

OPTIMASI KONTROL PADA MANEUVERING KAPAL MENGUNAKAN NI SB-RIO

Ship Maneuvering Control Optimization by Using NI SB-RIO

Ponco Siwindarto¹, Fadila N. Eritha² dan M. Aswin¹

¹Universitas Brawijaya, Malang

²Balai Teknologi Hidrodinamika, Surabaya

Email: fadila.n.eritha@gmail.com

Diterima: 15 Oktober 2019; Direvisi: 16 September 2019; Disetujui: 6 Desember 2019

Abstrak

Manuver kapal merupakan karakteristik dari sebuah kapal. Uji manuver kapal sangat penting dan salah satu pengujiannya adalah *zigzag*. Jurnal ini menyodorkan salah satu sistem kontrol pada manuver kapal menggunakan NI SB-RIO dan diprogram dengan LabVIEW yang memiliki dimensi kecil dan masuk kategori ringan dibandingkan pendahulunya. Perancangan sistem *autopilot* ini divalidasi melalui simulasi uji *zigzag* model kapal dan dari hasil validasi ini didapatkan bahwa sistem kontrol ini berfungsi dan mampu melakukan lintasan *zigzag* sesuai yang diharapkan.

Kata kunci: *autopilot, NI SB-RIO, maneuvering, zigzag*

Abstract

One of characteristic of a ship is its maneuvering ability. That is the reason why maneuvering test such as zigzag test is important. This paper was written to publish a control system to control maneuvering test (zigzag) using NI SB-RIO and programmed by LabVIEW. NI SB-RIO was proposed because of its lightweight and its small packaging. The autopilot system design was validated through simulation of zig-zag test of ship model and the results of this validation shows that the control system is functioning and able to perform the track zigzag as expected.

Keywords: *autopilot, NI SB-RIO, maneuvering, zigzag*

PENDAHULUAN

Karakteristik kontrol sebuah kapal dapat dilihat pada kegiatan manuver yang kapal lakukan (Duman dan Bal, 2017). Menurut Skjetne (2003), hal ini dikarenakan pergerakan manuver itu sendiri dapat memberikan banyak informasi, seperti halnya lengkungan yang dapat dibuat (secara geometris) dan kecepatan, percepatan yang dapat dilakukan (secara

dinamika).

Skjetne (2003) mengatakan jika untuk melakukan pelayaran ke sebuah destinasi, kapal harus memperhatikan seberapa besar garis lengkung yang dapat dibuat dan dikombinasikan dengan kecepatan yang dapat dilakukan untuk menetapkan kecepatan konstan. Tingkat kekrusialan manuver kapal di lautan lepas ini membuat uji manuver adalah hal penting

yang harus dilakukan.

Dalam percobaan manuver ini dapat dilakukan dengan dua skema pengujian, yakni *free running model test* dan *captive model test*. Dimana *free running* ini memberikan taksiran nyata akan seberapa manuver dapat dilakukan sebuah kapal, dapat dihitung pula *hydrodynamic coefficient* untuk persamaannya. Salah satu bagian dari *free running model test* ini adalah pengujian *zigzag*.

Dewasa ini, sebuah pemrosesan menggunakan visualisasi data yang digunakan dalam akuisisi data, kendali instrumentasi, dan automasi yang mudah adalah *Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench* atau yang dikenal sebagai LabVIEW. LabVIEW menawarkan NI Single-Board seri RIO untuk mengontrol suatu *state machine* secara *real time* dengan *response* yang cepat dan dengan bobot yang ringan (*National Instruments*, 2008). Dimana sistem yang seperti ini adalah sistem yang dicari pada Balai Teknologi Hidrodinamika dikarenakan sistem lama mengalami gangguan dan alat yang digunakan sudah tidak ada lagi di pasaran.

TINJAUAN PUSTAKA

Dalam *maneuvering* sebuah kapal, prosedur yang digunakan mengacu pada peraturan standar kemampuan manuver kapal yang direkomendasikan oleh *Internasional Maritime Organization* (IMO) yakni resolusi MSC.137 (76) annex.6 tertanggal 18 Desember 2002 dan mulai diterapkan sejak tanggal 1 Januari 2004 yang mana resolusi ini merupakan amandemen terhadap resolusi sebelumnya yakni A.751 (18) mengenai standar kemampuan manuver kapal (IMO, 2002).

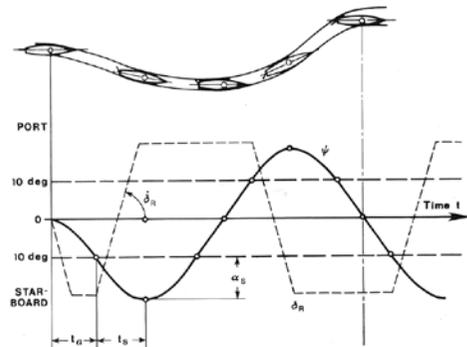
Dalam menganalisa performa manuver kapal, pengujian manuver baik itu ke arah *portside* ataupun *starboard* dilakukan dengan kondisi: 1) Kapal saat beroperasi baik di perairan yang dalam (*deep water*) maupun di perairan terbatas atau beroperasi di sekitar pelabuhan atau di perairan yang dangkal (*restricted and shallow water*). 2) Kondisi air di sekeliling kapal harus tenang (*calm environment*). 3) Kondisi sarat penuh (*even keel*). 4) *Steady approach* pada saat tes kecepatan. Untuk lebih jelasnya, standar pengujian manuver dapat dilihat pada Tabel. 1, dimana kolom pertama menyatakan kemampuan daripada kapal, kolom kedua menyatakan parameter pengujian yang dilakukan, dan kolom ketiga menyatakan batasan-batasan atau kriteria standar yang direkomendasikan oleh IMO melalui resolusi MSC

137 (76) tahun 2002 (IMO, 2002).

Standar pengujian yang diperlukan dalam *zig-zag* kapal disyaratkan dalam IMO Resolusi MSC 137 (76) (2002) seperti tampak pada Gambar 1. dimana besaran nilai *rudder* ditampilkan berdasarkan fungsi waktu demikian juga besaran nilai *heading* juga ditampilkan berdasarkan fungsi waktu. Sudut *overshoot* ditampilkan sampai dengan *overshoot* yang keempat. Waktu pengukuran dilakukan sampai dengan pengambilan data sebanyak dua kali osilasi.

Tabel 1. Standar kemampuan manuver kapal oleh IMO (IMO, 2002)

Ability	Test	Criteria
Turning ability	Turning test with max. Rudder Angle (35 deg.)	Advance <4,5 L Tactical Diameter <5,0 L
Initial turning ability	10° / 10° Z-test	Distance ship run before 2 nd rudder execution < 2,5 L
Stopping ability	Stopping test with full astern	Track reach < 15 L
Course-keeping and yaw-checking ability	10° / 10° Z-test	1 st Overshoot <10° (L/U<10 <(5+0,5(L/U))° (10s<L/U<30s) <20° (30s<L/U) 2 nd Overshoot <25° (L/U<10s) <(17,5+0,75(L/U))° (10s<L/U<30s) <40° (30s<L/U)



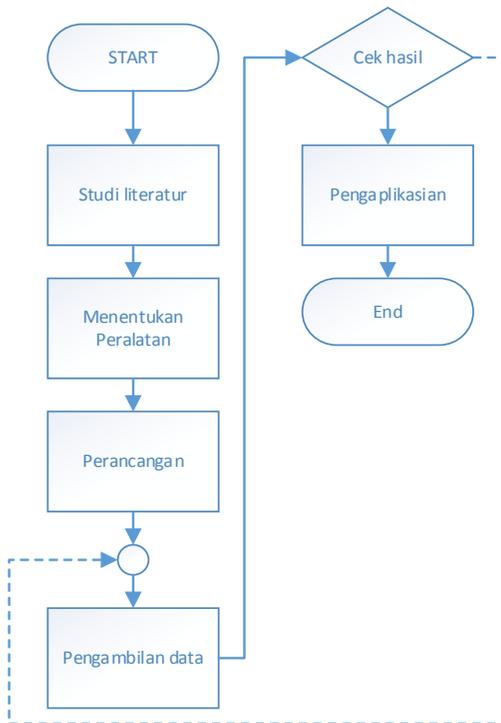
Gambar 1. Zigzag maneuver (Faltinsen, 2005)

METODOLOGI

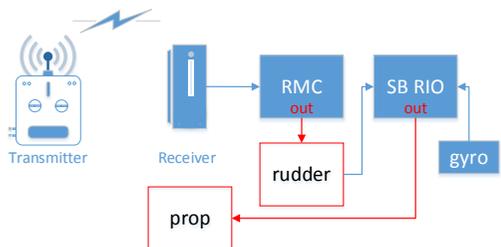
Metodologi yang digunakan dalam pengujian ini adalah eksperimen. Sesuai tahap diagram alir yang ditampilkan pada Gambar 2, hal pertama yang dilakukan adalah studi literatur untuk mengumpulkan informasi yang digunakan untuk menunjang

perancangan melalui *datasheet* dan manual dari peralatan yang akan digunakan.

Setelah alat yang digunakan ditentukan, maka tahapan berikutnya adalah menentukan peralatan yang digunakan dalam perancangan sesuai ide dan literatur yang telah didapatkan. Alat-alat yang dimaksudkan adalah *remote control (RC)*, *Rio Mezzanine Card (RMC)*, *Single Board RIO (SB-RIO)*, *gyroscope*, yang mana dirancang untuk mengendalikan *driver*, *motor servo*, yang akan menggerakkan *rudder* dan *propeller*.



Gambar 2. Diagram alir metodologi



Gambar 3. Diagram sistem kontrol

Tahap berikutnya adalah perancangan. Yang diinginkan dari pengujian ini adalah didapatkan kontrol baik menggunakan NI-SB RIO (National Instruments, 2011). Mengacu pada literatur dan peralatan, penulis kemudian membuat perancangan yang ditunjukkan

oleh Gambar 3. Dimana pada Gambar 3 ini, masukan diberikan oleh RC (*throttle*, *turning* kanan atau pun *turning* kiri dengan *mode manual* maupun otomatis serta pengatur kecepatan) yang kemudian menjadi masukan RMC untuk memberikan keluaran pada sudut *rudder* yang mana perubahan *rudder* menjadi masukan SB-RIO untuk menggerakkan *propeller*.

Setelah perancangan disusun, metode berikutnya adalah pengambilan data. Menggunakan pemrograman LabView dan mengacu pada manual SB-RIO, NI

SB-RIO-6024, pengujian difokuskan pada fungsi *Real Time (RT)* dan *Field Programmable Gate Array (FPGA)* yang dimiliki *software*.

PEMBAHASAN

Pemrograman yang dituliskan pada pengujian *maneuvering zigzag* yang menggunakan NI SB-RIO ini dibuat menggunakan LabVIEW. Pada jurnal ini, LabVIEW menggunakan dua sistem operasi, yakni FPGA dan RT. Berikut merupakan bagian yang dilakukan oleh fungsi FPGA dan RT.

a) FPGA :

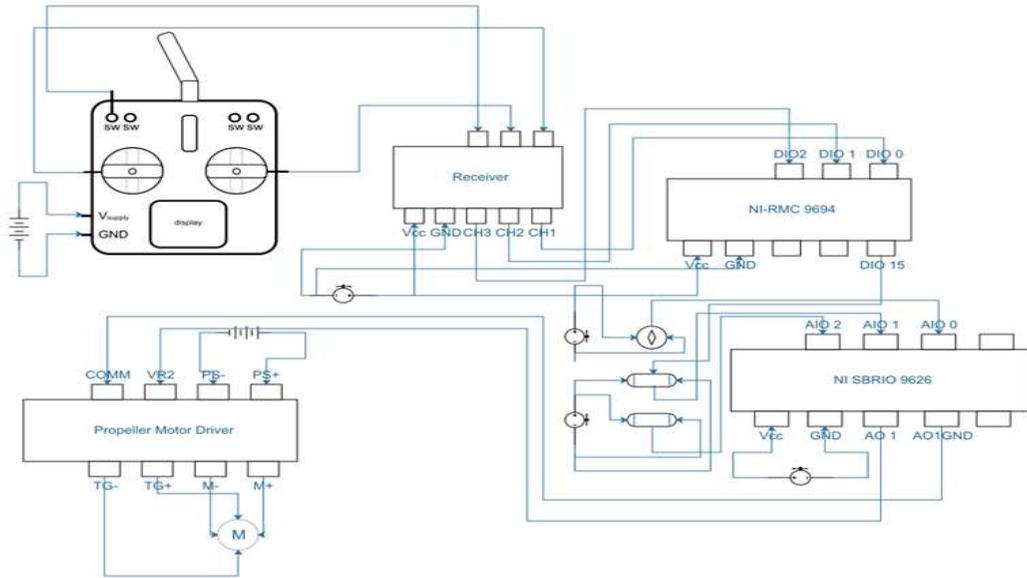
- Membaca dan memproses sinyal PWM yang memasuki NI SB RIO;
- Membaca derajat yang diberikan oleh *gyroscope*;
- Membaca derajat keluaran *rudder*;
- Memproses keluaran yang ditujukan pada *driver motor propeller*.

b) RT :

- Merekam data *yaw* dan sudut *rudder*;
- Melakukan *state machine* yang tidak dapat dilakukan pada FPGA, kemudian memprosesnya dengan cepat bersamaan;
- Melakukan kontrol secara langsung.

Sedangkan secara kontrol dan instrumentasi, pengujian manuver *zigzag* yang menggunakan NI SB-RIO ini memiliki perancangan sistem kontrol seperti yang telah dijelaskan dan ditunjukkan oleh Gambar 3. Gambar 4 adalah Gambar 3 yang dilengkapi dengan *wiring system* dan *port output-input* sesuai dengan arah panah. Gambar 4 ini adalah bagan yang secara aktual diterapkan pada prototipe alat.

Dalam Gambar 4, RC dan *receiver* yang digunakan merupakan satu paket pabrikan HiTEC. Menurut HiTEC dalam *FLASH 7 Instruction Manual*, RC bekerja pada tegangan 4.8–8.4 Volt, sedangkan *receiver* menggunakan Optima 7 dengan berat 17 gram dan beroperasi pada tegangan 3.7-8.4 Volt. Keduanya memiliki frekuensi kerja 2.4 GHz.



Gambar 4. Diagram alir sistem kontrol

Pada pengoperasiannya, sinyal dari RC diterima oleh *receiver* dan diteruskan pada NI RMC dalam bentuk sinyal *Pulse Width Modulation* (PWM). PWM ini berikutnya akan diproses pada NI SB-RIO untuk mengendalikan arah dan kecepatan *propeller*, juga kendali sudut *rudder* baik secara otomatis atau manual. *Receiver* secara langsung terhubung ke RMC pada DIO 0-2 dan GND. RMC dan SB RIO berkomunikasi melalui XI LINX LX 45.

Selain RC, masukan lainnya yang ada pada sistem kontrol ini adalah *gyroscope*. *Gyro* mengirimkan sudut *heading* kapal (*yaw*) yang berupa sinyal analog pada NI SB RIO, yang kemudian digunakan sebagai pembanding dengan sudut *rudder* yang ada (kondisi sebelumnya). Hasil perbandingan ini kemudian diteruskan pada AO 0 dan GND pada *driver motor* yang digunakan untuk menggerakkan *propeller* (yang telah ditunjukkan oleh Gambar 4).

Kondisi awal dalam pengujian ini menggunakan *heading* kapal 0° atau pergerakan kapal lurus. *State* berikutnya, sudut *rudder* dibelokkan ke kanan 20° menggunakan RC dan diteruskan melalui *port* RMC DIO 15. Perubahan sudut ini kemudian mengubah data yang dibaca secara RT melalui *gyro*.

Untuk mencapai sudut *heading* 20°, sudut *rudder* berubah secara perlahan kemudian menjadi masukan NI SB RIO, tepatnya melalui AIO 1 dan 2 (sesuai yang ditunjukkan oleh Gambar 4) secara RT. Sudut ini kemudian dibandingkan dengan sudut yang didapatkan dari *gyro*. Jika sudut *heading* sudah terpenuhi, sudut

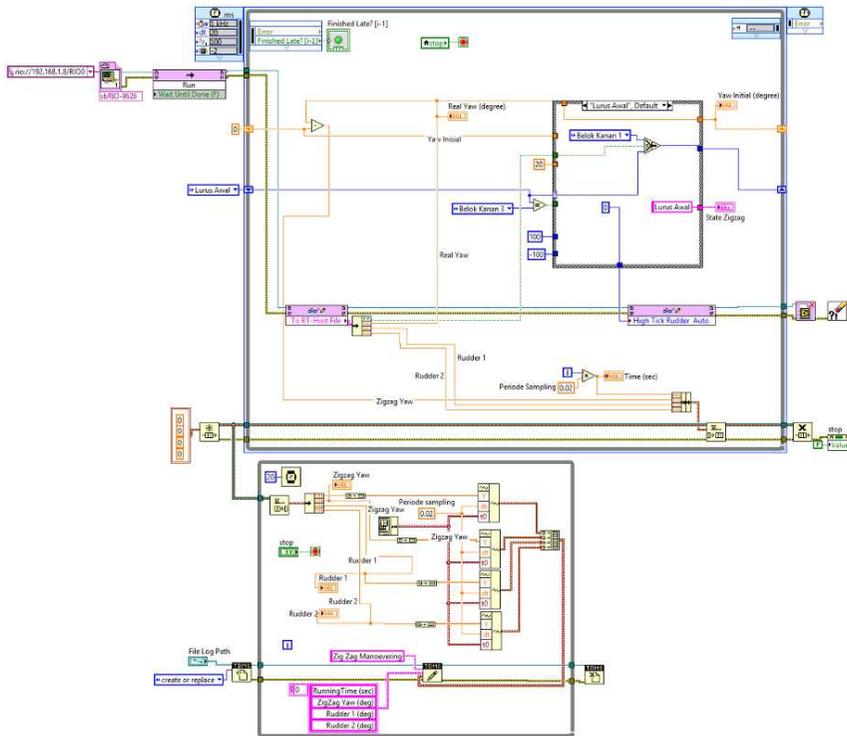
rudder otomatis berubah menjadi -20°. Akuisisi data yang terjadi selain yang telah disebutkan di atas, dilakukan pada fungsi FPGA.

Untuk membuat gerakan *zigzag* otomatis, penjelasan di atas dapat dijabarkan secara *schematic* pada Gambar 5 sampai dengan Gambar 7. Diawali dengan gerak lurus yang dilakukan kapal, program ini ditunjukkan oleh Gambar 5. Kemudian gerakan belok kanan dan kiri berikutnya secara representatif ditunjukkan Gambar 6 dan Gambar 7.

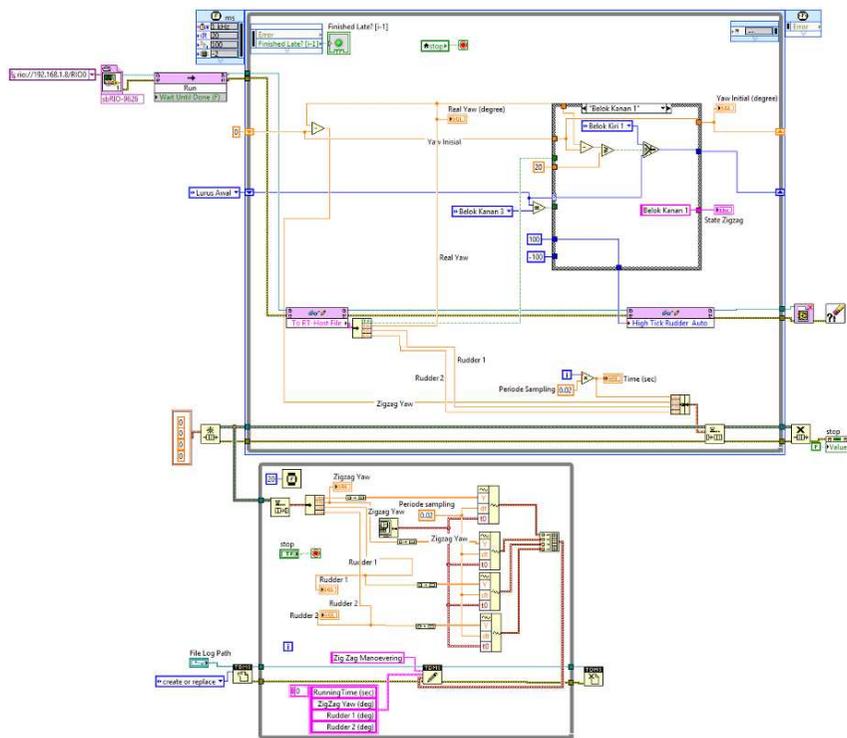
Dimana pada Gambar 6, *yaw* sesungguhnya dari *heading* kapal diperoleh dari blok 'sub baca *yaw*' yang mana hasilnya digunakan sebagai pembanding di inti pemrograman. Jika *yaw* sesungguhnya dikurangi dengan nol = *yaw initial* dan nilainya adalah kurang dari 20°, maka *rudder* akan mengubah posisi ke kanan sehingga kapal akan secara otomatis belok ke kanan. Kondisi belok kanan ini akan bertahan sampai sudut *yaw initial* = 20° dan secara otomatis posisi *rudder* berubah pada arah sebaliknya.

Gambar 7 adalah kondisi saat kapal belok ke kiri. Nilai *yaw* sesungguhnya adalah 20° di kondisi awal, Dimulai dari pengurangan kondisi dengan *yaw initial*, *rudder* akan bertahan dalam posisi ke kiri hingga pengurangan kondisi ini memiliki nilai di bawah -20°. Ketika kondisi sudah terpenuhi, kapal akan berubah pada *state* yang telah dituliskan selanjutnya.

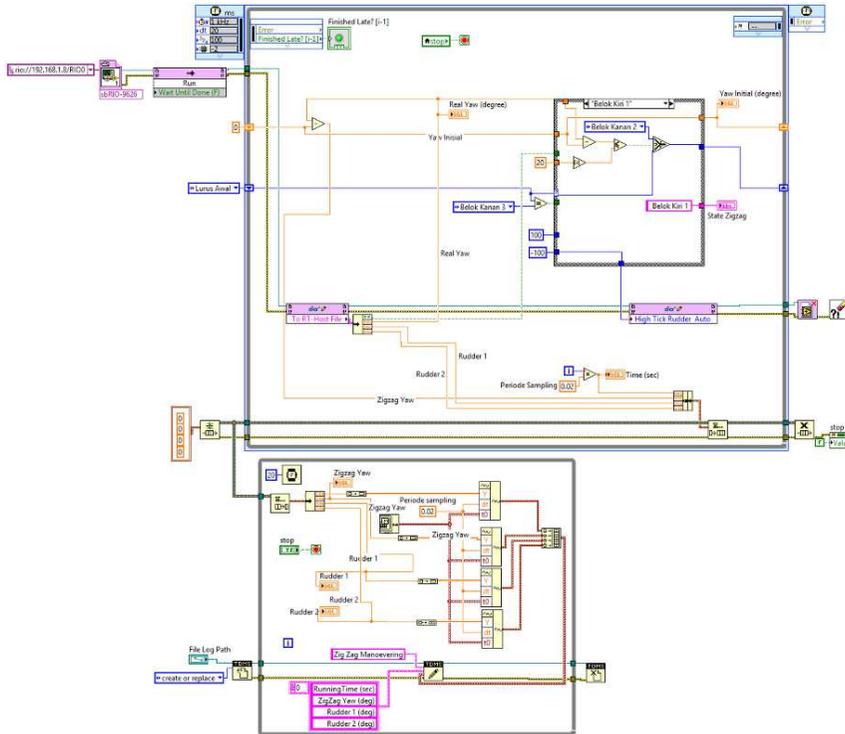
Pada pengujian ini, sistem kontrol diimplementasikan pada kapal patroli. Pengujian yang dilakukan adalah uji *zigzag* 20°. Arah dalam uji ini



Gambar 5. Schematic gerakan lurus awal



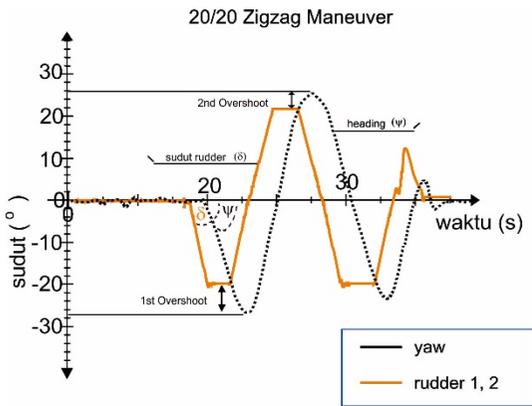
Gambar 6. Schematic gerakan belok kanan



Gambar 7. Schematic gerakan belok kiri

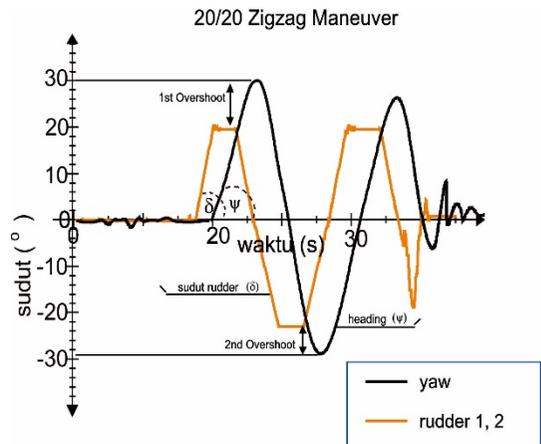
adalah *portside* dan *starboard*. *Response* yang diberikan kapal baik secara *portside* ataupun *starboard* ada pada Gambar 9 dan 10.

sebesar 7° dan sudut yang diinginkan baru terpenuhi pada detik ke 21 dengan gerakan kapal sebenarnya baru berubah pada detik ke 22.5.



Gambar 8. Zigzag starboard 20/20

Gambar 8 menjelaskan grafik hasil pengujian ini, dimana pada detik ke 18 *rudder* berubah arah menjadi arah *starboard*. Garis coklat adalah grafik *response* gerak *rudder* sedangkan grafik hitam adalah *yaw* dari kapal. Pada grafik itu jelas terlihat bila *yaw* kapal yang sesungguhnya tidak tepat 20° , melainkan 27° . Hal ini berarti, dengan kapal patroli ini terdapat *overshoot*



Gambar 9. Zigzag portside 20/20

Gambar 9 di atas menjelaskan hal yang sama dengan Gambar 8. Hanya saja, jika gerakan pada Gambar 8 diawali dengan belok kanan, maka pada Gambar 9, diawali dengan belok kiri (*portside*). Hasil yang didapatkan adalah jika pada detik ke 18 *rudder* berubah arahnya, *yaw* kapal yang sesungguhnya

terpenuhi pada detik 21. *Rudder* otomatis akan berubah arah ke sebaliknya dan mengikuti perubahan ini, kapal berubah haluan. Titik balik badan kapal ini terjadi pada detik ke 23. Untuk *first overshoot* memiliki nilai 10° .



Gambar 10. Pengaplikasian sistem kontrol pada model kapal

Dalam pengaplikasian pembuatan prototipenya, sistem yang ada pada Gambar 3 dan Gambar 4, disusun seperti pada Gambar 10. Dari gambar tersebut, A adalah *driver* dan *motor servo*, sedangkan B adalah kotak yang berisikan RMC-NI SB-RIO dan *receiver*.

KESIMPULAN

Optimasi manuver dapat dilakukan menggunakan NI SB-RIO. Fungsi *real-time* dan FPGA dapat berfungsi dengan baik. Saat NI SB-RIO diterapkan pada kapal patroli dalam uji *zigzag*, didapatkan kontrol

dengan *response yaw* yang cepat. Perbedaan waktu antara perubahan *rudder* dan sesungguhnya 3 detik.

DAFTAR PUSTAKA

- Duman, Suleyman dan Bal, Sakir. (2017) Prediction of The Turning and Zig-Zag Maneuvering Performance of a Surface Combatant with URANS. *Ocean System Engineering*, Vol. 7(4): 435-460.
- Faltinsen, Odd M. (2005). *Hydrodynamics of High-Speed Marine Vehicles*. New York: Cambridge University Press.
- HiTEC. *FLASH 7 Aircraft Radio System Instruction Manual*.
- IMO. (2002). *Standards for Ship Manoeuvrability*. Report of the Maritime Safety Committee on its Seventy-Sixth Session - Annex 6 (Resolution MSC.137(76)). London: International Maritim Organization.
- National Instruments. (2008). *National Instruments Introduces NI Single-Board RIO Platform for Embedded System Deployment*. Diakses pada 6 Juni 2019. <https://investor.ni.com/news-releases/news-release-details/national-instruments-introduces-ni-single-board-rio-platform>.
- National Instruments. (2011). *OEM Operating Instructions and Specifications NI sbRIO-9605/9606 Single-Board Rio OEM Devices*. Diakses pada tanggal 6 Juni 2019. <http://www.ni.com/pdf/manuals/373378a.pdf>.
- Skjetne, Roger. (2003) Ship Maneuvering: Past, Present, and Future. *Sea Technology*, Vol. 44(3):33-37.

Halaman kosong