



**ANALISIS KARAKTERISTIK *MAGNETOHYDRODYNAMICS*  
GENERATOR DENGAN *CHANNEL DIAGONAL***

**SKRIPSI**

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

Oleh  
**Adi Chandra Trisnawan**  
**NIM 051910201028**

**PROGRAM STUDI S-1  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2011**



**ANALISIS KARAKTERISTIK *MAGNETO*HYDRODYNAMICS  
GENERATOR DENGAN *CHANNEL DIAGONAL***

**SKRIPSI**

Oleh  
**Adi Chandra Trisnawan**  
**NIM 051910201028**

**PROGRAM STUDI S-1  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2011**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini merupakan kenangan indah dalam hidupku dan semoga ini menjadikan langkah awal dalam membahagiakan semua orang yang aku sayangi.

Untuk itu saya ingin mempersembahkan karya ini kepada:

Ibunda Hj. Suwati, Ayahanda H. Sutrisno serta adik-adikku tercinta, terima kasih atas doa, dukungan, ketulusan, kasih sayang, kesabaran, ketabahan dan doa restunya;

Kekasihku Lailatul Maulida yang dengan tulus menemani dan memberi semangat dalam penyelesaian skripsi ini, kamu adalah anugerah terindah dalam hidupku;

Teman, sahabat, dan keluarga kedua tempat berbagi suka dan duka yang tidak akan terlupakan : Wahyudi, Denny Indra Purnama, Romadhoni "Mas Dodon", Zakariya Ahmad "Mas Demit", M. Hilmi Afthoni, M. Fajar Siddiq, Eryk Sinatra "Om E", Kukuh "Kay", Febrian Krisyanda "Bibi";

Buat temen-temen S1 elektro'05 terima kasih atas cinta, kasih sayang, persaudaraan yang begitu indah dan kalian adalah pelangi yang selalu ada di hatiku;

Buat semua teman-teman dan alumni Jurusan Elektro serta semua pihak yang tidak bisa disebutkan yang ikut dalam membantu dan berdoa;

Guru-guruku sejak TK sampai Perguruan Tinggi yang terhormat, terima kasih telah memberikan ilmu dan mendidik dengan penuh kesabaran;

Anak-anak Fukatsu Jember, Kaskus OANC, Forsup Kaskus yang menjadi tempat curahan hati selama mengerjakan skripsi ini, terima kasih;

*For the candle of my heart, thank you for everything;*

Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.

## MOTTO

*" Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pemurah lagi Maha Penyayang "*

*(Al Faatihah 1)*

*" Pahlawan bukanlah orang yang berani menetakkan pedangnya ke pundak lawan, tetapi pahlawan sebenarnya ialah orang yang sanggup menguasai dirinya dikala ia marah.*

*(Nabi Muhammad SAW)*

*" Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya. Ia mendapat pahala (dari kebajikan) yang diusahakannya dan ia mendapat siksa (dari kejahatan) yang dikerjakannya. . . "*

*(Al Baqarah 286)*

*Keramahtamahan dalam perkataan menciptakan keyakinan,  
keramahtamahan dalam pemikiran menciptakan kedamaian,  
keramahtamahan dalam memberi menciptakan kasih.*

*(Lao Tse)*

*Hiduplah seperti pohon kayu yang lebat buahnya;  
hidup di tepi jalan dan dilempari orang dengan batu,  
tetapi dibalas dengan buah.*

*(Abu Bakar Sibli)*

*Sederhana dan mudah dimengerti.*

*(Adi Chandra Trisnawan)*

## LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi berjudul *Analisis Karakteristik Magnetohydrodynamics Generator dengan Channel Diagonal* telah diuji dan disahkan oleh Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember pada:

Hari : Kamis

Tanggal : 16 Juni 2011

Tempat : Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Dr. Triwahju Hardianto, S.T., M.T.  
NIP. 19700826 199702 1 001

Dedy Kurnia Setiawan, ST., MT  
NIP. 19800610 200501 1 003

Anggota I,

Anggota II,

Suprihadi Prasetyono S.T., M.T.  
NIP. 19700404 199601 1 001

H.R.B. Moch. Gozali, S.T., M.T  
NIP. 19690608 199903 1 002

Mengesahkan  
An. Dekan  
Pembantu Dekan I,

Mahros Darsin, ST., M.Sc.  
NIP. 19700322 199501 1 001

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Adi Chandra Trisnawan

NIM : 051910201028

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: *Analisis Karakteristik Magnetohydrodynamics Generator dengan Channel Diagonal* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab 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 dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 23 Juni 2011

Yang menyatakan,

Adi Chandra Trisnawan  
NIM 051910201028

## ***ABSTRACT***

Magnetohydrodynamics (MHD) is science which studies the dynamic movement of electrically conductive fluid to the influence of a magnetic field around it. Fluid conductors include plasma, liquid metal, and salt water that can conduct electricity. Magnetohydrodynamics (MHD) generator is now being developed to become one of alternative energy sources. The system used to calculate the HVEPS Scramjet driven MHD generator. HVEPS is a program developed by the AIAA (American Institute of Aeronautics and Astronautics) for a detailed conceptual analysis required for this MHD concept. This analysis produces a profound influence on the Diagonal Channel slope angle of the power generated. In previous studies the data obtained with an angle  $60^\circ$  output of 13.6 kW, the data is almost equal to that produced in the present study is equal to 13.64 kW. As for the optimal output data contained in the large angle that is equal to  $37,81^\circ$  and output power is equal to 21.63 kW.

Keywords : MHD, HVEPS *Scramjet-driven*, *Magneto*, *Hydro*, *Dynamics*, besar sudut, *Channel Diagonal*

## RINGKASAN

**Analisis Karakteristik *Magnetohydrodynamics* Generator Dengan *Channel Diagonal***; Adi Chandra Trisnawan, 051910201028; 2011: 45 halaman; Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Magnetohydrodynamics (MHD) berasal atas tiga kata, yaitu *magneto* berarti “medan magnetik”, *hydro* berarti “cairan/fluida”, dan *dynamics* berarti “pergerakan”. Sehingga MHD dapat dikatakan ilmu pengetahuan yang mempelajari pergerakan dinamis dari penghantar fluida listrik dengan pengaruh medan magnetik disekelilingnya. Fluida konduktor meliputi plasma, cairan logam, dan air garam yang dapat menghantarkan listrik. Banyak faktor yang mempengaruhi hasil keluaran dari MHD, salah satunya adalah besar sudut *Channel Diagonal*. Tujuan penelitian kali ini adalah untuk mencari hubungan besar sudut terhadap besaran keluaran daya pada MHD *Channel Diagonal*. Hasil dari penelitian diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai acuan untuk membuat MHD yang optimal.

Penelitian dilakukan dengan metode simulasi menggunakan program HVEPS *scramjet-driven*. Desain MHD generator hampir sama dengan pengaturan *Diagonal Conducting Wall* (DCW). Pengaturan dan desain pembuatan mengikuti konsep HVEPS untuk aplikasi penerbangan. Panjang *Channel* generator 59,28 cm, lebar dan tinggi *inlet* 15,24 cm dan 15,40 cm, lebar dan tinggi *outlet* 15,24 cm dan 16,34 cm. Besar medan magnet yang digunakan 1,45 T. Percobaan mengacu pada perubahan besar sudut diagonal yang digunakan, kali ini menggunakan besar sudut 15°, 30°,



45°, dan 60°. Beban yang digunakan bersifat resistif murni yang mengacu pada referensi (Lineberry *et al*, 2007:5).

Perhitungan komposisi dari simulasi udara terdiri dari 3 jenis, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, dan H<sub>2</sub> dengan konsentrasi 1 mol, 0,284 dan 0,568 mol secara berurutan. Fraksi massanya berkisar 28,0134, 3,92 dan 0,98 g secara berurutan. Gas yang digunakan dibubuhi dengan potassium, dan fraksi bibit adalah 1% dari berat keseluruhan gas, dimana disamakan menjadi 0,978% dalam rasio mol. Hal ini mengacu pada referensi (Lineberry *et al*, 2006:14).

Dalam perhitungan kali ini menggunakan perhitungan 1 dimensi dalam kondisi *non-uniformity*. *G-factor* sebagai tolak ukur plasma sebesar 3,24 dan efek tegangan jatuh yang dimasukkan dalam perhitungan sebesar  $\Delta = -0,25$ . Dalam perhitungan menggunakan 4 besaran sudut untuk digunakan sebagai acuan dalam menentukan besar sudut yang optimal. Salah satu besaran sudut yaitu 60° merupakan hasil dari referensi (Lineberry *et al*, 2006:14) yang dicantumkan untuk sebagai pembandingan.

Dari hasil perhitungan didapatkan sudut yang optimal adalah 37,81°. Dan dibuktikan dengan hasil simulasi nilai daya pada sudut 37,81° = 21,63 kW. Yang mana lebih besar dari ketiga data sudut yang di simulasikan serta data sudut pembandingan yaitu 15° = 13,05 kW, 30° = 20,58 kW, 45° = 20,75 kW, serta data pembandingan 60° = 13,64 kW. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa daya yang dihasilkan berdasarkan perubahan besaran sudut akan terus naik sampai hingga mencapai sudut optimal dan kembali turun.

## **PRAKATA**

*Bismillahirrohmanirrohim*

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga skripsi yang berjudul *Analisis Karakteristik Magnetohydrodynamics Generator dengan Channel Diagonal* dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Terselesaikannya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu disampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Ir. Widyono Hadi, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Sumardi, ST, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember;
3. Bapak Dr. Triwahju Hardianto, ST., MT. selaku dosen pembimbing I dan Dedy Kurnia Setiawan, ST., MT. selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta perhatiannya guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi terselesaikannya penulisan skripsi ini;
4. Bapak Suprihadi P., ST., MT., Bapak H.R.B. Moch. Gozali, ST., MT. selaku Tim Penguji Skripsi yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta perhatiannya guna memberikan pengarahan demi terselesaikannya penulisan skripsi ini;
5. Rektor Universitas Jember melalui dana DIPA Universitas Jember yang telah mendanai penelitian ini dengan ketua peneliti Dr. Triwahju Hardianto, ST., MT. dan anggota peneliti Muh. Nurkoyim Kustanto, ST., MT. berdasarkan surat No. 0106/023-04.2/XV/2010 pada Tanggal 31 Desember 2010;
6. Ibunda Hj. Suwati, Ayahanda H. Sutrisno serta adik-adikku tercinta, terima kasih atas doa, dukungan, ketulusan, kasih sayang, kesabaran, ketabahan dan doa restunya.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dalam mengembangkan ilmu pengetahuan khususnya untuk disiplin ilmu teknik elektro, kritik dan saran diharapkan terus mengalir untuk lebih menyempurnakan skripsi ini dan diharapkan dapat dikembangkan untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

Jember, Juni 2010

Penyusun

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>RINGKASAN</b> .....	viii
<b>PRAKATA</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	1
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	2
<b>1.4 Tujuan</b> .....	2
<b>1.5 Manfaat</b> .....	2
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	3
<b>2.1 Magnetohydrodynamics</b> .....	3
2.1.1 MHD Generator .....	3
2.1.2 Prinsip Kerja MHD Generator .....	4
2.1.3 Power Generation .....	5
2.1.3.1 Generator Faraday .....	5
2.1.3.2 Generator Hall .....	6
2.1.3.3 Generator Disc .....	7

2.1.3.4 MHD Generator Dengan <i>Channel Diagonal</i> .....	8
<b>2.2 HVEPS scramjet-driven MHD power demonstrasi</b> .....	8
2.2.1 Fasilitas tes UTRC scramjet .....	10
2.2.2 NASA 3.0 Tesla magnet superkonduktor .....	13
<b>2.3 Metode Persamaan Satu Dimensi</b> .....	16
<b>2.4 Non-Uniformity</b> .....	18
<b>2.5 Electric Model</b> .....	19
<b>2.6 Batasan Kondisi</b> .....	21
<b>2.7 Metode MacCormack</b> .....	21
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	23
<b>3.1 Tempat dan Waktu Penelitian</b> .....	23
<b>3.2 Tipe Channel MHD</b> .....	23
<b>3.3 Metode Back Substitusi dan Polynominal</b> .....	25
<b>3.4 Blok Diagram Sistem</b> .....	28
3.4.1 Input, chfield, diagonal, gasprop .....	28
3.4.2 Mhdg .....	28
3.4.3 Qinit, loss, bfield, goveqs, mac .....	28
3.4.4 Op, print, endcal .....	29
3.4.5 Output result .....	29
<b>3.5 Alur Penelitian</b> .....	30
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	31
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	38
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	38
<b>5.2 Saran</b> .....	38
<b>DAFTAR ACUAN</b> .....	39
<b>LAMPIRAN</b> .....	40

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 <i>MHD generator</i> .....	4
2.2 <i>MHD Generator Disc</i> .....	7
2.3 <i>Konsep Scramjet-driven Air Borne MHD Generator</i> .....	10
2.4 <i>Skematik rig uji scramjet</i> .....	11
2.5 <i>Foto tes UTRC Scramjet dengan 5 tes cell</i> .....	12
2.6 <i>NASA magnet superkonduktor</i> .....	14
2.7 <i>NASA Split-Coil superkonduktor Profil Magnet medan magnet aksial.</i> .....	15
2.8 <i>NASA Split-Coil Magnet superkonduktor Kontur Medan Intensitas magnetik di Pusat Transverse Plane dari Bore – Kilogauss</i> .....	16
3.1 <i>Perakitan tata letak MHD Generator dan komponen jalur penggabungan</i> .....	25
3.2 <i>Blok diagram sistem</i> .....	28
3.3 <i>Alur Penelitian</i> .....	30
4.1 <i>Grafik Kerapatan arus Hall</i> .....	31
4.2 <i>Grafik Kerapatan arus Faraday</i> .....	32
4.3 <i>Grafik Medan listrik Hall</i> .....	32
4.4 <i>Grafik Medan listrik Faraday</i> .....	33
4.5 <i>Grafik Daya yang dihasilkan</i> .....	34
4.6 <i>Grafik Daya yang dihasilkan pada sudut 37,81°</i> .....	36
4.7 <i>Gerak Perbandingan Daya yang dihasilkan dengan besar sudut</i> .....	36

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Tabel Perhitungan Kerapatan Arus Hall ( $J_x$ ).....	40
2. Tabel Perhitungan Kerapatan Arus Faraday ( $J_y$ ).....	41
3. Tabel Perhitungan Medan Listrik Hall ( $E_x$ ) .....	42
4. Tabel Perhitungan Medan Listrik Faraday ( $E_y$ ) .....	43
5. Tabel Perhitungan Besar Daya yang dihasilkan.....	44
6. Tabel Perhitungan Besar Daya yang dihasilkan pada sudut $37,81^\circ$ .....	45