

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Biji nikel memiliki potensi besar untuk mengalami likuefaksi dalam kondisi tertentu, di mana kandungan air dalam muatan dapat menyebabkan muatan berubah menjadi likuefaksi sehingga dapat terjadi *Free surface effect*. Kondisi ini dapat menyebabkan kapal kehilangan stabilitasnya sehingga terjadi *capsize* dan tenggelam. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil investigasi KNKT, PT. Bakti Pertiwi Nusantara selaku pemilik muatan (*shipper*) dan pemilik tambang biji nikel dalam melakukan Analisa terhadap *Moisture Content* (MC) dan *Transportabel Moisture Limit* (TML) menggunakan laboratorium internal. Berdasarkan yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya dimana *Moisture Content* (MC) adalah kadar air pada muatan. *Transportabel Moisture Limit* (TML) merupakan batas kadar air yang diizinkan dalam pengangkutan di kapal. Sedangkan, *Flow Moisture Point* (FMP) merupakan titik di mana material curah granular menjadi cairan. PT. Bakti Pertiwi Nusantara mengeluarkan informasi *Cargo Declaration* untuk muatan biji nikel di MV. Nur Allya pada tanggal 8 Agustus 2019 dengan nilai :
 - a. MC = 35,02%
 - b. TML = 38,25%
 - c. FMP = 42,54%

Catatan TML adalah $90\% \text{ FMP} = 36,09\%$

Dari data tersebut didapatkan bahwa TML Muatan melebihi FMP sehingga dapat disimpulkan bahwa muatan akan terlikuefaksi.

2. Pengujian stabilitas kapal dilakukan dalam lima *case*, yaitu: *case 1* kondisi muatan 100% padat, *case 2* kondisi muatan 75% padat 25% cair, *case 3* kondisi muatan 50% padat 50% cair, *case 4* kondisi muatan 25% padat 75% cair, dan *case 5* kondisi muatan 100% cair. Hasil analisa stabilitas pada *case*

1 kondisi muatan 100% padat yaitu GZ maksimal = 1,064 m dan *deg* pada sudut 34,5 derajat. Kemudian, Pada *case 2* kondisi muatan 75% padat 25% cair mendapatkan hasil analisa stabilitas sebesar GZ maksimal = 0,963 m dan *deg* pada sudut 33,6 derajat. Selanjutnya, Pada *case 3* kondisi muatan 50% padat 50% cair mendapatkan hasil analisa stabilitas sebesar GZ maksimal = 0,759 m dan *deg* pada sudut 32,7 derajat. Setelah itu, Pada *case 4* kondisi muatan 25% padat 75% cair menghasilkan analisa stabilitas sebesar GZ maksimum = 0,495 m dan *deg* pada sudut 31,8 derajat. Kemudian, Pada *case 5* kondisi muatan 100% cair menghasilkan analisa stabilitas sebesar GZ maksimum = 0,195 dan *deg* pada sudut 30 derajat. Pada kondisi ini menyatakan tidak memenuhi kriteria yang ditetapkan oleh IMO A.749 (18) *Code on Intact Stability*. Luas area kurva yang terlalu kecil dan dibawah standar berpengaruh pada nilai GZ yang dihasilkan kecil sehingga momen *koppel* yang dihasilkan terlalu kecil yang kemudian tidak dapat mengembalikan kapal ke posisi awal. Kondisi ini dapat membuat kapal terbalik (*capsize*) ataupun tenggelam.

3. Untuk mencegah kapal terjadinya *capsize* dan tenggelam, penulis melakukan penelitian dengan menambahkan *longitudinal bulkhead* pada ruang muat. Penambahan *longitudinal bulkhead* dilakukan pada lima *case*, yaitu : *case 1* kondisi muatan 100% padat, *case 2* kondisi muatan 75% padat 25% cair, *case 3* kondisi muatan 50% padat 50% cair, *case 4* kondisi muatan 25% padat 75% cair, dan *case 5* kondisi muatan 100% cair. Pada *case 1* kondisi muatan 100% padat menghasilkan Analisa stabilitas sebesar GM = 5,507 m, GZ maksimal = 3,828 m, dan *deg* pada sudut 47,3 derajat. Kemudian, Pada *case 2* kondisi muatan 75% padat 25% cair mendapatkan hasil analisa stabilitas sebesar GM = 6,032 m, GZ maksimal = 4,219 m, dan *deg* pada sudut 49,1 derajat. Selanjutnya, Pada *case 3* kondisi muatan 50% padat 50% cair mendapatkan hasil analisa stabilitas sebesar GM = 6,370 m, GZ maksimal = 4,476 m, dan *deg* pada sudut 50 derajat. Setelah itu, Pada *case 4* kondisi muatan 25% padat 75% cair menghasilkan analisa stabilitas sebesar GM = 6,581 m, GZ maksimum = 4,638 m, dan *deg* pada sudut 50,9 derajat. Kemudian, Pada *case 5* kondisi muatan 100% cair menghasilkan

analisa stabilitas sebesar $GM = 6,703$, GZ maksimum = $4,733$, dan deg pada sudut $50,9$ derajat. Pengaruh *longitudinal bulkhead* pada MV. Nur Allya *case 1* ketika muatan padat mengalami kenaikan yang sedikit dibandingkan *case 2* kondisi muatan cair. Penggunaan *longitudinal bulkhead* dapat mengurangi risiko likuefaksi pada kapal. Namun, dapat mengurangi muatan yang dibawa kapal.

4. Olah Gerak Kapal yang dianalisa adalah *Roll*, *Pitch*, dan *Heave*. Arah datang gelombang yang mengalami pergerakan paling banyak gerakan terdapat pada *beam sea*. Selain itu, Nilai RAO paling besar terdapat pada *beam sea* yaitu $5,23$ °/m. Oleh karena itu, Hasil arah datang gelombang yang terburuk yaitu pada *beam sea*.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian analisa likuefaksi terhadap biji nikel pada MV. Nur Allya, terdapat saran yang dapat dilakukan oleh Perusahaan yaitu *shipper* harus memberikan informasi kargo yang akurat kepada nakhoda, seperti kadar air (MC), batas kadar air yang diizinkan dalam pengangkutan (TML), dan titik muatan dapat mengalir (FMP) yang sesuai dalam aturan *IMSBC Code*. Tanggal waktu pengembalian dan pengujian sampel dengan tanggal saat pemuatan dimulai tidak boleh lebih dari tujuh hari. Jika saat pemuatan terjadi hujan dan mengalami perubahan kadar air (MC) pada muatan, maka *shipper* harus memberikan bukti pengambilan sampel lebih lanjut dan pengujian ulang untuk memastikan kadar (MC) tetap berada dibawah batas kadar air yang diizinkan untuk pengangkutan (TML).

Selanjutnya terdapat beberapa saran yang dapat dilakukan untuk penelitian dapat dimaksimalkan yaitu :

1. Diperlukan data *free surface moment* stabilitas sebelum terjadi likuefaksi yang telah diketahui pada kapal untuk meminimalisir perbedaan nilai dalam pengukuran.
2. Penelitian ini tidak memperhitungkan analisa waktu yang dibutuhkan pada perubahan *density* muatan maka diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai perubahan waktu pada perubahan *density* muatan.

3. Diperlukan analisa penambahan variasi desain untuk mencegah *free surface effect*