

DESAIN SISTEM KONTROL AUTOPILOT MENGGUNAKAN GPS PADA KAPAL

Fahmi Wahyu Hidayat^{#1}, A. Hendriawan, S.T., M.T.^{#2}, Bambang Sumantri, ST, M.Sc.^{#3}, Firman Arifin, S.T, M.T.^{#4}

[#]Jurusan Teknik Elektronika, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
Kampus PENS-ITS Sukolilo, Surabaya

¹fahmi_wh@yahoo.com

²hendri@eepis-its.edu

³bambang@eepis-its.edu

⁴firman@eepis-its.edu

Abstrak— GPS merupakan suatu alat navigasi yang dapat digunakan untuk mengetahui atau menentukan posisi suatu benda yang dikehendaki atau dikontrol. Dalam penerapannya, sistem GPS lebih umum digunakan dalam bidang perkapalan yang dapat membantu dalam proses pekerjaan di kapal, khususnya dalam sistem kemudi kapal.

Pada proyek akhir ini akan dibuat sistem kontrol yang diterapkan pada kemudi kapal yaitu sistem kontrol auto pilot yang menggunakan sistem GPS (Global Positioning System). Sistem kontrol ini dirancang dengan sistem elektrik kontrol yang memanfaatkan mikrokontroler dan GPS sebagai media kontrolnya. Dengan data input yang berasal dari GPS dan mikrokontroler akan di kirim kepada driver untuk menggerakkan baling-baling kapal hingga sampai ke tempat tujuan. Data yang digunakan pada program GPS ini adalah data setting dan data realtime dimana data setting adalah data lokasi tujuan kapal berhenti dan data realtime adalah data posisi kapal yang sebenarnya.

Apabila data koordinat lintang selatan dan data koordinat bujur timur yang dikirim satelit GPS berbeda dengan data setting maka kapal akan terus bergerak maju menuju koordinat tujuan yang diinginkan. Dan apabila data koordinat lintang selatan dan data koordinat bujur timur yang dikirim satelit GPS sama dengan data setting maka kapal akan berhenti sesuai dengan koordinat yang diinginkan. Dengan keakuratan hingga 72,5 %. Sistem ini masih mendapat pengaruh dari kondisi alam dan lingkungan sehingga dalam pengoperasian perlu memperhatikan kondisi alam dan lingkungan.

Kata kunci : auto pilot, GPS, mikrokontroler, kapal

I. PENDAHULUAN

Dalam era globalisasi ini, perkembangan teknologi yang menerapkan ilmu-ilmu elektronika dan sistem kontrol khususnya mikrokontroler sekarang ini semakin banyak dan populer. Hal ini dapat diketahui dengan banyaknya peralatan-peralatan yang menerapkan perpaduan dari ilmu dan sistem kontrol tersebut, salah satunya pada bidang perkapalan.

Dalam bidang perkapalan tersebut, banyak sekali pekerjaan-pekerjaan yang membawa dampak kesulitan dalam

hal pengawasan dan pengamatan pekerjaan. Sehingga perlu adanya suatu sistem yang dapat membantu dalam pekerjaan tersebut. Salah satu sistem tersebut adalah sistem kontrol auto pilot yang dapat membantu pekerjaan di kapal khususnya untuk mengemudikan kapal. Pada sistem tersebut, sistem kontrol auto pilot dikontrol oleh rangkaian mikrokontroler dan GPS yang mempunyai fungsi untuk dapat menentukan dan mengetahui obyek yang dikehendaki. Dengan kata lain, kedua sistem tersebut mempunyai peranan yang sangat penting dalam sistem auto pilot itu sendiri [3].

Sistem kontrol ini dirancang dengan sistem elektrik kontrol yang memanfaatkan mikrokontroler dan GPS sebagai media kontrolnya. Dengan data input yang berasal dari GPS dan mikrokontroler akan di kirim kepada driver dan motor listrik untuk baling-baling kapal hingga sampai ke tempat tujuan dan apabila ada penghalang didepan kapal maka kapal akan berhenti secara otomatis. Dan pada Proyek Akhir ini akan menggunakan miniatur kapal sebagai media pengujian sistem kontrol auto pilot menggunakan GPS yang akan di uji langsung pada kolam penampungan air.

Data yang digunakan pada program GPS ini adalah data setting dan data realtime dimana data setting adalah data lokasi tujuan kapal berhenti dan data realtime adalah data posisi kapal yang sebenarnya. Dengan kedua data diatas, apabila data realtime sama dengan data setting maka kapal akan berhenti dan apabila data realtime tidak sama dengan data setting maka kapal akan terus berjalan dan mencari letak dari posisi data setting atau tujuan tersebut.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Kapal General Cargo

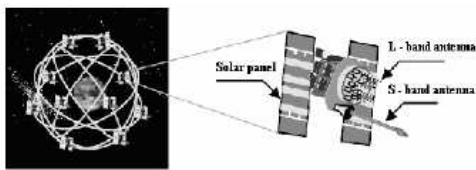
Kapal dengan muatan barang disebut kapal barang (*cargo ship*). Pada dasarnya sebelum kapal tersebut direncanakan untuk dibangun ditentukan terlebih dahulu jenis barang yang diangkut. Hal ini penting ditentukan sehubungan dengan besarnya ruangan yang dibutuhkan didalam kapal untuk mengangkut barang dalam satuan berat yang sudah ditentukan oleh pemesan. Kalau kapal yang direncanakan untuk mengangkut bermacam-macam muatan (general) maka kapal tersebut dinamakan *General Cargo*. . Salah satu jenis kapal General Cargo adalah ditunjukkan oleh Gambar 2.1 :



Gambar 2.1 Kapal General Cargo

2.2 Global Positioning System (GPS)

GPS (Global Positioning System) adalah sistem radio navigasi untuk menentukan posisi menggunakan satelit. Nama formalnya adalah NAVSTAR GPS atau Navigation Satellite Timing And Ranging Global Positioning System. Kedudukan masing-masing satelit dalam tiap orbitnya diatur sedemikian rupa dengan jarak interval diantaranya tidak sama. Konstelasi Satelit GPS ditunjukkan oleh Gambar 2.2 :



Gambar 2.2 Konstelasi Satelit GPS

2.3 Sensor Ultrasonik

2.3.1 Gelombang Ultrasonik

Gelombang adalah getaran yang merambat. Ultrasonik adalah suara atau getaran dengan frekuensi yang terlalu tinggi untuk bisa didengar oleh telinga manusia, yaitu kira-kira di atas 20 kiloHertz. Gelombang ultrasonik adalah gelombang yang memiliki frekuensi berkisar antara 1 hingga 10 Mhz.

2.3.2 Piranti Sensor Ultrasonik

Sensor Ultrasonik mendeteksi jarak obyek dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik (40 kHz) selama waktu tertentu kemudian mendeteksi pantulannya.

2.4 Mikrokontroler ATmega16

Bila sebuah mikroprosesor dikombinasi dengan I/O dan memori (RAM/ROM), maka akan dihasilkan sebuah mikrokomputer. Sebagai terobosan baru mikrokomputer ini juga dapat dibuat dalam bentuk single chip yaitu Single Chip Microcomputer (SCM) yang selanjutnya disebut mikrokontroler.

Sebuah mikrokontroler mempunyai beberapa perlengkapan dasar untuk membangun sebuah komunikasi dengan plant diantaranya yaitu sebuah central processor unit (CPU), alamat, data, pengendali, memori, RAM, ROM, Input / Output.

2.5 Mikrokontroler ATmega8

Arsitek AVR memiliki dua bagian memori, yaitu memori data dan memori pemrograman. Sebagai tambahan pada fitur ATmega8 terdapat pula memori eeprom.

ATmega8 memiliki memori flash sebesar 8K byte yang dapat deprogram berulang kali. Memori flash tersebut dibagi menjadi dua bagian, yaitu bagian program boot flash dan application flash. Memori dapat dihapus dan ditulis ulang sebanyak 10.000 kali.

2.6 LCD GM24644

LCD yang digunakan merupakan LCD tipe karakter karena LCD ini dapat menampilkan data. Keuntungan yang dapat diperoleh dengan menggunakan LCD adalah :

1. Dapat menampilkan karakter ASCII, sehingga memudahkan untuk membuat program tampilannya.
2. Mudah dihubungkan dengan port I/O karena hanya menggunakan 8 bit data dan 3 bit control.
3. Ukuran dari modul yang proporsional.
4. Penggunaan daya yang kecil.

2.7 Motor DC

Motor DC berfungsi mengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanis dimana gerak tersebut berupa putaran dari motor.

2.8 Rotari enkoder

Sensor ini digunakan untuk mengubah gerakan linear atau putaran menjadi sinyal digital, dimana sensor putaran memonitor gerakan putar dari suatu alat, yang dalam hal ini adalah konveyor.

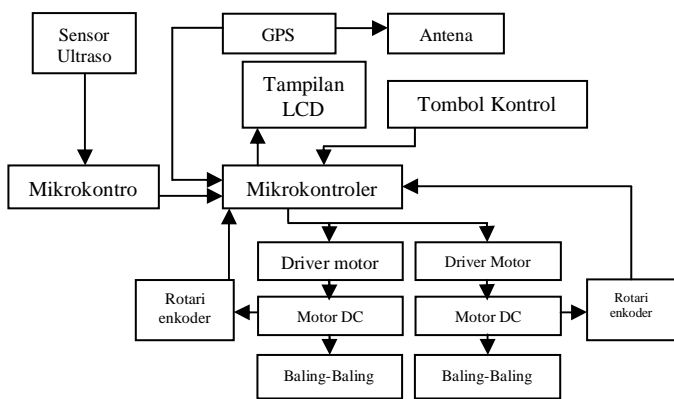
III. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN

3.1. UMUM

Dalam bab ini akan dibahas tentang perencanaan dan pembuatan alat yang mana nantinya akan meliputi pembahasan dari hardware dan sistem kerjanya. Nantinya disini akan diuraikan tentang perencanaan yang akan dipakai dalam sistem baik mengenai gambar komponen maupun devinisi dan sistem kerja alat. Setelah perencanaan telah dipersiapkan dengan matang, maka akan dibuat alat yang mana akan diintegrasikan antara satu dengan yang lain sehingga sistem monitoring ini dapat bekerja sebagaimana mestinya.

3.2 KONFIGURASI SISTEM

Secara garis besar, sistem ini hanya mengandalkan AT Mega16 sebagai pengintegrasikan utama dalam kesinambungan sistem ini. Akan tetapi hal ini tidak akan bisa bekerja jika tidak adanya komponen-komponen yang lain dalam pembentukan sistem ini. Hal ini dapat digambarkan dalam suatu blok diagram pada gambar 3.1 :



Gambar 3.1 Blok diagram alat

Dengan adanya diagram alat maka perencanaan dan pembuatan perangkat keras atau *hardware* terdiri dari beberapa rangkaian, yaitu:

1. *Baterai* sebagai sumber tegangan.
2. *Modul chip GPS dan antenna* sebagai receiver data koordinat posisi dari satelit GPS
3. Sensor Ultrasonik sebagai pendeteksi keberadaan benda yang ada didepan kapal.
4. Sistem minimum AVR sebagai pusat pengendali.
5. Rangkaian driver motor dan mototr DC untuk menggerakkan putaran baling-baling kapal
6. LCD sebagai tampilan atau *display*.
7. Tombol Kontrol sebagai perintah masukan pada sistem kontrol

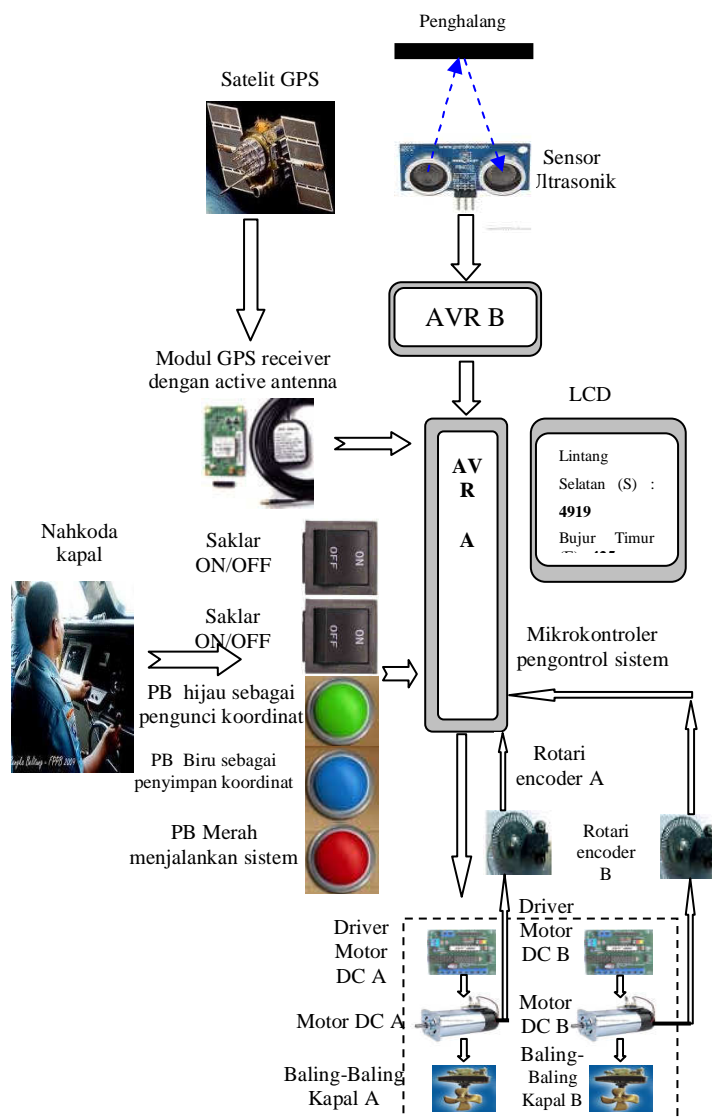
Dari uraian diatas dapat dibuat skenario dalam penggunaan sistem. Berikut ini beberapa skenario yang dapat dibuat sesuai dengan langkah – langkah penggunaan sistem ini :

1. User Menghidupkan system
2. GPS mengirimkan data koordinat kesistem
3. User menerima Informasi Koordinat posisi
4. User menekan tombol hijau untuk mengunci data koordinat sebagai tujuan kesistem dari GPS
5. User menekan tombol biru untuk menyimpan data koordinat sebagai tujuan kesistem dari GPS
6. Data koordinat dari GPS dikirim dan disimpan di system
7. User meletakkan kapal disembarang posisi
8. User menekan tombol merah untuk menjalankan system
9. Sistem Meminta data koordinat dari GPS
10. GPS Mengirim data koordinat kesistem
11. Sistem menjalankan kapal berdasarkan data koordinat yang dikirim Satelit GPS secara continue dan yang sesuai dengan koordinat tujuan yang telah disimpan
12. Kapal menuju tujuan koordinat yang diinginkan User
13. Ada Penghalang didepan kapal Ultrasonik mengirimkan data
14. Sistem mengola data jarak penghalang didepan kapal
15. Sitem menampilkan informasi di LCD mengenai jarak penghalang didepan kapal

16. Sistem memberikan informasi jarak penghalang didepan kapal
17. User melakukan tindakan pencegahan

3.3 Ilustrasi Sistem

Pada tahap ini disajikan serangkaian ilustrasi sistem yang dilengkapi dengan gambar ditunjukkan oleh Gambar 3.2:



Gambar 3.2 Ilustrasi sistem

Dari ilustrasi sistem seperti Gambar 3.2 ditunjukkan bahwa ketika alat dihidupkan maka mikrokontroler, modul GPS, dan Driver motor dc akan aktif, kemudian Tunggu hingga tampilan di LCD menyala sampai data tampilan dari GPS terbentuk dengan menampilkan nilai bujur timur (E) dan nilai lintang selatan (S) pada LCD. Untuk menjalankan system harus menentukan terlebih dahulu koordinat posisi kapal yang akan dituju, dengan cara menyimpan koordinat tujuan yang ditentukan dengan menekan tombol warna hijau kemudian menekan tombol warna biru untuk mengunci dan menyimpan data koordinat dari GPS nilai bujur timur (E) dan nilai lintang selatan (S) ke mikrokontroler. Setelah posisi tujuan kapal

sudah ditentukan dan sudah mendapatkan nilai bujur timur (E) dan nilai lintang selatan (S) maka system dan kapal siap untuk dioperasikan dan dijalankan, Untuk melakukan pengujian pengoperasian kapal maka kapal bisa diberangkatkan dari sembarang posisi dan tempat. Untuk menjalankan kapal Tekan tombol push button warna merah pada kontrol untuk menjalankan sistem dan program didalam mikrokontroler pada kapal, maka kapal akan bergerak mencari nilai bujur timur (E) dan nilai lintang selatan (S) pada program mikrokontroler sesuai settingan data koordinat GPS tujuan yang sudah disimpan sebelumnya. Dan apabila didepan kapal ada suatu penghalang maka kapal akan berhenti kemudian kapal akan berbelok menghindari penghalang dan kemudian kapal akan brejalan kembali menuju koordinat tujuan. Sistem perputaran baling – baling pada kapal untuk menggerakkan kapal digerakkan oleh motor DC yang dihubungkan langsung dengan baling – baling kapal.

3.4 Modul GPS Receiver

Rangkaian GPS yang digunakan adalah tipe EG-T10 buatan Leadtek. Modul GPS ini hanya membutuhkan tegangan ± 5 Volt DC untuk dapat bekerja dan dihubungkan pada pin 1 dan 2 untuk tegangan positif (+) dan pin 10 untuk tegangan negative (-). Rangkaian penerima (Rx) pada GPS ini terdapat pada pin 12 dan rangkaian pemancar (Tx) terdapat pada pin 11. Kedua pin ini digunakan untuk mengambil data GPS yang kemudian dimasukkan kedalam rangkaian mikrokontroler. Adapun modul GPS seperti pada Gambar 3.3:



Gambar 3.3 Modul GPS

3.5 Modul Sensor Ultrasonik

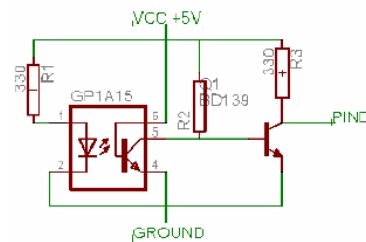
Sensor ultrasonik yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah DT-Sense Ultrasonic And Infrared Ranger merupakan modul pengukur jarak non-kontak yang diproduksi oleh Innovative Electronics. Untuk memicu dan membaca data pengukuran dengan DT-Sense Ultrasonic And Infrared Ranger hanya memerlukan 1 buah pin mikrokontroler. Selain itu disediakan antarmuka komunikasi I2C sehingga beberapa modul DT-Sense Ultrasonic And Infrared Ranger .

Untuk mengaktifkan sensor maka modul diberi triger pulsa maka sensor akan mengeluarkan sinyal pwm dan duty cycle tersebut sebagai jarak objek dengan sensor. Selanjutnya data ultrasonik dikirim ke mikrokontroler dengan komunikasi serial. Data yang dikirim adalah data 8-bit dengan nilai 5-255, dimana nilai 0 digunakan sebagai tanda akhir data.

3.6 Sensor Rotary Encoder

Sensor ini difungsikan sebagai peng-counter banyaknya putaran motor sehingga kecepatan motor dapat

diketahui. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3.8. Dari rangkaian pada gambar 3.8 terlihat bahwa setelah *photo interrupter* terdapat transistor npn BD139. adapun fungsi transistor BD139 sebagai logika NOT atau *inverting* dari logika *output foto interrupter*. Rangkaian rotary encoder ditunjukkan oleh Gambar 3.4 :



Gambar 3.4 Rangkaian rotary encoder

3.7 Minimum Sistem Mikrokontroler AVR

3.7.1 Umum

Pada Tugas akhir ini digunakan dua buah sistem minimum mikronkontroler AVR yaitu sistem minimum Atmega 16 dan system minimum Atmega 8, dikarenakan apabila menggunakan satu mikrokontroler maka data dari modul GPS dan data dari sensor ultrasonic tidak dapat sinkron akibatnya apabila modul GPS dan sensor ultrasonik diaktifkan dan dikontrol dalam satu minimum sistem mikrokontroler akibatnya data GPS terganggu dan tidak dapat diterima dengan bagus oleh mikronkotroler dan sensor ultrasonik juga tidak bisa mengirimkan sinyalnya. Maka dari itu dalam tugas akhir ini menggunakan dua buah sistem minimum mikrokontroler AVR. Untuk menghindari terganggunya mikrokontroler dalam penerimaan dan pengontrolan data sinyal GPS dari satelit GPS.

3.7.2 Sistem Minimum Mikrokontroler ATmega16

Sistem minimum AT mega16 adalah pusat pengintegrasikan utama dari semua peralatan yang dibutuhkan dalam proyek akhir ini. Berikut ini adalah Rangkaian sistem minimum AT mega16 yang sesuai dengan port-port input dan output yang dibutuhkan.

Untuk port A digunakan sebagai output ke LCD disesuaikan dengan konfigurasi PIN pada LCD. Port B digunakan untuk ISP programmer dalam artian sebagai konfigurasi PIN untuk downloader dan Selain itu nantinya port B juga digunakan untuk komunikasi antara mikrokontroler ATmega16 dengan mikrokontroler ATmega8 yaitu MOSI, MISO, SCK. untuk Reset, VCC, dan ground diambilkan dari port yang berbeda. Port C digunakan sebagai pengontrol Driver motor Dc dan Rangkaian push button. Dan port D digunakan untuk komparator yaitu untuk menerima data yang masuk dari modul GPS dan sensor Optocoupler yang digunakan sebagai inputan.

3.7.3 Sistem Minimum Mikrokontroler ATmega8

Sistem minimum ATmega8 adalah pusat pengintegrasikan tambahan peralatan yang dibutuhkan dalam proyek akhir ini yaitu khusus digunakan untuk sensor ultrasonik.

Untuk Port B digunakan untuk ISP programmer dalam artian sebagai konfigurasi PIN untuk downloader dan Selain itu nantinya port B juga digunakan untuk komunikasi antara mikrokontroler ATmega16 dengan mikrokontroler ATmega8 yaitu MOSI, MISO, SCK. untuk Reset, VCC, dan ground diambilkan dari port yang berbeda. Dan port D digunakan untuk komparator yaitu untuk menerima data yang masuk dari sensor ultrasonik yang digunakan sebagai inputan. Sedangkan untuk Port A dan Port C dalam minimum system ATmega8 pada Proyek Akhir ini tidak digunakan.

3.8 Rangkaian Driver motor DC

Rangkaian ini digunakan sebagai pengontrol pergerakan motor DC untuk memutar baling – baling kapal . Rangkaian ini dihubungkan pada port C pada mikrokontroler ATmega16 yang mana prinsip kerjanya dikendalikan oleh data koordinat yang diterima oleh modul GPS yang kemudian di kontrol oleh mikrokontroler Atmega 16.

3.9 Rangkaian Push Button

Push button pada sistem ini untuk kontrol sistem keseluruhan kapal, sistemnya seperti saklar biasa. Apabila system dihidupkan pada LCD akan menampilkan koordinat posisi kapal berada, push botton 1 dengan warna hijau berfungsi untuk mengunci koordinat yang diterima dari modul GPS receiver, kemudian push botton 2 dengan warna hijau biru berfungsi untuk menyimpan koordinat tujuan kedalam mikrokontroler, dan push botton 3 dengan warna hijau merah berfungsi untuk menjalankan keseluruhan system maka kapal akan berjalan secara otomatis berjalan ke koordinat tujuan yang telah disimpan.

3.10 Perancangan Rangkaian Power Supply

Rangkaian power supply yang digunakan untuk memberi supply tegangan mikrokontroler harus stabil, dan mempunyai arus yang cukup untuk mensupply mikrokontroller sehingga tidak terjadi drop tegangan saat mikrokontroler dioperasikan.

3.11 Desain mekanik

Dibawah ini disajikan desain mekanik dari perencanaan sistem simulasi. Hal ini dimaksudkan sebagai gambaran awal tentang cara kerja dan sistem tata letak dari tiap alat.

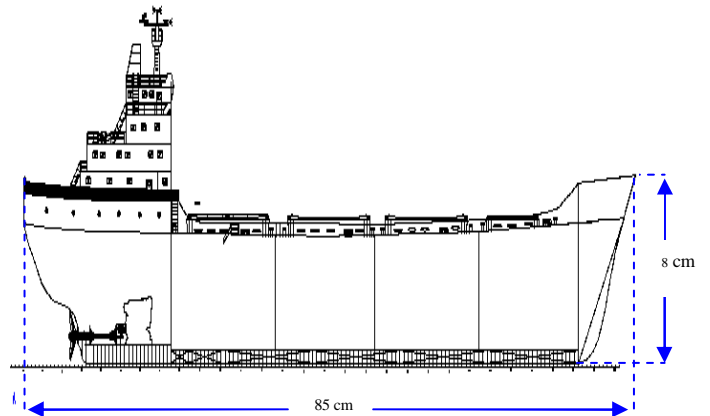
3.11.1 Penentuan Ukuran dan Dimensi kapal

Pada tahap ini adalah perencanaan dan pembuatan mekanik miniatur kapal yang meliputi : badan kapal serta baling-baling kapal. Badan kapal diambil secara keseluruhan mengingat sistem yang digunakan adalah sistem kontrol auto pilot yang secara kemungkinan berhubungan langsung dengan air seperti kapal pada umumnya. Maket pada kapal diambil pada maket dan kapal yang sudah diproduksi.

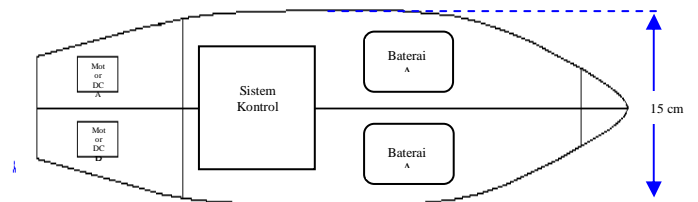
Kemudian dari data kapal pembanding tersebut ditentukan data-data kapal yang akan dirancang yang meliputi ukuran-ukuran utama kapal dan dimensi lainnya.

Tipe Kapal	: General Cargo
Panjang (Lpp)	: 85 cm
Lebar (B)	: 15 cm
Tinggi Geladak (H)	: 8 cm
Sarat Air (T)	: 5 cm

Digambarkan desain mekanik dan data – data kapal ditunjukkan oleh Gambar 3.5 dan Gambar 3.6. dan Gambar 3.7 menunjukkan miniatur kapal yang sudah jadi :



Gambar 3.5 Desain Miniatur Kapal Tampak Samping



Gambar 3.6 Desain Miniatur Kapal Tampak Atas



Gambar 3.7 Miniatur kapal cargo

IV PENGUJIAN DAN ANALISA

Dalam bab ini akan dibahas tentang pengujian berdasarkan perencanaan dari sistem yang dibuat. Pengujian ini dilaksanakan untuk mengetahui kehandalan dari sistem dan untuk mengetahui apakah sudah sesuai dengan perencanaan atau belum. Pengujian pertama-tama dilakukan secara terpisah, dan kemudian dilakukan kedalam sistem yang telah diintegrasikan.

Pengujian yang dilakukan pada bab ini antara lain :

1. Pengujian minimum sistem mikrokontroler ATmega16 dan ATmega 8.
2. Pengujian rangkaian LCD.
3. Pengujian rangkaian driver.
4. Pengujian motor propeller.
5. Pengujian Sensor ultrasonik.
6. Pengujian GPS
7. Pengujian sistem keseluruhan.

4.1. Pengujian Minimum Sistem Atmega16 Dan Atmega 8

Hasil dan analisa :

```
while (1)
{
// Place your code here
n=1;
PORTB=1;
delay_ms(100);
for(i=0;i<=10;i++)
{
n=2*n;
PORTB=n;
delay_ms(100);
}
};
```

Dari potongan program di atas akan kita dapatkan nyala led yang selalu bergeser dari kanan ke kiri, dan diilustrasikan dengan Gambar 4.1:



Gambar 4.1 Hasil yang tampak pada led

Setelah program didownload maka akan ada tampilan led yang ada pada port b yang bergeser perbit kekiri dan selanjutnya kekanan seperti diilustrasikan pada Gambar 4.1. Dari hasil tersebut dapat dianalisa bahwa minimum sistem mikrokontroler ATmega16 dan Atmega8 dapat berfungsi dengan baik dan dapat diprogram untuk aplikasi pergerakan kapal selanjutnya.

4.2. Pengujian LCD

Hasil dan analisa

Untuk pengetesan LCD ini dilakukan dengan cara menuliskan program sebagai berikut:

```
void main(){
while (1)
{
// Place your code here
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_putsf("Sistem Control");
lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("Auto Pilot");
}
}
```



Gambar 4.2 Tampilan LCD

Setelah program pengetesan LCD didownload ke modul, maka pada layar LCD akan menghasilkan tampilan sebagai berikut : Pada baris 1 tampil 'Sistem Control ' dan baris 2 tampil 'Auto Pilot'. Seperti yang terlihat pada Gambar 4.2. jika ternyata pada layar LCD tidak terdapat tampilan

tersebut maka LCD dalam keadaan rusak atau tidak bisa digunakan.

4.3. Pengujian Rangkaian Driver Motor Dc

Analisa :

Pengujian dilakukan dengan memberikan tegangan masukan secara bertahap dari 3volt-24volt. Kemudian memberikan logika pada port input high(5v) atau low(0v) dengan logika 00(berhenti), 01(belok kiri), 10(belok kanan) dan 11(maju). Kemudian diukur tegangan pada port output yang menuju motor DC. Dari data di atas bisa diketahui bahwa untuk logika 00 output dibawah 5v sehingga motor tidak dapat berputar atau menggerakkan beban. Sedangkan untuk logika 10 dan 01 untuk tegangan pada motor dengan logika 1 mendapatkan tegangan yang besar diatas 20v, sehingga dengan tegangan sebesar ini motor DC dapat berputar.

Sedangkan untuk logika 11 mendapatkan tegangan output diatas 12v, kondisi ini motor dapat berputar namun perbedaan tegangan yang ada antara input ke motor kanan dan kiri mengakibatkan perbedaan perputaran dari Propeller kanan dengan propeller kiri. Perbedaan perputaran ini mengakibatkan pergerakan kapal tidak lurus. Namun selisih 0.5v ini pada pergerakan nyata tidak begitu kelihatan. Tegangan output saat logika 11 memiliki besar yang lebih kecil dari logika 10 atau 01, hal ini dikarenakan tegangan input dibagi 2 sehingga hasilnya menjadi lebih kecil. Dilihat dari hasil secara keseluruhan sudah sesuai dengan kerja driver, sehingga dapat dikatakan bahwa driver dapat bekerja dengan baik.

4.4. Pengujian Motor Propeller

Hasil dan analisa

Pada LCD akan tampil data jarak yang dihasilkan sensor. Semakin jauh objek maka data yang dihasilkan semakin besar. Tabel dibawah adalah data sensor ultrasonik untuk jarak dari 0-20 cm. Jika sensor yang digunakan lebih dari satu maka perlu diperhatikan tentang bagaimana cara scanning hal ini karena gelombang suara yang dipancarkan dapat mempengaruhi sensor yang lain sehingga mengakibatkan data sensor tidak akurat. Model scanning yang digunakan secara bergantian. Tetapi hal ini dapat memperlambat proses scanning. Tetapi dalam kasus ini waktu yang dibutuhkan sudah memenuhi.

4.7. Pengujian Modul GPS

Hasil dan analisa

Dalam pengujian sistem GPS tidak dapat diketahui secara langsung dan harus membutuhkan perangkat lain seperti rangkaian mikrokontroler dan LCD karena GPS yang digunakan hanya berupa modul chip GPS. Pemberian sumber tegangan juga harus diperhatikan dan jangan sampai salah mengingat modul chip GPS ini rawan sekali terhadap kerusakan. Pengujian sistem ini dikatakan berhasil apabila dapat menampilkan data lintang selatan dan bujur timur sesuai dengan lokasi GPS tersebut berada serta pengujian hanya

dapat dilakukan diluar ruangan, dan apabila dilakukan didalam ruangan maka pada layar LCD tidak akan menampilkan nilai lintang selatan (S) dan nilai bujur timur (E), Sehingga Pada pengujian modul GPS hanya dapat dilakukan diluar ruangan yang terbuka agar dapat menampilkan nilai lintang selatan (S) dan bujur timur (E), seperti pada Gambar 4.3 :



Gambar 4.3 Tampilan GPS setelah menerima data

4.7. Pengujian Keseluruhan Sistem

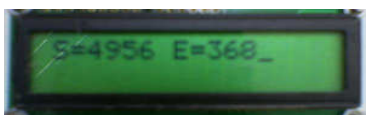
Pengujian ini dilakukan secara bertahap dan berhubungan satu dengan yang lain. Apabila tahap pertama belum berhasil maka pengujian berikutnya akan tertunda sampai pengujian tahap pertama selesai dilakukan., maka baik dari segi hardware maupun software harus siap dan dilakukan bertahap sehingga semua berjalan dengan baik serta dapat dianalisa kekurangan yang ada. Pengujian keseluruhan disini merupakan pengujian yang dilakukan dengan menggabungkan seluruh sistem hardware, mekanik dan software. Keseluruhan sistem pada kapal ditunjukkan oleh Gambar 4.4 :



Gambar 4.4 Keseluruhan sistem pada kapal

Pada saat pengujian sistem keseluruhan kapal ini belum mampu mendapatkan data koordinat yang akurat dikarenakan modul GPS sendiri memiliki toleransi error sejauh ± 10 meter. Adapun pengujian yang dilakukan adalah melakukan perjalanan kapal secara autopilot yang dimana berangkat dari satu tempat menuju ke satu tujuan lainnya dengan cara otomatis berdasarkan koordinat bujur timur (E) dan nilai lintang selatan (S) dari GPS

Untuk pengujian keseluruhan sistem dimulai dengan mencari koordinat posisi dari kapal dengan cara menyalakan atau mengaktifkan keseluruhan system, maka LCD akan menampilkan data koordinat posisi kapal sebenarnya. Seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.5 :



Gambar 4.5 GPS Setelah Menerima Data

Gambar 4.5 adalah setelah system aktif dan LCD dapat menampilkan nilai lintang selatan (S) dan bujur timur (E), Untuk menjalankan system harus menentukan terlebih dahulu koordinat posisi kapal yang akan dituju, dengan cara

mengunci terlebih dahulu dan kemudian menyimpan koordinat tujuan yang ditentukan pada mikrokontroler. Untuk tahap pertama setelah tampilan koordinat GPS sudah tampil pada LCD maka dilakukan tahap penguncian data dengan menekan tombol warna hijau Kemudian pada layar LCD akan menampilkan data data informasi yang sudah diambil.



Gambar 4.6 Pengambilan Data GPS

Setelah tahap penguncian data koordinat selesai seperti pada Gambar 4.6 maka tahap selanjutnya adalah melakukan penyimpanan Data-data tersebut pada mikrokontroler untuk dijadikan data nilai koordinat lokasi tujuan. Pada tahap pengujian penyimpanan data ini dilakukan dengan cara tombol warna biru yang berfungsi untuk menyimpan data koordinat dari GPS nilai bujur timur (E) dan nilai lintang selatan (S) ke mikrokontroler. Kemudian pada layar LCD akan menampilkan data informasi. seperti ditunjukkan pada Gambar 4.7 :



Gambar 4.7 Penyimpanan Data GPS

Setelah proses penyimpanan data selsai seperti terlihat pada Gambar 4.7 maka Sebelum menjalankan program, kapal ditempatkan pada posisi lain yang jauh dari tempat semula pada saat pengambilan data. Setelah posisi sudah ditentukan maka program dapat dijalankan dengan menekan tombol merah dan pada LCD akan menampilkan data setting dan data lokasi GPS tersebut berada. ditunjukkan pada Gambar 4.8 :

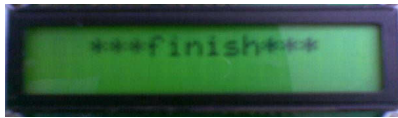


Gambar 4.8 Data Lokasi GPS dan Data Setting Yang Tidak Sama

Apabila data yang ditampilkan tidak sama seperti ditunjukkan pada Gambar 4.8 maka kapal akan mencari lokasi data tersebut berada, tetapi dalam proses pencarian data masih terdapat ketidak akuratan data yang diterima oleh GPS. Dengan demikian untuk menyamakan data masih terdapat kesulitan. Dan apabila data yang diterima oleh GPS itu sama dengan data setting maka pada LCD akan menampilkan 'finish' yang berarti kapal sudah berhenti. Pengambilan Data GPS ditunjukkan oleh Gambar 4.9 Data Finish ditunjukkan oleh Gambar 4.10:



Gambar 4.9 Pengambilan Data GPS



Gambar 4.10 Data Finish atau sampai pada tujuan

Percobaan Autopilot pada kapal :

Tabel Percobaan 4.1 Autopilot Pada Kapal

Koordinat Tujuan : Bujur Timur : 112.44255

Lintang Selatan : - 07.15987

No.	Koordinat Berangkat		Jumlah Percobaan	Hasil Pengujian	
	Bujur Timur	Lintang Selatan		Berhasi 1	Gagal
1	112.44267	- 07.15989	10	7	2
2	112.44245	- 07.15972	10	8	2
3	112.44274	- 07.15934	10	8	3
4	112.44239	- 07.15951	10	6	4
Jumlah			40	29	11

Prosentase keberhasilan

1. % Keberhasilan Autopilot = $\frac{\text{Jumlah sampai Tujuan}}{\text{Jumlah Percobaan}} \times 100\%$
% Keberhasilan 1 = $\frac{7}{10} \times 100\% = 70\%$
2. % Keberhasilan Autopilot = $\frac{\text{Jumlah sampai Tujuan}}{\text{Jumlah Percobaan}} \times 100\%$
% Keberhasilan 1 = $\frac{8}{10} \times 100\% = 80\%$
3. % Keberhasilan Autopilot = $\frac{\text{Jumlah sampai Tujuan}}{\text{Jumlah Percobaan}} \times 100\%$
% Keberhasilan 1 = $\frac{8}{10} \times 100\% = 80\%$
4. % Keberhasilan Autopilot = $\frac{\text{Jumlah sampai Tujuan}}{\text{Jumlah Percobaan}} \times 100\%$
% Keberhasilan 1 = $\frac{6}{10} \times 100\% = 60\%$

Rata-rata = $\frac{70\% + 80\% + 80\% + 60\%}{4} = 72,5\%$

Analisa Percobaan Auto Pilot Pada Kapal

Dari percobaan seperti data pada Tabel 4.1 didapatkan beberapa analisis awal, Setelah dilakukan percobaan dan dibuat tabel percobaan maka dapat disimpulkan bahwa memiliki tingkat keberhasilan sekitar 72,5%, pada waktu melakukan percobaan mempunyai beberapa kendala dan kesulitan ini sebabkan karena berbagai faktor dan kendala sebagai berikut :

a. Faktor Alam :

- **Refraksi dan Multipath (pembelokan sinyal data).**

Yang dimaksud disini adalah data koordinat lintang selatan dan bujur timur yang diterima GPS, fenomena dimana sinyal data yang diterima oleh GPS receiver dipantulkan oleh benda-benda di sekitar GPS receiver

- **Pelemahan sinyal data di lapisan troposfer.**

Lapisan troposfer merupakan persentase terbesar dari total masa atmosfer yaitu lebih dari 75%. Sedangkan sisanya menyebar pada lapisan yang lain. Troposfer tersusun atas

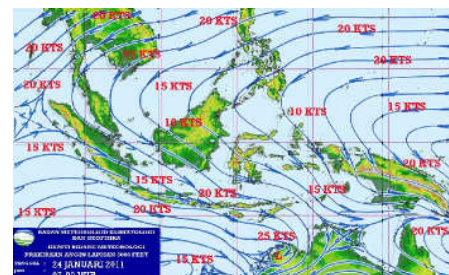
nitrogen (78 %) dan oksigen (21 %) dengan hanya sedikit konsentrasi gas lainnya.

Penurunan rata-rata temperatur pada troposfer adalah 6.5° C/km. Tingkat penurunan ini dikenal dengan susut temperatur rata-rata troposfer. Susut temperatur maksudnya adalah derajat penurunan temperatur. Di tempat yang temperturnya berkurang sejalan dengan ketinggian seperti lazimnya pada troposfer susut temperturnya adalah positif. Berkurangnya temperatur terhadap ketinggian pada troposfer ini disebabkan oleh: Pemanasan udara yang terbanyak berasal dari bumi, uap air dan debu yang menyerap panas, semakin keatas semakin berkurang, udara pada lapisan bawah lebih rapat daripada lapisan diatas sehingga udara pada lapisan bawah lebih panas

Ketika melalui troposfer, sinyal GPS akan mengalami refraksi yang menyebabkan perubahan kecepatan dan arah sinyal GPS. Efek utama dari troposfer dalam hal ini adalah terhadap hasil ukuran jarak dari satelit GPS ke receiver GPS di permukaan. Maka Data Koordinat lintang selatan dan data koordinat bujur timur keduanya sama diperlambat oleh troposfer, dan besar magnitudo dari bias troposfer pada kedua data pengamatan tersebut adalah sama. Magnitudo dari bias troposfer berkisar sekitar ≈ 2.3 m di arah zenit sampai ≈ 20 m pada 100 m di atas horison.

➤ **Faktor Kecepatan Angin :**

Berdasarkan informasi dari BMKG Juanda Surabaya, mengenai terpaan angin kencang mulai 24 January 2011 07.00 WIB hingga 25 January 2011 07.00 WIB. untuk kecepatan angin disurabaya antara 5 – 18 knots (5-35 km/jam) dari arah barat. Jarak pandang 3-10 Km, kelembaban udara 54-95 persen, suhu udara 24-33 derajat Celsius dan arah angin barat laut. Dan dibawah ini adalah gambar data kecepatan angin dari BMKG Juanda Surabaya ditunjukkan oleh Gambar 4.9 :



Gambar 4.11 Arah Pergerakan dan Kecepatan Angin

Data real dari BMKG Juanda Surabaya membuktikan bahwa kecepatan angin di kota Surabaya sangatlah tinggi, sehingga mengakibatkan kendala dalam pengetesan dan percobaan sistem control autopilot pada kapal ini yang mengakibatkan kegagalan dalam percobaan sistem control autopilot dan mengakibatkan kapal bergerak tidak sesuai yang kita inginkan. karena factor angin sangat berpengaruh dalam percobaan. Dansangat menghambat pergerakan dari kapal

➤ **Pengaruh Arus air bawah**

Setelah melakukan percobaan di kolam penampungan air yang cukup lebar ternyata dapat di analisa bahwa arus air pada waktu yang berada di tepi dan di tengah sangat berbeda, ini penulis buktikan dengan melakukan percobaan mengoperasikan kapal di tepi dan di tengah kolam. Pada waktu melakukan percobaan di tepi kolam kondisi dan pergerakan kapal relatif stabil sedangkan pada waktu melakukan percobaan ditengah kolam kondisi kapal relative tidak stabil dan cenderung kapal melakukan pergerakan memutar 360 derajat secara terus menerus. Setelah penulis analisa ternyata kemungkinan ini disebabkan karena adanya perputaran air ditengah kolam yang biasanya ini disebut arus bawah air.

Arus bawah air adalah gerakan massa air dari satu tempat ke tempat lain baik secara vertikal (gerak ke atas) maupun secara horizontal (gerakan ke samping) yang bergerak di bawah permukaan laut.. Contoh-contoh gerakan itu seperti gaya coriolis, yaitu gaya yang membelok arah arus dari tenaga rotasi bumi. Pembelokan itu akan mengarah ke kanan di belahan bumi utara dan mangarah ke kiri di belahan bumi selatan. Gaya ini yang mengakibatkan adanya aliran gyre yang searah jarum jam kekanan pada belahan bumi utara dan berlawanan dengan arah jarum jam di belahan bumi selatan. Perubahan arah arus dari pengaruh angin ke pengaruh gaya coriolis dikenal dengan spiral ekman.

b. Faktor dari GPS receiver

Menurut Data sheet pada modul GPS receiver EG-T10 yang penulis gunakan dalam sistem ini mempunyai error posisi sejauh ± 10 meter dan hanya bisa menerima sinyal GPS dari 12 satelit yang berada di angkasa luar, sehingga Fakor tersebut di atas yang mempengaruhi data koordinat yang diterima oleh modul GPS mengakibatkan data koordinat lintang selatan dan bujur timur GPS selalu berubah-ubah yang menyebabkan tampilan objek pada program tidak stabil dan pembacaan posisi kapal tidak seperti posisi kapal sebenarnya, ini berpengaruh terhadap pergerakan kapal secara otomatis dan kapal tidak bisa berhenti sesuai koordinat tujuan yang disimpan pada mikrokontroler.

Analisa Error Koordinat GPS

Diketahui : Koordinat Tujuan
Koordinat Posisi error
1° = 111 km

Rumus :

Selisih koordinat = Koordinat Tujuan – Koordinat Posisi Error

Konversi Derajat posisi kejarak = Selisih koordinat X 111 Km

$$\text{Nilai Error} = \sqrt{\text{BujurTimur}^2 + \text{Lintangselatan}^2}$$

Tabel 4.2 Analisa Percobaan 1

Koordinat Tujuan : Bujur Timur : 112,44255
Lintang Selatan : - 07,15987
Koordinat Berangkat : Bujur Timur : 112.44367
Lintang Selatan : - 07.15889

no	Nilai Posisi Koordinat Error		Nilai Selisih Koordinat dalam derajat posisi		Nilai Konversi Derajat Posisi ke Jarak dalam meter		Nilai Error dalam Meter
	Bujur Timur	Lintang Selatan	Bujur Timur	Lintang Selatan	Bujur Timur	Lintang Selatan	
1	112,44262	07,15989	0,00007	0,00002	7,77	2,22	8,08
2	112,44262	07,15989	0,00007	0,00002	7,77	2,22	8,08
3	112,44264	07,15991	0,00009	0,00004	9,99	4,44	10,93
4	112,44263	07,15995	0,00008	0,00003	8,88	3,33	9,48
5	112,44256	07,15992	0,00010	0,00005	10,11	5,55	11,53
6	112,44264	07,15991	0,00009	0,00004	9,99	4,44	10,93
7	112,44263	07,15995	0,00008	0,00003	8,88	3,33	9,48
8	112,44264	07,15991	0,00009	0,00004	9,99	4,44	10,93
9	112,44256	07,15992	0,00010	0,00005	10,11	5,55	11,53
10	112,442561	07,15993	0,00011	0,00006	11,22	6,66	13,04
Nilai Rata-Rata Error							10,401

Tabel Analisa 4.3 Analisa Percobaan 2

Koordinat Tujuan : Bujur Timur : 112,44255
Lintang Selatan : - 07,15987
Koordinat berangkat : Bujur Timur : 112.44445
Lintang Selatan : - 07.15772

No	Nilai Posisi Koordinat Error		Nilai Selisih Koordinat dalam derajat posisi		Nilai Jarak dalam meter		Nilai Error dalam Meter
	Bujur Timur	Lintang Selatan	Bujur Timur	Lintang Selatan	Bujur Timur	Lintang Selatan	
1	112,44262	07,15989	0,00007	0,00002	7,77	2,22	8,08
2	112,44264	07,15991	0,00009	0,00004	9,99	4,44	10,93
3	112,44264	07,15991	0,00009	0,00004	9,99	4,44	10,93
4	112,44263	07,15995	0,00008	0,00003	8,88	3,33	9,48
5	112,44262	07,15989	0,00007	0,00002	7,77	2,22	8,08
6	112,44263	07,15995	0,00008	0,00003	8,88	3,33	9,48
7	112,44262	07,15989	0,00007	0,00002	7,77	2,22	8,08
8	112,44256	07,15992	0,00010	0,00005	10,11	5,55	11,53
9	112,442561	07,15993	0,00011	0,00006	11,22	6,66	13,04
10	112,442561	07,15993	0,00011	0,00006	11,22	6,66	13,04
Nilai Rata-Rata Error							10,267

Tabel Analisa 4.4 Analisa Percobaan 3

Koordinat Tujuan : Bujur Timur : 112,44255
Lintang Selatan : - 07,15987
Koordinat Sampai : Bujur Timur : 112.44474
Lintang Selatan : - 07.15734

No	Nilai Posisi Koordinat Error		Nilai Selisih Koordinat dalam derajat posisi		Nilai Jarak dalam meter		Nilai Error dalam Meter
	Bujur Timur	Lintang Selatan	Bujur Timur	Lintang Selatan	Bujur Timur	Lintang Selatan	
1	112,44264	07,15991	0,00009	0,00004	9,99	4,44	10,93
2	112,44256	07,15992	0,00010	0,00005	10,11	5,55	11,53
3	112,44264	07,15991	0,00009	0,00004	9,99	4,44	10,93
4	112,442561	07,15993	0,00011	0,00006	11,22	6,66	13,04
5	112,442561	07,15993	0,00011	0,00006	11,22	6,66	13,04
6	112,44263	07,15995	0,00008	0,00003	8,88	3,33	9,48
7	112,44256	07,15992	0,00010	0,00005	10,11	5,55	11,53
8	112,44256	07,15992	0,00010	0,00005	10,11	5,55	11,53
9	112,44264	07,15991	0,00009	0,00004	9,99	4,44	10,93
10	112,442561	07,15993	0,00011	0,00006	11,22	6,66	13,04
Nilai Rata-Rata Error							11,598

Tabel Analisa 4.5 Analisa Percobaan 4

Koordinat Tujuan : Bujur Timur : 112,44255
 Lintang Selatan : - 07,15987
 Koordinat Sampai : Bujur Timur : 112.44539
 Lintang Selatan : - 07.15951

No	Nilai Posisi Koordinat Error		Nilai Selisih Koordinat dalam derajat posisi		Nilai Jarak dalam meter		Nilai Error dalam Meter
	Bujur Timur	Lintang Selatan	Bujur Timur	Lintang Selatan	Bujur Timur	Lintang Selatan	
1	112,44263	07,15995	0,00008	0,00003	8,88	3,33	9,48
2	112,44264	07,15991	0,00009	0,00004	9,99	4,44	10,93
3	112,44256	07,15992	0,000010	0,00005	10,11	5,55	11,53
4	112,44264	07,15991	0,00009	0,00004	9,99	4,44	10,93
5	112,44256	07,15992	0,000010	0,00005	10,11	5,55	11,53
6	112,442561	07,15993	0,000011	0,00006	11,22	6,66	13,04
7	112,44256	07,15992	0,000010	0,00005	10,11	5,55	11,53
8	112,442561	07,15993	0,000011	0,00006	11,22	6,66	13,04
9	112,442562	07,15994	0,000012	0,00007	11,33	7,77	13,73
10	112,44256	07,15992	0,000010	0,00005	10,11	5,55	11,53
Nilai Rata-Rata Error							11,727

Analisa Tabel 4.2, Tabel 4.3, Tabel 4.4, Tabel 4.5 :

Tabel 4.2, Tabel 4.3, Tabel 4.4, dan Tabel 4.5 merupakan kumpulan data untuk mencari dan mengetahui nilai error yang dihasilkan GPS saat membaca posisi koordinat. Pada setiap tabel dilakukan percobaan sebanyak 10 kali dari satu titik koordinat berangkat dan satu titik koordinat Tujuan. Setiap percobaan diambil data nilai koordinat error kemudian dicari selisih koordinat dengan menggunakan rumus yang penulis jelaskan sebelumnya. setelah ditemukan nilai selisih koordinat dari bujur timur dan lintang selatan. maka koordinat tersebut dikonversi dulu ke satuan jarak yaitu meter. Selanjutnya apabila nilai jarak sudah ditemukan maka langkah selanjutnya untuk mengetahui nilai error GPS adalah dengan cara mengola data tadi menggunakan teorema pythagoras antara nilai bujur timur dan lintang selatang sehingga didapatkan nilai error setiap percobaan. Dan ternyata setelah mengambil data sebanyak 10 kali dan dimasukan dalam tabel didapatkan data error yang berbeda dari setiap percobaan. Maka dari itu untuk mengetahui nilai error dari setiap tabel penulis mengola rata – rata nilai error dari setiap tabel sehingga pada setiap tabel didapatkan rata – rata nilai error GPS setiap 10 kali pemberangkatan kapal. Dan prosedur analisa percobaan ini penulis lakukan sama pada tabel – tabel yang lainnya yaitu total keseluruhan percobaan sebanyak 40 kali dan dimasukan dalam 4 tabel. Dalam setiap tabel digunakan kooordinat posisi berangkat kapal yang berbeda dan didapat rata – rata nilai error yang berbeda pula dalam setiap tabel. Sehingga untuk mngetahui keseluruhan nilai error dari GPS dalam membaca posisi kapal penulis mengola rata – rata nilai error dari keseluruhan tabel yang pada akhirnya berdasarkan Tabel 4.2, Tabel 4.3, Tabel 4.4, dan Tabel 4.5 didapat rata – rata nilai error dari GPS sebesar **10,99 Meter**.

c. Faktor Miniatur Kapal Terhadap Pengaruh Kondisi Alam

Pada Proyek Akhir ini mekanik atau miniatur kapal sangat berpengaruh dalam percobaan sistem autopilot pilot, karena ukuran kapal yang terlalu kecil membuat pembacaan GPS terhadap posisi kapal tidak akurat dan pengaruh

pergerakan angin pada danau penampungan air membuat kapal berjalan tidak tentu arah. Yang mengakibatkan kapal tidak bisa bergerak sesuai data GPS dan tidak bisa berjalan secara otomatis dan terbawa angin. Pada analisa pengaruh kapal terhadap kondisi alam ini penulis kembali mengambil data lagi secara berulang kali sebagai mendapatkan data yang banyak agar dapat dijadikan sebagai analisa error jarak yang didapatkan.

Diketahui : Nilai jarak yang diinginkan
 Nilai jarak error hasil percobaan

Rumus :

Nilai Jarak Erro =

$$\sqrt{\text{Jarak Hasil percobaan}^2 - \text{Jarak yang diinginkan}^2}$$

Tabel 4.6 Analisa Percobaan 1

Koordinat Tujuan : Bujur Timur : 112,44255
 Lintang Selatan : - 07,15987

Koordinat Berangkat : Bujur Timur : 112.44367
 Lintang Selatan : - 07.15889

NO	Nilai Jarak Yang diinginkan dalam Meter	Nilai Jarak error Hasil Percobaan dalam meter	Nilai Jarak Error dalam Meter
1	20	23	11,35
2	20	22	9,16
3	20	24	13,26
4	20	22	9,16
5	20	22	9,16
6	20	22	9,16
7	20	24	13,26
8	20	22	9,16
9	20	22	9,16
10	20	22	9,16
Rata – rata nilai Jarak Error			10,19

Tabel 4.7 Analisa Percobaan 2

Koordinat Tujuan : Bujur Timur : 112,44255
 Lintang Selatan : - 07,15987

Koordinat berangkat : Bujur Timur : 112.44445
 Lintang Selatan : - 07.15772

NO	Nilai Jarak Yang diinginkan dalam Meter	Nilai Jarak error Hasil Percobaan dalam meter	Nilai Jarak Error dalam Meter
1	20	22	9,16
2	20	24	13,26
3	20	23	11,35
4	20	22	9,16
5	20	23	11,35
6	20	24	13,26
7	20	22	9,16
8	20	23	11,35
9	20	22	9,16
10	20	23	11,35
Rata – rata nilai Jarak Error			10,85

Tabel 4.8 Analisa Percobaan 3

Koordinat Tujuan : Bujur Timur : 112,44255
 Lintang Selatan : - 07,15987
 Koordinat Sampai : Bujur Timur : 112.44474
 Lintang Selatan : - 07.15734

NO	Nilai Jarak Yang diinginkan dalam Meter	Nilai Jarak error Hasil Percobaan dalam meter	Nilai Jarak Error dalam Meter
1	20	22	9,16
2	20	22	9,16
3	20	23	11,35
4	20	24	13,26
5	20	22	9,16
6	20	23	11,35
7	20	24	13,26
8	20	23	11,35
9	20	22	9,16
10	20	24	13,26
Rata – rata nilai Jarak Error			11,04

Tabel 4.9 Analisa Percobaan 4

Koordinat Tujuan : Bujur Timur : 112,44255
 Lintang Selatan : - 07,15987
 Koordinat Sampai : Bujur Timur : 112.44539
 Lintang Selatan : - 07.15951

NO	Nilai Jarak Yang diinginkan dalam Meter	Nilai Jarak error Hasil Percobaan dalam meter	Nilai Jarak Error dalam Meter
1	20	24	13,26
2	20	22	9,16
3	20	23	11,35
4	20	24	13,26
5	20	22	9,16
6	20	23	11,35
7	20	24	13,26
8	20	22	9,16
9	20	23	11,35
10	20	23	11,35
Rata – rata nilai Jarak Error			11,26

Analisa Tabel 4.6, Tabel 4.7, Tabel 4.8, Tabel 4.9 :

Tabel 4.6, Tabel 4.7, Tabel 4.8, Tabel 4.9 merupakan kumpulan data untuk mencari dan mengetahui nilai error pergerakan kapal akibat kondisi alam dan lingkungan. Pada setiap tabel dilakukan percobaan sebanyak 10 kali dari satu titik koordinat berangkat dan satu titik koordinat Tujuan. Setiap percobaan diambil data nilai Jarak error Selanjutnya apabila nilai jarak sudah ditemukan maka langkah selanjutnya untuk mengetahui nilai error jarak pergerakan kapal adalah dengan cara mengola data tadi menggunakan teorema pythagoras antara nilai jarak yang diinginkan dengan nilai Jarak erro hasil percobaan sehingga didapatkan nilai error setiap percobaan. Dan ternyata setelah mengambil data sebanyak 10 kali dan dimasukkan dalam tabel didapatkan data error yang berbeda dari setiap percobaan. Maka dari itu untuk mengetahui nilai error dari setiap tabel penulis mengola rata – rata nilai error dari setiap tabel sehingga pada setiap tabel didapatkan rata – rata nilai error GPS setiap 10 kali pemberangkatan kapal. Dan prosedur analisa percobaan ini

penulis lakukan sama pada tabel – tabel yang lainnya yaitu total keseluruhan percobaan sebanyak 40 kali dan dimasukkan dalam 4 tabel. Dalam setiap tabel digunakan koordinat posisi berangkat kapal yang berbeda dan didapat rata – rata nilai error yang berbeda pula dalam setiap tabel. Sehingga untuk mngetahui keseluruhan nilai error dari pergerakan kapal, penulis mengola rata – rata nilai error dari keseluruhan tabel yang pada akhirnya berdasarkan Tabel Tabel 4.6, Tabel 4.7, Tabel 4.8, Tabel 4.9 didapat rata – rata keseluruhan nilai error dari pergerakan kapal adalah sebesar 10,83 meter

d. Analisa Nilai keseluruhan error

Pada Analisa nilai keseluruhan error ini penulis menganalisa dari nilai error yang didapat dari rata – rata yang didapat dari nilai error koordinat posisi error GPS dan nilai error posisi kapal akibat pengaruh kondisi alam. Yang ditunjukkan oleh Tabel 4.110 :

Tabel 4.10 Nilai rata – rata error posisi sebagai toleransi error

NO.	Nilai Error posisi koordinat GPS dalam meter	Nilai Error posisi kapal pengaruh kondisi alam dalam meter	Rata – rata total nilai error posisi yang didapat pada keseluruhan sistem
1.	10,99	10,83	10,91

Jadi, nilai Rata – rata keseluruhan error akibat pengaruh Error Koordinat dan Pengaruh error kondisi alam adalah 10,91 meter

Setelah mendapatkan rata – rata nilai error posisi yang didapat pada keseluruhan sistem seperti pada Tabel 4.10, maka nilai tersebut nantinya akan digunakan dimasukkan ke control program pergerakan kapal sebagai referensi nilai radius untuk toleransi error posisi sistem pergerakan kapal pada proyek akhir ini.

**BAB V
PENUTUP**

Pada bab ini akan dibahas mengenai hasil dan kelemahan dari alat yang telah dibuat. Setelah melakukan perencanaan, pembuatan dan implementasi sistem autopilot pada kapal, kemudian dilakukan pengujian dan analisa maka dapat diambil kesimpulan dan saran- saran sebagai berikut :

5.1. KESIMPULAN

Dari beberapa tahap perencanaan dan pengujian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan yaitu :

1. Setelah dilakukan pengambilan data dari 2 titik koordinat Tujuan lintang selatan dan bujur timur dengan jumlah percobaan sebanyak 40 kali pemberangkatan dari titik yang berbeda terjadi total

kegagalan 11 kali, sehingga tingkat keberhasilannya adalah 72,5% dengan keberhasilan 29 kali..

2. Penyebab dari diperolehnya data tersebut tak lepas dari adanya kegagalan, kegagalan itu bisa dikarenakan oleh terlalu banyaknya faktor penyebab kegagalan pengujian antara lain:

- a. Faktor Alam :

- Faktor Kecepatan Angin
- Keadaan cuaca di sekitar lokasi sangat berpengaruh terhadap tracking GPS
- Refraksi dan Multipath (pembelokan sinyal data).
- Pelemahan sinyal data di lapisan troposfer.
- fenomena dimana sinyal data yang diterima oleh GPS receiver dipantulkan oleh benda-benda di sekitar GPS receiver
- Pengaruh arus bawah air

- b. Faktor dari GPS receiver

Dalam pengaturan keakuratan sistem GPS, toleransi yang digunakan untuk data lintang selatan (S) adalah ± 10 meter

- c. Faktor Desain Miniatur Kapal

karena ukuran kapal yang terlalu kecil membuat pembacaan GPS terhadap posisi kapal tidak akurat dan pengaruh pergerakan angin pada danau penampungan air membuat kapal berjalan tidak tentu arah. Yang mengakibatkan kapal tidak bisa bergerak sesuai data GPS dan tidak bisa berjalan secara otomatis dan terbawa angin.

5. Untuk pengontrolan sistem hendaknya digunakan modul GPS yang lebih bagus agar lebih akurat dalam pembacaan koordinat dan pengontrolan pergerakan kapal.
6. Untuk pengoperasian sistem hendaknya pada kondisi alam yang bagus dan kondisi lingkungan yang baik tanpa ada pengahambat dan kendala pada kondisi alam dan lingkungan.
7. Untuk perkembangan lebih lanjut dapat dimonitoring melalui perangkat computer

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pusdiklat Bea Dan Cukai, Tim Penyusun Modul. (2008). "Modul Materi Pemahaman Kapal Niaga". Jakarta. Pusat Pendidikan Dan Latihan Bea Dan Cukai
- [2] Kusna Djaya, Indra.(2008). "Teknik Konstruksi Kapal Baja". Jakarta. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Departemen Pendidikan Nasional
- [3] Rahmat, Basuki, M. (2007). "Hand Out Mata Kuliah Telekomunikasi, Radar dan Navigasi 2", Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya.
- [4] Elink, Technologies. (2006). "Elink GPS Module Technical Specification". Leadtek.
- [5] Putra, Agfianto Eko. (2006). "Belajar Mikrokontroler Teori dan Aplikasi". Yogyakarta. Gava Media.
- [6] <http://www.alldatasheet.com>

5.2. SARAN

Saran untuk pengembangan lebih lanjut pada sistem Autopilot pada kapal ini adalah :

1. Untuk mendapatkan performa yang lebih baik dari sistem Autopilot pada kapal ini maka dapat digunakan prosesor yang lebih cepat untuk mengolah data.
2. Sistem miniatur kapal untuk mendukung pergerakan sistem Autopilot pada kapal ini dibuat sebaik mungkin sehingga dapat memperhalus pergerakan kapal dan keamanan kapal pada waktu melakukan pergerakan di air.
3. Kecepatan proses scanning ultrasonic perlu ditingkatkan hal ini dapat membantu mempercepat akurasi pembacaan benda didepan kapal.
4. Hendaknya melakukan pengujian pada kapal sebenarnya atau kapal yang lebih besar agar GPS dapat membaca posisi kapal lebih akurat dan tidak terpengaruh faktor angin.