

# PERANCANGAN SISTEM *AUTOPILOT* UNTUK KONTROL KEMUDI MODEL KAPAL MENGGUNAKAN *PROGRAMMABLE AUTOMATIC CONTROLLER NI CompactRIO*

*Design of Autopilot System for Steering Control Ship Model  
Using Programmable Automatic Controller NI CompactRIO*

**Yuniati dan Chandra Permana**

UPT Balai Pengkajian dan Penelitian Hidrodinamika, BPPT - Surabaya  
Email: yuniati@bppt.go.id

Diterima: 27 Juli 2015; Direvisi: 3 Agustus 2015; Disetujui: 23 September 2015

## Abstrak

Perancangan sistem autopilot pada sebuah alat/sistem kemudi mempunyai peranan sangat penting, yang nantinya akan mempengaruhi hasil akhir dan kinerja sistem kemudi yang akan dijalankan. Paper ini membahas tentang perancangan sebuah sistem kontrol/pengendali otomatis yang dapat diprogram dengan menggunakan *CompactRIO NI cRIO* sebagai perangkat yang menjalankan sistem *Autopilot*. Perancangan sistem *autopilot* ini divalidasi melalui simulasi uji *zig-zag* model kapal dan dari hasil validasi ini didapatkan bahwa sistem kontrol ini berfungsi dan mampu melakukan lintasan *zig-zag* sesuai yang diharapkan.

**Kata kunci :** *autopilot, NI CompactRIO, uji zig-zag.*

## Abstract

*The design of the autopilot system on a device steering system has a very important role, which will affect the final result and the performance of the steering system to be run. This paper discusses the design of a control system using NI CompactRIO cRIO as devices running the Autopilot system. 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 zig-zag as expected.*

**Keywords :** *autopilot, NI CompactRIO, zig-zag test*

## PENDAHULUAN

*Free Running* model test dilakukan untuk memprediksi karakteristik *maneuver* dari sebuah kapal. Hasilnya dapat juga digunakan untuk mengembangkan simulasi model test secara numerik untuk studi lebih lanjut. Prosedur pengujian ini distandarkan melalui ITTC untuk memastikan mutu hasil pengujian dan data yang dihasilkan. Uji *zig-zag* merupakan salah satu bagian dari *free running* model test.

Yang perlu diperhatikan dalam menjalankan *free running test* adalah model harus bebas bergerak ke segala arah dan dilengkapi dengan sistem propulsi dan

kemudi yang memadai (ITTC 7.5-02-06-01 2008 rev.02). Untuk kepentingan tersebut tentunya dibutuhkan pemilihan sistem kontrol yang tepat.

*CompactRIO NI cRIO* merupakan salah satu pilihan yang ditawarkan oleh perusahaan Nasional Instruments. Dimana sistem *CompactRIO NI cRIO* ini *controller* dan *chasing-nya reconfigurable* dan merupakan sistem kontrol yang *real-time*. Sehingga lebih simple dibandingkan dengan sistem yang sudah ada (*CompactRIO NI cRIO-9012/9014 - Operating Instructions and Specifications*). Diharapkan dengan perancangan sistem *autopilot* ini akan mampu

menghasilkan respon yang cepat dan tepat, sehingga dapat memperbaiki *performa* daripada sistem kontrol yang sudah ada di Lab. Hidrodinamika Indonesia. Dimana respon yang cepat dan tepat tersebut diperlukan oleh sebuah model uji dalam operasionalnya. Respon yang cepat dan tepat tersebut nantinya akan berpengaruh terhadap biaya (*cost*) pengujian dan hasil pengambilan data pada proses pengujian model kapal di kolam pengujian.

**TINJAUAN PUSTAKA**  
**Standar Maneuverability**

Dalam *maneuvering* sebuah kapal, prosedur yang digunakan mengacu pada peraturan standar kemampuan maneuver 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 *maneuver* kapal.

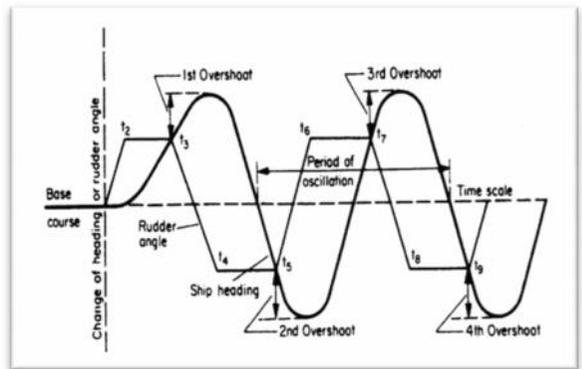
Kriteria tersebut harus dipenuhi oleh sebuah kapal saat beroperasi baik di perairan yang dalam (*deep water*) maupun di perairan terbatas atau beroperasi di sekitar pelabuhan atau di perairan yang dangkal (*restricted and shallow water*). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel.1

Tabel 1. Standar Manuverabilitas kapal oleh IMO (Resolusi MSC 137 (76) 2002)

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

Dari tabel. 1 tersebut 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.

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 ke-empat. Waktu pengukuran dilakukan sampai dengan pengambilan data sebanyak dua kali osilasi.



Gambar 1. Zig-Zag Maneuver

(Sumber : IMO Resolusi MSC 137 (76) 2002)

**Metode dan Konfigurasi Sistem Kemudi Kapal**

Pada dasarnya sistem kemudi pada kapal didasarkan pada pengendalian *rudder*, sikap kedudukan kapal akan berubah arahnya atau dengan kata lain, jika *rudder angle* berubah maka akan berakibat terhadap perubahan *heading* kapal (Aisjah, 2010).

*Steering Control* yang merupakan bagian dari suatu perangkat pengendali haluan kapal, yang bekerjasama dengan bagian-bagian lain termasuk sistem hidrolis yang mengendalikan *rudder* dengan cara memberikan perintah sudut hadap kapal atau *heading* berdasarkan *ordert* terhadap *rudder* (Koenhardono, 2005).

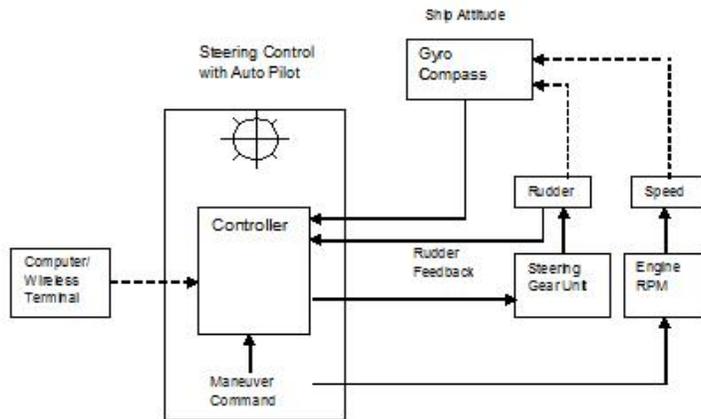
Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa secara fungsional peralatan *Steering Control* ini memberikan suatu output data yang akan dikirim ke sebuah *Steering Gear* yang menggerakkan *rudder* ke sudut

tertentu dan kemudian membaca posisi *rudder* tersebut sebagai umpan balik untuk membaca apakah posisi *rudder* ini sudah mencapai pada titik yang diinginkan.

Sebagai akibat dari setiap posisi *rudder* dan kecepatan kapal, akan menggeser *heading* kapal kearah tertentu yang kemudian akan menghasilkan penunjukkan compass sesuai *heading* kapal tersebut.

Aktuator bekerja berdasarkan perintah dari sinyal kendali, dan aksi dari aktuator akan menyebabkan terjadinya gerak sesuai dengan perintah yang

diinginkan. Aktuator yang dimaksud adalah *rudder* yang mempunyai kemampuan dalam menjaga arah sesuai dengan perintah. Sistem *steering gear* unit terdiri dari dua subsistem elektrohidrolik *steering* yaitu: *telemotor position servo* dan *rudder servo actuator*. Masukan sistem *steering gear servo* berasal dari *autopilot* dan disebut *command rudder angle* sedangkan keluarannya berupa *actual rudder angle*. (TOKIMEC PR8000 User Manual)

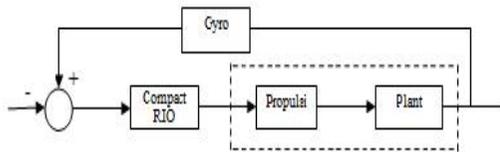


Gambar 2. Prinsip dasar sistem kontrol kemudi kapal

**METODE PERANCANGAN**

**Tahap Perancangan**

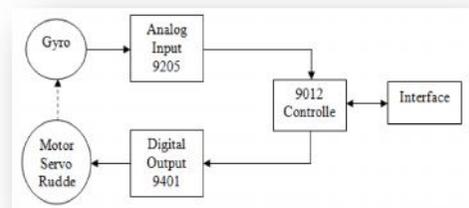
Pada penelitian ini sistem propulsi dan plant diabaikan, sehingga yang menjadi fokus analisa adalah sistem kontrol autopilot berbasiskan simulasi dengan menggerakkan/memberi input pada kemudi kemudian dilihat apakah respon daripada *gyro* sesuai dengan input yang telah diberikan atau tidak . Blok diagram daripada perancangan sistem kontrol tersebut dapat dilihat pada gambar 3.



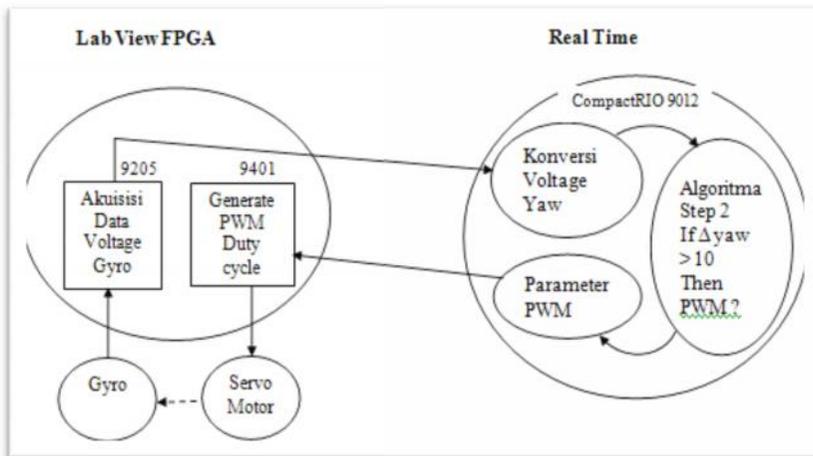
Gambar 3. Blok diagram perancangan sistem kontrol

Perancangan sistem kontrol ini (*zig-zag mode*) secara sederhana dapat dibaca pada blok diagram alir Gambar 4 (a) dan 4 (b), dimana pada Gambar 4 (a) menjelaskan alir daripada sistem sesuai dengan fungsi

peralatan yang digunakan yaitu: *gyro*, *Analog Input 9205*, *Controller CompactRIO 9012*, *Interface Laptop*, *Digital Output 9401* dan terakhir motor *servo rudder*. Sedangkan Gambar 4 (b) menjelaskan lebih detail proses yang terjadi pada *Analog Input 9205*, *Digital Output 9401* dan *Controller CompactRIO 9012* yang termasuk di dalamnya ada parameter *Pulse Width Modulation (PWM)*. (CompactRIO NI cRIO-9012/9014 - Operating Instructions and Specifications).



Gambar. 4(a). Diagram alir perancangan sistem autopilot



Gambar. 4(b). Diagram alir fungsi kerja AI 9205, 9012 Controller dan DO 9401

### Tahap Implementasi

Tahap implementasi dilakukan dengan melakukan uji *zig-zag*. Pengerjaan penelitian ini difokuskan pada pengambilan data output pengujian *zig-zag* yang berbasis simulasi.

a. Persiapan pengujian,

Mempersiapkan semua peralatan ukur yang akan dipakai dalam proses pengujian dengan melakukan uji fungsi peralatan ukur secara terpisah dengan sistem.

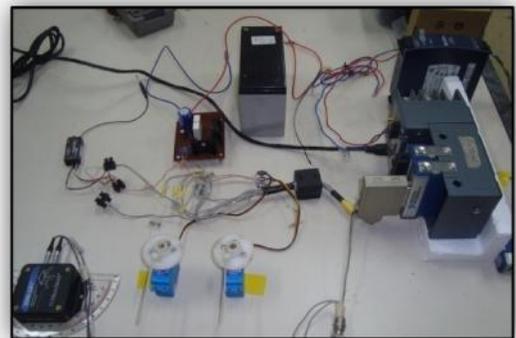
- Pengecekan fungsi alat ukur *gyro*.
- Pengecekan fungsi alat ukur *servo motor rudder*.

b. Proses pengambilan data,

Setelah dilakukan cek fungsi pada masing-masing parameter peralatan ukur, maka sistem siap untuk melakukan proses pengambilan data. Hal awal yang penting untuk diperhatikan adalah perlunya pengecekan interkoneksi jaringan LAN antara *controller compactRIO NI cRIO* dengan Laptop (*interface*).

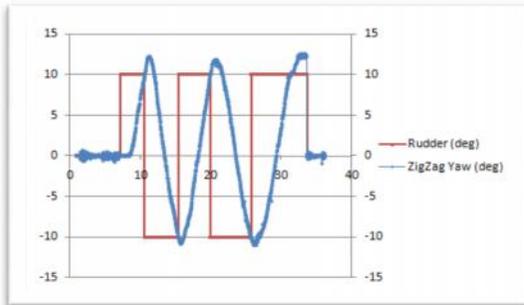
c. Komponen peralatan ukur yang digunakan untuk proses pengambilan data adalah :

- *Gyro 3DM-GX1*
- *Servo Motor HS 5646 WP*
- *CompactRIO NI cRIO – 9012*
- *Analog Input 9205*
- *Analog Output 9401*
- *Interface (Laptop)*

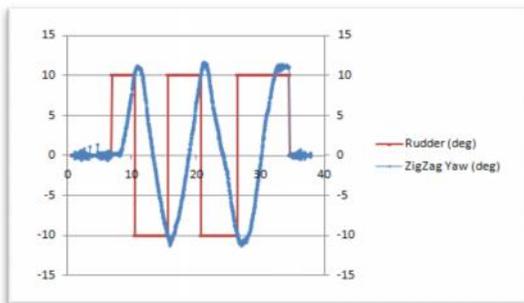


Gambar. 5 Komponen peralatan ukur untuk uji *zig-zag* rudder.

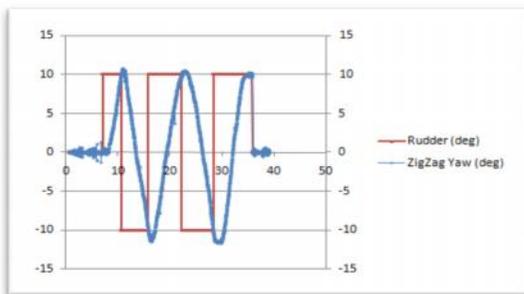
Output pengambilan data ditampilkan secara *time serie* dalam bentuk grafik *row data* masing-masing pengukuran yang sudah dilakukan. Hasil pengujian merupakan validasi dari alat ukur yang dirancang. Output daripada hasil pengukuran dapat dilihat pada grafik 6 (a,b,c) dan grafik 7 (a,b,c) dimana axis x merupakan nilai waktu, axis y kanan merupakan nilai sudut yaw dan axis y kiri merupakan nilai sudut *rudder*. Dari output hasil pengukuran uji *zig-zag* ini dapat dilihat adanya kecenderungan bahwa respon *gyro* dan *servo rudder* tidak serempak namun ada perbedaan beberapa waktu. *Overshoot angle* atau jumlah dari penambahan *heading* setelah kemudi berbalik relatif kecil, baik untuk hasil pengujian *zig-zag* dengan sudut 10 derajat maupun 20 derajat.



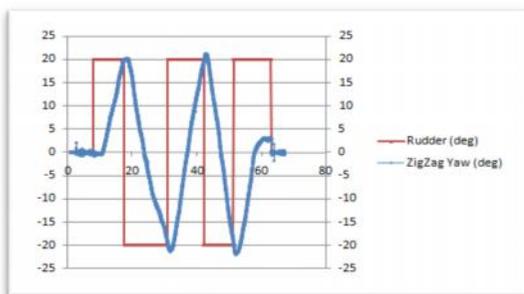
Gambar 6 (a). Grafik uji *zig-zag* dengan sudut kemudi  $10^0$   
(run-1)



Gambar 6 (b). Grafik uji *zig-zag* dengan sudut kemudi  $10^0$   
(run-2)

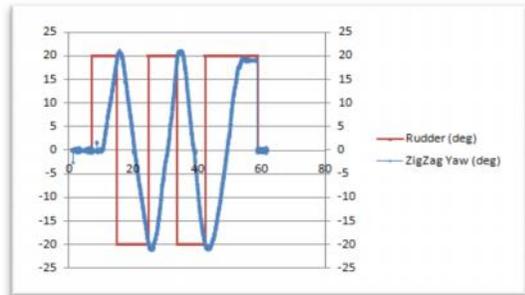


Gambar 6 (c). Grafik uji *zig-zag* dengan sudut kemudi  $10^0$   
(run-3)

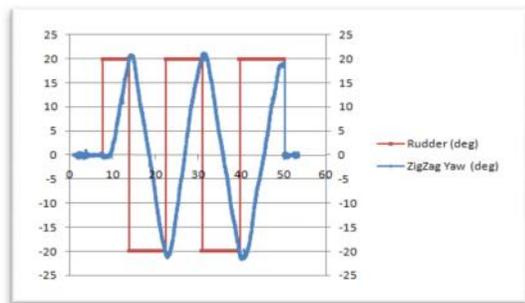


Gambar 7 (a). Grafik uji *zig-zag* dengan sudut kemudi  $20^0$

(run-1)



Gambar 7 (b). Grafik uji *zig-zag* dengan sudut kemudi  $20^0$   
(run-2)



Gambar 7 (c). Grafik uji *zig-zag* dengan sudut kemudi  $20^0$   
(run-3)

## KESIMPULAN

Dari hasil pengukuran dan analisa hasil pengujian maka dapat diambil kesimpulan bahwa Secara umum sistem perancangan menggunakan perangkat *NI CompactRIO* berfungsi dengan baik, hal ini dapat dilihat pada output data yang dihasilkan pada saat uji coba secara simulasi dimana dengan memberikan input  $10^0$  pada kemudi maka *heading* model kapal akan bergerak ke arah  $10^0$  dan berbalik arah bila diberikan input berlawanan atau  $-10^0$ . Kondisi ini juga berlaku bila diberikan input sebesar  $20^0$ .

Pada pengujian *zig-zag*, sistem kontrol ini berfungsi dengan baik dan mampu melakukan lintasan *zig-zag* sesuai yang diharapkan.

## DAFTAR PUSTAKA

Aisjah, Aulia Siti. (2010). Fuzzy Autopilot For Tracking Optimizing in Karang Jamuang-Tanjung Perak. *IPTEK, The Journal for*

*Technology and Science: Vol 23. No. 4, November.*

CompactRIO NI cRIO-9012/9014 - *Operating Instructions and Specifications.*

Koenhardono, Eddy Setyo. (2005). Perancangan Peralatan Untuk *Free Running Model Test* Yang Dapat Dioperasikan Dari Jarak Jauh.

ITTC-Recommended Procedures, (2008). Testing and Extrapolation Methodes Manoeuvrability Free-Sailing Model Test Procedure.

IMO - Annex 6 Resolution MSC 137 (76), (2002). Standards for Ship Manoeuvrability.

TOKIMEC PR8000 User Manual.

Yuniati, A.A. Masroeri, Aulia Siti Aisjah. (2014). Rancang Bangun Sistem Autopilot Berbasiskan PAC NI CompactRIO Untuk Aplikasi Pengujian Model Kapal. *Prosiding Seminar Nasional Man. Teknik XX- ITS.*