

OLAH GERAK KAPAL MV. BERNHARD SCHULTE DALAM KONDISI *LIGHTSHIP* SAAT MENGHADAPI *HURRICANE MATTHEW*

Suwiyadi^a, Suherman^b dan Wibowo^c

^{a dan b}Dosen Program Studi Nautika PIP Semarang

^bTaruna (NIT. 50134739 N) Program Studi Nautika PIP Semarang

ABSTRAK

Berdasar data dari laporan Allianz mengenai safety and shipping review 2016, menjelaskan bahwa terdapat 5 buah kapal yang hilang, terbalik, maupun kandas akibat terkena cuaca buruk dan hurricane sepanjang tahun 2015. Serta berdasar Swedish Club Assurance, terdapat 309 klaim dengan total USD172.000 sepanjang tahun 2005-2013 yang diakibatkan cuaca buruk. Salah satu hurricane yang paling besar pada tahun 2016 adalah Hurricane Matthew. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara berolah gerak yang tepat dalam kondisi lightship oleh Officer kapal MV. Bernhard untuk menghindari six motion degree terutama rolling yang besar yang dapat mengakibatkan terbaliknya kapal saat menghadapi Hurricane Matthew. Metode penelitian adalah kualitatif desain fenomenologi dengan teknik analisis triangulasi sumber data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa (a) cara berolah gerak yang dilakukan dengan metode head seas pada daerah navigable semi-circle, dengan pemanfaatan topografi perairan sebagai tempat shelter dan penunjang olah gerak kapal. Kesimpulan dari penelitian ini adalah menggunakan metode berolah gerak head and bow sea, walaupun pada head and bow sea tidak dianjurkan untuk kapal dalam kondisi lightship menggunakan metode ini. Tetapi, resiko bahaya head and bow sea tersebut dapat diminimalisir dengan cara meminimalkan/mematikan mesin, pengaturan stabilitas, serta pemanfaatan topografi perairan sekitar.

Kata kunci: *olah gerak, hurricane, lightship*

ABSTRACT

Based on Allianz report related to safety and shipping review 2016, mention about 5 vessels are lost, capsized, and aground due to heavy weather and Hurricane along 2015. And Swedish Club Assurance mentioned 309 claims with amount USD172.000 along 2005-2013. One of the biggest Hurricane in 2016 is Hurricane Matthew. So this study aims to observe the correct maneuvers in lightship condition performed by MV. Bernhard Schulte officer to prevent six motions degree especially heavy rolling, that leads capsizing of the ship, during Hurricane Matthew. The method used in this study was qualitative phenomenology design with analysis of triangulation data resources technique. The result shows (a) the ship maneuvering was done with head seas in semi-circle navigable area by the use of waters topography as shelter and supporter of ship maneuvering. The conclusion is using head and bow sea maneuvering method, even it is not recommended to be used on lightship condition. But the risk can be reduced by minimizing engine used, stability adjustment, and the use of waters topography.

Keywords: *maneuvering, hurricane, lightship*

Suwiyadi^a, Suherman^b dan Wibowo^c

I. PENDAHULUAN

Samudera Atlantik menjadi salah satu dari tiga tempat pusat terbentuknya badai (*hurricane/typhoon/cyclone*). Dalam dunia maritim berdasar data dari laporan Allianz mengenai *safety and shipping review 2016*, menjelaskan bahwa terdapat 5 buah kapal yang hilang, terbalik, maupun kandas akibat terkena cuaca buruk dan *hurricane* sepanjang tahun 2015. Serta berdasar Swedish Club Assurance, terdapat 309 klaim dengan total USD172.000 sepanjang tahun 2005-2013 yang diakibatkan cuaca buruk. Salah satu *hurricane* yang paling besar pada tahun 2016 adalah *Hurricane Matthew*.

Hurricane Matthew pertama kali terbentuk pada tanggal 28 September 2016 pada posisi 13°12.00'N/059°48.00'W dengan akurasi posisi sebesar 30 NM sesuai prakiraan cuaca (*Weather Forecast*) tentang *Tropical Storm* yang dikeluarkan oleh Pemerintah Barbados. Pada awal terbentuknya, *Hurricane Matthew* memiliki *central pressure minimum* sebesar 1008MB dengan kecepatan angin sekitar 50-60 knots atau sekitar 92.6-111.12 km/h di mana kecepatan angin di setiap kuadran dapat berbeda-beda. Pada tanggal 28 September 2016 pula, *Hurricane Matthew* bergerak kearah 275° dengan kecepatan 18 knots atau sekitar 33.34 km/h.

Pada tanggal 03 Oktober 2016, Pemerintah Bahamas mengeluarkan *Hurricane Warning* untuk wilayah Bahamas di mana pada territorial negara tersebut MV. Bernhard Schulte, sedang dalam posisi *Lay-up* di posisi 25°47.00'N/078°09.00'W. Pada tanggal 04 Oktober 2016, *Hurricane warning* yang diterbitkan oleh National Hurricane Center Miami Florida memprediksi bahwa pada tanggal 06 Oktober 2016 pukul 18.00 UTC+0 *Hurricane Matthew* akan berada

pada 25°54.00'N/078°12.00'W dengan kata lain akan melewati posisi *lay-up*.

Sehingga Master kapal MV. Bernhard Schulte memutuskan untuk menghindari dari bahaya *Hurricane Matthew*. Kondisi kapal MV Bernhard Schulte dalam kondisi *lightship* hanya ada *Operational Load* dan *Water Ballast* sehingga menyebabkan nilai GM sangat besar, mencapai 4.36 meter dan memiliki *rolling period* 11.89 detik. Maka sudut *rolling* dari kapal MV. Bernhard Schulte mencapai 20-25 derajat sehingga menyebabkan terjadinya *six motions degree* yang sangat besar terutama *rolling motion* karena pengaruh luar (angin, *swell*, dan ombak) dari efek *Hurricane Matthew*.

Berdasar latar belakang tersebut, maka peneliti menemukan permasalahan yang ingin diungkapkan dalam penelitian ini adalah “Bagaimana cara berolah gerak kapal saat menghadapi *Hurricane Matthew*?”

Sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara berolah gerak yang tepat dalam kondisi *lightship* yang dilakukan oleh *Officer* kapal MV. Bernhard Schulte agar tidak mendapat *six motion degree* terutama *rolling* yang besar dalam menghadapi *Hurricane Matthew*.

“*Ship handling is an art rather than a science. However, a ship hadler who khows the science will be better at his art. Knowledge of the science twoll nable easy identification of a ship’s manoeuvring characteristics and quick evaluation of the skills needed for control. A ship handler needs to understand what is happening to his ship and, more importantly, what will happen a short time into the future.*” (Murdoch: 2013) “*Ship handling is an art and as the artist must learn how to use and to appreciate the material available to him, so must the ship handler have a complete understanding of them, their abilities, and their limitation which can enable him to take his ship...*” (Armstrong, 1994). dapat

disimpulkan bahwa olah gerak merupakan sebuah seni yang berdasar pada ilmu pengetahuan dan pengalaman dari seorang navigator yang ditunjang dengan pemahaman terhadap *manouever characteristic* sebuah kapal, keterbatasan dari sebuah kapal, dan peralatan yang membantu navigator untuk dapat mengontrol gerakan kapal.

“The motions of a ship can be split into three mutually pependicular translations of the center of gravity G and three rotations around G:

Three translations of the ship.s center of gravity G in the direction of the X., Y- and Z-axes:

- a. surge in the longiudinal X-direction, positive forward*
- b. sway in the lateral Y-direction, positive to starboard side*
- c. heave in the vertical Z-direction' positive downward*

Three rotations about these axes:

- a. roll about the X-axis, positive right uming*
- b. pitch about the Y-axis, positive bow up motion*
- c. yaw about the Z-axis, positive right tuming” (JCA, 2009)*

“The following and quartering seas mean here that the wave direction relative to the ship course is within 0° to 45° from the ship's stern. The period with which a ship travelling in following and quartering waves encounters the waves becomes longer than in head or bow waves.” (Circ/MSC/707)

*“...angle between keel direction and wave direction ($\alpha = 0^\circ$ means head sea)” Circ/MSC/1228. Sesuai Circ/MSC/707 revised Circ/MSC/1228 terdapat beberapa bahaya yang ditimbulkan, seperti *Surf-riding* dan *broaching-to*, *Reduction of intact stability when riding a wave crest amidships*, *Synchronous rolling motion*, *Parametric roll motions*, *Dangerous Encounter With lligh Wave Group*.*

Tropical cyclone dengan kecepatan angin 64 knots atau lebih disebut

hurricane. Disebut *Hurricane* karena *tropical cyclone* tersebut terjadi di daerah North Atlantic dan Eastern North Pasific (Holweg:2000) Angin *tropical cyclone* di Atlantic Utara bergerak secara berlawanan arah jarum jam (cyclonal) di sekitar pusat tekanan rendah. Jika Navigator menghadap arah angin, pusat tekanan paling rendah dan juga pusat *cyclone* berada pada sisi sebelah kanan Navigator dengan posisi baringan 090° hingga 120°. sesuai dengan hukum Buy's Ballot yang menjelaskan apabila Navigator membelakangi arah angin maka tekanan rendah akan berada di sebelah kirinya untuk posisi pengamat di bumi bagian utara dan berada di sebelah kanannya untuk pengamat di bumi bagian selatan. Dan untuk posisi tekanan tinggi merupakan kebalikan dari posisi tekanan rendah pada bumi bagian utara maupun selatan.

“Light ship condition: A ship complete in all respects, but without consumables, stores, cargo, crew and effects, and without any liquids on board except that machinery and system fluids, such as lubricants and hydraulics, are at their normal operating levels.” (Norwegian Maritime Authority, 2013). “Lightship condition is a ship complete in all respects, but without consumables, stores, cargo, crew and effects, and without any liquids on board except that machinery and piping fluids, such as lubricants and hydraulics, are at operating levels.” (Circ/MSC/267 (85))

II. METODOLOGI

Dalam melakukan penelitian, peneliti menggunakan metode deskriptif kualitatif jenis fenomenologi. Dengan teknik analisis data berupa triangulasi data. Data yang dikumpulkan berupa kata-kata, gambar dan bukan angka-angka yang menjelaskan makna pengalaman hidup beberapa individu tentang konsep atau fenomena. Yang bertujuan untuk mempersempit pengalaman individu (dalam hal ini adalah pengalaman Master, dan peneliti sendiri di

Suwiyadi^a, Suherman^b dan Wibowo^c

kapal MV. Bernhard Schulte) dengan fenomena yang menggambarkan esensi universal dengan mengidentifikasi suatu fenomena. (Ghozali: 2013, 427) dengan menggunakan data primer dan sekunder. Data primer didapat secara langsung dari wawancara dengan Master kapal MV. Bernhard Schulte mengenai pola pengolahan gerakan kapal saat menghadapi Hurricane Matthew.

Dan sumber data sekunder yaitu buku, jurnal, publikasi pemerintah tentang indikator ekonomi, data sensus, abstrak statistik, media, laporan tahunan perusahaan (Ghozali: 2013, 94). Data tersebut diperoleh dari observasi dan dokumentasi peneliti, buku, seperti *final report* Hurricane Matthew dan Nicole; *A guide to ship handling; Bowditch; Bridge Procedure Guide edition; Handling storm at sea; practical ship handling; Newsletter of Indo-US Science and Technology Forum; Hurricane*;, jurnal, seperti *method to avoiding tropical cyclone on the example of hurricane Fabian; Tropical Cyclone Tornadoes: A Review of Knowledge in Research and Prediction; Elements of Tropical Cyclones Avoidance Procedure; IMO circular nomor 707 dan 1228; video pembelajaran Videotel kode 321, 636, 661 695, 738, 743, dan dokumentasi peneliti tentang ramalan cuaca (weather forecasting) yang dikeluarkan oleh National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) U.S. Department of Commerce.*

III. HASIL PENELITIAN & PEMBAHASAN

Deskripsi permasalahan yang terjadi saat berolah gerak menghadapi Hurricane Matthew oleh MV. Bernhard Schulte pada tanggal 04 Oktober hingga 08 Oktober 2016 di perairan kepulauan Bahamas dan Florida Strait, maka dilakukan analisis mengenai cara berolah gerak saat

Hurricane Matthew. Adapun hasil penelitian sebagai berikut:

1. Cara berolah gerak kapal saat menghadapi Hurricane Matthew

Dalam fase ini berolah gerak dilakukan di sekitar daerah Strait of Florida. Hal yang perlu diperhatikan adalah posisi pusat Hurricane Matthew saat itu. Hal ini dapat diketahui melalui hukum Buys Ballot yang menjelaskan apabila Navigator membelakangi arah angin maka tekanan rendah akan berada antara 15°-30° di depan sebelah kirinya untuk posisi pengamat di bumi bagian utara dan berada di sebelah kanannya untuk pengamat di bumi bagian selatan. Dan untuk posisi tekanan tinggi merupakan kebalikan dari posisi tekanan rendah pada bumi bagian utara maupun selatan. Ketika Hurricane bergerak kearah utara dan arah angin yang diamati dari atas kapal berubah searah jarum jam, maka kapal berada pada sebelah kanan *semi-circle (right-hand semicircle)*. Jika arah angin berubah secara berlawanan arah jarum jam, maka kapal berada di sebelah kiri *semi-circle (left-hand semicircle)*.

Pada gambar berikut terlihat terdapat area biru dan area merah. Area biru merupakan *navigable semi-circle* area dari Hurricane Matthew dan area merah merupakan *dangerous semi-circle* area dari Hurricane Matthew.



Gambar 1. Navigable semi-circle dan dangerous semi-circle



Gambar 2. Daerah terdampak angin *Hurricane Matthew*

a. Berdasar hasil penelitian dengan Master mengenai cara berolah gerak saat menghadapi *Hurricane Matthew*, peneliti mendapat data sebagai berikut:

- 1) Kapal sebisa mungkin harus mendapat ombak dari depan, dan jangan memberikan ombak pada *quarterly part* dari kapal. Guna mencegah *rolling* kapal berlebih.
- 2) Penggunaan mesin harus sesuai dengan apa yang telah dipesankan oleh *Chief Engineer*.
- 3) Pengaturan kecepatan kapal harus sedemikian rupa agar tidak terjadi *slamming bump*, *shipping water* dan *racing propeller* yang dapat mengakibatkan kerusakan struktural kapal.

Berolah gerak pada fase ini, kapal akan berada pada situasi *following/quaterring sea* dan *heading sea*, sehingga kapal akan mendapat berbagai macam fenomena berbahaya yang dapat membahayakan kapal. Bahaya-bahaya tersebut seperti :

1. *Dangerous encounter high wave group*

Ketika gelombang tersebut memunyai kecepatan yang hampir sama dengan kecepatan kapal, *Dangerous encounter high wave group* akan terjadi. Dengan tinggi gelombang sebenarnya dapat mencapai dua kali tinggi gelombang yang teramati sesuai

dengan kondisi laut saat itu. Hal ini dapat mengakibatkan *Synchronous rolling motion*, *parametric rolling*, terjadinya fenomena berbahaya dan meningkatkan resiko terjadinya kapal terbalik.

2. Berkurangnya *Intact Stability* ketika kapal berada di puncak gelombang pada bagian tengah kapal (*amidship*)

Radius metasentris, BM, dan stabilitas transversal akan bertambah atau berkurang berdasar pada gelombang yang lewat sepanjang lambung kapal (perubahan bagian lambung kapal yang tenggelam). Pengurangan stabilitas dapat memasuki zona kritis ketika panjang gelombang antara $0.6L-2.3L$, di mana L adalah panjang keseluruhan kapal (LOA) dalam meter.

Ketika kapal berada di puncak gelombang, *intact stability* akan berkurang secara substansial sebesar hilangnya luas permukaan air pada bagian depan dan belakang kapal mengurangi nilai GM kapal dan stabilitas transversal. Disisi lain, ketika gelombang lewat pada bagian tengah kapal (*amidship*) stabilitas bertambah pada luas permukaan laut bagian depan dan belakang, sehingga nilai GM kapal dan stabilitas transversal bertambah.

Dalam rentang tersebut, pengurangan Pada rentang tersebut, berkurangnya stabilitas hampir sama dengan tinggi gelombang. Hal ini sangatlah berbahaya, karena durasi saat berada di puncak gelombang, dibandingkan dengan interval waktu hilangnya stabilitas, menjadi lebih lama. Dan semakin cepat kecepatan kapal, semakin besar resiko kapal terbalik.

Suwiyadi^a, Suherman^b dan Wibowo^c

3. *Synchronous rolling motion*

Gerakan *rolling* kapal yang besar dapat terjadi ketika periode *rolling* natural (T_R) kapal hampir sama dengan periode gelombang yang datang (T_E). Ketika kapal miring (*listing*) dan terdapat gelombang yang datang, maka ketika gelombang tersebut mulai menghantam kapal, secara otomatis gerakan *rolling* untuk mengembalikan kapal dalam kondisi kapal tegak terjadi dan kekuatan hantaman tersebut didukung oleh sisa gelombang yang datang tersebut. Sehingga batasan gerakan *rolling* kapal sama dengan puncak gelombang atau bahkan dapat melebihi. Dan hal ini dinamakan sinkronisasi *rolling* (*synchronous rolling motion*) yang menyebabkan bahaya gerakan *rolling* yang hebat.

4. *Parametric rolling*

Parametric rolling adalah sebuah fenomena yang tidak stabil di mana terjadi gerakan *rolling* dan *pitching* dengan sudut *rolling* sangat besar yang sangat cepat dan gerakan *pitching* yang *significant*. Dimana setiap perubahan stabilitas transversal yang bervariasi dengan perubahan periode lengan penegak (GZ).

Ketika kapal mengalami *pitching*, bagian buritan kapal turun, GM bertambah yang disebabkan oleh luas bidang air efektif (*area water plane*), dan sudut miring (*heel*) kapal menghasilkan momen lengan penegak yang sangat besar. Di sisi lain ketika kapal mengalami *pitching*, bagian haluan kapal turun, GM berkurang yang disebabkan luas bidang air efektif, dan kapal secara otomatis akan

mengalami sudut miring (*heel*) yang lebih besar guna menghasilkan momen lengan penegak yang sama besar. Inilah yang menyebabkan *parametric rolling*. Dapat disimpulkan jika GM berkurang kemungkinan kapal mengalami *parametric rolling* lebih besar. 1 putaran gerakan *rolling* (kanan-kiri) terjadi setiap 2 kali gelombang penuh, sehingga sebagai konsekuensinya amplitudo *rolling* kapal akan bertambah besar.

5. *Suf-riding dan Broaching to*

Ketika kapal berada di depan bagian curam dari ombak yang tinggi pada kondisi *following* dan *quatering seas*, sehingga kecepatan orbital dari partikel gelombang dapat mengakibatkan kapal dapat berada di atas ombak, fenomena ini dikenal sebagai *surf-riding*. Pada situasi ini (kapal bergerak menuju lembah gelombang), dua buah gaya *drift* yang berlawanan menimbulkan momen putar.

Hal tersebut disebut dengan *broaching-to*, yang dapat membahayakan kapal terbalik sebagai akibat dari perubahan haluan secara mendadak dan sudut *heeling* yang tidak terduga. *Broaching-to* umumnya terjadi ketika gelombang datang dari arah belakang dengan sudut $10^\circ-30^\circ$ atau pada sudut $135^\circ < \alpha < 225^\circ$ dari sumbu depan dan belakang kapal.

Ketika menggunakan metode *head* dan *bow seas*, kapal akan mendapat gerakan *pitching*, *heaving*, dan *rolling*. Serta akan terjadi *hogging*, *sogging*, hingga *twisting* dapat juga terjadi tergantung pada posisi relatif kapal terhadap gelombang, seperti

ketika puncak gelombang maupun lembah gelombang berada pada *amidship* kapal, dapat memberi kerusakan pada struktur lambung kapal. Serta kecepatan kapal akan cenderung berkurang sebagai akibat dari angin dan gelombang. Penggunaan metode ini dengan pertimbangan:

1. Gerakan *pitching*

Gerakan *pitching* yang paling signifikan terjadi ketika menggunakan metode ini, ditentukan oleh panjang gelombang relatif dengan panjang kapal. Gerakan *pitching* kapal akan terasa tidak terlalu signifikan ketika panjang gelombang lebih pendek dibanding panjang kapal, karena dampak dari gelombang kecil. Gerakan *pitching* dan *heaving* kapal terjadi dengan bagian haluan kapal terangkat sesuai dengan gerak gelombang. Ketika panjang gelombang sama panjang dengan panjang kapal, gerakan kapal akan lebih sering. Gerakan *heaving* kapal akan terjadi pada puncak gelombang dan haluan (*bow*) akan terjun ke dalam gelombang yang baru terjadi. Dan terjadi perbedaan level air relatif terhadap gelombang pada bagian haluan dan buritan kapal menjadi lebih besar menyebabkan *propeller* terangkat ke atas (*propeller racing*), *shipping water*, dan fenomena *slamming*. Dengan kata lain gerakan *pitching* inilah yang menjadi sebab fenomena-fenomena di bawah ini terjadi.

2. *Propeller racing*

Race (Propeller racing) merupakan keadaan dimana *propeller* kehilangan beban yang berakibat terjadi perputaran *propeller* yang cepat secara

seketika, dan menghasilkan getaran yang cukup kuat. Hal ini dapat menyebabkan kerusakan *propeller*, *propeller shaft*, serta mesin induk. Terjadi ketika buritan kapal terangkat (*heave*) karenanya gerakan relatif antara level air dan buritan bertambah, sehingga buritan terangkat keluar dari air dan sebagian baling-baling ikut terangkat keluar.

Ketika kapal dalam kondisi *ballast/lightship* dalam melakukan metode olah gerak ini, *draft* buritan harus diperdalam, *trim by stern*, sehingga rasio antara terbenamnya *propeller* dengan diameter *propeller* harus di selalu 20% atau lebih.

3. *Shipping water*

Merupakan air yang naik keatas *deck* melalui *forecastle bulwark*. *Green water* ini dapat menimbulkan beberapa bahaya, terutama pada permesinan *deck*, *deck cargo*, dan *hatch cover*.

Dengan mempertimbangkan skala beaufort yang sedang berkembang dan tergantung dari bentuk kapal dan kecepatan. semakin lambat kapal, kemungkinan terjadi *shipping water* semakin sedikit.

4. *Slamming bump*

Terjadi ketika kapal mengalami *pitching* dengan panjang gelombang lebih panjang daripada panjang kapal. kapal dalam kondisi *lightship* dengan *trim-by-stern* rentan mengalami *slamming* dibandingkan kapal dalam kondisi *full-loaded*.

Olah gerak saat menghadapi *Hurricane Matthew*, dimulai pada tanggal 05 Oktober 2016 pukul 2400LT dengan posisi Hurricane

Suwiyadi^a, Suherman^b dan Wibowo^c

berdasar *public advisory* 32 pukul 2300EDT berada di 24°24,00'N/076°24,00'W dan posisi kapal pukul 2400LT berada posisi 23°50,00'N/080°43,06'W dengan jarak antara pusat *Hurricane* dengan kapal sebesar 239NM dengan baringan 081°.

Berdasar pada arah pergerakan angin yang terobservasi pada tanggal 05 Oktober 2016 hingga 06 Oktober 2016 antara *West* hingga *East*, di mana pada saat itu posisi *Hurricane Matthew* telah berada di Kepulauan Bahamas dan bergerak *northwest* menuju pantai timur Amerika, sehingga kapal mendapat gelombang yang cukup tinggi sebesar 2.5 meter, tinggi gelombang dari 4,8m menjadi 2,5m diakibatkan karena adanya *refraction effect* yang diakibatkan oleh topografi perairan yang dangkal. Semakin dalam sebuah perairan, semakin besar tenaga gelombang yang dihasilkan oleh sebuah Hurricane, Semakin lemah pula kekuatan dari gelombang ketika mencapai perairan dangkal. Dan efek angin yang dihasilkan juga terpengaruh dari adanya pulau-pulau sekitar sebagai penghambat/pembelok laju angin.

Saat berolah gerak kapal akan berada pada posisi *lee shore*, di mana memanfaatkan pulau sebagai tempat berlindung (*shelter*). Sebagaimana dijelaskan dalam *wind force effect*, di mana kecepatan angin akan berkurang atau dibelokkan jika membentur permukaan yang tidak rata. Hal ini dapat menjadi strategi berolah gerak kapal saat menghadapi *Hurricane Matthew*.

Kapal MV Bernhard Schulte pada fase ini, menggunakan metode *head* dan *bow sea* untuk berolah gerak, hal tersebut berdasar pada data stabilitas,

di mana kapal pada kondisi lightship dengan kondisi *draft trim-by-stren*, dengan besaran trim 4.56m, memiliki nilai GM actual sebesar 4.356m dan sudut terlebar untuk lengan pembalik GZ adalah 60° dengan limit 25°. Mempunyai amplitudo *rolling* 22.7° dan periode *rolling* kapal sebesar 11.89 detik. Keadaan *stress* dan *bending moment* kapal telah memenuhi syarat. Dan kapal terkadang mengalami gerakan *rolling* dengan intensitas *easily* hingga *moderately*.

Da	Draft at A.P.	
Df	Draft at F.P,	
Dm	Mean Draft = (Da+Df)/2	
A	Distance from A.P. to propeller center	5.6m
t	Trim = Da - Df	
dAP	Draft at propeller position	
Hs	Height of shaft center line above of the keel	4.421m
LBP	Length of Perpendicular	251m
D	Diameter of propeller	7.8m



Gambar 4. Pergerakan angin Hurricane Matthew tanggal 06 Oktober 2016

Dalam metode *head* and *bow seas* terdapat resiko terjadinya *racing propeller* berdasar pada *trim and stability tabel* of MV. Bernhard Schulte serta data stabilitas didapat perhitungan mengenai *propeller immersion*.

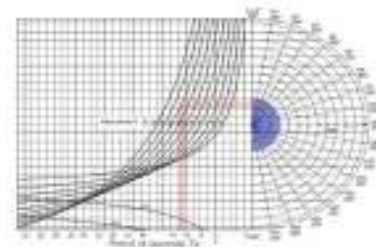
$$\begin{aligned}
 dAp &= Da - \left(A \times \left(\frac{t}{LBP} \right) \right) \\
 &= 8.17 - \left(5.6 \times \left(\frac{4.56}{251} \right) \right) \\
 &= 8.07
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_i &= \left(dAp - Hs + \frac{D}{2} \right) \times \frac{100}{D} \\ &= \left(8.07 - 4.421 + \frac{7.8}{2} \right) \times \frac{100}{7.8} \\ &= 7.55 \times 12.82 \\ &= 96.791 \approx 96.8\% \end{aligned}$$

Propeller hanya terbenam sebesar 96.8%. Dan berdasar pada teori diatas di mana rasio antara terbenamnya *propeller* dengan diameter *propeller* harus di selalu 20% atau lebih. Tetapi pada kenyataannya tidak terpenuhi, rasio antara terbenamnya *propeller* dengan diameter *propeller* MV. Bernhard Schulte saat itu sebesar $-0,151 \leq 0,2$ (20%). Sehingga terdapat kemungkinan terjadinya *racing propeller* jika MV. Bernhard Schulte menggunakan mesinnya untuk berolah gerak.

Akan tetapi kapal sesekali menggunakan mesin maju untuk mengatur pergerakan kapal agar kapal tidak berada pada situasi *following* dan *quatering sea*. Sehingga kapal masih berada di luar dari zona bahaya berdasar pada V/T diagram pada *encountering to highwave group*. Walaupun kapal masih berada di luar dari zona bahaya, tetapi harus diperhatikan untuk tidak menempatkan kapal dengan sudut gelombang antara 20-60° dari buritan karena akan meningkatkan resiko terbaliknya kapal.

Saat itu kapal mendapat gelombang dari bagian seperempat dari belakang dengan periode gelombang yang diamati sekitar 12 detik, sehingga berdasar pada *encounter wave diagram*, didapat *encounter wave periode* (T_E) hampir mendekati 12 dengan sudut datangnya gelombang antara 30-45° dan dengan kecepatan kapal saat maksimal pada saat itu adalah 6knots.



Gambar 5. Encounter wave diagram

Sehingga T_r/T_E hampir mendekati 1 yang akan menyebabkan *synchronious rolling*. menyebabkan akan mengalami bahaya *rolling* yang sangat besar akibat mendapat *synchronious rolling*. Besarnya sudut *rolling* kapal berdasar pada dokumentasi peneliti, mencapai 20°-25°. Besar sudut *rolling* tersebut adalah besar sudut *rolling* di kamar mesin. Sehingga bisa dibayangkan besarnya sudut *rolling* saat berada di anjungan.

Dan terjadinya *slamming* harus diperhatikan karena kapal dalam kondisi *lightship* dengan *trim-by-stren* rentan mengalami *slamming* dibandingkan kapal dalam kondisi *full-loaded*. Serta frekuensi dari pengurangan kecepatan kapal pun menjadi pilihan paling efektif untuk digunakan. Dan pengurangan kecepatan pun dapat mengurangi terjadinya resiko *shipping water*. Sehingga Master kapal MV. Bernhard Schulte mengambil tindakan untuk tetap berolah gerak secara *head sea* dengan kondisi mesin mati dan hanya memberi *kick* untuk mempertahankan posisi kapal serta mesin agar tetap mendapat *head sea*. Dengan durasi penggunaan mesin setiap 1 hingga 2 jam, sesuatu perintah dari *Chief Engineer*.

IV. PENUTUP

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan di atas mengenai analisis olah gerak kapal

Suwiyadi^a, Suherman^b dan Wibowo^c

dalam kondisi *lightship* saat menghadapi Hurricane Matthew, maka dapat disimpulkan bahwa.

- a. Cara mengolah gerakan kapal melihat pada kondisi kapal MV. Bernhard Schulte dalam kondisi *lightship* dan keadaan laut sekitar.

Master kapal menggunakan metode berolah gerak *head and bow sea* daripada menggunakan metode berolah gerak *following and quatering sea*, yang memiliki resiko lebih besar untuk kapal terbalik dibandingkan dengan menggunakan *head and bow sea*. Walaupun pada *head and bow sea* tidak dianjurkan untuk kapal dalam kondisi *lightship* menggunakan metode ini. Tetapi, resiko bahaya *head and bow sea* tersebut dapat diminimalisir dengan cara mematikan mesin, pengaturan stabilitas, serta pemanfaatan topografi perairan sekitar. Sehingga tidak terjadi fenomena *slamming* yang sangat keras, *pitching* yang sangat besar, kemungkinan resiko *shipping water* yang mengancam permesinan *deck* menjadi lebih kecil, serta terjadinya *racing propeller* dapat diminalisir. Serta kapal harus berada pada daerah *navigable semi-circle*, karena kapal cenderung terhempas menjauh dari dari jalur Hurricane dan kapal masih dapat diolahgerakan.

2. Saran

Berdasarkan hasil pembahasan di atas mengena saat dalam menghadapi Hurricane Matthew maka peneliti memberi saran sebagai berikut:

- a. Pengolah gerakan kapal yang dilakukan oleh para *officer* guna mengadapi Hurricane dalam kondisi kapal *lightship* disarankan untuk:
 - 1) Sebisa mungkin kapal berada pada *navigable semicircle*.

- 2) Penggunaan metode *head seas* saat menghadapi *hurricane*.

Master kapal MV. Bernhard Schulte menyarankan untuk berolah gerak pada saat *Hurricane* harus mempertimbangkan kondisi alam seperti angin dari efek Hurricane, arus, dan apabila di sekitar perairan tersebut terdapat pulau dapat dimanfaatkan sebagai tempat berlindung (*shelter*) kapal. Sehingga kapal akan terhindar dari resiko kapal hilang/terbalik, maupun resiko kapal mendapat *six motion degree* terutama gerakan *rolling* yang sangat parah.

DAFTAR PUSTAKA

- Allianz Global Corporate & Specialty. 2016. *Safety and Shipping Review 2016*. Munich: Allianz Global Corporate & Specialty
- Armstrong, Malcolm C. 1994. *Practical Ship Handling*. Glasgow: Brown Son & Ferguson Ltd.
- Bowditch, Nathaniel. 2002. *The American Practical Navigator*. Maryland: National Imagery and Mapping Agency
- Edwards, R., 2012. *Tropical Cyclone Tornadoes: A Review of Knowledge in Research and Prediction*. *Electronic J. Severe Storms Meteor.*, Vol. 7, No. 6: 1–61
- Ghozali, Imam. 2013. *Desain Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif Akuntansi, Bisnis dan Ilmu Sosial Lainnya*. Semarang : Yoga Pratama
- Holweg, Eric J. 2000. *Mariner's Guide For Hurricane Awareness In The North Atlantic Basin*. Florida: National Hurricane Center

- IMO, Guidance to the Master for Avoiding Dangerous Situation in Following and Quatering Seas (IMO doc.MSC/Circ.707, 19 October 1995)
- IMO, *Revised Guidance to The Master for Avoiding Dangerous Situations in Adverse Weather and Sea Conditions* (IMO doc. MSC.1/Circ.1228, 11 January 2007)
- IMO, *Revision of The Code on Intact Stability* (IMO doc. SLF 48/4/8, 10 June 2015)
- International Chamber of Shipping. 2016. *Bridge Procedure Guide Fifth Edition*. London: Marisec Publication
- ITF. 2017. *STCW A guide for Seafarers*. London: ITF
- Japan Captain's Assosiation. 2009. *A Guide to Ship Handling The Best Seamanship*. Tokyo: IMMAJ
- Kountur, Ronny. 2009. *Metode untuk Penulisan Skripsi dan Tesis*. PPM: Jakarta
- L. Wu, Y.wen & Y. Cai. 2014. *Ship Routeing Design for Avoiding Heavy Weather and Sea Conditions*. Poland: International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation. Vol. 8, No. 4:551-556
- Latto, Andrew S. dan Todd B. Kimberlain. 2017. *Tropical Cyclone Report: Hurricane Nicole (AL152016)*. Florida: National Hurricane Center
- Medyna, Piotr, Bernard Wiśniewski, & Jarosław Chomski. 2010. *Methods of Avoiding Tropical Cyclone on The Example of Hurricane Fabian*. Maritime University of Szczecin: Scientific Journals. Vol. 20, No. 92: 92-97
- Mohanty, Dev Niyogi, dan Subhasih Tripathy. 2012. *Tropical Cyclone Prediction Eye on The Storm*. Newsletter of IUSSTF. Vol. 4(2):04-11
- Moleong, Lexy J. 2004. *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung: Remaja Rosdakarya
- _____. 2005. *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung: Remaja Rosdakarya
- Narbuko, Cholid., Abu Achmadi. 2010. *Metodologi Penelitian*. Jakarta: Bumi Aksara
- Norwegian Maritime Authority. 2013. *Procedures for Determination of Lightship Displacement and Centre of Gravity of Norwegian Ships*. Norwegia: Norwegian Maritime Authority
- Stewart, R.Stacy. 2017. *Tropical Cyclone Report: Hurricane Matthew (AL142016)*. Florida: National Hurricane Center
- Papanikolaou, A. 2014. *Ship Design Methodologies of Preliminary Design*. New York: Springer
- Pielke, Roger A. 1998. *Hurricanes Their Nature and Impact on Society*. Chichester: John Wiley&Sons Ltd.
- Roth, Hal. 2009. *Handling Storm at Sea*. Pennsylvania: McGraw-Hill Companies, Inc
- SOLAS 1/7/02 (*Chapter V Safety of Navigation*)

Olah Gerak Kapal Mv. Bernhard Schulte Dalam Kondisi Lightship Saat Menghadapi Hurricane Matthew

Suwiyadi^a, Suherman^b dan Wibowo^c

Soliman, Mohamed, Mohamed Nabil Elnabawy. 2015. *Impact of Fatigue on Seafarer's Performance*. IMPACT: International Journal of Research in Engineering & Technology. Vol.3, No.10: 87-100

Subandrijo, Djoko. 2011. *Olah Gerak dan Pengendalian Kapal*. Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang

Videotel No. 321, 636, 661 695, 738, 743

Wisniewski & P. Kaczmarek. 2012. *Elements of Tropical Cyclones Avoidance Procedure*. Poland: International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation. Vol. 6, No. 1:119-122