

MENGUKUR LUAS DAN ISIPADU KAPAL KARGO MENGGUNAKAN KAEDAH SIMPSON

Tuan Norsyuhada Binti Tuan Mohd Azmi¹, Mohd Sanusi Bin Deraman²

¹*Jabatan Sains Matematik, Fakulti Sains dan Teknologi,
Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 UKM Bangi, Selangor, Malaysia*

²*Jabatan Matematik Sains & Komputer,
Politeknik Kota Bharu, 16450 Ketereh, Kelantan*

ssyuhada345@gmail.com¹, sanusi@pkb.edu.my²

Received 5 May 2021: Accepted 25 May 2021: Available online 1 September 2021

Abstrak

Industri perkapalan merupakan satu daripada cabang industri pengangkutan dan perkembangannya mula diperkenalkan melalui perkembangan daripada sebuah perahu yang boleh terapung di atas air. Semenjak dari itu, kekuatan ekonomi berkembang pesat serta meningkatkan ukuran dan kecanggihian teknologi kapal tersebut. Oleh yang demikian, kapal kargo merupakan pengangkutan laut yang menjadi nadi pengangkutan bagi pergerakan yang memfokuskan barangan seperti barangan pukal. Dalam memastikan ekonominya berada pada tahap yang tinggi di mata dunia, pengetahuan terhadap konsep-konsep Matematik perlu diambil kira. Oleh itu, kajian ilmiah ini dijalankan adalah untuk memberikan pendedahan tentang konsep matematik yang digunakan untuk mengukur isipadu kapal melalui Hukum-hukum Matematik. Dalam kajian ini, hukum Matematik yang digunakan untuk mengukur isipadu kapal ialah Hukum Simpson. Selain daripada itu, kajian ini juga akan melihat jenis-jenis kapal kargo. Hasil dapatan menunjukkan bahawa rata-rata mempunyai tahap pendedahan konsep matematik melalui hukum matematik yang digunakan untuk mengukur luas dan isipadu kapal. Namun begitu, pengetahuan asas terhadap luas dan isipadu di bawah lengkung hanya dikuasai oleh penuntut yang mempelajarinya sahaja. Hukum matematik adalah hukum yang ditakrif oleh ahli matematik terdahulu dan memerlukan kepakaran untuk memahaminya. Batasan kajian ini adalah tertumpu kepada reka bentuk kapal yang hanya menggunakan satu bentuk sahaja untuk mendapatkan luas walaupun secara kasarnya dapat dilihat bahawa kapal-kapal ini terdiri daripada pelbagai jenis saiz, kategori dan fungsinya.

Kata kunci: Kapal, matematik, isipadu, hukum, pengangkutan, ekonomi

PENGENALAN

Industri perkapalan merupakan satu daripada cabang industri pengangkutan. Sebelum kapal kargo khusus diperkenalkan, terdapat dua kaedah digunakan untuk pengangkutan pukal menggunakan kapal. Kaedah yang pertama ialah kargo dimasukkan ke dalam karung yang diletakkan di dalam palet kemudian palet dimasukkan ke dalam palka menggunakan kren. Kaedah kedua pula ialah pengirim perlu menyewa kapal lain dan membina bekas di dalam ruang palka. Kapal kargo muncul setelah kapal stim diperkenalkan. Seterusnya, kapal kargo terbahagi kepada beberapa kategori saiz. Antaranya ialah handysize, handymax, panamax, capesize dan sangat besar. Walaupun mempunyai saiz kapal yang berbeza, namun tugas utama kapal ini adalah untuk mengangkut barangan pukal.

Proses pemuatan kargo yang berlebihan daripada had boleh menyebabkan kargo menjadi sangat padat dan menghakis. Hal ini boleh menyebabkan masalah keselamatan seperti pergerakan kargo di dalam palka kapal, pembakaran spontan, dan penepuan kargo yang akan membahayakan kapal dan anak kapal sewaktu pelayaran berlangsung. Armada kapal yang terbesar ialah Yunani, Jepun dan China merupakan tiga pemilik utama kapal induk dengan masing-masing 1,326,1,041 dan 979 kapal. Ketiga-tiga negara ini menyumbang lebih dari 53% armada dunia. Sebelum perang dunia kedua berlaku, permintaan pasaran terhadap produk pukal sangat rendah kira-kira 25 juta tan untuk bijih besi dan sebahagian besar aktiviti perdagangan dibuat di antara laluan pasir. Selepas perang

dunia yang kedua, perdagangan pukal antarabangsa mula berkembang maju dan merupakan antara negara industri maju di antara negara Eropah, Amerika Syarikat dan Jepun. Oleh yang demikian, kapal kargo pukal dibina dengan lebih besar dan lebih khusus setanding dengan nilai ekonominya yang bertambah.

Kapal kargo atau lebih dikenali sebagai kapal dagang terdiri daripada beberapa jenis dan memiliki berat mati tersendiri sesuai dengan kebolehpayaan bagi setiap kapal dagang berkenaan berfungsi. Hari ini, 40% daripada kapal dagang di dunia ialah kapal kargo pukal dari saiz sekecil kapal kargo pukal mini sehingga kapal kargo gergasi pembawa bijih. Kapal dagang direka khas untuk kegunaan pukal seperti membawa bijih timah, arang batu dan sebagainya.

Menurut Wikipedia (2020), kapal kargo atau kapal dagang merupakan pengangkutan yang mengangkut barangan pukal yang belum dibungkus seperti biji-bijian, arang batu bijih, gegelung keluli dan simen di dalam ruang kargonya. Semenjak kapal pengangkut pukal pertama dibina pada tahun 1852, kekuatan ekonomi berkembang pesat yang meningkatkan ukuran dan kecanggihan. Oleh yang demikian, pengangkutan pukal masa kini direka dengan memaksimumkan kapasiti, keselamatan, kecekapan, dan ketahanan.

Bilangan anak kapal bermula daripada tiga orang untuk kapal yang terkecil sehingga 30 orang bagi kapal terbesar. Anak kapal diberikan tanggungjawab untuk memunggah dan pemuatan kargo, pengemudian kapal, penyelenggaraan mesin dan semua peralatannya. Pemuatan dan pemungghahan kargo tersebut sangat sukar dilakukan, berbahaya dan memakan masa yang sangat lama kira-kira 5 hari untuk kapal yang besar. Proses pemuatan kargo yang berlebihan daripada had boleh menyebabkan kargo menjadi sangat padat dan menghakis. Hal ini boleh menyebabkan masalah keselamatan seperti pergerakan kargo di dalam palka kapal, pembakaran spontan, dan penepuan kargo yang akan membahayakan kapal dan anak kapal sewaktu pelayaran berlangsung. Dalam kajian ini, objektif kajian ini adalah mengenal pasti jenis dan ciri kapal kargo serta mendapatkan luas dan isipadu bagi sebuah kapal kargo.

Kajian ini memberi sumbangan dalam aspek penerokaan dan pengenalpastian jenis-jenis dan ciri-ciri yang terdapat pada kapal kargo dan penumpang. Banyak kajian lain menyatakan bahawa ciri-ciri yang terdapat pada sebuah kapal perlu diberi penekanan bagi memastikan sesebuah kapal dapat berfungsi dengan baik. Selain itu, ciri-ciri tersebut mestilah dilakukan bertujuan untuk keselamatan pengguna. Tahap keselamatan adalah tahap risiko ancaman keselamatan akan berlaku terhadap kapal tersebut. Antara ciri yang dimaksudkan adalah kelengkapan yang terdapat pada kapal, saiz kapal dan sebagainya. Sehubungan itu, tahap keselamatan ditentukan oleh negara pelabuhan yang telah mengesahkan Kod ISPS dan sukar untuk membuat penilaian sendiri kerana tidak ada rujukan untuk kriteria penilaian (Wicaksono, Agung Bimo. 2016). Selain itu, Daeng Paroka (2018) dalam kajiannya menyatakan keselamatan dan kestabilan suatu kapal dipantau oleh Pertubuhan Maritim Malaysia atau lebih dikenali sebagai International Maritime Organization (IMO). IMO ditubuhkan bertujuan untuk membangun dan mendokong rangka kerja kawal selia yang komprehensif untuk bidang perkapalan dan antara bidang kuasanya termasuk isu keselamatan, kesedaran alam sekitar, hal ehwal undang-undang, kerjasama teknikal, keselamatan maritim dan kecekapan perkapalan.

Seterusnya, kapal kargo terdiri daripada berberapa jenis dan fungsi tersendiri. Kapal kargo terdiri daripada beberapa kategori yang memiliki perbezaan saiz dan kebolehpayaan kapal. Walaupun kapal kargo digunakan untuk mengangkut barangan pukal, tetapi setiap kapal tersebut mempunyai berat kapal yang tersendiri agar kapal tersebut selamat digunakan dan tidak tenggelam. Seterusnya, jenis-jenis kapal dan pendorongnya merupakan salah satu faktor pembinaan kapal. Ini dikatakan sedemikian kerana ekonomi pengangkutan laut telah membawa kepada pengkhususan

kapal bukan sahaja dari segi jenis tetapi juga saiznya. Ini termasuk kapal yang boleh membawa kargo di dalam kontena yang boleh dipandu masuk.

Seperti yang diperoleh daripada maklumat strategi tersebut, penghantaran ini secara umumnya melakukan strategi insentif dan integratif seperti penembusan pasaran, pengembangan pasaran, pengembangan produk, integrasi pakatan mendatar, strategi dengan pelanggan dan pembekal serta penubuhan usaha sama sama ada dari dalam atau luar negara (Buana Ma'ruf. 2014b). Menurut buku Elemen Reka Bentuk Kapal, corak perdagangan memainkan peranan penting dalam memastikan ekonomi negara bertambah. Hal ini kerana, corak perdagangan yang berstrategi akan menghasilkan atau meraih keuntungan yang besar sekali gus dapat meningkatkan ekonomi negara.

Sekitar tahun 1950-an, kapal tangki 30,000 dwt telah dikenalkan sebagai kapal tangki terbesar manakala kapal tangki sekarang melalui 500 000 dwt serta saiznya bertambah. Pertambahan pada saiz tersebut telah menimbulkan masalah yang berhubung dengan pelabuhan. Sungguhpun demikian, peningkatan saiz juga berhubung dengan peningkatan permintaan yang tinggi terhadap kemasukan barangan ke pelabuhan. Pengkhususan kapal yang dimaksudkan adalah setiap kapal dibahagikan dengan saiz yang berbeza dan mempunyai berat mati serta cara pengendalian yang berbeza. Pengendalian sebegini adalah lebih sistematis berbanding cara sebelum pengkhususan kapal dilakukan. Atas sebab itu, polisi dan strategi yang diperlukan merangkumi penyeragaman jenis ukuran kapal, kemudahan dan peralatan kapal yang berasaskan teknologi canggih, pengembangan inovasi dan keupayaan reka bentuk serta perkembangan industri komponen kapal (Buana Ma'ruf. 2014).

Kajian seterusnya dijalankan oleh Yusuf Siahaya (2015). Kajiannya adalah untuk mewujudkan sistem pengangkutan laut optimum kerana Indonesia timur terdiri daripada banyak kelompok pulau besar dan kecil sehinggakan makanan dasar dan bahan strategi terbatas bagi memenuhi keperluan masyarakat. Untuk pengangkutan yang efektif memerlukan pengangkutan yang sesuai dengan ciri permintaan pengangkutan laut. Hasil penelitiannya menunjukkan kapal yang sesuai untuk pulau-pulau di Indonesia timur berjenis kapal Ro-Ro (kapal penumpang) dan jenis kargo. Tambahan pula, geometri keperluan bagi sebuah kapal mesti memenuhi konsep melukis garis pelan, susunan umum, keperluan pendorong, dan keluk kestabilan kapal untuk tujuan keselamatan dan kestabilan. Geometri keperluan yang digariskan adalah untuk memastikan strategi dan kebolehan untuk kapal tersebut mendapatkan sistem pengangkutan yang optimum serta menjadikan pengangkutan tersebut adalah pengangkutan yang efektif.

Anon (2020) menyatakan dalam kajiannya bahawa sistem penstabilan gerakan terbahagi kepada dua iaitu bergulir dan bergolek. bergulir lebih disukai pada jenis kapal dalam memastikan kecukupan anak kapal dan keselamatan kargo. Khususnya gerakan gulung besar akan meningkatkan kesan yang besar terhadap pergerakan kapal di lautan. Sistem penstabilan gerakan bergolek pula lebih sesuai dalam mempertimbangkan pelbagai kriteria apabila dipilih untuk pelbagai jenis kapal. Selain itu, penstabil gulungan dalam reka bentuk awal kapal bertujuan untuk membuat prosedur yang sistematis. Ini termasuk kapal yang boleh membawa kargo di dalam kontena yang boleh dipandu masuk dan keluar dari kapal. Sekitar tahun 1950-an, kapal tangki 30,000 dwt telah dikenalkan sebagai kapal tangki terbesar manakala kapal tangki sekarang melalui 500 000 dwt serta saiznya bertambah. Pertambahan pada saiz tersebut telah menimbulkan masalah yang berhubung dengan pelabuhan. Sungguhpun demikian, peningkatan saiz juga berhubung dengan peningkatan permintaan yang tinggi terhadap kemasukan barangan ke pelabuhan.

Jenis kapal kargo

Jenis-jenis kapal dan pendorongnya merupakan salah satu faktor pembinaan kapal. Ini dikatakan sedemikian kerana ekonomi pengangkutan laut telah membawa kepada pengkhususan kapal bukan sahaja dari segi jenis tetapi juga saiznya. Jenis yang pertama ialah Kapal Kargo Pukul Bergear. Kapal ini bersaiz handysize-handymax dan mempunyai ruang palka yang dilindungi hac yang memberikan kefleksibelan kapal dalam jenis kargo yang dibawanya dan laluan pelayaran yang dilaluinya.

Seterusnya ialah Kapal Gabungan. Kapal ini memerlukan reka bentuk khas dan sangat mahal. Kapal ini juga direka bentuk untuk mengangkut kargo pukal kering dan cecair sekaligus. Sekiranya kedua-dua jenis dibawa, ia akan dipisahkan dengan ruang palka dan tangki yang berbeza. Di samping itu, Kapal Kargo Pukul Tanpa Bergear. Kapal ini tidak memiliki kren dan konveyor. Kapal ini bergantung pada alatan di pelabuhan untuk operasi pemuatan dan pemunggahan. Penggunaan kapal ini mengelakkan kos memasang, mengoperasi, dan menyelenggara kren.

Selain itu, Kapal Pemunggah sendiri. Kapal pemunggah telah dilengkapi dengan sawat penyampai dan mesin pengorek yang membolehkan memunggah sendiri kargonya dengat cepat dan cekap. Kapal tasik juga merupakan salah satu daripada jenis kapal kargo. Kapal yang digunakan di Tasik-tasik Besar dan dibina dengan anjungan di bahagian hadapan kapal yang membantunya melepasi pintu air. Kapal ini beroperasi di Air Tawar dan tidak mengalami masalah hakisan dan mempunyai jangka hayat lebih lama daripada kapal laut masin. Jenis kapal kargo yang terakhir adalah BIBO (Bulk in, Bags Out) yang mana kapal ini dilengkapi dengan mesin pembungkus. Kapal ini mampu menunggah 300 tan gula pukal dan membungkusnya ke dalam bungkusan seberat 50kg setiap satu dalam masa satu jam.

Isipadu kapal menggunakan kaedah Simpson

Geometri kapal merupakan elemen paling penting dalam pembinaan sesebuah kapal. Hal ini disebabkan oleh geometri atau bentuk badan kapal yang telah direka bentuk akan mendorong kapal berkenaan dalam menentukan kuasa atau saiz enjin. Penentuan had keselamatan keseimbangan dan penentuan pergerakan di lautan merupakan antara elemen yang paling penting kerana ia ditentukan oleh bentuk dan geometri kapal tersebut. Sewaktu kapal sedang direka bentuk, arkitek kapal perlu membuat pengiraan untuk menentukan saiz kapal di samping menganggarkan kestabilan, kekuatan dan saiz struktur kapal seperti ketebalan plat, rasuk dan kerangka serta kesan-kesan ombak ke atas kapal dan seumpamanya.

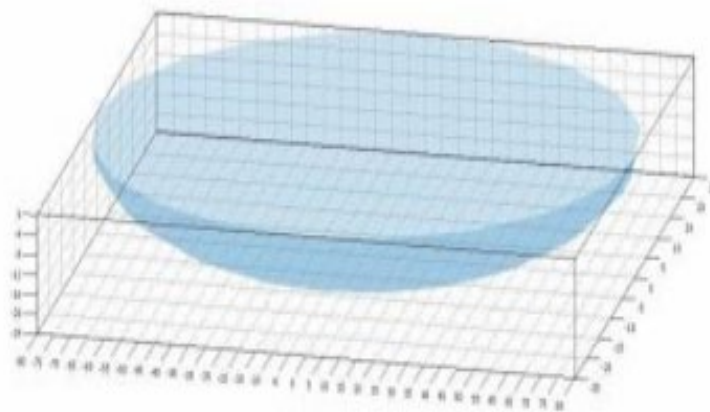
Pada abad ke tujuh belas, beberapa saintis dan jurutera telah muncul dan menerapkan ilmu sains dan matematik kepada reka bentuk kapal. Antara yang terawal ialah Sir Anthony Deane yang menulis buku *Doctrine of Naval Architecture* pada tahun 1960. Selain itu, beliau telah mengemukakan kaedah menganggarkan garisan tenggelam kapal atau drauf bagi kapal yang belum dibina. Semenjak itu, ramai jurutera serta saintis lain melibatkan diri dalam membuat kajian berkaitan reka bentuk kapal. Pada tahun 1860, sebuah badan professional dengan nama Institution of Naval Architects telah ditubuhkan di London bagi menggabungkan arkitek-arkitek kapal. Pada tahun 1960, badan ini 20 memperoleh gelaran diraja dan dikenali sebagai Royal Institution of Naval Architects.

Kapal kargo juga dikenali sebagai kapal kontena yang dibina bertujuan memaksimumkan penggunaan ruang dengan mengangkut barangan pukal di seluruh dunia dan dihantar ke pelabuhan. Kapal persiaran pula dibina adalah untuk mengangkut penumpang dan bersiaran sekitar laut serta menyediakan kelengkapan yang menarik bagi menarik minat penumpang untuk menaikinya. Kelengkapan yang disediakan adalah istimewa yang memenuhi kehendak pelancong. Selain itu, kapal

kontena yang besar tidak akan membawa alat pengendalian kontena sendiri. Sekiranya berlaku sebarang kerosakan, kapal hanya boleh dikendalikan di pelabuhan sahaja. Namun bagi suatu kapal yang kecil kebiasaannya dilengkapi oleh kren sendiri. Kapal kargo juga dikenali 'bot kotak' kerana bentuk dan tugasnya yang majoriti mengangkut barangan pukal. Terdapat banyak kapal besar yang melayari laluan kapal perdagangan laut yang dimiliki oleh syarikat perkapalan utama.

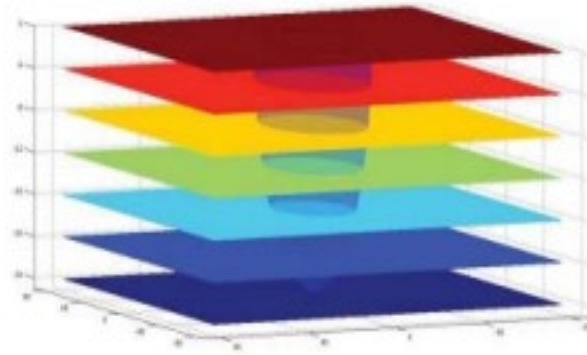
Selain itu, kapal yang bersaiz lebih kecil digunakan untuk menghantar kontena kepada kapal yang lebih besar. Kebanyakan kapal kontena dikuasakan oleh enjin diesel dan mempunyai bilangan anak kapal seramai 20 hingga 40 orang yang telah ditempatkan di blok kediaman besar di bahagian belakang berhampiran bilik enjin. Ini juga bermaksud bahawa anak kapal ditempatkan di bawah garisan merah atau garis air dan kebiasaannya anak kapal tidak kelihatan pada waktu malam. Dalam bidang hidrografi, isipadu kapal diperlukan untuk menentukan titik kestabilan. Hitungan isipadu juga diperlukan untuk menentukan tebal sedimen. Permukaan yang akan ditentukan isipadu umumnya tidak beraturan sehingga isipadu belum dapat diketahui secara pasti. Penelitian ini adalah untuk mengetahui sejauh mana isipadu kapal yang dihitung menggunakan aturan Simpson dapat mewakili isipadu yang sebenarnya sehingga dapat diterapkan pada bidang permukaan tidak beraturan seperti untuk menghitung isipadu topografi darat atau dasar laut.

Bentuk kapal diambil bidang setengah elipsoid supaya dapat dibandingkan dengan yang sebenarnya. Isipadu dihitung dengan menerapkan Aturan Pertama Simpson setelah proses gridding. Kapal yang bakal dikira jumlah isipadunya belum menggunakan reka bentuk lambung yang sebenar tetapi masih dianggap setengah elipsoid daripada panjang, lebar dan tinggi kapal sesuai dengan reka bentuk lambung yang dirancang. Ukuran kapal yang akan digunakan mempunyai lambung kapal dengan panjang 160cm, lebar 50cm, dan kedalaman 24cm. Ukuran ini ditukar menjadi elipsoid dengan tiga paksi separuh yang mempunyai ukuran 80, 25,25 seperti dalam rajah 1



Rajah 1: Reka bentuk kapal untuk setengah elipsoid
Sumber: Ni Made Rai dan Rinaldy (2018)

Dalam menerapkan peraturan Simpson, proses gridding dilakukan. Kedalaman kapal hingga pangkal bawah dibahagikan kepada tujuh dengan jaraknya 4cm bagi setiap satu seperti rajah 2. Proses ini dilakukan bertujuan untuk memudahkan pencarian nilai luas di bawah graf bagi suatu bentuk yang mempunyai perbezaan nilai. Hasil nilai yang diperoleh daripada proses gridding akan didarabkan menggunakan kaedah simpson.



Rajah 2 Pembahagian Garis Air
 Sumber: Ni Made Rai dan Rinaldy (2018)

Potongan separuh kapal yang berbentuk ellipsoid adalah satah elips. Elips adalah satah simetri sehinggakan satah tersebut dapat dibahagikan kepada empat bahagian yang sama menjadi luas satu perempat pada setiap kapal. Setiap lebar kuartal dibahagikan kepada beberapa ordinat yang mempunyai jarak yang sama.

Pengiraan isipadu kapal yang secara amnya mempunyai bentuk simetri antara lambung kanan dan lambung kiri kiraan luas dan isi padu biasanya mencukupi dengan separuh badan kapal. Maka, lambung kapal dianggap sebagai elipsoid, bukan hanya kiri dan kanan simetri tetapi juga depan dan belakang. Oleh itu, jumlah isi padu digunakan untuk satu per empat elipsoid pertama dan kemudian darabkan dengan empat untuk mendapatkan isi padu separuh elipsoid seperti reka bentuk lambung yang digunakan. Bagi mengira jumlah isi padu kapal menggunakan Peraturan Pertama Simpson.

$$l = \int f(x)dx \approx \frac{b-a}{6} \left[f(a) + 4f\left(\frac{a+b}{2}\right) + f(b) \right]$$

$$v = m \sum L$$

Dengan $m = 1, 4, 2, 4, 2, \dots, 1$ bergantung kepada pekali setiap selang (interval). Isi padu kapal dimulakan dengan mendapatkan luas kapal yang juga menggunakan Peraturan Pertama Simpson. Setiap keratan garis air mempunyai luas yang berbeza mengikut saiz.

Luas keratan untuk satu garis air :

$$L = 4 \cdot \frac{1}{3} \cdot h \sum l$$

Isipadu keratan:

$$V = \frac{1}{3} \cdot h \sum v$$

KESIMPULAN

Perkembangan pesat ekonomi Malaysia telah menjadikan Malaysia sebagai salah sebuah negara yang mempunyai peratus kadar pertumbuhan ekonomi yang tinggi di rantau Asia Tenggara. Sektor-sektor diberi penekanan terutamanya sektor pelabuhan yang terus berkembang dan memainkan peranan penting dalam mengendalikan barangan import dan eksport sama ada dari dalam mahupun luar negara. Kajian ini difokuskan kepada bentuk geometri sesebuah kapal yang mengambil kira teknik pengukuran isi padu kapal menggunakan Aturan Pertama Simpson. Terdapat banyak bentuk geometri yang terdapat pada kapal bermula dari hadapan kapal hingga ke belakang kapal serta dalam kapal tersebut. Industri pengangkutan seperti industri perkapalan merupakan suatu industri yang mampu mengawal serta menaikkan ekonomi sesebuah negara.

Melalui perkapalan juga mampu melahirkan ramai pelaut yang mahir dalam bidang pelayaran dari pelbagai aspek seperti aspek pembinaan, kewangan, media dan sebagainya. Oleh itu, kajian lanjutan yang dicadangkan ialah meneroka serta berupaya melihat bentuk geometri yang terdapat pada bangunan terapung di atas air serta mendapatkan penganggaran muatan yang boleh dimuatkan di atas bangunan tersebut. Kajian ini agak berbeza sedikit dengan geometri kapal namun ia membawa kepada hasil atau objek yang sama. (Siahaya, 2015) Cadangan kajian lanjutan yang seterusnya ialah berunsurkan mengkaji atau menerokai kelengkapan optimum yang diperlukan bagi sesebuah pelabuhan. Hal ini dikatakan demikian adalah untuk meminimumkan masa membaiki kapal sekiranya kapal bermasalah dan terhalang daripada beroperasi seperti sedia kala (Hanizah. 1998).

PENGAKUAN

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang tiaptiap satunya telah saya jelaskan sumbernya.

RUJUKAN

- Anon. t.th. (2020). https://ms.wikipedia.org/wiki/Kapal_kargo_pukal [14 september 2020]
- Anon. (2020). Roll Motion Stabilizing System Selection Criteria for Ships and Hybrid Fuzzy Ahptopsis. *Application. Journal of Eta Maritime Science*. 6(1) : 75-82.
- Wicaksono, Agung Bimo. (2016). Pengembangan Security level Score Pada Port dan Kapal di Indonesia. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Repository.
- Yusuf Siahaya. (2015). Desain Kapal Multiguna Sesuai Kondisi Perairan dan Permintaan Transport Laut dalam Mendukung Percepatan dan Perluasan Ekonomi di Kepulauan KTI. *Journal Penelitian Tansportasi Laut*. Vol 17(4) : 164-178.
- Buana Ma'ruf. (2014a). Standarisasi Tipe dan Ukuran Daya Saing Berkesinambungan bagi Industri Kapal Nasional. Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Standarisasi 2014.
- Buana Ma'ruf. (2014b). Inovasi Teknologi Untuk Mendukung Program Tol Laut dan Daya Saing Industri Kapal Nasional. Seminar Nasional Teknologi Terapan ke-2 ITATS.
- Daeng Paroka. (2018). Karakteristik Geometri dan Pengaruhnya Terhadap Stabilitas Kapal Ferry Ro-Ro Indonesia. *Jurnal Ilmu Pengetahuan & Teknologi Kelautan*. Vol 15(1) : 1-8.

- Ni Made Rai Ratih Cahya Perbani, Rinaldy. (2018). Penerapan Hitungan Volume Metode Simpson untuk Menghitung Volume Kapal dan Topografi Darat. *Jurnal Rekayasa Hijau*. Vol(2): No 1.
- Hanizah Hj. Idris. (1998). Kepentingan untuk Mempertingkatkan Peranan Pelabuhan-pelabuhan di Malaysia Dalam abad ke-21. *Bil (4)* : 97-106.
- Munro-smith & R. (1997). *Elemen Reka Bentuk Kapal : Naval Architecture*. Mohammad Nazri Mohd Jaafar & Mohammad Pauzi Abd. Ghani. Sekudai: Penerbit Universiti Teknologi Malaysia.