

ANALISIS PENGARUH LETAK BILGE KEEL TERHADAP STABILITAS KAPAL KCR 60M DALAM MENDUKUNG OPERASI PERTAHANAN DI LAUT

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF BILGE KEEL LAYS ON SHIP STABILITY OF KCR 60M IN SUPPORTING OPERATIONS DEFENSE ON THE SEA

Burhannudin Senoaji¹, I Nengah Putra², Sovian Aritonang³
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI DAYA GERAK, FAKULTAS TEKNOLOGI PERTAHANAN
UNIVERSITAS PERTAHANAN
burhanaji38@gmail.com¹

Abstrak – Strategi Pertahanan Laut Nusantara dalam Doktrin Eka Sasana Jaya berorientasi pada konsep negara kepulauan sehingga pertahanan laut nusantara harus mempertimbangkan kondisi geografi Indonesia sebagai Negara kepulauan. Salah satu kegiatan yang dilakukan TNI Angkatan Laut dalam mendorong kebangkitan industri dalam negeri adalah dengan memproduksi Kapal KCR 60m melalui PT PAL Surabaya (PT PAL Indonesia, n.d.). Kapal KCR 60m memiliki kemampuan khusus dalam melakukan penyerangan cepat dengan persenjataan rudal serta dapat melakukan gerakan menghindar dengan cepat. Kapal KCR 60m perlu didesain dengan stabilitas yang baik, karena stabilitas merupakan salah satu parameter penting yang berhubungan dengan masalah keselamatan kapal. Banyak aspek dapat dikaji dalam teknik merekayasa stabilitas kapal, salah satunya adalah analisis pengaruh letak *Bilge keel* pada stabilitas kapal KCR 60m. Stabilitas lambung kapal KCR 60m telah memenuhi standar *International Maritime Organization*, hasil dari model 1 sampai dengan model 3 didapatkan nilai GZ dan nilai GM yang berbeda-beda dalam tiap model dan kondisi kapal. Hasil nilai GZ maksimum dan GM maksimum terjadi pada Model 3. Kesimpulannya, model 3 memiliki stabilitas kapal yang lebih baik dibandingkan dengan model 1 dan model 2.

Kata Kunci: *Bilge keel*, KCR-60m, *International Maritime Organization*, Stabilitas, Strategi Pertahanan Laut Nusantara

Abstract – *The Archipelago Marine Defense Strategy in the Eka Sasana Jaya Doctrine is oriented towards the concept of an archipelago which means that the national maritime defense must consider Indonesia's geographical conditions as an archipelagic country. One of the activities carried out by the Indonesian Navy in encouraging the revival of the domestic industry is by producing the 60m KCR Ship through PT PAL Surabaya (PT PAL Indonesia, n.d.). The KCR 60m ship has the special ability to carry out rapid strikes with missile armament and can perform fast evasive movements. KCR 60m ship needs to be designed with good stability, because stability is one of the important parameters related to ship safety issues. Many aspects can be studied in the technique of engineering the stability of the ship, one of which is the analysis of the effect of Bilge keel location on the stability of the 60m KCR ship. The hull stability of the KCR 60m has met the standards of the International Maritime Organization, the results from models 1 to model 3 obtained different GZ and GM values in each model and condition of the ship. The results of the maximum GZ and maximum GM values occur in Model 3. In conclusion, model 3 has a better ship stability than model 1 and model 2.*

Keywords: *Bilge keel*, KCR-60m, *International Maritime Organization*, *Nusantara Sea Defense Strategy*, *Stability*

¹ Program Studi Teknologi Daya Gerak, Universitas Pertahanan

² Program Studi Teknologi Daya Gerak, Fakultas Teknologi Pertahanan, Universitas Pertahanan

³ Program Studi Teknologi Daya Gerak, Fakultas Teknologi Pertahanan, Universitas Pertahanan

Pendahuluan

Pertahanan negara berfungsi untuk mewujudkan dan mempertahankan seluruh wilayah NKRI sebagai satu kesatuan pertahanan, yang mampu melindungi kedaulatan negara, keutuhan wilayah, serta keselamatan segenap bangsa dari setiap ancaman, baik yang datang dari luar maupun yang timbul di dalam negeri. Upaya mewujudkan dan mempertahankan seluruh wilayah NKRI sebagai satu kesatuan pertahanan diselenggarakan dalam fungsi penangkalan, penindakan, dan pemulihan. Fungsi penangkalan merupakan perwujudan usaha pertahanan negara dari seluruh kekuatan nasional yang memiliki efek psikologis untuk mencegah dan meniadakan setiap ancaman, baik dari luar maupun yang timbul di dalam negeri. Penangkalan dilaksanakan secara fisik dan nonfisik, dengan melakukan upaya membangun dan membina kemampuan secara terintegrasi sesuai fungsi pertahanan Negara¹.

Strategi adalah penetapan sasaran dan tujuan jangka panjang (*targeting and long term goals*) sebuah perusahaan dan arah tindakan serta alokasi sumber daya yang diperlukan untuk mencapai sasaran dan tujuan².

Konsep SPLN dimana hal ini merupakan strategi pertahanan yang dilaksanakan di laut yang dipengaruhi secara dinamis oleh perkembangan lingkungan strategis, dan ketersediaan sumber daya nasional dimana diselenggarakan melalui operasi gabungan, operasi matra, dan operasi bantuan dengan didukung oleh kekuatan nasional. Konsep tiga sasaran strategis SPLN adalah tercegahnya niat dari pihak pengganggu, tertanggulangnya berbagai macam ancaman, dan terciptanya kondisi yuridiksi laut yang terkendali. Ketiga sasaran tersebut akan dicapai oleh SPLN yang mengandung tiga strategi generik utama yaitu strategi penangkalan (*deterrence strategy*), pertahanan berlapis (*layer defence strategy*) dan pengendalian laut (*sea control strategy*)³.

¹ Buku Putih Pertahanan Indonesia (Jakarta: Kementerian Pertahanan Republik Indonesia, 2015), hlm. 29-30

² Craig & Grant, *Manajemen Strategi*. (Jakarta: Alex Media Komputindo, 1996), hlm. 49

³ I Nengah Putra & Sholeh Hadi Pramono, "Konsepsi Pembangunan Kekuatan Dan Kemampuan Sistem Informasi Operasi TNI AL Dalam Mendukung Penyelenggaraan Strategi Pertahanan Laut Nusantara", *Asro Jurnal STTAL*, Vol 7, 2017, hlm. 26-27

Kapal KCR-60m merupakan kapal yang telah mampu diproduksi oleh PT PAL Indonesia (Persero)⁴. Kapal ini memiliki kemampuan yang khusus dalam melakukan penyerangan cepat dengan menggunakan persenjataan rudal dan dapat melakukan gerakan menghindar dengan cepat⁵. Kapal ini merupakan kapal yang di tuntut untuk bisa melaju dengan cepat. Kapal KCR 60m untuk melaksanakan tugas dihadapkan dengan ancaman dan kondisi perairan dengan adanya gelombang dan ombak maka perlu didesain memiliki stabilitas yang baik. Hal ini dikarenakan stabilitas adalah salah satu parameter penting yang berhubungan dengan masalah keselamatan kapal pada saat melakukan pelayaran⁶.

Stabilitas Kapal merupakan sifat atau kecenderungan dari sebuah kapal untuk kembali kepada kedudukan semula setelah mendapat senget (kemiringan)

yang disebabkan oleh gaya-gaya dari luar⁷. Stabilitas kapal juga merupakan kemampuan sebuah kapal untuk menegak kembali sewaktu kapal menyenget oleh karena kapal mendapatkan pengaruh luar, misalnya angin, ombak dan sebagainya⁸.

Bilge keel merupakan suatu alat yang berbentuk sayap atau sirip yang tidak bergerak yang di pasang pada kelengkungan bilga di kedua sisi kapal. Lunas ini merupakan alat untuk menahan gerak oleng kapal dimana fungsinya sebagai alat penambah stabilitas kapal. Pemasangan lunas bilga harus di tempatkan sejauh mungkin dari sumbu oleng dan mengarah ke arah atau sejajar sumbu tersebut. Pemasangan bilge keel secara memanjang dari 1/2 sampai 2/3 panjang kapal⁹.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Paroka et al. (2012), stabilitas dari sebuah kapal dapat

⁴ PT PAL Indonesia. n.d. "60 Meter Kapal Cepat Rudal". Retrieved from https://www.pal.co.id/product_&_solution/naval_shipbuilding/detail/103?lang=ina, diakses pada 16 September 2019

⁵ Moch. Choirul Huda, *Desain Kapal Patroli Alumunium Untuk Wilayah Indonesia Bagian Timur*, (Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2017) hlm.13

⁶ Daeng Paroka, Syamsul Asri, Misliah, M. Ardi Sarna dan Haswar, "Pengaruh Karakteristik Geometri Terhadap Stabilitas Kapal", *Seminar Nasional Teori dan Aplikasi Teknologi Kelautan*. 2012, hlm. 1.

⁷ Rubianto, "Bangunan dan Stabilitas Kapal", dalam A'ang Kunaifi (ed.), *Analisa Perbandingan Kebutuhan Power Pada Active Tank Stabilizer Untuk Design Kapal Patroli 70 m*, (Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November, 2016), hlm.5.

⁸ Wakidjo, "Stabilitas Kapal Jilid II, dalam A'ang Kunaifi (ed.), *Analisa Perbandingan Kebutuhan Power Pada Active Tank Stabilizer Untuk Design Kapal Patroli 70 m*, (Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November, 2016), hlm.5.

⁹ Indra Kusna Djaya, *Teknik Konstruksi Kapal Baja*, (Jakarta Pusat: Departemen Pendidikan Nasional, 2008), hlm. 187.

dihasilkan dengan melakukan desain terhadap karakteristik kapal yang berpengaruh terhadap stabilitas kapal. Stabilitas kapal dapat diperoleh salah satunya yaitu dengan penambahan *bilge keel*. Bilge keel dipasang pada *hullform* kapal yang merupakan lambung dari suatu kapal itu sendiri. Melalui pemasangan bilge keel dapat dihasilkan tahanan terhadap gerak oleng kapal¹⁰.

Oleh karena itu diperlukan pengembangan desain kapal KCR 60m untuk mendapatkan stabilitas yang baik pada kapal dengan *memanfaatkan Bilge Keel*. Pada penelitian kali ini dilakukan dengan membandingkan stabilitas Kapal KCR-60m tanpa penambahan *bilge keel* dan Kapal KCR-60m dengan penambahan *bilge keel* menggunakan bantuan perangkat lunak berupa software yang terintegrasi.

Metodologi Penelitian

Metode penelitian dapat diartikan sebagai cara ilmiah untuk mendapatkan data yang valid dengan tujuan dapat ditemukan, dikembangkan, dan dibuktikan, suatu pengetahuan tertentu

sehingga dapat digunakan untuk memahami, memecahkan, dan mengantisipasi masalah¹¹. Penelitian ini dilakukan dengan metode kuantitatif dengan teknik pengumpulan datanya menggunakan observasi, studi dokumen dan wawancara yang kemudian dilakukan analisis dengan menggunakan *software* perangkat lunak yang terintegrasi. Data yang dilakukan penelitian diperoleh dari PT. PAL Indonesia (Persero) yang mana instansi ini merupakan salah satu Badan Usaha Milik Industri Pertahanan (BUMNIP).

Langkah awal yang ingin dilakukan dengan melakukan indentifikasi kondisi stabilitas kapal KCR-60m dengan melakukan observasi dan juga didukung dengan dokumen terkait baik berupa jurnal mengenai data ukuran kapal. Kemudian peneliti melakukan pembuatan model 3D dengan menggunakan software yang terintegrasi berupa software Pembuatan Model.

Setelah itu model 3D tersebut diexport untuk dilakukan analisis menggunakan software Stabilitas Kapal. Analisis ini di dilakukan dengan standar

¹⁰ R.H. Ardiansyah, Samuel, dan Imam Pujo Mulyatno, "Analisa Stabilitas Kapal Roro Passanger 5000 GT Merak-Bakauheni dengan variasi lebar dan panjang bilge keel", *Jurnal Teknik Perkapalan*, Vol. 2, No. 3, 2014, hlm. 1-5.

¹¹ Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D's*, (Bandung: Alfabeta, 2014), hlm.5

IMO, setelah itu peneliti melakukan perbandingan antara model kapal KCR-60m saat ini dengan model kapal KCR-60m dengan penambahan Bilge Keel. Langkah terakhir peneliti membuat kesimpulan dan saran terhadap model yang sudah di analisis.

Hasil dan Pembahasan

Pembuatan Variasi Model

Dalam analisis stabilitas terlebih dahulu peneliti melakukan pemodelan dengan variasi *Bilge Keel*. Dengan Model 3 variasi sebagai berikut :

- Model 1 dengan Tanpa Bilge Keel.
- Model 2 dengan Bilge keel Variasi 1/2 Panjang kapal.
- Model 3 dengan Bilge Keel variasi 2/3 Panjang Kapal.

Setelah itu model di simpan dalam format *IGES*. Untuk nantinya dapat di buka di *software* analisis stabilitas kapal.

Analisis Stabilitas kapal

Model *diimport* dari format *IGES* yang kemudian akan dilakukan analisis stabilitas kapal. Dalam melakukan analisis stabilitas kapal, peneliti terlebih dahulu menentukan beberapa kondisi yang mungkin dialami kapal, peneliti melakukan 3 kondisi diantaranya:

- Kondisi 1 : Merupakan kondisi dimana kapal sedang beroperasi

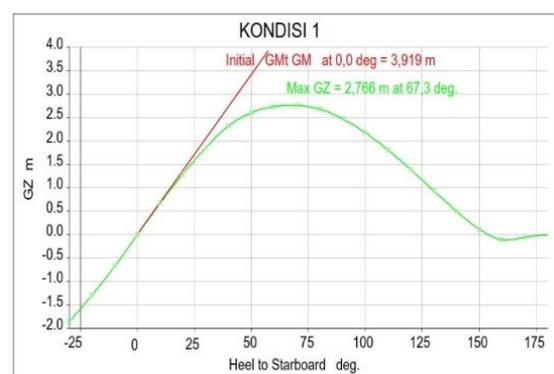
dengan muatan tanki terisi penuh atau 100%.

- Kondisi 2 : Merupakan kondisi dimana kapal sedang beroperasi dalam kondisi muatan tanki terisi 50%.
- Kondisi 3 : Merupakan kondisi dimana kapal sedang beroperasi dalam kondisi muatan tanki dalam keadaan kosong.

Pada keseluruhan dari suatu hasil stabilitas yang berdasarkan dalam kriteria IMO, Kapal KCR 60m ini memiliki stabilitas baik di tinjau dari kemampuan stabilitas kapal yang mampu memenuhi persyaratan dari IMO. Berikut gambaran dalam grafik sebagai berikut :

Model 1

Berikut merupakan grafik keterkaitan Model 1 antara nilai GZ dan nilai GM terhadap kondisi 1,2 dan 3.

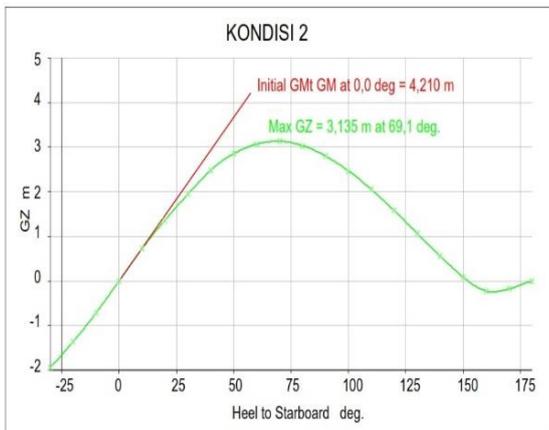


Gambar 1. Model 1 pada kondisi 1

Sumber: Olahan Peneliti, 2020

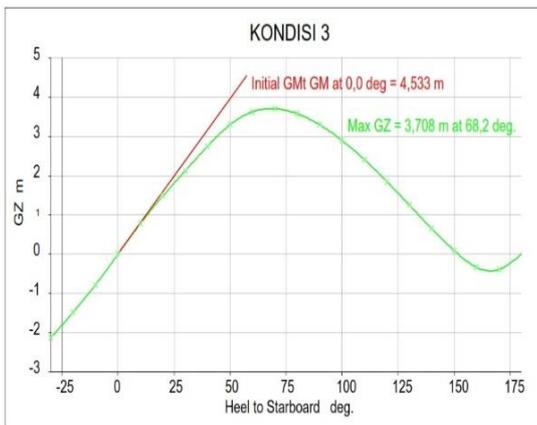
Gambar 1 di atas merupakan grafik Nilai GZ dan GM. Pada Kondisi 1 Model 1 yang

mana hasil dari nilai GM sebesar 3,919 m dan nilai Max GZ sebesar 2,766 m.



Gambar 2. Model 1 pada kondisi 2
Sumber: Olahan Peneliti, 2020

Gambar 2 di atas merupakan grafik Nilai GZ dan GM. Pada Kondisi 2 Model 1 yang mana hasil dari nilai GM sebesar 4.210 m dan nilai Max GZ sebesar 3,135 m.

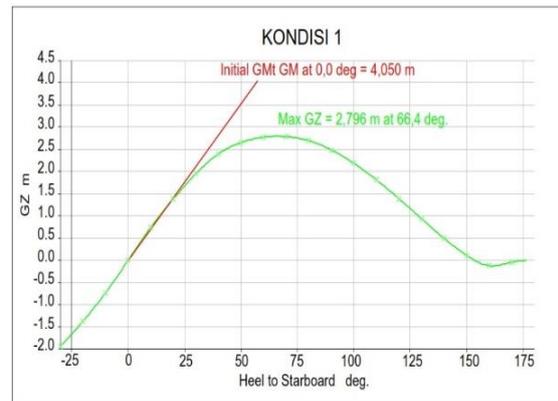


Gambar 3. Model 1 pada kondisi 3
Sumber: Olahan Peneliti, 2020

Gambar 3 di atas merupakan grafik Nilai GZ dan GM. Pada Kondisi 3 Model 1 yang mana hasil dari nilai GM sebesar 4.533 m dan nilai Max GZ sebesar 3,708 m.

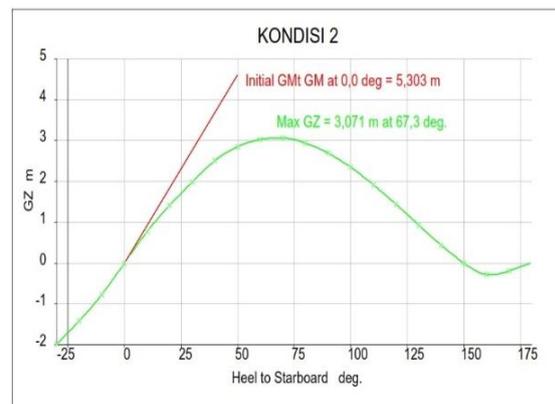
Model 2

Berikut merupakan grafik keterkaitan Model 2 antara nilai GZ dan nilai GM terhadap kondisi 1,2 dan 3.



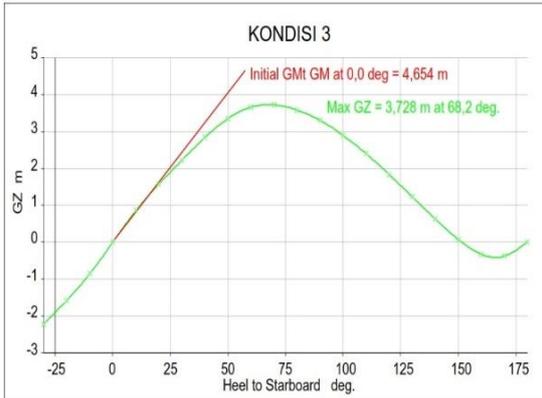
Gambar 4. Model 2 pada kondisi 1
Sumber: Olahan Peneliti, 2020

Gambar 4 di atas merupakan grafik Nilai GZ dan GM. Pada Kondisi 1 Model 2 yang mana hasil dari nilai GM sebesar 4.050 m dan nilai Max GZ sebesar 2,796 m.



Gambar 5. Model 2 pada kondisi 2
Sumber: Olahan Peneliti, 2020

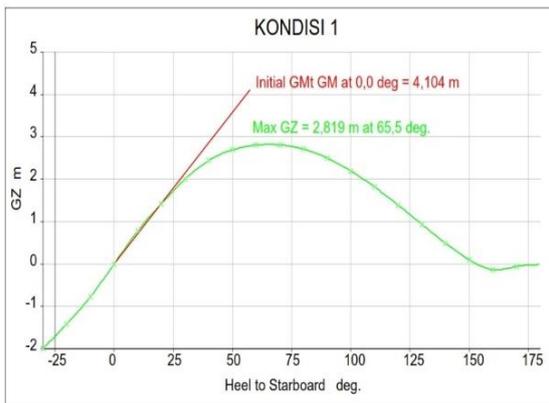
Gambar 5 di atas merupakan grafik Nilai GZ dan GM. pada Kondisi 2 Model 2 yang mana hasil dari nilai GM sebesar 5,303 m dan nilai Max GZ sebesar 3,071 m.



Gambar 6. Model 2 pada kondisi 3
 Sumber: Olahan Peneliti, 2020

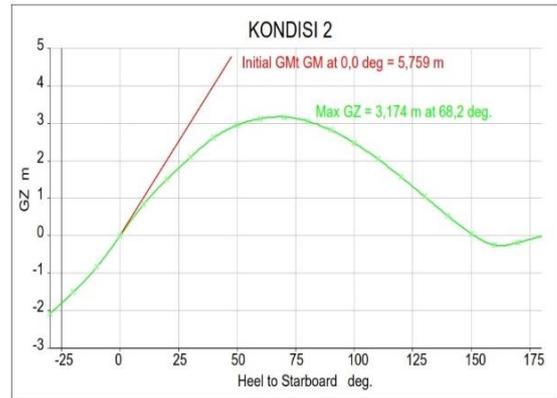
Gambar 6 di atas merupakan grafik Nilai GZ dan GM. Pada Kondisi 3 Model 2 yang mana hasil dari nilai GM sebesar 4.654 m dan nilai Max GZ sebesar 3,728 m.

Model 3



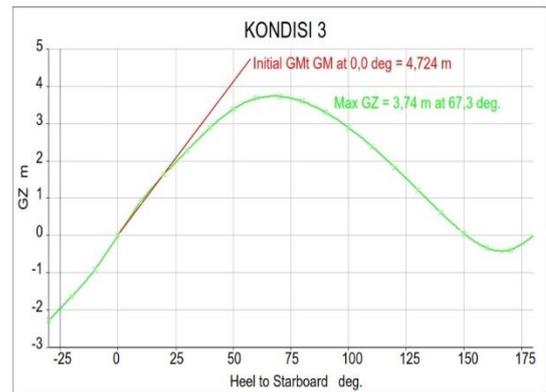
Gambar 7. Model 3 pada kondisi 1
 Sumber: Olahan Peneliti, 2020

Gambar 7 di atas merupakan grafik Nilai Gz dan GM. Pada Kondisi 1 Model 3 yang mana hasil dari nilai GM sebesar 4,104 m dan nilai Max GZ sebesar 2,819 m.



Gambar 8. Model 3 pada kondisi 2
 Sumber: Olahan Peneliti, 2020

Pada gambar 8 di atas merupakan grafik Nilai GZ dan GM. Pada Kondisi 2 Model 3 yang mana hasil dari nilai GM sebesar 5,759 m dan nilai Max GZ sebesar 3,174 m.



Gambar 9. Model 3 pada kondisi 3
 Sumber: Olahan Peneliti, 2020

Pada gambar 9 merupakan grafik Nilai GZ dan GM pada Kondisi 3 Model 3 yang mana hasil dari nilai GM sebesar 4,724 m dan nilai Max GZ sebesar 3,74 m.

Kesimpulan Rekmomendasi dan Pembatasan

Berdasarkan dari hasil penelitian yang dilakukan peneliti yaitu Analisis pengaruh letak *bilge keel* pada stabilitas kapal KCR

60m yang dilakukan dengan menggunakan software perangkat lunak yang terintegrasi, dapat disimpulkan bahwa :

1. Stabilitas lambung kapal KCR 60m telah memenuhi standar *International Maritime Organization* (IMO).
2. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan oleh peneliti terhadap model 1 sampai dengan 3 didapatkan nilai GZ dan nilai GM yang berbeda-beda pada tiap model dalam kondisi kapal dengan kondisi 1 sampai dengan kondisi 3, dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa model 3 memiliki stabilitas kapal yang lebih baik dibandingkan dengan model 1 dan model 2 karena nilai GM dan GZ pada model tersebut memiliki nilai yang paling besar dibandingkan dengan model yang lain, sehingga semakin besar nilai GZ dan Nilai GM maka akan semakin baik momen pengembalian pada posisi semula setelah kapal mengalami oleng.

Dalam Penelitian yang dilakukan oleh penulis didapatkan saran sebagai berikut:

1. Dapat menjadi literatur dalam perancangan kapal perang kedepannya khususnya dalam bidang pertahanan.

2. Penelitian selanjutnya untuk dapat melakukan analisis pada stabilitas dinamis.
3. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan analisis ketika dipasang senjata tempur.
4. Pemakaian *bilge keel* supaya menjadi saran untuk TNI Angkatan Laut dalam pengadaan Kapal Perang Indonesia di pembangunan berikutnya.

Daftar Pustaka

Buku :

- Craig & Grant. (1996). *Manajemen Strategi*. Jakarta: Alex Media Komputindo. 49.
- Djaya, Indra Kusna. (2008). *Teknik Konstruksi Kapal Baja*. Jakarta Pusat: Departemen Pendidikan Nasional. 187.
- Huda, Moch. Choirul. (2017). *Desain Kapal Patroli Aluminium Untuk Wilayah Indonesia Bagian Timur*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November. 13.
- Kementerian Pertahanan Negara Republik Indonesia. (2015). *Buku Putih Pertahanan Indonesia*. Jakarta: Kementerian Pertahanan Republik Indonesia. 29-30.
- Kunaifi, A'ang. (2016). *Analisa Perbandingan Kebutuhan Power Pada Active Tank Stabilizer Untuk Design Kapal Patroli 70 m*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November. hlm.5.
- Sugiyono. (2014). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D's*. Bandung: Alfabeta. 5.

Jurnal :

Ardiansyah, R.H., Samuel, dan Imam, P.M. (2014). Analisa Stabilitas Kapal Roro Passanger 5000 GT Merak-Bakauheni dengan Variasi Lebar dan Panjang Bilge Keel. *Jurnal Teknik Perkapalan*. 2(3). 1-5.

Paroka, D., Syamsul, A. Misliah, Ardi, S.M. dan Haswar. (2012). “Pengaruh Karakteristik Geometri Terhadap Stabilitas Kapal”. *Seminar Nasional Teori dan Aplikasi Teknologi Kelautan*. 1.

Putra, I Nengah dan Pramono, Sholeh Hadi (2017). Konsepsi Pembangunan Kekuatan Dan Kemampuan Sistem Informasi Operasi TNI AL Dalam Mendukung Penyelenggaraan Strategi Pertahanan Laut Nusantara. *Asro Jurnal STTAL*, 7, 26-27.

Website :

PT PAL Indonesia. n.d. “60 Meter Kapal Cepat Rudal”. Retrieved from https://www.pal.co.id/product_&_solution/naval_shipbuilding/detail/103?lang=ina, diakses pada 16 September 2019.