbesar terjadi pada *beam sea* sehingga kualitas *seakeeping* kapal semakin buruk. Dalam hal ini dikarenakan kapal tidak dapat meredam terpaan gelombang yang mengenai badan kapal.

Kata kunci : *nickel ore*, likuefaksi, *free surface effect*

ANALYSIS OF THE EFFECT OF NICKEL ORE LIQUEFACTION ON THE STABILITY AND MOTIONS OF MV. NUR ALLYA

Fanny Darwani Putri

ABSTRACT

Nickel ore charge liquefaction can cause the vessel to tip and sink in a short time due to the change in shape of the charge from solid to liquid. As a result, when the ship experienced a large shock, the cargo could not return to its original position. The purpose of this study is to determine the percentage composition between nickel in solid and liquid form with a total of 100% in the load chamber. The method used in this study was to analyze the effect of nickel ore fluidity on the stability and motion of MV ships. Nur Allya. The stability results of the ship are carried out in five cases, namely: 100% solid charge, 75% solid 25% liquid, 50% solid 50% liquid, 25% solid 75% liquid, and 100% liquid. The best result was obtained in case 1 with a maximum GZ value = 1.064 m. To prevent this incident, the study added a longitudinal bulkhead to the load chamber in all five cases. The results show a small increase in the increment in case 1 compared to case 5. Although the longitudinal bulkhead reduces the risk of liquefaction, the ship's cargo capacity is reduced. After that, an analysis of the movement of the ship was carried out such as: roll, pitch, and heave, showing the difference in response to the condition of the direction of the following sea, beam sea, and head sea waves. The biggest response occurred in the sea beam so that the seakeeping quality of the ship was getting worse. In this case, because the ship cannot dampen the exposure of the waves that hit the ship's body.

Keyword : *Nickel ore, liquefaction, free surface effect*

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan dan viiiea rahviii usulan penelitian ini yang berjudul “ANALISIS EFEK LIKUEFAKSI BIJI NIKEL PADA STABILITAS DAN OLAH GERAK KAPAL MV. NUR ALLYA” yang merupakan syarat kelulusan dalam memperoleh gelar sarjana viiiea ra program studi viiiea ra perkapalan Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Dalam penyusunan ini, Penulis banyak mendapatkan bimbingan, dukungan, dan saran serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini perkenankanlah penulis menyampaikan ucapan viiiea ra kasih kepada :

1. Ibu Dr. Wiwin Sulistyawati, ST, MT. selaku kepala program studi S-1 Teknik Perkapalan Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
2. Bapak Fakhri Akbar Ayub, ST, M.Eng, Ph.D selaku dosen pembimbing I yang selalu memberikan saran dan masukan kepada penulis agar dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.
3. Bapak Bambang Safari Alwi, ST selaku dosen pembimbing II yang telah menyediakan dan memberikan data yang dibutuhkan dalam penyelesaian skripsi.
4. Bapak Alm. Sudarto dan Ibu Desnilawati selaku orang tua penulis yang telah memberi doa dan semangat dalam proses penyelesaian skripsi kepada penulis
5. Adik Maychel Derangga selaku adik penulis yang selalu mendukung dalam berbagai macam hal.
6. *My beloved best friend* (Sabina, Laisa, dan Alda) yang selalu memberikan motivasi dan mendengarkan keluh kesah penulis.
7. Abang mba maritim, saudara/I maritim 2020, dan adik-adik maritim yang senantiasa memberikan ilmu, menyemangati, dan menjadi keluarga kedua untuk penulis.
8. Teman-teman UKM Voli Mahasiswa Veteran Jakarta (VIMAVEJA) yang telah menemani latihan voli dan memberikan motivasi kepada penulis.

9. Seluruh pihak yang telah membantu dan mendukung sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik, yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi diri sendiri dan orang lain sehingga dapat memberikan pelajaran dan pencerahan. Penulis menyadari bahwa tidak ada manusia yang sempurna dan luput dari kesalahan. Oleh karena itu, diharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar dapat memperbaiki guna menyempurnakan penulisan skripsi ini.

Jakarta, September 2023

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING | iii |
| PERNYATAAN ORISINALITAS | iv |
| PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI | v |
| ABSTRAK | vi |
| ABSTRACT | vii |
| KATA PENGANTAR | viii |
| DAFTAR ISI | x |
| DAFTAR GAMBAR | xv |
| DAFTAR LAMPIRAN | xvii |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Perumusan Masalah..... | 8 |
| 1.3 Tujuan Penelitian..... | 8 |
| 1.4 Manfaat Penelitian..... | 8 |
| 1.5 Batasan Masalah..... | 8 |
| 1.6 Sistematika Penelitian | 9 |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA | 10 |
| 2.1 Biji Nikel | 10 |
| 2.2 Likuefaksi | 12 |
| 2.3 Olah Gerak Kapal | 13 |
| 2.4 Stabilitas Kapal..... | 15 |
| 2.4.1 Stabilitas Benda Terapung..... | 15 |

| | | |
|--------------|--|----|
| 2.4.2 | Kondisi Stabilitas (<i>Intact Stability Curve</i>) | 20 |
| 2.5 | <i>Free surface effect</i> | 21 |
| 2.6 | <i>Longitudinal Bulkhead</i> | 23 |
| BAB 3 | METODOLOGI PENELITIAN | 26 |
| 3.1 | Diagram Alir Penelitian | 26 |
| 3.2 | Langkah Pengerjaan | 27 |
| 3.3 | Pengolahan Data | 28 |
| BAB 4 | PEMBAHASAN | 29 |
| 4.1 | Data Kapal | 29 |
| 4.1.1 | Ukuran Utama Kapal | 29 |
| 4.1.2 | Rencana Umum Kapal | 31 |
| 4.2 | Kondisi Pemuatan Kapal | 32 |
| 4.2.1 | Informasi Awak Kapal | 32 |
| 4.2.2 | Informasi Muatan Kapal | 32 |
| 4.3 | Pemodelan MV. Nur Allya | 34 |
| 4.4 | Hasil Pemeriksaan Laboratorium Biji Nikel | 36 |
| 4.5 | Hasil Analisis Stabilitas Kapal | 40 |
| 4.5.1 | <i>Case 1 kondisi muatan 100% padat</i> | 40 |
| 4.5.2 | <i>Case 2 Kondisi muatan 75% padat 25% cair</i> | 44 |
| 4.5.3 | <i>Case 3 kondisi muatan 50% padat 50% cair</i> | 46 |
| 4.5.4 | <i>Case 4 kondisi muatan 25% padat 75% cair</i> | 48 |
| 4.5.5 | <i>Case 5 kondisi muatan 100% cair</i> | 51 |
| 4.5.6 | <i>Conclusion</i> | 53 |
| 4.6 | Variasi <i>Longitudinal Bulkhead</i> | 54 |
| 4.6.1 | <i>Case 1 kondisi muatan 100% padat</i> | 55 |
| 4.6.2 | <i>Case 2 kondisi muatan 75% padat 25% cair</i> | 59 |

| | | |
|----------------------------|---|----|
| 4.6.3 | <i>Case 3</i> kondisi muatan 50% padat 50% cair | 61 |
| 4.6.4 | <i>Case 4</i> kondisi muatan 25% padat 75% cair | 64 |
| 4.6.5 | <i>Case 5</i> kondisi muatan 100% cair | 67 |
| 4.6.6 | <i>Conclusion</i> | 70 |
| 4.7 | Olah Gerak Kapal | 71 |
| 4.7.1 | <i>Setting Analysis</i> | 72 |
| 4.7.2 | <i>Setting Input</i> | 72 |
| 4.7.3 | Hasil Analisa RAO | 73 |
| 4.7.4 | <i>Conclusion</i> | 76 |
| BAB 5 PENUTUP | | 77 |
| 5.1 | Kesimpulan | 77 |
| 5.2 | Saran | 79 |

DAFTAR PUSTAKA

RIWAYAT HIDUP

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 1.1 Kasus kecelakaan | 6 |
| Tabel 4.1 Ukuran utama MV. Nur Allya | 29 |
| Tabel 4.2 Kondisi pemuatan cargo MV. Nur Allya | 34 |
| Tabel 4.3 Validasi ukuran utama MV. Nur Allya | 35 |
| Tabel 4.4 Room Definition Window MV. Nur Allya | 35 |
| Tabel 4.5 Kondisi pemuatan MV. Nur Allya..... | 40 |
| Tabel 4.6 Input angka di Room Definition Window kondisi muatan 100% padat | 41 |
| Tabel 4.7 Loadcase kondisi muatan 100% padat | 42 |
| Tabel 4.8 Hasil analisa kriteria kondisi muatan 100% padat | 42 |
| Tabel 4.9 Input tangki di Room Definition Window kondisi muatan 75% padat 25% cair..... | 44 |
| Tabel 4.10 Loadcase kondisi muatan 75% padat 25% cair | 45 |
| Tabel 4.11 Hasil analisa kriteria kondisi muatan 75% padat 25% cair | 45 |
| Tabel 4.12 Input tangki di Room Definition Window kondisi muatan 50% padat 50% cair | 47 |
| Tabel 4.13 Loadcase kondisi muatan 50% padat 50% cair | 47 |
| Tabel 4.14 Hasil Analisa kriteria kondisi muatan 50% padat 50% cair | 48 |
| Tabel 4.15 Input tangki di Room Definition Window kondisi muatan 25% padat 75% cair | 49 |
| Tabel 4.16 Loadcase kondisi muatan 25% padat 75% cair | 49 |
| Tabel 4.17 Hasil Analisa kriteria kondisi muatan 25% padat 75% cair | 50 |
| Tabel 4.18 Input tangki di Room Definition Window kondisi muatan 100% cair | 51 |
| Tabel 4.19 Loadcase kondisi muatan 100% cair | 51 |
| Tabel 4.20 Hasil analisa kriteria kondisi muatan 100% cair | 52 |
| Tabel 4.21 Input analisa variasi longitudinal bulkhead di Room Definition Window kondisi muatan 100% padat | 56 |
| Tabel 4.22 Loadcase variasi longitudinal bulkhead kondisi muatan 100% padat. | 57 |
| Tabel 4.23 Hasil Analisa kriteria variasi longitudinal bulkhead kondisi muatan 100% padat..... | 58 |

| | |
|---|----|
| Tabel 4.24 Input tangki variasi longitudinal bulkhead di Room Definition Window kondisi muatan 75% padat 25% cair | 59 |
| Tabel 4.25 Loadcase variasi longitudinal bulkhead kondisi muatan 75% padat 25% cair | 60 |
| Tabel 4.26 Hasil analisa kriteria variasi longitudinal bulkhead kondisi muatan 75% padat 25% cair | 61 |
| Tabel 4.27 Input tangki variasi longitudinal bulkhead di Room Definition Window kondisi muatan 50% padat 50% cair | 62 |
| Tabel 4.28 Loadcase variasi longitudinal bulkhead kondisi muatan 50% padat 50% cair | 63 |
| Tabel 4.29 Hasil analisa kriteria variasi longitudinal bulkhead kondisi muatan 50% padat 50% cair | 64 |
| Tabel 4.30 Input tangki variasi longitudinal bulkhead di Room Definition Window kondisi muatan 25% padat 75% cair | 65 |
| Tabel 4.31 Loadcase variasi longitudinal bulkhead kondisi muatan 25% padat 75% cair | 65 |
| Tabel 4.32 Hasil analisa kriteria variasi longitudinal bulkhead kondisi muatan 25% padat 75% cair | 66 |
| Tabel 4.33 Input tangki variasi longitudinal bulkhead di Room Definition Window kondisi muatan 100% cair | 68 |
| Tabel 4.34 Loadcase Variasi longitudinal bulkhead Kondisi Muatan 100% cair.. | 69 |
| Tabel 4.35 Hasil analisa kriteria variasi longitudinal bulkhead kondisi muatan 100% cair | 70 |
| Tabel 4.36 Input Heading | 73 |
| Tabel 4.37 Input Spectrum | 73 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 1.1 Perkembangan produksi nikel tahun 2018-2022 | 2 |
| Gambar 1.2 Ekspor nikel Indonesia tahun 2017-2022 | 2 |
| Gambar 1.3 Proses likuefaksi biji nikel | 4 |
| Gambar 1.4 Free surface effect | 5 |
| Gambar 1.5 TML dan FMP | 7 |
| Gambar 2.1 Pergeseran muatan..... | 13 |
| Gambar 2.2 Ship Motion..... | 14 |
| Gambar 2.3 Heading Angle..... | 14 |
| Gambar 2.4 Titik stabilitas | 16 |
| Gambar 2.5 Stabilitas positif..... | 17 |
| Gambar 2.6 Stabilitas positif (kondisi kapal langsar) | 18 |
| Gambar 2.7 Stabilitas positif (kondisi kapal kaku)..... | 18 |
| Gambar 2.8 Stabilitas negatif..... | 19 |
| Gambar 2.9 Stabilitas netral | 20 |
| Gambar 2.10 Intact stability | 20 |
| Gambar 2.11 Free surface effect | 22 |
| Gambar 2.12 Longitudinal bulkhead | 24 |
| Gambar 3.1 Diagram alir penelitian..... | 26 |
| Gambar 4.1 MV. Nur Allya | 29 |
| Gambar 4.2 Spesifikasi teknis MV. Nur Allya | 30 |
| Gambar 4. 3 General Arrangement MV. Nur Allya | 31 |
| Gambar 4.4 Data cargo manifest..... | 33 |
| Gambar 4.5 Stowage plan MV. Nur Allya | 33 |
| Gambar 4.6 Sertifikat MC dan TML dari Nur Allya..... | 37 |
| Gambar 4.7 Data laporan kadar air (MC) Nur Allya | 39 |
| Gambar 4.8 Grafik GZ pada Kondisi Muatan 100% Padat | 43 |
| Gambar 4.9 Grafik GZ pada kondisi muatan 75% padat 25% cair..... | 46 |
| Gambar 4.10 Grafik GZ pada Kondisi Muatan 50% padat 50% cair | 48 |
| Gambar 4.11 Grafik GZ pada kondisi muatan 25% padat 75% cair..... | 50 |
| Gambar 4.12 Grafik GZ pada kondisi muatan 100% cair..... | 53 |

| | |
|--|----|
| Gambar 4.13 Grafik GZ sesuai case | 54 |
| Gambar 4.14 Variasi longitudinal bulkhead..... | 55 |
| Gambar 4.15 Grafik GZ variasi longitudinal bulkhead pada case 1 | 58 |
| Gambar 4.16 Grafik GZ variasi longitudinal bulkhead pada kondisi muatan 75% padat 25% cair..... | 61 |
| Gambar 4.17 Grafik GZ variasi longitudinal bulkhead pada kondisi muatan 50% padat 50% cair..... | 64 |
| Gambar 4.18 Grafik GZ variasi longitudinal bulkhead pada kondisi muatan 25% padat 75% cair..... | 67 |
| Gambar 4.19 Grafik GZ variasi longitudinal bulkhead pada kondisi muatan 100% cair..... | 70 |
| Gambar 4.20 Grafik GZ Variasi Longitudinal Bulkhead | 71 |
| Gambar 4.21 Grafik RaO Followingsea..... | 74 |
| Gambar 4.22 Grafik RaO Beamsea..... | 75 |
| Gambar 4.23 Grafik RaO head sea | 76 |

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Lembar Konsultasi Pembimbing 1
- Lampiran 2 Lembar Konsultasi Pembimbing 2
- Lampiran 3 Informasi Cuaca Perairan Halmahera
- Lampiran 4 Certificate of MC and TML
- Lampiran 5 Shipment Realization Report