



UNIVERSITAS INDONESIA

**PEMBANGKITAN ENERGI LISTRIK DARI
GERAK RELATIF PERISAI MAGNETIK TERHADAP
MAGNET DAN KUMPARAN**

SKRIPSI

**RATNA PRABOWO
0706199804**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
DEPOK
JULI 2012**



UNIVERSITAS INDONESIA

**PEMBANGKITAN ENERGI LISTRIK DARI
GERAK RELATIF PERISAI MAGNETIK TERHADAP
MAGNET DAN KUMPARAN**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik**

**RATNA PRABOWO
0706199804**

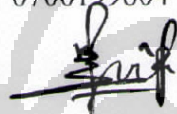
**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
DEPOK
JULI 2012**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar

Nama : RATNA PRABOWO

NPM : 0706199804

Tanda Tangan : 

Tanggal : Juli 2012

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Ratna Prabowo
NPM : 0706199804
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Pembangkitan Energi Listrik Dari Gerak Relatif
Perisai Magnetik Terhadap Magnet dan Kumparan

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

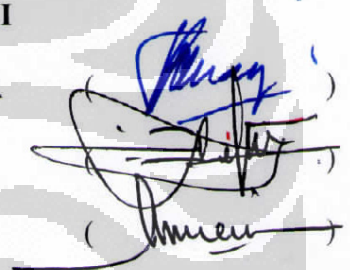
Pembimbing : Prof. Dr. Ir Rudy Setiabudy DEA

Penguji : Dr. Ir. Ridwan Gunawan MT

Penguji : Ir. Amien Rahardjo MT

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : Juli 2012



UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Elektro pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, saya tidak dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Prof.Dr.Ir. Rudy Setiabudy DEA selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- (2) Orang tua tercinta, istri tercinta, kakak-kakak dan keluarga besar yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;
- (3) Teman-teman yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini Helly Andri, Meli Andani dan yang lainnya tidak bisa saya sebutkan satu per satu.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, Juli 2012

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ratna Prabowo
NPM : 0706199804
Program Studi : Teknik Elektro
Departemen : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

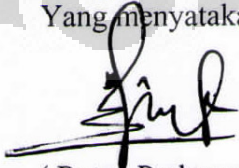
Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

PEMBANGKITAN ENERGI LISTRIK DARI GERAK RELATIF PERISAI
MAGNETIK TERHADAP MAGNET DAN KUMPARAN

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan skripsi saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : Juli 2012
Yang menyatakan


(Ratna Prabowo)

Ratna Prabowo
NPM : 0706199804
Departemen Teknik Elektro

Dosen Pembimbing
Prof.Dr.Ir Rudy Setiabudy DEA

PEMBANGKITAN ENERGI LISTRIK DARI GERAK RELATIF PERISAI MAGNETIK TERHADAP MAGNET DAN KUMPARAN

ABSTRAK

Hukum induksi faraday menyatakan bahwa besarnya ggl induksi di dalam rangkaian tertutup sama (kecuali tanda negatifnya) dengan kecepatan perubahan fluks magnet pada rangkaian tersebut. Dengan hukum ini maka ggl induksi dapat dibangkitkan setiap kali ada perubahan fluks magnet pada kumparan. Salah satu metode untuk menghasilkan perubahan fluks magnet pada kumparan adalah dengan menempatkan perisai magnetik di antara magnet dan kumparan. Perisai ini berfungsi untuk menahan dan melewatkan fluks magnet ke kumparan. Ketika ditahan, fluks magnet mengalir melalui perisai sehingga fluks magnet tidak dapat masuk ke kumparan. Ketika dilewatkan, fluks magnet tidak mengalir melalui perisai tetapi langsung menuju kumparan. Dengan cara ini perubahan fluks magnet pada kumparan dapat terjadi sehingga ggl induksi dapat dihasilkan.

Kata kunci : ggl induksi, fluks magnet, magnet, kumparan, perisai.

Ratna Prabowo
NPM : 0706199804
Electrical Engineering Department

The lecturer of consultant
Prof.Dr.Ir Rudy Setiabudy DEA

GENERATING ELECTRICAL POWER FROM RELATIVE MOTION OF MAGNETIC SHIELD MATERIALS IN MAGNETIC FIELD

ABSTRACT

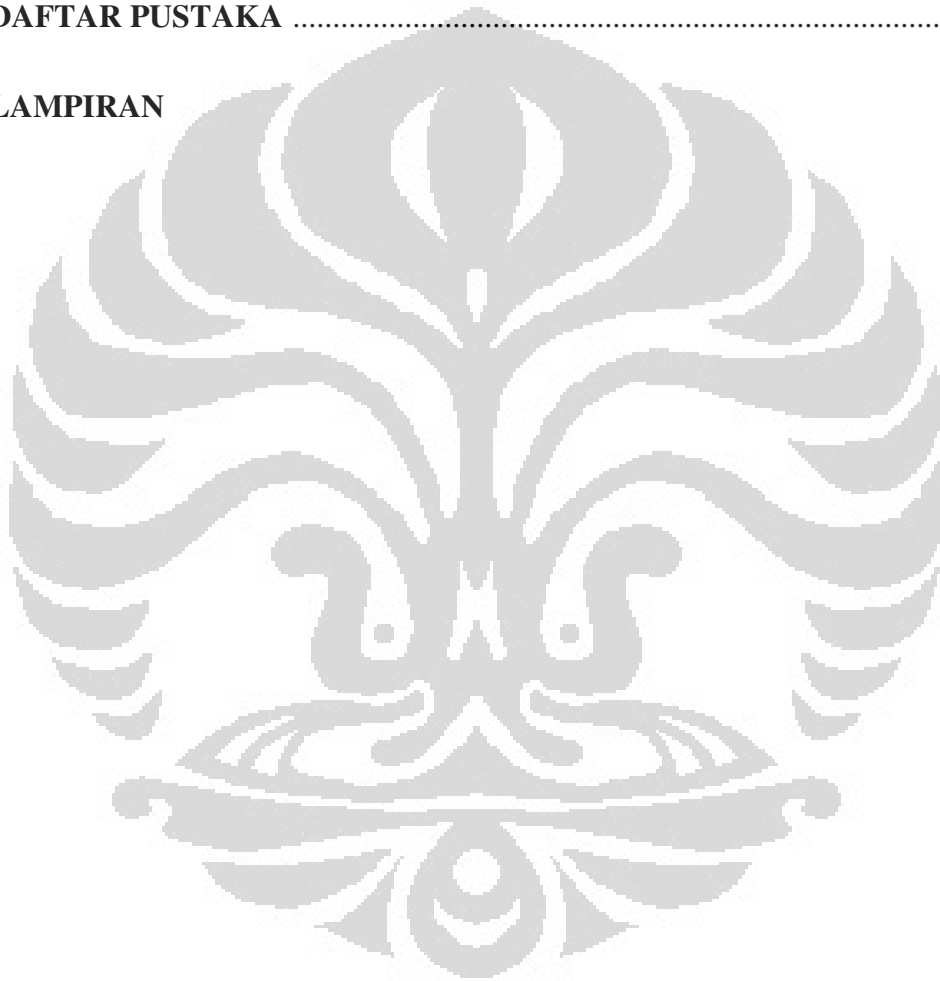
The faraday induction law states that voltage of emf induction in a circuit is proportional (except the minus sign) to the rate of change of the magnetic flux on those circuit. By this law, induced emf can be generated every time there is a change in magnetic flux in the coil. One methode for generating magnetic flux changing in the coil is by placing magnetic shield betwen the magnet dan coil. This shield serve to hold and release magnetic flux to the coil. When it hold, magnetic flux flow through the shield so that magnetic flux can not go into the coil. When it release, magnetic flux do not flow through the shield but direct to the coil. By this methode, magnetic flux change in the coil can be generated so that induced emf can be produced.

Key word : emf induction, magnetic flux, magnet, the coil, shielding.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Metode Penulisan	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II DASAR TEORI	4
2.1 Magnet	4
2.2 Hukum Induksi Faraday dan Hukum Lenz	6
2.3 Permeabilitas Magnetik	7
2.4 Rangkaian Magnet.....	10
2.5 Perisai Magnetik	12
BAB III PERANCANGAN ALAT	13
3.1 Proses Perubahan Fluks Magnet	13
3.2 Perancangan Alat	16
BAB IV PENGUJIAN	25
4.1 Pengukuran Tegangan Kumparan	25
4.1.1 Kumparan Pertama	26
4.1.2 Kumparan Kedua	31
4.1.3 Kumparan Ketiga	36
4.1.4 Kumparan Keempat.....	41

4.2 Pengukuran Induksi Magnet	46
4.3 Pengukuran Permeabilitas Magnetik.....	52
4.4 Perhitungan.....	54
4.5 Simulasi Medan Magnet.....	55
BAB V KESIMPULAN.....	58
DAFTAR REFERENSI	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Gerak relatif magnet dan kumparan	1
Gambar 1.2	Arus induksi	2
Gambar 2.1	Garis-garis gaya magnet	4
Gambar 2.2	(a) Fluks magnet, (b) arah medan magnet tegak lurus bidang A, (c) arah medan magnet membentuk sudut θ terhadap bidang A	5
Gambar 2.3	Arah arus induksi	6
Gambar 2.4	Kurva Histerisis.....	7
Gambar 2.5	Kurva B-H beberapa material feromagnetik	10
Gambar 2.6	Rangkaian Magnetik	10
Gambar 2.7	Analogi Rangkaian Listrik dan Rangkaian Magnetik.....	11
Gambar 3.1	Penempatan Perisai Magnetik	13
Gambar 3.2	Fluks magnet mengalir di dalam perisai magnetik.....	14
Gambar 3.3	Sebagian fluks magnet dari magnet A keluar dari perisai magnetik	15
Gambar 3.4	Seluruh fluks magnet dari magnet A keluar dari perisai magnetik ..	16
Gambar 3.5	Diagram acuan perancangan alat	16
Gambar 3.6	Ukuran magnet yang digunakan.....	19
Gambar 3.7	Jarak antar magnet	19
Gambar 3.8	Perancangan alat dilihat dari depan	20
Gambar 3.9	Perancangan alat dilihat dari samping (tanpa kumparan).....	21
Gambar 3.10	Model percobaan	21
Gambar 3.11	Susunan magnet di dalam rumah magnet	23
Gambar 3.12	Magnet B bersama-sama perisai magnetik menahan fluks magnet C	23
Gambar 3.13	Magnet B bersama-sama perisai magnetik menahan medan magnet A	24
Gambar 4.1	Hasil pengukuran pertama pada kumparan pertama	26
Gambar 4.2	Hasil pengukuran kedua pada kumparan pertama	27
Gambar 4.3	Hasil pengukuran ketiga pada kumparan pertama	28
Gambar 4.4	Hasil pengukuran keempat pada kumparan pertama	29
Gambar 4.5	Hasil pengukuran kelima pada kumparan pertama	30
Gambar 4.6	Hasil pengukuran pertama pada kumparan kedua	31
Gambar 4.7	Hasil pengukuran kedua pada kumparan kedua	32
Gambar 4.8	Hasil pengukuran ketiga pada kumparan kedua	33
Gambar 4.9	Hasil pengukuran keempat pada kumparan kedua.....	34
Gambar 4.10	Hasil pengukuran kelima pada kumparan kedua	35
Gambar 4.11	Hasil pengukuran pertama pada kumparan ketiga	36
Gambar 4.12	Hasil pengukuran kedua pada kumparan ketiga	37

Gambar 4.13	Hasil pengukuran ketiga pada kumparan ketiga	38
Gambar 4.14	Hasil pengukuran keempat pada kumparan ketiga	39
Gambar 4.15	Hasil pengukuran kelima pada kumparan ketiga	40
Gambar 4.16	Hasil pengukuran pertama pada kumparan keempat	41
Gambar 4.17	Hasil pengukuran kedua pada kumparan keempat	42
Gambar 4.18	Hasil pengukuran ketiga pada kumparan keempat	43
Gambar 4.19	Hasil pengukuran keempat pada kumparan keempat	44
Gambar 4.20	Hasil pengukuran kelima pada kumparan keempat	45
Gambar 4.21	Rangkaian Pengganti Gaussmeter	47
Gambar 4.22	Tampilan Kalkulator Magnet	49
Gambar 4.23	Simulasi fluks magnet mengalir pada inti ferite dan inti udara	56
Gambar 4.24	Simulasi fluks magnet mengalir pada inti besi silikon	56
Gambar 4.25	Simulasi fluks magnet mengalir pada inti besi silikon dengan kedua ujung besi diberi medan magnet berlawanan	57



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Hasil pengukuran tegangan kumparan pertama	31
Tabel 4.2	Hasil pengukuran tegangan kumparan kedua	36
Tabel 4.3	Hasil pengukuran tegangan kumparan ketiga	41
Tabel 4.4	Hasil pengukuran tegangan kumparan keempat	46
Tabel 4.5	Hasil pengukuran induksi medan magnet tanpa perisai magnetik	48
Tabel 4.6	Hasil perhitungan induksi medan magnet menggunakan kalkulator magnet.....	50
Tabel 4.7	Perbandingan Induksi Magnet Hasil Pengukuran dengan Perhitungan Kalkulator Magnet.....	51
Tabel 4.8	Hasil Pengukuran Permeabilitas Magnetik Material Perisai Magnetik..	53
Tabel 4.9	Hasil Perhitungan Tegangan Kumparan Pertama	54
Tabel 4.10	Hasil Perhitungan Tegangan Kumparan Kedua... ..	54
Tabel 4.11	Hasil Perhitungan Tegangan Kumparan Ketiga... ..	55
Tabel 4.12	Hasil Perhitungan Tegangan Kumparan Keempat	55

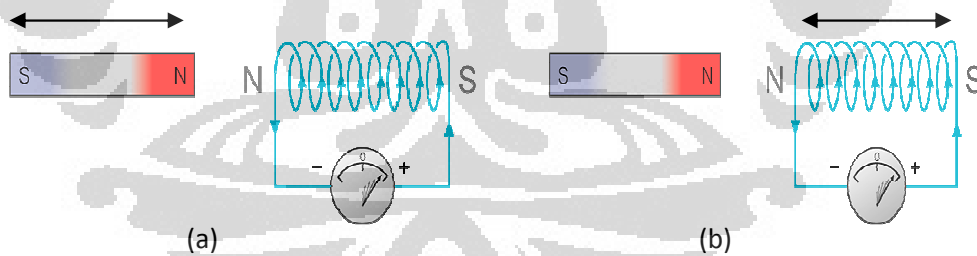


BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

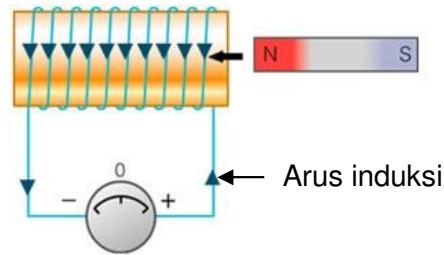
Energi listrik dapat dihasilkan dari reaksi kimia seperti baterai atau konversi sumber energi lain seperti minyak bumi, panas bumi, air terjun, sinar matahari dan angin. Konversi energi-energi seperti minyak bumi, panas bumi, angin dan air terjun menjadi energi listrik selalu menggunakan alternator yaitu suatu alat yang berfungsi mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Prinsip kerjanya berdasarkan hukum induksi Faraday.

Hukum induksi Faraday menyatakan bahwa besarnya ggl induksi ϵ dalam rangkaian tertutup (kumparan) sama (kecuali tanda negatifnya) dengan kecepatan perubahan fluks yang melalui kumparan tersebut, atau $\epsilon_{\text{ind}} = -\Delta\Phi/\Delta t$. Berdasarkan hukum ini, maka perubahan fluks magnet pada kumparan dapat dilakukan dengan dua cara yakni menggerakkan secara relatif magnet terhadap kumparan (Gambar 1.1 a) atau menggerakkan secara relatif kumparan terhadap magnet (Gambar 1.1 b).



Gambar 1.1 Gerak relatif magnet dan kumparan

Dua cara ini mempunyai efek samping yang sama yakni timbul semacam efek menghambat, seperti yang dijelaskan dalam hukum Lenz yaitu arus induksi akan mengalir sedemikian sehingga medan magnet induksi yang timbul selalu melawan fluks yang menyebabkannya, seperti yang terlihat pada gambar 1.2.



Gambar 1.2 Arus induksi

Jika arus yang mengalir semakin besar maka medan magnet terinduksi akan semakin besar sehingga perlawanannya pun akan semakin kuat. Inilah yang disebut dengan efek menghambat. Efek ini menyebabkan tenaga yang diperlukan untuk menggerakkan magnet atau kumparan akan semakin besar. Oleh karena itu perlu suatu metode atau cara lain yang mungkin bisa mengurangi atau bahkan menghilangkan efek tersebut sehingga dengan tenaga yang sama akan menghasilkan energi listrik yang lebih besar.

1.2 Perumusan Masalah

Suatu metode yang patut dicoba untuk menghasilkan perubahan medan magnet pada kumparan adalah dengan menempatkan semacam perisai magnetik antara magnet dan kumparan. Perisai ini berfungsi untuk menahan atau melewatkan fluks magnet. Dengan metode ini, baik magnet atau kumparan dalam keadaan diam dan hanya perisai magnetik yang bergerak. Untuk mengetahui bagaimana energi listrik dihasilkan dengan metode ini dan faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi besarnya energi listrik yang dihasilkan perlu dilakukan pengujian.

1.3 Tujuan

Tujuan dari skripsi ini adalah untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang perlu menjadi pertimbangan dalam menerapkan metode pembangkitan energi listrik melalui gerak relatif perisai magnetik terhadap magnet dan kumparan.

1.4 Batasan Masalah

Pada skripsi ini, masalah akan dibatasi pada aplikasi hukum induksi faraday, yakni setiap ada perubahan medan magnet pada kumparan akan menghasilkan gaya gerak listrik pada kumparan tersebut.

1.5 Langkah Penulisan

Langkah-langkah utama yang akan dilakukan dalam melakukan penulisan ini adalah :

- a. Melakukan studi literatur mengenai perisai magnetik, material apa saja penyusunnya dan bagaimana cara kerjanya dalam menahan fluks magnet.
- b. Mencari material perisai magnetik dan melakukan percobaan untuk mengetahui kemampuannya dalam menahan medan magnet.
- c. Membuat model percobaan menggunakan perisai magnetik yang paling baik kemampuannya berdasarkan percobaan sebelumnya dan melakukan ujicoba.
- d. Membuat laporan mengenai hasil pengujian.

1.6 Sistematika Pembahasan

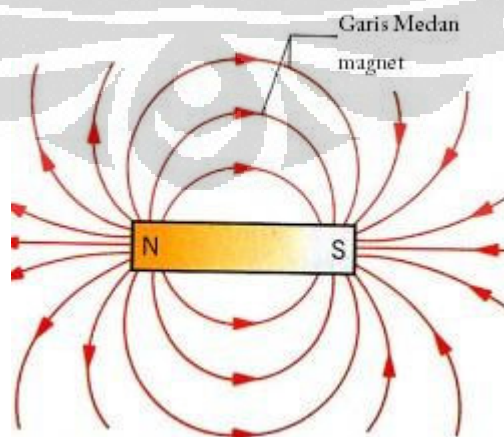
Pada bab satu membahas tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan, pembatasan masalah, dan sistematika pembahasan. Bab dua membahas tentang konsep dasar yang meliputi fluks magnetik, hukum induksi faraday, hukum lenz, magnet, rangkaian magnetik dan permeabilitas magnetik. Bab tiga membahas tentang perancangan alat. Bab empat membahas tentang pengujian alat dan Bab lima berupa penutup yang membahas tentang kesimpulan mengenai pengujian yang telah dilakukan.

BAB II DASAR TEORI

2.1 Magnet

Magnet adalah suatu benda atau obyek yang menghasilkan medan magnet. Medan ini dapat menarik benda-benda yang bersifat feromagnetik seperti besi dan menarik atau menolak magnet lain. Magnet mempunyai 2 (dua) kutub yakni kutub utara dan kutub selatan. Definisi ini tidak bisa diartikan secara harfiah. Ini merupakan cara untuk membedakan kedua ujung magnet, karena sebenarnya magnet tidak mempunyai pertikel utara atau selatan yang jelas pada sisi-sisinya yang berlawanan. Ketika sebuah magnet dibelah menjadi 2 (dua) atau lebih dengan tujuan untuk memisahkan kutub-kutubnya, maka pecahannya tersebut tetap akan memiliki sifat seperti aslinya yaitu mempunyai 2 (dua) kutub, utara dan selatan.

Di ruang sekitar bahan magnet terdapat medan magnetik. Hal ini dapat dirasakan ketika ada magnet lain yang didekatkan, maka magnet tersebut akan mengalami gaya tarik atau gaya tolak. Medan magnet dapat dilukiskan dengan garis-garis yang dinamakan garis-garis gaya magnet. Medan magnet adalah medan vektor artinya besaran yang menyatakan medan magnet adalah besaran vektor yaitu vektor induksi magnet (B).

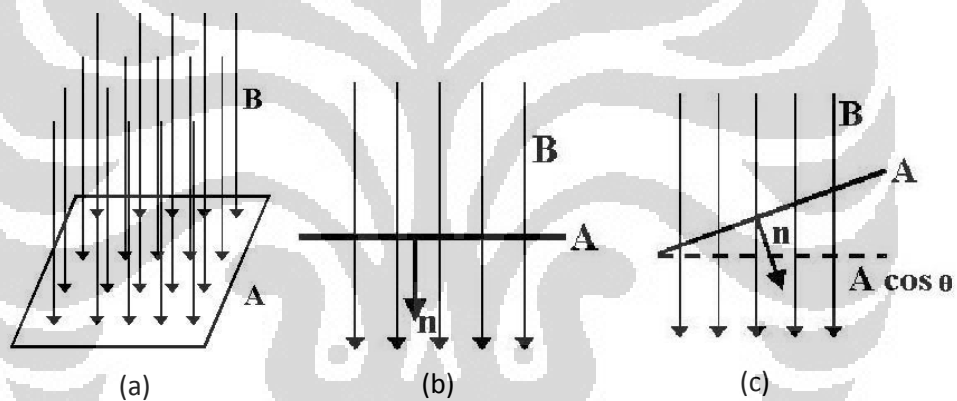


Gambar 2.1 Garis-garis gaya magnet

Beberapa ketentuan yang terkait dengan garis-garis gaya magnet antara lain :

- Garis-garis gaya magnet keluar dari kutub utara dan masuk ke kutub selatan.
- Garis-garis gaya magnet tidak berpotongan satu dengan lainnya.
- Arah medan magnet di suatu titik pada garis gaya magnet adalah arah garis singgung di titik tersebut.

Besar medan magnet (induksi magnet) pada suatu titik dinyatakan dengan jumlah garis-garis gaya magnet yang menembus satuan luas bidang yang tegak lurus terhadap arah medan magnet pada titik tersebut. Jumlah garis-garis gaya magnet dinamakan fluks magnet (Φ), sedang jumlah garis-garis gaya magnet per satuan luas disebut rapat fluks magnet atau induksi magnet (B), atau lebih sering disebut dengan rapat garis gaya magnet.



Gambar 2.2 (a) Fluks magnet, (b) arah medan magnet tegak lurus bidang A, (c) arah medan magnet membentuk sudut θ terhadap bidang A

Fluks magnet (Φ) secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\Phi = B.A \text{ (weber)} \quad (2.1)$$

dengan B = induksi magnet (T)

A = luas bidang yang dilingkupi induksi magnet B (m^2)

Bila bidang A membentuk sudut θ terhadap medan magnet maka besarnya fluks magnet adalah :

$$\Phi = B.A.\cos \theta \quad (2.2)$$

Dalam sistem MKS, satuan fluks magnet adalah weber (Wb), sedang satuan induksi magnet adalah weber/m² atau disebut tesla (T). Untuk sistem CGS, fluks magnet dalam satuan Maxwell (M) sedang rapat fluks magnet dengan satuan M/cm² disebut Gauss, dengan 1 Tesla = 10⁴ Gauss.

2.2 Hukum Induksi Faraday dan Hukum Lenz

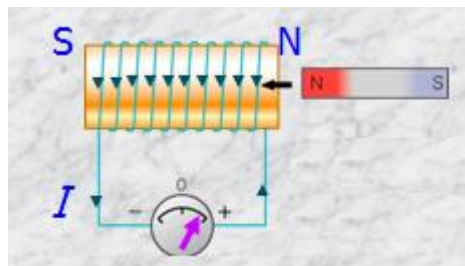
Hukum induksi Faraday merupakan hukum dasar dalam membangkitkan ggl induksi. Hukum ini menyatakan bahwa “tegangan gaya gerak listrik (ggl) induksi ε dalam sebuah rangkaian adalah sama (kecuali tanda negatifnya) dengan kecepatan perubahan fluks magnet yang melalui rangkaian tersebut”. Atau dapat dinyatakan bahwa setiap kali ada perubahan medan magnet pada suatu rangkaian (misalnya kumparan) maka akan timbul ggl induksi pada rangkaian tersebut. Jika kecepatan perubahan fluks magnet dinyatakan dalam weber/sekon maka tegangan ggl induksi dinyatakan dalam volt. Jika dinyatakan dalam persamaan, maka :

$$\varepsilon_{\text{ind}} = -\Delta\Phi/\Delta t \text{ (Volt)} \quad (2.3)$$

Jika terdapat N buah lilitan, maka

$$\varepsilon_{\text{ind}} = -N(\Delta\Phi/\Delta t) \text{ (Volt)} \quad (2.4)$$

Tanda negatif pada persamaan hukum induksi Faraday di atas menandakan arah arus induksi selalu melawan penyebabnya seperti yang dijelaskan pada hukum Lenz yaitu “arus induksi akan mengalir sedemikian sehingga medan magnet induksi akan selalu melawan yang menyebabkannya”.



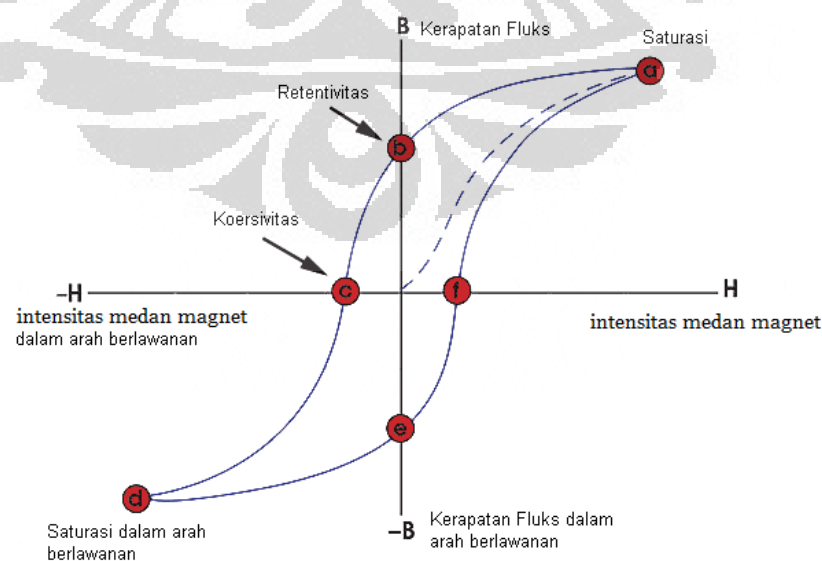
Gambar 2.3 Arah arus induksi

2.3 Permeabilitas Magnetik

Permeabilitas magnetik suatu material sangat berkaitan dengan sifat-sifat magnetik bahan tersebut. Material yang diletakkan dalam medan magnet luar B akan terpolarisasi magnetik atau termagnetisasi yaitu suatu proses penesejajaran dipole magnet karena pengaruh medan magnet luar. Material paramagnetik memiliki dipole magnet yang berkaitan dengan spin dari elektron yang tidak berpasangan. Karena pengaruh medan magnet luar, spin akan mengalami torsi sedemikian sehingga momen dipolnya cenderung berorientasi searah dengan medan magnet luar.

Pada material diamagnetik, keberadaan medan magnet luar akan mengubah laju orbital elektron sehingga menghasilkan perubahan momen dipole orbital yang berlawanan dengan arah medan magnet luar. Magnetisasi material feromagnetik tidak bergantung pada kehadiran medan magnet luar tetapi oleh sejarah magnetik dari bahan tersebut.

Cara yang tepat untuk mempelajari mengenai sifat magnetis dari suatu material feromagnetik adalah dengan mempelajari kurva histerisisnya. Kurva histerisis menunjukkan hubungan antara kerapatan fluks magnet induksi (B) dan intensitas medan magnet (H), sering juga disebut dengan kurva B - H . Contoh kurva histerisis adalah sebagai berikut :



Gambar 2.4 Kurva Histerisis

Kurva dihasilkan melalui pengukuran rapat fluks magnetik dari bahan feromagnetik ketika intensitas medan magnet (H) berubah. Intensitas medan magnet dihasilkan dari :

$$H = (Ni)/L \text{ (A/m)} \quad (2.5)$$

dimana N = banyaknya lilitan

i = arus yang mengalir, dengan satuan Ampere (A)

L = panjang lilitan, dengan satuan meter (m)

Suatu bahan feromagnetik yang belum pernah termagnetisasi atau telah mengalami demagnetisasi akan mengikuti garis putus-putus seiring dengan bertambahnya H .

Seperti yang dilukiskan pada gambar, ketika H naik ($H+$) maka B juga akan naik ($B+$), pada titik “a” hampir seluruh domain magnetik berorientasi satu arah dan penambahan intensitas medan magnet akan menghasilkan perubahan yang sangat kecil pada fluks magnet. Pada titik ini material telah mencapai saturasi magnetik. Ketika H diturunkan sampai menjadi nol, akan terbentuk kurva dari titik “a” ke titik “b”. Pada titik ini, terlihat bahwa rapat fluks magnetik masih ada meskipun intensitas medan magnet telah hilang. Titik ini disebut sebagai titik retentivitas yaitu level sisa magnetis di dalam material (beberapa domain magnetik tetap satu arah dan beberapa yang lain acak kembali).

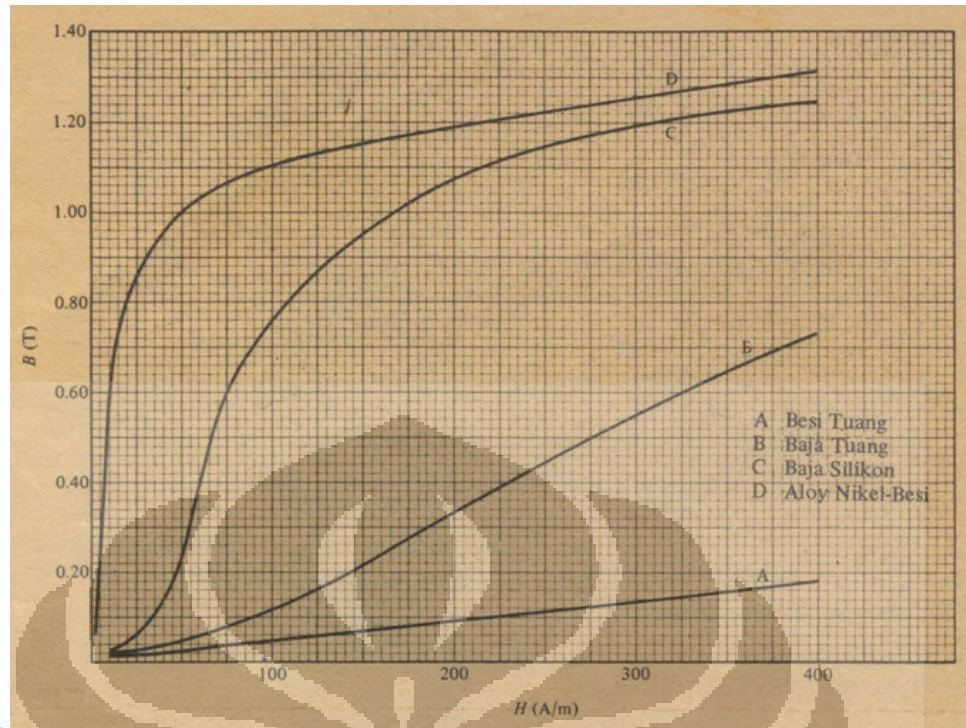
Ketika intensitas medan magnet dibalik arahnya, akan terbentuk kurva dari titik “b” ke titik “c” di mana fluks telah berkurang menjadi nol. Titik ini disebut dengan titik koersivitas. Pada titik ini intensitas medan magnet telah membuat sisa domain yang masih satu arah menjadi acak kembali. Gaya yang diperlukan untuk menghilangkan sisa magnetis dari material disebut gaya koersive atau koersivitas material.

Dengan terus bertambahnya nilai H dalam arah negatif ($H-$) material kembali mengalami saturasi dengan arah berlawanan (titik “d”). Pengurangan nilai H menjadi nol akan terbentuk kurva dari titik “d” ke titik “e”, yang

merupakan retentivitas dalam arah yang berbeda. Penambahan H dalam arah positif (H+) membuat B kembali menjadi nol (titik “f”), dan jika ditambah lagi, material kembali mengalami saturasi (titik “a”).

Berdasarkan kurva histerisis, sifat magnetis utama dari suatu material adalah :

- a. **Retentivitas** adalah kemampuan suatu material untuk menahan sejumlah medan magnet sisa ketika gaya magnetisasi dihilangkan setelah mencapai saturasi.
- b. **Magnet Residu** atau **Fluks Residu** adalah kerapatan fluks magnet yang masih tersisa ketika intensitas medan magnet dihilangkan. Magnet residu dan retentivitas akan bernilai sama jika material dimagnetisasi sampai titik saturasi, namun nilai magnet residu akan lebih kecil dari pada nilai retentivitas jika intensitas medan magnet tidak mencapai level saturasi.
- c. **Gaya Koersive** adalah gaya yang diperlukan untuk menghilangkan kemagnetan suatu material.
- d. **Permeabilitas** adalah kemampuan suatu material untuk memudahkan fluks magnet mengalir di dalamnya. Ini merupakan rasio/perbandingan antara kerapatan fluks (B) yang terbentuk di dalam material terhadap gaya magnetisasi (H), atau dalam persamaan matematis $\mu = B/H$.
Kurva B-H dari beberapa material feromagnetik terlihat pada gambar 2.5. Dari gambar kurva tersebut dapat dilihat material yang mempunyai permeabilitas paling tinggi adalah campuran nikel dan besi.
- e. **Reluktansi** adalah perlawanan atau hambatan yang dimiliki material feromagnetik ketika diberi medan magnet (mirip dengan resistor pada rangkaian listrik).

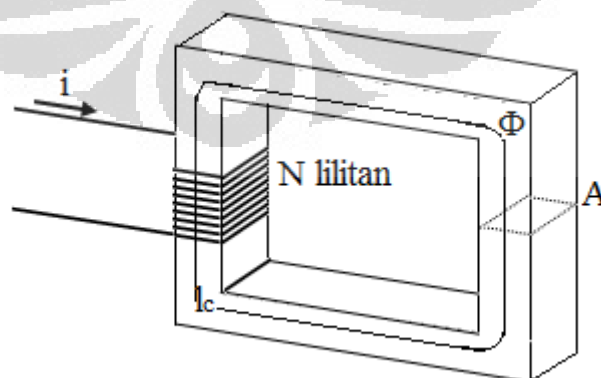


Gambar 2.5 Kurva B-H beberapa material feromagnetik

2.4 Rangkaian Magnet

Fluks magnet Φ yang mengalir melalui suatu permukaan didefinisikan sebagai :

$$\Phi = \int_A \mathbf{B} \cdot d\mathbf{A} \text{ (weber)} \quad (2.6)$$



Gambar 2.6 Rangkaian Magnetik

$$\Phi = BA$$

$$\Phi = (\mu NiA)/l_c \quad (2.7)$$

Fluks magnet pada rangkaian magnetik dapat dianalogikan dengan arus listrik pada rangkaian listrik. Pada rangkaian listrik, tegangan atau gaya gerak listrik (V) menyebabkan mengalirnya arus (I) melalui suatu tahanan (R). Hubungan ini dapat diformulasikan dalam hukum ohm :

$$V = iR \text{ (Volt)} \quad (2.8)$$

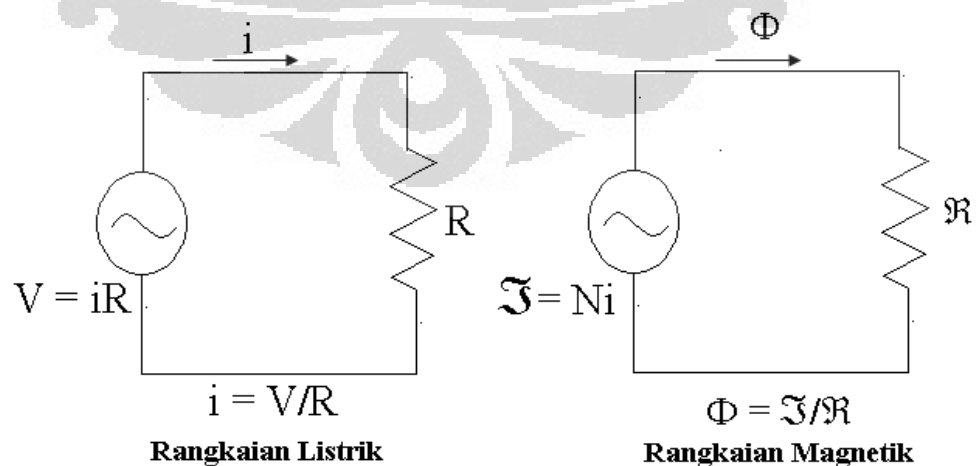
Pada rangkaian magnetik, gaya gerak listrik diekspresikan dalam bentuk gaya gerak magnet \mathcal{F} (ggm), dimana besarnya ggm sebanding dengan jumlah lilitan (N) dan arus yang mengalir (I), atau jika dalam persamaan adalah :

$$\mathcal{F} = Ni \text{ (Ampere)} \quad (2.9)$$

Gaya gerak magnet yang diterapkan pada suatu inti (misalkan besi) menyebabkan timbulnya fluks magnet pada inti tersebut. Hubungan antara gaya gerak magnet dengan fluks magnet yang dihasilkan adalah :

$$\mathcal{F} = \Phi \mathcal{R} \quad (2.10)$$

Dimana \mathcal{R} adalah reluktansi atau hambatan terhadap fluks magnet.



Gambar 2.7 Analogi Rangkaian Listrik dan Rangkaian Magnetik

$$\Phi = (\mu NiA)/l_c$$

$$\Phi = Ni(\mu A)/l_c$$

$$\Phi = \mathcal{I}(\mu A)/l_c$$

Karena $\mathcal{I} = \Phi \mathcal{R}$ maka \mathcal{R} adalah

$$\mathcal{R} = l_c / (\mu A) \quad (2.11)$$

Dari analogi tersebut dapat diketahui bahwa reluktansi \mathcal{R} rangkaian magnetik dipengaruhi oleh panjang inti (l_c), luas penampang inti (A) dan permeabilitas magnetik (μ) bahan inti.

2.5 Perisai Magnetik

Perisai magnetik merupakan material yang dapat menahan medan magnet. Menahan dalam hal ini adalah mengalirkan seluruh fluks magnet dari kutub utara ke kutub selatan melalui perisai magnetik sehingga tidak ada fluks magnet yang mengalir keluar melalui udara. Kemampuan perisai magnetik dalam mengalirkan fluks magnet sangat dipengaruhi oleh nilai permeabilitas magnetiknya, semakin tinggi nilai permeabilitas magnetik bahan perisai magnetik maka semakin banyak fluks magnet yang dapat mengalir di dalamnya dan demikian pula sebaliknya.

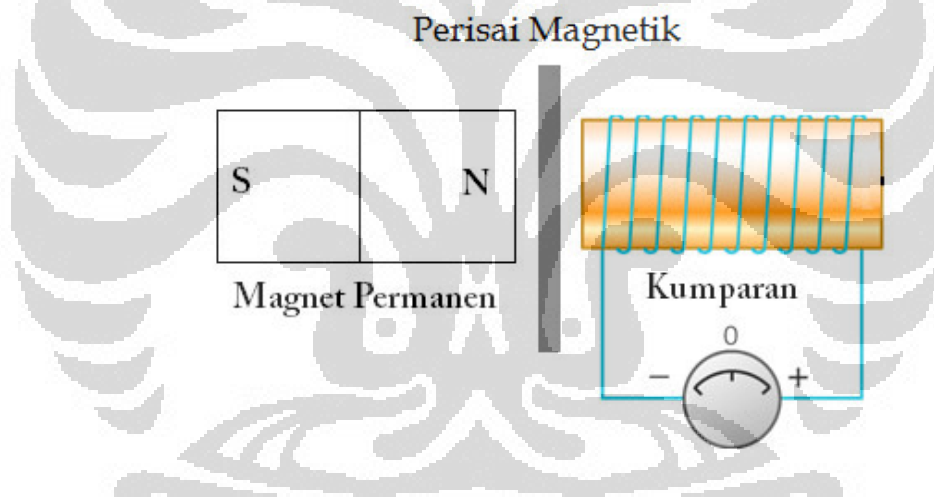
$$\mathcal{I} = \Phi \mathcal{R}$$

Dengan \mathcal{I} adalah induksi magnet, Φ adalah fluks magnet yang mengalir dan \mathcal{R} adalah reluktansi, maka jika \mathcal{I} besar, agar Φ yang mengalir besar, \mathcal{R} harus bernilai kecil, atau dalam persamaan $\mathcal{R} = l_c / (\mu A)$ maka permeabilitas magnetiknya harus besar.

BAB III PERANCANGAN ALAT

3.1 Proses perubahan fluks magnet

Gerak relatif perisai magnetik terhadap magnet dan kumparan merupakan salah satu metode untuk menghasilkan perubahan fluks magnet pada kumparan. Metode ini sangat berbeda dengan metode-metode yang sudah ada, dimana perubahan fluks magnet dihasilkan oleh gerak relatif magnet terhadap kumparan atau sebaliknya. Pada metode ini baik magnet maupun kumparan dalam keadaan diam dan yang bergerak hanya perisai magnetik. Perisai ini ditempatkan di antara magnet dan kumparan, seperti pada gambar 3.1 berikut :



Gambar 3.1 Penempatan perisai magnetik

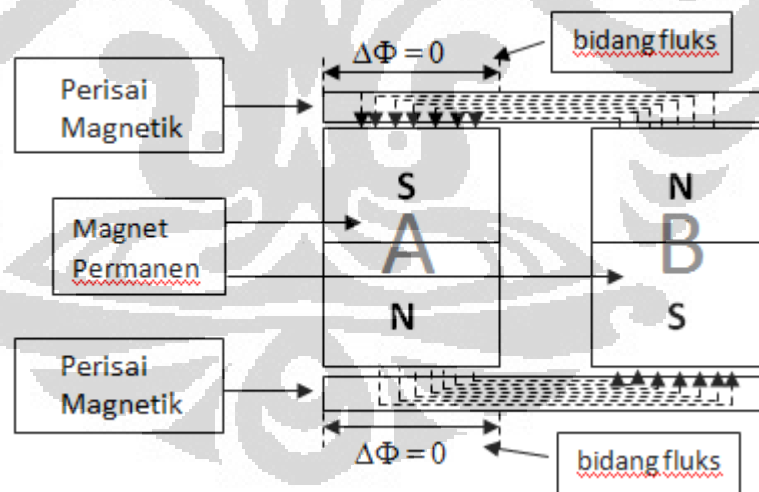
Sebenarnya belum ada material yang dapat menahan medan magnet dengan cara menempatkannya seperti pada gambar 3.1 di atas, karena akan banyak sekali fluks magnet yang masih bisa menembus. Untuk dapat menahan fluks magnet, kutub-kutub magnet yang berlawanan harus dihubungkan menggunakan perisai magnetik sehingga seluruh fluks magnet mengalir melalui perisai. Proses menahan dan melewatkan fluks magnet sehingga timbul perubahan fluks magnet dapat digambarkan sebagai berikut :

- Pertama, posisi awal magnet permanen dan perisai magnetik, terlihat seperti pada gambar 3.2. Dua buah magnet permanen A dan B, kutub-

kutubnya yang berlawanan terhubung oleh material perisai magnetik. Magnet dianggap mempunyai jumlah fluks magnet sebanyak Φ , diasumsikan perisai magnetik cukup tipis (misal 0.5 mm) dan mempunyai permeabilitas magnetik yang tinggi, sehingga seluruh fluks magnet dari magnet permanen mengalir melalui perisai magnetik.

Bidang fluks adalah bidang yang tegak lurus terhadap medan magnet dari magnet A yang mempunyai ukuran sama dengan ukuran kutub magnet A. Bidang ini merupakan bidang yang akan diperiksa atau diteliti perubahan fluks magnet dan berjarak sangat dekat dengan permukaan kutub magnet (1 mm).

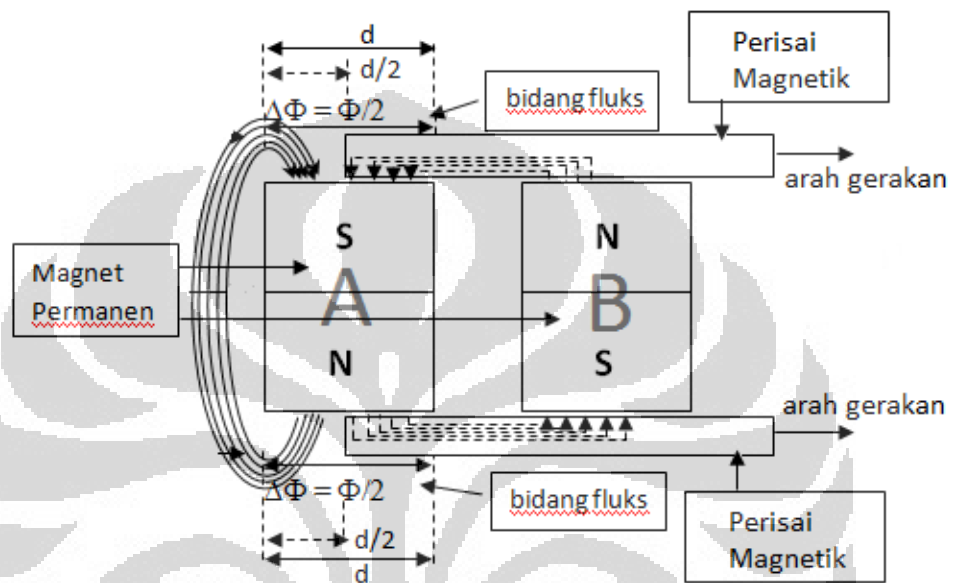
Karena jaraknya yang sangat dekat jika magnet dalam keadaan bebas tanpa perisai magnetik maka banyaknya fluks magnet di bidang fluks dianggap sama dengan di permukaan kutub magnet. Pada gambar terlihat bahwa seluruh fluks magnet mengalir melalui perisai magnetik sehingga banyaknya fluks magnet pada bidang fluks adalah nol atau $\Delta\Phi = 0$.



Gambar 3.2 Fluks magnet mengalir di dalam perisai magnetik.

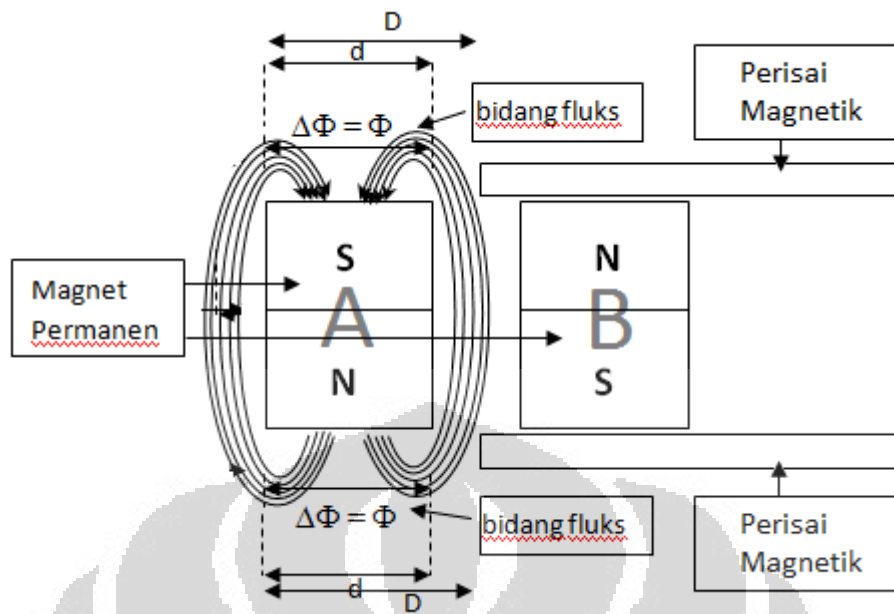
- Kedua, agar terjadi perubahan fluks magnet secara penuh ($\Delta\Phi = \Phi$) pada bidang fluks maka kedua perisai magnetik harus digerakkan atau digeser menjauhi magnet A minimal sejauh d , dimana d adalah ukuran lebar kutub

magnet. Pada gambar 3.3 terlihat bahwa perisai baru bergeser sejauh $d/2$ maka hanya sebagian fluks magnet dari magnet A yang mengalir melalui perisai sedangkan sisanya bebas mengalir melalui udara, sehingga fluks magnet di daerah bidang fluks berubah dari 0 menjadi $\Phi/2$ atau $\Delta\Phi = \Phi/2$.



Gambar 3.3 Sebagian fluks magnet dari magnet A keluar dari perisai magnetik.

- Ketiga, jika perisai magnetik digeser sejauh d maka sebagian besar fluks magnet A bebas mengalir melalui udara, hanya sebagian kecil saja yang masih tetap di dalam perisai. Dan jika perisai digeser melebihi d , misalnya sejauh D seperti pada gambar 3.4 maka seluruh fluks magnet dari magnet A bebas mengalir melalui udara, sehingga fluks magnet pada bidang fluks berubah dari 0 menjadi Φ atau $\Delta\Phi = \Phi$.



Gambar 3.4 Seluruh fluks magnet dari magnet A keluar dari perisai magnetik.

Sebenarnya sebagian fluks magnet dari magnet B keluar dari perisai, namun hal ini diabaikan karena lebih dipusatkan pada magnet A.

Dari proses perubahan fluks magnet tersebut maka kecepatan perubahan fluks magnet ditentukan oleh kecepatan pergerakan perisai magnetik, semakin cepat perisai bergerak maka perubahan fluks magnet semakin cepat. Dan besarnya perubahan fluks magnet ditentukan oleh besarnya pergeseran perisai magnetik.

Dalam hukum induksi Faraday, besarnya ggl induksi ditentukan oleh kecepatan perubahan fluks atau $\varepsilon_{\text{ind}} = \Delta\Phi/\Delta t$. Pada perancangan alat ini, nilai Δt diperoleh dari hasil bagi pergeseran perisai (D) dengan besarnya kecepatan gerak perisai (v_{pm}) atau $\Delta t = D/v_{\text{pm}}$ sehingga $\varepsilon_{\text{ind}} = (\Delta\Phi \cdot v_{\text{pm}})/D$.

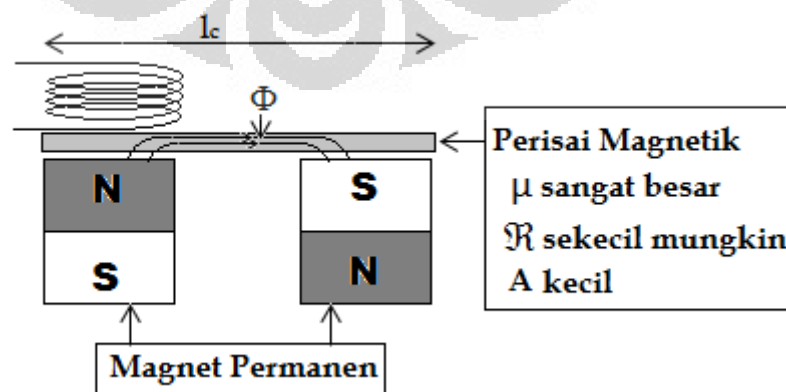
3.2 Perancangan Alat

Gerak relatif perisai magnetik terhadap magnet dan kumparan merupakan suatu cara atau metode untuk menghasilkan perubahan fluks medan magnet pada kumparan. Untuk mengetahui apakah metode ini mampu menghasilkan energi listrik sesuai dengan hukum induksi faraday, diperlukan data-data ilmiah sebagai data pendukung.

Data-data ilmiah tersebut dapat diperoleh melalui suatu percobaan menggunakan alat yang prinsip kerjanya sesuai dengan proses perubahan fluks magnet yang telah diuraikan sebelumnya. Karena alat yang dimaksud belum ada, maka perlu dibuat terlebih dahulu.

Agar pembuatan alat tersebut sesuai dengan yang diharapkan, perlu dilakukan perancangan terlebih dahulu. Titik berat dalam perancangan alat ini adalah :

1. Membuat $\Delta\Phi$ yang sebesar-besarnya pada kumparan.
2. Untuk membuat $\Delta\Phi$ yang sebesar-besarnya pada kumparan dibutuhkan magnet dengan nilai induksi magnetik yang besar.
3. Induksi magnet yang besar ini akan mengalir pada perisai magnetik sehingga membentuk rangkaian magnetik dengan gaya gerak magnet (ggm) berasal dari magnet permanen. Karena $\mathfrak{S} = \Phi\mathfrak{R}$, dimana \mathfrak{S} adalah ggm, Φ adalah fluks magnet yang mengalir di dalam perisai magnet dan \mathfrak{R} adalah reluktansi yang dimiliki oleh perisai magnet, maka material perisai magnetik harus mempunyai nilai reluktansi sekecil mungkin agar seluruh fluks magnet dapat mengalir di dalamnya.
4. Dengan $\mathfrak{R} = l_c/(\mu A)$ maka dapat dikatakan juga material perisai magnetik harus mempunyai permeabilitas magnetik μ yang besar. Hal ini disebabkan posisi perisai magnetik berada di antara magnet dan kumparan, sehingga dibutuhkan perisai magnetik yang setipis mungkin dan hal ini berakibat nilai luas penampang A harus kecil.



Gambar 3.5 Diagram Acuan Perancangan Alat

Untuk menghasilkan perubahan fluks magnet yang besar pada kumparan, dibutuhkan magnet dengan kekuatan medan magnet yang besar. Medan magnet yang besar membutuhkan perisai magnetik yang mempunyai permeabilitas magnetik tinggi sehingga seluruh fluks magnet dapat mengalir di dalamnya. Pada saat ini material yang mempunyai permeabilitas magnetik tinggi adalah supermalloy yakni material campuran nikel (80%), besi (15%) dan lainnya (5%). Namun material ini cukup mahal dan sulit didapatkan di Indonesia sehingga perlu dicari alternatif lain.

Agar diperoleh perisai magnetik yang sesuai maka perlu diketahui terlebih dahulu berapa besar induksi magnet dari magnet yang akan digunakan sehingga bisa diperkirakan berapa nilai permeabilitas magnetik yang dibutuhkan. Dengan mengetahui nilai permeabilitas magnetiknya maka dapat diketahui atau diperkirakan material-material yang mempunyai permeabilitas magnetik yang sesuai atau mendekati.

Karena kurangnya data mengenai material perisai magnetik, maka perlu dilakukan percobaan sederhana terhadap beberapa material perisai magnetik yang berbeda dan beberapa magnet dengan ukuran yang berbeda-beda pula untuk menentukan magnet dan perisai magnetik yang akan dipakai dalam perancangan alat.

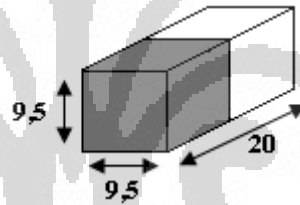
Dalam melakukan percobaan ini magnet yang digunakan adalah magnet jenis Neodymium karena jenis magnet ini mempunyai nilai induksi magnet yang paling besar dari pada jenis magnet yang lain. Material-material perisai magnetik yang akan diujicoba dipilih setipis mungkin dan kuat karena material ini akan mempengaruhi jarak antara magnet dengan inti kumparan, dimana jarak ini dapat mempengaruhi besar kecilnya tegangan yang dihasilkan.

Langkah-langkah dalam melakukan percobaan ini adalah tempelkan 2 (dua) buah magnet ke material perisai magnetik sedemikian sehingga kutub-kutub magnet yang berlawanan menempel pada material perisai magnetik seperti terlihat pada gambar 3.2. Kemudian dekatkan sebilah besi penguji

yang kecil dan tipis kira-kira setebal 0.4 mm atau lebih tipis, ke material perisai magnetik tersebut. Jika besi penguji tersebut tidak menempel atau sedikit menempel berarti tidak ada atau sedikit sekali fluks magnet yang keluar dari material perisai magnetik dan dapat disimpulkan magnet dan material perisai magnetik yang akan digunakan untuk perancangan alat sudah diperoleh. Namun jika besi penguji masih cukup kuat menempel maka percobaan harus diulang lagi sampai diperoleh besi penguji tidak menempel pada material perisai magnetik.

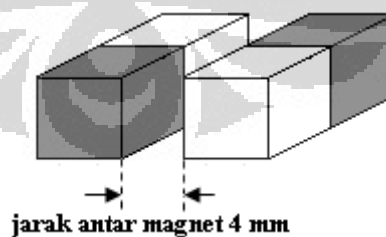
Berdasarkan beberapa percobaan yang sudah dilakukan maka didapatkan hasil sebagai berikut :

1. Menggunakan 3 (tiga) buah magnet berukuran sama yakni 20 mm x 9.5 mm x 9.5 mm dengan ukuran kutub 9.5 mm x 9.5 mm, namun besarnya induksi magnet belum diketahui karena kurangnya alat ukur yang memadai.



Gambar 3.6 Ukuran magnet yang digunakan

2. Jarak antar magnet tidak boleh lebih dari 4 mm karena jika melebihi batas tersebut fluks magnet yang bocor akan lebih banyak.

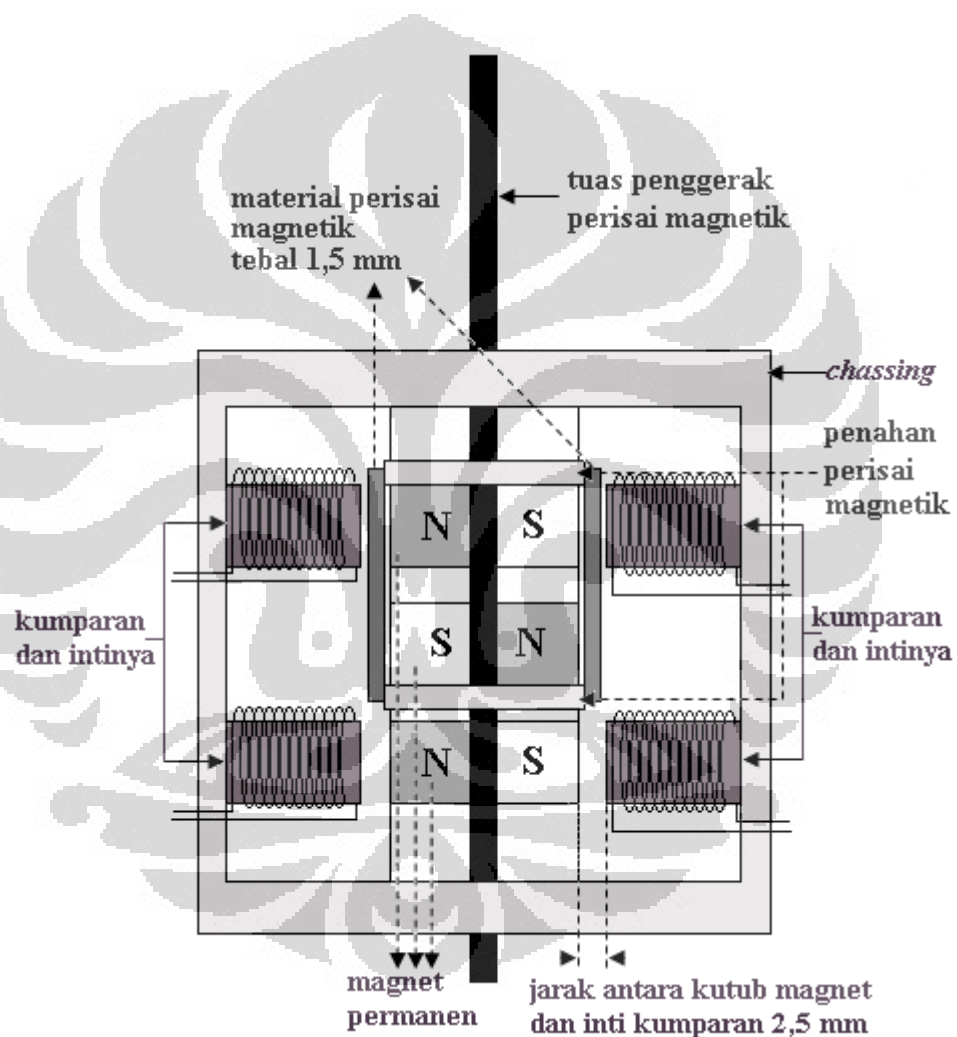


Gambar 3.7 Jarak antar magnet

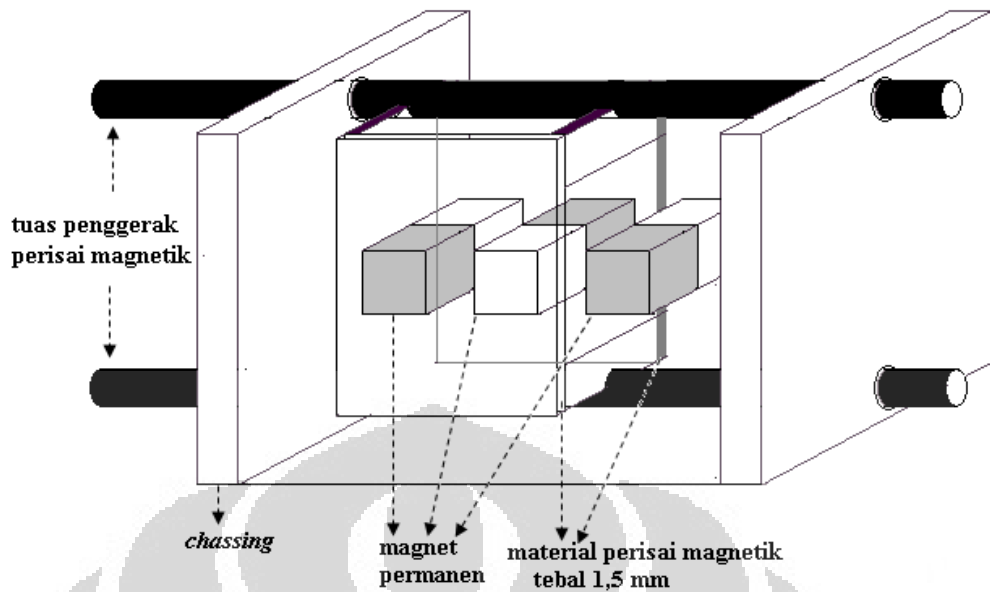
3. Perisai magnetik yang digunakan mempunyai ketebalan 1,5 mm, belum diketahui jenis materialnya namun nilai permeabilitas magnetiknya dapat diketahui setelah dilakukan pengujian.

4. Luas kutub-kutub magnet tidak boleh melebihi 1 cm^2 , karena jika lebih luas maka fluks magnet yang bocor lebih banyak.

Dari hasil percobaan tersebut maka rancangan alatnya adalah seperti pada gambar 3.6 berikut. Desain atau rancangan ini menyesuaikan dengan kemampuan material perisai magnet yang diperoleh, jika kemampuannya lebih baik maka kemungkinan desain akan berubah.

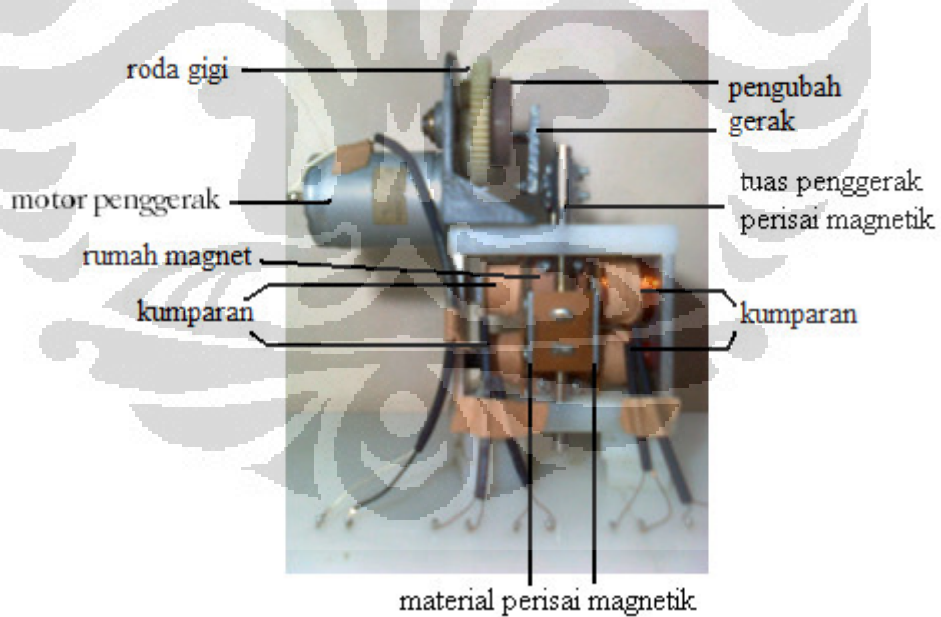


Gambar 3.8 Perancangan alat dilihat dari depan



Gambar 3.9 Perancangan alat dilihat dari samping (tanpa kumparan)

Alat percobaan yang telah dibuat adalah seperti pada gambar berikut :



Gambar 3.10 Model Percobaan

Jika dibandingkan dengan rancangan alat, maka alat ini ada beberapa tambahan seperti tampak pada gambar 3.8 yakni motor penggerak, roda gigi besar dan pengubah gerak. Penambahan ini bertujuan untuk memudahkan

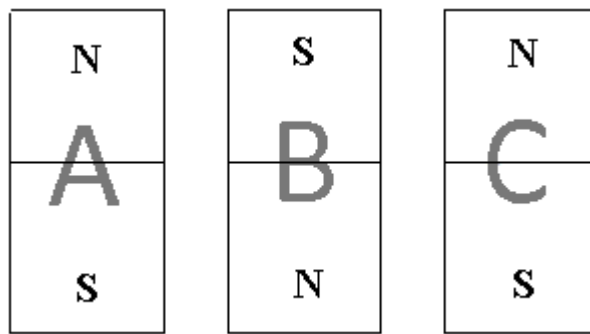
gerak perisai magnetik dan mempermudah pengukuran tetapi tidak mengurangi prinsip dasarnya. Pada alat ini terdapat 4 (empat) buah kumparan yang berbeda-beda yakni :

1. Kumparan 1, panjang 20 mm dengan inti besi silicon, jumlah lilitan 720 dan luas penampang intinya adalah $10 \text{ mm} \times 9,5 \text{ mm} = 95 \text{ mm}^2$.
2. Kumparan 2, panjang 12 mm dengan inti besi silicon, jumlah lilitan 300 dan luas penampang intinya sama yakni 95 mm^2 .
3. Kumparan 3, panjang 12 mm dengan inti ferit, jumlah lilitan 300 dan luas penampang intinya adalah $3,14 \times (4,5 \text{ mm})^2 = 63,585 \text{ mm}^2$.
4. Kumparan 4, panjang 12 mm dengan inti udara, jumlah lilitan 300 dan luas penampang intinya adalah $3,14 \times (6 \text{ mm})^2 = 113,04 \text{ mm}^2$.

Mekanisme kerja dari alat tersebut adalah :

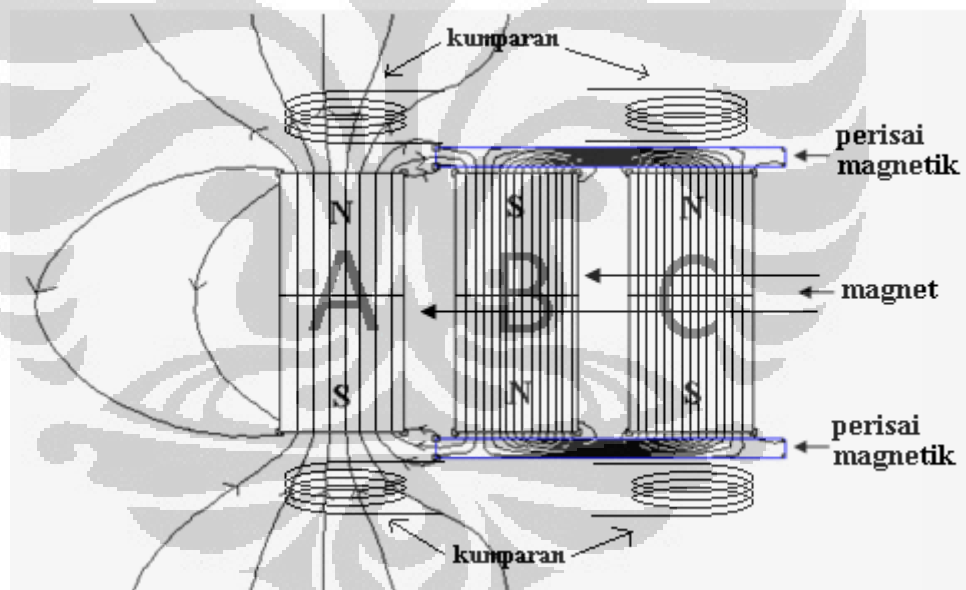
1. Motor penggerak yang berupa motor dc berdaya kecil menggerakkan roda gigi besar. Karena jumlah mata gigi pada roda gigi motor dc jauh lebih sedikit dari pada jumlah mata gigi pada roda gigi besar, maka roda gigi besar akan berputar lebih pelan namun memiliki tenaga putar yang cukup besar.
2. Roda gigi besar menggerakkan pengubah gerak yang mengubah gerak melingkar menjadi gerakan linier yang pada alat ini berupa gerak naik turun.
3. Pengubah gerak meneruskannya ke tuas penggerak perisai magnetik sehingga perisai magnetik akan bergerak naik turun (bolak balik).
4. Gerakan perisai ini akan mengakibatkan perubahan fluks magnet pada kumparan. Perubahan ini dapat digambarkan sebagai berikut :

Sumber medan magnet berasal dari magnet permanen yang berada di dalam rumah magnet. Magnet berjumlah 3 (tiga) buah yang disusun sejajar sedemikian sehingga kutub-kutub berlawanan akan berada dalam satu sisi seperti yang terlihat pada gambar 4.2.



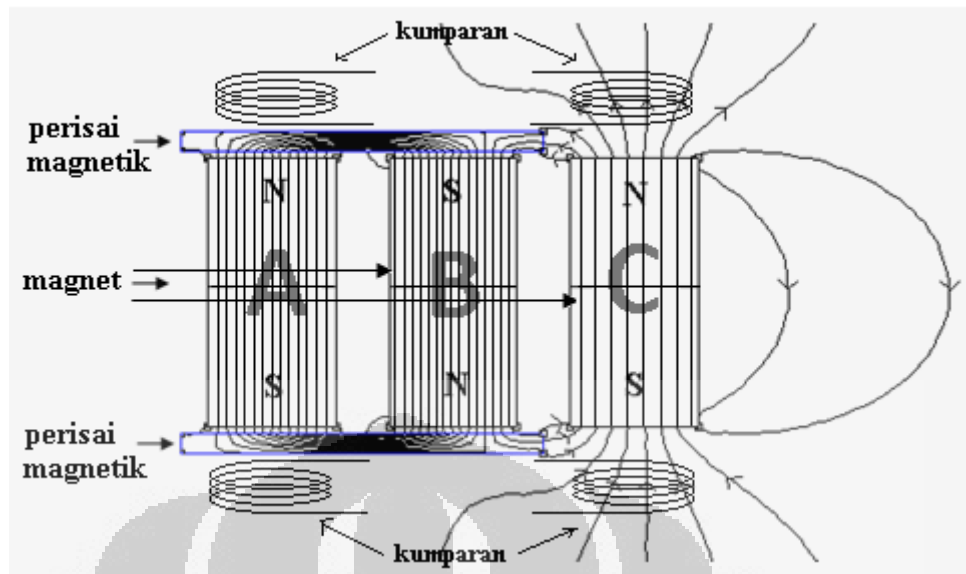
Gambar 3.11 Susunan magnet di dalam rumah magnet

Dari ketiga magnet tersebut, dua buah magnet yang berada di tepi (A dan C) berfungsi sebagai sumber fluks magnet bagi kumparan dan satu buah magnet yang berada di tengah (B) bersama-sama dengan perisai magnetik berfungsi untuk menahan fluks magnet dari magnet-magnet yang berada di tepi, hal ini dapat digambarkan seperti pada gambar berikut ini :



Gambar 3.12 Magnet B bersama-sama perisai magnetik menahan fluks magnet C

Pada gambar 4.3, fluks magnet C ditarik oleh fluks magnet B melalui perisai magnetik sehingga kumparan yang berada dekat dengan magnet C tidak mendapat fluks magnet, sedangkan fluks magnet A hanya sebagian kecil saja yang ditarik oleh fluks magnet B sehingga kumparan yang berdekatan mendapat sebagian besar fluks magnet A.



Gambar 3.13 Magnet B bersama-sama perisai magnetik menahan fluks magnet A

Pada gambar 4.4, fluks magnet A ditarik oleh fluks magnet B melalui perisai magnetik sehingga kumparan yang berada dekat dengan magnet A tidak mendapat fluks magnet, sedangkan fluks magnet C hanya sebagian kecil saja yang ditarik oleh fluks magnet B sehingga kumparan yang berdekatan mendapat sebagian besar fluks magnet C.

Dengan gerakan perisai magnetik yang bolak balik akan mengakibatkan fluks magnet A dan fluks magnet C ditahan dan dilewatkan secara bergantian, sehingga kumparan yang berada dekat dengan kutub magnet-magnet tersebut akan menerima fluks magnet secara bergantian pula. Dengan demikian akan timbul perubahan fluks magnet pada setiap kumparan sehingga timbullah gaya gerak listrik (ggl) pada ujung-ujung lilitan kumparan.

BAB IV PENGUJIAN

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut :

1. Melakukan pengukuran

Bagian-bagian yang akan dilakukan pengukuran adalah :

- a. Tegangan pada masing-masing kumparan untuk mengetahui berapa tegangan yang bisa dihasilkan.
- b. Induksi magnet pada jarak yang sama antara kutub magnet dan kumparan yakni 2.5 mm.
- c. Permeabilitas magnetik dari material perisai magnetik yang digunakan.

2. Melakukan perhitungan

Hasil pengukuran terhadap induksi magnet kemudian dilakukan perhitungan menggunakan persamaan hukum induksi Faraday untuk mengetahui tegangan output kumparan yang mampu dihasilkan.

3. Melakukan simulasi

Simulasi dilakukan menggunakan perangkat lunak *Finite Element Magnetic Methode* (FEMM). Simulasi ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana medan magnet mengalir pada kumparan.

4.1 Pengukuran Tegangan Kumparan

Pengukuran tegangan output dilakukan menggunakan osiloskop yang terhubung ke komputer melalui kabel LAN (RJ45). Data berupa grafik dan tabel diambil dengan bantuan perangkat lunak MatLab.

Pengukuran dilakukan terhadap 4 (empat) kumparan dengan 3 (tiga) inti yang berbedakan dilakukan sebanyak 5 (lima) kali untuk tiap-tiap kumparan dimana pada setiap pengukuran motor penggerak diberikan tegangan yang berbeda-beda. Sebelum dilakukan pengukuran tegangan, terlebih dahulu dilakukan pengukuran terhadap jarak yang ditempuh (D) oleh perisai magnetik. Ini dilakukan untuk menentukan kecepatan perisai magnetik v_{pm} .

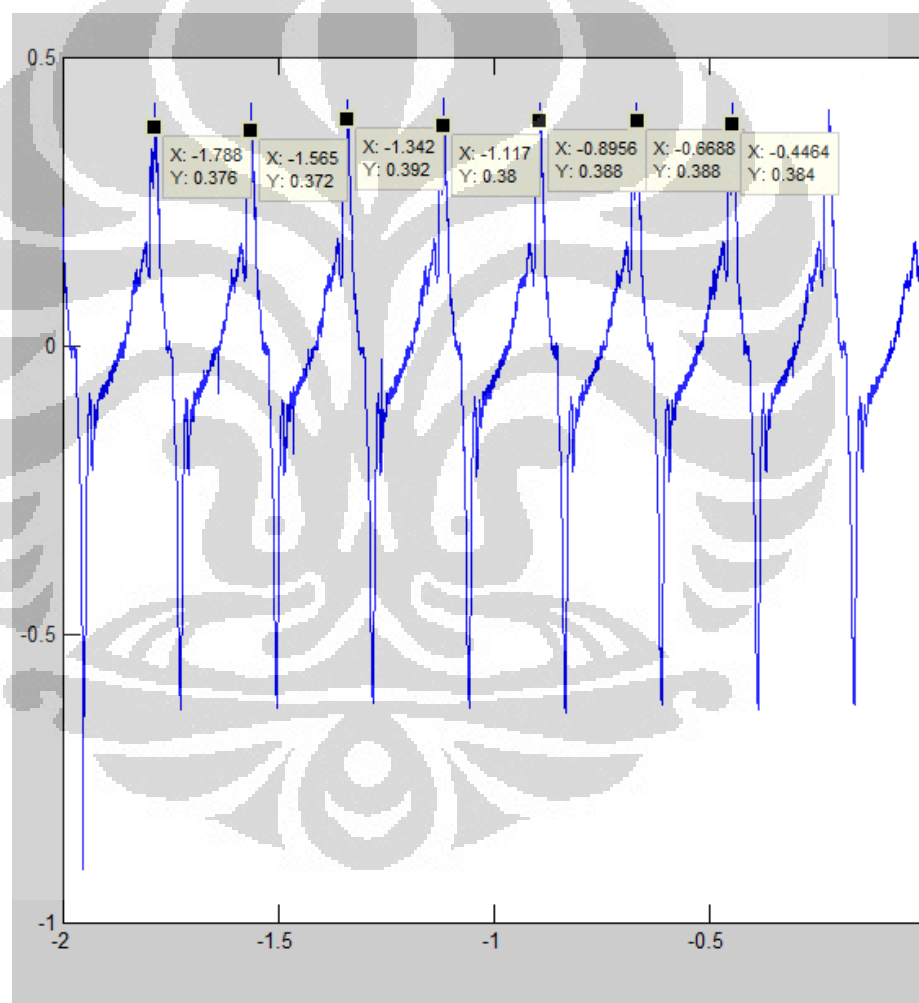
Berdasarkan pengukuran, jarak yang ditempuh perisai magnetik adalah $D = 14$ mm. Hasil pengukuran tegangan adalah sebagai berikut :

4.1.1 Kumbaran Pertama

Kumbaran pertama berinti besi silicon dengan jumlah lilitan 720 dan panjang 20 mm.

1. Pengukuran pertama

Pada pengukuran pertama, motor penggerak diberi tegangan sebesar 12 Volt, hasil pengukurannya adalah sebagai berikut :



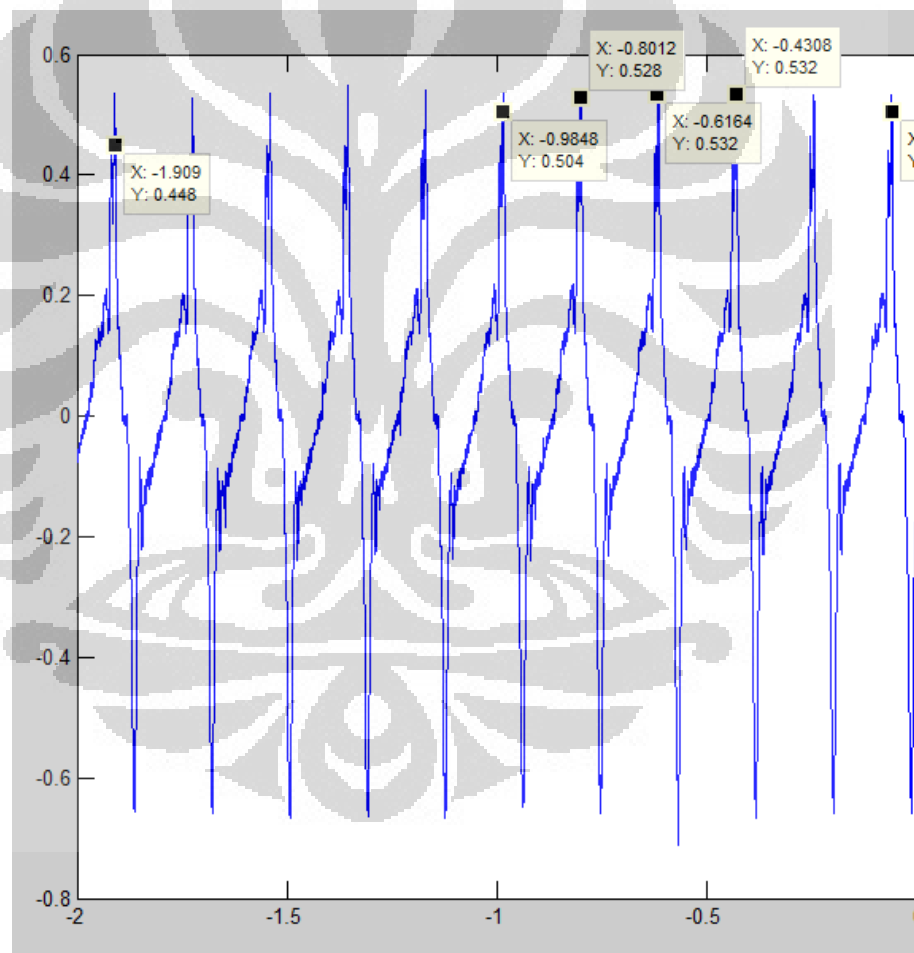
Gambar 4.1 Hasil pengukuran pertama pada kumbaran pertama

Dari gambar 4.1 di atas dapat diperoleh :

- Tegangan keluar dari kumparan berbentuk gergaji namun tidak simetris antara tegangan di atas nol dan di bawah nol.
- Tegangan keluar kumparan (V_{kumparan}) = 0,42 dan 0,628 Volt.
- Periode (T) = (1,788 – 1,565) = 0,223 detik, Δt = periode/2 = 0,11
- Kecepatan perisai (v_{pm}) = $D/\Delta t$ = (14 mm)/(0,11) = 127,27 mm/s

2. Pengukuran kedua

Pada pengukuran kedua, motor penggerak diberi tegangan sebesar 14 Volt, hasil pengukurannya adalah sebagai berikut :



Gambar 4.2 Hasil pengukuran kedua pada kumparan pertama

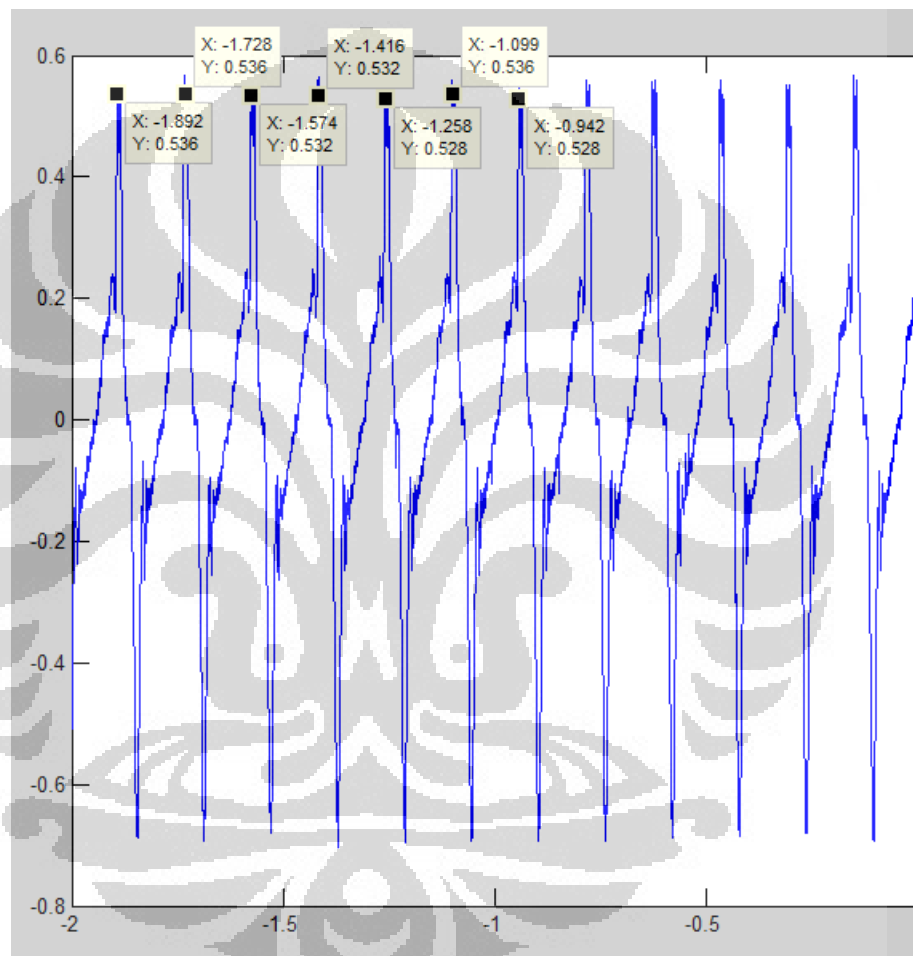
Dari gambar 4.2 di atas dapat diperoleh :

- Tegangan keluar dari kumparan berbentuk gergaji namun tidak simetris antara tegangan di atas nol dan di bawah nol.

- b) Tegangan keluar kumparan (V_{kumparan}) = 0,52 dan 0,656 Volt.
- c) Periode (T) = (0,984 – 0,801) = 0,183 detik, Δt = periode/2 = 0,09.
- d) Kecepatan perisai (v_{pm}) = $D/\Delta t$ = (14 mm)/(0,09) = 155,55 mm/s

3. Pengukuran ketiga

Pada pengukuran ketiga, motor penggerak diberi tegangan sebesar 16 Volt, hasil pengukurannya adalah sebagai berikut :



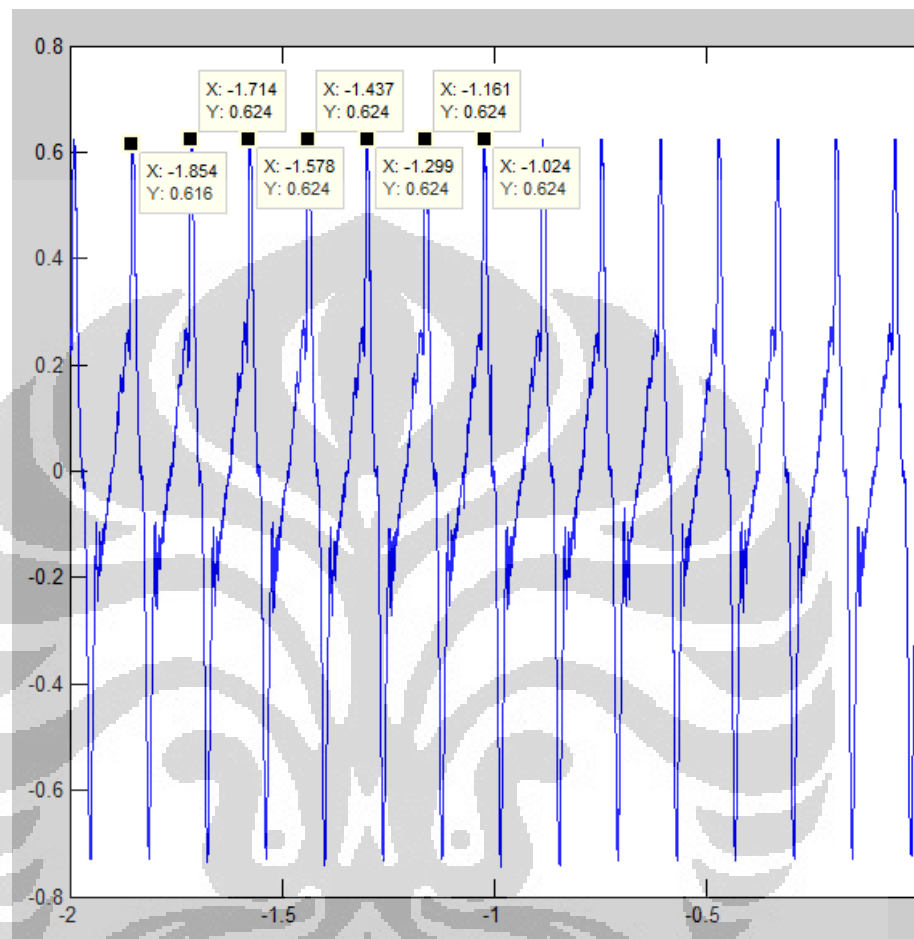
Gambar 4.3 Hasil pengukuran ketiga pada kumparan pertama

Dari gambar 4.3 di atas dapat diperoleh :

- a) Tegangan keluar dari kumparan berbentuk gergaji namun tidak simetris antara tegangan di atas nol dan di bawah nol.
- b) Tegangan keluar kumparan (V_{kumparan}) = 0,54 dan 0,68 Volt.
- c) Periode (T) = (1,892 – 1,728) = 0,16 detik, Δt = periode/2 = 0,08.
- d) Kecepatan perisai (v_{pm}) = $D/\Delta t$ = (14 mm)/(0,08) = 175 mm/s

4. Pengukuran keempat

Pada pengukuran keempat, motor penggerak diberi tegangan sebesar 18 Volt, hasil pengukurannya adalah sebagai berikut :



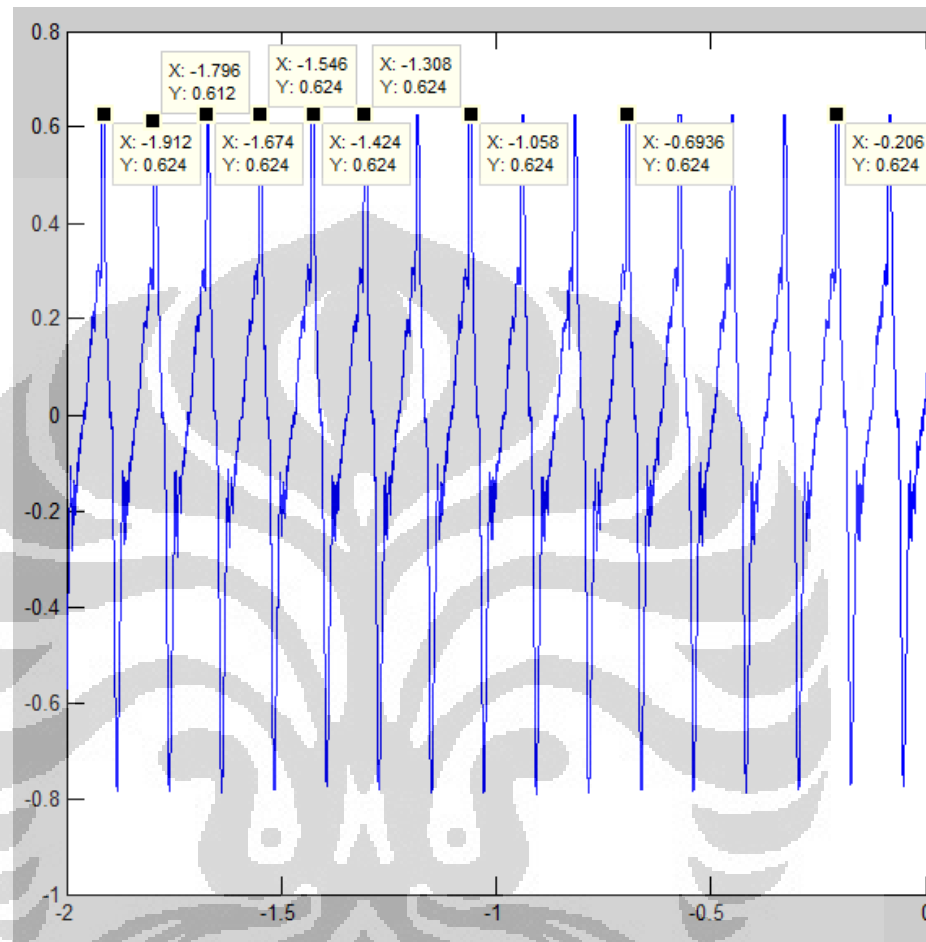
Gambar 4.4 Hasil pengukuran keempat pada kumparan pertama

Dari gambar 4.4 di atas dapat diperoleh :

- Tegangan keluar dari kumparan berbentuk gergaji namun tidak simetris antara tegangan di atas nol dan di bawah nol.
- Tegangan keluar kumparan (V_{kumparan}) = 0,62 dan 0,72 Volt.
- Periode (T) = (1,854 – 1,714) = 0,14 detik, Δt = periode/2 = 0,07.
- Kecepatan perisai (v_{pm}) = $D/\Delta t$ = (14 mm)/(0,07) = 200 mm/s

5. Pengukuran kelima

Pada pengukuran kelima, motor penggerak diberi tegangan sebesar 20 Volt, hasil pengukurannya adalah sebagai berikut :



Gambar 4.5 Hasil pengukuran kelima pada kumparan pertama

Dari gambar 4.5 di atas dapat diperoleh :

- Tegangan keluar dari kumparan berbentuk gergaji namun tidak simetris antara tegangan di atas nol dan di bawah nol.
- Tegangan keluar kumparan (V_{kumparan}) = 0,62 dan 0,77 Volt.
- Periode (T) = $(1,796 - 1,674) = 0,12$ detik, $\Delta t = \text{periode}/2 = 0,06$.
- Kecepatan perisai (v_{pm}) = $D/\Delta t = (14 \text{ mm})/(0,06) = 233,33 \text{ mm/s}$

Dari uraian tersebut di atas dapat dirangkum dalam sebuah tabel hasil pengukuran seperti pada tabel 4.1 berikut :

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Tegangan Kumparan Pertama

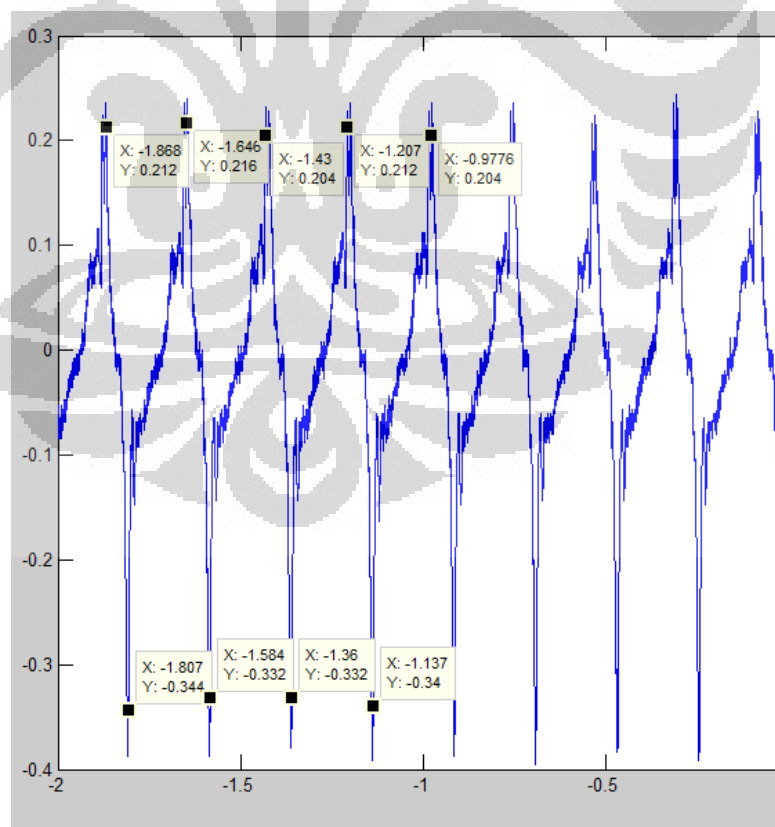
Gambar	V_{motor} (Volt)	T(s)	Δt (s)	v_{pm} (mm/s)	V_{kumparan} (Volt)
4.1	12	0,22	0,11	127,27	0,42 dan 0,628
4.2	14	0,18	0,09	155,55	0,52 dan 0,656
4.3	16	0,16	0,08	175	0,54 dan 0,68
4.4	18	0,14	0,07	200	0,62 dan 0,72
4.5	20	0,12	0,06	233,33	0,62 dan 0,77

4.1.2 Kumparan Kedua

Kumparan kedua berinti besi silicon dengan jumlah lilitan 300 dan panjang 12 mm.

1. Pengukuran pertama

Pada pengukuran pertama, motor penggerak diberi tegangan sebesar 12 Volt, hasil pengukurannya adalah sebagai berikut :



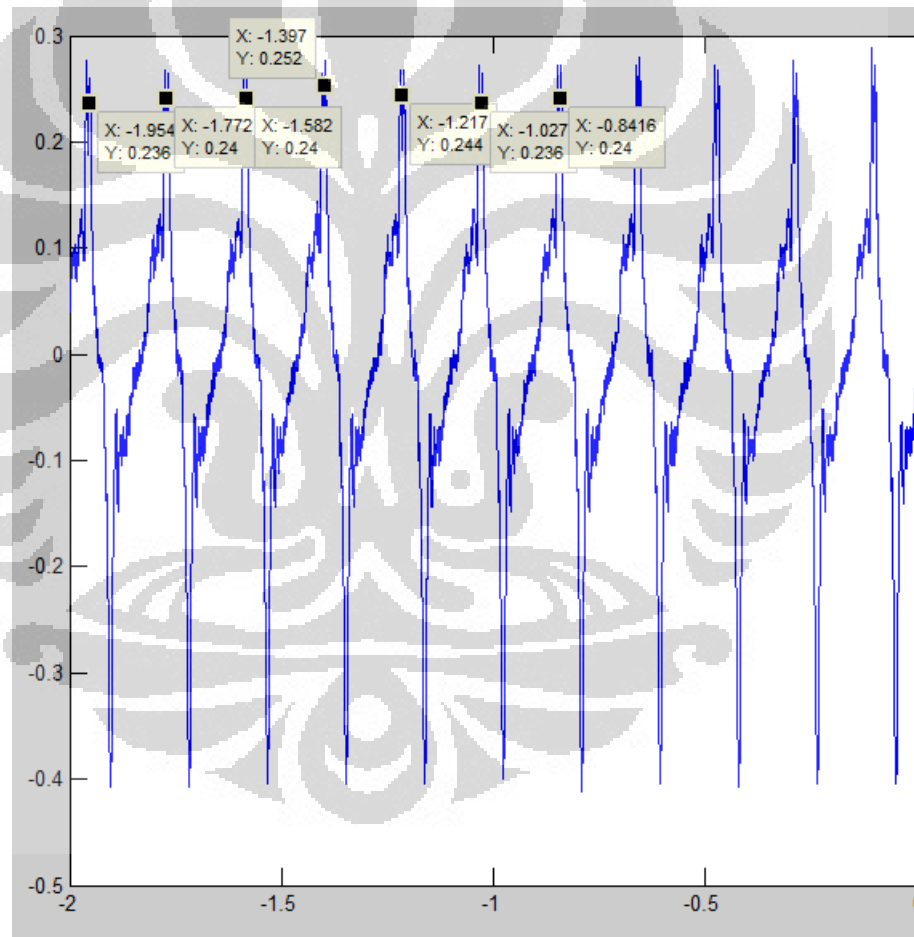
Gambar 4.6 Hasil pengukuran pertama pada kumparan kedua

Dari gambar 4.6 di atas dapat diperoleh :

- Tegangan keluar dari kumparan berbentuk gergaji namun tidak simetris antara tegangan di atas nol dan di bawah nol.
- Tegangan keluar kumparan (V_{kumparan}) = 0,22 dan 0,38 Volt.
- Periode (T) = (1,868 – 1,646) = 0,22 detik, Δt = periode/2 = 0,11
- Kecepatan perisai (v_{pm}) = $D/\Delta t$ = (14 mm)/(0,11) = 127,27 mm/s

2. Pengukuran kedua

Pada pengukuran kedua, motor penggerak diberi tegangan sebesar 14 Volt, hasil pengukurannya adalah sebagai berikut :



Gambar 4.7 Hasil pengukuran kedua pada kumparan kedua

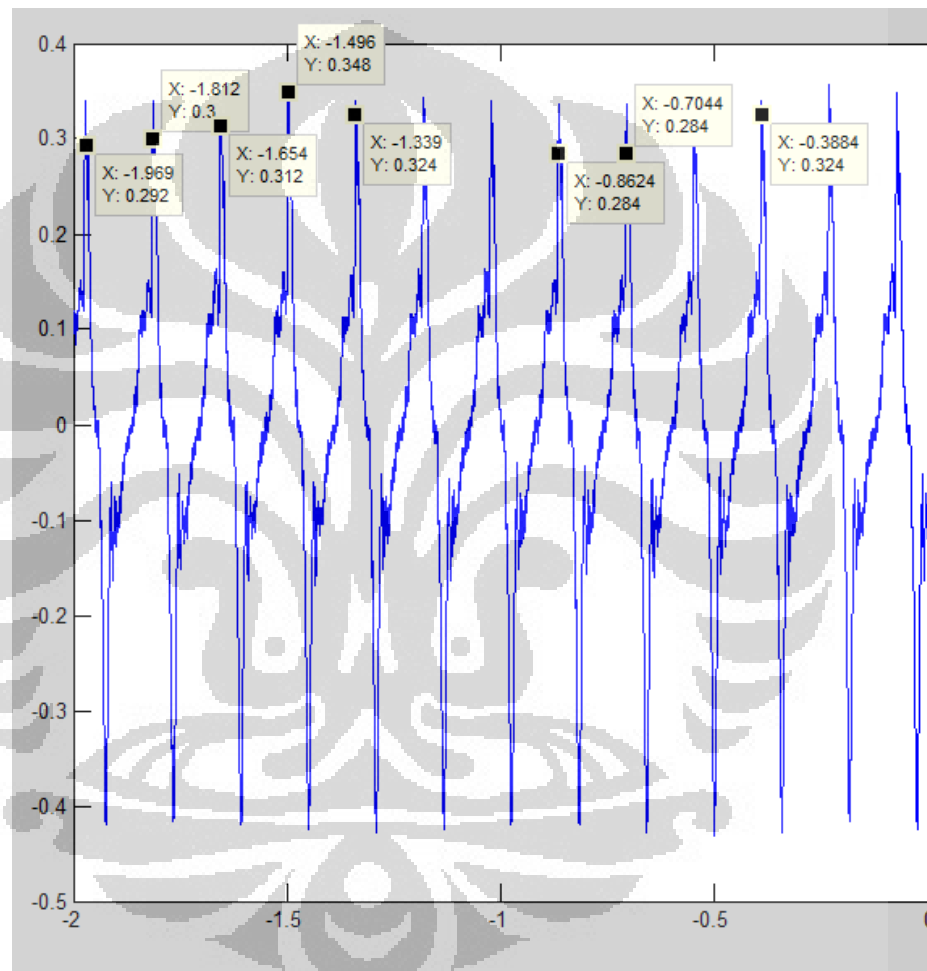
Dari gambar 4.7 di atas dapat diperoleh :

- Tegangan keluar dari kumparan berbentuk gergaji namun tidak simetris antara tegangan di atas nol dan di bawah nol.

- b) Tegangan keluar kumparan (V_{kumparan}) = 0,25 dan 0,40 Volt.
- c) Periode (T) = (1,954 – 1,772) = 0,182 detik, Δt = periode/2 = 0,09.
- d) Kecepatan perisai (v_{pm}) = $D/\Delta t$ = (14 mm)/(0,09) = 155,55 mm/s

3. Pengukuran ketiga

Pada pengukuran ketiga, motor penggerak diberi tegangan sebesar 16 Volt, hasil pengukurannya adalah sebagai berikut :



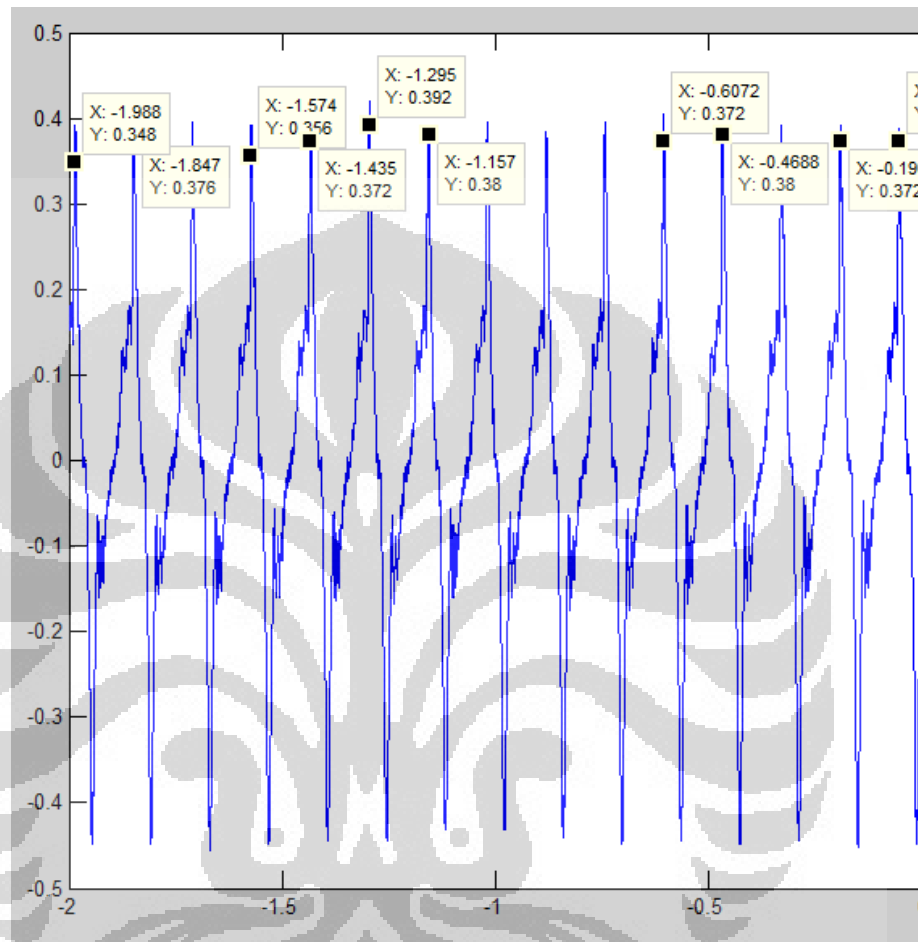
Gambar 4.8 Hasil pengukuran ketiga pada kumparan kedua

Dari gambar 4.8 di atas dapat diperoleh :

- a) Tegangan keluar dari kumparan berbentuk gergaji namun tidak simetris antara tegangan di atas nol dan di bawah nol.
- b) Tegangan keluar kumparan (V_{kumparan}) = 0,33 dan 0,42 Volt.
- c) Periode (T) = (1,969 – 1,811) = 0,16 detik, Δt = periode/2 = 0,08.
- d) Kecepatan perisai (v_{pm}) = $D/\Delta t$ = (14 mm)/(0,08) = 175 mm/s

4. Pengukuran keempat

Pada pengukuran keempat, motor penggerak diberi tegangan sebesar 18 Volt, hasil pengukurannya adalah sebagai berikut :



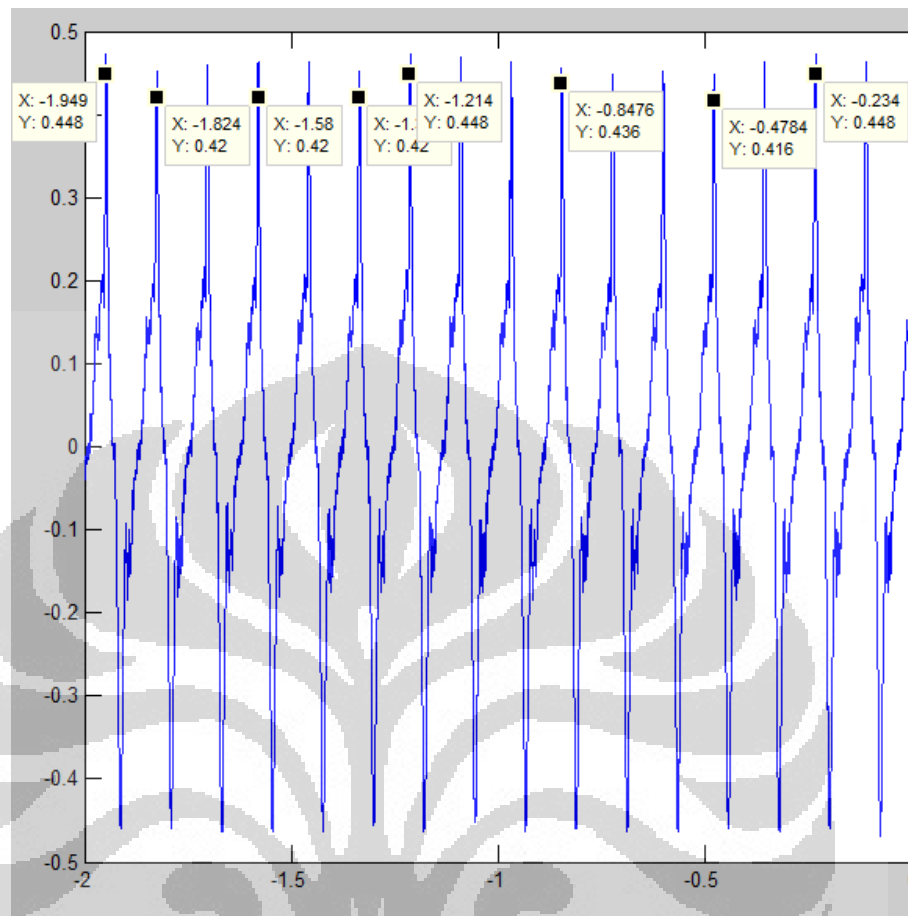
Gambar 4.9 Hasil pengukuran keempat pada kumparan kedua

Dari gambar 4.9 di atas dapat diperoleh :

- Tegangan keluar dari kumparan berbentuk gergaji namun tidak simetris antara tegangan di atas nol dan di bawah nol.
- Tegangan keluar kumparan (V_{kumparan}) = 0,39 dan 0,44 Volt.
- Periode (T) = (1,295 – 1,157) = 0,14 detik, Δt = periode/2 = 0,07.
- Kecepatan perisai (v_{pm}) = $D/\Delta t$ = (14 mm)/(0,07) = 200 mm/s

5. Pengukuran kelima

Pada pengukuran kelima, motor penggerak diberi tegangan sebesar 20 Volt, hasil pengukurannya adalah sebagai berikut :



Gambar 4.10 Hasil pengukuran kelima pada kumparan kedua

Dari gambar 4.10 di atas dapat diperoleh :

- Tegangan keluar dari kumparan berbentuk gergaji namun tidak simetris antara tegangan di atas nol dan di bawah nol.
- Tegangan keluar kumparan (V_{kumparan}) = 0,44 dan 0,46 Volt.
- Periode (T) = $(1,949 - 1,824) = 0,12$ detik, $\Delta t = \text{periode}/2 = 0,06$.
- Kecepatan perisai (v_{pm}) = $D/\Delta t = (14 \text{ mm})/(0,06) = 233,33 \text{ mm/s}$

Dari uraian tersebut di atas dapat dirangkum dalam sebuah tabel hasil pengukuran seperti pada tabel 4.2 berikut :

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Tegangan Kumparan Kedua

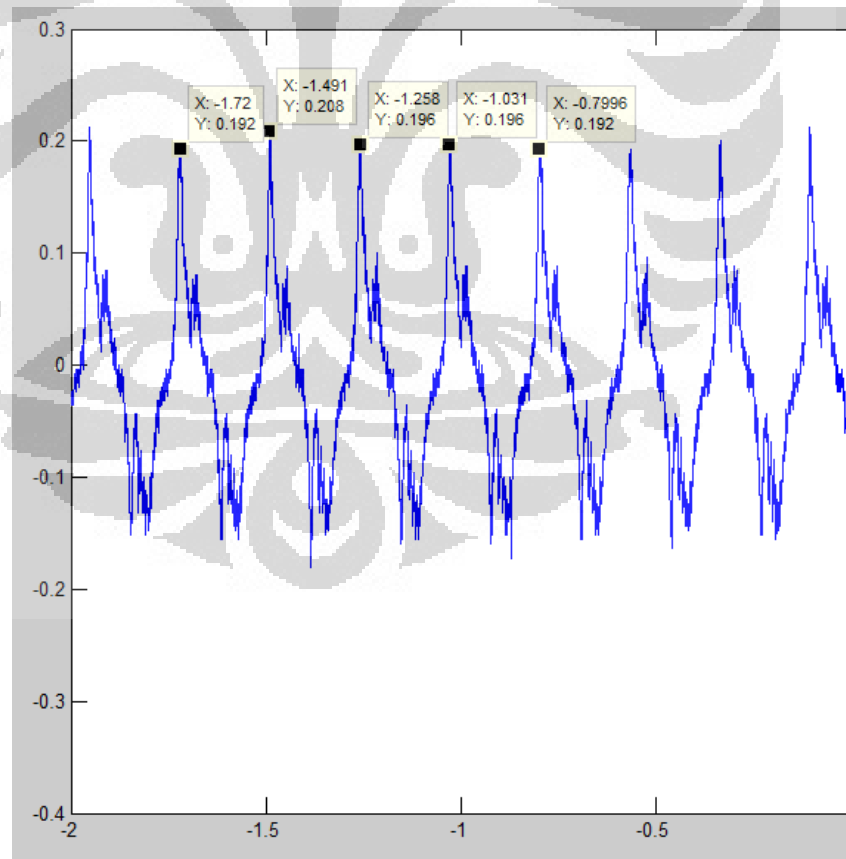
Gambar	V_{motor} (Volt)	T(s)	Δt (s)	v_{pm} (mm/s)	V_{kumparan} (Volt)
4.6	12	0,22	0,11	127,27	0,22 dan 0,38
4.7	14	0,18	0,09	155,55	0,25 dan 0,40
4.8	16	0,16	0,08	175	0,33 dan 0,42
4.9	18	0,14	0,07	200	0,39 dan 0,44
4.10	20	0,12	0,06	233,33	0,44 dan 0,46

4.1.3 Kumparan Ketiga

Kumparan ketiga berinti ferit dengan jumlah lilitan 300 dan panjang 12 mm.

1. Pengukuran pertama

Pada pengukuran pertama, motor penggerak diberi tegangan sebesar 12 Volt, hasil pengukurannya adalah sebagai berikut :



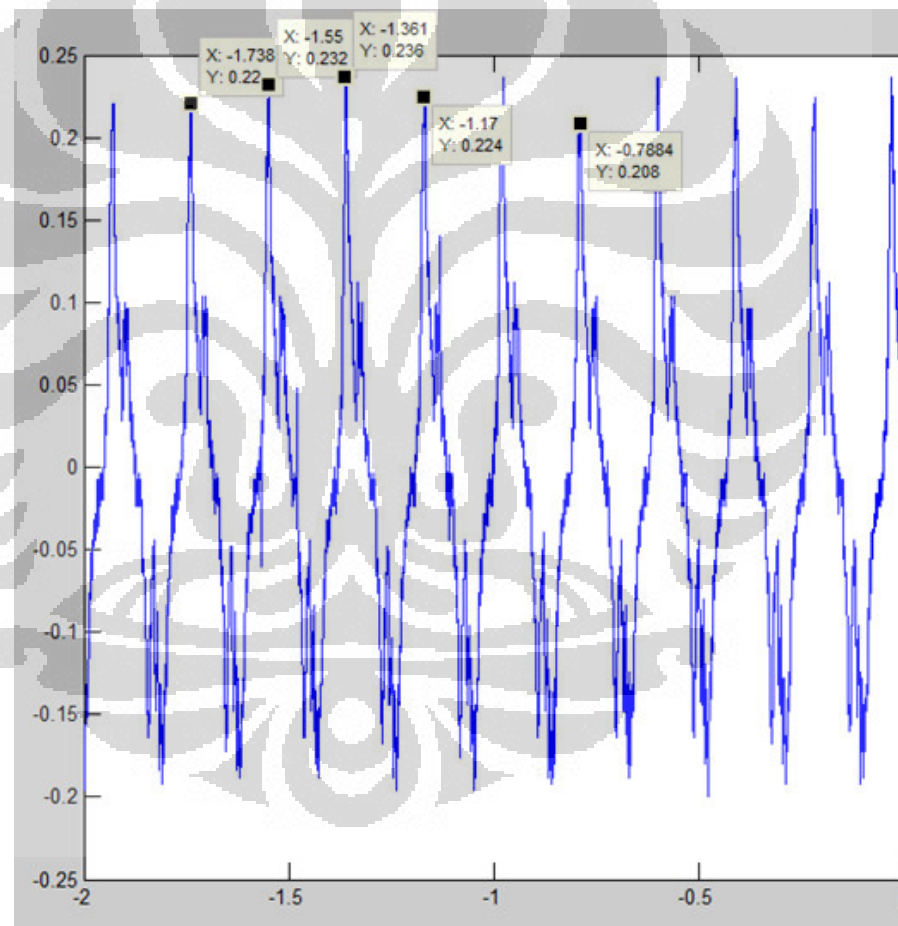
Gambar 4.11 Hasil pengukuran pertama pada kumparan ketiga

Dari gambar 4.11 di atas dapat diperoleh :

- Tegangan keluar dari kumparan berbentuk gergaji namun tidak simetris antara tegangan di atas nol dan di bawah nol.
- Tegangan keluar kumparan (V_{kumparan}) = 0,15 dan 0,20 Volt.
- Periode (T) = (1,72 – 1,49) = 0,223 detik, Δt = periode/2 = 0,11
- Kecepatan perisai (v_{pm}) = $D/\Delta t$ = (14 mm)/(0,11) = 127,27 mm/s

2. Pengukuran kedua

Pada pengukuran kedua, motor penggerak diberi tegangan sebesar 14 Volt, hasil pengukurannya adalah sebagai berikut :



Gambar 4.12 Hasil pengukuran kedua pada kumparan ketiga

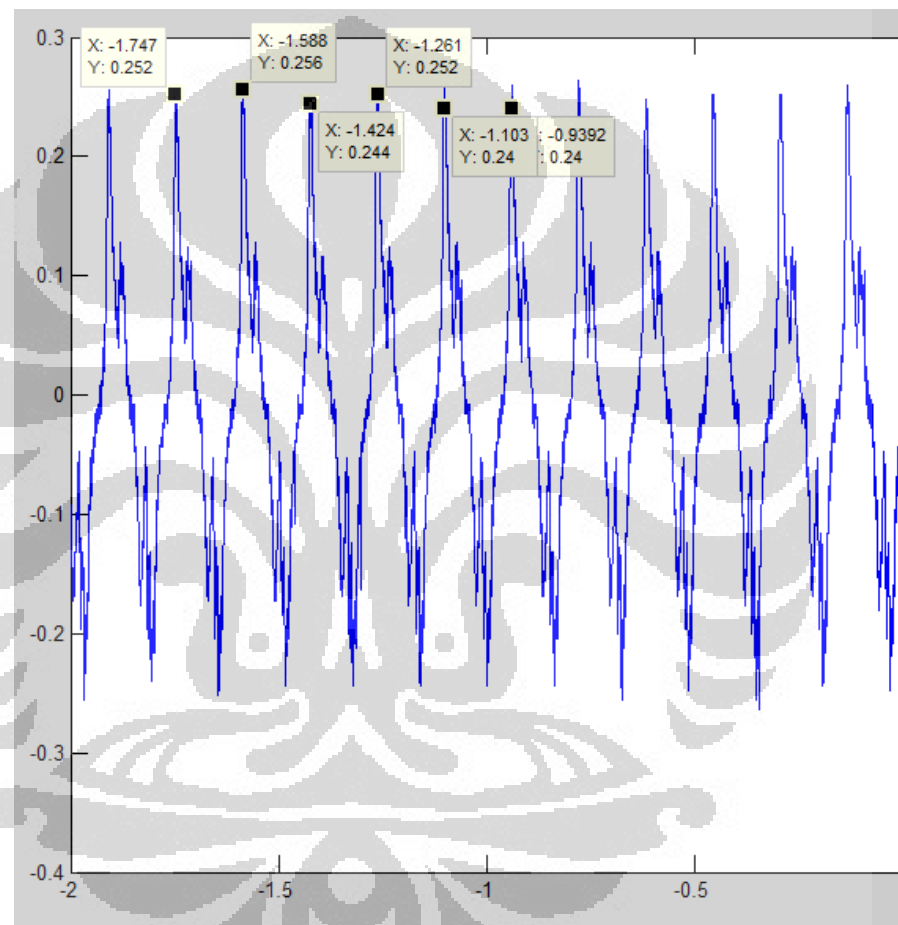
Dari gambar 4.12 di atas dapat diperoleh :

- Tegangan keluar dari kumparan berbentuk gergaji namun tidak simetris antara tegangan di atas nol dan di bawah nol.

- b) Tegangan keluar kumparan (V_{kumparan}) = 0,16 dan 0,22 Volt.
- c) Periode (T) = (1,36 – 1,17) = 0,183 detik, Δt = periode/2 = 0,09.
- d) Kecepatan perisai (v_{pm}) = $D/\Delta t$ = (14 mm)/(0,09) = 155,55 mm/s.

3. Pengukuran ketiga

Pada pengukuran ketiga, motor penggerak diberi tegangan sebesar 16 Volt, hasil pengukurannya adalah sebagai berikut :



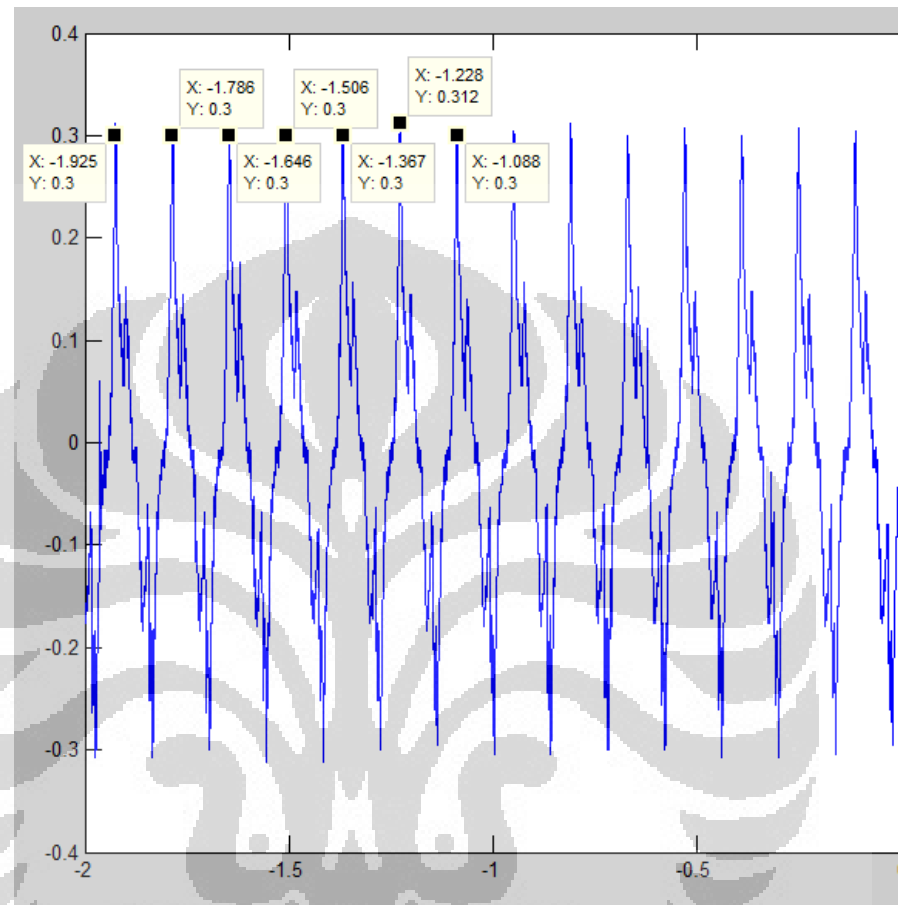
Gambar 4.13 Hasil pengukuran ketiga pada kumparan ketiga

Dari gambar 4.13 di atas dapat diperoleh :

- a) Tegangan keluar dari kumparan berbentuk gergaji namun tidak simetris antara tegangan di atas nol dan di bawah nol.
- b) Tegangan keluar kumparan (V_{kumparan}) = 0,23 dan 0,25 Volt.
- c) Periode (T) = (1,588 – 1,424) = 0,16 detik, Δt = periode/2 = 0,08.
- d) Kecepatan perisai (v_{pm}) = $D/\Delta t$ = (14 mm)/(0,08) = 175 mm/s

4. Pengukuran keempat

Pada pengukuran keempat, motor penggerak diberi tegangan sebesar 18 Volt, hasil pengukurannya adalah sebagai berikut :



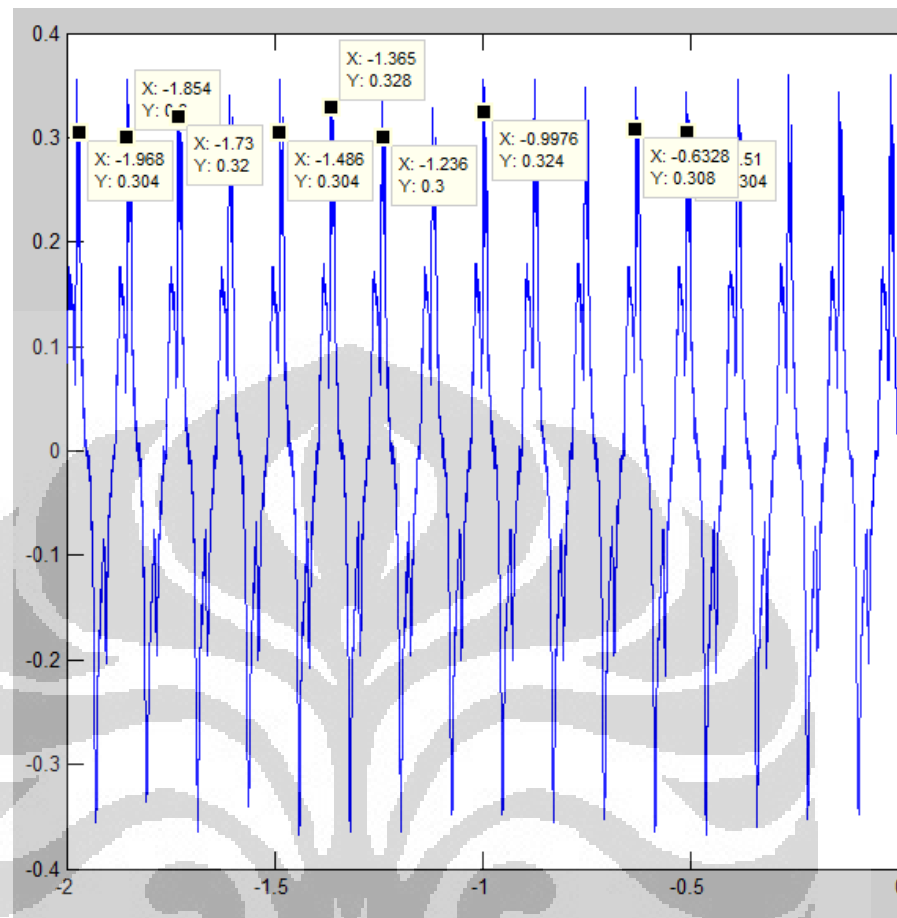
Gambar 4.14 Hasil pengukuran keempat pada kumparan ketiga

Dari gambar 4.14 di atas dapat diperoleh :

- Tegangan keluar dari kumparan berbentuk gergaji namun tidak simetris antara tegangan di atas nol dan di bawah nol.
- Tegangan keluar kumparan ($V_{\text{kumparan}} = 0,30$ dan $0,30$ Volt.
- Periode ($T = (1,786 - 1,646) = 0,14$ detik, $\Delta t = \text{periode}/2 = 0,07$).
- Kecepatan perisai ($v_{\text{pm}} = D/\Delta t = (14 \text{ mm})/(0,07) = 200 \text{ mm/s}$

5. Pengukuran kelima

Pada pengukuran kelima, motor penggerak diberi tegangan sebesar 20 Volt, hasil pengukurannya adalah sebagai berikut :



Gambar 4.15 Hasil pengukuran kelima pada kumparan ketiga

Dari gambar 4.15 di atas dapat diperoleh :

- Tegangan keluar dari kumparan berbentuk gergaji namun tidak simetris antara tegangan di atas nol dan di bawah nol.
- Tegangan keluar kumparan (V_{kumparan}) = 0,35 dan 0,35 Volt.
- Periode (T) = (1,365 – 1,236) = 0,12 detik, Δt = periode/2 = 0,06.
- Kecepatan perisai (v_{pm}) = $D/\Delta t$ = (14 mm)/(0,06) = 233,33 mm/s

Dari uraian tersebut di atas dapat dirangkum dalam sebuah tabel hasil pengukuran seperti pada tabel 4.3 berikut :

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Tegangan Output Kumparan Ketiga

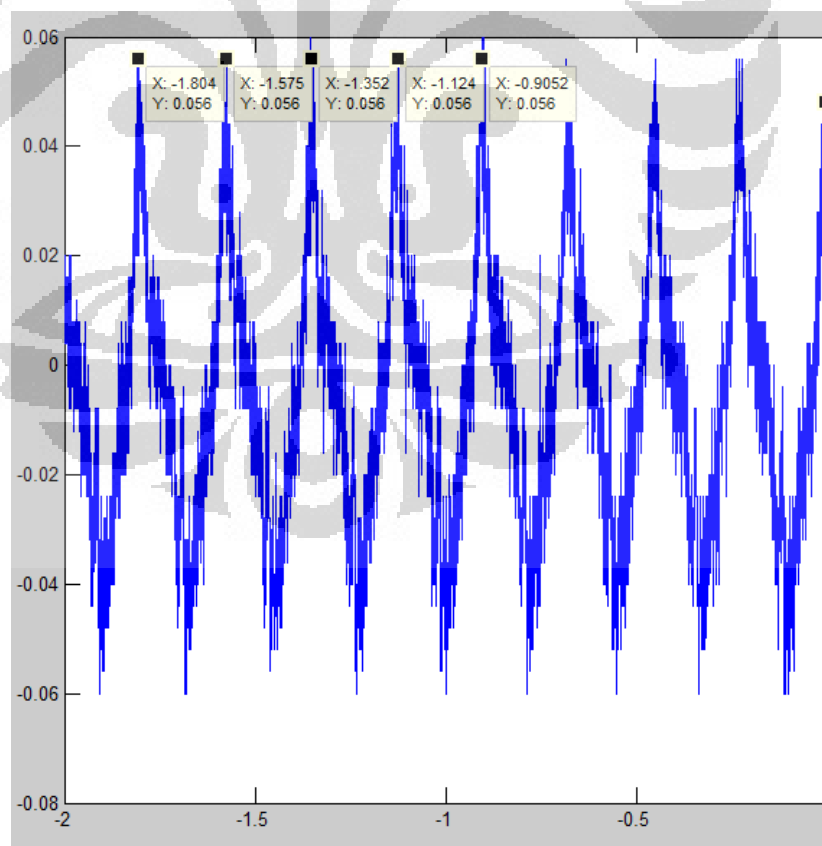
Gambar	V_{motor} (Volt)	T(s)	Δt (s)	v_{pm} (mm/s)	V_{kumparan} (Volt)
4.11	12	0,22	0,11	127,27	0,15 dan 0,20
4.12	14	0,18	0,09	155,55	0,16 dan 0,22
4.13	16	0,16	0,08	175	0,23 dan 0,25
4.14	18	0,14	0,07	200	0,30 dan 0,30
4.15	20	0,12	0,06	233,33	0,35 dan 0,35

4.1.4 Kumparan Keempat

Kumparan keempat berinti udara dengan jumlah lilitan 300 dan panjang 12mm.

1. Pengukuran pertama

Pada pengukuran pertama, motor penggerak diberi tegangan sebesar 12 Volt, hasil pengukurannya adalah sebagai berikut :



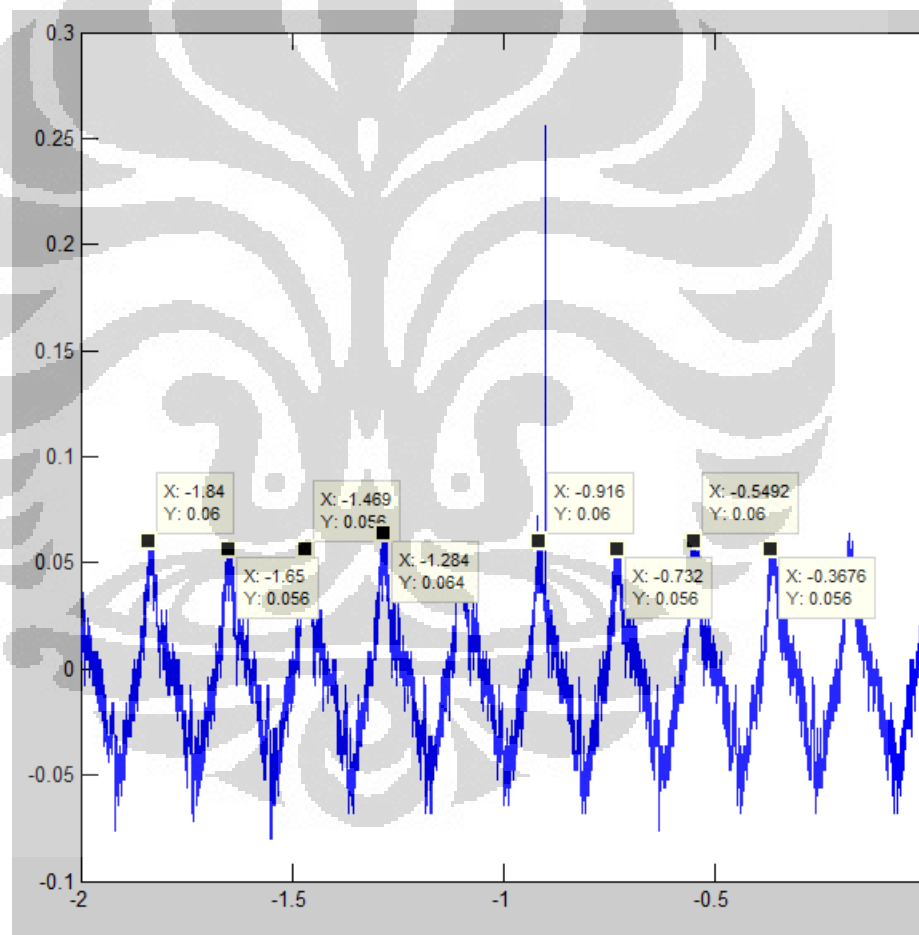
Gambar 4.16 Hasil pengukuran pertama pada kumparan keempat

Dari gambar 4.16 di atas dapat diperoleh :

- Tegangan keluar dari kumparan berbentuk gergaji namun tidak simetris antara tegangan di atas nol dan di bawah nol.
- Tegangan keluar kumparan (V_{kumparan}) = 0,052 dan 0,056 Volt.
- Periode (T) = (1,804 – 1,575) = 0,223 detik, Δt = periode/2 = 0,11
- Kecepatan perisai (v_{pm}) = $D/\Delta t$ = (14 mm)/(0,11) = 127,27 mm/s

2. Pengukuran kedua

Pada pengukuran kedua, motor penggerak diberi tegangan sebesar 14 Volt, hasil pengukurannya adalah sebagai berikut :



Gambar 4.17 Hasil pengukuran kedua pada kumparan keempat

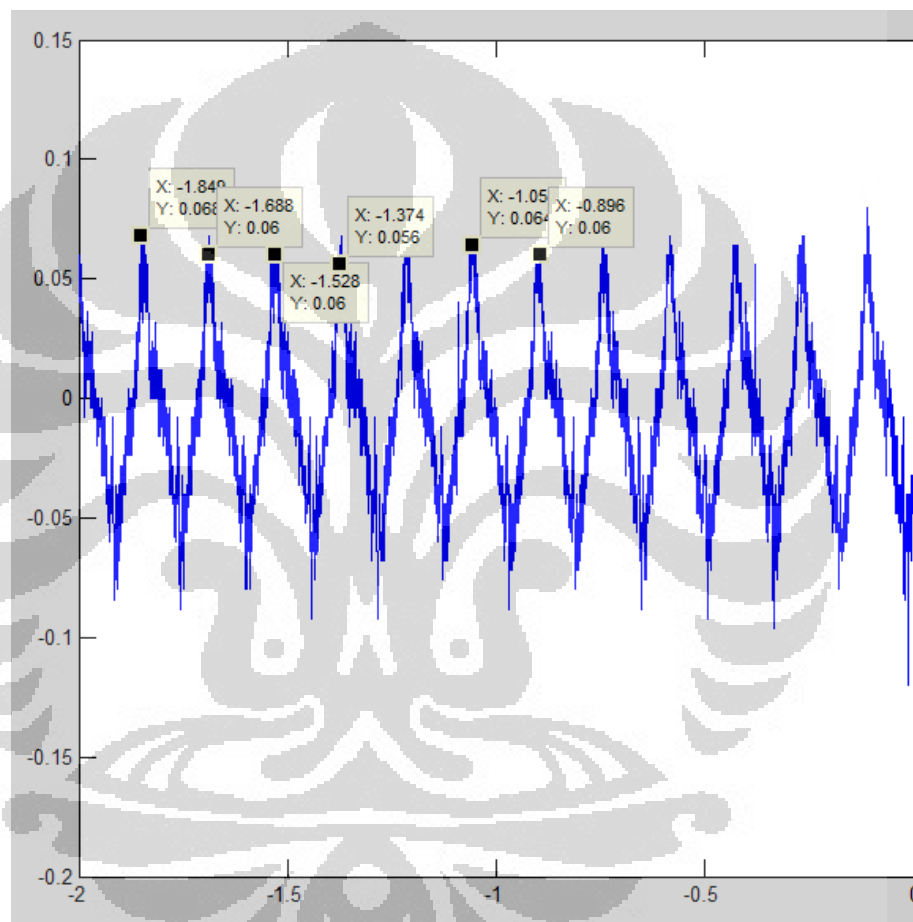
Dari gambar 4.17 di atas dapat diperoleh :

- Tegangan keluar dari kumparan berbentuk gergaji namun tidak simetris antara tegangan di atas nol dan di bawah nol.

- b) Tegangan keluar kumparan (V_{kumparan}) = 0,056 dan 0,064 Volt.
- c) Periode (T) = (1,84 – 1,65) = 0,19 detik, Δt = periode/2 = 0,09.
- d) Kecepatan perisai (v_{pm}) = $D/\Delta t$ = (14 mm)/(0,09) = 155,55 mm/s

3. Pengukuran ketiga

Pada pengukuran ketiga, motor penggerak diberi tegangan sebesar 16 Volt, hasil pengukurannya adalah sebagai berikut :



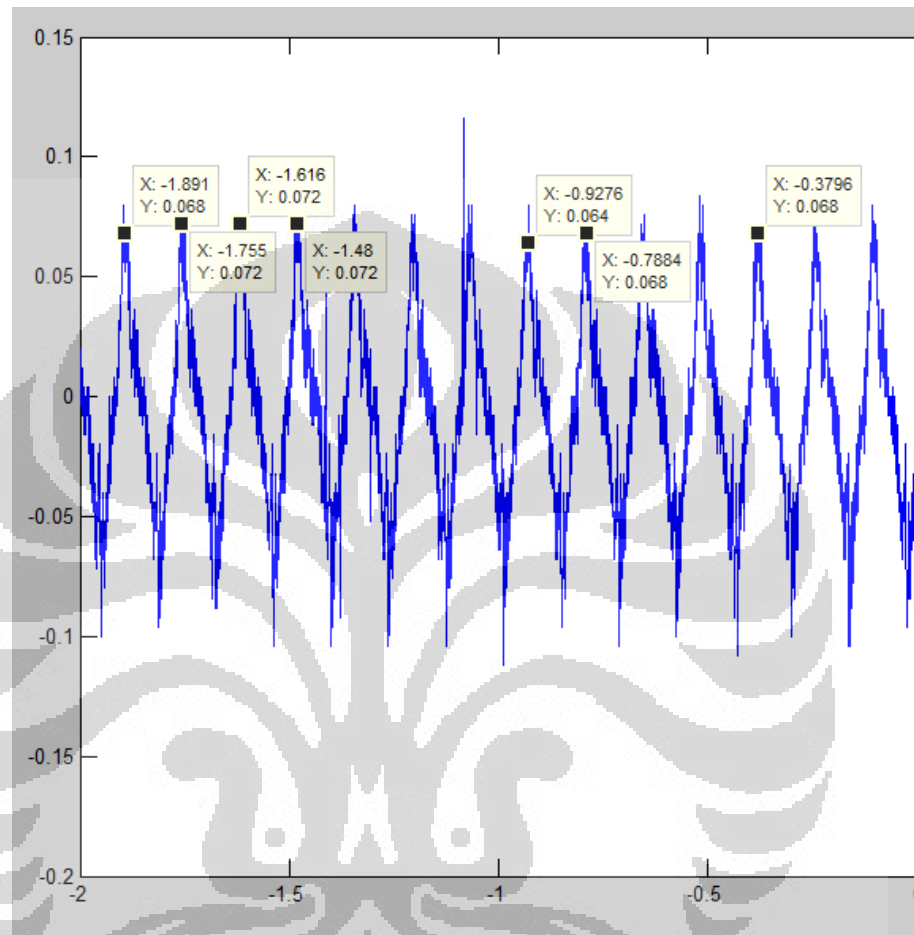
Gambar 4.18 Hasil pengukuran ketiga pada kumparan keempat

Dari gambar 4.18 di atas dapat diperoleh :

- a) Tegangan keluar dari kumparan berbentuk gergaji namun tidak simetris antara tegangan di atas nol dan di bawah nol.
- b) Tegangan keluar kumparan (V_{kumparan}) = 0,068 dan 0,072 Volt.
- c) Periode (T) = (1,688 – 1,528) = 0,16 detik, Δt = periode/2 = 0,08.
- d) Kecepatan perisai (v_{pm}) = $D/\Delta t$ = (14 mm)/(0,08) = 175 mm/s

4. Pengukuran keempat

Pada pengukuran keempat, motor penggerak diberi tegangan sebesar 18 Volt, hasil pengukurannya adalah sebagai berikut :



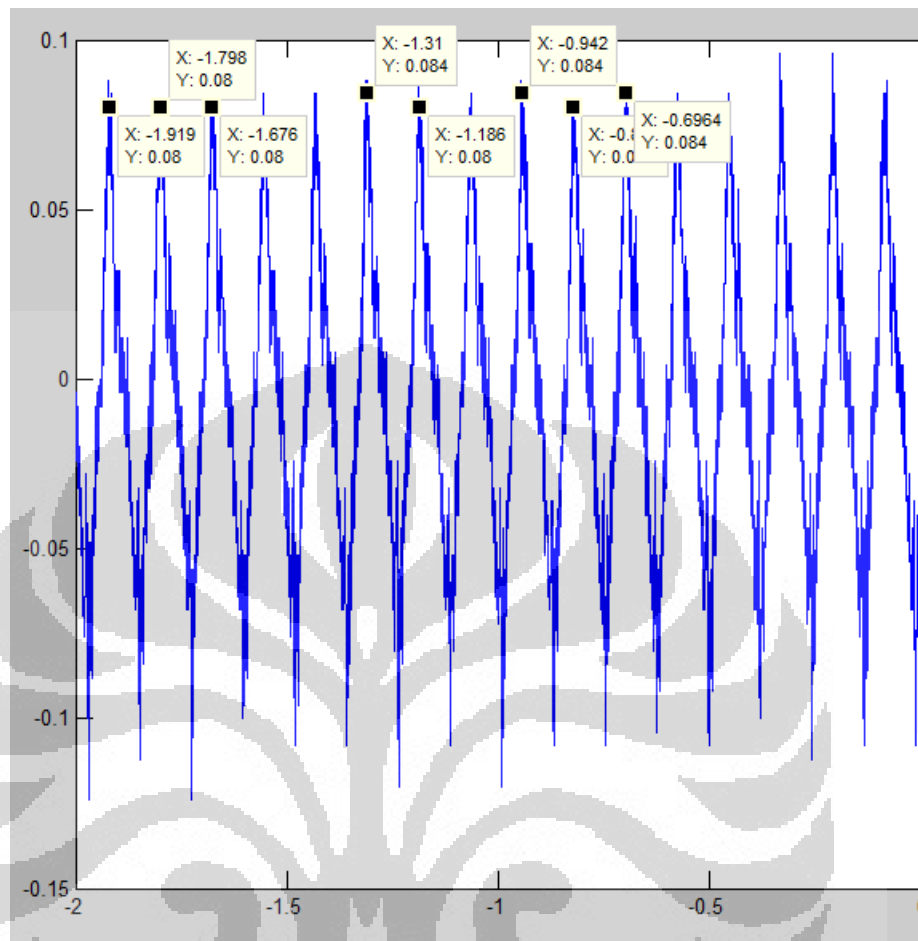
Gambar 4.19 Hasil pengukuran keempat pada kumparan keempat

Dari gambar 4.19 di atas dapat diperoleh :

- Tegangan keluar dari kumparan berbentuk gergaji namun tidak simetris antara tegangan di atas nol dan di bawah nol.
- Tegangan keluar kumparan (V_{kumparan}) = 0,072 dan 0,10 Volt.
- Periode (T) = (1,616 – 1,48) = 0,14 detik, Δt = periode/2 = 0,07.
- Kecepatan perisai (v_{pm}) = $D/\Delta t$ = (14 mm)/(0,07) = 200 mm/s

5. Pengukuran kelima

Pada pengukuran kelima, motor penggerak diberi tegangan sebesar 20 Volt, hasil pengukurannya adalah sebagai berikut :



Gambar 4.20 Hasil pengukuran kelima pada kumparan keempat

Dari gambar 4.20 di atas dapat diperoleh :

- Tegangan keluar dari kumparan berbentuk gergaji namun tidak simetris antara tegangan di atas nol dan di bawah nol.
- Tegangan keluar kumparan (V_{kumparan}) = 0,084 dan 0,12 Volt.
- Periode (T) = $(1,798 - 1,676) = 0,12$ detik, $\Delta t = \text{periode}/2 = 0,06$.
- Kecepatan perisai (v_{pm}) = $D/\Delta t = (14 \text{ mm})/(0,06) = 233,33 \text{ mm/s}$

Dari uraian tersebut di atas dapat dirangkum dalam sebuah tabel hasil pengukuran seperti pada tabel 4.4 berikut :

Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Tegangan Output Kumputan Keempat

Gambar	V_{motor} (Volt)	T(s)	Δt (s)	v_{pm} (mm/s)	V_{kumputan} (Volt)
4.16	12	0.22	0,11	127,27	0,052 dan 0,056
4.17	14	0,18	0,09	155,55	0,056 dan 0,064
4.18	16	0,16	0,08	175	0,068 dan 0,072
4.19	18	0,14	0,07	200	0,072 dan 0,10
4.20	20	0,12	0,06	233,33	0,084 dan 0,12

Dari pengukuran-pengukuran tersebut dapat dilihat bahwa :

- a. Bentuk tegangan output kumputan adalah bentuk gergaji namun tidak simetris yakni nilai tegangan atas dan bawah 0 (nol) tidak sama. Hal ini terjadi karena :
 1. Bentuk tegangan gergaji timbul karena perubahan medan magnet terjadi secara simultan.
 2. Besarnya induksi magnet pada inti kumputan ketika mendapatkan medan magnet secara penuh dari magnet berbeda ketika kumputan berusaha mempertahankan induksi magnet ketika medan magnet dari magnet menghilang.
- b. Periode semakin kecil kecepatan gerak perisai magnetik semakin tinggi mengakibatkan tegangan yang dihasilkan kumputan juga semakin tinggi.
- c. Inti kumputan sangat mempengaruhi tegangan yang dihasilkan kumputan, hal ini terlihat dari perbedaan tegangan yang dihasilkan oleh kumputan berinti besi silikon, ferite dan udara.
- d. Jumlah lilitan semakin banyak maka tegangan yang dihasilkan juga semakin tinggi.

4.2 Pengukuran Induksi Magnet

Untuk mengukur induksi magnet, diperlukan alat pengukur induksimagnet yang disebut Gaussmeter. Karena magnet yang akan digunakan adalah magnet jenis Neodymium dimana magnet jenis ini mempunyai nilai induksi magnet

sampai ribuan gauss maka perlu Gaussmeter yang dapat mengukur sampai ribuan gauss. Namun karena Gaussmeter yang ada pada umumnya besarnya induksi magnet yang mampu diukur relatif kecil (dalam miliGauss) maka perlu dibuat rangkaian pengganti Gaussmeter yang mampu mengukur sampai ribuan gauss.

Rangkaian pengganti Gaussmeter ini dibuat menggunakan komponen sensor hall-effect. Sensor hall-effect merupakan sebuah ic sensor linier dimana tegangan outputnya akan berubah secara proporsional sesuai dengan besarnya induksi magnet. Dalam keadaan bebas (tanpa medan magnet), tegangan output sama dengan setengah dari tegangan input. Tegangan ini disebut dengan tegangan idle. Jika didekatkan dengan kutub selatan maka tegangan idle akan naik. Sebaliknya jika didekatkan dengan kutub utara maka tegangan idle akan turun.

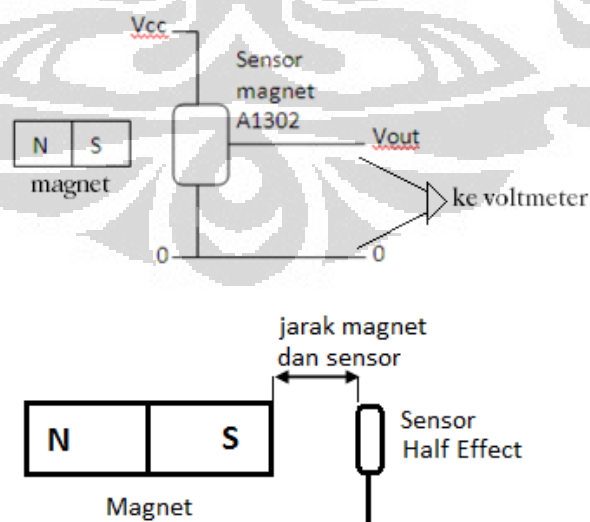
Sensor hall-effect yang digunakan adalah A1302UAT dari Allegro dengan spesifikasi sebagai berikut :

Tegangan catu (Vcc) : 4.5 – 6 Volt

Sensitivitas : 1.3 mV/Gauss

Spesifikasi detailnya terlampir.

Gambar rangkaiannya adalah sebagai berikut :



Gambar 4.21 Rangkaian Pengganti Gaussmeter

Pengukuran dilakukan terhadap magnet dalam 2 (dua) keadaan yakni magnet diberi perisai magnetik dan magnet bebas tanpa perisai magnetik. Sebelum melakukan pengukuran induksi magnet, dilakukan pengukuran terhadap tegangan input V_{cc} dan tegangan output (idle) dan hasilnya adalah :

Tegangan V_{cc} : 5.4 Volt dan

Tegangan V_{out} (idle) : 2.72 Volt.

Karena output sensor hanya berupa tegangan maka harus diubah ke dalam satuan gauss dengan rumus $1000 * [V_{out} - V_{idle}] / 1.3$. Setelah dilakukan pengukuran diperoleh hasil sebagai berikut :

1. Magnet diberi perisai magnetik.

Pengukuran induksi magnet pada jarak 2,5 mm ketika magnet diberi perisai magnetik diperoleh hasil 2,80 Volt, sehingga besarnya induksi magnetnya adalah $1000 * [2,80 - 2,72] / 1.3 = 61,538$ Gauss.

2. Magnet bebas tanpa perisai magnetik

Hasil pengukuran besarnya induksi magnet pada saat bebas dari perisai magnetik adalah sebagai berikut :

Tabel 4.5 Hasil pengukuran induksi magnet tanpa perisai magnetik

Jarak (mm)	V_{out} (Volt)	Beda tegangan (Volt)	Induksi Magnet (Gauss)
10	3.5	0.78	600
9	3.65	0.93	715.38
8	3.86	1.14	876.69
7	4.13	1.41	1084.61
6	4.47	1.75	1346.15
5	4.93	2.21	1700
4.5	5.36	2.64	2030.76
4	5.36	2.64	Tidak terukur

Berdasarkan hasil pengukuran di atas, untuk jarak lebih kecil dari 4 mm sudah tidak terukur oleh alat. Hal ini dapat terlihat dari tegangan output yang terukur yakni tidak adanya perbedaan ketika diukur pada jarak 4.5 mm dengan 4 mm. Oleh karena itu perlu dicari suatu formula atau perangkat lunak semacam kalkulator yang dapat menemukan nilai induksi magnet pada jarak 2.5 mm.

Untuk menemukan nilai induksi magnet pada jarak 2,5 mm dapat digunakan perangkat lunak *Magnet Block Field Calculator*. Perangkat lunak ini disediakan oleh E Magnet UK yang merupakan perusahaan produsen magnet permanen. Perangkat lunak ini berbasis Microsoft Office Excell dengan tampilan adalah sebagai berikut :

The screenshot shows an Excel spreadsheet titled "e MAGNETS UK RECTANGULAR / BLOCK MAGNETS". It includes a "NOTE TO USER" section with instructions on how to use the calculator. A diagram illustrates a rectangular magnet with dimensions labeled: "Breadth", "Width", and "Height (in Direction of Magnetisation)". A distance "x" is shown from the magnetic pole face to the measurement point. The spreadsheet is divided into two sections: "mm version" and "inches version".

mm version		
Distance from magnet face (mm)	2,500	0,09843
Width of magnet (mm)	9,500	0,37402
Breadth of magnet (mm)	9,500	0,37402
Height of magnet (mm) in magnetisation direction	20,000	0,78740
Br (Gauss) magnet	11600	^ inches
Calculated B(x) (Gauss)	3164,10	conversion
Calculated B(x) (mT)	316,41	
inches version		
Distance from magnet face (inch)	0,098	2,50012
Width of magnet (inch)	0,374	9,49960
Breadth of magnet (inch)	0,374	9,49960
Height of magnet (inch) in magnetisation direction	0,787	19,99996
Br (Gauss) magnet	11600	^ mm
Calculated B(x) (Gauss)	3163,93	conversion
Calculated B(x) (mT)	316,39	

Gambar 4.22 Tampilan kalkulator magnet

Pada perangkat lunak ini, variabel yang dapat diubah-ubah adalah :

- Distance* atau jarak dari kutub magnet dalam satuan mm.
- Breadth* atau panjang dan *width* atau lebar magnet dalam satuan mm.

- c. *Height* atau tinggi magnet yang searah dengan arah magnetisasinya dalam satuan mm.
- d. *Br* atau induksi magnet remanen dalam satuan Gauss, karena nilai ini belum diketahui maka dilakukan beberapa perhitungan dengan memasukkan beberapa nilai induksi magnet remanen yang berbeda-beda kemudian dibandingkan dengan hasil pengukuran untuk memperoleh nilai-nilai induksi magnet yang paling mendekati hasil pengukuran. Hasil perhitungannya adalah sebagai berikut :

Tabel 4.6 Hasil perhitungan intensitas medan magnet menggunakan kalkulator magnet

Jarak (mm)	Hasil pengukuran (Gauss)	Hasil Perhitungan (Gauss)				
		11500	11550	11600	11650	11700
10	600	588.20	590.76	593.32	595.88	598.43
9	715.38	708.30	711.38	714.46	717.54	720.62
8	876.69	862.86	866.61	870.36	874.12	877.87
7	1084.61	1064.24	1068.86	1073.49	1078.12	1082.75
6	1346.15	1329.51	1335.29	1341.07	1346.85	1352.63
5	1700	1681.68	1689.00	1696.31	1703.62	1710.93

Dari tabel tersebut di atas terlihat bahwa yang paling mendekati hasil pengukuran adalah nilai *Br* 11650, sehingga nilai ini yang digunakan untuk mencari nilai intensitas medan magnet pada jarak 2.5 mm.

Berikut ini adalah perbandingan nilai induksi magnet hasil pengukuran dengan hasil perhitungan menggunakan nilai induksi magnet *Br* 11650 :

Tabel 4.7 Perbandingan Induksi Magnet Hasil Pengukuran dengan Perhitungan Kalkulator Magnet

Jarak (mm)	Hasil pengukuran (Gauss)	Hasil Kalkulator magnet (Gauss)
10	600	593.32
9	715.38	714.46
8	876.69	870.36
7	1084.61	1073.49
6	1346.15	1346.85
5	1700	1703.62
4	Tidak terukur	2177.84
3	Tidak terukur	2801.61
2.5	Tidak terukur	3177.74

Pada tabel tersebut terlihat bahwa pada jarak 10 mm besarnya induksi magnet adalah 600 gauss. Pada jarak setengahnya yakni 5 mm nilai induksi magnetnya naik hampir 3 (tiga) kali lipat yakni sebesar 1700 gauss. Hal ini karena sifat medan magnet mirip dengan medan listrik yaitu besarnya intensitas medan berbanding terbalik dengan kuadrat jaraknya.

Berdasarkan hal tersebut maka pada jarak 2,5 mm nilai induksi magnetnya seharusnya lebih besar dari 3177,74 gauss. Oleh karena itu perlu dicari dengan metode lain yakni melalui perhitungan terbalik terhadap salah satu nilai tegangan hasil pengukuran pada salah satu kumparan menggunakan persamaan hukum induksi faraday.

Dalam perhitungan ini data yang dipakai adalah data pengukuran dari kumparan pertama pada pengukuran pertama yakni :

$$\epsilon_{\text{ind}} = 0,628 \text{ Volt}$$

$$N = 720$$

$$A = 0,95 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\Delta t = 0,1$$

$$\begin{aligned}\epsilon_{\text{ind}} &= N(\Delta\Phi/\Delta t) = (NBA)/\Delta t \\ B &= (\epsilon_{\text{ind}})(\Delta t)/(NA) \\ B &= (0,628)(0,1)/(720)(0,95 \cdot 10^{-4}) \\ B &= 0,9181 \text{ T} = 9181 \text{ gauss}\end{aligned}$$

Nilai ini adalah nilai medan magnet yang mengalir di dalam inti kumparan besi silikon dan belum tentu menunjukkan nilai induksi magnet pada jarak 2,5 mm karena nilai ini juga dipengaruhi oleh permeabilitas magnetik dari inti kumparan besi silikon. Namun demikian jika dibandingkan dengan hasil perhitungan kalkulator magnet, maka nilai inilah yang lebih mendekati sifat medan magnet dan nilai ini yang akan digunakan dalam perhitungan tegangan yang mampu dihasilkan oleh alat percobaan.

4.3 Pengukuran permeabilitas magnetik

Permeabilitas magnetik μ merupakan perbandingan antara induksi magnet B dengan intensitas medan magnet H atau $\mu = (B/H)$, dimana H dapat diperoleh melalui rumus :

$$H = (NI)/L$$

N = banyaknya lilitan

I = besarnya arus

L = panjang kumparan.

Karena permeabilitas tidak sama untuk setiap intensitas medan magnet yang diberikan maka perlu dilakukan pengujian lebih dari satu kali menggunakan nilai H yang berbeda-beda. Untuk memperoleh nilai H yang berbeda-beda, dapat dilakukan dengan dua cara yakni mengubah nilai arus atau mengubah banyaknya lilitan. Pada pengujian ini digunakan cara yang pertama, dengan jumlah lilitan 400 dan panjang kumparan 2 cm atau 0,02 m. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.8 Hasil Pengukuran Permeabilitas Magnetik Material Perisai Magnetik

Intensitas medan magnet H (A/m)	Induksi magnetik B (gauss)	Permeabilitas magnetik μ (gauss.A/m)
5000	138,46	0,027692
8600	238,46	0,027727
12400	353,84	0,028535
16200	584,61	0,036087
20000	753,84	0,037692
23600	907,69	0,038461
27400	1107,69	0,040426
31200	1323,07	0,042406
35000	1484,61	0,042416
38800	1615,38	0,041633
42600	1815,38	0,042614
46400	1892,30	0,040782
50200	2061,53	0,041066

Material perisai magnetik yang baik adalah material yang mampu mengalirkan seluruh fluks magnet di dalamnya sehingga tidak ada fluks magnet yang mengalir keluar dari material. Berdasarkan hasil pengukuran induksi magnet pada saat magnet diberi perisai magnetik, ada kebocoran induksi magnet sebesar 61,538 gauss. Hal ini terjadi karena material perisai magnetik telah melewati saturasi magnetik sehingga tidak semua fluks magnet dapat mengalir di dalamnya.

4.4 Perhitungan

Perhitungan dilakukan menggunakan persamaan hukum induksi faraday :

$$\epsilon_{\text{ind}} = N(\Delta\Phi/\Delta t)$$

Hasil perhitungannya adalah sebagai berikut :

a. Kumparan dengan inti besi silikon panjang 2 cm

$$B = 0,9181 \text{ T} ; N = 720$$

$$A = (0,95 \cdot 10^{-2})(1 \cdot 10^{-2}) = 0,95 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\Phi = (0,9181)(0,95 \cdot 10^{-4}) = 0,8721 \cdot 10^{-4} \text{ weber}$$

$$N\Phi = 627,91 \cdot 10^{-4}$$

Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Tegangan Kumparan Pertama

	Δt (detik)				
	$\Delta t = 0,1$	$\Delta t = 0,09$	$\Delta t = 0,08$	$\Delta t = 0,07$	$\Delta t = 0,06$
ϵ_{ind} (Volt)	0,627	0,697	0,784	0,897	1,046

b. Kumparan dengan inti besi silikon panjang 1.2 cm

$$B = 0,9181 \text{ T} ; N = 300$$

$$A = (0,95 \cdot 10^{-2})(1 \cdot 10^{-2}) = 0,95 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\Phi = (0,9181)(0,95 \cdot 10^{-4}) = 0,8721 \cdot 10^{-4} \text{ weber}$$

$$N\Phi = 261,63 \cdot 10^{-4}$$

Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Tegangan Kumparan Kedua

	Δt (detik)				
	$\Delta t = 0,1$	$\Delta t = 0,09$	$\Delta t = 0,08$	$\Delta t = 0,07$	$\Delta t = 0,06$
ϵ_{ind} (Volt)	0,261	0,290	0,327	0,373	0,436

c. Kumparan dengan inti ferit panjang 1.2 cm

$$B = 0,9181 \text{ T} ; N = 300$$

$$A = 3,14(0,47 \cdot 10^{-2})^2 = 0,6936 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\Phi = (0,9181)(0,6936 \cdot 10^{-4}) = 0,6367 \cdot 10^{-4} \text{ weber}$$

$$N\Phi = 191,01 \cdot 10^{-4}$$

Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Tegangan Kumparan Ketiga

	Δt (detik)				
	$\Delta t = 0,1$	$\Delta t = 0,09$	$\Delta t = 0,08$	$\Delta t = 0,07$	$\Delta t = 0,06$
ϵ_{ind} (Volt)	0,191	0,212	0,235	0,272	0,318

d. Kumparan dengan inti udara panjang 1.2 cm

$$B = 0,9181 \text{ T} ; N = 300$$

$$A = (0,95 \cdot 10^{-2})(0,95 \cdot 10^{-2}) = 0,9025 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\Phi = (0,9181)(0,9025 \cdot 10^{-4}) = 0,8285 \cdot 10^{-4} \text{ weber}$$

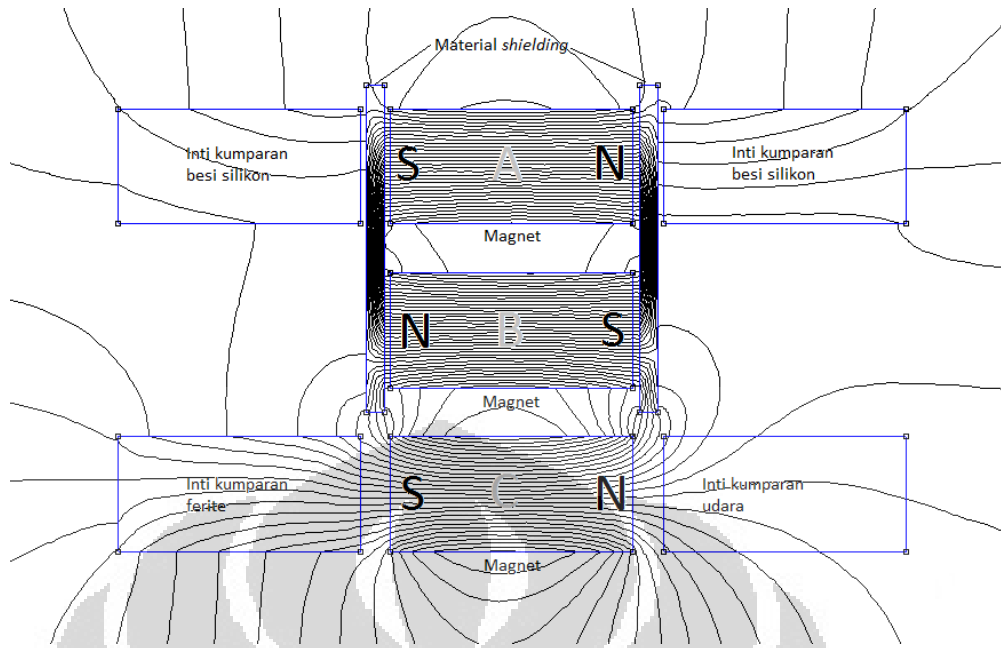
$$N\Phi = 248,55 \cdot 10^{-4}$$

Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Tegangan Kumparan Keempat

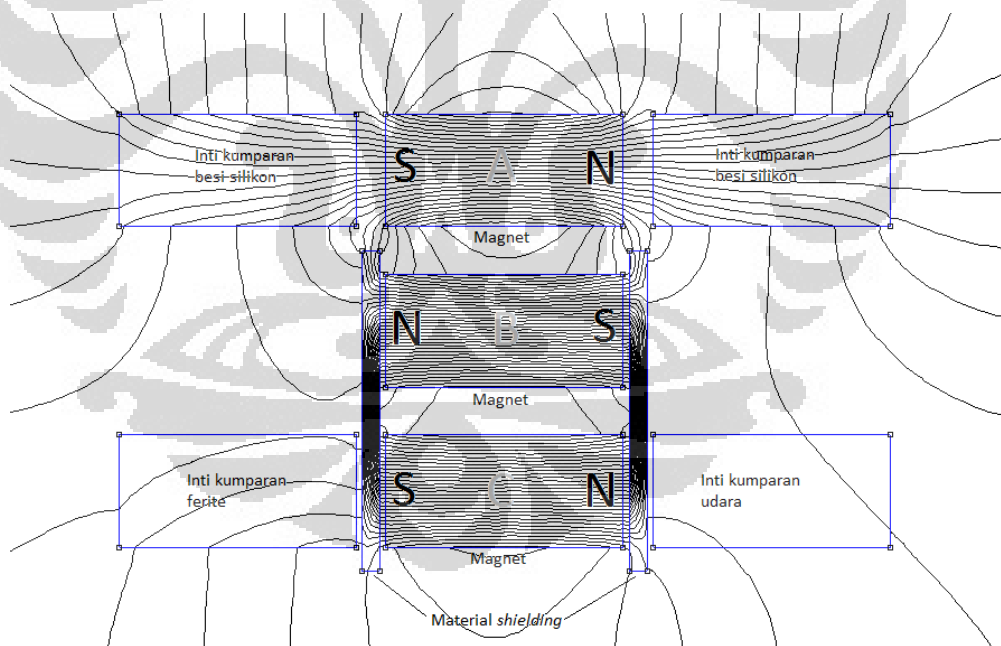
	Δt (detik)				
	$\Delta t = 0,1$	$\Delta t = 0,09$	$\Delta t = 0,08$	$\Delta t = 0,07$	$\Delta t = 0,06$
ϵ_{ind} (Volt)	0,248	0,276	0,310	0,355	0,414

4.5 Simulasi Medan Magnet

Simulasi medan magnet dilakukan menggunakan perangkat lunak *Finite Element Magnetic Methode* (FEMM) yakni suatu perangkat lunak yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan-permasalahan terkait dengan elektromagnetisme. Simulasi ini tidak menggambarkan secara ideal mengenai alat percobaan yang telah dibuat. Simulasi ini hanya digunakan untuk memperkirakan bagaimana fluks magnet mengalir melalui perisai magnetik dan inti kumparan. Hasil simulasi adalah sebagai berikut :



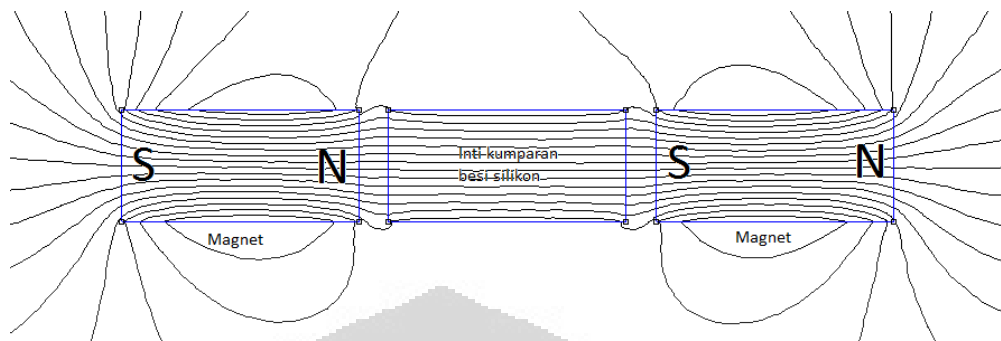
Gambar 4.23 Simulasi fluks magnet mengalir pada inti ferite dan inti udara



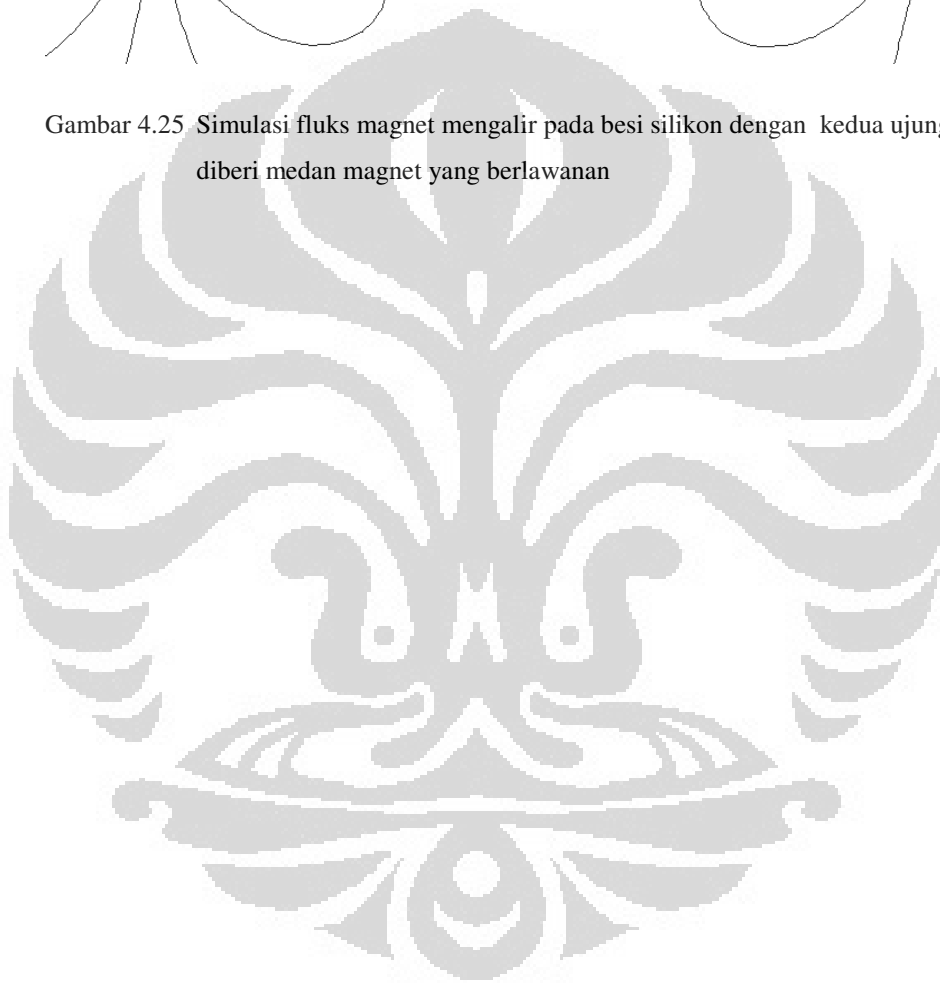
Gambar 4.24 Simulasi fluks magnet mengalir pada inti besi silikon

Dari hasil simulasi terlihat bahwa fluks magnet tidak mengalir sejajar sepanjang inti kumparan. Agar fluks magnet dapat mengalir sejajar sepanjang

inti kumparan maka kedua ujung inti kumparan harus diberi medan magnet yang berlawanan, seperti pada gambar berikut :



Gambar 4.25 Simulasi fluks magnet mengalir pada besi silikon dengan kedua ujung besi diberi medan magnet yang berlawanan



BAB V

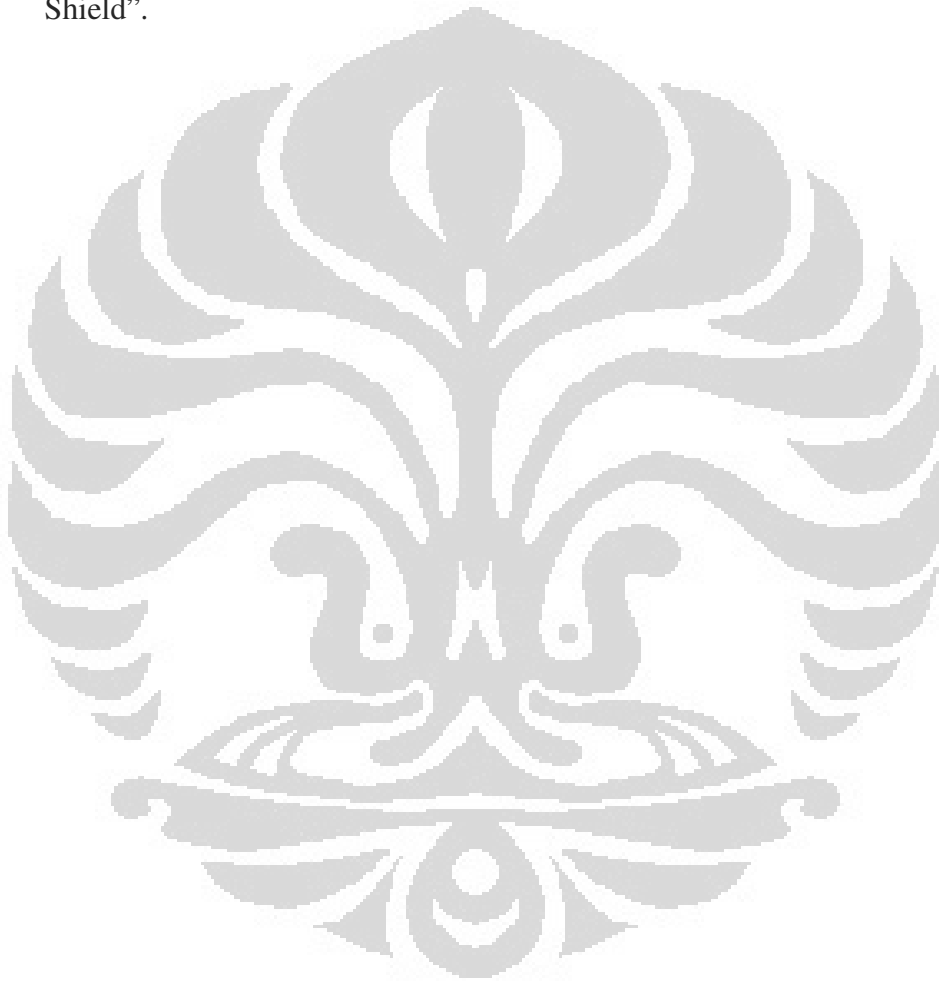
KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan, diantaranya adalah sebagai berikut :

- a. Tegangan yang dihasilkan adalah tegangan bolak balik berbentuk gergaji namun tidak simetris antara tegangan di atas nol dan di bawah nol.
- b. Perisai magnetik dapat bekerja dengan cukup baik, hal ini terlihat dari hasil pengukuran pada saat magnet diberi perisai magnetik dan magnet tanpa perisai magnetik.
- c. Semakin cepat perisai magnetik bergerak, tegangan yang dihasilkan semakin tinggi.
- d. Tegangan yang dihasilkan kumparan juga dipengaruhi oleh inti kumparan yang digunakan dan banyaknya lilitan.
- e. Nilai induksi magnet pada jarak 2,5 mm (jarak kutub magnet dan inti kumparan) merupakan nilai pendekatan hasil perhitungan dan bukan hasil pengukuran, hal ini karena keterbatasan kemampuan alat ukur induksi magnet.
- f. Berdasarkan hasil simulasi dan hasil pengukuran induksi magnet, fluks magnet yang mengalir pada inti kumparan tidak sejajar sepanjang kumparan karena kedua ujung kumparan tidak mendapat nilai induksi magnet yang sama.
- g. Masih ada gaya tarik magnet terhadap perisai magnetik yang cukup kuat namun belum dapat diketahui besarnya gaya tersebut.
- h. Desain alat yang tepat dapat mengurangi gaya tarik magnet terhadap perisai magnetik yang pada akhirnya dapat mengurangi atau bahkan menghilangkan efek menghambat akibat hukum lenz.

DAFTAR REFERENSI

- [1] <http://www.energeticforum.com/renewable-energy/271-electric-motor-secret-35.html>
- [2] <http://www.lessemf.com/guidelines.pdf>."Guidelines for installing Magnetic Shield".



DAFTAR PUSTAKA

Wiyanto.(2008). Elektromagnetika. Yogyakarta

Hayt, William H, Jr. Elektromagnetika Teknologi (Yani Sianipar, Penerjemah).
Jakarta: Erlangga

Gupta, P.V. 1986. *Introduction Course in Electromagnetic Fields*. New Delhi:
Prentice Hall of India Private Limited

www.kjmagnetics.com

www.lessemf.com

www.wondermagnet.com/magfaq.html



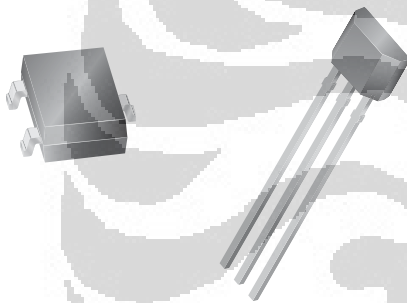


Continuous-Time Ratiometric Linear Hall Effect Sensor ICs

Features and Benefits

- Low-noise output
- Fast power-on time
- Ratiometric rail-to-rail output
- 4.5 to 6.0 V operation
- Solid-state reliability
- Factory-programmed at end-of-line for optimum performance
- Robust ESD performance

Packages: 3 pin SOT23W (suffix LH), and 3 pin SIP (suffix UA)



Not to scale

Description

The A1301 and A1302 are continuous-time, ratiometric, linear Hall-effect sensor ICs. They are optimized to accurately provide a voltage output that is proportional to an applied magnetic field. These devices have a quiescent output voltage that is 50% of the supply voltage. Two output sensitivity options are provided: 2.5 mV/G typical for the A1301, and 1.3 mV/G typical for the A1302.

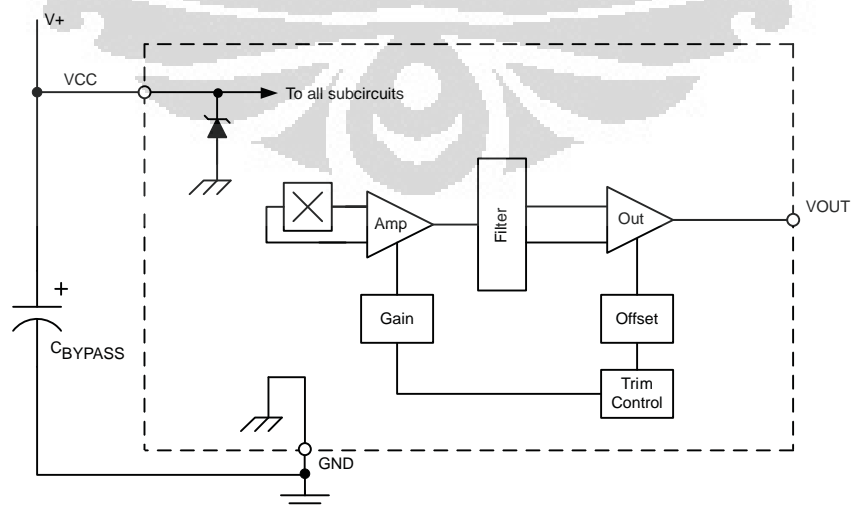
The Hall-effect integrated circuit included in each device includes a Hall circuit, a linear amplifier, and a CMOS Class A output structure. Integrating the Hall circuit and the amplifier on a single chip minimizes many of the problems normally associated with low voltage level analog signals.

High precision in output levels is obtained by internal gain and offset trim adjustments made at end-of-line during the manufacturing process.

These features make the A1301 and A1302 ideal for use in position sensing systems, for both linear target motion and rotational target motion. They are well-suited for industrial applications over extended temperature ranges, from -40°C to 125°C .

Two device package types are available: LH, a 3-pin SOT23W type for surface mount, and UA, a 3-pin ultramini SIP for through-hole mount. They are lead (Pb) free (suffix, $-T$) with 100% matte tin plated leadframes.

Functional Block Diagram



Selection Guide				
Part Number	Packing*	Package	Ambient, T_A	Sensitivity (Typical)
A1301EUA-T	Bulk, 500 pieces/bag	SIP	-40°C to 85°C	2.5 mV/G
A1301KLHLT-T	7-in. tape and reel, 3000 pieces/reel	Surface Mount	-40°C to 125°C	
A1301KUA-T	Bulk, 500 pieces/bag	SIP		
A1302ELHLT-T	7-in. tape and reel, 3000 pieces/reel	Surface Mount	-40°C to 85°C	1.3 mV/G
A1302KLHLT-T	7-in. tape and reel, 3000 pieces/reel	Surface Mount	-40°C to 125°C	
A1302KUA-T	Bulk, 500 pieces/bag	SIP		

*Contact Allegro for additional packing options.

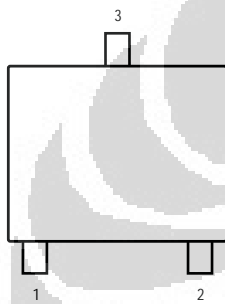


Absolute Maximum Ratings

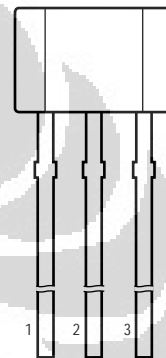
Characteristic	Symbol	Notes	Rating	Units
Supply Voltage	V_{CC}		8	V
Output Voltage	V_{OUT}		8	V
Reverse Supply Voltage	V_{RCC}		-0.1	V
Reverse Output Voltage	V_{ROUT}		-0.1	V
Output Sink Current	I_{OUT}		10	mA
Operating Ambient Temperature	T_A	Range E	-40 to 85	°C
		Range K	-40 to 125	°C
Maximum Junction Temperature	$T_J(max)$		165	°C
Storage Temperature	T_{stg}		-65 to 170	°C

Pin-out Drawings

Package LH



Package UA



Terminal List

Symbol	Number		Description
	Package LH	Package UA	
VCC	1	1	Connects power supply to chip
VOUT	2	3	Output from circuit
GND	3	2	Ground

DEVICE CHARACTERISTICS over operating temperature range, T_A , and $V_{CC} = 5\text{ V}$, unless otherwise noted

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Electrical Characteristics						
Supply Voltage	V_{CC}	Running, $T_J < 165^\circ\text{C}$	4.5	–	6	V
Supply Current	I_{CC}	Output open	–	–	11	mA
Output Voltage	$V_{OUT(High)}$	$I_{SOURCE} = -1\text{ mA}$, Sens = nominal	4.65	4.7	–	V
	$V_{OUT(Low)}$	$I_{SINK} = 1\text{ mA}$, Sens = nominal	–	0.2	0.25	V
Output Bandwidth	BW		–	20	–	kHz
Power-On Time	t_{PO}	$V_{CC(min)}$ to $0.95 V_{OUT}$, $B = \pm 1400\text{ G}$; Slew rate = $4.5\text{ V}/\mu\text{s}$ to $4.5\text{ V}/100\text{ ns}$	–	3	5	μs
Output Resistance	R_{OUT}	$I_{SINK} \leq 1\text{ mA}$, $I_{SOURCE} \geq -1\text{ mA}$	–	2	5	Ω
Wide Band Output Noise, rms	V_{OUTN}	External output low pass filter $\leq 10\text{ kHz}$; Sens = nominal	–	150	–	μV
Ratiometry						
Quiescent Output Voltage Error with respect to ΔV_{CC} ¹	$\Delta V_{OUTQ(V)}$	$T_A = 25^\circ\text{C}$	–	–	± 3.0	%
Magnetic Sensitivity Error with respect to ΔV_{CC} ²	$\Delta \text{Sens}_{(V)}$	$T_A = 25^\circ\text{C}$	–	–	± 3.0	%
Output						
Linearity	Lin	$T_A = 25^\circ\text{C}$	–	–	± 2.5	%
Symmetry	Sym	$T_A = 25^\circ\text{C}$	–	–	± 3.0	%
Magnetic Characteristics						
Quiescent Output Voltage	V_{OUTQ}	$B = 0\text{ G}$; $T_A = 25^\circ\text{C}$	2.4	2.5	2.6	V
Quiescent Output Voltage over Operating Temperature Range	$V_{OUTQ(\Delta T_A)}$	$B = 0\text{ G}$	2.2	–	2.8	V
Magnetic Sensitivity	Sens	A1301; $T_A = 25^\circ\text{C}$	2.0	2.5	3.0	mV/G
		A1302; $T_A = 25^\circ\text{C}$	1.0	1.3	1.6	mV/G
Magnetic Sensitivity over Operating Temperature Range	$\text{Sens}_{(\Delta T_A)}$	A1301	1.8	–	3.2	mV/G
		A1302	0.85	–	1.75	mV/G

¹Refer to equation (4) in Ratiometric section on page 4.

²Refer to equation (5) in Ratiometric section on page 4.

Characteristic Definitions

Quiescent Output Voltage. In the quiescent state (no significant magnetic field: $B = 0$), the output, V_{OUTQ} , equals one half of the supply voltage, V_{CC} , throughout the entire operating ranges of V_{CC} and ambient temperature, T_A . Due to internal component tolerances and thermal considerations, there is a tolerance on the quiescent output voltage, ΔV_{OUTQ} , which is a function of both ΔV_{CC} and ΔT_A . For purposes of specification, the quiescent output voltage as a function of temperature, $\Delta V_{OUTQ(\Delta T_A)}$, is defined as:

$$\Delta V_{OUTQ(\Delta T_A)} = \frac{V_{OUTQ(T_A)} - V_{OUTQ(25^\circ C)}}{Sens_{(25^\circ C)}} \quad (1)$$

where $Sens$ is in mV/G, and the result is the device equivalent accuracy, in gauss (G), applicable over the entire operating temperature range.

Sensitivity. The presence of a south-polarity (+B) magnetic field, perpendicular to the branded face of the device package, increases the output voltage, V_{OUT} , in proportion to the magnetic field applied, from V_{OUTQ} toward the V_{CC} rail. Conversely, the application of a north polarity (-B) magnetic field, in the same orientation, proportionally decreases the output voltage from its quiescent value. This proportionality is specified as the magnetic sensitivity of the device and is defined as:

$$Sens = \frac{V_{OUT(-B)} - V_{OUT(+B)}}{2B} \quad (2)$$

The stability of the device magnetic sensitivity as a function of ambient temperature, $\Delta Sens_{(\Delta T_A)}$ (%) is defined as:

$$\Delta Sens_{(\Delta T_A)} = \frac{Sens_{(T_A)} - Sens_{(25^\circ C)}}{Sens_{(25^\circ C)}} \times 100\% \quad (3)$$

Ratiometric. The A1301 and A1302 feature a ratiometric output. This means that the quiescent voltage output, V_{OUTQ} , and the magnetic sensitivity, $Sens$, are proportional to the supply voltage, V_{CC} .

The ratiometric change (%) in the quiescent voltage output is defined as:

$$\Delta V_{OUTQ(\Delta V)} = \frac{V_{OUTQ(V_{CC})} / V_{OUTQ(5V)}}{V_{CC} / 5V} \times 100\% \quad (4)$$

and the ratiometric change (%) in sensitivity is defined as:

$$\Delta Sens_{(\Delta V)} = \frac{Sens_{(V_{CC})} / Sens_{(5V)}}{V_{CC} / 5V} \times 100\% \quad (5)$$

Linearity and Symmetry. The on-chip output stage is designed to provide linear output at a supply voltage of 5 V. Although the application of very high magnetic fields does not damage these devices, it does force their output into a nonlinear region. Linearity in percent is measured and defined as:

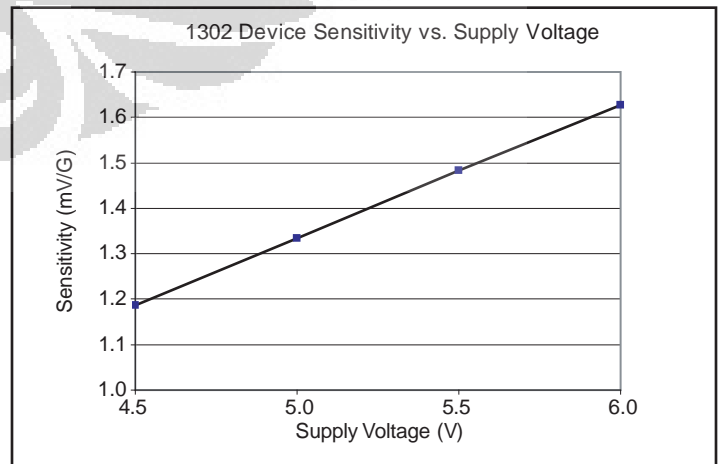
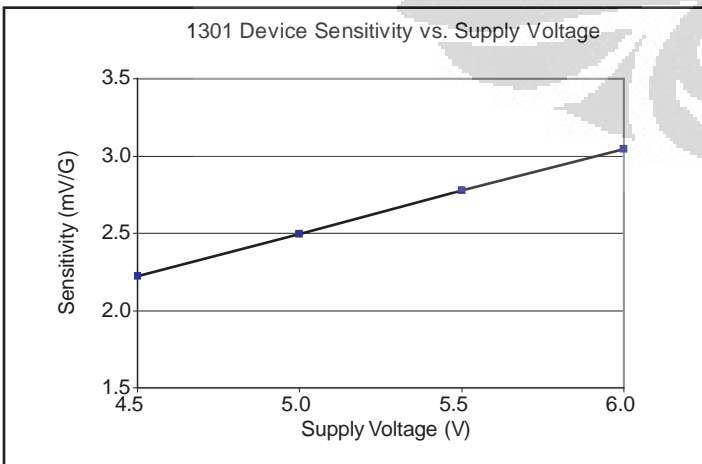
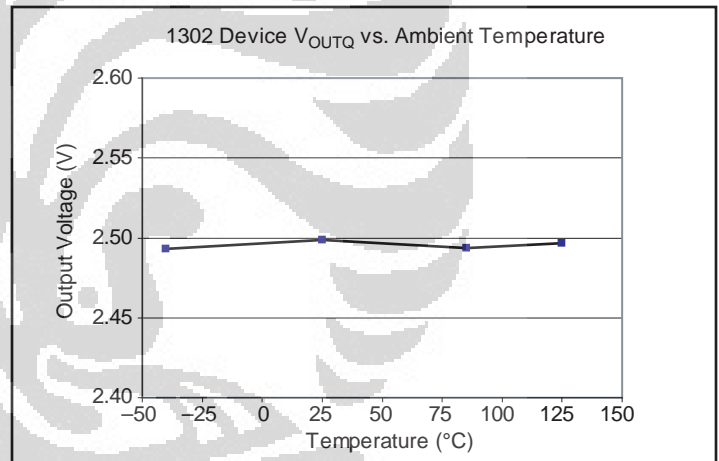
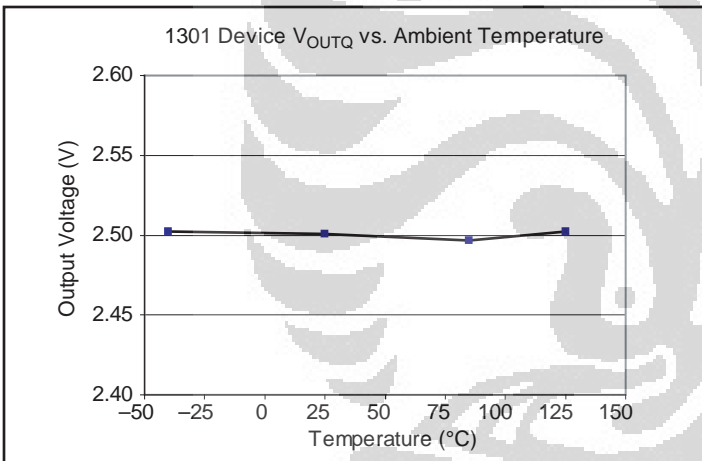
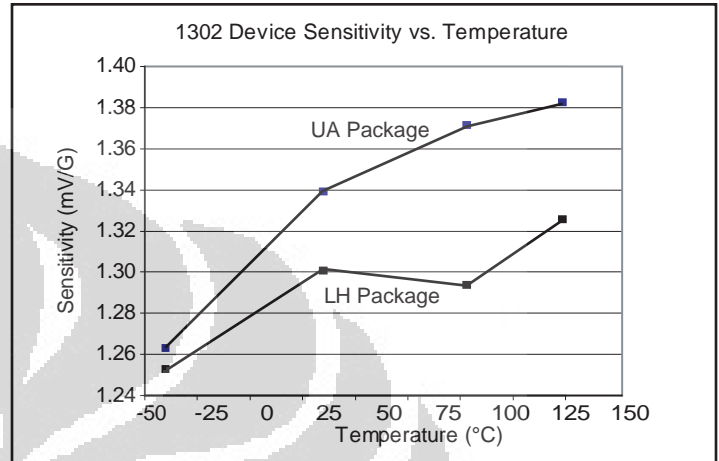
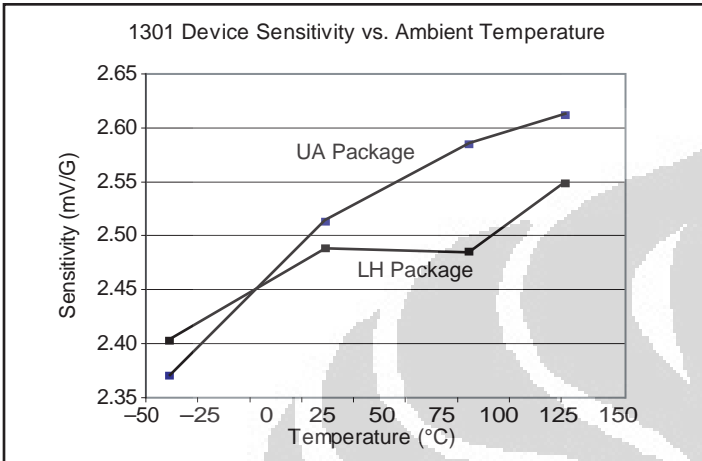
$$Lin+ = \frac{V_{OUT(+B)} - V_{OUTQ}}{2(V_{OUT(+B/2)} - V_{OUTQ})} \times 100\% \quad (6)$$

$$Lin- = \frac{V_{OUT(-B)} - V_{OUTQ}}{2(V_{OUT(-B/2)} - V_{OUTQ})} \times 100\% \quad (7)$$

and output symmetry as:

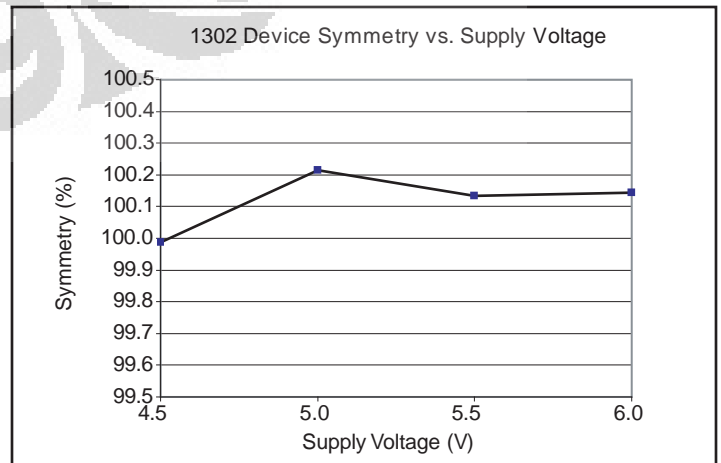
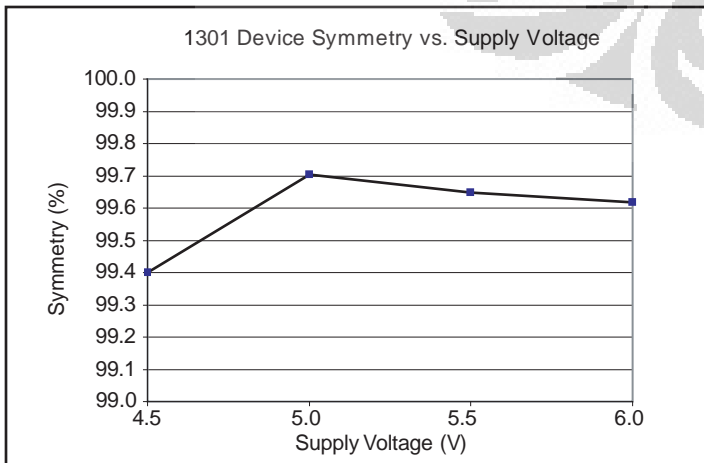
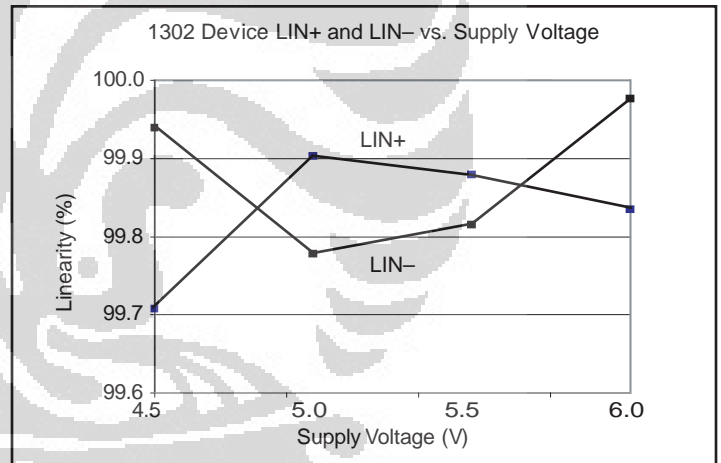
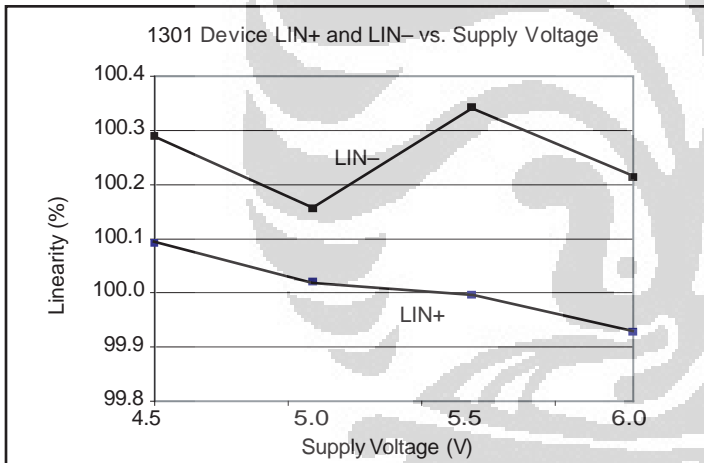
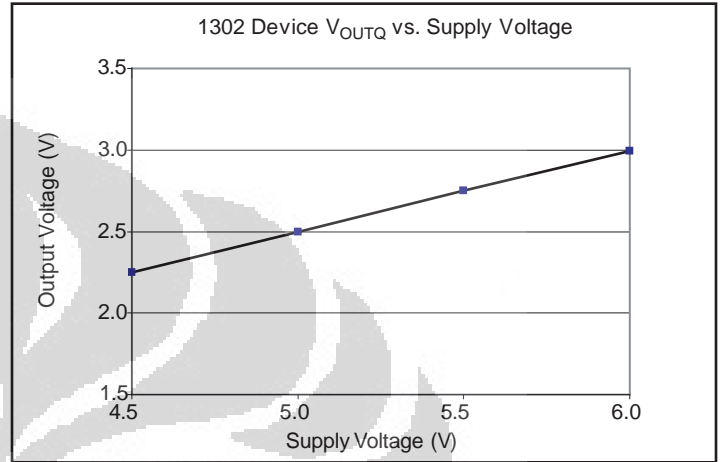
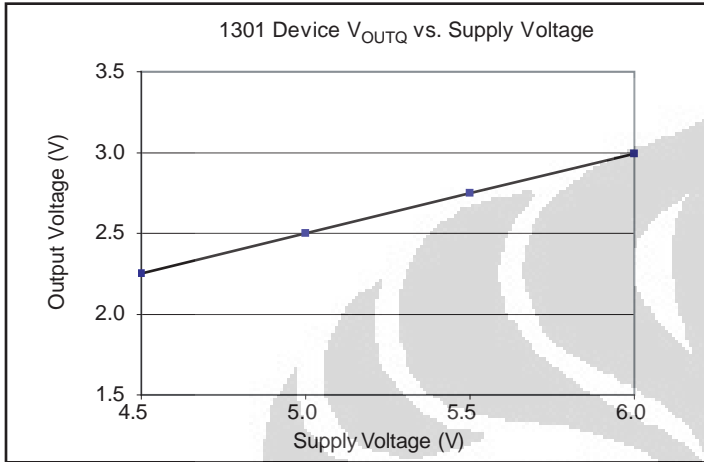
$$Sym = \frac{V_{OUT(+B)} - V_{OUTQ}}{V_{OUTQ} - V_{OUT(-B)}} \times 100\% \quad (8)$$

**Typical Characteristics
(30 pieces, 3 fabrication lots)**

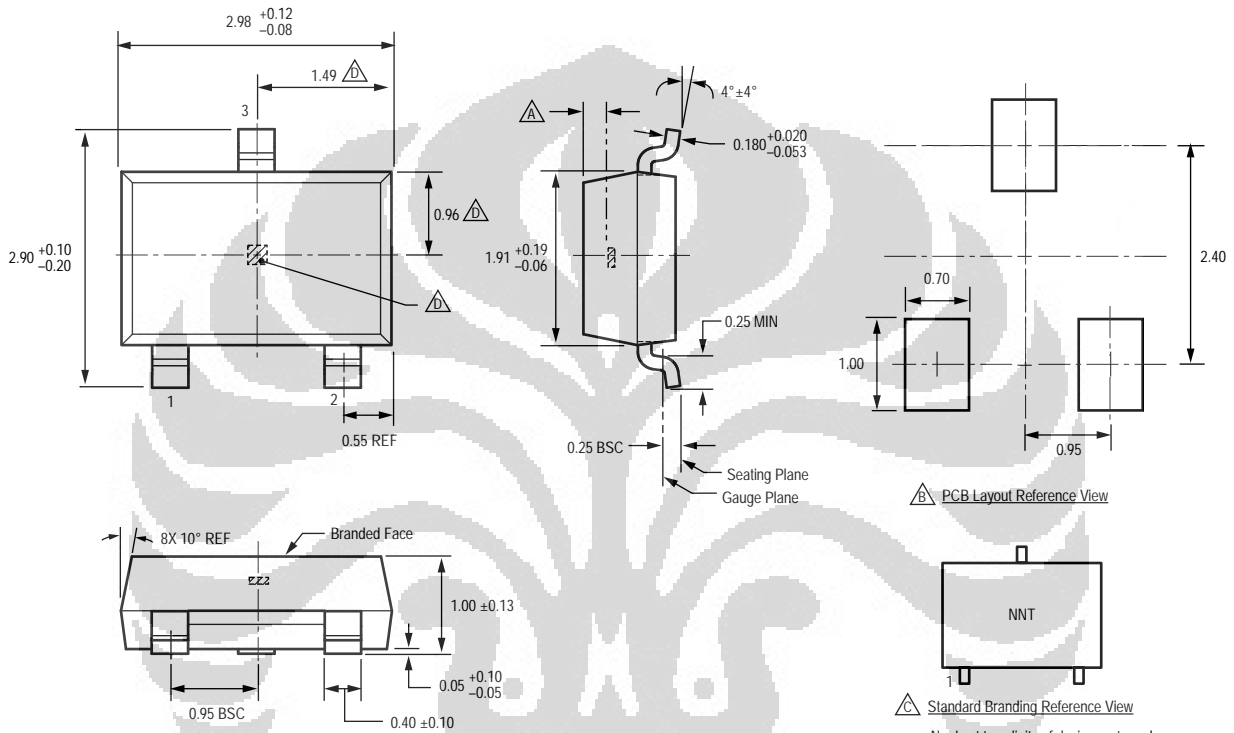


Continued on the next page...

Typical Characteristics, continued
(30 pieces, 3 fabrication lots)



Package LH, 3-Pin; (SOT-23W)

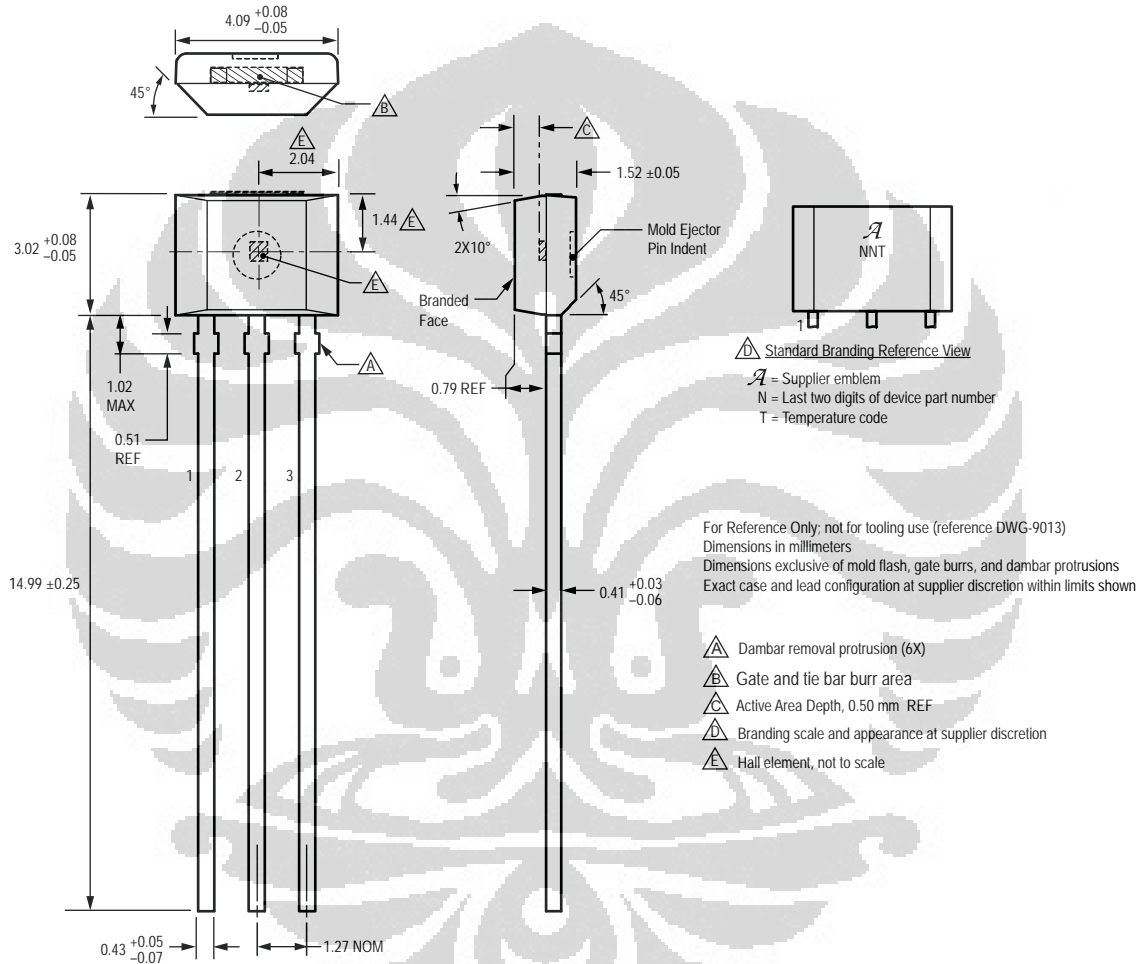


For Reference Only; not for tooling use (reference dwg. 802840)
 Dimensions in millimeters
 Dimensions exclusive of mold flash, gate burrs, and dambar protrusions
 Exact case and lead configuration at supplier discretion within limits shown

- A** Active Area Depth, 0.28 mm REF
- B** Reference land pattern layout
 All pads a minimum of 0.20 mm from all adjacent pads; adjust as necessary to meet application process requirements and PCB layout tolerances
- C** Branding scale and appearance at supplier discretion
- D** Hall element, not to scale

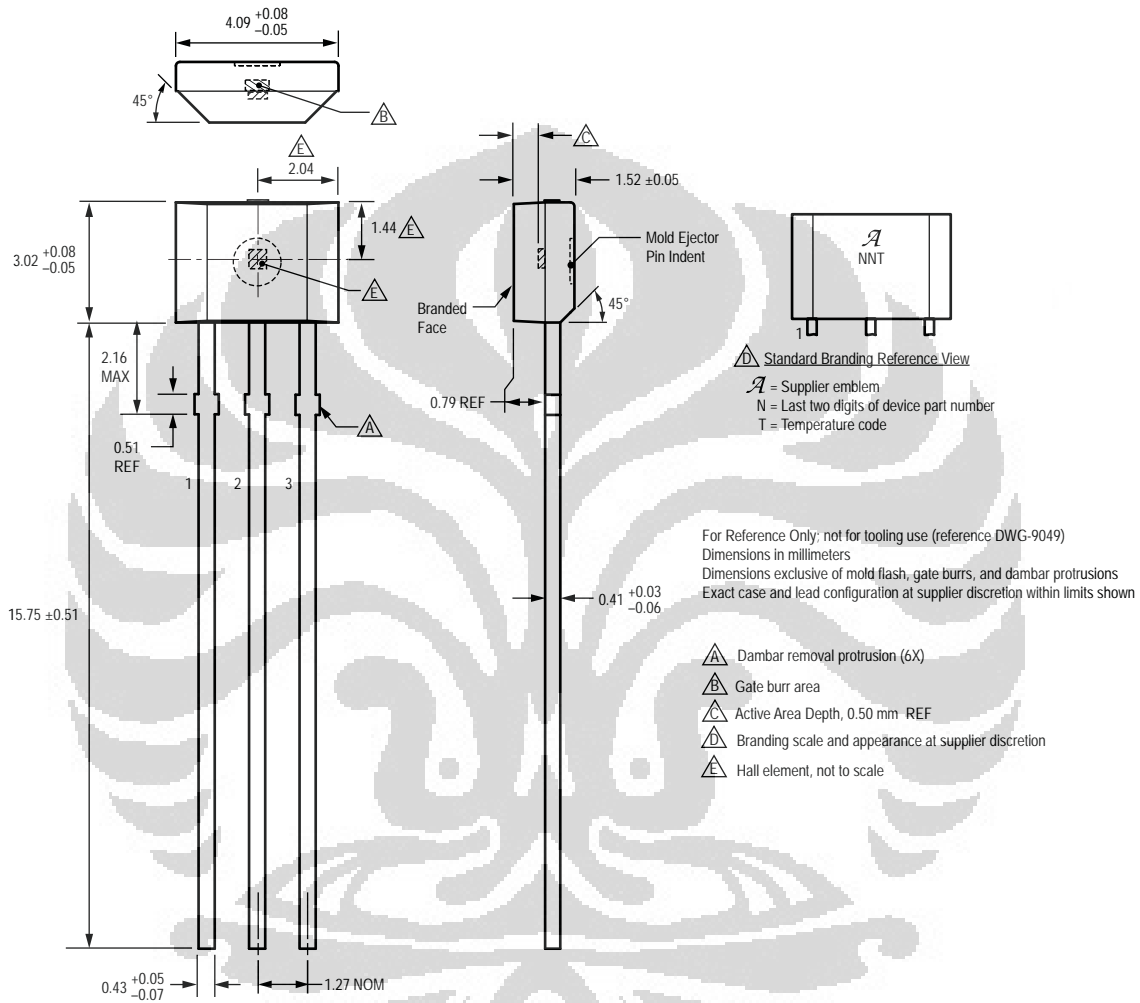
B PCB Layout Reference View
C Standard Branding Reference View
 N = Last two digits of device part number
 T = Temperature code

**Package UA, 3-Pin SIP
Matrix Leadframe**



Please note that there are changes to the existing UA package drawing pending.
 Please contact the Allegro Marketing department for additional information.

**Package UA, 3-Pin SIP
Conventional Leadframe**



Copyright ©2005-2010, Allegro MicroSystems, Inc.

Allegro MicroSystems, Inc. reserves the right to make, from time to time, such departures from the detail specifications as may be required to permit improvements in the performance, reliability, or manufacturability of its products. Before placing an order, the user is cautioned to verify that the information being relied upon is current.

Allegro's products are not to be used in life support devices or systems, if a failure of an Allegro product can reasonably be expected to cause the failure of that life support device or system, or to affect the safety or effectiveness of that device or system.

The information included herein is believed to be accurate and reliable. However, Allegro MicroSystems, Inc. assumes no responsibility for its use; nor for any infringement of patents or other rights of third parties which may result from its use.

For the latest version of this document, visit our website:

www.allegromicro.com

