

ISBN : 978-602-6232-20-5.

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL TEKNIK ELEKTRO

Topic :

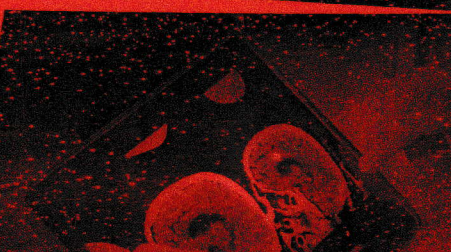
Computer | Telecommunications | Control Systems And Robotics
Image Processing | System And Applications | Biomedical Engineering
Sensor And Instrumentation

MEETAS 2016

MODERN ELECTRICAL ENGINEERING TECHNOLOGY
AND ITS APPLICATION SEMINAR 2016
BANDUNG, 28 OKTOBER 2016



Penyelenggara :
Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik



DAFTAR ISI

Keynote Speakers:

- 1 Pencitraan Tomografi Seismik
Sri Widiyantoro
- 2 Cooperative Multi-Robot Technology and Applications
Bambang Riyanto
- 3 OMRON – Industrial Automation
Rocky Anthony

Makalah

No	Judul Makalah	hlm
1	Desain dan Realisasi Pemrosesan Citra dengan CMUcam4 untuk Meningkatkan Kinerja Visual Robosoccer <i>Asep Najmurokhman, Kusnandar, Bambang HSR Wibowo</i>	1
2	Komunikasi Bluetooth Untuk Akuisisi Data Sensor Dalam Menentukan Mapping Lapangan KRPAI Berkaki <i>Felix Alexander Gunawan, Muliady</i>	7
3	Analisa Error State pada Sistem Pengendali Anti Windup dan Sliding Mode Control dengan Sistem Observer Melalui Sejumlah Linear Matrix Inequality <i>Mirza Zoni¹, Cahayahati²</i>	14
4	Perancangan Algoritma Maze Solving menggunakan Goal Based Agent dan Reflex Agent with State Pada Arena KRPAI <i>Ricky Subagja, Erwani Merry Sartika</i>	19
5	Perancangan dan Realisasi Struktur Robot Berdasarkan Analisis Kestabilan pada Gait <i>Gema Albadi Irman, Muliady</i>	23
6	Implementasi Kalman Filter pada sensor IMU <i>Denny Kurniawan, Muliady</i>	28
7	Desain Switch Mode Power supply Jenis Push Pull Converter Sebagai Catu Kontroler <i>Stefanus Rizal Hidayat, Slamet Riyadi</i>	32
8	Desain Filter Pasif Untuk Mengurangi Total Harmonic Distortion Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Aplikasi Khusus <i>Nurhalim, Firdaus</i>	37
9	Desain Inverter Dua Fasa Sebagai Pengendali Motor Hysteresis Berbasis dsPIC33FJ16GS502 <i>Matius Hendi Susilo, Slamet Riyadi</i>	42
10	Performance Air Gap On Geometry Magnetic Core <i>Andreas D. Simanjuntak, Herawati Yusuf</i>	47
11	Pengenalan Wajah Akibat Variasi Pencahayaan dengan Kernel Direct Discriminant Analysis (KDDA) <i>Andreas Oloan Sihotang, Riko Arlando Saragih</i>	52

No	Judul Makalah	hlm
12	Klasifikasi Huruf Tulisan Tangan Menggunakan Algoritma Pembelajaran Delta-Bar-Delta <i>Mario Herryng Tambunan, Novie Theresia Br Pasaribu</i>	58
13	Pengenalan Citra Wajah dan Citra Pembuluh Darah dengan Local Directional Number Pattern <i>Daniel Setiadikarunia, Riko Arlando Saragih, Bharma Benjamin</i>	61
14	Laju Kesalahan Bit Sistem Transmisi OFDM-BPSK Akibat Variasi Cyclic Prefix pada Guard Interval <i>Rahmad Hidayat</i>	65
15	Perancangan Jaringan Distribusi Fiber To The Home (FTTH) di Komplek Batununggal Indah Bandung <i>Wida Ningrat, Ratnadewi</i>	69
16	Perancangan dan Realisasi Sistem Akuisisi Data dan Pengambilan Gambar Melalui Gelombang Radio Frekuensi <i>Billy Hartanto, Heri Andrianto</i>	76
17	Perancangan dan Realisasi Sistem Pemilihan Suara Nirkabel dengan IP Statis <i>Adhitya Putra Pamungkas, Daniel Setiadikarunia</i>	86
18	Aplikasi Haar-Like Features Untuk Penjejukan Wajah dan Objek Bukan Wajah Berbasis Raspberry Pi 2 <i>Dwi Dharma Senatriya, Aan Darmawan Hangkawidjaja</i>	91
19	Realisasi Face Tracker web cam Menggunakan Metode Haar-Like Feature <i>Steven Christian Santosa, Aan Darmawan Hangkawidjaja</i>	96
20	Prototipe Pengendali Perangkat Elektronik Rumah Tangga Berbasis ESP8266-12 Untuk Penerapan IoT <i>Benny, Aan Darmawan</i>	102
21	Perancangan Aplikasi Online Berbasis Web Pada Batik Rizki Tasikmalaya <i>Sri Lestari, R. Ait Novatiani, R. Adjeng Mariana F., Eldi</i>	107
22	Analisa Kelayakan Pengembangan Sistem Pemantauan Proyek Dan Penerima Manfaat <i>Yusuf Septiananda, Erick Paulus</i>	113
23	Movement Detection as NUI (Natural User Interface) Using C Programming Language <i>Jeffry, Agus Prijono, Yonatan Hutama</i>	119
24	Pengujian Performa Kriptografi Data Teks DES dan 3DES Menggunakan Bahasa Pemrograman C++ <i>Roy Pramono Adhie, Denny Setiawan Wijaya, Johnny Immanuel B.C.</i>	124
25	Aplikasi Sistem Pembayaran Dengan Teknologi Smart Card Near Field Communication (NFC) <i>Roy Pramono Adhie, Leonardus Eric Febryanto</i>	131
26	Ketidakstabilan Frekuensi di Pusat Pengendali Beban Jawa Bali <i>Vincensius Nugroho Kristianto, Dr. Ir. Herawati Yusuf, MT</i>	137

Performance Air Gap on Geometry Magnetic Core

Andreas D. Simanjuntak

Universitas Kristen Maranatha
Bandung, Indonesia
andreasdouglass.simanjuntak@gmail.com

Dr. Ir. Herawati Yusuf, MT.

Universitas Kristen Maranatha
Bandung, Indonesia
siti_herawati_aminah@yahoo.com

Abstrak – Kuat medan magnet (H) merupakan gerak gaya magnet terhadap geometri yang dapat diperoleh dari sumber arus atau bahan magnet yang sering disebut sebagai sumber energi terbarukan. Bahan magnet mempunyai permeabilitas tinggi yang mampu membangkitkan tegangan listrik yang cukup besar. Bahan magnet *ferrite* mempunyai permeabilitas lebih dari 1000000 *weber*. Sehingga dengan ukuran 1 cm mampu membangkitkan tegangan 1 KV. Geometri magnet permanen dapat bersifat *lumped*, sehingga tidak ada rugi-ruginya. Celah udara (*air gap*) merupakan tempat gerak gaya magnet yang dapat mempunyai kinerja dari magnet permanen. Celah udara (*air gap*) yang di pergunakan sesuai dengan *Duty Cycle* converter yang di pergunakan.

Katakunci – *Geometry, Magnet Ferrite, Unjuk Kerja, Celah Udara, Duty Cycle*

I. PENDAHULUAN

Magnet permanen merupakan bahan listrik yang bekerja sesuai dengan kebutuhan sistem dan bahan magnet bisa mengendalikan MIMO (*Multiple Input Multiple Output*)^[10]. Bahan magnet juga dapat berfungsi sebagai *lowpass filter*, *highpass filter*, dan *bandpass filter*. Geometri magnet permanen merupakan *design* khusus dan mempunyai karakteristik tertentu. Untuk mendapatkan karakteristik ini, penulis menggunakan 4 buah inti magnet yang sama seperti pada Gbr. 4. Untuk mendapatkan besaran kapasitor maka penulis menggunakan geometri magnet. Dimana diantara inti magnet A terhadap BC dan D diberi celah udara. Celah udara ini dipengaruhi GGL geometri magnet sehingga diperoleh pendekatan kapasitor seperti yang terlihat pada Gbr. 4. Celah udara merupakan sumber *magnetomotance* yang mampu membangkitkan GGL^[1,2,4,5,6,8,12,13,14,15] sesuai dengan *duty cycle* sistem tersebut sehingga besar celah udara sudah sesuai dengan yang dipakai.

II. TEORI PENUNJANG

A. Bahan magnet *ferrite*

Magnet permanen *ferrite* (lihat Gbr. 4,5,6) juga dikenal sebagai magnet keramik. Magnet *ferrite*

mempunyai sifat medan magnet yang besar dan tidak mudah korosi. Disamping itu magnet *ferrite* mempunyai koersifitas yang tinggi dengan tingkat kestabilan terhadap pengaruh medan luar serta temperatur yang cukup baik^[10].

Dalam suatu perhitungan magnet permanen, kita harus mengetahui nilai kapasitans setiap bagian dari magnet tersebut. Untuk itu, maka kita juga harus mengetahui nilai dari luas penampang, *permeability*, dan panjang. Ini diperlukan agar didapat persamaan sebagai berikut :

$$\mathcal{R} = \frac{L}{\mu \times A} \quad (1)$$

$$\mu = \mu_0 \times \mu_r \quad (2)$$

$$\mathcal{R}_{gap} = \frac{L}{\mu_0 \times A} \quad (3)$$

dengan $\mu_r = 10^6$ dan $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$

Setelah mendapatkan nilai reluktansi, maka kita dapat mendapatkan nilai P, dengan rumus :

$$P = \frac{1}{\mathcal{R}} \quad (4)$$

Dengan nilai P tersebut, maka nilai C akan didapat. Karena :

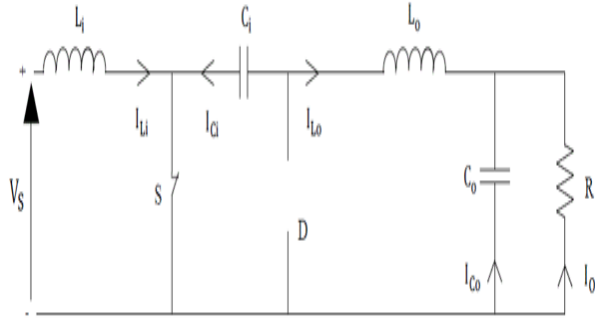
$$P \approx C \quad (5)$$

Dimana :

- \mathcal{R} : Reluktansi magnet (A/Wb)
- L : Panjang (m)
- A : Luas penampang (m²)
- μ : Permeabilitas (Wb/Am)
- μ_0 : Permeabilitas awal (Wb/Am)
- μ_r : *relative* permeabilitas (Wb/Am)
- \mathcal{R}_{gap} : Reluktansi celah udara (A/Wb)
- P : *Permeance* (F)
- C : Kapasitans (F)

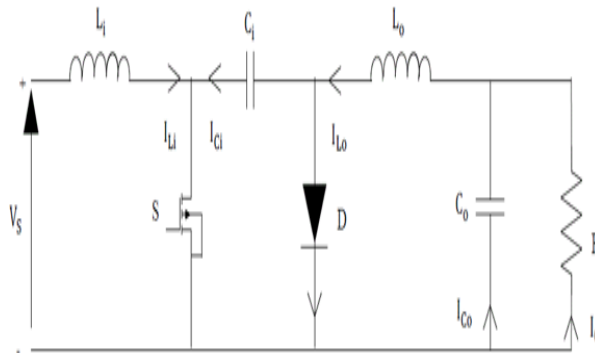
B. Cuk Konverter

Cuk konverter dapat menaikkan dan menurunkan tegangan, sehingga dapat bekerja pada berbagai *range* tegangan masukan. Selain itu kelebihan dari rangkaian cuk konverter dapat mengurangi *ripple*^[3].



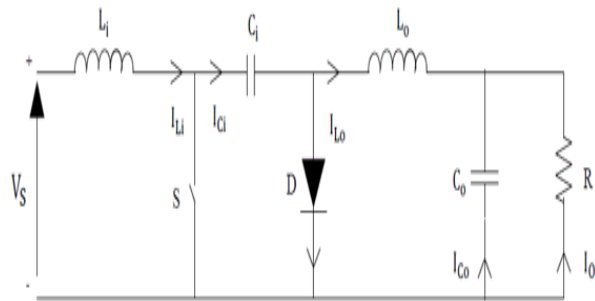
Gbr. 1. Rangkaian Cuk Konverter

Rangkaian cuk converter^[12] dibagi menjadi 2 bagian seperti yang ditunjukkan pada Gbr. 2&3. *Mode 1*, ketika transistor saklar ditutup maka arus yang melalui induktor Li naik, sehingga pembuangan energi ke sirkuit dibentuk oleh Ci, Co, Lo, dan beban.



Gbr. 2. Switch Closed

Mode 2, saat tegangan input diaktifkan dan saklar S terbuka, maka dioda D adalah *forward bias* dan kapasitor Ci dibebankan melalui Li, D, dan Vs. pasokan energi input yang tersimpan dalam konduktor Lo ditransfer ke beban.



Gbr. 3. Switch Open

Dari rangkaian tersebut didapatkan rumus sebagai berikut :

$$Duty\ cycle = -\frac{V_o}{V_s - V_o} \quad (6)$$

$$Output\ voltage(V_o) = -V_s \frac{D}{1-D} \quad (7)$$

III. UNJUK KERJA CELAH UDARA

Pada percobaan ini magnet permanen yang digunakan berbahan *ferrite* dengan 4 buah magnet berbentuk E. Dapat dilihat dari Gbr. 4 berikut :



Gbr. 4. Magnet Permanen Berbentuk E

4 buah inti magnet diatur seperti pada Gbr. 4. Dimana 1 magnet diletakkan di posisi atas, 2 magnet diletakkan berhimpit dengan posisi berlawanan arah, dan 1 magnet lagi diletakkan di posisi bawah.

Dari magnet pada Gbr. 4 dapat dilihat setiap sisi-sisinya seperti pada Gbr. 5&6 di bawah ini :



Gbr. 5. Sisi Atas Magnet

Pada magnet permanen ini, bagian kanan dan kirinya melengkung di bagian dalam dan juga berbentuk bulat pada bagian tengahnya seperti yang terlihat pada Gbr. 5.



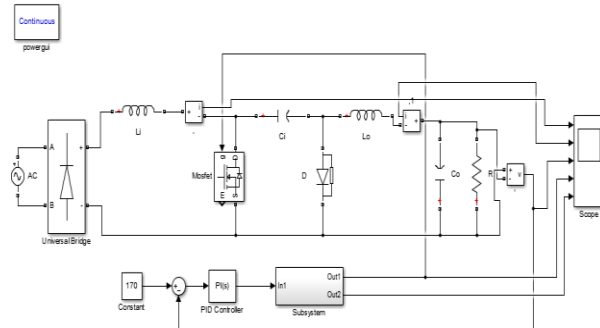
Gbr. 6. Sisi Samping Magnet

Pada sisi samping magnet permanen bentuknya tidak murni balok, melainkan ada setengah tabung yang memotong bagian tengah magnet tersebut.

Inti magnet diperhitungkan sesuai dengan geometrinya. Dimana magnet permanen bagian atas (A), tengah atas (B), tengah bawah (C), dan bawah (D) mempunyai panjang yang berbeda-beda dan luas penampang yang berbeda-beda juga dengan permeabilitas = 1.256. Diperhitungkan dengan persamaan (1) sehingga diperoleh hasil seperti pada Tabel. 1.

Celah udara yang diatur berbeda-beda. Mulai dari 1 mm, 2 mm, 3 mm, 4 mm, dan 5 mm. Diperhitungkan berdasarkan persamaan (3) dan (4), sehingga diperoleh hasil seperti pada Tabel. 2.

Dari setiap sisi magnet permanen ini memiliki keunikan pada geometrinya, sehingga nilai-nilai yang dihasilkan juga bervariasi.



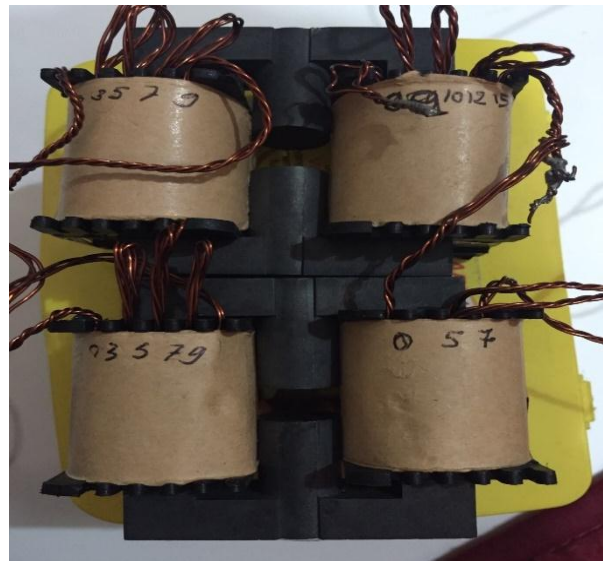
Gbr. 7. Rangkaian Cuk Konverter Close Loop

Untuk hasil \mathcal{R} dan C lihat tabel di bawah ini :

Bagian	Nilai			\mathcal{R}	C
	L (meter)	A	μ		
A	0.016	7.03875×10^{-5}	1.256	180.9817582	$5.525418749 \times 10^{-3}$
	8×10^{-3}	2.263875×10^{-4}	1.256	28.13506378	0.0355428375
	0.024	1.32665×10^{-4}	1.256	144.0340727	$6.942801667 \times 10^{-3}$
	8×10^{-3}	2.263875×10^{-4}	1.256	28.13506378	0.0355428375
	0.016	7.03875×10^{-5}	1.256	180.9817582	$5.525418749 \times 10^{-3}$
B	0.016	7.03875×10^{-5}	1.256	180.9817582	$5.525418749 \times 10^{-3}$
	8×10^{-3}	2.263875×10^{-4}	1.256	28.13506378	0.0355428375
	0.024	1.32665×10^{-4}	1.256	144.0340727	$6.942801667 \times 10^{-3}$
	8×10^{-3}	2.263875×10^{-4}	1.256	28.13506378	0.0355428375
	0.016	7.03875×10^{-5}	1.256	180.9817582	$5.525418749 \times 10^{-3}$
C	0.016	7.03875×10^{-5}	1.256	180.9817582	$5.525418749 \times 10^{-3}$
	8×10^{-3}	2.263875×10^{-4}	1.256	28.13506378	0.0355428375
	0.024	1.32665×10^{-4}	1.256	144.0340727	$6.942801667 \times 10^{-3}$
	8×10^{-3}	2.263875×10^{-4}	1.256	28.13506378	0.0355428375
	0.016	7.03875×10^{-5}	1.256	180.9817582	$5.525418749 \times 10^{-3}$
D	0.016	7.03875×10^{-5}	1.256	180.9817582	$5.525418749 \times 10^{-3}$
	8×10^{-3}	2.263875×10^{-4}	1.256	28.13506378	0.0355428375
	0.024	1.32665×10^{-4}	1.256	144.0340727	$6.942801667 \times 10^{-3}$
	8×10^{-3}	2.263875×10^{-4}	1.256	28.13506378	0.0355428375
	0.016	7.03875×10^{-5}	1.256	180.9817582	$5.525418749 \times 10^{-3}$

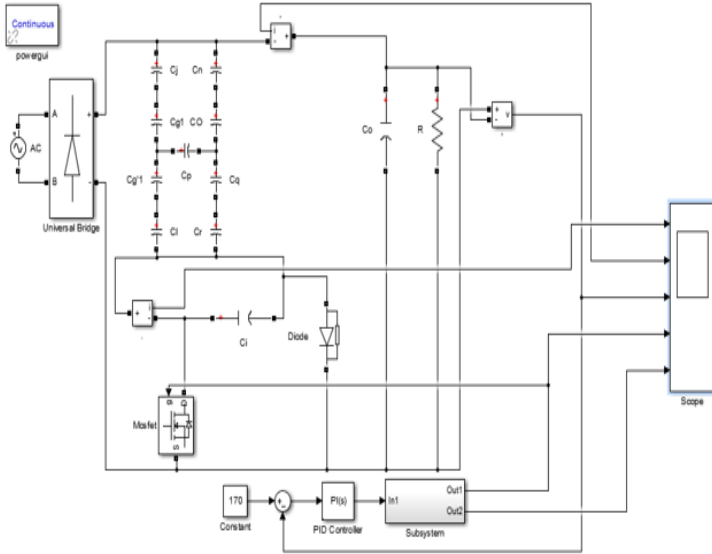
Tabel. 1. Perhitungan Reluktansi (\mathcal{R}) dan kapasitans (C) Pada 4 Buah Magnet

Kemudian inti magnet diberi lilitan, sehingga inti magnet dapat berfungsi sebagai trafo seperti yang terlihat pada Gbr. 8.



Gbr. 8. Inti Magnet Dengan Lilitan

Dari Gbr. 7 di atas, mula-mula kedua L di coupling menjadi jadi trafo kemudian diubah kembali menjadi inti magnet dengan kapasitan seperti Gbr. 9.



Gbr. 9. Rangkaian Cuk Converter Menggunakan Inti Magnet

Unjuk kerja celah udara dengan persamaan (3), maka diperoleh parameter seperti pada tabel 2.

Langkah	Celah atas				Celah bawah				Vin	Vout
	L (mm)	Cg1	Cg3	Cg5	L (mm)	Cg1	Cg3	Cg5		
1	1	8.840669997x10 ⁴	1.6662724x10 ⁷	8.840669997x10 ⁴	1	8.840669997x10 ⁴	1.6662724x10 ⁷	8.840669997x10 ⁴	170	-169.65
	2	4.420335x10 ⁴	8.331362001x10 ⁴	4.420335x10 ⁴	1	8.840669997x10 ⁴	1.6662724x10 ⁷	8.840669997x10 ⁴	170	-169.65
	3	2.94689x10 ⁴	5.554241333x10 ⁴	2.94689x10 ⁴	1	8.840669997x10 ⁴	1.6662724x10 ⁷	8.840669997x10 ⁴	170	-169.65
	4	2.2101675x10 ⁴	4.165681001x10 ⁴	2.2101675x10 ⁴	1	8.840669997x10 ⁴	1.6662724x10 ⁷	8.840669997x10 ⁴	170	-169.65
	5	1.768134x10 ⁴	3.3325448x10 ⁴	1.768134x10 ⁴	1	8.840669997x10 ⁴	1.6662724x10 ⁷	8.840669997x10 ⁴	170	-169.65
2	1	8.840669997x10 ⁴	1.6662724x10 ⁷	8.840669997x10 ⁴	2	4.420335x10 ⁴	8.331362001x10 ⁴	4.420335x10 ⁴	170	-169.65
	2	4.420335x10 ⁴	8.331362001x10 ⁴	4.420335x10 ⁴	2	4.420335x10 ⁴	8.331362001x10 ⁴	4.420335x10 ⁴	170	-169.65
	3	2.94689x10 ⁴	5.554241333x10 ⁴	2.94689x10 ⁴	2	4.420335x10 ⁴	8.331362001x10 ⁴	4.420335x10 ⁴	170	-169.65
	4	2.2101675x10 ⁴	4.165681001x10 ⁴	2.2101675x10 ⁴	2	4.420335x10 ⁴	8.331362001x10 ⁴	4.420335x10 ⁴	170	-169.65
	5	1.768134x10 ⁴	3.3325448x10 ⁴	1.768134x10 ⁴	2	4.420335x10 ⁴	8.331362001x10 ⁴	4.420335x10 ⁴	170	-169.65
3	1	8.840669997x10 ⁴	1.6662724x10 ⁷	8.840669997x10 ⁴	3	2.94689x10 ⁴	5.554241333x10 ⁴	2.94689x10 ⁴	170	-169.65
	2	4.420335x10 ⁴	8.331362001x10 ⁴	4.420335x10 ⁴	3	2.94689x10 ⁴	5.554241333x10 ⁴	2.94689x10 ⁴	170	-169.65
	3	2.94689x10 ⁴	5.554241333x10 ⁴	2.94689x10 ⁴	3	2.94689x10 ⁴	5.554241333x10 ⁴	2.94689x10 ⁴	170	-169.65
	4	2.2101675x10 ⁴	4.165681001x10 ⁴	2.2101675x10 ⁴	3	2.94689x10 ⁴	5.554241333x10 ⁴	2.94689x10 ⁴	170	-169.65
	5	1.768134x10 ⁴	3.3325448x10 ⁴	1.768134x10 ⁴	3	2.94689x10 ⁴	5.554241333x10 ⁴	2.94689x10 ⁴	170	-169.65
4	1	8.840669997x10 ⁴	1.6662724x10 ⁷	8.840669997x10 ⁴	4	2.2101675x10 ⁴	4.165681001x10 ⁴	2.2101675x10 ⁴	170	-169.65
	2	4.420335x10 ⁴	8.331362001x10 ⁴	4.420335x10 ⁴	4	2.2101675x10 ⁴	4.165681001x10 ⁴	2.2101675x10 ⁴	170	-169.65
	3	2.94689x10 ⁴	5.554241333x10 ⁴	2.94689x10 ⁴	4	2.2101675x10 ⁴	4.165681001x10 ⁴	2.2101675x10 ⁴	170	-169.65
	4	2.2101675x10 ⁴	4.165681001x10 ⁴	2.2101675x10 ⁴	4	2.2101675x10 ⁴	4.165681001x10 ⁴	2.2101675x10 ⁴	170	-169.65
	5	1.768134x10 ⁴	3.3325448x10 ⁴	1.768134x10 ⁴	4	2.2101675x10 ⁴	4.165681001x10 ⁴	2.2101675x10 ⁴	170	-169.65
5	1	8.840669997x10 ⁴	1.6662724x10 ⁷	8.840669997x10 ⁴	5	1.768134x10 ⁴	3.3325448x10 ⁴	1.768134x10 ⁴	170	-169.65
	2	4.420335x10 ⁴	8.331362001x10 ⁴	4.420335x10 ⁴	5	1.768134x10 ⁴	3.3325448x10 ⁴	1.768134x10 ⁴	170	-169.65
	3	2.94689x10 ⁴	5.554241333x10 ⁴	2.94689x10 ⁴	5	1.768134x10 ⁴	3.3325448x10 ⁴	1.768134x10 ⁴	170	-169.65
	4	2.2101675x10 ⁴	4.165681001x10 ⁴	2.2101675x10 ⁴	5	1.768134x10 ⁴	3.3325448x10 ⁴	1.768134x10 ⁴	170	-169.65
	5	1.768134x10 ⁴	3.3325448x10 ⁴	1.768134x10 ⁴	5	1.768134x10 ⁴	3.3325448x10 ⁴	1.768134x10 ⁴	170	-169.65

Tabel. 2. Perhitungan C Untuk Celah Udara Magnet Beserta Tegangan Keluaran

Dari Tabel. 2 tersebut maka nilai-nilai C yang telah didapat kemudian dimasukkan ke dalam rangkaian pada Gbr. 9

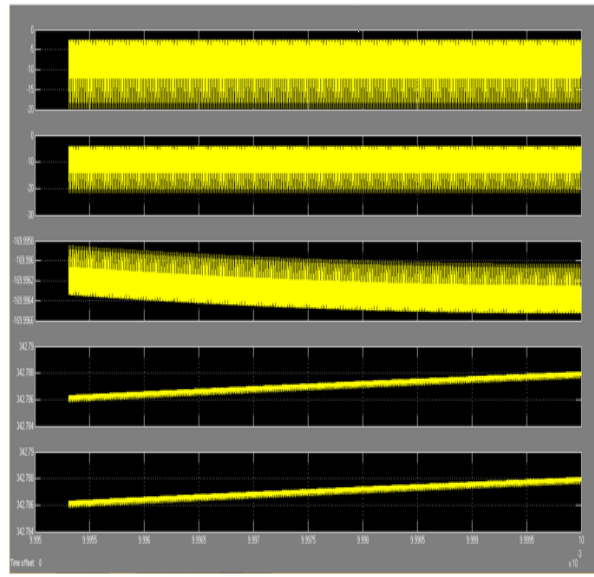
IV. ANALISIS DATA

Magnet permanen berfungsi sebagai energi *renewable*^[11]. Untuk menghasilkan energi yang lebih baik lagi, inti magnet harus diberi celah udara. Sehingga celah udara ini berfungsi sebagai pembangkit energi magnet^[7]. Pengaruh celah udara akan mempengaruhi besarnya *duty cycle*^[9].

Dari geometri penulis lihat Gbr. 4 maka akan diperoleh nilai celah udara yang ada pada Tabel. 2. Dari hasil perhitungannya diperoleh :

1. Jika celah udara makin besar dengan celah atas dan bawah = 1mm, maka $P = 1.7172032 \times 10^{-7}$.
2. Jika celah atas dan bawah = 5mm, maka $P = 3.4344064 \times 10^{-8}$.
3. Jika celah udara makin kecil dengan celah atas dan bawah = 10mm, maka $P = 1.7172032 \times 10^{-8}$.

Setelah dilakukan percobaan pada Gbr. 9, maka diperoleh hasil yang terbaik seperti yang ditampilkan pada Gbr. 10.



Dari hasil keluaran pada Gbr. 10, maka didapat :

$$Duty\ cycle = \frac{-169.65\ v}{170\ v + 169.65\ v} = 0.4995$$

V. KESIMPULAN

Unjuk kerja Celah udara yang paling baik pada celah atas dan bawah=5mm dengan $P=3.4344064 \times 10^{-8}$, sehingga menghasilkan *duty cycle* = 0.4995.

REFERENSI

1. Ana B. M. Aguiar, Arezki Merkhof, and Kamal Al-Haddad, "Influence of the Air Gap Length on the Magnetic Core Loss in Large Hydro Generator", IEEE, 2012.
2. Andreas Lindner and Ingo Hahn, "Design of an E-core flux-switching permanent magnet machine with large air-gap", IEEE, 2015.
3. Annisa Triandini, Soeprapto, dan Mochammad Rif'an, "Perancangan Battery Control Unit (BCU) Dengan Menggunakan Topologi Cuk Converter Pada Instalasi Tenaga Surya", makalah, Universitas Brawijaya, Malang, Juli 2013.
4. Antonio Roque, Duarte M. Sousa, Elmano Margato, Vitor Malo Machado, "Magnetic Flux Density Distribution in the Air Gap of a Ferromagnetic Core With Superconducting Blocks: Three-Dimensional Analysis and Experimental NMR Results", IEEE, 2015.
5. Babak Dianti, Hossein Heydari, and Seyed Ahmadreza Afsari, "Analytical Computation of Air Gap Magnetic Field in a Viable", IEEE, 2015.
6. Bobby George Joseph and P. C. Thomas, "Variable Reluctance Axial Flux Alternator Incorporating Air Gap Variation", IEEE, 2016.
7. Bora Novakovic, Yao Duan, Mark Solvenson, Adel Nasiri, and Dan M Ionel, "Multi-physics System Simulation for Wind Turbines with Permanent Magnet Generator and Full Conversion Power Electronics", IEEE, 2013.
8. Erika Stenglein, Daniel Kuebrich, and Manfred Albach, "Prediction of the Non-linear Behavior of a Stepped Air Gap Inductor", IEEE, 2016.
9. Herawati Yusuf, "THE INFLUENCE OF AIR GAPS AT 0.4 DUTY CYCLE ON MAGNETIC CORE TYPE 'E' TO INCREASE THE EFFICIENCY OF CUK CONVERTER", IJEET, 2013.
10. Nur Afifah Zen, Wahyu Widanarto, dan Wahyu Tri Cahyanto, "Karakteristik Struktur dan Sifat Manganese Ferrite Bahan Magnet Permanen Isotropik", makalah, Universitas Jendral Soedirman, Purwokerto, April 2014.
11. P. Enrici, F. Dumas, N. Ziegler, and D. Matt, "Design of a high-performance, multi-air gap linear actuator for aeronautical applications", IEEE, 2015.
12. Rheesabh Dwivedi, Vinay Kumar Dwivedi, and Rahul Sharma, "Parametric variation analysis of CUK converter for constant voltage applications", IJAREEIE, Vol. 3, Issue 2, February 2014.
13. Riuyang Lin and Scott D. Sudhoff, "A Hybrid Model to Calculate Air Gap Flux Density for a V-shape Interior Permanent Magnet Machine", IEEE, 2016.
14. S. Vimala Devi and Dr. N. Senthil Kumar, "Design of Power Electronic Transformer Based Variable Speed Wind Energy Conversion System", ICCPCT, 2016.
15. Stephan Willerich and Hans-Georg Herzog, "Prediction of the Magnetic Field in the Air-gap of Synchronous Machines on a Preliminary Design Level – Machine Modelling and Field Calculation", IEEE, 2015.