



UNIVERSITAS INDONESIA

**SISTEM PENGUKURAN BEDA POTENSIAL MATERIAL
KARENA PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET**

SKRIPSI

TIA LESTARI YANI

0906602332

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
PROGRAM STUDI FISIKA EKSTENSI
DEPOK
JUNI 2012**



UNIVERSITAS INDONESIA

**SISTEM PENGUKURAN BEDA POTENSIAL MATERIAL
KARENA PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains

TIA LESTARI YANI

0906602332

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
PROGRAM STUDI FISIKA EKSTENSI
KEKHUSUSAN INSTRUMENTASI
DEPOK
JUNI 2012**

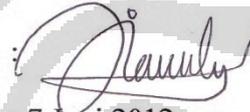
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Tia Lestari Yani

NPM : 0906602332

Tanda Tangan



Tanggal : 7 Juni 2012

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Tia Lestari Yani

NPM : 0906602332

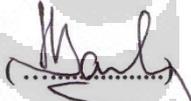
Program Studi : Ekstensi Fisika

Judul Skripsi : Sistem Pengukuran Beda Potensial Material karena Pengaruh Paparan Medan Magnet.

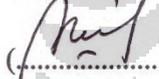
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Ekstensi Fisika Instrumentasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

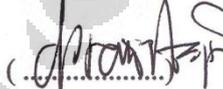
Pembimbing I : Dr. Bambang Soegijono, M.Si

()

Pembimbing II : Arief Sudarmaji M.T

()

Penguji I : Dr. Prawito

()

Penguji II : Drs. Lingga Hermanto M.Si

()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 7 Juni 2012

KATA PENGANTAR

Segala puji hanya milik Allah SWT tuhan semesta Alam, pemilik langit dan bumi dan segala sesuatu yang berada di dalamnya. Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada manusia termulia nabi Muhammad SAW.

Banyak hambatan dan rintangan yang penulis temui dalam penyusunan skripsi ini, akan tetapi hal tersebut penulis jadikan sebagai pemicu untuk terus berusaha lebih keras. Penulis bersyukur kepada Allah SWT karena banyak hal-hal baru yang penulis temui dalam penyusunan skripsi ini yang menjadi pelajaran bagi penulis untuk pengembangan dimasa yang akan datang. Dan karena rahmat dan petunjukNya lah akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Sains Jurusan Fisika Instrumentasi pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak sejak dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Drs. Arief Sudarmaji, M.T dan Dr. Bambang Soegijono M.Si, selaku dosen pembimbing skripsi yang telah banyak menyediakan waktu, tenaga, pikiran ilmu, arahan dan bimbingannya.
2. Seluruh dosen Departemen Fisika UI atas segala ilmunya yang diberikan selama penulis menjadi mahasiswa Fisika.
3. Semua staf Departemen Fisika yang sudah banyak membantu segala informasi untuk kemudahan administrasi
4. Orang tua dan Kakak-kakak penulis yang tak pernah putus memanjatkan doa dan dukungan moril maupun materil untuk kelancaran, dan keberhasilan penulis menuntut ilmu.

5. Yang tercinta Muhamad Nizar Fauzi & Miss Heni yang selalu sabar menyemangati serta membantu dalam segala hal untuk saya.
6. Sahabat-sahabat penulis, Tryana Krisnaningsih (partner pembuatan alat), Ka Sulas, Mr. Slamet, M. Firzy, Fachrudin dan Pukis sebagai teman seperjuangan penulis dalam penyelesaian skripsi.
7. Yang terhormat Mr. Dagvin dan Nyonya Besar Diana Martina Chalim atas segala kesabaran, bantuan dan partisipasi menghadapi tita dan ina.
8. Semua teman-teman fisika ekstensi angkatan 2009, terimakasih atas kerjasama, pertolongan dan Do'anya
9. Adik-adik junior 2007, Ika, Yuan, Sesi, Septa, Takur, Mirzan, Laode dan semua angkatan 2007 terimakasih atas kerjasama, pertolongan dan Do'anya.
10. Sahabat – sahabat ku Hapsah, Lika, Yorasaki, Harbanu, Riyan, Irpan, terimakasih atas segala bantuan serta support dari kalian.
11. Pak Parno, Pak Katman dan Pak Budi yang selalu membantu dan memudahkan dalam pembuatan alat selama penelitian di Laboratorium Elektronika dan Bengkel Mekanik.
12. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam penyelesaian skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Jakarta, Juni 2012

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : Tia Lestari Yani
NPM : 0906602332
Program Studi : Ekstensi Fisika Instrumentasi Elektronika
Departemen : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
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 :

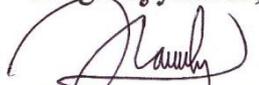
**OTOMATISASI PENGUKURAN HISTERISIS POLARISASI MATERIAL
AKIBAT PENGARUH MEDAN LISTRIK DENGAN MENGGUNAKAN
ELEKTROMETER KEITHLEY 6517A**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan memublikasikan tugas akhir 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 : 7 Juni 2012

Yang menyatakan,


(Tia Lestari Yani)

ABSTRAK

Nama : Tia Lestari Yani
NPM : 0906602332
Program Studi : S1 Fisika Instrumentasi, Universitas Indonesia
Judul : Sistem Pengukuran Beda Potensial Material karena Pengaruh Paparan Medan Magnet.

Telah dibuat alat pengukur beda potensial material, dimana pengukuran ini dilakukan dengan menggunakan alat ukur yang dirancang dalam satu rangkaian. Diharapkan alat ukur yang dibuat dapat mengukur beda potensial dari bahan material yang di ujicobakan. Bahan material yang digunakan adalah bahan material multiferroik. Dimana bahan tersebut jika diberikan medan magnet akan timbul medan listrik lalu jika diberikan medan listrik akan timbul medan magnet, dan juga dapat menimbulkan strain pada benda. Sistem alat ukur ini terdiri dari 3 bagian utama yaitu alat ukur yang kami gunakan, instrumentasi alat ukur, komputer sebagai pusat kendali dan pengolahan data dan labview sebagai bahasa pemrograman. Metode pengukuran menggunakan sensor arus yang sudah dirancang dalam satu rangkaian power supply.

Kata kunci : Bahan multiferroik, Beda potensial, Medan magnet, Komputer.

ABSTRACT

Name : Tia Lestari Yani
NPM : 0906602332
Study Program: S1 Fisika Instrumentasi, University of Indonesia
Title : A Measurement of Polarization Hysteresis Material Automatically
As Effect of Electric Field using Keithley 6517A Electrometer

Has been made the potential difference of material measurement system with design using one circuit only. The purpose of this measurement is measure the potential difference of material used called by multiferroic. Multiferroics are material, which can generate the electrical field after given magnetic field, likewise the magnetic field can generate electrical field. This material also can develop strain by applying these forces.

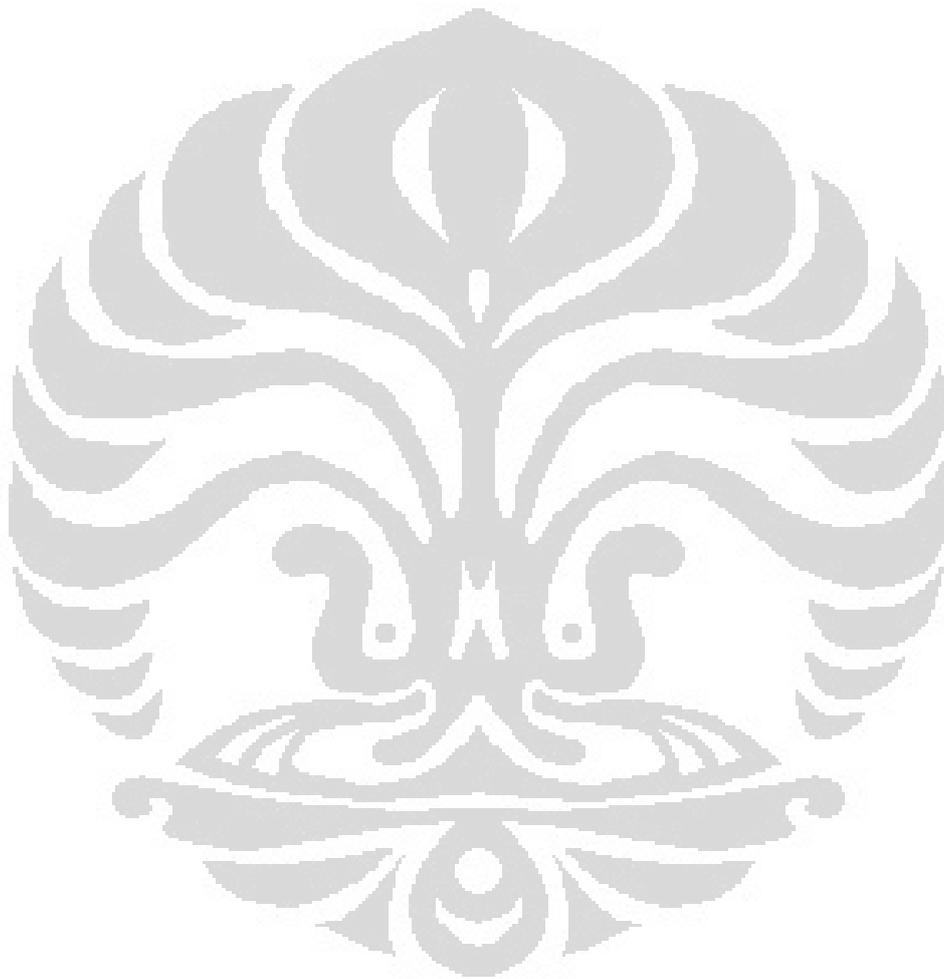
There are three main systems on this measurement and they are instrumental measurement, computer control system and "Labview" as programmer language. The method of this measurement is using current sensor with design in one part of power supply.

Keywords: Multiferroic, Potential Difference, Magnetic Field, Computer.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
ORISINALITAS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Deskripsi Singkat.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Metode Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB 2. TEORI DASAR.....	7
2.1 Multiferroik.....	7
2.2 Medan Magnet.....	8
2.2.1. Solenoida.....	8
2.3 Medan Listrik.....	9
2.3.1. Kapasitor.....	10
2.4 Sensor Arus ACS712.....	11
2.5. Konsep Dasar Op – Amp.....	14
BAB 3. PERANCANGAN SISTEM.....	15
3.1 Sistem Kerja Alat.....	15
3.2 Perancangan Hardware.....	16
3.2.1 Kotak Rangkaian.....	16
3.2.2 Alat Ukur Instrumentasi Amplifier.....	18
3.2.3 Rangkaian Mikrokontroler.....	20
3.2.4 Rangkaian Power Supply Electromagnet.....	21
3.2.5 Rangkaian Power Supply.....	21
3.3 Perancangan Software.....	23
3.4 Program Labview.....	24
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28
4.1 Pengujian Resistansi.....	28
4.2 Pengujian Pengambilan Data Penguatan.....	29
4.3 Pengujian Pengambilan Data Medan Magnet Vs Nilai ADC.....	32
4.4 Pengujian Data antara Magnetic Field Vs Alat Ukur Teslameter.....	34

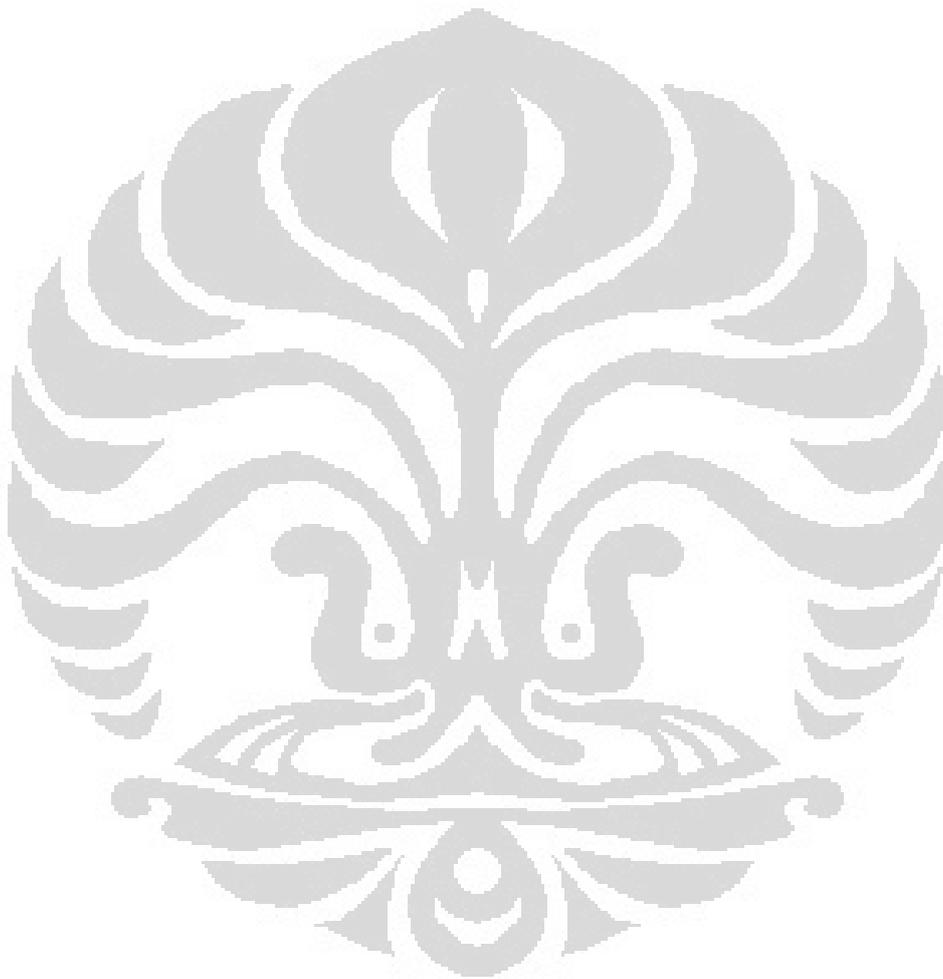
BAB 5. PENUTUP.....	38
5.1 Kesimpulan.....	38
5.2 Saran.....	39
DAFTAR ACUAN.....	40
LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Blok Diagram Kerja Sistem	3
Gambar 2.1	Piramid Hubungan Medan Magnet dan Medan Listrik..	7
Gambar 2.2	Kumparan Solenoida.....	8
Gambar 2.3	Kumparan Solenoida yang Dialiri Arus.....	9
Gambar 2.4	Struktur Kapasitor.....	11
Gambar 2.5	Diagram Blok dari IC ACS712-20A-T	12
Gambar 2.6	Konfigurasi Pin Max – 232.....	12
Gambar 2.7	Kemasan IC ACS712.....	13
Gambar 2.8	Simbol Elektronika Operational Amplifier.....	14
Gambar 3.1	Blok Diagram Kerja Alat.....	15
Gambar 3.2	(a) Kotak Rangkaian Alat Ukur Instrumentasi dan Kapasitor (b) Kotak Rangkaian Elektromagnet Power Supply.....	16 17
Gambar 3.3	Probe Penjepit Material	17
Gambar 3.4	Skematik Alat Ukur Instrumentasi Amplifier.....	18
Gambar 3.5	Skematik rangkaian Mikrokontroler ATmega 16.....	20
Gambar 3.6	Skematik rangkaian power supply	21
Gambar 3.7	Rangkaian Instrumentasi Amplifier	22
Gambar 3.8	Rangkaian Power Supply Mikrokontroler	22
Gambar 3.9	Flowchart Program Mikro	23
Gambar 3.10	Blok Diagram Labview yang dibuat.....	24
Gambar 3.11	Blok Diagram Konfigurasi Serial.....	25
Gambar 3.12	Blok Diagram Solenoid Current.....	26
Gambar 3.13	Blok Diagram Perhitungan.....	26
Gambar 3.14	Blok Diagram Penyimpanan Data.....	27
Gambar 4.1	Gambar Skematik Rangkaian Penguatan.....	29
Gambar 4.2	Grafik antara Output Tegangan dan Angka pada Potensiometer.....	31
Gambar 4.3	Blok Diagram Proses Pengambilan Data.....	32
Gambar 4.4	Hasil pengukuran pada saat Pengambilan Data ADC Vs Medan Magnet.....	33
Gambar 4.5	Blok Diagram Labview yang digunakan.....	33
Gambar 4.6	Grafik yang dihasilkan anyara Nilai ADC pada Arus terukur Vs Medan Magnet (mT).....	34
Gambar 4.7	Hasil Pengambilan DataPerbandingan Magnetic Field dengan Alat Ukur Teslameter.....	35
Gambar 4.8	Blok Diagram yang digunakan untuk Pengambilan Data Magnetic Field dengan Alat Ukur.....	35

Gambar 4.9	Hasil Grafik Magnetic Field dengan Alat Ukur Teslameter.....	36
Gambar 4.10	Hasil Grafik Percobaan dengan potensiometer.....	37



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tipe-tipe IC ACS712.....	13
Tabel 2.2	Nilai Resistansi	28
Tabel 2.3	Hasil Pengukuran pada saat Pengambilan data Magnetic Field dengan Alat Ukur Teslameter.....	36



DATA LAMPIRAN

- Lampiran 1. Program BASCOM
- Lampiran 2. Alat Ukur Rangkaian Instrumentasi
- Lampiran 3. Bentuk Fisik Rangkaian Power Supply
- Lampiran 4. Sensor ACS172
- Lampiran 5. Rangkaian Elektromagnet sebelum diujicoba.
- Lampiran 6. Rangkaian Pengambilan Data Penguatan
- Lampiran 7. Pengujian Pengambilan Data Nilai ADC dengan Medan Magnet



BAB 1

PENDAHULUAN

Pada Bab ini dijelaskan mengenai latar belakang masalah mengapa alat ini dibuat, tujuan dari penelitian, deskripsi singkat mengenai alat yang akan dibuat, batasan masalah dari alat yang akan dibuat oleh penulis, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan laporan.

1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi selalu beriringan dengan meningkatnya kebutuhan manusia. Pada era globalisasi ini semakin berkembang teknologi di segala bidang baik komunikasi, industri, pendidikan, kesehatan, dll maka semakin banyak alat yang dibuat/dirancang dan diciptakan dengan maksud agar dapat mempermudah aktivitas manusia dalam melaksanakan segala macam kegiatannya di berbagai bidang.

Kemajuan teknologi berkembang dengan pesat seperti dapat dilihat dalam bidang alat ukur dimana alat-alat laboratorium yang digunakan semakin canggih. Dalam sistem tenaga listrik besaran listrikpun perlu diukur nilainya. Besaran listrik seperti Arus, tegangan, daya dan sebagainya tidak dapat dideteksi panca indra kita secara langsung. Agar dapat mengukur besaran listrik tersebut, maka ia harus ditransformasikan kedalam besaran mekanis atau besaran lain yang dapat ditangkap oleh panca indra. Salah satu contoh transformasinya adalah perubahan dari arus menjadi suatu komponen yang bergerak rotasi pada sumbunya (misalnya penunjukkan jarum yang bergerak dari kiri ke kanan). Besar sudut rotasi tersebut berhubungan langsung dengan besaran arus listrik yang kita amati/ukur, sehingga besar sudut sama dengan besar arus. Jadi dalam sistem pengukuran listrik, ada elemen yang mendeteksi besaran yang akan diukur dan menghasilkan sinyal yang kemudian diproses dalam komponen prosesor dan akhirnya hasil pengukuran ditampilkan oleh suatu indikator. Dalam pengukuran tegangan

DC, arus DC dan hambatan merupakan hal yang sering dilakukan dengan menggunakan multimeter digital biasa. Secara umum alat-alat tersebut cukup memadai untuk mengukur sinyal-sinyal di atas level $1 \mu\text{V}$, $1\mu\text{A}$ dan dibawah $1 \text{G}\Omega$. Untuk mengukur sinyal-sinyal berlevel rendah diperlukan alat ukur yang memiliki sensitivitas tinggi seperti elektrometer, pikoammeter dan nanovoltmeter.

Pada dasarnya semua alat ukur yang berdasarkan listrik hanya dapat mengukur besaran tegangan listrik, arus listrik atau kedua-duanya. Adapun alat-alat listrik yang dapat mengukur selain besaran tegangan listrik dan arus listrik misalnya muatan listrik, hambatan listrik dan lain-lain merupakan besaran yang diturunkan dari besaran tegangan dan arus.

Pada jurusan fisika peminatan material, membutuhkan suatu alat yang presisi untuk mengukur beda potensial suatu material. Perkembangan material multiferroik dalam ilmu pengetahuan saat ini menjadi topic yang sedang banyak dibicarakan dan dibahas, dimana bahan tersebut banyak dipakai oleh mahasiswa S3 untuk penelitian. Dan para mahasiswa tersebut membutuhkan alat ukur untuk melakukan pengukuran pada bahan material multiferroik tersebut. Namun alat ukur tersebut belum tersedia, maka kami akan mencoba membuat alat ukur untuk mengukur bahan multiferroik tersebut.

Selain mencoba membuat alat untuk mengukur bahan material multiferroik tersebut, kami juga akan melakukan penelitian efek magnetoelektrik multiferroik yaitu bila material tersebut diberikan medan magnet maka akan timbul medan listrik, dan jika bahan material tersebut diberikan medan listrik akan timbul medan magnet. Sifat bahan multiferroik bersifat magnetoelektrik.

Multiferroik merupakan bahan yang menarik karena memiliki sifat ferromagnetik dan ferroelektrik sekaligus. Penambahan Oleh karena itu perlu diteliti bagaimana analisis sifat magnet bahan multiferroik tersebut.

1.2. Tujuan Penelitian

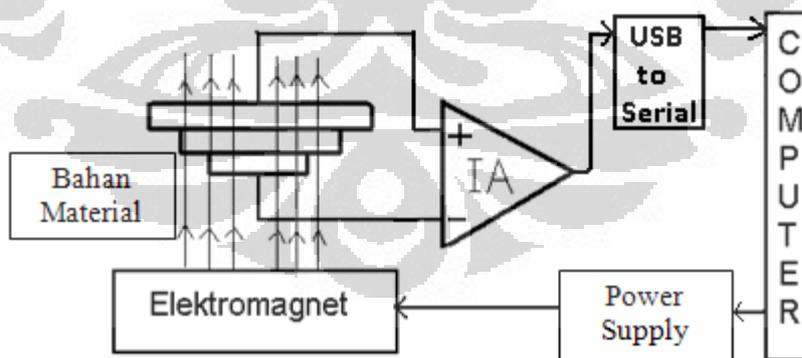
Penulisan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan kurikulum Program S1 Ekstensi Fisika, Peminatan Instrumentasi, Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.

Tujuan membuat alat ini adalah untuk mengukur beda potensial dari bahan material multiferroik dengan menggunakan rangkaian amplifier sebagai rangkaian yang digunakan dari sistem pengukuran tersebut.

1.3. Deskripsi Singkat

Multiferroik merupakan bahan yang menarik karena memiliki sifat ferromagnetik dan ferroelektrik sekaligus. Suatu alat ukur yang akan di uji dengan menggunakan bahan multiferroik, dimana bahan material multiferroik akan diberikan pengaruh medan magnet dan akan timbul medan listrik. Dan jika bahan material tersebut diberikan medan listrik akan menimbulkan medan magnet.

Secara blok diagram dapat dijelaskan seperti gambar berikut ini :



Gambar 1.1 Blok Diagram Kerja Sistem

Material yang digunakan pada pengukuran ini adalah bahan multiferroik yang memiliki sifat bahan magnetoelektrik yaitu memiliki sifat bila diberikan medan magnet akan timbul medan listrik dan jika diberikan medan listrik akan menimbulkan medan magnet. Material tersebut diberikan pengaruh medan magnet dimana diberikan oleh sumber tegangan yang diatur oleh komputer.

1.4. Batasan Masalah

Untuk mendapatkan hasil akhir yang baik dan sesuai dengan yang diinginkan serta tidak menyimpang dari permasalahan yang akan ditinjau, maka batasan masalah pada tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Power Supply yang diatur oleh komputer untuk mengendalikan medan magnet dari magnet elektrik.
2. Membuat suatu amplifier untuk mengatur beda potensial material.
3. Membuat program untuk mengatur sistem pengukuran alat.

1.5. Metode Penelitian

Metode yang dilakukan untuk membantu dalam pelaksanaan dan penganalisaan alat ini:

1.5.1. Studi Literatur

Penulis menggunakan metode ini untuk memperoleh informasi dan data yang berkaitan dengan penelitian yang penulis lakukan. Studi literatur ini mengacu pada buku-buku pegangan, *data sheet* dari berbagai macam komponen yang dipergunakan, data yang didapat dari internet, dan makalah-makalah yang membahas tentang proyek yang terkait dengan judul yang akan penulis buat.

1.5.2. Perancangan Sistem

Membahas design dan cara kerja perencanaan mekanik, sistem piranti elektronika dan lunak. Pada bagian piranti lunak akan dibahas program yang digunakan.

1.5.3. Pembuatan Sistem

Pembuatan sistem dilakukan sesuai dengan perancangan sistem yang telah di rancang. Pembuatan sistem dilakukan secara bertahap, mulai dari pembuatan mekanik, kemudian pembuatan piranti elektronik lalu perangkat lunak.

1.5.4. Uji Sistem

Dari sistem yang dibuat maka dilakukan pengujian secara menyeluruh, dengan tujuan untuk mengetahui apakah sudah sesuai dengan apa yang diharapkan atau belum.

1.5.5. Pengambilan Data

Pada bab ini akan diuraikan tentang kinerja dari percobaan dengan harapan dalam pengujian tidak terdapat kesalahan yang fatal.

1.5.6. Penulisan Penelitian

Dari hasil pengujian dan pengambilan data kemudian dilakukan suatu analisa sehingga dapat diambil suatu kesimpulan. Dengan adanya beberapa saran juga dapat kita ajukan sebagai bahan perbaikan untuk penelitian lebih lanjut.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini terdiri dari bab-bab yang memuat beberapa sub-bab. Untuk memudahkan pembacaan dan pemahaman maka tugas akhir ini dibagi menjadi beberapa bab yaitu:

- Bab 1: Merupakan pendahuluan yang berisi latar belakang, tujuan penelitian, deskripsi singkat, pembatasan masalah, metode penulisan dan sistematika penulisan dari tugas akhir ini.
- Bab 2: Teori dasar yang berisi landasan-landasan teori sebagai hasil dari studi literatur yang berhubungan dalam perancangan dan pembuatan alat.
- Bab 3: Merupakan Perancangan Sistem. Pada bab ini akan dijelaskan secara keseluruhan tentang design dan cara kerja perencanaan mekanik, sistem piranti elektronika dan lunak. Pada bagian piranti lunak akan dibahas program yang digunakan.
- Bab 4: Bab ini berisi tentang unjuk kerja alat sebagai hasil dari perancangan sistem. Pengujian akhir dilakukan dengan menyatukan seluruh bagian-

bagian kecil dari sistem untuk memastikan bahwa sistem dapat berfungsi sesuai dengan tujuan awal. Setelah sistem berfungsi dengan baik maka dilanjutkan dengan pengambilan data untuk memastikan kapabilitas dari sistem yang dibangun.

Bab 5: Merupakan Penutup yang berisi kesimpulan yang diperoleh dari pengujian sistem dan pengambilan data selama penelitian berlangsung, selain itu juga penutup memuat saran untuk pengembangan lebih lanjut dari penelitian ini.



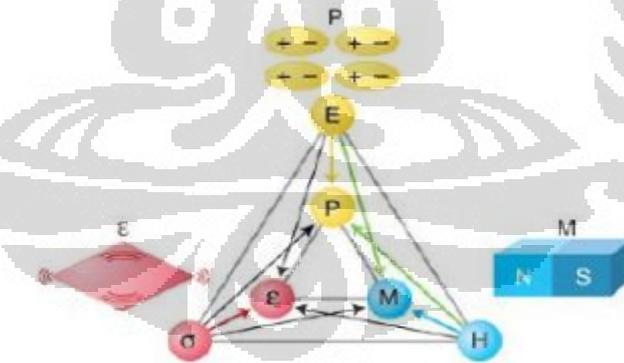
BAB 2

TEORI DASAR

Dalam melakukan penelitian banyak hal yang harus kita pelajari mengenai teori - teori yang berkaitan pada proyek yang akan dikerjakan. Penelitian ini diperlukan teori dasar sebagai hasil dari studi literatur yang berhubungan dalam penelitian, antara lain sebagai berikut :

2.1 Multiferroik

Pengertian dari multiferroik adalah gabungan antara ferromagnetik dan ferroelektrik pada fase “ferro” yang sama, bahan yang secara bersamaan menunjukkan sifat magnet dan listrik.. Senyawa bahan hasil penggabungan, menghasilkan magnetisasi spontan jika di aplikasikan pada medan magnet dan akan terjadi polarisasi spontan jika diaplikasikan pada muatan listrik [Farida, Et.al. 2010][Retnowati, Et.al. 2011].



From Spaldin & Fiebig, *Science* 309:391 (2005). Reprinted with permission from AAAS.

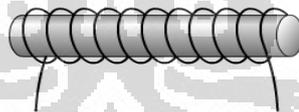
Gambar 2.1 Piramid Hubungan Medan Magnet dan Medan Listrik

2.2 Medan Magnet

Sejak dahulu pemahaman mengenai keberadaan magnetisme sudah disadari oleh banyak kalangan. Pembelajaran mengenai magnetisme berkembang dari pengamatan bahwa ada suatu batuan tertentu (magnetik) yang dapat menarik potongan besi kecil-kecil. Fenomena adanya magnetisme berasal dari suatu daerah Magnesia (Asia Kecil) dimana batuan itu ditemukan sekitar 2000 tahun yang lalu. Kemudian ada acuan tertulis juga menyatakan bahwa penggunaan magnet untuk navigasi sudah banyak dilakukan. Pada tahun 1269 Pierre de Maricourt menemukan bahwa jarum jam yang diletakkan pada berbagai posisi pada magnet alami akan berbentuk bola magnet alami merupakan bumi sendiri [Giancoli, D. C. 1998].

2.2.1 Solenoida

Solenoida adalah salah satu jenis kumparan terbuat dari kabel panjang yang dililitkan secara rapat dan dapat diasumsikan bahwa panjangnya jauh lebih besar daripada diameternya. Dalam kasus *solenoid ideal*, panjang kumparan adalah tak hingga dan dibangun dengan kabel yang saling berhimpit dalam lilitannya, dan medan magnet di dalamnya adalah seragam dan paralel terhadap sumbu solenoida [Nasrun M, Et.al. 2010].



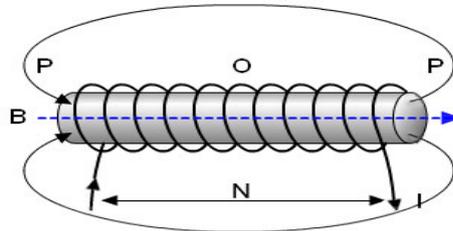
Gambar 2.2 Kumparan Solenoida

Besarnya medan magnet disumbu pusat (titik O) Solenoida dapat dihitung

$$B_0 = \frac{\mu_0 I N}{L} \quad (2.1)$$

- B_0 = Medan magnet pada pusat solenoida dalam tesla (T)
- μ_0 = Permeabilitas ruang hampa = $4\pi \cdot 10^{-7}$ Wb/amp. M
- I = Kuat arus listrik dalam ampere (A)
- N = Jumlah lilitan dalam solenoida
- L = Panjang solenoida dalam meter (m)

Dengan arah medan magnet ditentukan dengan kaidah tangan kanan. Arah arus menentukan arah medan magnet pada Solenoida.



Gambar 2.3 Kumparan Solenoida yang dialiri arus

Besarnya medan magnet di ujung Solenoida (titik P) dapat dihitung:

$$B_p = \frac{\mu_0 I N}{2L} \quad (2.2)$$

- B_p = Medan magnet diujung Solenoida dalam tesla (T)
 N = Jumlah lilitan pada Solenoida dalam lilitan
 I = Kuat arus listrik dalam ampere (A)
 L = Panjang Solenoida dalam meter (m)

2.3 Medan Listrik

Medan adalah suatu besaran yang mempunyai harga pada tiap titik dalam ruang. Atau secara matematis, medan merupakan sesuatu yang merupakan fungsi kontinu dari posisi dalam ruang [Giancoli, Douglas C. 2001].

Medan Listrik merupakan daerah atau ruang di sekitar benda yang bermuatan listrik di mana jika sebuah benda bermuatan lainnya diletakkan pada daerah itu masih mengalami gaya elektrostatik.

Medan Listrik sering juga di pakai istilah kuat medan listrik atau intensitas medan listrik. Kuat medan listrik di suatu titik adalah gaya yang diderita oleh suatu muatan percobaan yang diletakkan dititik itu dibagi oleh besar muatan percobaan.

$$E = \frac{F}{q} \quad (2.1)$$

Gaya yang dilakukan oleh satu muatan kepada muatan lainnya bekerja sepanjang garis yang menghubungkan muatan-muatan. besarnya gaya berbanding lurus dengan hasil kali muatan-muatan dan berbanding terbalik dengan kuadrat jaraknya. Gaya akan tolak menolak jika muatan-muatan mempunyai tanda yang sama dan akan tarik menarik jika mempunyai tanda yang tidak sama. Hasil ini dikenal sebagai Hukum Coulomb [Giancoli, Douglas C. 2001]:

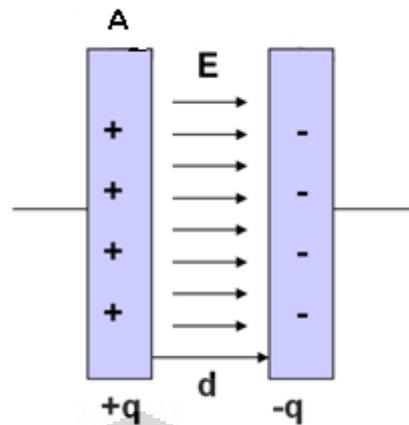
$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad (2.2)$$

di mana k adalah tetapan Coulomb yang mempunyai harga $k = 8,99 \times 10^9 \frac{N.m^2}{c^2}$

Sebuah muatan listrik dikatakan memiliki medan listrik di sekitarnya. Medan listrik adalah daerah di sekitar benda bermuatan listrik yang masih mengalami gaya listrik. Jika muatan lain berada di dalam medan listrik dari sebuah benda bermuatan listrik, muatan tersebut akan mengalami gaya listrik berupa gaya tarik atau gaya tolak.

2.3.1. Kapasitor

Kapasitor (Kondensator) yang dalam rangkaian elektronika dilambangkan dengan huruf “C” adalah suatu alat yang dapat menyimpan energi/muatan listrik di dalam medan listrik, dengan cara mengumpulkan ketidakseimbangan internal dari muatan listrik. Kapasitor ditemukan oleh Michael Faraday (1791-1867). Satuan kapasitor disebut Farad (F) [Furusato. 2012].

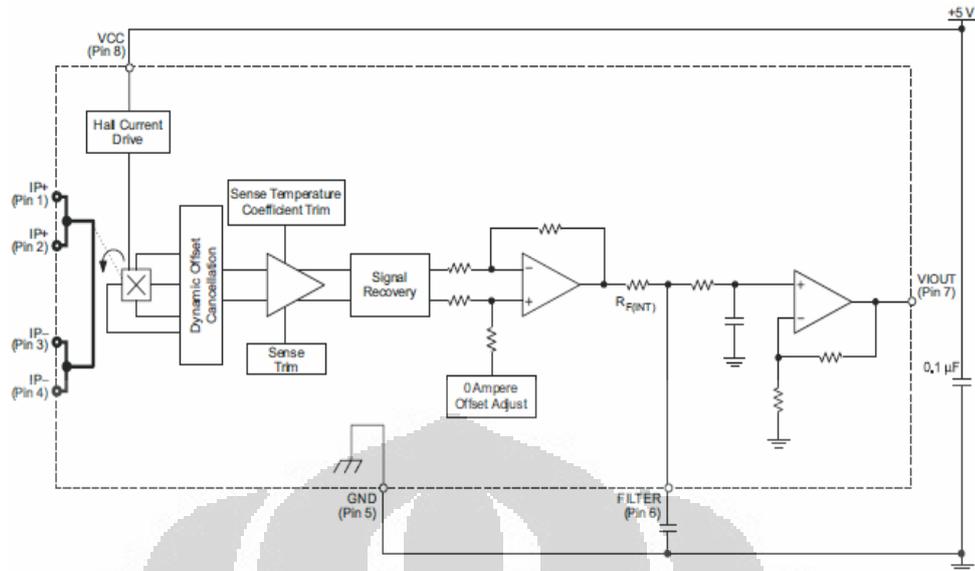


Gambar 2.4 Struktur kapasitor [Mohtar, 2008]

Kapasitor keping sejajar adalah kapasitor yang terdiri dari dua keping konduktor. Kedua keping kapasitor dihubungkan dengan baterai. Baterai akan memberikan muatan $+q$ pada keping pertama dan $-q$ pada keping kedua. Dalam celah antara kedua keping akan timbul medan listrik.

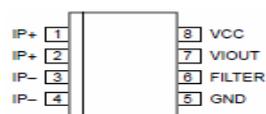
2.4 Sensor Arus ACS712

Allegro ® ACS712 menyediakan solusi ekonomis dan tepat untuk pengukuran arus AC atau DC di dunia industri, komersial, dan sistem komunikasi. Perangkat terdiri dari rangkaian sensor efek-hall yang linier, *low-offset*, dan presisi. Saat arus mengalir di jalur tembaga pada bagian pin 1-4, maka rangkaian sensor efek-hall akan mendeteksinya dan mengubahnya menjadi tegangan yang proporsional seperti yang dapat dilihat pada digram blok fungsi berikut.



Gambar 2.5 Diagram blok dari IC ACS712-20A-T.

Sensor arus adalah alat yang digunakan untuk mengukur kuat arus listrik. Sensor arus ini menggunakan metode Hall Effect Sensor. Hall Effect Sensor merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi medan magnet. Hall Effect Sensor akan menghasilkan sebuah tegangan yang proporsional dengan kekuatan medan magnet yang diterima oleh sensor tersebut. Pendeteksian perubahan kekuatan medan magnet cukup mudah dan tidak memerlukan apapun selain sebuah inductor yang berfungsi sebagai sensornya. Kelemahan dari detector dengan menggunakan inductor adalah kekuatan medan magnet yang statis (kekuatan medan magnetnya tidak berubah) tidak dapat dideteksi. Oleh sebab itu diperlukan cara yang lain untuk mendeteksinya yaitu dengan sensor yang dinamakan dengan 'hall effect' sensor. Sensor ini terdiri dari sebuah lapisan silikon yang berfungsi untuk mengalirkan arus listrik. Dengan metode ini arus yang dilewatkan akan terbaca pada fungsi besaran tegangan berbentuk gelombang sinusoidal.



Gambar 2.6 Konfigurasi pin IC ACS712.

Berikut ini adalah karakteristik dari sensor suhu ACS712.

- Memiliki sinyal analog dengan sinyal-gangguan rendah (*low-noise*)
- Ber-*bandwidth* 80 kHz
- Total output error 1.5% pada $T_a = 25^\circ\text{C}$
- Memiliki resistansi dalam 1.2 m Ω
- Tegangan sumber operasi tunggal 5.0V
- Sensitivitas keluaran: 66 sd 185 mV/A
- Tegangan keluaran proporsional terhadap arus AC ataupun DC
- Fabrikasi kalibrasi
- Tegangan *offset* keluaran yang sangat stabil
- Hysterisis akibat medan magnet mendekati nol
- Rasio keluaran sesuai tegangan sumber

ACS712 dibuat dalam satu bentuk saja:

8 Lead SOIC (suffix LC)



Gambar 2.7 Kemasan IC ACS712

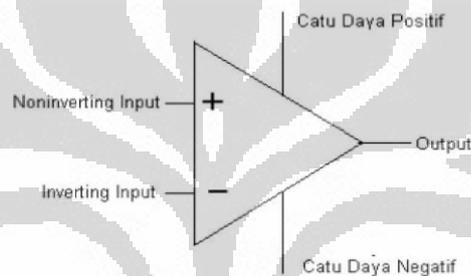
ACS712 produksi Allegro ini diproduksi dengan tiga varian maksimal pembacaan arus:

Tabel 2.1 Tipe-tipe IC ACS712.

Part Number	T_a ($^\circ\text{C}$)	Jangkauan	Sensitivitas (mV/A)
ACS712ELCTR-05B-T	-40 to 85	± 5	185
ACS712ELCTR-20A-T	-40 to 85	± 20	100
ACS712ELCTR-30A-T	-40 to 85	± 30	66

2.5 Konsep Dasar Operational Amplifier (Op-Amp)

Op-Amp merupakan rangkaian penguat tegangan dengan elemen tahanan, kapasitor, dan transistor yang dibuat secara integrated circuit (IC). OpAmp mempunyai lima terminal dasar: dua terminal untuk mensuplai daya, dua terminal untuk masukan (masukan pembalik / *inverting input* dan masukan tak membalik/ *non-inverting input*), dan satu terminal untuk keluaran (*output*). [Clayton, 2003].



Gambar 2.8 Simbol elektronika Operational-Amplifier.

Karakteristik suatu op-amp ideal adalah:

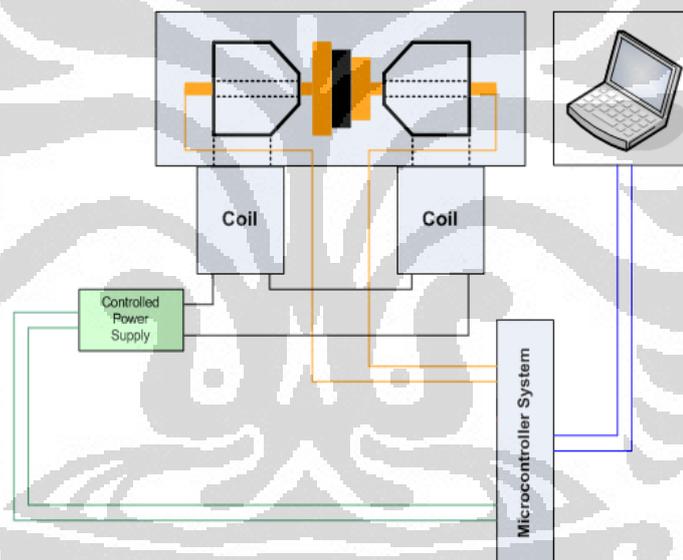
- Penguatan tegangan lingkaran terbuka (*open-loop voltage gain*), $A_{VOL} = \infty$
- Keluaran hanya bergantung pada selisih tegangan-tegangan di dua terminal masukan.
- Tegangan *offset* keluaran (*output offset voltage*) = 0
- Impedansi masukan (*input impedance*), $Z_i = \infty$. Sehingga tidak ada arus yang mengalir di tiap terminal masukan, dan penguatan tidak terpengaruh oleh besar resistansi sumber masukan.
- Impedansi keluaran (*output impedance*), $Z_o = 0$
- Lebar pita (*band width*), $BW = \infty$
- Waktu tanggapan (*respon time*) = 0 detik
- Karakteristik tidak berubah terhadap suhu

BAB 3

PERANCANGAN SISTEM

Pada bab ini akan dibahas mengenai perancangan sistem beserta cara kerja dari masing-masing perangkat *hardware* dan *software* yang digunakan penulis dalam pembuatan alat “Sistem Pengukuran Beda Potensial Material karena Pengaruh Paparan Medan Magnet”. Selain perancangan alat juga akan dibahas mengenai cara kerja alat.

3.1 Sistem Kerja Alat



Gambar 3. 1 Blok diagram cara kerja alat

Pada blok diagram diatas penulis akan mencoba menjelaskan cara kerja alat beserta system yang ada. Dimulai dari memberikan perintah ke komputer, kemudian komputer tersebut menerima perintah untuk menginisialisasi perintah dari sebuah program labview ke Mikrokontroller. Perintah tersebut untuk memberikan supply tegangan ke sample (supply tegangan yang diatur sesuai masukan yang diberikan), kemudian mikrokontroller tersebut dapat mengambil

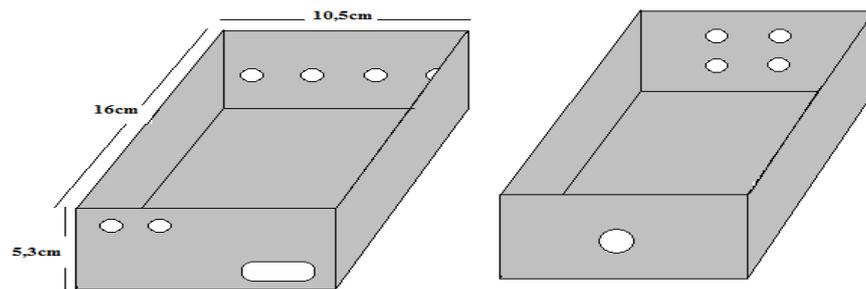
data yang di perlukan dari sample dan di kirim kembali ke komputer, kemudian komputer akan mengolah data yang di peroleh dari sample tersebut menggunakan program labview .Dari mikrokontroller diberikan juga tegangan dengan controlled power supply agar dapat memberikan tegangan variabel yang dapat diatur dengan alat ukur instrumentasi amplifier, sehingga kemudian bisa diukur beda potensial pada material. Rangkaian instrumentasi amplifier itu sendiri adalah sebagai alat ukur sistem yang digunakan untuk mengukur beda potensial material.

3.2. Perancangan Hardware

Pada bagian ini akan di jelaskan tentang perancangan hardware dari system yang telah di buat termasuk rangkaian yang digunakan. Secara umum rangkaian pengukuran dapat di gambarkan sebagai berikut:

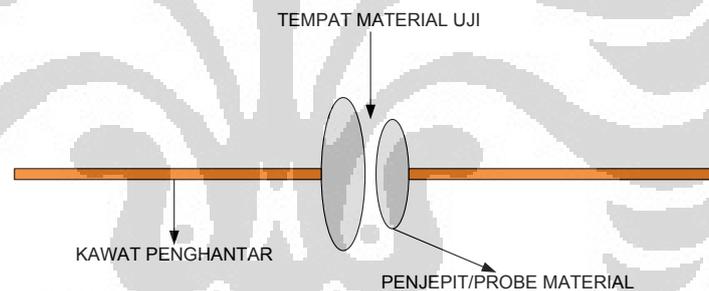
3.2.1. Kotak Rangkaian

Pada kotak rangkaian ini digunakan untuk melindungi rangkaian yang digunakan selama proses pengambilan data. Kotak yang digunakan masing-masing untuk rangkaian resistor yang dibuat satu kotak dengan rangkaian alat ukur instrumentasi, dan dibuat juga kotak untuk rangkaian power supply 12volt. Kotak terbuat dari bahan alumunium agar tidak terpengaruh oleh gangguan dari luar, seperti gangguan medan magnet. Tempat rangkaian tersebut yang terbuat dari bahan alumunium, masing-masing berukuran sama, yaitu panjang 16cm, lebar 10,5cm dan tinggi 5,3cm. Pada kotak yang berisi rangkaian alat ukur instrumentasi pada bagian depan probe – probe yang digunakan terhubung pada sample dan untuk ke elektrometer dan pada bagian belakang kotak diberikan 2 buah BNC untuk menghubungkan dengan kotak rangkaian supply 12 volt serta kotak elektromagnet power supply. Sedangkan pada kotak rangkaian elektromagnet power supply diberikan 4 buah jack pada bagian depan kotak sedangkan pada bagian belakang kotak diberikan satu buah BNC.



Gambar 3.2 (a) kotak rangkaian alat ukur instrumentasi dan kapasitor (b) kotak rangkaian elektromagnet power supply

Agar ketika eksperimen berlangsung kita tidak memegang material secara terus menerus sampai eksperimen berakhir, maka pada alat laybold jerman (koil magnetic) pada bagian lubang pada besinya ditambahkan penjepit (probe) yang terbuat dari bahan kuningan. Ukuran kawat penghantar mempunyai diameter 2,5 mili dan ukuran penjepit/probe material berdiameter 1 cm, 1,5 cm, 2 cm dan 3 cm.

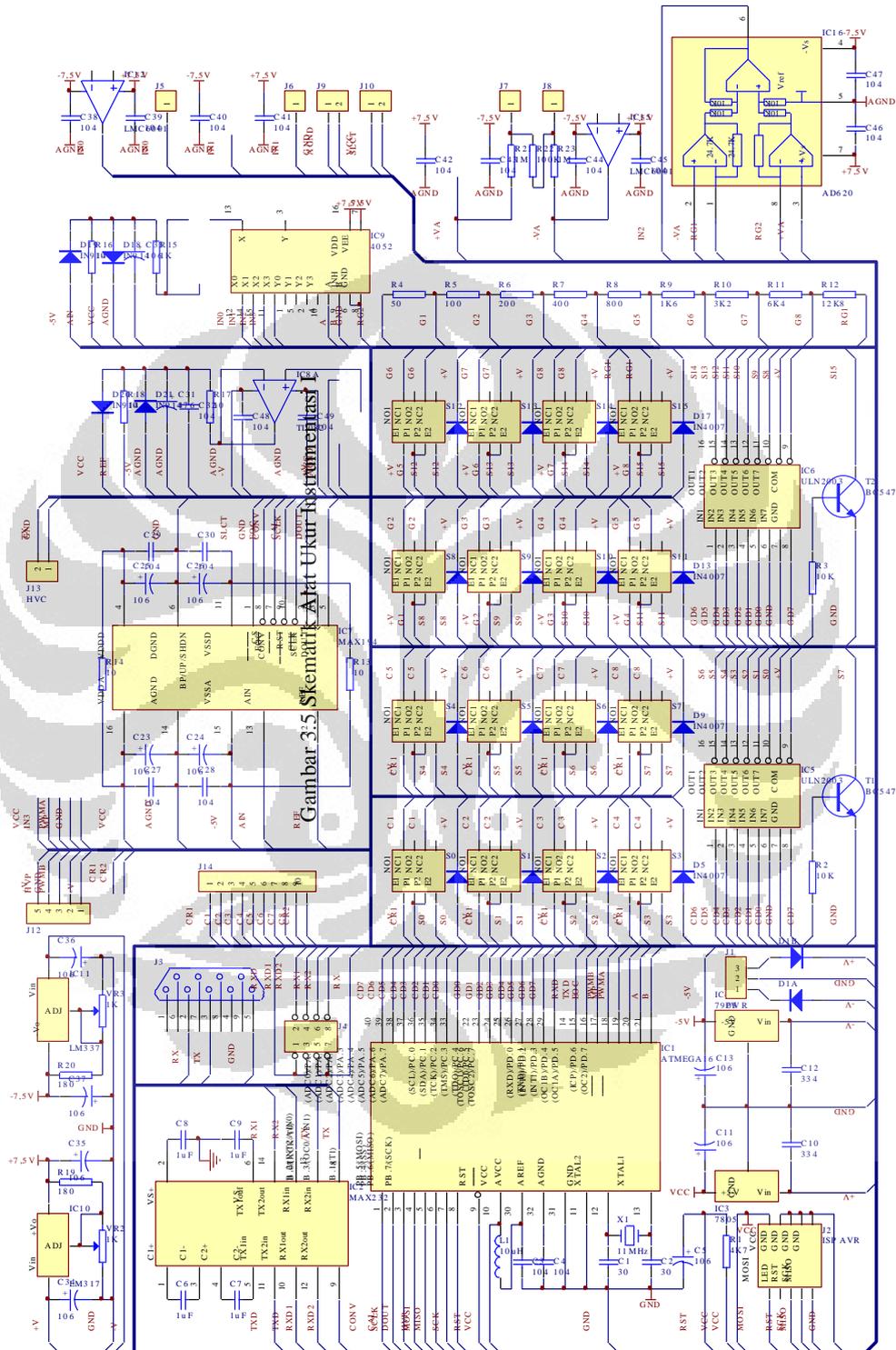


Gambar 3.3 Probe Penjepit Material

Material ini akan di hubungkan dengan *common* yang telah diberi tegangan pada electromagnet power supply, kemudian dari kedua tegangan tersebut dihubungkan ke kaki 3 IC LMC6001 yang diangkat pada rangkaian alat ukur instrumentasi. Untuk 2 buah IC tersebut kaki 2 dihubungkan ke J7, kaki 2 berikutnya dihubungkan ke J8 dan untuk kaki 3 yang pertama dihubungkan ke positif dan kaki 3 berikutnya dihubungkan ke ground.

Kaki IC tersebut harus diangkat supaya tidak terjadi beda potensial yang nantinya akan mengganggu pengukuran. Kabel data penghubung antara material di dalam tempat tersebut dan rangkaian penguat menggunakan kabel koaksial.

3.2.2. Alat Ukur Instrumentasi Amplifier



Gambar 3.5 Skematik Alat Ukur Instrumentasi

Gambar 3.4 Skematik Alat Ukur Instrumentasi Amplifier

Rangkaian pada gambar diatas, digunakan sebagai alat ukur instrumentasi dalam pengambilan data yang dibutuhkan. Alat ukur ini telah dibuat menjadi satu rangkaian dengan rangkaian mikrokontroller Atmega16 yang nantinya juga dapat digunakan sebagai komunikasi dengan komputer kemudian baru dapat dilakukan proses pengambilan data. Alat ukur instrumentasi ini didalamnya menggunakan instrumentasi amplifier IC LMC6001, dimana kaki 3 pada IC tersebut diangkat dan dihubungkan dengan kaki positif dan ground dan selanjutnya akan terhubung dengan sample yang digunakan yaitu bahan material multiferroik dengan menggunakan BNC.

Alat ukur ini juga terhubung dengan rangkaian elektromagnet yang akan diukur secara variabel. Selanjutnya setelah rangkaian alat ukur tersebut terhubung dengan supply 12 volt , dapat diukur nilai variabel dari kapasitor tersebut. Dan kemudian dapat diukur nilai beda potensial material yang diberikan pengaruh medan magnet setelah terhubung dengan sample dan electromagnet power supply.

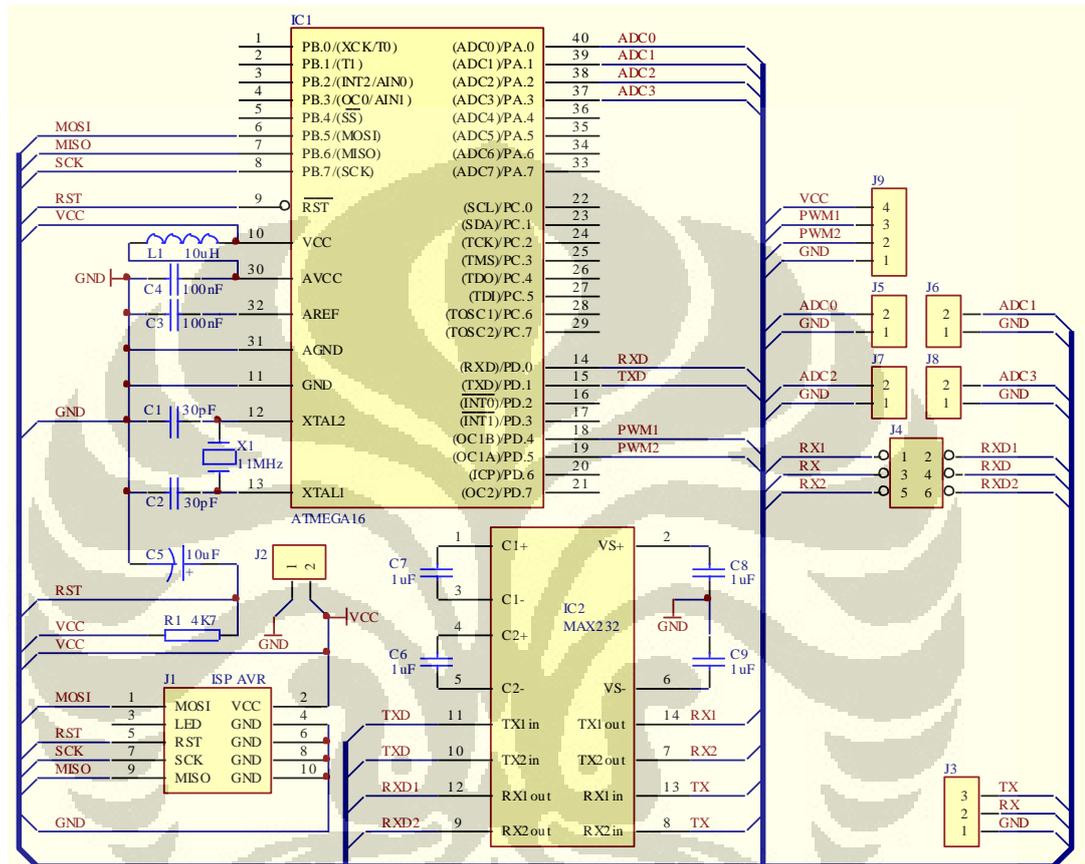
Rangkaian alat ukur instrumentasi ini (lihat lampiran 2) telah diuji masing-masing tegangannya serta telah diuji komunikasinya dengan menggunakan serial RS232. Pada rangkaian alat ukur ini, relay yang digunakan adalah gabungan untuk variasi nilai resistor dan kapasitor, dan pengujian relay pun telah dilakukan dengan benar.

Pembahasan :

Setelah dilakukan pengetesan, alat ukur tersebut tidak dapat digunakan dengan baik dikarenakan terjadi kesalahan pada saat menshielding system dan data keluaran yang didapatkan akhirnya tidak stabil atau fluktuatif. Pada rangkaian diatas penulis berencana membuat suatu rangkain alat ukur, rangkaian alat ukur yang digunakan untuk rangkaian diatas adalah penggabungan antara rangkaian mikrokontroller, ADC 14 bit, rangkaian relay, dan op – amp yang digunakan. Namun setelah diujicobakan ternyata ADC yang ingin digunakan tidak berjalan sesuai rencana. Sehingga karena masih memiliki waktu yang cukup singkat penulis memncoba membuat rangkaian alat ukur untuk yang kedua. Rangkaian alat ukur yang kedua menggunakan rangkaian sederhana dijelaskan pada bab 4. Rangkaian yang sederhana hanya dilakukan pengetesan untuk rangkaian

penguatan, untuk rangkaian electromagnet yang penulis gunakan hanya ada penambahan ramgkiaan minsis dan power supply 5 volt.

3.2.3. Rangkaian Mikrokontroller Atmega16

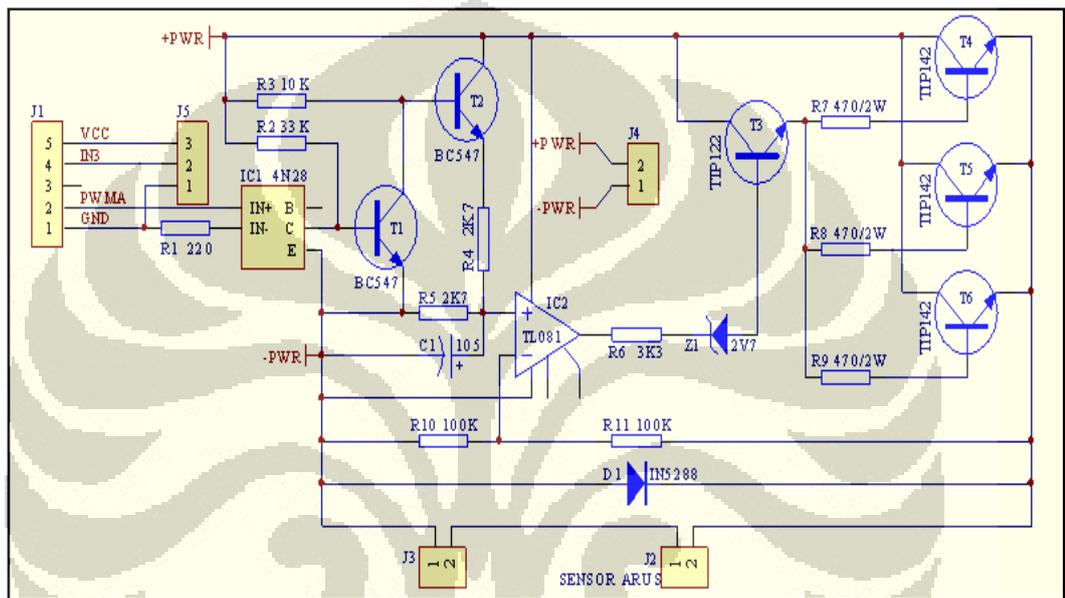


Gambar 3.5 Skematik Rangkaian Mikrokontroller Atmega16

Rangkaian mikrokontroller menggunakan Atmega16 yang akan digunakan sebagai komunikasi dengan komputer. Supaya Atmega16 tersebut dapat berkomunikasi dengan komputer maka pada rangkaian mikrokontroller tersebut diperlukan pula RS232 yang terhubung dengan menggunakan kabel serial. Kaki-kaki Atmega16 pada rangkaian mikrokontroller ini juga digunakan untuk mengaktifkan relay pada resistor dan kapasitor yang akan di variabel. Tegangan yang diberikan pada mikrokontroller ini diberikan tegangan input Vin sebesar 5volt dan untuk mengkatifkan relay diberikan tegangan 12volt yang selanjutnya bisa digunakan untuk mengukur nilai variabel dari kapasitor.

3.2.4 Rangkaian Power Supply Electromagnet

Rangkaian *Power supply* digunakan untuk mengubah tegangan AC 220 Volt dari PLN menjadi tegangan DC. Dari tegangan DC keluaran tersebut, akan diatur besarnya melalui mikrokontroler, tegangan yang diatur tersebut akan mempengaruhi besar arus pada magnet. Perubahan arus tersebut yang nanti akan di baca oleh sensor arus sebagai data arus.



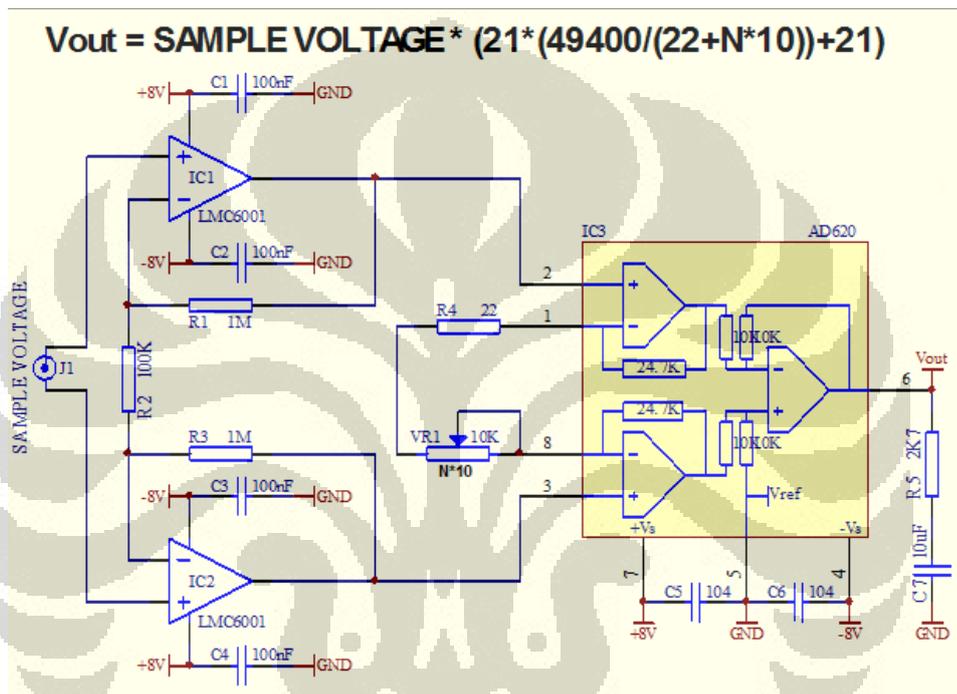
Gambar 3.6. Skematik Rangkaian Power Supply

Sensor arus yang digunakan yaitu tipe ACS712. Sensor arus ini nanti akan diletakkan bersama dengan rangkaian *power supply electromagnet*. Dimana rangkaian ini berfungsi untuk mengatur beda potensial.

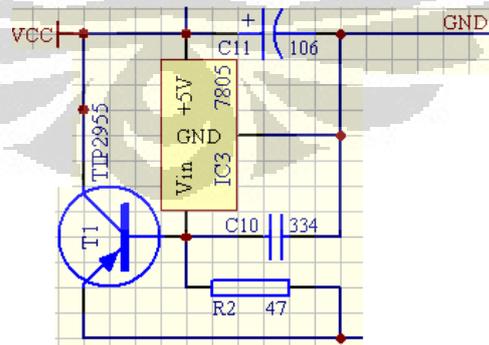
3.2.5 Rangkaian Power Supply

Rangkaian Power supply digunakan untuk mengubah tegangan AC 220 Volt dari PLN menjadi sebesar 5 Volt yang dibutuhkan untuk input rangkaian minimum sistem *microcontroller* dalam satu board dengan microcontroller, +12 Volt, -12 Volt sebagai input tegangan untuk pengendali hambatan dan power supply switching sebesar 12 Volt yang digunakan sebagai input lampu halogen. Di dalam power supply microcontroller dan kendali hambatan ini menggunakan

trafo dan regulator 7805, 7812 dan 7912. Dioda bridge sebagai penyearah gelombang penuh sinus keluaran trafo menjadi gelombang satu fase. IC1 dan IC2 adalah regulator tegangan ± 12 volt, sehingga apabila digabungkan akan menghasilkan beda potensial sebesar 24V. IC3 7805 merupakan regulator tegangan yang akan menghasilkan tegangan stabil 5V. TIP 2955 dan TIP3055 adalah transistor-transistor daya yang digunakan untuk penguat arus. Dan untuk gambar 3.7 adalah gambar rangkaian instrumentasi amplifier untuk pengutan.



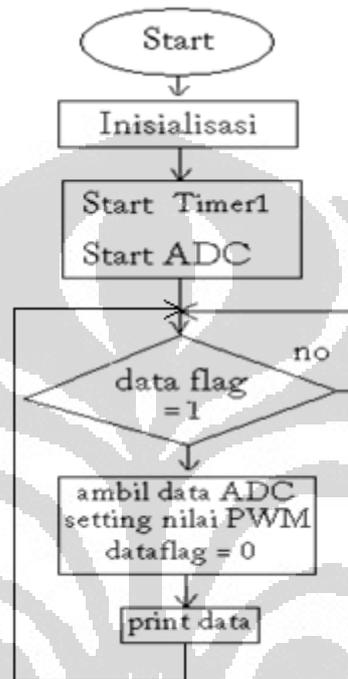
Gambar 3.7 Rangkaian Instrumentasi Amplifier



Gambar 3.8 Rangkaian Power Supply *Microcontroller*

3.3. Perancangan Software

Pada bagian ini akan di jelaskan tentang perancangan software dari system yang telah di buat termasuk diagram alur program yang digunakan. Secara umum diagram alur dari program pengukuran dapat di gambarkan sebagai berikut:



Gambar 3.9 Flowchart Program Mikro

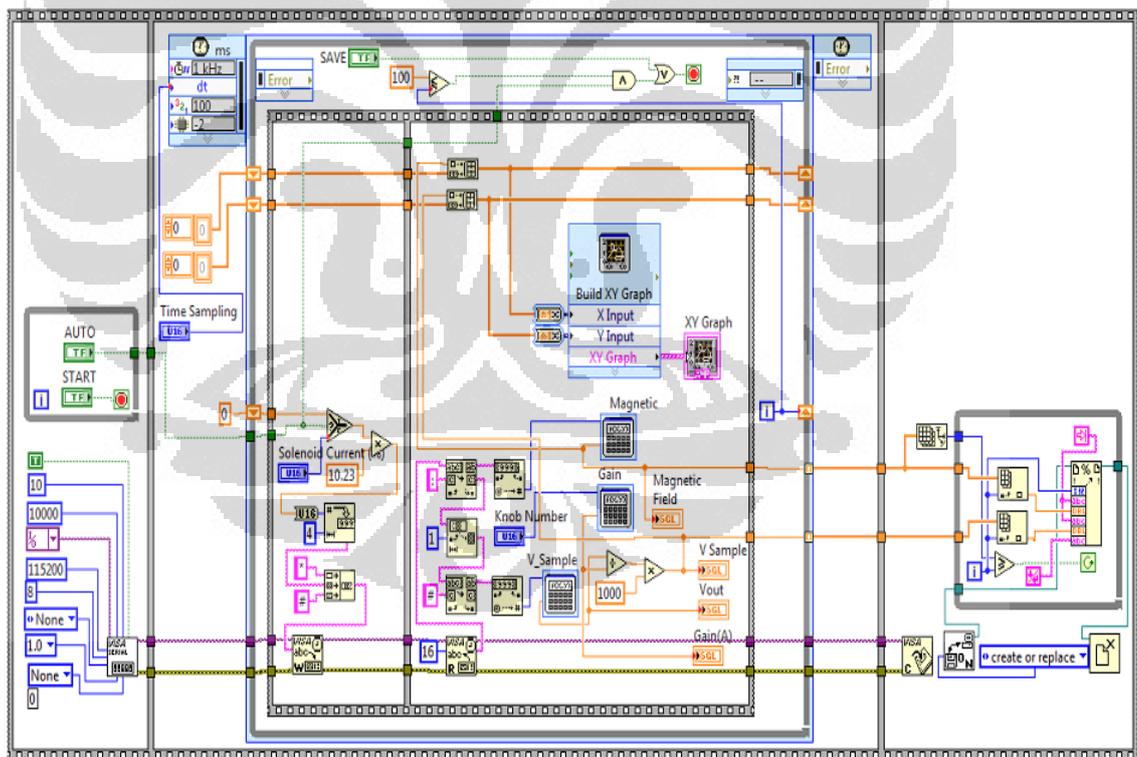
Pada flowchart diatas dimulai dari start program yaitu menggunakan mikro ATmega 16 dan awal mikro mulai bekerja. Kemudian inisialisasi program dengan perintah – perintah pada program (program terdapat pada Lampiran 1) inisialisasi regfile, config dan dim untuk mengawali jalannya program. Program yang digunakan menggunakan komunikasi serial dengan menggunakan interrupt serial, sehingga jika ada data serial masuk maka data tersebut akan tersimpan dan masuk ke data seri_in. Kemudian interrupt yang digunakan di enable untuk komunikasi nya. Setelah selesai melakukan inisialisasi kemudian start timer1 dan start ADC. ADC yang dipakai menggunakan referensi AVCC karena menggunakan tegangan input sebesar 5 volt. Timer1 dijadikan sebagai PWM, PWM yang digunakan yaitu 10 bit. Counter menghitung dari 0 hingga 1023, prescale yang adalah prescale 8 dengan frekuensi 11059200. Semakin besar

prescale nya maka frekuensi nya akan semakin kecil. Pada PWM yang digunakan jika PWM nya diatur maka tegangan yang akan berubah – ubah sehingga tegangan yang dihasilkan akan 2 kali lipat dari tegangan input pada PWM.

Setelah itu terdapat perintah data flag = 1 yaitu perintah ini akan bekerja pada saat kirim_data_flag 1 karena menggunakan if , jika 1 program bekerja dan jika 0 program hanya kembali ke kondisi awal. Kemudian data ADC beserta data PWM yang sudah dihasilkan akan tersimpan, dan didapatkan nilai yang akan dihasilkan.

3.4 Program LabView

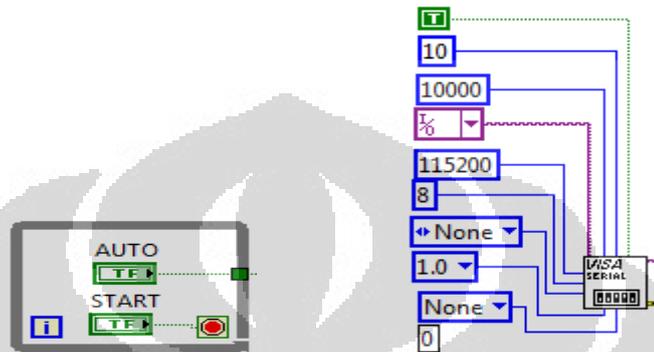
Untuk merealisasikan dari diagram alir pengukuran dibuatlah program menggunakan software LabVIEW dengan perintah-perintah yang dikenal oleh alat dan pengolahannya memanfaatkan fasilitas dari LabView. Berikut program LabView yang telah dibuat.



Gambar. 3.10 Blok Diagram Labview yang dibuat.

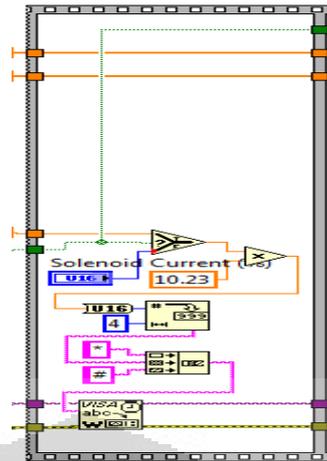
Pemrograman akuisisi data pada PC menggunakan LabVIEW 8.10. Sebuah bahasa pemrograman keluaran National Instrument yang berbasis pada visual.

Gambar 3.10 menunjukkan diagram alur dari kerja piranti lunak akuisisi data yang dibangun dengan LabVIEW 8.10. Pemrograman LabView ini dibangun didalam satu looping utama yang mencakup keseluruhan proses kerja. Didalam looping besar utama tersebut dibangun urutan kerja sesuai kebutuhan perancangan sistem.



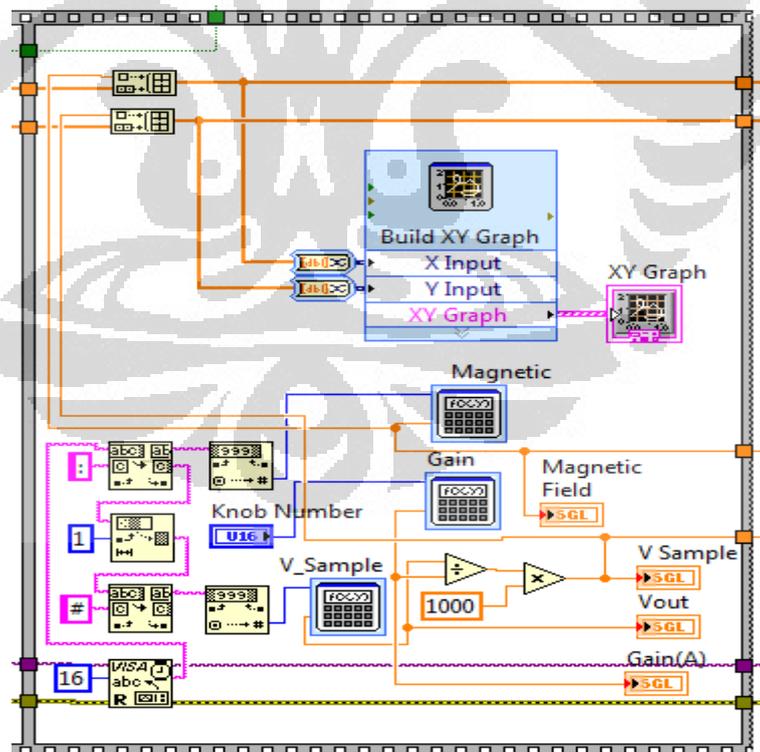
Gambar 3.11 Blok diagram konfigurasi serial

Pada kondisi diatas yang dijalankan pada program labview yaitu jika kondisi start ditekan yaitu akan menjalankan auto manual kondisi tersebut yaitu hanya sebagai kondisi awal dimana ingin memastikan keadaan awal pada program yang digunakan. Untuk gambar yang ada disebelah kanan dibangun urutan langkah kerja yang berurutan dengan menggunakan struktur sequensial. Didalam urutan pertama struktur sequensial dibangun inisialisasi Visa serial. Dimana inisialisasi ini menentukan konfigurasi tentang parameter *baudrate*, kanal COM, panjang data dalam satuan bit, paritas, dan bit stop. Pada urutan pertama ini juga menginisialisasikan banyak data yang disampling per satuan waktu. Urutan kedua yang tersusun adalah membangun sebuah looping berbasis waktu yang dikenal dengan nama *timed Loop*. Tujuan menggunakan looping berbasis waktu ini adalah tidak lain untuk mengatur waktu sampling yang digunakan. Didalam urutan kedua ini dikerjakannya inti dari program yang dibangun. Program yang dibangun pada urutan ini bertugas membaca dan mengirimkan dari dan keluar PC melalui visa serial. Pada bagian ini juga dibangun program untuk memberikan perintah kepada alat ukur magnet untuk mengirim data melalui komunikasi serial.



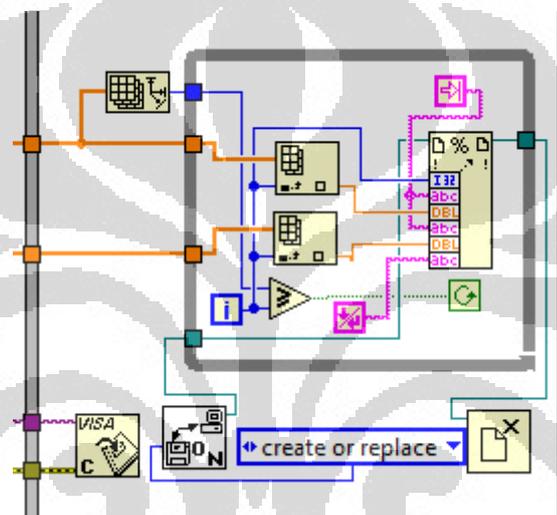
Gambar 3.12 Blok Diagram Solenoid Current

Pada penjelasan blok diagram diatas yaitu pada solenoid current akan cek membaca serial untuk membaca set point yang diinginkan pada arus solenoid. Kemudian menulis data dengan menggunakan perintah visa write, data yang diinginkan disimpan dan ditulis ke program mikro lalu dikirimkan ke labview untuk mengendalikan arus.



Gambar 3.13 Blok Diagram Perhitungan.

Terlihat pada blok diagram diatas yaitu untuk data ADC dari magnet yang terukur (arus yang terukur menggunakan sensor ACS) menggunakan perintah titik dua. Kemudian terdapat knop number untuk pembatas antara perintah data titik dua dengan bintang ,lalu untuk tegangan sample yang terukur pada ADC perintah yang digunakan adalah perintah bintang terlihat pada blok diagram diatas. Kemudian data ditampilkan oleh tampilan magnetic field dengan v sample dimana data tersebut akan di plot sehingga terlihat hasil grafik dari data yang didapatkan apakah akan linier atau tidak.



Gambar 3.14 Blok Diagram Penyimpanan Data

Blok diagram diatas yaitu akan menyimpan data magnet dan data tegangan sample, kemudian untuk visa close yaitu komunikasi serial sudah tidak digunakan atau sudah selesai pengambilan data.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian Resistansi Resistor

Sebelum melakukan pengujian-pengujian dan pengambilan data beda potensial material, terlebih dahulu kita mengetahui nilai resistansi . Dalam pengukuran nilai resistor, digunakan alat RCL meter yang presisi. Berikut prosedur pemasangan alat ukur dalam pengukuran resistor:

- Kabel probe dari RCL meter dihubungkan ke Input pada alat ukur dan Preamp out.
- Hidupkan RCL meter, lalu catat nilai resistansi ketika relay tidak diaktifkan (R0) dan ketika relay pertama diaktifkan R1, R2 sampai dengan R7 tidak aktif atau off.
- Pakai nilai resistansi rata-rata.

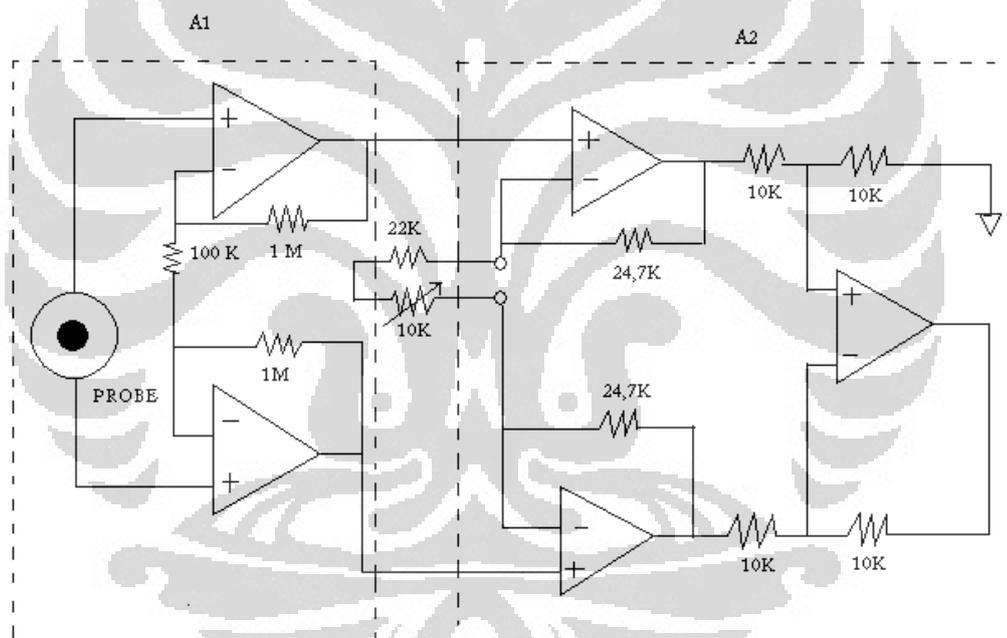
Tabel 4.1 Nilai Resistansi

NO	Relay	Nilai Resistansi (K ohm)
1	R0	25.84
2	R1	0.09
3	R2	0.2
4	R3	0.4
5	R4	0.81
6	R5	1.6
7	R6	3.22
8	R7	6.47

Pembahasan :

Data pada tabel diatas adalah data dimana pengujian yang dilakukan pada alat ukur instrumentasi yang 1. Didapatkan hasil data resistansi dan setelah melakukan pengetesan – pengetesan selanjutnya tidak berjalan sesuai rencana. Karena data berikutnya yang akan diambil sangat tidak stabil sehingga melakukan pengujian atau pembuatan rangkaian baru untuk alat ukur yang kedua, terdapat penjelasan data hasil yang didapatkan pada alat ukur ke dua dijelaskan pada pengujian – pengujian selanjutnya.

4.2. Pengujian Pengambilan Data Penguatan



Gambar 4.1 Skematik Rangkaian Penguatan

$$V_R = N \cdot 10$$

Keterangan : V_R = Tegangan Variabel

N = Angka

Perhitungan untuk A1 mengacu pada gambar 4.1 :

$$A1 = \frac{1M+1M}{100K} + 1 \quad (3.1)$$

Perhitungan untuk A2 mengacu pada gambar 4.1:

$$A2 = \frac{24,7K+24,7K}{22+VR} + 1 \quad (3.2)$$

Setelah di substitusikan kedua perhitungan tersebut maka menjadi:

$$A = 21 \left(\frac{49,4K}{22+VR} + 1 \right)$$

$$A = 21 \left(\frac{49,4K}{22+N.10} + 1 \right)$$

$$A = \frac{21.49,4K}{22 + N. 10} + 21$$

$$A = \frac{1037400}{22 + N. 10} + 21$$

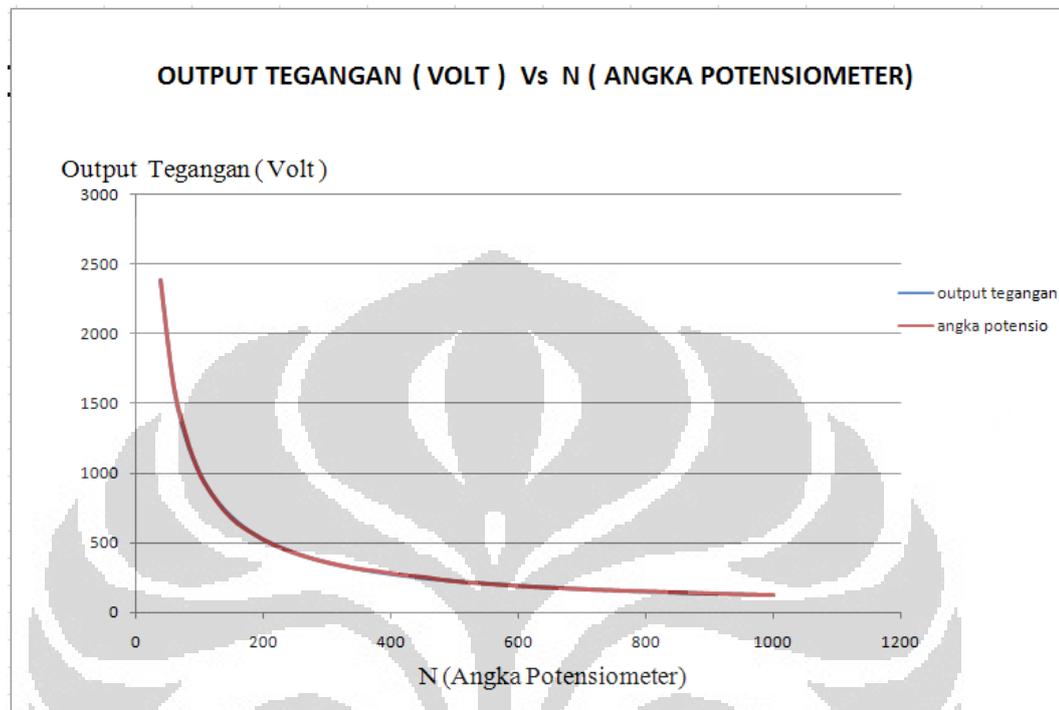
Dari hasil perhitungan secara teori didapatkan hasil penguatan terlihat pada hasil akhir penjabaran diatas, skematik secara keseluruhan untuk rangkaian instrumentasi amplifler dapat dilihat pada gambar 3.7.

Persamaan yang didapatkan dari Sigma Plot :

$$A = \frac{1,023. 10^6}{32,95 + 10. N} + 21,27$$

Pada Gambar 4.1 terlihat bahwa terdapat garis putus – putus yaitu dijelaskan A1 sebagai penguatan 21 kali dan untuk rangkaian A2 adalah sebagai Op – Amp AD 620. Perhitungan untuk A1 diakumulasikan dengan A2 didapatkan hasil akhir secara teoritis. Persamaan yang telah dihitung hasilnya terlihat pada perhitungan diatas, hasilnya hampir sama dengan Sigma Plot. Sehingga Didapatkan hasil grafik dari pengambilan data tegangan untuk menghasilkan data penguatan terlihat pada grafik dibawah ini,dimana yang diatur dengan potensio adalah angka 1000

hingga 0 namun untuk 40-20 range nya sangat kecil sehingga data tersebut tidak digunakan.



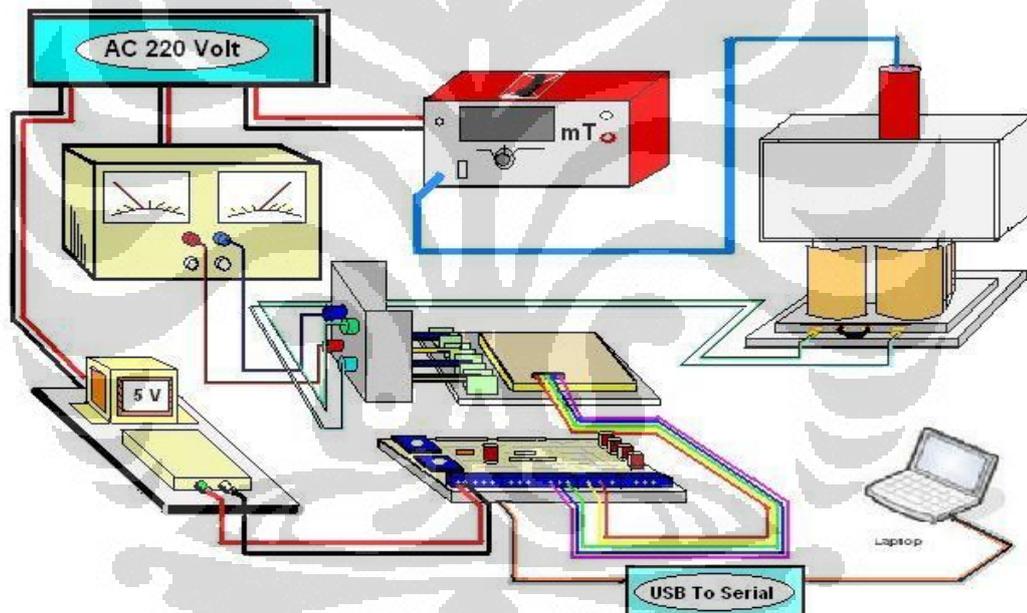
Gambar 4.2 Grafik antara Output Tegangan dan Angka pada Potensiometer

Pada Grafik diatas dijelaskan bahwa ada penggabungan antara data dengan model difiting menjadi satu grafik sehingga grafik diatas terlihat lurus. Dari Sigma Plot hasil fitting dengan menggunakan persamaan penguatan rangkaian dengan data yang didapatkan dari pengambilan data tegangan dibagi dengan penguatan dan juga dibagi oleh tegangan input 1.6 mV secara keseluruhan data, bisa dikatakan bahwa secara teori persamaan rangkaian ini dalam pengujian data secara langsung. Kemudian kedua data tersebut dilakukan fitting ternyata tendensinya sama dengan secara teori. Perbedaannya tidak terlalu jauh dimana menyatakan mirip antara teori dengan eksperimen. Tetapi yang digunakan adalah data langsung yaitu data eksperimen, kemungkinan terjadinya perbedaan yaitu terdapat kesalahan pada saat toleransi offset nol atau pemakaian nilai komponen yang secara perhitungannya tidak jauh dari yang seharusnya digunakan. Dimana disini

telah dibuktikan bahwa penguatan yang didapatkan benar, terlihat hasil perhitungan secara teori dengan eksperimen.

4.3. Pengujian Pengambilan Data Medan Magnet Vs Nilai ADC

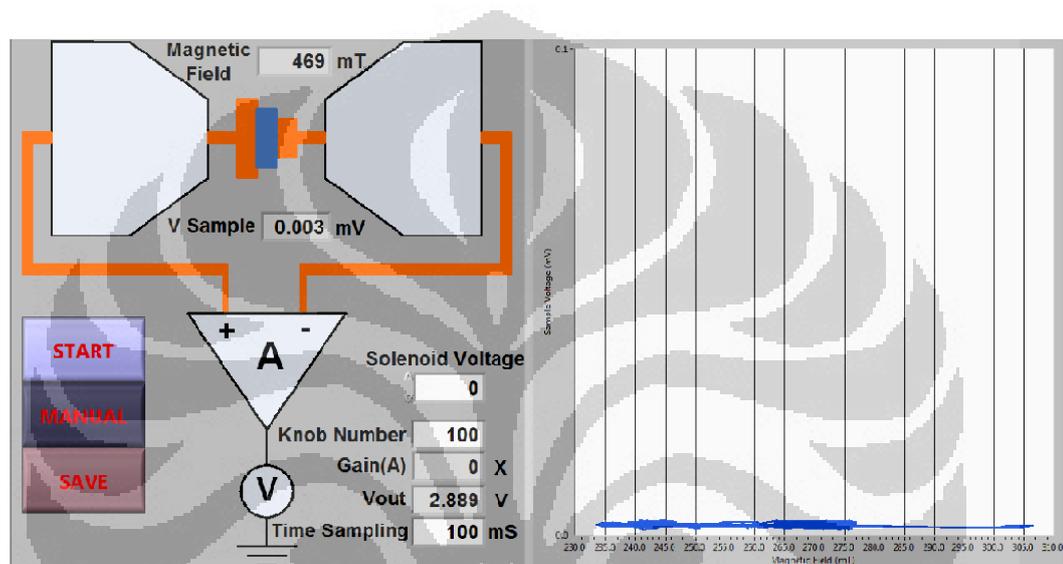
Pada pengujian untuk mendapatkan data medan magnet dengan nilai ADC, penulis akan mencoba menjelaskan cara pemasangan alat. Pengujian ini menggunakan rangkaian electromagnet, rangkaian mikrokontroller, rangkaian power supply 5 volt untuk rangkaian mikrokontroller, alat ukur tesla meter, power supply 24 volt untuk rangkaian electromagnet dan solenoid magnet. Rangkain diatas tergabung untuk pengambilan data yang akan dihasilkan atau dapat dilihat dari sketsa blok gambar yang ada dibawah ini.



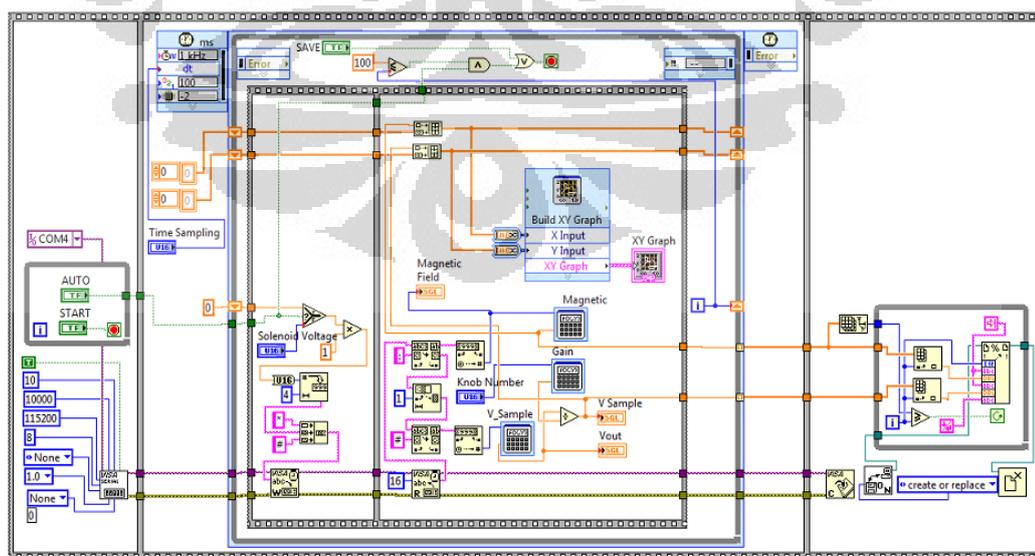
Gambar 4.3 Blok Gambar Proses Pengambilan Data

Penulis mencoba mendesain suatu alat untuk pengukuran suatu bahan material multiferroik yang dilihat dari interaksi antara medan magnet. Dimana suatu bahan bila diberikan medan magnet akan timbul medan listrik alat tersebut hingga saat ini belum ada. Sehingga saya mencoba menyiapkan dan memberikan medan magnet dengan mengatur arus yang masuk kedalam medan magnet kemudian saya ukur dan saya membuat persamaannya. Pada medan listrik akan

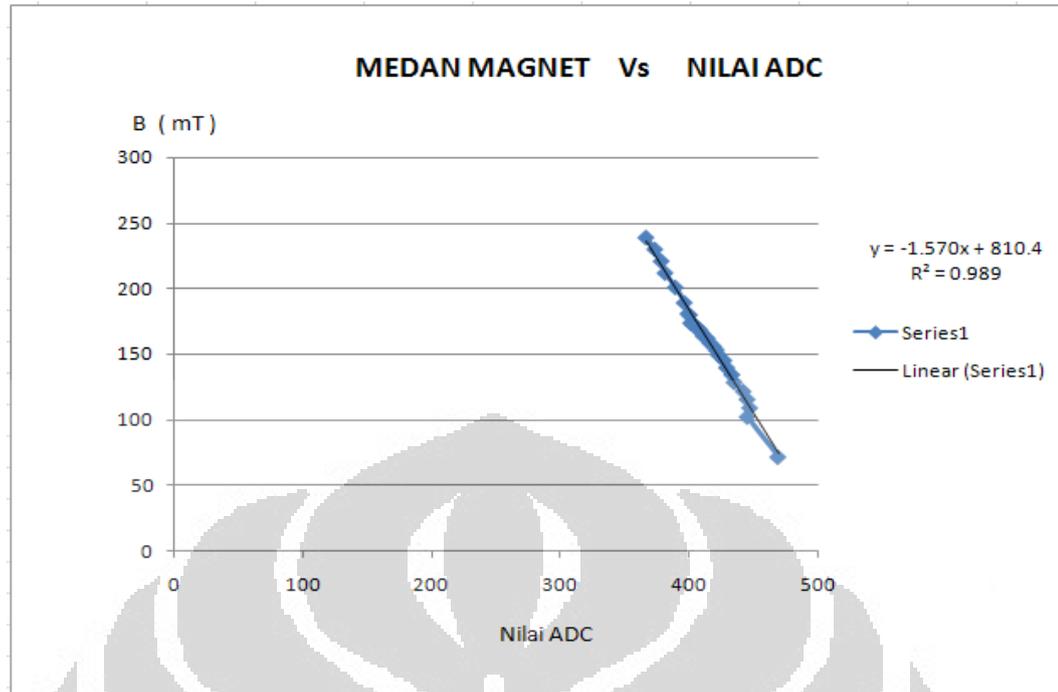
timbul tegangan di kapasitor sehingga tegangan yang didapatkan tersebut yang penulis ukur, diasumsikan jika tegangan yang dihasilkan kecil maka dari itu penguatan yang diberikan besar. Data penguatan didapatkan pada penjelasan 4.2. Menjelaskan kembali untuk pengujian nilai adc pada arus yang terukur dengan medan magnet diukur dengan memasukan input sesuai kenaikan dan nilai ADC yang dihasilkan. Berikut ini program Labview yang digunakan pada saat pengambilan data nilai ADC Vs Medan Magnet :



Gambar 4.4 Hasil Pengukuran pada saat Pengambilan data ADC Vs Medan Magnet.



Gambar 4.5 Blok Diagram Labview yang digunakan.



Gambar 4.6 Grafik yang dihasilkan antara Nilai ADC pada Arus terukur Vs Medan Magnet (mT)

Pada grafik yang dihasilkan diatas terlihat yaitu semakin kecil nilai ADC yang dihasilkan maka semakin besar nilai medan magnet yang didapatkan. Pada pengambilan data diatas nilai medan magnet terlihat stabil dengan nilai ADC pada arus yang terukur sehingga dihasilkan grafik yang cukup linier. Pada persamaan yang sudah didapatkan akan diakumulasikan kembali dengan program Labview berikutnya untuk pengujian antara nilai yang dihasilkan pada Magnetic Field tidak jauh beda dengan alat ukur pada tesla meter.

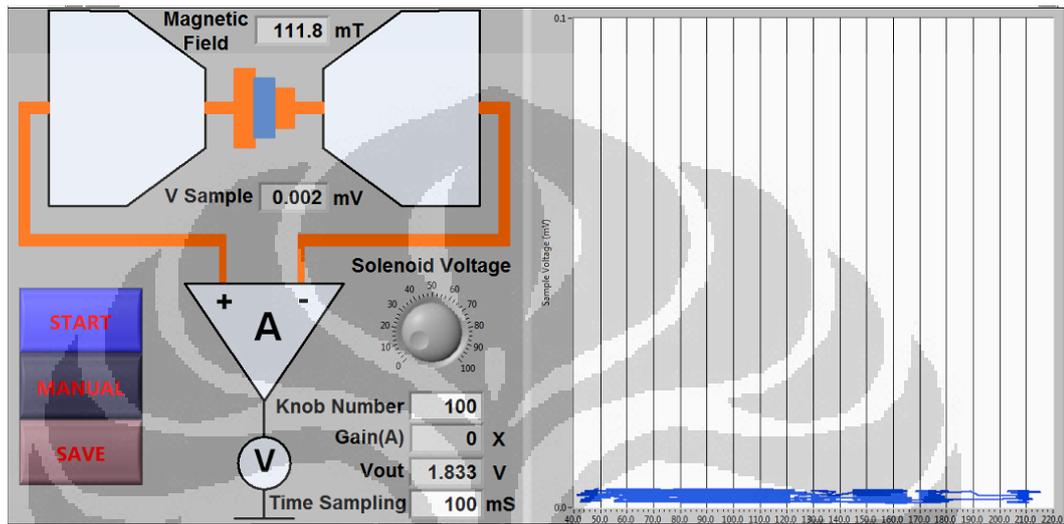
4.4. Pengujian Data antara Magnetic Field Vs Alat Ukur Teslameter

Pada pengujian data ini yaitu dengan memasukan persamaan yang telah didapatkan pada saat pengujian Nilai ADC Vs Medan Magnet. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut :

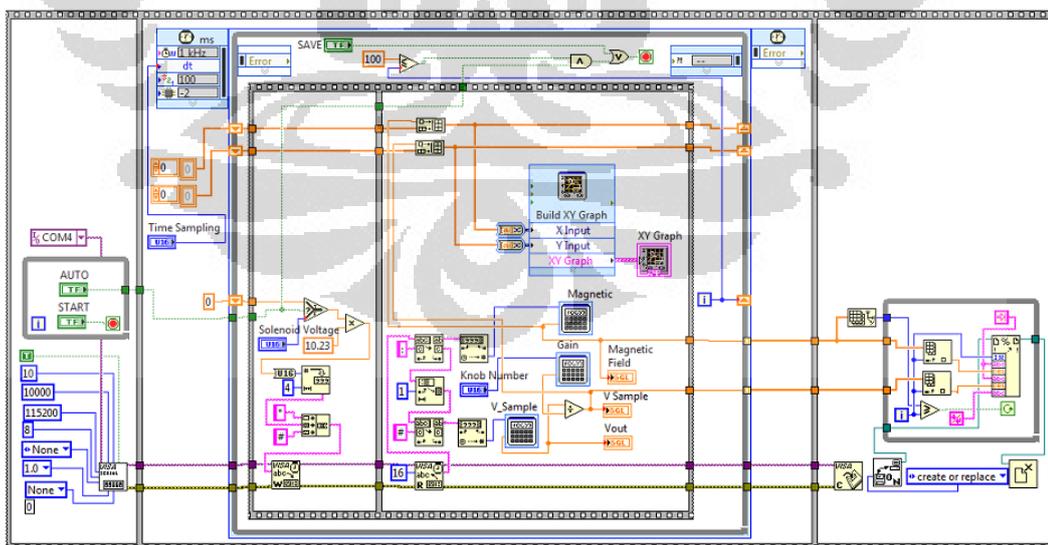
$$y = -1.570x + 810.4$$

$$R^2 = 0.989$$

Persamaan yang didapatkan diakumulasikan dengan program Labview yang akan digunakan untuk menguji bahwa apakah alat ukur pada teslameter dengan magnetic field yang dihasilkan sama dengan alat ukur tersebut. Berikut ini adalah tampilan pada saat pengambilan data dari program labview yang digunakan beserta blok diagram yang dipakai pada pengujian data tersebut.



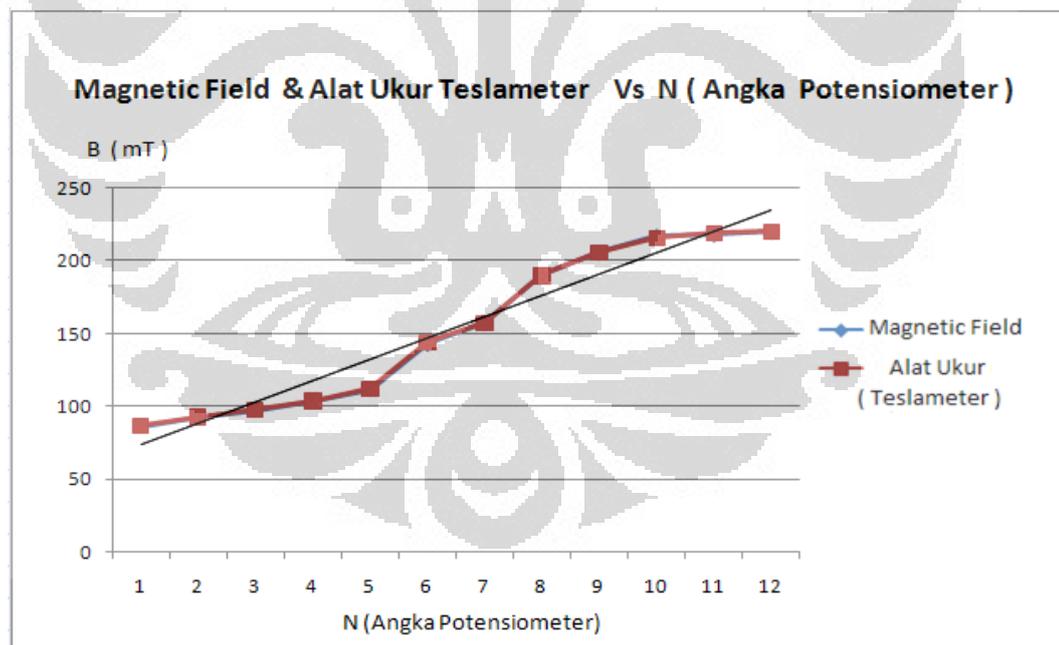
Gambar 4.7 Hasil Pengambilan data Perbandingan Magnetic Field dengan Alat Ukur Teslameter.



Gambar 4.8 Blok Diagram yang digunakan untuk pengambilan data Magnetic Field dengan Alat Ukur Teslameter.

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran pada saat Pengambilan data Magnetic Field dengan Alat Ukur Teslameter.

Magnetic Field	Alat Ukur (Teslameter)
86.6	87
92.9	93
97.6	98
103.9	104
111.8	112
143.1	144
157.3	157
190.2	190
205.9	206
216.9	216
218.5	219
220.2	220



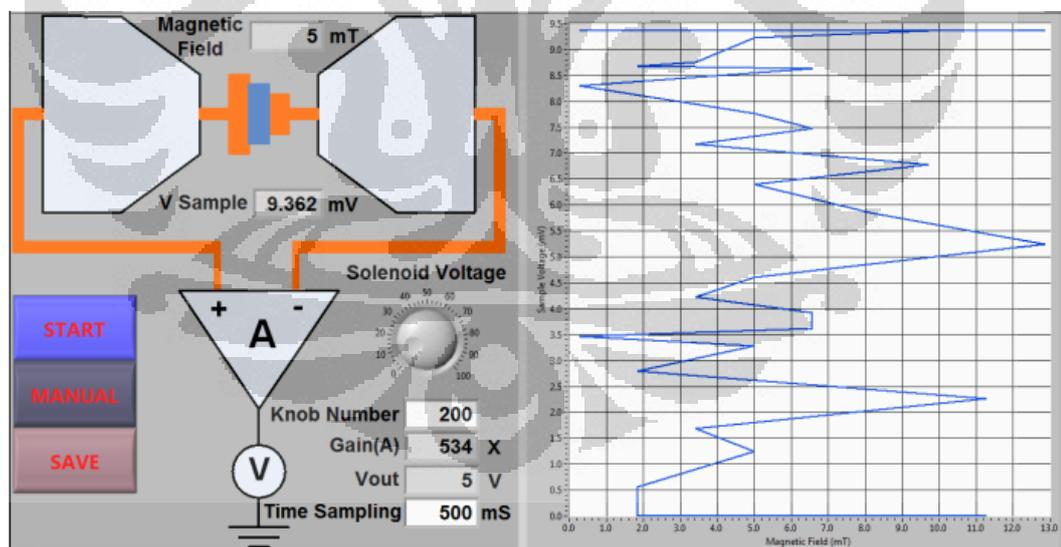
Gambar 4.9 Hasil Grafik Magnetic Field dengan Alat Ukur Teslameter.

Setelah dilakukan pengujian dengan memasukan persamaan dari nilai ADC sebelumnya sehingga dapat diakumulasikan dengan program Labview yang

digunakan untuk pengambilan data, yaitu perbandingan antara Alat Ukur Teslameter yang sebenarnya dengan Magnetic Field yang dihasilkan pada program labview dan dari persamaan yang sudah dimasukkan kedalam program labview tersebut. Didapatkan hasil grafik yang perbandingan antara alat ukur teslameter dengan magnetic field yang dihasilkan tidak jauh berbeda, hamper sama dengan alat ukur yang ada. Sehingga data yang dihasilkan hanya memiliki sedikit error.

Dikarenakan bahan multiferroik yang akan diukur beda potensialnya belum tersedia maka pengujian dilakukan sudah berjalan dengan baik. Terlihat dari hasil penguatan, hasil nilai ADC dan hasil perbandingan antara Magnetic Field dengan Alat ukur teslameter.

Grafik dibawah ini adalah grafik pengujian yang terakhir, dikarenakan bahan multiferroik yang akan digunakan sebagai sample tidak ada maka kami mencoba menggunakan potensiometer sebagai penguatan. Sehingga grafik yang didapatkan hanya mendapatkan pengaruh dari potensiometer. Berikut ini hasil dari pengujian dengan menggunakan potensiometer.



Gambar 4.10 Hasil grafik percobaan dengan menggunakan potensiometer.

BAB 5 PENUTUP

Pada Bab ini berisikan mengenai kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

5.1. Kesimpulan

1. Pada pengukuran penguatan hasil yang didapatkan antara hasil perhitungan teori dengan hasil persamaan yang didapatkan dari sigma plot tidak berbeda jauh, Kemudian kedua data tersebut dilakukan fitting ternyata tendensinya sama dengan secara teori. Berikut ini hasil perhitungan dari teori, dimana A adalah penguatan :

$$A = \frac{1037400}{22 + N \cdot 10} + 21$$

Hasil dari sigma plot :

$$A = \frac{1,023 \cdot 10^6}{32,95 + 10 \cdot N} + 21,27$$

2. Pengukuran penguatan divariasikan dari angka 0 – 1000 sehingga mendapatkan hasil yang seakurat mungkin. Dengan menggunakan potensiometer, hasil yang didapatkan dari pengukuran penguatan dapat terlihat presisi pada tegangan output yang dihasilkan.
3. Pada Hasil Grafik antara nilai ADC dengan Medan Magnet hasil terlihat Linier dan didapatkan persamaan yaitu :

$$y = -1.570x + 810.4$$

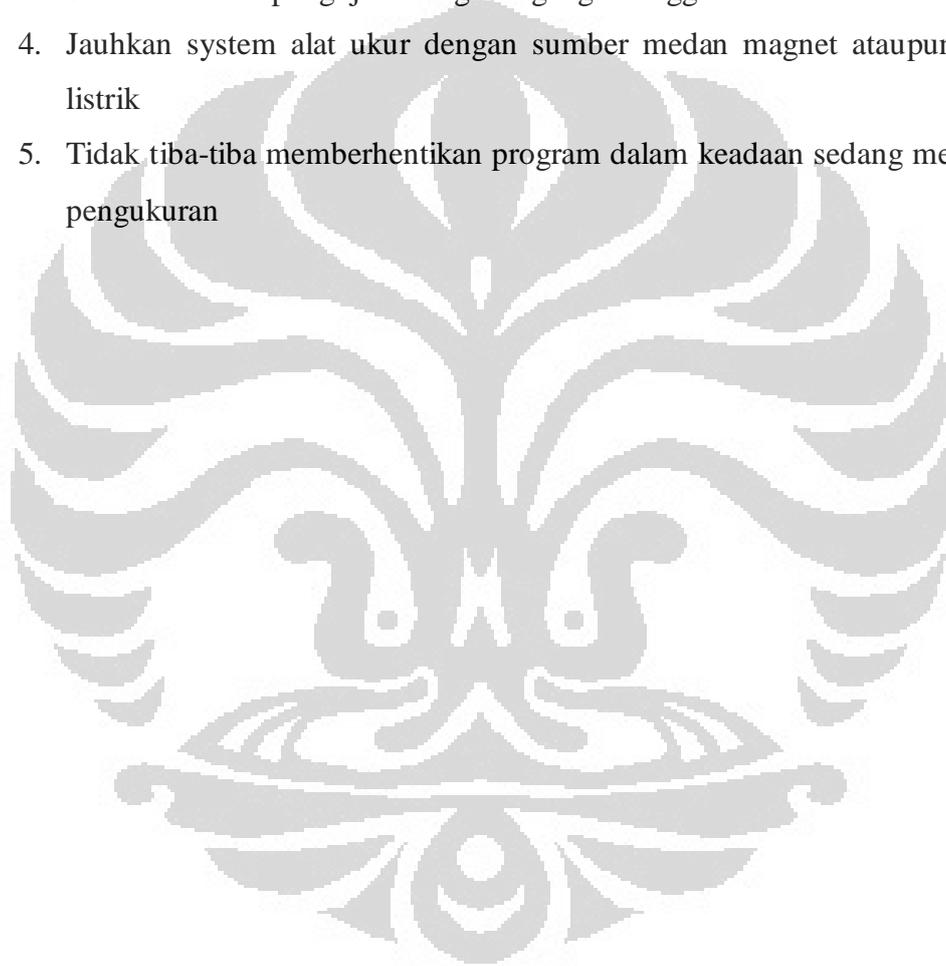
$$R^2 = 0.989$$

4. Pada system pengaturan medan magnet didapatkan error yang kecil. Sehingga perbandingan hasil antara Alat ukur teslameter tidak berbeda jauh dengan Magnetic Field yang dihasilkan dengan menggunakan program Labview.

5.2. Saran

Untuk mendapatkan hasil yang maksimal dalam pengukuran medan magnet, maka untuk pemakai disarankan untuk melakukan hal-hal berikut ini:

1. Dalam pengukuran pastikan semua alat ukur dalam keadaan baik.
2. Penjepit dan alat ukur teslameter dalam keadaan baik
3. Pastikan probe yang digunakan sudah kencang agar tidak ada bahaya pada saat melakukan pengujian dengan tegangan tinggi.
4. Jauhkan system alat ukur dengan sumber medan magnet ataupun medan listrik
5. Tidak tiba-tiba memberhentikan program dalam keadaan sedang melakukan pengukuran



DAFTAR ACUAN

Farida, dkk. 2010. Upaya modifikasi struktur kristal delafossite $\text{Cu}(\text{CrNi})\text{O}_2$ dengan dopping Ni untuk meningkatkan dielektrisitas sebagai variasi suhu. Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Negeri Malang.

Retnowati, dkk. 2011. Karakterisasi sifat magnet dan listrik bahan multiferroik BiFeO_3 . Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. ITS-Undergraduate-16064-1107100041-paper.pdf

Giancoli, D. C. (1998). *Physics*. New Jersey: Prentice Hall.

Nasrun M, dkk. 2010. Tim pengembang untuk materi "Medan Magnet", Bahan Pelajaran Edukasi.net.

Giancoli, Douglas C. *FISIKA, edisi kelima, jidil 2*. Jakarta: Erlangga, 2001

Furusato. "Fisika Dasar".
http://125.160.17.21:5432/furusato/files/tpb/Fisika%20Dasar/fisika_dasar.pdf (11 Okt. 2012, pukul 11.30 WIB)

Mohtar. *Kapasitor Dielektrik*. Solo: Universitas Negeri Sebelasmaret, 2008

Clayton, Gorge. dan Winder, Steve. *Operational Amplifiers Edisi Kelima*. Terj. Wiwit Kastawan. Jakarta: Penerbit Erlangga, 2003.



Lampiran 1.

Program Bascom

```
$regfile = "M16DEF.DAT"
```

```
$crystal = 11059200
```

```
$baud = 115200
```

```
On Urxc Data_seri_in
```

```
Enable Interrupts
```

```
Enable Urxc
```

```
Config Adc = Single , Prescaler = Auto , Reference = Avcc
```

```
Config Timer1 = Pwm , Pwm = 10 , Compare A Pwm = Clear Down , Compare B
```

```
Pwm = Clear Down , Prescale = 8
```

```
Dim Kirim_data_flag As Bit
```

```
Dim Ulang As Bit
```

```
Dim Adc_val As Word
```

```
Dim Arus As Word
```

```
Dim V_sample As Word
```

```
Dim Mag_pwr As Single
```

```
Dim Mag_pwr_int As Integer
```

```
Dim Mag_pwr_str As String * 4
```

```
Dim Data_seri As String * 1
```

```
Main_program:
```

```
Start Timer1
```

```
Start Adc
```

```
Do
```

```
  If Kirim_data_flag = 1 Then
```

```
    Kirim_data_flag = 0
```

```
    Mag_pwr = Val(mag_pwr_str)
```

```
    Mag_pwr_int = Mag_pwr
```

```
    Pwm1a = Mag_pwr_int
```

```
    Pwm1b = Mag_pwr_int
```

```
    Waitms 100
```

```
    Adc_val = Getadc(0)
```

```
    Arus = Adc_val
```

```
    Adc_val = Getadc(1)
```

```
    V_sample = Adc_val
```

```
    Print Arus ; ":" ; V_sample ; "#"
```

```
  End If
```

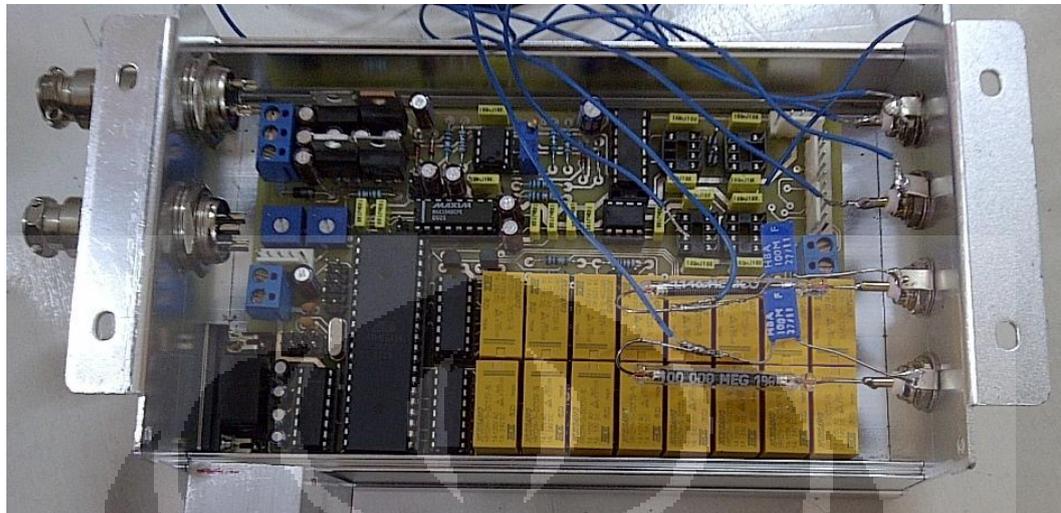
```
Loop
```

```
Data_seri_in:
Disable Interrupts
Data_seri = Inkey()
If Data_seri = "*" Then
  Ulang = 1
  Mag_pwr_str = ""
  Do
    Data_seri = Waitkey()
    If Data_seri = "#" Then
      Ulang = 0
      Kirim_data_flag = 1
    Else
      Mag_pwr_str = Mag_pwr_str + Data_seri
    End If
  Loop Until Ulang = 0
End If
Enable Interrupts
Return
```



Lampiran 2

Alat Ukur Rangkaian Instrumentasi.



Lampiran 3

Bentuk Fisik Rangkaian Power Supply.



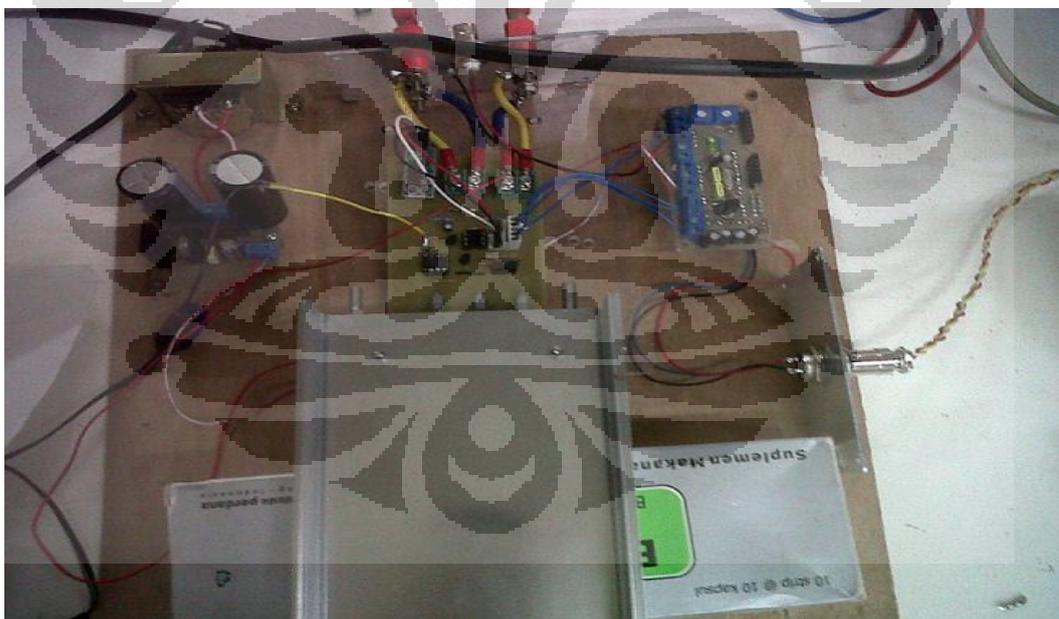
Lampiran 4

Sensor Arus ACS172



Lampiran 5

Rangkaian Elektromagnet sebelum diujicoba.



Lampiran 6

Pengujian Pengambilan Data Penguatan



Lampiran 7

Pengujian Pengambilan Data Nilai ADC dengan Magnet



