

ANALISIS PENGARUH LEBAR CELAH DAN JARAK ANTAR MAGNET TERHADAP DAYA DAN JARAK TEMPUH KAPAL PADA MHD CHANNEL TIPE HALL

Analysis Air Gap Effect and Space Between Magnets on Ship Power and Distance Off Hall Type MHD Channel

Setya Budi¹, Triwahju Hardianto², Widyono Hadi²

¹Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

²Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

Jl. Kalimantan 37 Sumbersari, Jember, Jawa Timur, Indonesia 68121

Email: setyabudi2198@gmail.com, triwahju@gmail.com, widyono.hadi1961@gmail.com

ABSTRAK

Magnetohidrodinamika yang memanfaatkan medan magnetik serta cairan atau fluida yang mana untuk merubah menjadi energi gerak merupakan salah satu upaya pengganti penggerak kapal dari sistem penggerak propeler. Fokus dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh lebar celah *channel* terhadap daya dan kecepatan kapal pada *channel type hall connection* dengan sistem perubahan lebar celah *channel*, dari perubahan lebar celah *channel* tersebut akan meneliti pengaruh perubahan lebar celah *channel* dan jarak antar magnet terhadap kecepatan dan daya dorong prototipe kapal MHD serta mencari nilai efisiensi daya dorong yang dikeluarkan dari keempat *channel* percobaan yang dibuat. Dari penelitian yang telah dilakukan ini dapat ditarik kesimpulan bahwa lebar celah dan jarak antar magnet sangat mempengaruhi terhadap daya dorong kapal yang dikeluarkan dan kecepatan jarak tempuh kapal. Sehingga dari empat percobaan tersebut didapatkan ukuran yang paling optimal untuk mendapatkan kecepatan dengan efisiensi daya dorong paling besar yakni saat menggunakan ukuran *channel* 120mm x 23mm x 25mm dengan menggunakan ukuran magnet 12 mm x 20mm x 10mm.

Kata kunci: Magnetohidrodinamika, *Channel Hall*, Lebar celah, Kecepatan, Daya dorong.

ABSTRACT

Magnetohydrodynamics that utilize magnetic fields and fluids or fluids which to convert into motion energy is one of the efforts to replace ship propulsion from propeller propulsion systems. The focus of this research is to determine the effect of channel gap width on the power and speed of the ship in the channel type hall connection with a channel gap change system, from the channel gap width change will examine the influence of channel gap width and distance between magnets on speed and thrust prototype ship MHD and look for the value of the efficiency of the thrust released from the four experimental channels created. From this research, it can be concluded that the gap width and the distance between magnets greatly affect the thrust of the ship issued and the speed of the ship's mileage. So from the four experiments obtained the most optimal size to get the speed with the greatest thrust efficiency that is when using a channel size of 12cm x 2.3cm x 2.5cm by using a magnetic size of 12 cm x 2cm x 10cm.

Key words: Magnetohydrodynamic, Channel Hall, Gap effect, Speed, Push power.

PENDAHULUAN

Penggunaan energi listrik untuk setiap tahunnya yang semakin meningkat menjadikan penggunaan energi harus digunakan dengan cerdas, konsumen dituntut dapat menggunakan energi listrik dengan bijak seperti mematikan peralatan elektronik saat tidak dipakai untuk mencegah pemborosan dalam penggunaannya. Para peneliti dan pembuat alat elektronik juga

terus berupaya agar peralatan elektronik dapat digunakan dengan daya yang minimal dengan hasil yang maksimal. Efisiensi yang baik pada alat elektronik dapat mampu menekan penggunaan energi listrik yang tidak perlu karena rugi rugi daya.

Magnetohidrodinamika yang menggunakan energi alternatif merupakan salah satu upaya pengganti penggerak kapal dari sistem penggerak propeler. Magnetohidrodinamika terdiri dari kata

magneto yang berarti medan magnetik kemudian hydro yang memiliki arti cairan atau fluida, dan *dynamic* yang memiliki arti pergerakan. Menurut Tanoto mahasiswa teknik elektro Universitas Indonesia yang ditulis pada tahun 2009 mengatakan bahwa Magnetohidrodinamika (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.

Salah satu bagian utama dari magnetohidrodinamika adalah *channel* kapal yaitu sebagai tempat perpotongan medan magnet dengan arus listrik yang mana *Channel* kapal yang digunakan adalah *type Hall connection* dimana kedua elektrodanya kutub yang sama saling berhadapan. Dalam *channel* kapal terdapat magnet yang memiliki fungsi sangat penting, karena kapal magnetohidrodinamika bergerak akibat timbulnya gaya *Lorentz*, dimana arus listrik yang dikirimkan berpotongan dengan medan magnet di dalam air laut (plasma).

Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Dwi Suputera Adi tahun 2015 yang berjudul "Pemanfaatan Magnetohidrodinamika Sebagai Energi Penggerak (*Magnetic Propulsion*)". pada penelitian kedua yang dilakukan oleh Nur Dwi Ratno tahun 2016 dengan mengangkat judul "Rancang Bangun Magnetohidrodinamika Sebagai Energi Penggerak Pada Kapal Dengan Menggunakan Tipe Kanal *Diagonal Conducting Wall*". Yang terbaru penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Mawahib pada tahun 2017 dengan judul "Pemanfaatan Magnetohidrodinamika Sebagai Energi Penggerak Magnetik Pada Kapal Dengan Menggunakan Channel Tipe *Hall Connection*". Dari ketiga penelitian tersebut merupakan penelitian rancang bangun kapal MHD dengan menggunakan channel yang berbeda dari setiap penelitian. Parameter yang diambil dari penelitian ini adalah perbandingan dari konfigurasi *channel* yang berbeda dengan menggunakan satu ukuran channel dari setiap konfigurasi *channel*.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Mawahib pada tahun 2017 dengan judul "Pemanfaatan Magnetohidrodinamika Sebagai Energi Penggerak Magnetik Pada Kapal Dengan Menggunakan Channel Tipe *Hall Connection*" dimana *channel* kapal hanya menggunakan dua ukuran yakni 12cm x 2,5cm x 2,5cm dan 12cm x 2,2cm x 1,5cm dan

magnet ukuran 9cm x 2,2cm x 1,5cm dan 12cm x 2,2cm x 1,5 cm karena pada penelitian tersebut dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh *channel type hall connection* terhadap tegangan dan arus pada kecepatan kapal dan kekuatan daya dorong yang dihasilkan kapal MHD dengan membandingkan kapal menggunakan *channel type faraday*, tentu dalam penelitian tersebut masih dapat dikembangkan kembali, oleh karena itu dalam penelitian kali ini akan melanjutkan penelitian tersebut dengan meneliti pengaruh lebar celah *channel* terhadap daya dan kecepatan kapal pada *channel type hall connection* dengan sistem perubahan lebar celah *channel* yang kemudian secara tidak langsung akan mempengaruhi jarak antar magnet dan lebar ruang perpotongan medan magnet *channel type hall connection*, dari perubahan tersebut didalam penelitian ini akan diteliti pengaruh perubahan tersebut terhadap kecepatan dan daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan kapal MHD.

METODE PENELITIAN

Penelitian "Pengaruh Lebar Celah dan Jarak Antar Magnet Pada *Channel type hall connection* Kapal MHD Terhadap Daya dan Jarak Tempuh Kapal" dilaksanakan pada bulan Desember 2019 sampai dengan Februari 2020 di Laboratorium Sistem Kendali, Fakultas Teknik, Universitas Jember di Jl. Slamet Riyadi no.62 Patrang, Jember.

a. Blok Sistem

Perancangan dan pembuatan alat ini dibuat sesuai dengan blok diagram pada Gambar 1. Dari baterai 24 volt menuju sensor tegangan lalu menuju mosfet sebagai penguat dan switch kemudian ke sensor arus lalu masuk ke dalam *channel* kapal. Sedangkan arduino berfungsi sebagai mikro yang mengatur besar kecil tegangan (PWM), menyimpan data penelitian pada data logger dan menampilkan data pada LCD.



Gambar 1. Blok diagram system

b. *Flowchart*

Pada Gambar 2 adalah *flowchart* dari sistem pengambilan data saat penelitian yang mana masukan yang diuji berupa empat *channel* uji dengan variasi lebar celah yang berbeda dan kemudian didapatkan nilai arus dan tegangan pada kapal kapal MHD pada saat kondisi berbebeban setelah itu dilakukan analisis perhitungan medan magnet, pengambilan data kecepatan kapal, perhitungan daya yang dikeluarkan, perhitungan daya dorong dan yang terakhir didapatkan nilai efisiensi daya pada empat *channel* uji.

c. Perhitungan Medan Magnet

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

(Internatinational Magnetic Solution, 2004)
<http://www.magneticsolutions.com.au/>

Dimana:

- B = Medan magnet (Gauss)
- Br = Magnet sisa (Gauss)
- w = Panjang magnet (mm)
- l = lebar magnet (mm)
- t = ketebalan magnet (mm)
- X1 = jarak antar magnet dengan rumus (d/2+x), d adalah jarak sebenarnya (mm)
- X2 = jarak antar magnet dengan rumus (d/2-x), d adalah jarak sebenarnya (mm)

d. Perhitungan Kerapatan Daya Listrik

$$P = j.E \quad (2)$$

(RonJ'LitcMord, 2003)

Dimana:

- P = Kerapatan daya listrik channel (Watt)
- j = Kerapatan arus listrik (A/m²)
- E = Kerapatan medan listrik (Wb/m²)



Gambar 2. *Flowchart*

e. Perhitungan Daya Dorong

$$Pp = u.j.B \quad (3)$$

(RonJ'LitcMord, 2003)

Dimana:

- Pp = Daya dorong (Watt)
- u = Kecepatan (m/s)
- j = Kerapatan arus listrik (A/m²)
- B = Kerapatan medan magnet (Tesla)

f. Perhitungan Daya Disipasi

$$Pd = P - Pp \quad (4)$$

(RonJ'LitcMord, 2003)

Dimana:

- Pd = Daya disipasi (Watt)
- P = Kerapatan daya listrik channel (Watt)
- Pp = Daya dorong komponen Lorentz (Watt)

g. Perhitungan Efisiensi Daya

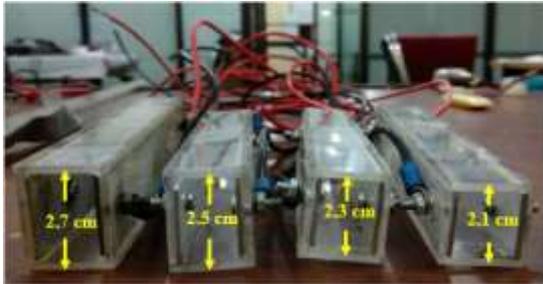
$$\eta_a = \frac{u.(j \times B)}{j.E} \quad (5)$$

(RonJ'LitcMord, 2003)

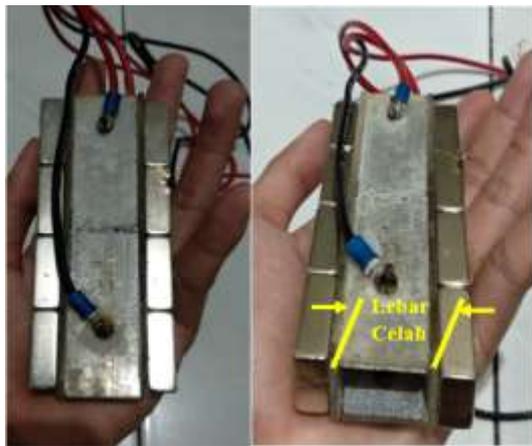
Dimana:

- η_{α} = Efisiensi Daya
- j = Kerapatan arus listrik (A/m^2)
- E = Kerapatan medan listrik (Wb/m^2)
- u = Kecepatan (m/s)
- B = Kerapatan medan magnet (Tesla)

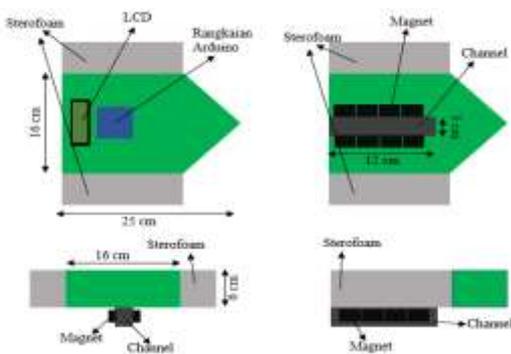
h. Desain Kapal



Gambar 3. Empat Channel uji



Gambar 4. Channel beserta magnet yang telah dipasang



Gambar 5. Desain kapal MHD

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian utama dari penelitian yakni menganalisa nilai medan magnet yang ada pada *channel* uji kemudian mencari nilai tegangan, arus, dan kecepatan kapal saat pengujian untuk mendapatkan hasil daya yang dikeluarkan yang setelah itu didapatkan

nilai efisiensi daya dorong dari setiap *channel* uji yang telah diteliti.

a. Pengujian Pengujian Sensor Arus

Dalam pengujian modul sensor arus AC712-20A-T memiliki fungsi untuk mengetahui keandalan sensor arus dalam membaca arus yang berada pada keluaran kapal MHD, keandalan sensor dapat diketahui melalui cara melihat nilai ADC yang dikeluarkan sensor saat membaca nilai arus yang terbaca dan nantinya nilai tersebut dikalibrasi dengan multimeter yang telah terkalibrasi agar nilai yang ditampilkan sensor arus dengan multimeter dapat sama dan memiliki error yang kecil.

Tabel 2 Pengujian kalibrasi sensor arus

Arus	ADC sensor
0,1	1,28
0,2	2,56
0,3	3,85
0,4	5,13
0,5	6,42
0,6	7,70
0,7	8,99
0,8	10,27
0,9	11,56
1,0	12,84

b. Pengujian Sensor Tegangan

Penggunaan sensor tegangan digunakan untuk mengukur tegangan masukan dari baterai yang nantinya data pembacaan sensor tegangan akan dibaca setiap detiknya dan dikirim atau disimpan ke data logger untuk direkapitulasi bersama pembacaan sensor yang lain dalam satu waktu yang bersamaan. Tabel 3 Pengujian Sensor Tegangan.

c. Analisa Kerapan Medan Magnet Terhadap Dimensi Lebar Celah

Dalam analisa kerapatan medan magnet terhadap dimensi lebar celah channel untuk mengetahui pengaruh lebar celah channel yang berbeda beda terhadap kerapatan medan magnet, yakni dengan menggunakan variasi 4 buah macam dimensi lebar celah channel. Dibawah ini merupakan hasil perhitungan kerapatan medan magnet dengan lebar celah yang berbeda-beda.

Tabel 3 Hasil pengujian Sensor Tegangan dengan Multimeter

Multimeter (V)	Sensor Tegangan (V)
6,06	6,03
7,10	7,20
8,10	8,35
9,80	9,50
10,07	10,61
11,25	11,98
12,10	12,96
13,27	14,38
14,41	15,60
15,40	16,73
17,15	18,76
18,35	20,12
19,01	20,86
20,20	22,25
21,00	23,00
22,00	24,00
23,00	24,00
24,00	24,00

Tabel 4 Dimensi megnet dan kerapatan medan magnet

Dimensi celah channel	Kerapatan Medan Magnet
120mm x 27mm x 25 mm	0,2385629 T.
120mm x 25mm x 25 mm	0,2435001595 T
120mm x 23mm x 25 mm	0,2491781535 T
120mm x 21mm x 25 mm	0,2558205532 T

Dari tabel 4 terlihat bahwa lebar celah *channel* berpengaruh terhadap kerapatan medan magnet. Ketika ukuran *channel* yakni 120mm x 27mm x 25 mm didapatkan nilai kerapatan medan magnet sebesar 0,2385629 T, kemudian saat ukuran *channel* sebesar 120mm x 25mm x 25 mm nilai kerapatan medan magnet yang didapatkan sebesar 0,2435001595 T, setelah itu percobaan yang ketiga menggunakan ukuran *channel* sebesar 120mm x 23mm x 25 mm didapatkan nilai kerapatan medan magnet sebesar 0,2491781535 T, dan percobaan ukuran *channel* terakhir yakni ukuran 120mm x 21mm x 25 mm yang menghasilkan nilai

kerapatan medan magnet sebesar 0,2558205532 T.

d. Pengujian Kapal Magnetohidrodinamika

Dari pengujian celah *channel* tipe *hall connection* yang telah dilakukan dapat dilihat bahwa nilai kecepatan kapal saat menempuh jarak 30 cm dengan menggunakan tegangan yang sama yakni 24 volt memiliki waktu tempuh yang berbeda-beda. Pada saat penggunaan *channel* dengan ukuran 120mm x 27mm x 25mm waktu yang diperlukan untuk mencapai jarak 30cm adalah 20 detik menghasilkan kecepatan 0,015 m/s, dan saat *channel* diganti menggunakan *channel* ukuran 120mm x 25mm x 25mm waktu yang diperlukan juga berubah menjadi 18 detik dalam jarak tempuh 30cm menghasilkan kecepatan 0,01666 m/s. Setelah itu ketika ukuran *channel* diganti menjadi 120mm x 23mm x 25mm waktu yang dibutuhkan untuk menempuh jarak 30cm juga ikut berubah yakni 15,5 detik menghasilkan kecepatan sebesar 0,0193548 m/s, kemudian terakhir percobaan keempat menggunakan *channel* berukuran 120mm x 21mm x 25mm yang dapat menempuh jarak 30cm dengan waktu 20 detik yang menghasilkan kecepatan sebesar 0,015 m/s.

Pada pengukuran nilai arus selalu berubah-ubah pada setiap *channel*, nilai arus selalu berubah terjadi karena ukuran *channel* yang berbeda serta nilai arus yang cenderung terus menurun nilainya dikarenakan daya baterai terus menurun saat pemakaian. Pada saat ukuran *channel* 120mm x 27mm x 25mm arus rata rata yang dihasilkan adalah sebesar 6,35 A, ketika ukuran *channel* diganti menjadi 120mm x 25mm x 25mm nilai arus tetap yakni 6,35 A, dan saat ukuran *channel* kembali dirubah menjadi 120mm x 23mm x 25mm nilai rata rata arus juga ikut naik yakni 7,30 A, kemudian percobaan keempat saat menggunakan ukuran 120mm x 21mm x 25mm nilai arus juga semakin besar yakni 8,12 A.

Tabel 5 Pengaruh perubahan lebar celah channel dan jarak antar magnet

Ukuran Channel(mm)	Tegangan (V)	Arus (A)	Medan Magnet (T)	Kecepatan (m/s)	Daya P (Watt)	Daya Pd (Watt)	Daya Pp (Watt)	Efisiensi (%)
120mmx27mm x25mm	23,87V	6,35	0,2385629	0,015	189,468	182,45	7,01	3,70
120mmx25mm x25mm	23,87V	6,35	0,2435001595	0,01666	189,468	180,88	8,5867	4,53
120mmx23mm x25mm	23,87V	7,30	0,2491781535	0,0193548	217,8	205,04	12,75	5,59
120mmx21mm x25mm	23,65V	8,12	0,2558205532	0,015	240	227,635	12,3646	5,15

Daya disipasi yang dihasilkan pada empat channel yang berbeda lebar celahnya terlihat berbeda, ketika celah channel yang diuji adalah berukuran 120mm x 27mm x 25mm menghasilkan daya sebesar 182,45 Watt, saat percobaan kedua menggunakan channel berukuran 120mm x 25mm x 25mm dimana menghasilkan daya sebesar 180,88 Watt, setelah itu percobaan ketiga menggunakan channel yang berukuran 120mm x 23mm x 25mm menghasilkan nilai daya sebesar 205,04 Watt, dan percobaan keempat menggunakan channel dengan ukuran paling kecil untuk lebar celahnya yaitu 120mm x 21mm x 25mm yang menghasilkan daya sebesar 227,635 Watt.

Efisiensi yang didapatkan dari panelitian pengaruh lebar celah dan jarak antar magnet juga berbeda beda pada setiap pengujian channel dimana ketika ukuran channel 120mm x 27mm x 25mm efisiensi yang dihasilkan yaitu sebesar 3,70% , kemudian saat channel berukuran 120mm x 25mm x 25mm efisiensi yang dihasilkan yaitu sebesar 4,53% , ketika ukuran channel dirubah menjadi 120mm x 23mm x 25mm maka nilai efisiensi juga ikut berubah yakni sebesar 5,59% , dan yang terakhir saat ukuran channel yang digunakan berukuran 120mm x 21mm x 25mm maka nilai efisiensi yang dihasilkan pada channel tersebut adalah 5,15%.

Dari penelitian analisa pengaruh lebar celah dan jarak antar magnet terhadap daya dorong dan kecepatan kapal MHD channel tipe hall yang telah dilakukan ini, dapat diambil beberapa kesimpulan diantaranya adalah nilai rata rata arus yang semakin besar ketika lebar celah channel semakin kecil yang mana nilai arus terbesar terjadi saat channel berukuran 120mm x 21mm x 25mm dengan arus rata rata 8,12A. Kemudian kecepatan kapal tercepat untuk menempuh jarak 30cm adalah ketika channel

yang digunakan berukuran 12mm x 23 mm x 25mm yang dapat menempuh dengan kecepatan 0,0193548 m/s, setelah itu dari penelitian ini juga didapatkan nilai daya dorong yang dikeluarkan terbesar ketika ukuran channel yang terkecil dari penelitian ini yakni 120mm x 21mm x 25mm yang menghasilkan daya sebesar 227,635 Watt, akan tetapi nilai efisiensi yang terbesar terjadi saat menggunakan channel ukuran 120mm x 23mm x 25mm dengan efisiensi sebesar 5,59%. Dari beberapa kesimpulan yang telah didapatkan maka dapat ditarik kesimpulan secara keseluruhan bahwa lebar celah dan jarak antar magnet sangat mempengaruhi terhadap daya dorong kapal yang dikeluarkan dan kecepatan jarak tempuh kapal. Sehingga dari empat percobaan tersebut didapatkan ukuran yang paling optimal untuk mendapatkan kecepatan dengan efisiensi daya dorong paling besar yakni saat menggunakan ukuran channel 120mm x 23mm x 25mm dengan menggunakan ukuran magnet 120 mm x 20mm x 10mm.

KESIMPULAN

Nilai rata rata arus semakin besar ketika lebar celah channel semakin kecil. Nilai arus terbesar terjadi saat channel berukuran 120mm x 21mm x 25mm dengan arus rata rata 8,12A.. Selanjutnya Kecepatan kapal tercepat untuk menempuh jarak 30cm adalah ketika channel yang digunakan berukuran 120mm x 23 mm x 25mm yang dapat menempuh dengan kecepatan 0,0193548 m/s. Sedangkan nilai daya disipasi yang dikeluarkan yang paling besar yaitu ketika saat menggunakan ukuran channel yang terkecil dari penelitian ini yakni 120mm x 21mm x 25mm yang menghasilkan daya sebesar 227,635 Watt.

Nilai daya dorong yang paling besar dihasilkan yakni saat menggunakan channel ukuran 120mm x 23mm x 25mm

dengan daya 12,75 Watt. Dengan Nilai efisiensi daya dorong yang terbesar terjadi saat menggunakan channel ukuran 120mm x 23mm x 25mm dengan efisiensi sebesar 5,59%. Hasil secara menyeluruh memperlihatkan lebar celah dan jarak antar magnet sangat mempengaruhi terhadap daya dorong kapal yang dikeluarkan dan kecepatan jarak tempuh kapal. Sehingga dari empat percobaan tersebut didapatkan ukuran yang paling optimal untuk mendapatkan kecepatan dengan efisiensi daya dorong paling besar yakni saat menggunakan ukuran channel 120mm x 23mm x 25mm dengan menggunakan ukuran magnet 120 mm x 20mm x 10mm.

SARAN

Rekomendasi untuk penelitian selanjutnya diantaranya terkait dengan bahan kapal, magnet, kapasitas baterai yang digunakan. Bahan kapal perlu dibuat lebih ringan untuk memperkecil beban, magnet yang digunakan perlu menggunakan magnet yang lebih besar agar menghasilkan medan magnet yang lebih kuat, kapasitas baterai yang digunakan lebih besar, karena arus yang keluar dari penelitian ini mencapai 9A. Selain itu perlunya penambahan navigasi kapal agar kapal magnetohidrodinamika lebih mudah saat pengendalian arah, perbaikan desain *prototype* kapal dan perhitungan berat kapal untuk menyerupai bentuk kapal asli dan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui hubungan torsi dan kuat medan pada kapal.

REFERENSI

- [1] M. Abbasi, D. D. Ganji, and M. T. Rahni, "MHD flow in a channel using new combination of order of magnitude technique and HPM," *Teh. Vjesn.*, vol. 21, no. 2, pp. 317–321, 2014.
- [2] L. Conference and R. J. Litchford, "Performance Theory of Diagonal Conducting Wall MHD Accelerators" . AIAA-2003-4284," no. June, 2003.
- [3] M. Mawahib, "Pemanfaatan Magnetohidrodinamika Sebagai Energi Penggerak Magnetik Pada Kapal Dengan Menggunakan Channel Tipe Hall Connection, *Repository UNEJ*, 2017.
- [4] T. Hardianto, "*Pandangan penelitian tentang generator dan akselerator magnetohidrodinamika*", 2014.
- [5] T. Hardianto, M.N.Kustanto, "Penentuan Posisi Sudut Channel Diagonal Generator Magnetohidrodinamika Untuk Mendapatkan Daya Listrik Optimal", Laporan Penelitian Fundamental Tahun 2010 , DIPA Universitas Jember, 2011.
- [6] T. F. Lin, J. B. Gilbert, and G. D. Roy, "Analyses of magnetohydrodynamic

- propulsion with seawater for underwater vehicles," *J. Propuls. Power*, vol. 7, no. 6, pp. 1081–1083, 1991.
- [7] P. Magnetohidrodinamika, S. Energi, D. W. I. S. Adi, J. T. Elektro, F. Teknik, and U. Jember, "Pada kapal," 2015.
 - [8] Y. Megantara, M. W. Abdul, G. Octavia, O. Citra, M. Firdausul, A. Bryan, H. Soelaiman, and T. Hardianto, "SEBAGAI ENERGI RAMAH LINGKUNGAN PADA KAPAL," pp. 4–8.
 - [9] N. Sakamoto, J. Kondo, and N. Harada, "Computational study of MHD accelerator," *Collect. Tech. Pap. - 37th AIAA Plasmadynamics Lasers Conf.*, vol. 1, no. June, pp. 60–73, 2006.
 - [10] T. Hardianto, M.N.Kustanto, "Penentuan Posisi Sudut Channel Diagonal Generator Magnetohidrodinamika Untuk Mendapatkan Daya Listrik Optimal" Penelitian Fundamental Tahun 2010 , DIPA Universitas Jember 2010.