

# Pengembangan Sistem Kontrol Autopilot Rudder Untuk Pengujian Zig zag Model Kapal

Mochammad Nasir<sup>1</sup>, Zakky Murakham<sup>1</sup>,

## Abstrak

Salah satu jenis pengujian olah gerak kapal yang dapat dilakukan di kolam maneuvering (MOB) UPT BPPH adalah Uji ZigZag model. Pada pengujian zigzag model akan dijalankan pada suatu kecepatan yang telah ditentukan dengan sudut kemudi (rudder) nol derajat pada mode manual (dari remot kontrol) propeller digerakkan sampai kondisi initial tercapai baru model digerakkan dengan autopilot. Daun kemudi dengan remote control diputar kesalah satu sisi, misal starboard, hingga mencapai sudut kemudi yang telah ditentukan, misal  $10^\circ$ . Model akan berputar dengan segera setelah heading angle yang telah ditentukan tercapai, misal  $10^\circ$ , secara otomatis daun kemudi akan berputar kearah sebaliknya ( portside ) hingga mencapai  $10^\circ$  dan heading model akan berubah kembali ke posisi starbord. Pada saat ini kontrol Autopilot ini tidak bisa berfungsi pada mode otomatis karena sesuatu hal, karena itu diperlukan pengembangan sistem kontrol autopilot . Pada kontrol yang baru ini menggunakan Mikrokontroler AT-Mega 16 sebagai pusat kontrollernya. Sedangkan sensor pendeteksi gerakan yaw menggunakan sebuah kompas digital. Dengan pengabungan ini maka diharapkan kegiatan pengujian zigzag di kolam MOB bisa terlaksana dengan baik , khususnya untuk pengujian zigzag model kapal LNG Carrier.

**Kata kunci :** Autopilot, rudder, mikrokontroler, Kompas Digital

## Abstract

*One type of testing if the motion of ships that can be done in the MOB is zigzag tets model. In zig zag test models will be run at a speed determined by the steering angle (rudder) zero degrees in manual mode propeller-driven to an initial condition is reached the new model is driven by autopilot. Leaf played with remote control steering to one side, ie starboard, reaching a predetermined steering angle, eg  $10^\circ$ . The model will rotate immediately after heading predetermined angle is reached, eg  $10^\circ$ , automatically leaves the wheel will spin the opposite direction (portside) until it reaches  $10^\circ$  and heading the model will change back to the position starbord. So forth until a couple of times a model ship to zigzag motion. At this time this autopilot control can not function in automatic mode for one thing, because it required the design of a new autopilot control with fixed combined with the old control system. In a new control using Microcontroller AT-Mega 16 as controller. While the yaw motion detection sensor uses a digital compass. It is expected that testing activities can zigzag in the MOB performing well, especially for testing ship models LNG Carrier.*

**Keywords :** Autopilot, Rudder, Microcontroller, Digital compass

## PENDAHULUAN

Pada pengujian Zigzag model akan digerakkan oleh sistem auto pilot untuk melakukan gerak zig zag. Zig-zag test memberikan informasi course changing ability kapal. Percobaan ini dilaksanakan di MOB tank dengan cara sbb:

- Model dijalankan pada suatu kecepatan yang telah ditentukan dengan sudut kemudi nol derajat.
- Daun kemudi dengan remote control diputar kesalah satu sisi, misal starboard, hingga mencapai sudut kemudi yang telah ditentukan, misal  $20^\circ$ .
- Model akan berputar dan segera setelah

---

1. UPT BPPH-BPPT, Surabaya

heading angle yang telah ditentukan tercapai, misal 10°, tercapai secara otomatis daun kemudi akan berputar kearah portside hingga mencapai 20° dan heading model akan berubah.

- Demikian seterusnya hingga sejumlah data cukup untuk dianalisa. Biasanya percobaan dilaksanakan hingga 4 atau 5 kali aplikasi daun kemudi.

Selama percobaan data signal antara lain, sudut daun kemudi dan rate perubahan heading angle secara otomatis dicatat di ruang control. Dari pengujian tersebut diharapkan akan diketahui karakteristik model kapal tersebut. Pada pengujian tersebut menggunakan sistem kontrol autopilot untuk menjalankan pengujian zigzag tersebut, akan tetapi karena sesuatu hal sistem kontrol auto pilot tersebut tidak berfungsi pada saat di jalankan mode otomatisnya, sehingga hanya mode manual saja sistem ini bekerja. Agar kegiatan pengujian ini bisa terus berjalan maka perlu dilakukan modifikasi kontrol auto pilot tersebut. Sebelum dilakukan modifikasi maka perlu dilakukan pengumpulan data agar diperoleh disain pengembangan sistem kontroller yang praktis dan optimal.

## PENGUJIAN ZIG ZAG

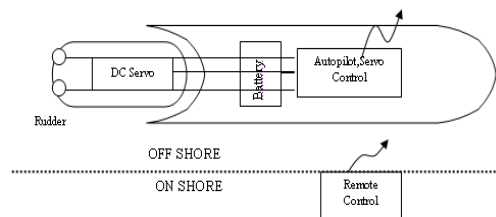
Salah satu jenis pengujian olah gerak kapal di kolam MOB UPT BPPH adalah pengujian Zig Zag model, dimana pengujian Zig-zag ini memberikan informasi course changing ability kapal. Adapun peralatan yang digunakan dalam pengujian Zig Zag tersebut antara lain:

- Auto pilot dan control servo motor penggerak propeller(Off Shore)
- Gyro Compass
- Battery supply
- Remote control (On Shore)
- PC untuk loading data pengujian

Sedangkan prosedur pengujian Zig Zag model kapal di MOB dilakukan dengan cara sebagai berikut :

- Setup control dilaksanakan di bengkel preparation dengan menguji kestabilan system control dan posisi rudder.
- Model yang telah di setup peralatan kontrol dibawa dan dimasukkan kolam dangkal
- Model kapal di ballast sehingga sarat air model tercapai.

- Dilakukan running manual dengan mungubah-ubah setting putaran propeller (rps) hingga dicapai speed nominal model (misal 0,5 m/s). Setting ini dilakukan berulang untuk setiap kedalaman kolam untuk H/T tertentu dengan H tinggi air kolam dan T sarat kapal.
- Reset gyro compass pada heading 0 derajat dari arah yang telah ditentukan.
- Untuk pengujian zigzag mode dari kontrol auto pilot pada mode 9
- Gain dari rudder (parameter 16) diubah pada kondisi 103 dari PC dengan program Capit pada menu edit parameter.
- Model dijalankan pada suatu kecepatan yang telah ditentukan dengan sudut kemudi nol derajat pada mode manual (dari remot kontrol) propeller digerakkan sampai kondisi initial tercapai baru model digerakkan dengan autopilot.
- Daun kemudi dengan remote control diputar kesalah satu sisi, misal starboard, hingga mencapai sudut kemudi yang telah ditentukan, misal 20°.
- Model akan berputar dan segera setelah heading angle yang telah ditentukan tercapai, misal 20°, tercapai secara otomatis daun kemudi akan berputar kearah portside hingga mencapai 20° dan heading model akan berubah.
- Demikian seterusnya hingga sejumlah data cukup untuk dianalisa. Biasanya percobaan dilaksanakan hingga 4 atau 5 kali aplikasi daun kemudi.
- Setiap kali running data yang tersimpan dalam kontrol autopilot (on shore) di loading ke PC dengan kabel data antara PC dan kontrol autopilot.



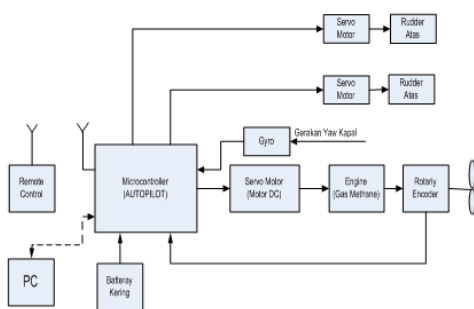
Gbr. 1 Set – Up Model dan alat ukur pada ZigZag Test

## SISTEM AUTOPILOT

Autopilot merupakan system input — output yang menggunakan looping pengendali umpan balik (control loop feed back). Sistem ini dapat merupakan system yang sederhana bila pengendali umpan baliknya tidak otomatis ( manual ), tapi dapat pula berupa kombinasi antara keduanya. Jika pengendali otomatisnya ada maka systemnya harus dapat diandalkan dan dapat dioperasikan tanpa campur tangan manusia selama kondisi gangguan luar tidak berubah secara drastis. Dengan adanya teori signal umpan balik dan output sudut kemudi ke pendeteksi penyimpangan arah maka pendeteksi akan dapat mengantisipasi yawing model kapal dalam merespon sudut kemudi yang sudah digunakan. Data input dan output dikontrol dengan sistem wireless. Adapun komponen - komponen yang digunakan terdiri dari perangkat keras ( hardware ) dan perangkat lunak (software). Perangkat keras terdiri dari :

- Computer
- Sistem referensi posisi (menggunakan gyro)
- Daun kemudi dan penggerak
- Sistem catu daya
- Perawatan interface

Pengoperasian dan kegunaan dari peralatan tersebut di atas dikendalikan oleh perangkat lunak (software).



Gbr. 2 Diagram Blok Autopilot

Sistem Autopilot pada prinsipnya merupakan otak dari pada sistem pengendalian otomatis yang berfungsi melakukan hal-hal sebagai berikut:

1. Berdasarkan data pengujian yang diinginkan yang dikirim dari sebuah PC, Autopilot secara otomatis akan melakukan perhitungan set point agar supaya memungkinkan model kapal dapat

metakukan maneuver tertentu sebagaimana terdapat pada pilihan ( MODE ) yang ada.

2. Melakukan koreksi terhadap set point.
3. Melakukan pengecekan data kendali pengujian maneuver model kapal.
4. Metakukan pengambilan data gyro untuk digunakan dalam perhitungan pada saat melakukan uji maneuver dan course keeping.

Dasar penggunaan peralatan Sistem Autopilot adalah gyroscope. Dengan menggunakan gyro maka Autopilot dapat mendeteksi besar arah sudut penyimpangan dan arah model.

Prinsip kerja dari pada gyro ini adalah seperti gasingan dengan putaran yang sangat tinggi. Gyro memiliki satu atau lebih sumbu putar tergantung kegunaan gyro tersebut. Pada Vertical gyro terdapat dua sumbu putar yaitu sumbu x dan sumbu y. Sedangkan pada Directional gyro hanya memiliki satu sumbu putar yaitu sumbu y. Directional gyro selain digunakan sebagai peralatan ukur posisi arah model kapal juga digunakan sebagai data pengecek (control data).

## PERANCANGAN SISTEM

Secara umum, sistem sensor arus sebagai pengaman motor DC ini terdiri dari dua bagian dasar, yaitu bagian perangkat keras (hardware) dan bagian perangkat lunak (software). Sistem sensor tersebut akan menyediakan data bagi sistem kontrol untuk mengatur jalannya motor DC. Perangkat keras yang digunakan sebagai sistem pengendali disini adalah rangkaian mikrokontroler Atmega 16. Data masukan dari sensor akan diolah pada mikrokontroler sehingga menghasilkan data kekuatan dari motor. Gambaran sistem yang dibuat adalah yang seperti tampak pada gambar 2.

## ZL-220RM

ZL-220 RM modul adalah sebuah modul Digital Remote control yang bekerja menggunakan Frekuensi Radio (RF) baik VHF atau UHF pada range frekuensi 315 MHz – 433 MHz. Modul ini terdiri dari bagian, yaitu bagian Receiver dan transmitter. Pada bagian transmitter berupa tombol (keypad) remote control yang terdiri dari 5 tombol ( tombol No. 1,2,3,4,I0 ) dan dilengkapi dengan sebuah antena

pemancar. Sedangkan pada bagian receiver berupa sebuah modul penerima dengan 6 pin output seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini.

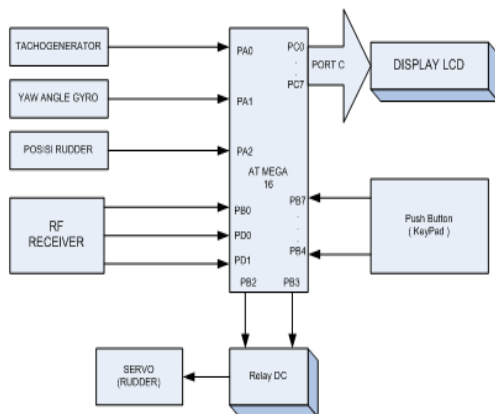


Gbr. 3 Modul ZL-220 RM

Cara kerja dari alat ini adalah pada pin + & - diberi power supply 5 – 6 Volt, bila salah satu tombol remote ditekan maka output dari receiver akan bernilai “1” (5 volt) dan akan terus bernilai “1” sampai ada tombol lain ditekan.

## PENGEMBANGAN SISTEM KONTROL AUTOPILOT

Dalam pengembangan sistem kontrol Autopilot ini menggunakan sistem pengaturan tertutup (close Loop) yang artinya sistem ini mempunyai feedback otomatis ke sistem, diagram blok dari sistem kontrol autopilot dapat dilihat pada gambar 4 dibawah ini.

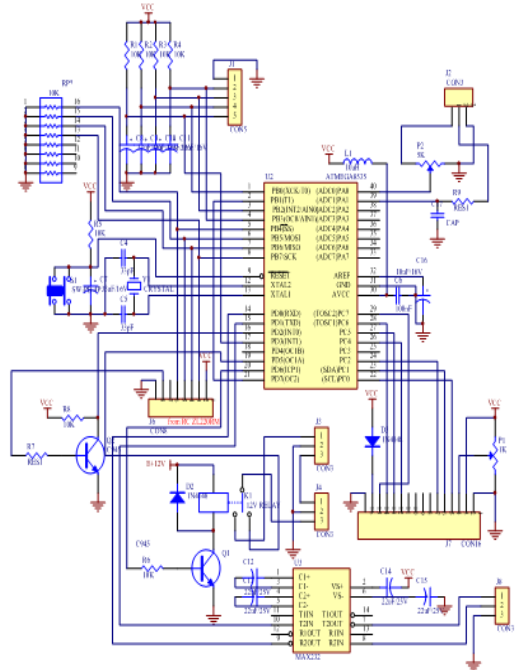


Gbr. 4 Blok Diagram Pengembangan sistem kontrol autopilot

AT-Mega 16 sebagai pusat controller akan mendeteksi 3 output sensor, yaitu Sensor tachogenerator, sensor Gyro dan sensor Rudder. Output dari ketiga sensor tersebut dalam bentuk analog sehingga dibutuhkan rangkaian ADC 10 bit yang sudah terintegrasi dalam

arsitektur AT-Mega 16 pada port A.0 s/d Port A.7. Display LCD ini untuk membaca posisi Yaw Angle serta untuk set-up awal parameter sudut rudder. Sedangkan push button ini ada 4 buah yang terdiri dari 2 push button untuk set-up sudut rudder dan 2 lagi untuk enter dan cancel.

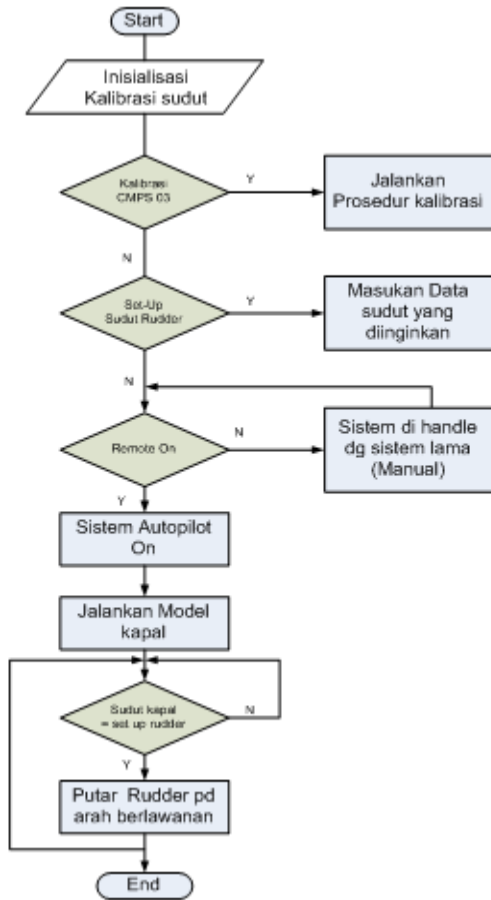
RF Receiver ini menggunakan remote ZL-220 yang berfungsi untuk mengatur apakah system dijalankan secara manual dengan menggunakan control lama atau system bekerja dengan menggunakan control yang baru dengan mengaktifkan relay. Apabila posisi yaw angle sudah terpenuhi maka mikrokontroller akan mengerjakan / memerintahkan servor untuk berputar pada arah sebaliknya, begitu seterusnya sehingga model kapal akan berjalan secara zigzag.



Gbr. 5 Pengembangan Rangkaian Kontrol Autopilot

## PERANCANGAN SOFTWARE

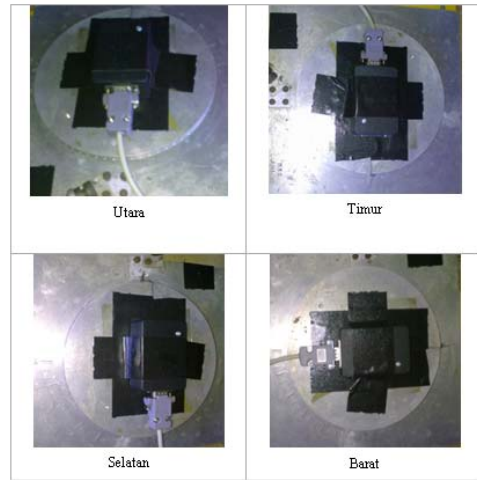
Perancangan software ini digunakan untuk mikrokontroller AT-Mega 16 sebagai pusat processor pada sistem kontrol autopilot sehingga sistem ini bisa berfungsi sesuai dengan yang diinginkan. Pembuatan software ini menggunakan program Code Vision AVR, dimana algoritma dari program yang akan dibuat dapat dilihat pada gambar 6.



Gbr. 6 Flow Chart Program

## HASIL DAN PEMBAHASAN

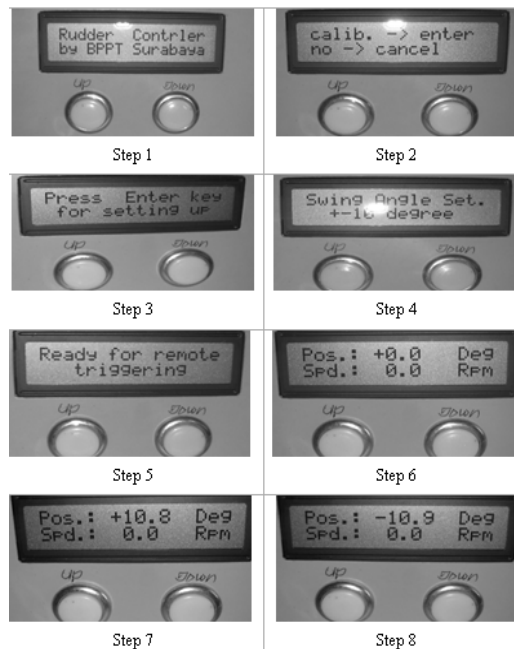
Sebelum dilaksanakannya suatu pengujian model kapal maka terlebih dahulu dilakukan suatu kegiatan validasi perataan ukur dimana semua alat ukur yang akan digunakan harus tervalidasi terlebih dahulu. Pada awalnya deteksi gerakan yaw model menggunakan sensor Gyro AHRS\_400, pada saat uji coba secara mandiri sensor ini memberikan respon yang bagus, akan tetapi bila perpindahan gerakan terlalu lambat maka output gyro tidak bagus, sehingga digunakan kompas digital untuk menggantikan sensor gyro. Dari hasil uji coba secara terpisah alat ini sudah memberikan respon yang cukup baik dan siap digunakan untuk pengujian.



Gbr. 7 Kalibrasi Kompas Digital

## PROSEDUR PENGOPERASIAN SISTEM

Untuk mengoperasikan sistem kontrol autopilot ini pertama-tama sambungkan batteray 12 Volt, kemudian nyalakan tombol power, kemudian nyalakan tombol power sehingga pada display LCD box kontrol autopilot menunjukkan seperti foto pada gambar 8.

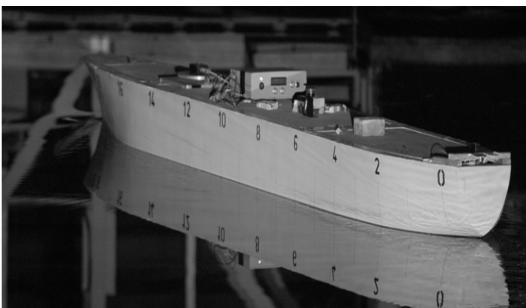


Gbr. 8 Prosedur Pengoperasian Autopilot



Gbr. 7 Front Panel Hasil Pengembangan Autopilot

- Setelah power On maka pada display muncul tulisan seperti pada foto step 1.
- beberapa detik kemudian dilayar LCD muncul tulisan seperti pada step 2. bila dilakukan kalibrasi ulang maka tekan tombol enter pada Front Panel. Bila tidak tekan Cancel.
- Kemudian pada layar LCD muncul tulisan seperti pada step 3, lalu tekan Enter
- sehingga pada layar muncul seperti pada step 4. lalu atur sudut kemudi dengan menekan tombol Up dan Down sampai posisi sudut terpenuhi. Setelah itu tekan tombol cancel/Enter.
- Kemudian dilayar LCD muncul tulisan seperti pada step 5, lalu tekan remote untuk mengaktifkan kontrol autopilot baru dg menggunakan remote ZL-220.
- kemudian rudder / kemudi otomatis akan menuju ke sudut set-up (misal 10 derajat) . kemudian jalankan motor propeller sehingga model kapal akan berjalan membentuk gerakan zigzag.
- bila arah yaw kapal sudah mencapai 10 derajat maka rudder akan bergerak ke arah sebaliknya (-10 derajat) dan kapal terus berjalan membentuk lintasan zigzag sampai batas kolam uji. Dan setelah selesai tekan tombol Off remote sehingga kontrol autopilot pada posisi manual yang dapat digerakkan dengan kontrol lama.



Gbr. 9 Uji Zig zag Model LNG

## KESIMPULAN

Dari pembahasan yang telah disampaikan sebelumnya dan berdasarkan hasil dari pengujian rangkaian yang dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Sistem Kontrol Autopilot ini sudah berjalan dengan baik dan sudah digunakan untuk pengujian Zig-Zag model LNG Carrier.
- Pengambilan data gerakan yaw kapal masih menggunakan camera digital, hal ini dikarenakan belum dipasanginya rangkaian Digital to Analog Converter.
- Karena itu proses pengujian ZigZag kurang Optimal karena keterbatasan sudut pandang dari optical trajectory (lensa Camera).
- Diharapkan untuk kedepannya sudah ada rangkaian DAC sehingga sudah tidak menggunakan camera digital lagi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Plant Malcolm & Stuart Jan, Dr, **Pengantar Ilmu Teknik Instrumentasi**, Gramedia, Jakarta, 1985.
- Winoto Ardi, **Mikrokontroler AVR ATmega 8 / 32 / 16 / 8535 dan Pemrogramannya dengan bahasa C pada WinAVR**, Penerbit Informatika Bandung, 2008
- Data sheet, CMPS 03