



**PEMANFAATAN MAGNETOHIDRODINAMIKA SEBAGAI ENERGI
PENGGERAK MAGNETIK PADA KAPAL DENGAN MENGGUNAKAN
CHANNEL TIPE *HALL CONNECTION***

SKRIPSI

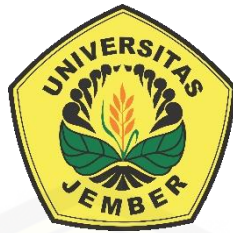
Oleh :

Muhammad Mawahib

NIM 131910201042

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO STRATA 1
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER**

2017



**PEMANFAATAN MAGNETOHIDRODINAMIKA SEBAGAI ENERGI
PENGGERAK MAGNETIK PADA KAPAL DENGAN MENGGUNAKAN
CHANNEL TIPE *HALL CONNECTION***

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh :

Muhammad Mawahib

NIM 131910201042

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO STRATA 1
FAKULTAS TEKNIK**

UNIVERSITAS JEMBER**2017****PERSEMBAHAN**

Dengan ini saya persembahkan skripsi kepada:

1. Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang.
2. Kedua orang tua tercinta, Bapak Sohib dan Ibu Miskha serta adekku Luluk Ilmia dan Lailatul Fitria atas kasih sayang, pengorbanan, dan kesabaran yang tiada tara serta doa yang selalu menyertai.
3. Guru – guru mulai SD Negeri Bayenan II , MTs Negeri 1 Pasuruan, SMA Negeri 1 Gondangwetan dan dosen-dosen Teknik Elektro Universitas Jember. Terima kasih untuk ilmu dan pengalaman yang telah diajarkan selama ini.
4. Teman-teman asisten Laboratorium Sistem Tenaga Fakultas Teknik Universitas Jember (Budi, Teo dan Dika) yang selalu membantu dan menyemangati saya setiap hari.
5. Rekan-rekan satu DPU dan DPA yang selalu menemani saya berjuang mulai awal pengerjaan skripsi hingga selesai.
6. Keluarga Intel 2013 yang selalu membantu, menyemangati dan selalu mendampingi saya selama pengerjaan skripsi ini.
7. Almamater Teknik Elektro Universitas Jember.

MOTTO

Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang berilmu beberapa derajat. Dan Allah maha mengetahui apa yang kamu kerjakan.

(QS. Al-Mujadalah: 11)

“Barangsiapa yang mempermudah urusan orang yang mengalami kesulitan, maka Allah akan mempermudah urusannya di dunia dan di akhirat”

(HR. Ibnu Majah).

“To be a good professional engineer, always start to study late for exams. Because it teaches you how to manage time and tackle emergencies.”

(Bill Gates)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama: Muhammad Mawahib

NIM : 131910201042

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul ” Pemanfaatan Magnetohidrodinamika Sebagai Energi Penggerak Magnetik Pada Kapal Dengan Menggunakan Channel Tipe *Hall Connection*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab penuh atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, -- Mei 2017

Yang menyatakan,

Muhammad Mawahib

NIM 131910201042

SKRIPSI

**PEMANFAATAN MAGNETOHIDRODINAMIKA SEBAGAI ENERGI
PENGGERAK MAGNETIK PADA KAPAL DENGAN MENGGUNAKAN
CHANNEL TIPE *HALL CONNECTION***

Muhammad Mawahib

NIM 131910201042

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Ir. Widyono Hadi, M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Samsul Bachri M, S.T. M.MT.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul ” Magnetohidrodinamika Sebagai Energi Penggerak Magnetik Pada Kapal Dengan Menggunakan Channel Tipe *Hall Connection*” Telah diuji dan disahkan pada :

Hari, Tanggal : Senin, 17 Juli 2017

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Anggota I,

Ir. Widyono Hadi, M.T.

NIP 19610414 198902 1 001

Samsul Bachri M, S.T., M.MT.

NIP 19640317 199802 1 001

Anggota II,

Anggota III,

Dr. Triwahju Hardianto S.T., M.T.

NIP 19700826 199702 1 002

Dr. Azmi Saleh, S.T., M.T.

NIP 19710614 199702 1 001

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Jember,

Dr.Ir. Entin Hidayah M.U.M

NIP 19661215 199503 2 001

RINGKASAN

Magnetohidrodinamika Sebagai Energi Penggerak Magnetik Pada Kapal Dengan Menggunakan Channel Tipe *Hall Connection*: Muhammad Mawahib, 131910201042: 2017: 54 halaman: Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Mengingat jumlah bahan bakar fosil yang akan habis dan sistem penggerak kapal pada umumnya sekarang menggunakan sistem *propeller* maka akan mendapat kesulitan dengan menipisnya sumber energi fosil. Maka penggerak utama kapal dengan sistem *propeller* dapat diganti dengan penggerak medan magnet. Umumnya persyaratan utama sebuah kapal laut yang baik adalah mesin yang kuat untuk memutar baling - baling besar sehingga kapal dapat bergerak maju. Akan tetapi dengan pemakaian kuat medan magnet maka peran baling- baling yang besar untuk mendorong laju kapal laut dapat digantikan.

Sistem penggerak kapal menggunakan magnet ini disebut dengan Magnetohidrodinamika (MHD). MHD dapat diartikan sebagai suatu penghantaran dan pergerakan suatu fluida secara elektrik di dalam suatu medan magnetik. Fluida yang dimaksud dapat berupa plasma, logam cair, atau air garam. Dalam menggunakan. Pada penelitian sebelumnya tipe *channel* MHD yang digunakan yaitu tipe *faraday* sedangkan untuk penelitian selanjutnya ini menggunakan *channel* tipe *hall*, pada penelitian ini juga bertujuan untuk mencari bagaimana performa dari *prototype* kapal MHD agar lebih baik dari penelitian sebelumnya.

Pada penelitian tentang pemanfaatan magnetohidrodinamika sebagai energi penggerak magnetik pada kapal dengan menggunakan *channel* tipe *hall*

connection ditujukan untuk mengetahui bagaimana performa dari *channel* tipe *hall* dan dibandingkan dengan *channel* tipe *faraday*, penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui bagaimana cara meningkatkan performa dari prototype kapal MHD. Penelitian dilakukan dengan melakukan perubahan dimensi channel dan juga menambah medan magnet untuk menambah performa dari kapal MHD. Dimensi kapal yang awalnya 9cm x 3cm x 2,5cm menjadi 12cm x 2,5cm x 2,5cm. Pengujian dari penelitian ini dilakukan di akuarium dengan ukuran 150cm x 40cm x 30cm untuk mengetahui bagaimana kecepatan dan daya dorong kapal MHD. Penelitian dilakukan dengan menggunakan dua jenis channel yaitu *channel* tipe *hall* dan *channel* tipe *faraday*. Data yang didapatkan dari penelitian berupa data arus, tegangan dan PWM kemudian mencari nilai kerapatan arus listrik (J), kerapatan medan listrik (E), dan kerapatan daya listrik *channel*(P), daya dorong lorentz (Pp) setelah itu menggunakan rumus daya dorong kapal (P_d). Pengujian panel surya dilakukan dengan menggunakan akuarium yang berisi air laut untuk mendapatkan reaksi aliran fluida antara tegangan dengan air laut.

Dari penelitian yang telah dilakukan di Laboratorium Sistem Tenaga Fakultas Teknik Universitas Jember dapat diketahui bahwa performa kecepatan dan daya dorong dari kapal lebih bagus menggunakan *channel* tipe *faraday* dari pada *channel* tipe *hall* dikarenakan meratanya energy yang terdapat pada *channel faraday* dibandingkan dengan *channel* tipe *hall*, dari hasil penelitian seperti itu kemudian menambahkan medan magnet dan merubah dimensi *channel* untuk mendapatkan performa kapal lebih bagus dari peneliitian sebelumnya. Medan magnet yang digunakan pada penelitian kali ini sebesar 0,4197 T sedangkan penelitian sebelumnya yaitu sebesar 0,4111 T. Dimensi channel yang digunakan untuk meningkatkan performa kapal MHD yaitu 12cm x 2,5cm x 2,5cm. Pada channel faraday dengan kerapatan medan magnet 0,4197 T dan dimensi channel 12cm x 2,5cm x 2,5cm pada tegangan kapal 24V kecepatan kapal sebesar 0,104 m/s sedangkan daya dorong sebesar 265,51821W lebih bagus dari penelitian sebelumnya menggunakan channel faraday dengan kerapatan magnet 0,4111T, dimensi *channel* 9cm x 3cm x 2,5cm pada tegangan 24V kecepatan sebesar 0,0789 m/s dan daya dorong sebesar 172,749W. Sehingga dapat disimpulkan

bahwa dengan menambah kerapatan medan magnet dan mengubah dimensi channel akan menambah performa dari kapal MHD lebih baik.

Dari penelitian juga diketahui bahwa perubahan arah orientasi dan sudut kemiringan akan mempengaruhi efisiensi kedua jenis panel surya yang digunakan yakni panel surya *monocrystalline* dan *polycrystalline*. Dimana ketika arah orientasi dan sudut kemiringan berubah maka besarnya radiasi masukan dan suhu yang diterima oleh panel surya juga akan ikut berubah, sehingga akan berpengaruh terhadap efisiensi dari kedua jenis panel surya. Semakin besar radiasi masukan nilai efisiensi akan semakin besar, sedangkan semakin besar nilai suhu dengan radiasi yang sama akan membuat efisiensi dari *polycrystalline* menjadi turun. Sebagai contoh pada panel surya *polycrystalline* dengan radiasi tetap namun suhu berbeda 4°C dapat menurunkan efisiensi sebesar 0,05%.

SUMMARY

Magnetohidrodinamika As Energy Magnetic Propulsion On Vessels Using The Channel Type Hall Connection: Muhammad Mawahib, 131910201042: 2017: 54 pages: Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember.

Along with the development of the times, the energy needs will also be getting bigger with a relatively high population growth, then needed an alternative to the problem. The main source of energy used in Indonesia is energy that does not terbaharukan namely the fossil-fueled energy. Energy is not renewable at the end will be exhausted and it took hundreds of years to return it generated. Petroleum reserves in Indonesia predicted would only last up to 2025, while natural gas will be exhausted in 61 years and coal in 148 years. Ironically, with the scarcity of fossil energy, Indonesia experienced an increase in energy consumption to 7% per year, which can be said to be very high if compared with the increase in the average energy consumption of the world as much as 2.6% per year. The consumption increase if left can shorten the lifespan of the availability of fossil energy Indonesia and make it more rare.

The ship's drive systems using these magnets called Magnetohidrodinamika(MHD). MHD can be interpreted as a Daybook and movement of a fluid electrically in a magnetic field. The fluid in question can be plasma, liquid metal, or salt water. In use. Previous research on MHD channel type used i.e. faraday type as for this further research using channel type hall, on the

study also aims to find how the performance of the prototype ship MHD so better than previous research.

On the research on utilization of magnetohidrodinamika as energy magnetic propulsion on vessels using the channel type hall connection is intended to find out how the permforma of the channel type hall and compared with channel type of faraday, the research also aims to find out how to improve the performance of the prototype ship MHD. Research is done by modifying the dimensions of the channel and also add to the magnetic field to increase the performance of the MHD. The dimensions of the ship which was originally 9 cm x 3 cm x 2, 5 cm into 12 cm x 2, 5 cm x 2, 5 cm. Testing of the research conducted at the aquarium with a size of 150 cm x 40 cm x 30 cm to know how the speed and thrust the ship MHD. Research carried out using two types of channel type channel i.e. hall and channel type of faraday. Data obtained from research in the form of data on current, voltage and PWM then look for the value of the current density (J), the density of the electric field (E), and power density (P), channel thrust lorentz (Pp) after it using the formula thrust ships (Pd). Solar panel testing is done using an aquarium containing sea waterto get the reaction of the fluid flow between voltage with sea water.

From the research that has been conducted in the laboratory of power systems engineering faculty of University of Jember can note that the performance of speed and thrust from the better use of the faraday type channel on channel type hall due to meratanya energy in comparison to faraday channel channel type hall, from the results of such studies then add magnetic field and change the dimensions of achannel to get the ship's performance better than the previous peneliitian. The magnetic field used in the research this time of 0.4197 T whereas previous research that is of 0.4111 t. Dimension channel which is used to improve the performance of MHD ship that is 12 cm x 2, 5 cm x 2, 5 cm. On channel faraday with the density of the magnetic field of 0.4197 T and dimensional channel 12 cm x 2, 5 cm x 2, 5 cm voltage 24V boat speed boat of 0.104 m/s while the thrust of 265, 51821W better than previous research using channel faraday magnetic densities of 0, 4111T, channel 9 cm x 3 cm dimension x

2, 5 cm 24V voltage speed of 0.0789 m/s and the thrust amounted to 172, 749W. So it can be concluded that by increasing the density of the magnetic field and change the dimensions of the channel will add to the performance of the MHD is better.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Optimasi Arah Orientasi dan Sudut Kemiringan Panel Surya di Gedung CDAST Universitas Jember”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi strata satu (S1) Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember. Selama penyusunan skripsi ini penulis mendapat bantuan berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Dr.Ir. Entin Hidayah M.U.M selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Bapak Ir. Widyono Hadi, M.T. selaku dosen pembimbing utama dan Bapak Samsul Bachri Masmachofari, S.T. M.MT., selaku dosen pembimbing anggota yang telah rela meluangkan waktu, pikiran serta motivasi dalam penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Triwahju Hardianto, S.T., M.T., selaku dosen penguji utama dan Bapak Dr. Azmi Saleh, S.T. M.T., selaku dosen penguji anggota yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun sehingga sangat membantu terhadap penyempurnaan skripsi ini.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Bambang Sujanarko, S.T.,M.M., selaku dosen pembimbing akademik yang telah membimbing dan menanamkan rasa

disiplin dan tanggung jawab dengan apa yang dilakukan selama penulis menjadi mahasiswa.

5. Bapak Catur Suko Sarwono, S.T., selaku Komisi Bimbingan S1 yang telah membantupenulisan skripsi secara administratif.
6. Kedua orang tua tercinta, Bapak Sohib dan Ibu Miskha serta adekku :Luluk Ilmia dan Lailatul Fitria atas kasih sayang, pengorbanan, dan kesabaran yang tiada tara serta doa yang selalu menyertai.
7. Kepada teman-teman seperjuangan asiaten Laboratorium Sistem Tenaga Fakultas Teknik Uiversitas Jember Budi Santoso, Teo Aska Prabawa dan Wahyu Pradan Mahardika yang selalu saling mendukung satu sama lain dalam penyusunan skripsi.
8. Rekan penelitian Sofyan Ahmadi yang menjadi partner dalam mengerjakan alat penelitian dan penyusunan skripsi.
9. Teman-teman kontrakan Wahyu Pradana Mahardika, Rizki Romadhon, Enggar Amirudin, Jamal Husen dan Irwan yang selama 4 tahun telah saling membantu satu sama lain.
10. Rekan-rekan Fakultas Teknik Universitas Jember khususnya rekan-rekan Teknik Elektro Angkatan 2013 yang tidak dapat disebutkan satu per satu, selama ini telah memberikan pengalaman hidup selama penulis menjadi keluarga Fakultas Teknik Universitas Jember.
11. Keluarga kelompok KKN 74 bang Yaqin, Safril, Dimas, Indra, Wulan, Badria, Ifa, Yessy dan Ica yang telah memberikan pengalaman, dukungan, dan motivasi dalam penyelesaian skripsi ini.
12. Serta seluruh pihak yang telah membantu dalam mengerjakan skripsi ini yang tidak bisa disebutkan namanya satu persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demikesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, -- Mei 2017

Penulis

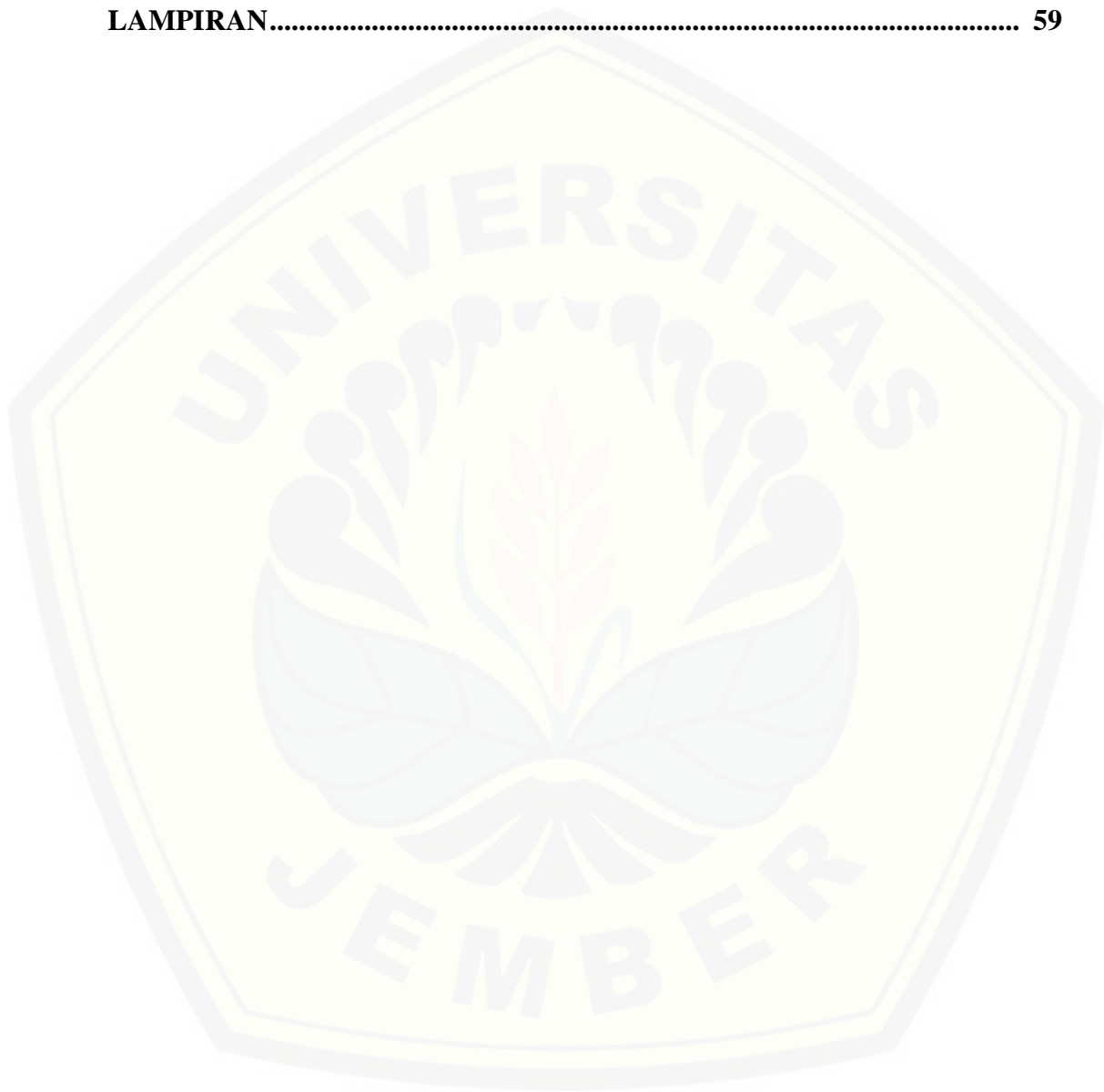


DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL	xx
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Magnet.....	4
2.2 Medan Magnet.....	4
2.3 Magnetohidrodinamika	5
2.4 Channel Hall Connection Kapal.....	6
2.5 Magnet Neodymium.....	8
2.6 Arduino UNO	10
2.7 Sensor	12
2.7.1 Sensor Arus ACS712-20.....	12
2.8 LCD (Liquid Crystal Display).....	13

2.9 Data Logger	15
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	16
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	16
3.2 Tahapan Penelitian	16
3.3 Perencanaan Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	17
3.4 Alat dan Bahan.....	18
3.5 Diagram Alir Penelitian	19
3.6 Blog Diagram Sistem.....	21
3.7 Perancangan Sistem.....	22
3.7.1 Rangkaian Sensor Tegangan	23
3.7.2 Rangkaian Sensor Arus	23
3.7.3 Rangkaian <i>Driver</i> Mosfet.....	24
3.7.4 Baterai	24
3.7.5 Rangkaian RTC	25
3.7.6 Arduino UNO.....	25
3.7.7 LCD.....	26
3.7.8 Modul SD Card	26
3.8 Desain Kapal dan <i>Channel</i> Kapal.....	26
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1 Pengujian Modul.....	30
4.2 Pengujian Modul Data Logger	30
4.3 Pengujian LCD	31
4.4 Pengujian Sensor Arus.....	33
4.5 Pengujian Sensor Tegangan	35
4.6 Pengujian PWM.....	37
4.7 Analisa Kerapatan Medan Magnet Terhadap Dimensi Magnet	38
4.8 Pengujian Kapal Magnetohidrodinamika	41
4.8.1 Pengujian 1 Tegangan <i>Channel</i> 17,3 V	42
4.8.2 Pengujian 2 Tegangan <i>Channel</i> 19,5 V	44
4.8.3 Pengujian 3 Tegangan <i>Channel</i> 22,5 V	46
4.8.4 Pengujian 4 Tegangan <i>Channel</i> 24 V	47

BAB 5. PENUTUP	56
5.1 Kesimpulan	56
5.2 Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN	59



DAFTAR GAMBAR

2.1 Arah Garis Gaya Medan Magnet	6
2.2 Gaya yang Bekerja pada MHD	7
2.3 <i>Channel</i> Kapal	7
2.4 <i>Channel Hall Connection</i>	8
2.5 Struktur Kristal Magnet.....	9
2.6 Magnet Neodymium.....	11
2.7 <i>Board</i> Arduino UNO	12
2.8 Sensor Arus ACS712-20	14
2.9 LCD 16x2.....	16
2.10 Modul SD Card	17
3.1 <i>Flowchart</i> Sistem.	21
3.2 Blog Diagram Sistem	23
3.3 Rangkaian Sistem Kapal MHD	24
3.4 Rangkaian Sensor Tegangan	25
3.5 Rangkaian Sensor Arus	26
3.6 Rangkaian Driver Mosfet.....	26
3.7 Baterai	26
3.8 Rangkaian RTC.....	27
3.9 Arduino UNO.....	27
3.10 LCD.....	28
3.11 Modul SD Card	28
3.12 Konfigurasi <i>Channel Hall</i>	29
3.13 <i>Channel</i> Kapal.....	29
3.14 Desain Kapal	30
3.15 Tampak Atas Kapal Magnetohidrodinamka	31
3.16 Tampak Belakang Kapal Magnetohidrodinamka.....	31
3.17 Akuarium	31
4.1 Library SD Card Data Logger Menggunakan Arduino 1.0.5.....	32
4.2 Rangkaian LCD.....	34
4.3 Program LCD Pada Arduino 1.0.5.....	34

4.4 Tampilan LCD	35
4.5 Sensor Arus ACS712-20A	35
4.6 Grafik hubungan tegangan terhadap arus pada keluaran sensor arus ACS712-20A-T.....	36
4.7 Grafik Pengujian <i>Output</i> PWM.....	39
4.8 Grafik Hubungan tegangan dengan daya <i>channel</i>	52
4.9 Grafik Hubungan tegangan dengan kecepatan	52
4.10 Grafik hubungan daya <i>channel</i> dengan kecepatan pada <i>channel hall</i> dan <i>channel faraday</i>	54
4.11 Grafik selisih daya antara daya <i>channel</i> dengan daya dorong	55

DAFTAR TABEL

2.1 Sifat Fisik Neodymium	9
3.1 Rencana Jadwal Pelaksanaan Penelitian	17
4.1 Datasheet data <i>Logger</i>	30

4.2 Pengujian kelinieran antara tegangan keluaran dengan Sensor Arus ACS712-20A-T	34
4.3 Hasil pengujian sensor arus ACS712-20A-T	35
4.4 Hasil Pengujian Sensor Tegangan.....	36
4.5 Kalibrasi Sensor Tegangan dengan Voltmeter.....	36
4.6 Pengujian <i>output</i> PWM.....	37
4.7 Dimensi magnet dan kerapatan medan magnet.....	40
4.8 Perbedaan konfigurasi <i>channel hall</i> dan <i>channel faraday</i>	40
4.9 Pengujian kapal dengan tegangan <i>channel</i> 17,30V.....	42
4.10 Pengujian kapal dengan tegangan <i>channel</i> 19,50V.....	44
4.11 Pengujian kapal dengan tegangan <i>channel</i> 22,4V.....	46
4.12 Pengujian kapal dengan tegangan <i>channel</i> 24V.....	47
4.13 Pengaruh tegangan dan arus terhadap daya dorong, waktu tempuh dan kecepatan <i>channel hall</i>	49
4.14 Pengaruh tegangan dan arus terhadap daya dorong, waktu tempuh dan kecepatan. <i>channel Faraday</i>	50
4.15 Pengaruh tegangan dan arus terhadap daya dorong, waktu tempuh dan kecepatan. <i>channel faraday</i> 2.....	50
4.16 Perbandingan kecepatan dan daya pada kapal MHD.....	51
4.17 Perbandingan daya <i>channel</i> dengan kecepatan tiap 1 watt pada <i>channel hall</i> dan <i>faraday</i>	54
4.18 Selisih antara daya <i>channel</i> dan daya dorong pada kedua <i>channel</i>	55

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam kehidupan manusia tidak lepas dari lingkungan, baik lingkungan sekitar maupun lingkungan sosial. Seiring dengan perkembangan zaman, kebutuhan energi juga akan semakin besar dengan pertumbuhan penduduk yang relatif tinggi, maka dibutuhkan alternatif untuk masalah tersebut. Sumber energi utama yang digunakan di Indonesia adalah energi yang tak terbarukan yaitu energi yang berbahan bakar fosil. Energi tak terbarukan ini pada akhirnya akan habis dan butuh waktu ratusan tahun untuk menghasilkannya kembali. Cadangan minyak bumi di Indonesia diprediksi hanya akan bertahan hingga 2025, sementara gas alam akan habis dalam 61 tahun dan batubara dalam 148 tahun. Ironisnya, dengan fakta kelangkaan energi fosil tersebut, Indonesia justru mengalami peningkatan konsumsi energi 7% per tahun, yang dapat dikatakan sangat tinggi jika dibandingkan dengan peningkatan konsumsi rata-rata energi dunia sebanyak 2,6% per tahun. Peningkatan konsumsi tersebut jika dibiarkan dapat memperpendek umur ketersediaan energi fosil Indonesia dan membuatnya semakin langka (Kemenperin, 2014).

Melihat perkembangan pembangkit di dunia beberapa tahun terakhir ini, terasa semakin banyak keprihatinan akibat belum terpecahkannya masalah-masalah utama pembangkitan. Masalah-masalah utama pembangkitan tersebut diantaranya masalah lingkungan berupa penggunaan bahan bakar fosil yang terkandung di bumi sampai pada pembuangan limbah hasil pembakaran ke udara, masalah efisiensi pembangkit dan lain-lain. Kenaikan kebutuhan energi listrik dunia di masa depan perlu diantisipasi karena makin terbatasnya sumber daya alam yang dapat dijadikan sumber daya energi listrik. Oleh karena itu harus dicari sebuah pembangkit generasi baru yang sesuai dengan kondisi masa depan. (MHD Vicky Mudeng 2015)

Mengingat jumlah bahan bakar fosil yang akan habis dan sistem penggerak kapal pada umumnya sekarang menggunakan sistem *propeller* maka akan mendapat kesulitan dengan menipisnya sumber energi fosil. Maka penggerak

utama kapal dengan sistem *propeller* dapat diganti dengan penggerak medan magnet. Umumnya persyaratan utama sebuah kapal laut yang baik adalah mesin yang kuat untuk memutar baling - baling besar sehingga kapal dapat bergerak maju. Akan tetapi dengan pemakaian kuat medan magnet maka peran baling- baling yang besar untuk mendorong laju kapal laut dapat digantikan (Agung Prayudi, 2000).

Sistem penggerak kapal menggunakan magnet ini disebut dengan Magnetohidrodinamika (MHD). MHD dapat diartikan sebagai suatu penghantaran dan pergerakan suatu fluida secara elektrik di dalam suatu medan magnetik. Fluida yang dimaksud dapat berupa plasma, logam cair, atau air garam. Tipe penggerak kapal menggunakan MHD ini ada beberapa tipe yaitu tipe *channel faraday* dan tipe *channel hall*. Mengacu pada penelitian sebelumnya yaitu kapal menggunakan tipe *channel faraday*, sedangkan untuk penelitian selanjutnya ini menggunakan tipe *channel hall*, pada penelitian ini juga bertujuan untuk mencari bagaimana performa dari *prototype* kapal MHD agar lebih baik dari penelitian sebelumnya. Berdasarkan uraian tersebut maka akan dibuat sebuah penelitian tentang “Pemanfaatan Magnetohidrodinamika Sebagai Energi Penggerak Magnetik Pada Kapal Dengan Menggunakan *Channel Tipe Hall Connection*”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian masalah diatas, dapat kita rumuskan permasalahan dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana rancang bangun kapal dengan penggerak MHD dengan *channel tipe Hall* ?
2. Bagaimana pengaruh tegangan dan arus pada kecepatan kapal ?
3. Bagaimana kekuatan daya dorong kapal MHD dengan *channel tipe hall connection* ?
4. Bagaimana perbandingan kecepatan dan daya dorong pada *channel tipe faraday* dan *channel hall* ?

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian kali ini, penyusun membuat batasan masalah dalam penelitian antara lain:

1. Mikrokontroler yang digunakan adalah arduino UNO.
2. Kapal dalam bentuk *prototype*.
3. Ukuran *channel* sudah ditentukan yaitu dengan ukuran 12cm x 2,5cm x 2,5cm dan 9cm x 3cm x 2,5cm.
4. Panjang lintasan sudah ditentukan yaitu sepanjang 1,5m.
5. Ukuran magnet digunakan yaitu dengan ukuran 9cm x 2,2cm x 1,5cm dan 12cm x 2,2 cm 1,5cm.
6. Kapasitas baterai maksimum sebesar 24V.
7. Air yang digunakan adalah air laut yang didapat dari pantai dan tidak menghitung jumlah kadar garam.
8. Analisa data berdasarkan data lapangan tanpa membandingkan data simulasi.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan analisis rumusan permasalahan yang telah diuraikan sebelumnya maka tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh tegangan dan arus pada kecepatan kapal.
2. Mengetahui kekuatan daya dorong yang dihasilkan kapal dengan penggerak MHD.
3. Mengetahui perbedaan kecepatan dan daya dorong kapal menggunakan *channel faraday* dan *channel hall*.

1.5 Manfaat Penelitian

Dapat menciptakan kapal *prototype* dalam penelitian ini guna mendukung pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi perkapalan khususnya dalam perancangan dan rekayasa kapal MHD yang merupakan konsep terobosan baru dalam kapal masa depan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Magnet

Magnet adalah suatu objek yang mempunyai suatu medan magnet. Kata magnet (magnet) berasal dari bahasa Yunani *magnítis líthos* yang berarti batu Magnesian. Magnesia adalah nama sebuah wilayah di Yunani pada masa lalu yang kini bernama Manisa (sekarang berada di wilayah Turki) di mana terkandung batu magnet yang ditemukan sejak zaman dulu di wilayah tersebut.

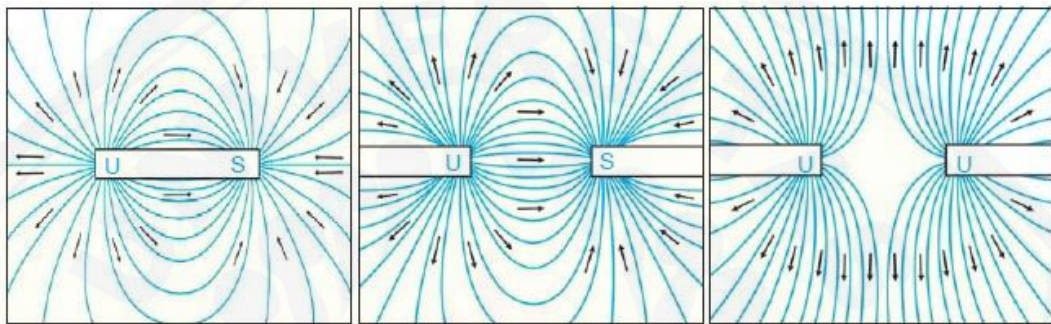
Pada saat ini, suatu magnet adalah suatu materi yang mempunyai suatu medan magnet. Materi tersebut bisa dalam berwujud magnet tetap atau magnet tidak tetap. Magnet yang sekarang ini ada hampir semuanya adalah magnet buatan. Magnet selalu memiliki dua kutub yaitu: kutub utara (north/ N) dan kutub selatan (south/S). Walaupun magnet itu dipotong-potong, potongan magnet kecil tersebut akan tetap memiliki dua kutub.

Magnet dapat menarik benda lain. Beberapa benda bahkan tertarik lebih kuat dari yang lain, yaitu bahan logam. Namun tidak semua logam mempunyai daya tarik yang sama terhadap magnet. Besi dan baja adalah dua contoh materi yang mempunyai daya tarik yang tinggi oleh magnet. Sedangkan oksigen cair adalah contoh materi yang mempunyai daya tarik yang rendah oleh magnet. Satuan intensitas magnet menurut sistem metrik pada Satuan Internasional (SI) adalah Tesla dan SI unit untuk total fluks magnetik adalah weber. $1 \text{ weber/m}^2 = 1 \text{ tesla}$, yang memengaruhi satu meter persegi. (Wikipedia Ensiklopedia bebas 07/06/2016)

2.2 Medan Magnet

Pada dua batang magnet yang didekatkan, maka akan terjadi gaya tarik-menarik atau tolak menolak antara kedua magnet tersebut. Gaya tarik-menarik atau tolak menolak antara dua magnet terjadi karena di sekitar magnet terdapat **medan magnetik**. Gaya tolak menolak terjadi pada saat kedua kutub magnet sama dan gaya tarik menarik terjadi pada saat kedua kutub yang berdekatan berbeda.

Pola garis-garis lengkung yang terbentuk ini merupakan pola garis-garis medan magnetik yang disebut garis gaya magnetik. Ruang di sekitar magnet yang mengalami gaya magnetik dinamakan medan magnetik. Medan magnet adalah daerah di sekitar magnet yang menyebabkan sebuah muatan yang bergerak di sekitarnya mengalami suatu gaya. Medan magnet tidak dapat dilihat, namun dapat dijelaskan dengan mengamati pengaruh magnet pada benda lain, misalnya pada serbuk besi. (<http://fisikazone.com/medan-magnet/>)



Gambar 2.1 Arah Garis Gaya Medan Magnet

2.3 Magnetohidrodinamika

Istilah *magnetohydrodynamic* terdiri dari kata “*magneto*” yang berarti “medan magnetik”, “*hydro*” yang berarti “cairan/fluida”, dan “*dynamic*” yang berarti “pergerakan”. MHD dapat diartikan sebagai ilmu pengetahuan yang mempelajari pergerakan dinamis dari penghantar listrik fluida dengan pengaruh medan magnetik di sekelilingnya. Fluida yang dimaksud dapat berupa plasma, logam cair, atau air garam yang dapat menghantarkan listrik.

Untuk gaya Lorentz yang ditimbulkan oleh arus listrik I , dalam satuan medan magnet (B), rumus yang digunakan menggunakan kaidah tangan kanan yaitu :

$$F = B.I.L \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

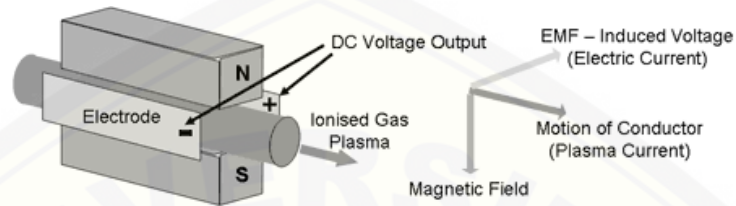
F = Gaya yang diukur dalam unit satuan newton

B = Medan magnet dalam satuan tesla

I = Arus listrik dalam ampere

L = Panjang *channel* dalam satuan meter

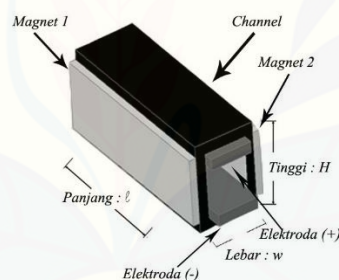
MHD pertama kali dipelajari oleh Faraday setelah mengetahui prinsip induksi elektromagnetik. Beliau mengetahui bahwa penghantaran yang biasanya dalam bentuk padat (besi), dapat dipakai juga untuk fluida. MHD memiliki hubungan langsung dengan dinamika-fluida dalam ilmu hidrodinamika dan elektromagnetik dalam ilmu elektrodinamika (Rosa R.J, 1963:4)



Gambar 2.2 Gaya yang Bekerja pada MHD (Wikipedia, 2013)

2.4 Channel Hall Connection Kapal

Channel kapal ini merupakan wadah dari kapal sebagai penggerak utama dengan penggerak MHD yang menjadi tempat dimana gaya Lorentz akan bekerja sehingga kapal dapat melaju. Gambar *channel* kapal adalah sebagai berikut



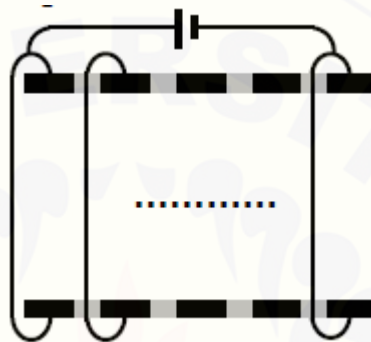
Gambar 2.3 Channel Kapal (Yudha, 2013)

Channel MHD terdiri atas elektroda dan permukaan isolasi, permukaan elektroda-elektroda terdapat pada dua dinding yang berlawanan dari *channel*, dinding isolasi membentuk dinding lain *channel* dan berfungsi untuk mengisolasi listrik dari permukaan elektroda. Dalam kerjanya, *channel* MHD dikondisikan dengan adanya medan magnetik yang arah medannya diarahkan tegak lurus dengan permukaan elektroda.

Dalam *channel farday* dua buah magnet ditempatkan di sisi horizontal (kanan-kiri) sehingga timbul medan magnetik secara horizontal pula (kanan ke kiri), lalu sebuah plat aluminium ditempatkan di bagian atas dan bawah *channel* sehingga jika disambungkan dengan sumber DC maka akan mengalir arus secara vertikal dari bagian atas ke bawah. Medan magnet dan arus listrik yang mengalir

secara berpotongan tadi menyebabkan timbul sebuah gaya Lorentz yang arahnya masuk ke dalam *channel*, hal inilah yang menyebabkan kapal MHD dapat bergerak.

Channel Hall Connection (Dinding Hantar) merupakan *channel* dengan posisi elektroda-elektroda saling berhadapan dengan satu arah sumbu hampir sama dengan *channel* tipe Faraday akan tetapi sumber tegangan inputnya berbeda yaitu *channel* input tegangannya diletakkan di bagian atas dari elektroda *channel*



Gambar 2.4 *Channel Hall Connection* (Noboumi, 2006)

Kerapatan daya listrik dari sebuah *channel* dapat diketahui melalui persamaan berikut:

$$P = j \cdot E \dots \dots \dots (2)$$

(RonJ'LitcMord, 2003)

dimana:

P = Kerapatan daya listrik *channel*

j = Kerapatan arus listrik

E = Kerapatan medan listrik

Daya dorong dari komponen Gaya Lorentz pada setiap bagian di definisikan dengan:

$$P_p = u j \cdot B \dots \dots \dots (3)$$

(RonJ'LitcMord, 2003)

dimana:

P_p = Daya dorong komponen Lorentz

u = Kecepatan

j = Kerapatan arus listrik

B = Kerapatan medan magnet

Daya dorong didapatkan dengan perumusan sebagai berikut:

$$P_d = P - P_p \dots \dots \dots (4)$$

(RonJ'LitcMord, 2003)

dimana:

P_d = Daya dorong

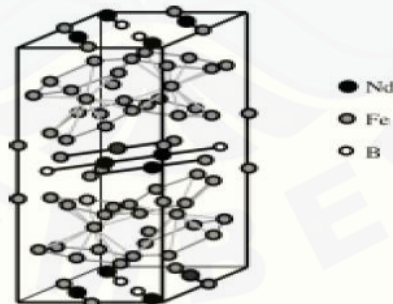
P = Kerapatan daya listrik *channel*

P_p = Daya dorong komponen Lorentz

2.5 Magnet Neodymium

Pada tahun 1980 ditemukan magnet Neodymium Iron Boron (NdFeB) dengan kekuatan yang tinggi, dan mulai dikomersilkan sejak November 1984. NdFeB adalah material magnetik jenis permanen *rare earth* (tanah jarang), karena terbentuk oleh 2 atom dari suatu unsur tanah jarang *neodymium* (Nd), 14 atom besi (Fe) dan 1 atom boron (B), sehingga rumus molekul yang terbentuk adalah $Nd_2Fe_{14}B$.

Neodymium Iron Boron (NdFeB) merupakan bahan magnet permanen yang memiliki medan anisotropi dan energi produk yang sangat tinggi. Susunan atom-atom NdFeB berbentuk struktur ferromagnetik tetragonal diperlihatkan pada gambar 2.5 sebagai berikut.



Gambar 2.5 Struktur Kristal Magnet (Novriati & Dedi, 2006)

Sel satuan NdFeB memiliki struktur kristal tetragonal yang kompleks. Terdiri dari 68 atom. Ada 6 atom besi pada sisi yang berbeda, 2 atom neodymium pada posisi yang berbeda dan 1 sisi atom boron. Semua atom Nd dan B bersama dengan 4 atom Fe akan membentuk jaring heksagonal. Setiap atom boron menempati tengah prisma tetragonal, yang dibentuk oleh 3 atom oksigen di atas dan di bawah bidang. Pada setiap lapisan bidang Fe pada atas dan bawah bidang

terdapat Nd dan B yang dapat menstabilkan struktur ini. Berikut ini adalah tabel sifat fisik magnet neodymium.

Tabel 2.2 Sifat Fisik Neodymium (Novriati dan Dedi, 2006)

<i>Curie Temperature</i> (°C)	310-370
<i>Maximum operating temperature</i> (°C)	80-200
<i>Resistivity</i> (μ ohm.cm)	160
<i>Hardness</i> (Hv)	560-580
<i>Density</i> (g/cm ³)	7,40
<i>Relative Recoil Permeability</i> (μ _{rec})	1,05
<i>Saturation Field Strength</i> , kOe (kA/m)	30-40 (2400-3200)
<i>Temperature Coefficient of Br</i> (%/°C)	-0,12~ -0,10
<i>Temperature Coefficient of iHc</i> (%/°C)	-0,6

Magnet NdFeB mudah didemagnetisasi pada temperatur tinggi, ini artinya mudah hilang sifat kemagnetannya pada temperatur tinggi. Sifat kemagnetannya akan turun pada temperatur tinggi, tetapi akan meningkat pada temperatur rendah. Pada tabel 2.1 dapat dilihat bahwa temperatur operasi adalah antara 80° C sampai 200°C. Beberapa cara yang dapat mempengaruhi agar magnet ini dapat digunakan pada temperatur tinggi yaitu bentuk geometri. Magnet dengan bentuk yang lebih tipis akan lebih mudah didegmanetisasi dibandingkan dengan magnet dengan bentuk yang lebih tebal. Bentuk magnet piring datar dan yokes lebih direkomendasikan untuk digunakan pada temperatur tinggi.

Neodymium adalah magnet yang mudah terkorosi, untuk itu dalam penggunaannya selalu dilakukan *coating* / pelapisan dngan nikel, tembaga dan seng untuk meningkatkan ketahanan korosinya..Untuk menghitung medan magnet yang ada magnet yang digunakan ini dapat menggunakan persamaan berikut ini

$$B = \frac{Br}{\pi} \left[\tan^{-1} \left(\frac{p.l}{2x_1 \sqrt{4x_1^2 + l^2 + p^2}} \right) - \tan^{-1} \left(\frac{p.l}{2(x_1+t) \sqrt{4(x_1+t)^2 + l^2 + p^2}} \right) + \tan^{-1} \left(\frac{p.l}{2x_2 \sqrt{4x_2^2 + l^2 + p^2}} \right) - \tan^{-1} \left(\frac{p.l}{2(x_2+t) \sqrt{4(x_2+t)^2 + l^2 + p^2}} \right) \right] \dots(5)$$

Sumber : <http://www.magneticsolutions.com.au/>

Keterangan:

B = Medan magnet (Gauss)

B_r = Magnet sisa (Gauss)

p = Panjang magnet (cm)

l = Lebar magnet (cm)

t = Ketebalan magnet (cm)

X1 = Jarak medan magnet dengan magnet A (cm)

X2 = Jarak medan magnet dengan magnet B (cm)



Gambar 2.6 Magnet Neodymium (Wikipedia, 2009)

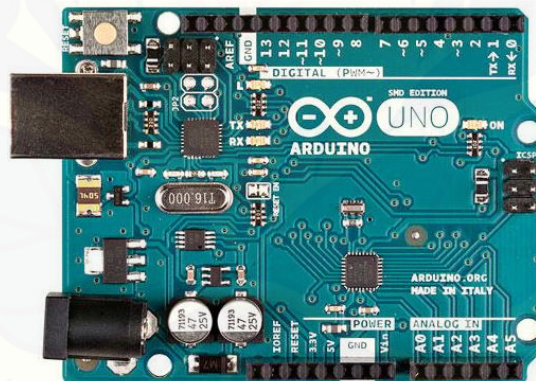
2.6 Arduino UNO

Arduino didefinisikan sebagai sebuah *platform* elektronik yang *open source*, berbasis pada *software* dan *hardware* yang fleksibel dan mudah digunakan, yang ditujukan untuk seniman, desainer dan setiap orang yang tertarik dalam membuat objek atau lingkungan yang interaktif.

Arduino sebagai sebuah *platform* komputasi fisik (*physical computing*) yang *open source* pada *board input output* sederhana, yang dimaksud dengan *platform* komputasi fisik disini adalah sebuah sistem fisik yang interaktif dengan penggunaan *software* dan *hardware* yang dapat mendeteksi dan merespon situasi dan kondisi. Kelebihan arduino dari *platform hardware* mikrokontroler lain adalah:

1. IDE arduino merupakan *multiplatform*, yang dapat dijalankan dalam berbagai sistem operasi, seperti windows, macintosh dan linux.

2. IDE arduino dibuat berdasarkan pada IDE *processing*, yang sederhana sehingga mudah digunakan.
3. Pemrograman arduino menggunakan kabel yang terhubung dengan port USB, bukan *port serial*. Fitur ini berguna karena banyak komputer yang sekarang ini tidak memiliki port serial.
4. Arduino adalah *hardware* dan *open source software*. Pembaca bisa *download software* dan gambar rangkaian arduino tanpa harus membayar ke pembuat arduino.
5. Biaya *hardware* cukup murah, sehingga tidak terlalu menakutkan untuk membuat kesalahan.
6. Proyek arduino ini dikembangkan dalam lingkungan pendidikan sehingga pemula akan lebih cepat dan mudah mempelajarinya.
7. Memiliki begitu banyak pengguna dan komunitas di internet yang dapat membantu setiap kesulitan yang dihadapi.



Gambar 2.7 Board Arduino UNO
(Sumber: <http://arduino.cc>)

Pada *hardware* arduino terdiri dari 20 pin yang meliputi:

1. 14 pin IO digital (pin 0–13)

Sejumlah pin digital dengan nomor 0–13 yang dapat dijadikan *input* atau *output* yang diatur dengan cara membuat program IDE.

2. 6 pin *input* analog (pin 0–5)

Sejumlah pin analog bernomor 0–5 yang dapat digunakan untuk membaca nilai *input* yang memiliki nilai analog dan mengubahnya ke dalam angka antara 0 dan 1023.

3. 6 pin *output* analog (pin 3, 5, 6, 9, 10 dan 11)

Sejumlah pin yang sebenarnya merupakan pin digital tetapi sejumlah pin tersebut dapat diprogram kembali menjadi pin *output* analog dengan cara membuat programnya pada IDE.

2.7 Sensor

Sensor merupakan suatu alat yang digunakan untuk mendeteksi peralatan yang digunakan untuk merubah suatu besaran fisik menjadi besaran listrik berbentuk angka satuan yang kita inginkan sehingga dapat dianalisa dengan rangkaian listrik tertentu. Hampir seluruh peralatan elektronik yang ada mempunyai sensor didalamnya. Pada saat ini, sensor tersebut telah dibuat dengan ukuran sangat kecil dengan berbagai gabungan komponen. Ukuran yang sangat kecil ini sangat memudahkan pemakaian dan menghemat energi. Sensor merupakan bagian dari *transducer* yang berfungsi untuk melakukan sensing atau “merasakan dan menangkap” adanya perubahan energi eksternal yang akan masuk ke bagian *input* dari *transducer*, sehingga perubahan kapasitas energi yang ditangkap segera dikirim kepada bagian konvertor dari *transducer* untuk dirubah menjadi energi listrik. Dengan sensor tersebut mempermudah untuk menganalisa suatu permasalahan.

2.7.1 Sensor Arus ACS712-20

Sensor arus adalah perangkat yang mendeteksi arus listrik (AC atau DC) di kawat, dan menghasilkan sinyal sebanding dengan itu. Sinyal yang dihasilkan bisa tegangan analog atau arus atau bahkan digital. Hal ini dapat kemudian digunakan untuk menampilkan arus yang akan diukur dalam ammeter atau dapat disimpan untuk analisis lebih lanjut dalam sistem akuisisi data atau dapat dimanfaatkan untuk tujuan kontrol.

Besar arus maksimum yang dapat dideteksi sebesar 20A di mana

tegangan pada pin keluaran akan berubah secara linear mulai dari 2,5 Volt ($\frac{1}{2} \times VCC$, tegangan catu daya $VCC = 5V$) untuk kondisi tidak ada arus hingga 4,5V pada arus sebesar +20A atau 0,5V pada arus sebesar -20A (positif/negatif tergantung polaritas, nilai di bawah 0,5V atau di atas 4,5V dapat dianggap lebih dari batas maksimum). Perubahan tingkat tegangan berkorelasi linear terhadap besar arus sebesar 100 mV / Ampere.



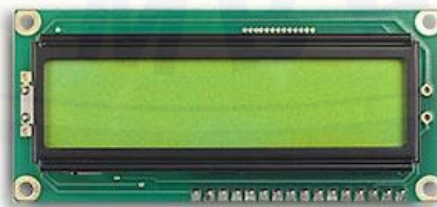
Gambar 2.8 Sensor Arus ACS712-20

2.8 LCD (Liquid Crystal Display)

Display LCD sebuah liquid crystal atau perangkat elektronik yang dapat digunakan untuk menampilkan angka atau teks. Ada dua jenis utama layar LCD yang dapat menampilkan numerik (digunakan dalam jam tangan, kalkulator dll) dan menampilkan teks alfanumerik (sering digunakan pada mesin foto kopi dan telepon genggam). Dalam menampilkan numerik ini kristal yang dibentuk menjadi bar, dan dalam menampilkan alfanumerik kristal hanya diatur kedalam pola titik. Setiap kristal memiliki sambungan listrik individu sehingga dapat dikontrol secara independen. Ketika kristal off (yakni tidak ada arus yang melalui kristal) cahaya kristal terlihat sama dengan bahan latar belakangnya, sehingga kristal tidak dapat terlihat. Namun ketika arus listrik melewati kristal, itu akan merubah bentuk dan menyerap lebih banyak cahaya. Hal ini membuat kristal terlihat lebih gelap dari penglihatan mata manusia sehingga bentuk titik atau bar dapat dilihat dari perbedaan latar belakang.

Untuk keperluan antar muka suatu komponen elektronika dengan mikrokontroler, perlu diketahui fungsi dari setiap kaki yang ada pada komponen tersebut.

- a. Kaki 1 (GND) : Kaki ini berhubungan dengan tegangan +5 Volt yang merupakan tegangan untuk sumber daya.
- b. Kaki 2 (VCC) : Kaki ini berhubungan dengan tegangan 0 volt (*Ground*).
- c. Kaki 3 (VEE/VLCD) : Tegangan pengatur kontras LCD, kaki ini terhubung pada cermet. Kontras mencapai nilai maksimum pada saat kondisi kaki ini pada tegangan 0 volt.
- d. Kaki 4 (RS) : *Register Select*, kaki pemilih register yang akan diakses. Untuk akses ke Register Data, logika dari kaki ini adalah 1 dan untuk akses ke Register Perintah, logika dari kaki ini adalah 0.
- e. Kaki 5 (R/W) : Logika 1 pada kaki ini menunjukkan bahwa modul LCD sedang pada mode pembacaan dan logika 0 menunjukkan bahwa modul LCD sedang pada mode penulisan. Untuk aplikasi yang tidak memerlukan pembacaan data pada modul LCD, kaki ini dapat dihubungkan langsung ke *Ground*.
- f. Kaki 6 (E) : *Enable Clock LCD*, kaki mengaktifkan *clock* LCD. Logika 1 pada kaki ini diberikan pada saat penulisan atau membacakan data.
- g. Kaki 7 – 14 (D0 – D7) : Data bus, kedelapan kaki LCD ini adalah bagian di mana aliran data sebanyak 4 bit ataupun 8 bit mengalir saat proses penulisan maupun pembacaan data.
- h. Kaki 15 (Anoda) : Berfungsi untuk tegangan positif dari *backlight* LCD sekitar 4,5 volt (hanya terdapat untuk LCD yang memiliki *backlight*)
- i. Kaki 16 (Katoda) : Tegangan negatif *backlight* LCD sebesar 0 volt (hanya terdapat pada LCD yang memiliki *backlight*).



Gambar 2.9 LCD 16x2

2.9 Data Logger

Data *Logger* menyimpan data teknis dan sensor. Sebuah data *logger* (juga data *logger* atau data *recorder*) adalah perangkat elektronik yang mencatat data dari waktu ke waktu atau dalam kaitannya dengan lokasi baik dengan *built in instrument* atau sensor atau melalui instrumen eksternal dan sensor.

Data *logger* bervariasi antara jenis tujuan umum untuk berbagai aplikasi pengukuran untuk perangkat yang sangat spesifik untuk mengukur dalam satu lingkungan atau jenis aplikasi saja. Hal ini umum untuk jenis tujuan umum harus diprogram, namun masih banyak sebagai mesin statis dengan hanya sejumlah terbatas atau tidak ada parameter berubah. Data *logger* elektronik telah menggantikan perekam grafik dalam banyak aplikasi. Salah satu manfaat utama menggunakan data *logger* adalah kemampuan untuk secara otomatis mengumpulkan data pada basis 24 jam. Setelah aktivasi, data *logger* biasanya digunakan dan ditinggalkan untuk mengukur dan merekam informasi selama periode pemantauan. Hal ini memungkinkan untuk gambar, komperhensif akurat dari kondisi lingkungan yang dipantau. Data logger ini mengunaka SD-card untuk menyimpan data yang kita inginkan. Di dalam adapter terdapat suatu mekanisme tertentu memuat 8 pin pada *memory card* micro SD dihubungkan dengan pin pada adapter. Koneksi yang terjadi ditunjukkan dengan garis lurus pada gambar. Dalam kondisi apapun, pin 3 dan pin 6 pada adapter selalu terhubung. Kedua pin tersebut adalah pin untuk *ground*.



Gambar 2.10 Modul SD Card

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian “Pemanfaatan Magnetohidrodinamika Sebagai Penggerak Magnetik Pada Kapal Dengan Menggunakan *Channel Tipe Hall Connection*” dilaksanakan pada bulan Februari sampai dengan Mei 2017 di Laboratorium Sistem Tenga, Fakultas Teknik, Universitas Jember di Jl. Slamet Riyadi no.62 Patrang, Jember.

3.2 Tahapan Penelitian

Dalam pelaksanaan tugas akhir ini terdapat beberapa tahapan penelitian yang akan dilakukan. Secara garis besar tahapan penelitian terbagi menjadi 5 bagian utama yakni sebagai berikut:

1. Tahapan Studi Pustaka

Pada tahap ini merupakan tahapan yang membantu untuk menemukan rujukan terkait dengan penelitian yang serupa, dimana referensi atau rujukan tersebut nantinya akan dijadikan sebagai acuan dalam melaksanakan penelitian.

2. Tahapan Desain dan Pembuatan Alat

Pada tahap ini dilakukan pembuatan desain *prototype* kapal MHD yang akan digunakan dalam penelitian dan akan dilakukan pembuatan *prototype* kapal MHD.

3. Tahapan Pengujian Alat

Pada tahap ini dilakukan pengujian alat yang telah dibuat yakni meliputi modul-modul sensor dan keseluruhan sistem. Kemudian pengujian performa kapal didalam aquarium untuk mengetahui bagaimana performa dari *prototype* kapal.

4. Tahapan Analisis Data

Pada tahap ini analisa data dilakukan setelah mendapatkan hasil data dari tahapan pengujian alat. Analisis data dilakukan untuk mendapatkan data yang akan digunakan sebagai data utama pada tahap pembahasan dan penulisan laporan. Data yang didapatkan merupakan data dari perhitungan besar medan magnet, tegangan, arus, PWM dan kecepatan kapal. Kemudian mencari

perhitungan kerapatan arus listrik (J), kerapatan medan listrik (E), kerapatan daya listrik *channel*(P) dan daya dorong lorentz (P_p) untuk mendapatkan berapa daya dorong kapal (P_d).

5. Tahapan Penulisan Laporan dan Kesimpulan

Pada tahap ini merupakan tahapan akhir dari penelitian yang telah dilaksanakan. Dimana data yang telah didapatkan dianalisis dan ditulis dalam sebuah laporan. Analisis yang dilakukan untuk membuktikan kesesuaian antara penelitian yang telah dilakukan dengan sumber rujukan atau referensi yang telah didapat.

3.3 Rencana Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Tabel 3.1 Rencana Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No	Kegiatan	Bulan															
		Februari				Maret				April				Mei			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Persiapan	■	■	■	■												
2	Studi Literatur		■	■	■	■	■	■	■								
3	Pembuatan Desain Kapal			■	■	■	■	■	■								
4	Pembelian Alat dan Bahan			■	■	■	■	■	■								
5	Pembuatan/Perakitan Kapal					■	■	■	■	■	■	■	■				
6	Melakukan Pengujian Alat									■	■	■	■	■	■	■	■
7	Analisa Data													■	■	■	■
8	Penulisan Laporan dan Kesimpulan																

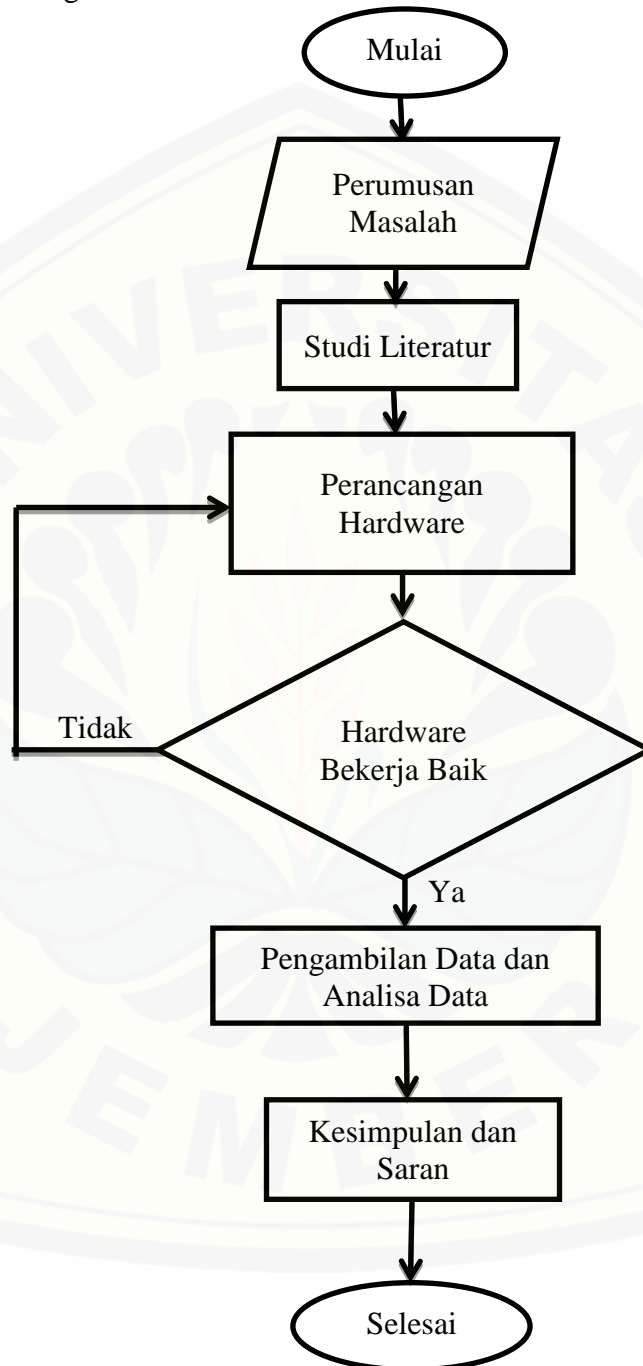
3.4 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Magnet Neodymium
2. Akrilik
3. Aluminium
4. Arduino Uno
5. Aquarium
6. LCD 16x2
7. Sensor Arus
8. Sensor Tegangan
9. Data Logger
10. Potensiometer
11. Mosfet
12. Solder
13. Baterai 12V 2 buah
14. Kabel
15. PCB
16. Avometer
17. Cutter
18. Penggaris
19. Lem Fox

3.5 Diagram Alir Penelitian

Untuk melakukan sebuah penelitian ini terdapat beberapa tahap diagram alir, antara lain sebagai berikut :



Gambar 3.1 *Flowchart* Sistem

Dalam pemanfaatan rancangan bangun magnetohidrodinamika (MHD) sebagai energi penggerak pada kapal menggunakan *channel* tipe hall ini membutuhkan beberapa langkah penelitian sebagai berikut :

1. Perumusan Masalah

Pada tahap ini yaitu perumusan masalah dengan cara menganalisa masalah atau mencari hal baru yang ada pada penelitian tersebut yang dapat dikembangkan.

2. Studi Literatur

Untuk tahap ini yaitu mencari dan mempelajari literatur tentang magnetohidrodinamika (MHD) penelitian yang sudah ada, buku ataupun internet untuk mengetahui tentang prinsip kerja atau teori-teori yang ada dalam penelitian ini. Dengan adanya literatur tersebut diharapkan agar dalam penelitian ini berjalan maksimal dan meminimalisir kesalahan-kesalahan yang sebelumnya.

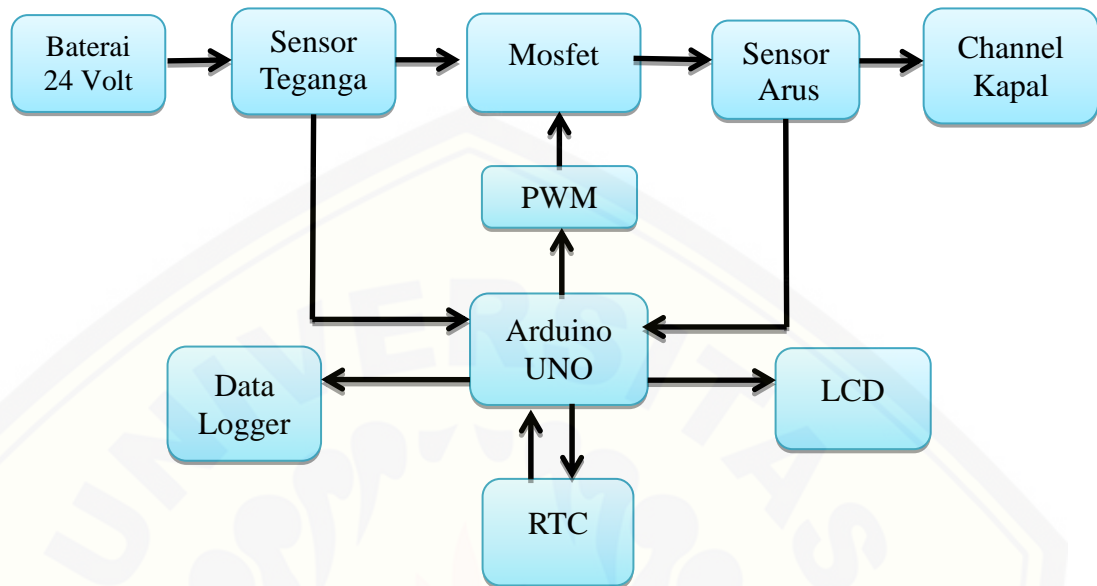
3. Perancangan Hardware

Pada tahapan ini adalah mencetak skematik rangkaian yang sudah dibuat dan juga merangkai komponen ke PCB yang sudah di setrika dan juga membuat *body* kapal MHD serta membuat *channel* MHD. Dalam perancangan software ini menggunakan software Arduino yang diperlukan adalah program yang digunakan untuk menjalankan system yang akan ditampilkan ke LCD berupa data tegangan dan arus, dan juga untuk program data logger yang akan disimpan ke dalam SD Card.

4. Pengambilan Data dan Analisa Data

Setelah perancangan kapal selesai dan juga keseluruhan system bekerja dengan baik maka dilakukan pengambilan data tegangan, arus, daya dorong dan juga kecepatan pada kapal. Setelah itu menganalisa data yang telah kita dapatkan.

3.6 Blok Diagram Sistem



Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem

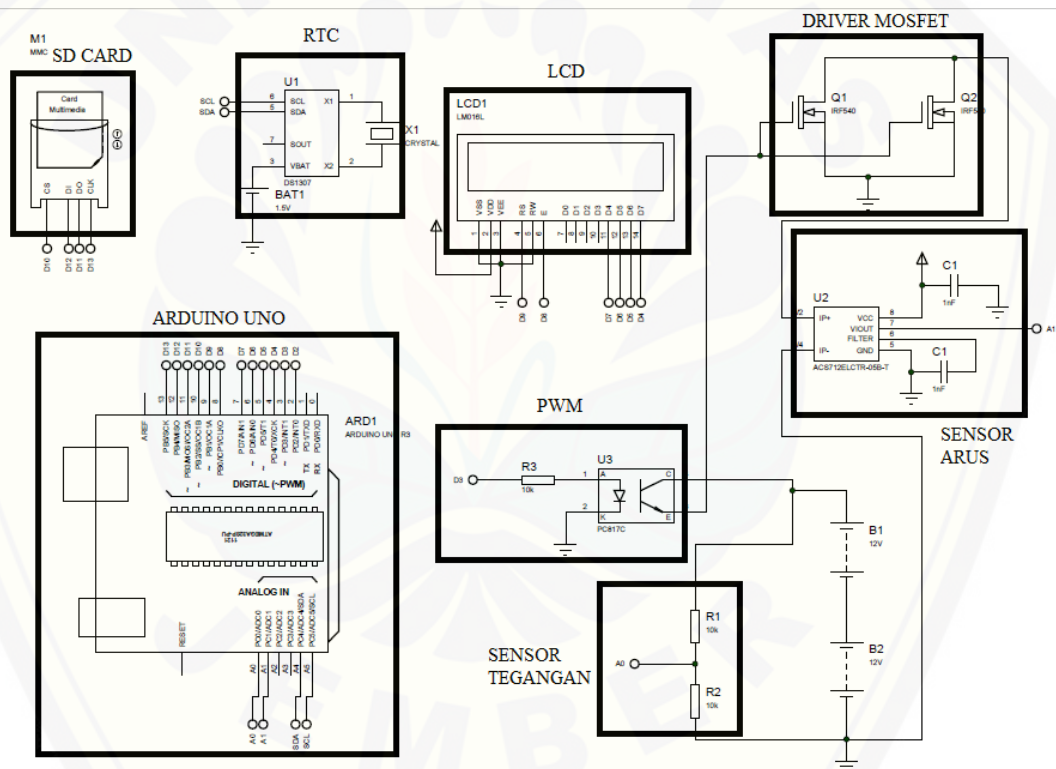
Sistem yang digunakan seperti pada gambar 3.2 terdiri dari beberapa unit antara lain baterai, sensor tegangan, sensor arus, *driver* mosfet, arduino uno 328p, data logger, tampilan dan *channel hall* kapal. Penjelasan tiap unit bagian yaitu sebagai berikut :

4. Baterai 12V sebanyak 2 buah, jadi tegangan 24V.
1. Sensor tegangan digunakan untuk membaca tegangan pada baterai pada saat sistem tersebut berjalan. Sensor tegangan menuju pin ADC pada Arduino UNO
2. *Driver* mosfet digunakan untuk mengatur besar kecilnya tegangan yang keluar dari baterai. Dikontrol oleh arduino uno 328p dihubungkan pada pin 10.
3. Sensor arus digunakan untuk mengetahui berapa arus yang akan keluar menuju *channel hall* kapal.
4. PWM digunakan untuk mengatur tegangan yang masuk ke dalam mosfet.
5. Arduino UNO digunakan sebagai otak dari sistem .
6. RTC (*Real Time Clock*) digunakan untuk menunjukkan waktu hari itu pada data logger.

7. Data logger digunakan untuk menyimpan data tegangan, arus dan PWM.
8. Penampilan digunakan untuk menampilkan data tegangan, arus dan PWM pada LCD 16x2.

3.7 Perancangan Sistem

Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai rangkaian atau sistem minimum dari sistem penggerak kapal MHD menggunakan *channel hall* yang mengacu pada diagram blok 3.5 Berikut adalah rangkaian dari sistem yang digunakan pada kapal.



Gambar 3.3 Rangkaian Sistem kapal MHD

3.7.1 Rangkain Sensor Tegangan

Pada rangkaian sensor tegangan ini yaitu menggunakan prinsip kerja rangkaian pembagi tegangan dimana tegangan input sebesar 24V akan melewati rangkain pembagi tegangan sehingga nilai kurang atau sama dengan 5V dan

masuk menuju pin ADC pada arduino. Karena arduino akan bekerja pada rentang tegangan 0 sampai 5V.

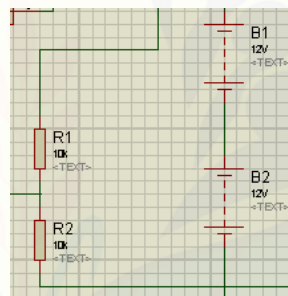
Sedangkan untuk perhitungan sensor tegangan yang digunakan dapat dilihat pada perhitungan menggunakan rumus prinsip pembagi tegangan. Perhitungannya sebagai berikut ini :

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times V_{in}$$

$$4,2 = \frac{R_2}{22k + R_2} \times 24$$

$$92400 = (24 - 4,2) \times R_2$$

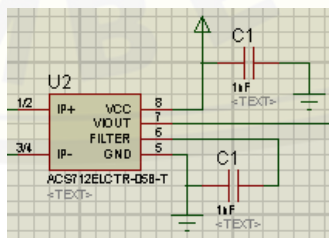
$$R_2 = \frac{92400}{19,8} = 4666,67 \Omega \approx 4k7 \Omega$$



Gambar 3.4 Rangkaian Sensor Tegangan

3.7.2 Rangkain Sensor Arus

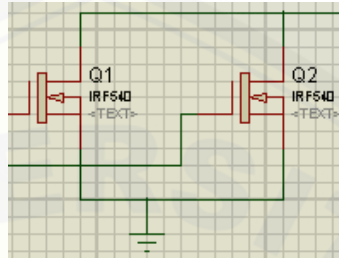
Rangkain sensor arus yang digunakan pada sistem ini yaitu sensor arus dalam bentuk *kit* yaitu ACS712-20A yang kemampuan maksimal menerima arus sebesar 20A.



Gambar 3.5 Rangkaian Sensor Arus

3.7.3 Rangkaian *Driver* Mosfet

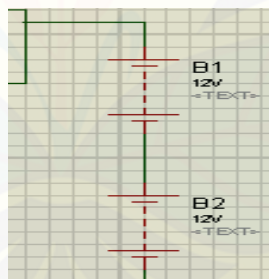
Pada rangkaian *driver* mosfet ini menggunakan mosfet tipe IRF3205 dan optocouple sebagai pemisah antara arduino dengan mosfet. Tujuan menggunakan ini adalah sebagai proteksi menghindari kerusakan yang terjadi pada arduino apabila terjadi tegangan balik dari mosfet.



Gambar 3.6 Rangkain Driver Mosfet

3.7.4 Baterai

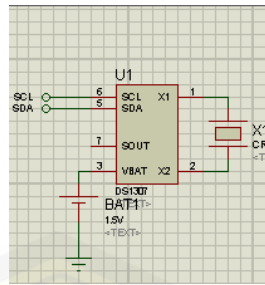
Baterai yang digunakan pada system ini adalah baterai lipo sebesar 12V 1000 mAh sebanyak 2 buah jadi total tegangan ketika kedua baterai diseri total tegangan 24V. Baterai tersebut digunakan sebagai sumber tegangan pada channel kapal MD.



Gambar 3.7 Baterai

3.7.5 Rangkaian RTC

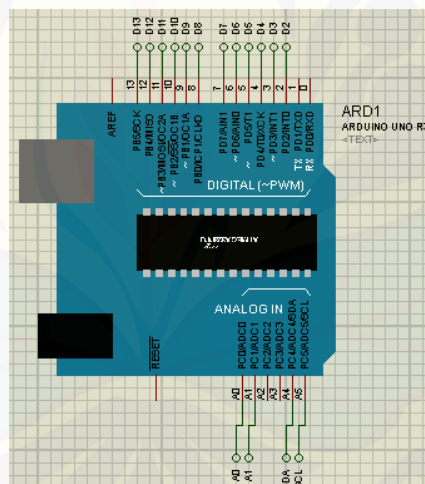
Rangkaian RTC (Real Time Clock) berupa chip yang digunakan untuk menghitung waktu dari deti hingga tahun. Setelah menghitung waktu maka *output* akan di simpan di device lain atau di data logger. Rangkaian RTC ini menggunakan input tegangan baterai sebesar 3 volt untuk menjalankan system rangkaian RTC tersebut.



Gambar 3.8 Rangkaian RTC

3.6.6 Arduino UNO

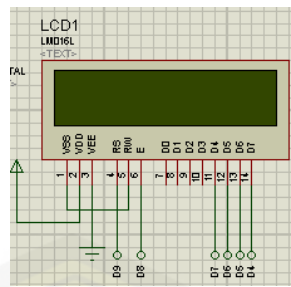
Kit arduino merupakan otak dari sistem dari system ini, yaitu menggunakan Arduino UNO. Arduino UNO ini membaca berapa nilai data dari sebuah sensor arus dan tegangan yang mana akan disimpan ke dalam data logger dan akan ditampilkan pada LCD display 16x2.



Gambar 3.9 Arduino UNO

3.6.7 LCD

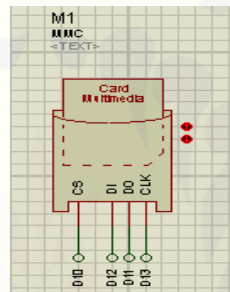
LCD (*liquid crystal display*) berfungsi untuk menampilkan informasi saat sistem sedang bekerja, system pengoperasiannya menggunakan system *dot* matriks. Pada perancangan ini LCD yang digunakan pada kali ini adalah LCD 16x2.



Gambar 3.10 LCD 16x2

3.6.8 Modul SD Card

Modul SD card digunakan untuk menyimpan data arus, tegangan dan PWM pada suistem ini.

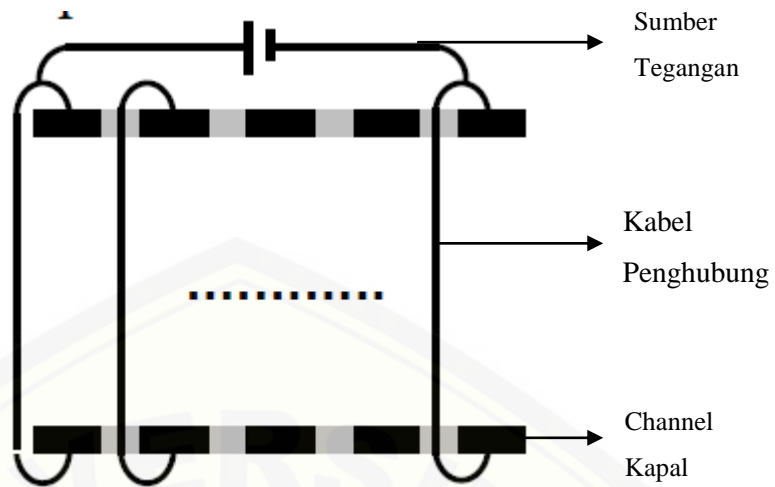


Gambar 3.11 Modul SD Card

3.8 Desain Kapal dan *Channel* Kapal

Channel kapal merupakan alat penggerak utama dari kapal yang memanfaatkan medan magnet dengan arus listrik yang akan menimbulkan gaya lorentz. Ukuran dari magnet yang digunakan untuk penggerak kapal adalah 90 mm x 22 mm x 15 mm. Sedangkan untuk ukuran *channel* menyesuaikan ukuran magnet, yaitu 90 mm x 25 mm x 30 mm.

Channel kapal yang digunakan pada kapal ini yaitu *channel* kapal jenis *Hall* dengan ukuran *channel* sebesar 9cm x 2,5cm x 3cm dengan menggunakan aluminium sebagai pengantar tegangan dari baterai. *Channel hall* ini hampir sama dengan *channel* tipe *faraday* akan tetapi letak perbedaan dari *channel* tipe ini ada pada konfigurasi sumber tegangan pada *channel* yaitu sumber tegangan DC maksimal 24 volt terletak pada bagian atas atau satu sisi dari bagian *cahnnel*. Berikut adalah bentuk konfigurasi dari bentuk *channel hall*

Gambar 3.12 Konfigurasi *Channel Hall*

Berikut ini adalah desain kapal dan desain *channel* kapal MHD

Gambar 3.13 *channel* kapal

Dari gambar 3.13 dapat diketahui bahwa elektroda terbuat dari plat aluminium, sedangkan magnet terdapat 6 potong magnet dijadikan 2 pasang dengan 1 pasang terdapat 3 magnet yang disambung jadi satu yang diletakkan di sisi kiri dan kanan dari *channel*. Lubang pada *channel* kapal berfungsi sebagai keluar masuk aliran air laut akibat dari gaya lorentz.

Elektroda

Magnet

Gambar 3.14 Desain Kapal

Gambar 3.15 Tampak atas kapal Magnetohidrodinamika

Gambar 3.16 Tampak belakang kapal Magnetohidrodinamika

Gambar 3.17 Akuarium



BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

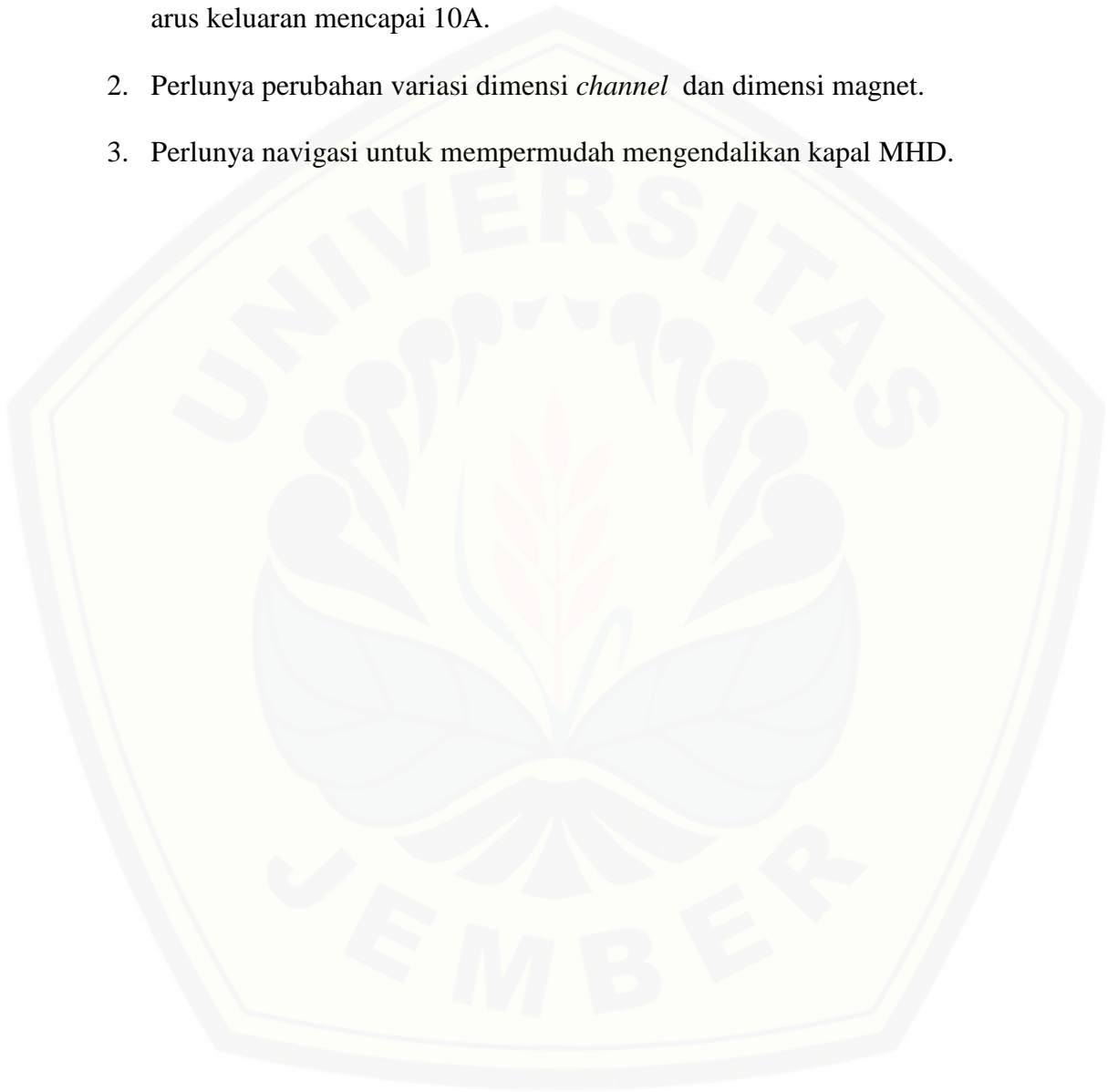
Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Kerapatan medan magnet dengan dimensi 12cm x 2,2cm x 1,5cm memiliki kerapatan medan magnet lebih besar dari pada kerapatan medan magnet dengan dimensi 9cm x 2,2cm x 1,5cm yaitu sebesar 0,4377T dan 0,4111T. Hal ini menunjukkan bahwa semakin panjang magnet maka semakin besar kerapatan medan magnet.
2. Semakin besar tegangan *channel* maka kecepatan kapal akan semakin besar, pada *channel hall* saat tegangan 17,3V kecepatannya 0,0356m/s sedangkan pada saat tegangan 24V kecepatannya sebesar 0,0663m/s.
3. Kecepatan kapal magnetohidrodinamika *channel hall* lebih efisien dibandingkan dengan *channel tipe faraday*, yaitu tiap 1 watt pada *channel hall* mencapai kecepatan 0,0023 m/s sedangkan pada *channel faraday* mencapai kecepatan 0,0018 m/s.
4. Selisih daya pada *channel hall* lebih kecil dibandingkan *channel faraday* yaitu pada percobaan 4 selisih daya pada *channel hall* 16,21W sedangkan pada *channel faraday* 53,32W.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, maka didapatkan beberapa saran untuk penelitian selanjutnya, antara lain :

1. Pada baterai yang digunakan, perlu kapasitas baterai yang lebih besar karena arus keluaran mencapai 10A.
2. Perlunya perubahan variasi dimensi *channel* dan dimensi magnet.
3. Perlunya navigasi untuk mempermudah mengendalikan kapal MHD.



DAFTAR PUSTAKA

- Nobuomi Sakamoto, Junichi Kondo, Nobuhiro Harada, *Computational Study of MHD Accelerator*. AIAA paper 2006-2893.
- Anwari, M., Sukamoto, N., Hardianto T., Kondo J., dan Harada N. 2005. *Numerical Analysis of Magnetohydrodynamic Accelerator Performance with Diagonal Electrode Connection*. Nagaoka University of Technology.
- Y. Megantara, M.W.A. Ghofur, O.O.C. Dewi, M.F.Akmal, B.H. Soelaiman, T. Hardianto. *Propulsi Magnetohidrodinamika Sebagai Energi Ramah Lingkungan Pada Kapal*. SEMINAR NASIONAL KIMIA 2013, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gajahmada, Yogyakarta, 18 Mei 2013.
- Santoso, Hari. 2015. *Panduan Praktis Arduino untuk Pemula*. Elang Sakti.
- Halliday, David. 1993. *Fisika jilid 2 edisi ketiga*. Penerbit Erlangga.
- Budhiarto, Widodo. 2005. *Perancangan Sistem dan Aplikasi Mikrokontroler*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
- International Magnetic Solutions PTY LTD. 2010. *Australian Magnetic Solutions has created this on-line calculator to analyse a range of common magnetic applications and generate graphs of magnetic flux density (induction) / force / current etc.* <http://www.magneticsolutions.com.au/fluxgraphs-entry.html>. [15 November 2015]
- Adi Dwi S, 2015. *Pemanfaatan Magnetohidrodinamika Sebagai Energi Penggerak Magnetik (Magnetic Propulsion) Pada Kapal*.

Lampiran

A. Data pengujian *channel faraday 2 connection*

1. Tegangan 17,3 V

Waktu	Tegangan Baterai (V)	Arus (A)	PWM
10/5/2017 9:56	23.13	1.97	117
10/5/2017 9:56	22.89	1.96	117
10/5/2017 9:56	23.01	1.85	117
10/5/2017 9:56	23.08	1.96	117
10/5/2017 9:56	23.05	1.96	117
10/5/2017 9:56	23.00	1.61	117
10/5/2017 9:56	22.95	1.98	117
10/5/2017 9:56	22.99	1.91	117
10/5/2017 9:56	23.15	1.76	117
10/5/2017 9:56	23.10	1.66	117
10/5/2017 9:57	22.98	2.06	117
10/5/2017 9:57	22.97	2.19	117
10/5/2017 9:57	23.09	2.08	117
10/5/2017 9:57	22.98	2.05	117
10/5/2017 9:57	23.05	2.13	117
10/5/2017 9:57	23.11	1.83	117
10/5/2017 9:57	22.99	1.79	117
10/5/2017 9:57	23.02	2.13	117
10/5/2017 9:57	23.01	2.08	117
10/5/2017 9:57	22.97	2.22	117
10/5/2017 9:57	22.94	1.96	117
10/5/2017 9:57	22.97	1.94	117
10/5/2017 9:57	22.96	1.96	117
10/5/2017 9:57	22.95	2.07	117
10/5/2017 9:57	23.00	2.15	117

10/5/2017 9:57	22.92	2.04	117
10/5/2017 9:57	22.91	2.17	117
10/5/2017 9:57	22.98	2.04	117
10/5/2017 9:57	22.94	2.12	117
10/5/2017 9:56	22.90	2.05	117
10/5/2017 9:56	22.93	2.08	117
10/5/2017 9:56	22.91	2.22	117
10/5/2017 9:56	22.92	1.98	117
10/5/2017 9:56	22.93	2.02	117

2. Tegangan 19,4 V

Waktu	Tegangan Baterai (V)	Arus (A)	PWM
10/5/2017 11:56:24	23.47	3.67	142
10/5/2017 11:56:25	23.40	3.28	142
10/5/2017 11:56:26	23.42	3.29	142
10/5/2017 11:56:27	23.50	3.28	142
10/5/2017 11:56:28	23.44	3.28	142
10/5/2017 11:56:29	23.46	3.67	142
10/5/2017 11:56:30	23.37	3.27	142
10/5/2017 11:56:31	23.41	3.68	142
10/5/2017 11:56:32	23.41	3.26	142
10/5/2017 11:56:33	23.39	3.27	142
10/5/2017 11:56:34	23.36	3.47	142
10/5/2017 11:56:35	23.37	3.47	142
10/5/2017 11:56:36	23.31	3.78	142
10/5/2017 11:56:37	23.29	3.25	142
10/5/2017 11:56:38	23.32	3.69	142
10/5/2017 11:56:39	23.27	3.22	142
10/5/2017 11:56:40	23.25	3.13	142

10/5/2017 11:56:41	23.28	3.63	142
10/5/2017 11:56:42	23.24	3.6	142
10/5/2017 11:56:43	23.20	3.4	142
10/5/2017 11:56:44	23.23	3.59	142
10/5/2017 11:56:45	23.21	3.3	142
10/5/2017 11:56:46	23.24	3.59	142
10/5/2017 11:56:47	23.22	3.61	142
10/5/2017 11:56:48	23.24	3.55	142
10/5/2017 11:56:49	23.24	3.59	142
10/5/2017 11:56:50	23.20	3.6	142
10/5/2017 11:56:51	23.19	3.5	142

3. Tegangan 22,4 V

Waktu	Tegangan Baterai (V)	Arus (A)	PWM
11/5/2017 14:58:49	23.44	8.13	175
11/5/2017 14:58:50	23.43	7.98	175
11/5/2017 14:58:51	23.41	7.97	175
11/5/2017 14:58:52	23.32	7.87	175
11/5/2017 14:58:53	23.38	8.09	175
11/5/2017 14:58:54	23.39	7.97	175
11/5/2017 14:58:55	23.49	8.03	175
11/5/2017 14:58:56	23.44	7.87	175
11/5/2017 14:58:57	23.49	7.95	175
11/5/2017 14:58:58	23.54	7.86	175
11/5/2017 14:58:59	23.52	8.03	175
11/5/2017 14:59:0	23.59	8.04	175
11/5/2017 14:59:1	23.55	7.93	175
11/5/2017 14:59:2	23.55	7.95	175
11/5/2017 14:59:3	23.65	8.04	175
11/5/2017 14:59:4	23.71	8.03	175

11/5/2017 14:59:5	23.59	7.86	175
11/5/2017 14:59:6	23.58	8.13	175
11/5/2017 14:59:7	23.59	7.94	175
11/5/2017 14:59:8	23.61	8.18	175
11/5/2017 14:59:9	23.64	8.06	175
11/5/2017 14:59:10	23.64	7.97	175
11/5/2017 14:59:11	23.29	8.05	175

4. Tegangan 24 V

Waktu	Tegangan Baterai (V)	Arus (A)	PWM
11/5/2017 15:22:32	23.17	9.84	255
11/5/2017 15:22:33	23.42	9,96	255
11/5/2017 15:22:34	23.66	10.11	255
11/5/2017 15:22:35	23.49	9.95	255
11/5/2017 15:22:36	23.50	10.17	255
11/5/2017 15:22:37	23.39	9.99	255
11/5/2017 15:22:38	23.36	9.98	255
11/5/2017 15:22:39	23.40	10.13	255
11/5/2017 15:22:40	23.58	10.11	255
11/5/2017 15:22:41	23.65	9.89	255
11/5/2017 15:22:42	23.47	9.86	255
11/5/2017 15:22:43	23.71	9.96	255
11/5/2017 15:22:44	23.52	10.04	255
11/5/2017 15:22:45	22.64	10.12	255
11/5/2017 15:22:46	23.63	9.97	255
11/5/2017 15:22:47	23.63	10.02	255

B. Perhitungan daya dorong *channel faraday* 2

1. Tegangan 17,3 V

$$J = \frac{I}{A} = \frac{1,9995}{0,00325} = 615,2307 \frac{A}{m^2}$$

$$E = \frac{V}{D} = \frac{17,3}{0,015} = 1153,3333 \frac{V}{m}$$

$$P = J \cdot E = 615,2307 \cdot 1153,33 = 709545,5663 \frac{W}{m^3}$$

$$P = 709545,5663 \frac{W}{m^3} \cdot 0,000075 m^3 = 53,21591747 W$$

$$P_p = U \cdot J \cdot B = 0,0491 \cdot 615,2307 \cdot 0,43770326 = 13,2220645 W$$

$$P_d = P - P_p = 53,21591747 - 13,2220645 = 39,993852 W$$

2. Tegangan 19,5 V

$$J = \frac{I}{A} = \frac{3,56}{0,00325} = 1095,384615 \frac{A}{m^2}$$

$$E = \frac{V}{D} = \frac{19,5}{0,015} = 1300 \frac{V}{m}$$

$$P = J \cdot E = 1095,384615 \cdot 1300 = 1424000 \frac{W}{m^3}$$

$$P = 1424000 \frac{W}{m^3} \cdot 0,000075 m^3 = 106,8 W$$

$$P_p = U \cdot J \cdot B = 0,0570 \cdot 1095,3846 \cdot 0,43770326 = 29,78444733 W$$

$$P_d = P - P_p = 106,8 - 29,78444733 = 77,01555267 W$$

3. Tegangan 22,4 V

$$J = \frac{I}{A} = \frac{8,0297}{0,00325} = 2470,676923 \frac{A}{m^2}$$

$$E = \frac{V}{D} = \frac{22,5}{0,015} = 1500 \frac{V}{m}$$

$$P = J \cdot E = 2470,676923 \cdot 1500 = 3706015,385 \frac{W}{m^3}$$

$$P = 3706015,385 \frac{W}{m^3} \cdot 0,000075m^3 = 277,9511538 W$$

$$P_p = U \cdot J \cdot B = 0,0828 \cdot 2470,676923 \cdot 0,43770326 = 89,54183974 W$$

$$P_d = P - P_p = 277,9511538 - 89,54183974 = 188,4093141 W$$

4. Tegangan 24 V

$$J = \frac{I}{A} = \frac{10,0029}{0,00325} = 3077,815385 \frac{A}{m^2}$$

$$E = \frac{V}{D} = \frac{24}{0,015} = 1600 \frac{V}{m}$$

$$P = J \cdot E = 3077,815385 \cdot 1600 = 4924504,616 \frac{W}{m^3}$$

$$P = 4924504,616 \frac{W}{m^3} \cdot 0,000075m^3 = 369,3378462 W$$

$$P_p = U \cdot J \cdot B = 0,104 \cdot 3077,815385 \cdot 0,43770326 = 140,1056621 W$$

$$P_d = P - P_p = 369,3378462 - 140,1056621 = 229,2321841 W$$

C. Perhitungan Daya Channel

1. Channel Hall

Tegangan 17,3 v

$$\begin{aligned} P &= V \cdot I \\ &= 17,3 \times 0,89 \\ &= 15,39 W \end{aligned}$$

Tegangan 19,5 v

$$\begin{aligned} P &= V \cdot I \\ &= 19,5 \times 2,37 \\ &= 46,21 W \end{aligned}$$

Tegangan 22,4 v

$$\begin{aligned} P &= V \cdot I \\ &= 22,4 \times 5,98 \\ &= 133,95 W \end{aligned}$$

Tegangan 24 v

$$\begin{aligned} P &= V.I \\ &= 24 \times 7,86 \\ &= 188,64 \text{ W} \end{aligned}$$

2. Channel Faraday

Tegangan 17,3 v

$$\begin{aligned} P &= V.I \\ &= 17,3 \times 1,29 \\ &= 22,31 \text{ W} \end{aligned}$$

Tegangan 19,5 v

$$\begin{aligned} P &= V.I \\ &= 19,5 \times 3,48 \\ &= 67,86 \text{ W} \end{aligned}$$

Tegangan 22,4 v

$$\begin{aligned} P &= V.I \\ &= 22,4 \times 7,51 \\ &= 168,224 \text{ W} \end{aligned}$$

Tegangan 24 v

$$\begin{aligned} P &= V.I \\ &= 24 \times 9,44 \\ &= 226,56 \text{ W} \end{aligned}$$

D. Perhitungan hubungan daya channel dengan Kecepatan

a. Channel Hall

1. Tegangan 17,3 V

$$\begin{aligned} \frac{15,39 \text{ w}}{1 \text{ w}} &= \frac{0,0356 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{V} \\ V \cdot 15,39 \text{w} &= 0,0356 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\ V &= 0,00231 \text{ m/s} \end{aligned}$$

2. Tegangan 19,5 V

$$\frac{46,21 \text{ w}}{1 \text{ w}} = \frac{0,0397 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{V}$$

$$V \cdot 46,21 \text{ w} = 0,0397 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$V = 0,000859 \text{ m/s}$$

3. Tegangan 22,4 V

$$\frac{133,95 \text{ w}}{1 \text{ w}} = \frac{0,0511 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{V}$$

$$V \cdot 133,95 \text{ w} = 0,0511 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$V = 0,0003815 \text{ m/s}$$

4. Tegangan 24 V

$$\frac{188,64 \text{ w}}{1 \text{ w}} = \frac{0,0663 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{V}$$

$$V \cdot 188,64 \text{ w} = 0,0663 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$V = 0,000351 \text{ m/s}$$

b. Channel Faraday

1. Tegangan 17,3 V

$$\frac{22,31 \text{ w}}{1 \text{ w}} = \frac{0,0416 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{V}$$

$$V \cdot 22,31 \text{ w} = 0,0416 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$V = 0,0018 \text{ m/s}$$

2. Tegangan 19,5 V

$$\frac{67,86 \text{ w}}{1 \text{ w}} = \frac{0,0486 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{V}$$

$$V \cdot 67,86w = 0,0486 \frac{m}{s}$$

$$V = 0,000716 \text{ m/s}$$

3. Tegangan 22,4 V

$$\frac{168,22 w}{1 w} = \frac{0,0576 \frac{m}{s}}{V}$$

$$V \cdot 168,22w = 0,0576 \frac{m}{s}$$

$$V = 0,000344 \text{ m/s}$$

4. Tegangan 24 V

$$\frac{225,56 w}{1 w} = \frac{0,0789 \frac{m}{s}}{V}$$

$$V \cdot 225,56w = 0,0789 \frac{m}{s}$$

$$V = 0,000349 \text{ m/s}$$

Tabel perbandingan arus/kecepatan

Energy Arus/Kecepatan	
Hall	Faraday
0,04	0,032
0,0167	0,0138
0,0085	0,0076
0,0084	0,0083

E. Dimensi Magnet 30mm x 22mm x 30mm

$$B = \frac{Br}{\pi} \left[\tan^{-1} \left(\frac{W.L}{2.x_1 \sqrt{4x_1^2 + W^2 + L^2}} \right) - \tan^{-1} \left(\frac{W.L}{2(x_1+T) \sqrt{4(x_1+T)^2 + W^2 + L^2}} \right) + \right. \\ \left. \tan^{-1} \left(\frac{W.L}{2.x_2 \sqrt{4x_2^2 + W^2 + L^2}} \right) - \tan^{-1} \left(\frac{W.L}{2(x_2+T) \sqrt{4(x_2+T)^2 + W^2 + L^2}} \right) \right]$$

$$B =$$

$$\frac{12300}{180} \left[\tan^{-1} \left(\frac{22.30}{2.30 \sqrt{4.30^2 + 22^2 + 30^2}} \right) - \tan^{-1} \left(\frac{22.30}{2(30+30) \sqrt{4(30+30)^2 + 22^2 + 30^2}} \right) + \right. \\ \left. \tan^{-1} \left(\frac{22.30}{\sqrt{22^2 + 30^2}} \right) - \tan^{-1} \left(\frac{22.30}{2.30 \sqrt{4.30^2 + 22^2 + 30^2}} \right) \right]$$

$$B =$$

$$\frac{12300}{180} \left[\tan^{-1} \left(\frac{660}{60.70,59745038} \right) - \right. \\ \left. \tan^{-1} \left(\frac{660}{120.125,6343902} \right) + \tan^{-1} \left(\frac{660}{37,20215048} \right) - \tan^{-1} \left(\frac{660}{60.70,59745038} \right) \right]$$

$$B =$$

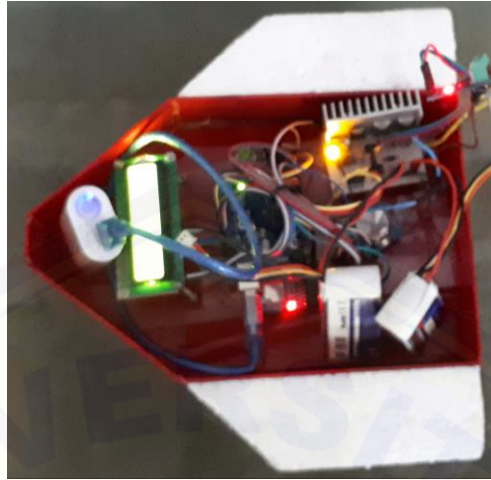
$$\frac{12300}{180} [\tan^{-1} 0,1558129924 - \tan^{-1} 0,04377782223 + \tan^{-1} 17,74090991 - \tan^{-1} 0,1558129924] \\ B = \frac{12300}{180} [8,856215559 - 2,506683916 + 86,7738287 - 8,85621556]$$

$$B = \frac{12300}{180} . 84,26714478$$

$$B = 5758,254894 \text{ G}$$

$$B = 0,5758254894 \text{ T}$$

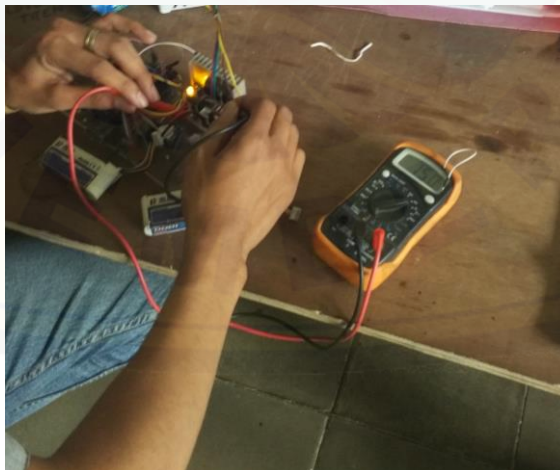
F. Dokumentasi Kegiatan



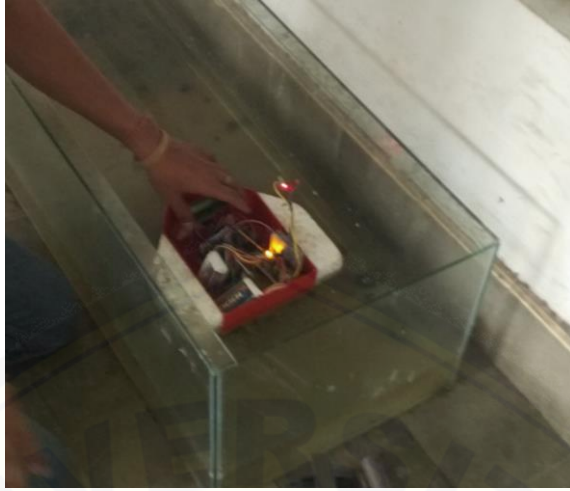
F.1 Bentuk kapal MHD



F.2 Tempat penelitian (Akuarium)



F.3 Pengecekan Rangkaian



F.4 Pengambilan Data

