

TUGAS AKHIR
PERANCANGAN ALAT MONITORING TRANSFORMATOR 1 FASA
BERBASIS ARDUINO - UNO



Disusun Oleh :

Nama : Ilham Pradana

NIM : 1452001

PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK DIPLOMA TIGA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2017

TUGAS AKHIR

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF A MONITORING SYSTEM FOR THE

OPERATION OF A POWER PLANT

Disusun Oleh :

Nama : Muhammad Fauzan

NIM : 1422001

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRIK DAN ENERGI LISTRIK

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2017

LEMBAR PERSETUJUAN
TUGAS AKHIR
PERANCANGAN ALAT MONITORING TRANSFORMATOR 1 FASA
BERBASIS ARDUINO - UNO

*Disusun dan diajukan untuk melengkapi dan memenuhi syarat-syarat guna
mencapai gelar sarjana di bidang teknik listrik diploma tiga*



Disusun oleh :

Nama : Ilham Pradana

NIM : 1452001

Diperiksa dan disetujui

Dosen pembimbing I

Ir. H. Taufik Hidayat, MT

NIP. Y. 10118700151

Diperiksa dan disetujui

Dosen pembimbing II

Ir. M. Abdul Hamid, MT

NIP. Y. 1018800188

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Listrik D-III



Ir. Eko Nurcahyo, MT

NIP. Y. 1028700172

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat-Nya sehingga tugas akhir yang berjudul “Perancangan Alat Monitoring Transformator 1 Fasa Berbasis Arduino - Uno.” dapat terselesaikan.

Laporan Tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar ahli madya teknik listrik diploma tiga. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada Yang terhormat :

1. Bapak Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MT selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang
2. Bapak Dr. Ir. F. Yudi Limpraptono, MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri
3. Bapak Ir Eko Nurcahyo, ST, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik D-III
4. Bapak Ir. H. Taufik Hidayat, MT, selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Ir. M. Abdul Hamid, MT, selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak membantu dan membimbing laporan evaluasi dan analisa
5. Kedua orang tua penulis yang penulis cintai dan hormati yang telah memberi dukungan baik moril maupun materil
6. Semua saudara-saudara dan Teman-teman angkatan 2014, 2015 dan 2016 yang telah memberi dukungan dan doa
7. Semua pihak yang telah membantu dalam penulisan dan penyusunan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, untuk itu kritik dan saran dari pembaca sangat penulis harapkan untuk perbaikan laporan tugas akhir ini.

Malang, Agustus 2017

Penulis

**“PERANCANGAN ALAT MONITORING TRANSFORMATOR 1
FASA
BERBASIS ARDUINO - UNO”**

(Ilham Pradana. 2014. 1452001. Teknik Listrik D-III)

(Dosen Pembimbing 1 : Ir. H. Taufik Hidayat, MT)

(Dosen Pembimbing 2 : Ir. M. Abdul Hamid, MT)

ABSTRAK

Di dunia yang semakin maju dan modert seperti saat ini, perkembangan teknologi dalam bidang elektronika yang semakin pesat. Banyak sekali sarana yang dibuat secara otomatis untuk mempermudah manusia dalam menggunakannya, contohnya saja pada pengembangan alat ukur untuk mengukur trafo 1 fasa. Untuk mewujudkan sarana secara otomatis tersebut kita dapat membuatnya dengan berbagai macam software yang ada, terutama menggunakan software arduino. Alat monitoring trafo 1 fasa adalah suatu alat pengukuran yang bekerja secara otomatis yang menggunakan software arduino. Dengan adanya alat monitoring ini kita dimudahkan dalam pengukuran tegangan, arus, daya, dan kosumsi energi trafo dengan cara otomatis, karena di dalam alat tersebut sudah dilengkapi beberapa sensor yang ada, yaitu: sensor tegangan, sensor arus dll.

Kata kunci : Pengukuran, *Arduino*, Sensor Tegangan, Sensor Arus.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
ABSTRAK.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah.....	6
1.5 Luaran Yang Diharapkan.....	6
1.6 Manfaat	6
1.7 Sistematika Penulisan	7
BAB II LANDASAN TEORI.....	8
2.1 Pengertian Transformator	8
2.1.1 Sesuai dengan fungsi kegunaannya maka trafo terbagi ke dalam beberapa jenis :	8
2.1.3 Karakteristik Transformator.....	8
2.2 Pengertian <i>Arduino</i>	10
2.2.1 Kelebihan <i>Arduino</i>	12
2.3 Pengertian <i>Arduino Uno</i>	13
2.3.1 Power	14
2.3.2 Komunikasi	15

2.3.3	Bahasa Pemograman Arduino – Uno	16
2.4	Pengertian Sensor Arus.....	23
2.4.1	Sensor Arus ACS712.....	25
2.4.2	Rangkaian Koneksi Arduino Dengan Sensor Arus ACS712.....	27
2.4.3	Source Code Sensor Arus ACS712 Untuk Arduino.....	27
2.5	Pengertian Sensor Tegangan.....	28
2.5.1	Fungsi – Fungsi Dan Kelebihan.....	28
2.5.2	Kalibrasi Modul Sensor Tegangan.....	28
2.5.3	Rangkaian Koneksi Arduino Dengan Sensor Tegangan	29
2.6	Penampil LCD Untuk Menerima Masukan Data Dari Sensor.....	29
BAB III PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT.....		31
3.1	Analisa Dan Perancangan	31
3.2	Tahapan Pembuatan Alat.....	31
3.3	Perancangan Kontruksi Alat	32
3.3.1	Alat - alat yang digunakan	33
3.3.2	Bahan Yang Digunakan.....	35
3.4	Pembuatan Alat Monitoring Transformator 1 Fasa.....	41
3.4.1	Perencanaan Sensor Tegangan.....	41
3.4.2	Perencanaan Sensor Arus.....	41
3.5	Penentuan Kapasitas Pengaman.....	41
3.5.1	Kapasitas Fuse.....	41
3.6	Program Keseluruhan Dari Rangkaian	42
3.7	Diagram Blok Rangkaian Alat.....	49
3.8	Adapun Cara Kerja Sistem Perancangan Alat Monitoring Trafo 1 Fasa Berbasis Aduino Uno Sebagai Berikut:.....	50

3.9 Wearing Diagram	51
3.10Flow Chart.....	52
BAB IV PENGUJIAN ALAT	53
4.1 Pengujian Alat	54
4.4 Pengujian Tanpa Beban	56
4.4.1 Tujuan.....	56
4.4.2 Peralatan yang Digunakan	56
4.4.3 Prosedur Pengujian.....	57
4.5 Pengujian Beban 1 Lampu Bolam	57
4.5.1 Tujuan.....	57
4.5.2 Peralatan yang Digunakan	57
4.5.3 Prosedur Pengujian.....	57
4.6 Pengujian Beban 2 Lampu Bolam	58
4.6.1 Tujuan.....	58
4.6.2 Peralatan yang Digunakan	58
4.6.3 Prosedur Pengujian.....	58
4.7 Tabel Hasil Pengujian.....	59
4.7.1 Tabel Pengujian Tanpa Beban	59
4.7.3 Tabel Pengujian Transformator Berbeban 1 Buah Lampu Bolam...	61
4.7.4 Gambar Rangkaian	63
4.7.5 Tabel Pengujian Transformator Berbeban 2 Buah Lampu Bolam...	56
4.7.6 Gambar Rangkaian	57
BAB V PENUTUP.....	58
5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran	58
DAFTAR PUSTAKA.....	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Konfigurasi Pin ACS712.....	22
Tabel 4.1 Pengujian Transformator Tanpa Beban Selama Kurun Waktu 10 Detik.....	52
Tabel 4.2 Pengujian Transformator Berbeban 1 Buah Lampu Bolam Selam Kurun Waktu 10 Detik.....	54
Tabel 4.3 Pengujian Transformator Berbeban 2 Buah Lampu Bolam Selama Kurun Waktu 10 Detik.....	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Keadaan Transformator Tanpa Beban	5
Gambar 2.2 Keadaan Transformator Berbeban	6
Gambar 2.3 Arduino Uno.....	6
Gambar 2.4 Arduino Nano.....	7
Gambar 2.5 Arduino Atmega.....	7
Gambar 2.6 Modul sensor arus ACS712.....	24
Gambar 2.7 Rangkaian skematik sensor arus ACS712.....	24
Gambar 2.8 Rangkaian koneksi arduino dengan modul sensor Arus ACS712	25
Gambar 2.9 Sensor Tegangan	26
Gambar 2.10 Rangkaian Koneksi Arduino Dengan Sensor Tegangan	27
Gambar 2.11 Rangkaian LCD 2x16	285
Gambar 3.1 Tahapan Pembuatan Alat.....	317
Gambar 3.2 Tespen.....	32
Gambar 3.3 Obeng (+ dan -)	328
Gambar 3.4 Tang Kombinasi.....	29
Gambar 3.5 Kunci Pas.....	29
Gambar 3.6 Tang Lancip.....	29
Gambar 3.7 Laptop.....	340
Gambar 3.8 Konektor Kabel USB.....	340
Gambar 3.9 Arduino- Uno	351
Gambar 3.10 Sensor Tegangan.....	361
Gambar 3.11 Sensor Arus ACS712.....	362
Gambar 3.12 Layar LCD 2x16	362

Gambar 3.13 I ² C LCD.....	373
Gambar 3.14 Transformator 1 Fasa.....	373
Gambar 3.15 Lampu Bolam 25W.....	384
Gambar 3.16 Kabel Penghubung Male To Male.....	384
Gambar 3.17 Banan Jack.....	394
Gambar 3.18 Banana Plug / Stackable Plug.....	395
Gambar 3.19 Akrilik.....	395
Gambar 3.20 Spiral KS.....	405
Gambar 3.21 Diagram Blok Sistem Pengendalian.....	493
Gambar 3.22 Wearing Diagram Rangkaian Monitoring Transformator 1 Fasa..	515
Gambar 3.23 Flow Chart Monitoring Transformator 1.....	526
Gambar 4.1 Pemasangan Kabel USB Pada Arduino Uno.....	48
Gambar 4.2 Pemasangan Kabel USB Pada Laptop.....	48
Gambar 4.3 Memasukkan Steker Kedalam Stop Kontak.....	49
Gambar 4.4 Pemasangan Beban.....	49
Gambar 4.5 Monitoring Tanpa Beban.....	560
Gambar 4.6 Monitoring Berbeban 1 Lampu Bolam.....	571
Gambar 4.7 Monitoring Berbeban 2 Lampu Bolam.....	582
Gambar 4.8 Tanpa Beban.....	593
Gambar 4.9 Rangkaian Pengujian Transformator Tanpa Beban.....	603
Gambar 4.10 Berbeban 1 Buah Lampu Bolam.....	624
Gambar 4.11 Rangkaian Pengujian Transformator Berbeban 1 Buah Lampu Bolam.....	625
Gambar 4.12 Berebeban 2 Buah Lampu Bolam.....	56
Gambar 4.13 Rangkaian Pengujian Transformator Berbeban 2 Buah Lampu Bolam.....	57

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di dunia yang semakin maju dan *modert* seperti saat ini, perkembangan teknologi dalam bidang elektronika yang semakin pesat. Kebutuhan perangkat yang dapat mempermudah pekerjaan telah berkembang selaras dengan fungsional dan efektifitas dari perangkat yang tercipta. Banyak sekali sarana yang dibuat secara otomatis untuk mempermudah manusia dalam menggunakannya, contohnya saja pada pengembangan alat ukur untuk mengukur transformator 1 fasa. Untuk mewujudkan sarana secara otomatis tersebut kita dapat membuatnya dengan berbagai macam software yang ada, terutama menggunakan software arduino, dimana software tersebut banyak sekali terdapat di kalangan masyarakat dan harganya sangat terjangkau.

Software Arduino adalah peralatan kontrol yang banyak digunakan di dunia *elektronik*. Banyak sekali alat yang dibuat dengan cara otomatis yang berbasis *arduino*, terutama pada sektor perencanaan alat monitoring transformator 1 fasa.

Alat monitoring transformator 1 fasa adalah suatu alat pengukuran yang bekerja secara otomatis yang menggunakan software arduino. Dengan adanya alat monitoring ini kita dimudahkan dalam pengukuran tegangan, arus, daya, dan konsumsi energi trafo dengan cara otomatis, karena di dalam alat tersebut sudah dilengkapi beberapa sensor yang ada, yaitu: sensor tegangan, sensor arus dll. Alat ini juga dilengkapi pengaman beban lebih yang kegunaanya adalah untuk mengaman kan alat apabila terjadi over load sehingga mencegah terjadinya kerusakan yang fatal pada alat tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan dari latar belakang diatas dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana cara kerja dari alat monitoring transformator 1 fasa dalam keadaan berbeban dan tak berbeban.

- b. Bagaimana cara kerja dari modul sensor arus dan modul sensor tegangan.

1.3 Tujuan

Adapun Tugas akhir ini bertujuan untuk Perancangan dan Pembuatan Alat Monitoring Transformator 1 Fasa Berbasis Arduino Uno dan mengetahui cara kerja rangkaian dalam keadaan berbeban dan tanpa berbeban.

1.4 Batasan Masalah

Agar tugas akhir yang akan dibahas tidak meluas dan dapat lebih terarah, maka pembahasan ini akan dibatasi pada

- a. Yang dimonitoring transformator kapasitas 1000Watt dengan tegangan sisi sekunder 220v
- b. Perancangan dan monitoring transformator 1 fasa yang dibebani lampu bolam 25W / 220V
- c. Yang dimonitoring Tegangan, Arus, Daya, Kosumsi energi disertai pengaman beban lebih (*overload*).
- d. Dilakukan 3 kali pengujian yaitu pengujian tanpa beban, pengujian berbeban 1 lampu bolam, pengujian berbeban 2 lampu bolam.

1.5 Luaran Yang Diharapkan

Mampu mengetahui cara monitoring transformator 1 fasa berbasis arduino uno. Mampu menggunakan Arduino sebagai program yang akan digunakan.

1.6 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari Perancangan Alat Monitoring Transformator 1 Fasa Berbasis Arduino Uno adalah

- a. Mampu membuat alat dan mengetahui cara kerjanya
- b. Kita dapat mengetahui pemrograman dari arduino uno untuk memonitoring transformator 1 fasa
- c. Kita dapat mengetahui program arduino dari sensor tegangan
- d. Kita dapat mengetahui program arduino dari sensor arus
- e. Kita dapat monitoring transformator 1 fasa dalam keadaan berbeban dan tanpa berbeban

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penyusunan tugas akhir ini terdiri dari:

- BAB I : PENDAHULUAN**
Bab ini berisi sub bab, pendahuluan yang berisikan tentang latar belakang tujuan batasan masalah
- BAB II : LANDASAN TEORI**
Merupakan teori dasar berisikan teori tentang peralatan yang akan dibuat
- BAB III : PERENCANAAN dan PEMBUATAN ALAT**
Merupakan pembahasan masalah yang berisikan perencanaan konstruksi alat dan perencanaan pengendali rangkaian yang akan di buat
- BAB IV : PENGUJIAN ALAT**
Merupakan analisa yang berisikan tentang dekskripsi kerja alat dan pengendali rangkaian
- BAB VI : PENUTUP**
Merupakan bab penutup yang berisikan kesimpulan dan saran saran dari penelitian yang sudah dilakukan

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Transformator

Transformator step up-down memiliki lilitan sekunder lebih sedikit dari pada lilitan primer, sehingga berfungsi sebagai penurun tegangan. Transformator jenis ini sangat mudah ditemui.

2.1.1 Sesuai dengan fungsi kegunaannya maka trafo terbagi ke dalam beberapa jenis :

- a. Trafo step up/down untuk menaikkan atau menurunkan tegangan.
- b. Trafo adaptor untuk mengubah tegangan dari arus AC ke arus DC.

2.1.2 Prinsip Kerja

Transformator bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik. Tegangan masukan bolak-balik yang membentangi primer menimbulkan fluks magnet yang idealnya semua bersambung dengan lilitan sekunder. Fluks bolak-balik ini menginduksikan GGL dalam lilitan sekunder. Jika efisiensi sempurna, semua daya pada lilitan primer akan dilimpahkan ke lilitan sekunder.

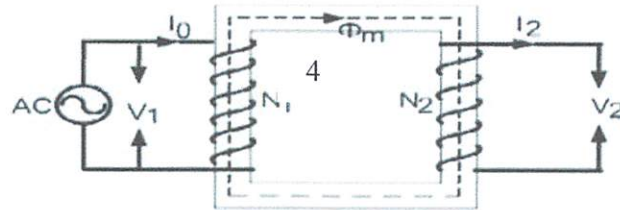
2.1.3 Karakteristik Transformator

a. Keadaan Transformator Tanpa Beban

Bila kumparan primer transformator dihubungkan dengan sumber tegangan V_1 yang sinusoid maka akan mengalir arus primer I_0 yang juga sinusoid dan dengan menganggap belitan N_1 reaktif murni, I_0 akan tertinggal 90° dari V_1 dan fluks sefasa dengan I_0 . Dengan mengabaikan rugi tahanan dan adanya fluks bocor: Arus primer I_0 yang mengalir dalam kenyataannya bukan merupakan arus induktif murni, tapi terdiri atas komponen: · Komponen arus pemagnetan (I_m) · Komponen arus rugi tembaga (I_c).

Rumus :

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}$$



Gambar 2.1 Keadaan Transformator Tanpa Beban

b. Keadaan Transformator Berbeban

Apabila kumparan skunder dihubungkan dengan beban Z_L , I_2 akan mengalir pada kumparan skunder dimana $I_2 = V_2/Z_L$ dengan $\theta_2 =$ factor kerja beban. Arus beban I_2 ini akan menimbulkan gaya magnet (ggm) $N_2 I_2$ yang cenderung menentang fluks (Φ) bersama yang telah ada akibat arus pemagnetan IM . Agar fluks bersama itu tidak berubah – ubah nilainya, pada kumparan primer harus mengalir Persaman arus yang mengalir I_2' , yang menentang fluks yang dibangkitkan oleh arus beban I_2 , hingga keseluruhan arus yang mengalir pada kumparan primer menjadi :

$$I_1 = I_0 + I_2'$$

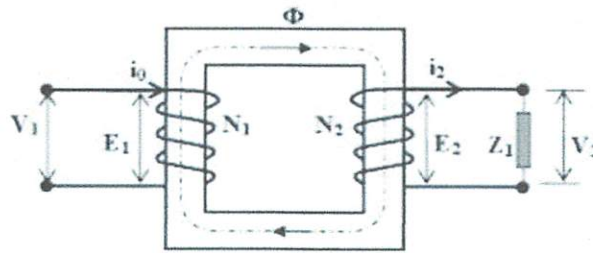
Bila rugi besi diabaikan (I_c diabaikan) maka $I_0 = IM$

$$I_1 = I_0 + I_2'$$

Untuk menjadikan agar fliks tetap tidak berubah sebesar (ggm) yang dihasilkan oleh arus pemagnetan IM saja, berlaku hubungan:

$$N_1 IM = N_1 I_1 - N_2 I_2 \text{ atau } N_1 I_2' = N_2 I_2$$

Karena nilai IM dianggap kecil maka $I_2' = I_1$

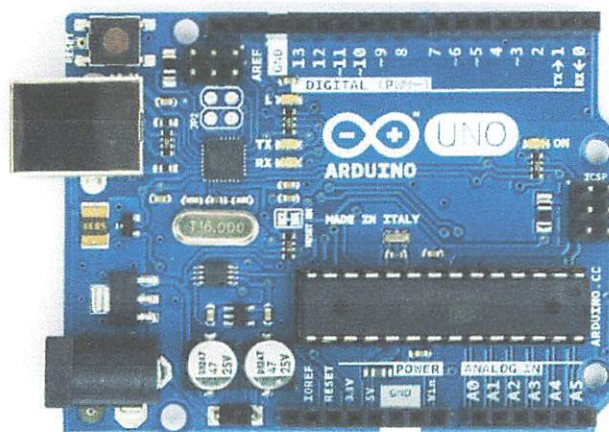


Gambar 2.2 Keadaan Transformator Berbeban

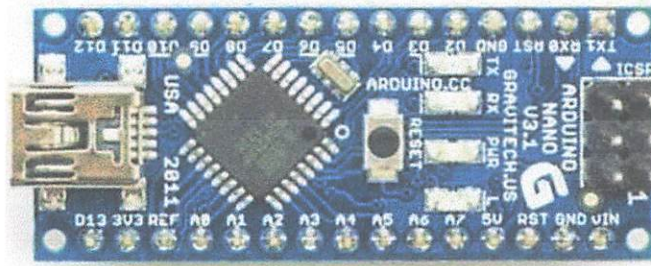
2.2 Pengertian Arduino

Arduino adalah peralatan control yang banyak digunakan di dunia elektronik yang fungsinya hampir sama dengan jenis relay, namun smart relay sangat mahal dipasaran pengerjaan sirkuit control relay yang merupakan instalasi langsung pada aplikasi sistem otomatis sederhana. Dengan arduino rangkaian control cukup dibuat secara software. Keunggulan menggunakan arduino adalah sangat mudah dan harganya sangat terjangkau bagi kelas ekonomi menengah kebawah atau menengah keatas, bersifat fleksibel dan sangat handal, mudah dalam memodifikasi (dengan software). Lebih ekonomis dari pada PLC untuk aplikasi yang sederhana. Arduino merupakan alat ele'ktronik yang sangat efisien tersedia dalam 3 model yaitu:

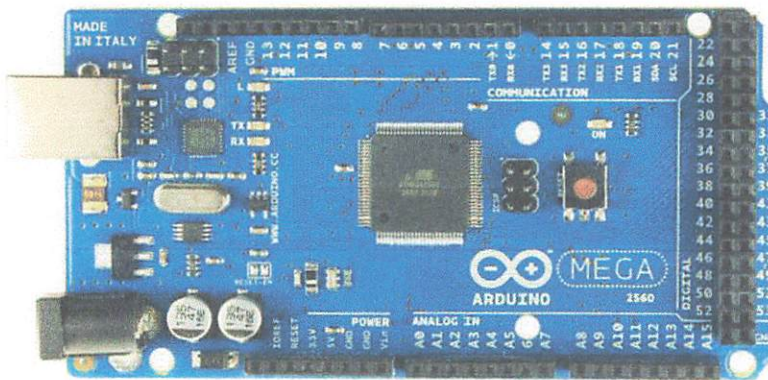
- a. Model Nano
- b. Model Uno
- c. Model Atmega



Gambar 2.3 Arduino Uno



Gambar 2.4 Arduino Nano



Gambar 2.5 Arduino Atmega

Pengendali mikro single-board yang bersifat open-source, diturunkan dari Wiring platform, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardwarenya memiliki prosesor Atmel AVR dan softwarenya memiliki bahasa pemrograman sendiri. Saat ini Arduino sangat populer di seluruh dunia. Banyak pemula yang belajar mengenal robotika dan elektronika lewat Arduino karena mudah dipelajari. Tapi tidak hanya pemula, para hobbyist atau profesional pun ikut senang mengembangkan aplikasi elektronik menggunakan Arduino. Bahasa yang dipakai dalam Arduino bukan assembler yang relatif sulit, tetapi bahasa C++ yang disederhanakan dengan bantuan pustaka-pustaka (libraries) Arduino. Arduino juga menyederhanakan proses bekerja dengan mikrokontroler, sekaligus menawarkan berbagai macam kelebihan antara lain:

- a. Murah – Papan (perangkat keras) Arduino biasanya dijual relatif murah (antara 125ribu hingga 400ribuan rupiah saja) dibandingkan dengan platform mikrokontroler pro lainnya. Jika ingin lebih murah lagi, tentu bisa dibuat sendiri dan itu sangat mungkin sekali karena semua sumber daya untuk membuat sendiri Arduino tersedia lengkap di website Arduino bahkan di

- website-website komunitas Arduino lainnya. Tidak hanya cocok untuk Windows, namun juga cocok bekerja di Linux.
- b. Sederhana dan mudah pemrogramannya – Perlu diketahui bahwa lingkungan pemrograman di Arduino mudah digunakan untuk pemula, dan cukup fleksibel bagi mereka yang sudah tingkat lanjut. Untuk guru/dosen, Arduino berbasis pada lingkungan pemrograman Processing, sehingga jika mahasiswa atau murid-murid terbiasa menggunakan Processing tentu saja akan mudah menggunakan Arduino.
 - c. Perangkat lunaknya Open Source – Perangkat lunak Arduino IDE dipublikasikan sebagai Open Source, tersedia bagi para pemrogram berpengalaman untuk pengembangan lebih lanjut. Bahasanya bisa dikembangkan lebih lanjut melalui pustaka-pustaka C++ yang berbasis pada Bahasa C untuk AVR.
 - d. Perangkat kerasnya Open Source – Perangkat keras Arduino berbasis mikrokontroler ATMEGA8, ATMEGA168, ATMEGA328 dan ATMEGA1280 (yang terbaru ATMEGA2560). Dengan demikian siapa saja bisa membuatnya (dan kemudian bisa menjualnya) perangkat keras Arduino ini, apalagi bootloader tersedia langsung dari perangkat lunak Arduino IDE-nya. Bisa juga menggunakan breadboard untuk membuat perangkat Arduino beserta periferal-periferal lain yang dibutuhkan

2.2.1 Kelebihan Arduino

Tidak perlu perangkat chip programmer karena didalamnya sudah ada bootloader yang akan menangani upload program dari komputer. Sudah memiliki sarana komunikasi USB, Sehingga pengguna laptop yang tidak memiliki port serial/RS323 bisa menggunakannya. Memiliki modul siap pakai (Shield) yang bisa ditancapkan pada board arduino. Contohnya shield GPS, Ethernet,dll.

1. USB

Soket USB adalah soket kabel USB yang disambungkan kekomputer atau laptop. Yang berfungsi untuk mengirimkan program ke arduino dan juga sebagai port komunikasi serial.

2. Input/Output Digital Dan Input Analog

Input/output digital atau digital pin adalah pin pin untuk menghubungkan arduino dengan komponen atau rangkaian digital. contohnya , jika ingin membuat LED berkedip, LED tersebut bisa dipasang pada salah satu pin input atau output digital dan ground. komponen lain yang menghasilkan output digital atau menerima input digital bisa disambungkan ke pin pin ini. Input analog atau analog pin adalah pin pin yang berfungsi untuk menerima sinyal dari komponen atau rangkaian analog. contohnya , potensiometer, sensor suhu, sensor cahaya, dll.

3. Catu Daya

Pin-pin catu daya adalah pin yang memberikan tegangan untuk komponen atau rangkaian yang dihubungkan dengan arduino. Pada bagian catu daya ini pin Vin dan Reset. Vin digunakan untuk memberikan tegangan langsung kepada arduino tanpa melalui tegangan pada USB atau adaptor, sedangkan Reset adalah pin untuk memberikan sinyal reset melalui tombol atau rangkaian eksternal.

4. Batrai/ Adaptor

Soket baterai atau adaptor digunakan untuk menyuplai arduino dengan tegangan dari baterai/adaptor 9V pada saat arduino sedang tidak disambungkan kekomputer. Jika arduino sedang disambungkan kekomputer dengan USB, Arduino mendapatkan suplai tegangan dari USB, Jika tidak perlu memasang baterai/adaptor pada saat memprogram arduino.

2.3 Pengertian Arduino Uno

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328 (datasheet). Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang-ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya.

Uno berbeda dengan semua board sebelumnya dalam hal koneksi USB-to-serial yaitu menggunakan fitur Atmega8U2 yang diprogram sebagai konverter USB-to-serial berbeda dengan board sebelumnya yang menggunakan chip FTDI driver USB-to-serial. Nama “Uno” berarti *satu* dalam bahasa Italia, untuk menandai

peluncuran Arduino 1.0. Uno dan versi 1.0 akan menjadi versi referensi dari Arduino. Uno adalah yang terbaru dalam serangkaian board USB Arduino, dan sebagai model referensi untuk platform Arduino, untuk perbandingan dengan versi sebelumnya, lihat indeks board Arduino.

2.3.1 Power

Uno Arduino dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal (otomatis). Eksternal (non-USB) daya dapat berasal baik dari AC-ke adaptor-DC atau baterai. Adaptor ini dapat dihubungkan dengan menancapkan plug jack pusat-positif ukuran 2.1mm konektor POWER. Ujung kepala dari baterai dapat dimasukkan kedalam Gnd dan Vin pin header dari konektor POWER. Kisaran kebutuhan daya yang disarankan untuk board Uno adalah 7 sampai dengan 12 volt, jika diberi daya kurang dari 7 volt kemungkinan pin 5v Uno dapat beroperasi tetapi tidak stabil kemudian jika diberi daya lebih dari 12V, regulator tegangan bisa panas dan dapat merusak board Uno. Pin listrik adalah sebagai berikut:

- a. VIN. Tegangan masukan kepada board Arduino ketika itu menggunakan sumber daya eksternal (sebagai pengganti dari 5 volt koneksi USB atau sumber daya lainnya).
- b. 5V. Catu daya digunakan untuk daya mikrokontroler dan komponen lainnya.
- c. 3v3. Sebuah pasokan 3,3 volt dihasilkan oleh regulator on-board.
- d. GND. Ground pin.
- e. Memori.
- f. ATmega328 memiliki 32 KB (dengan 0,5 KB digunakan untuk bootloader), 2 KB dari SRAM dan 1 KB EEPROM (yang dapat dibaca dan ditulis dengan EEPROM library).
- g. Input dan Output.
- h. Masing-masing dari 14 pin digital di Uno dapat digunakan sebagai input atau output, dengan menggunakan fungsi *pinMode ()*, *digitalWrite ()*, dan *digitalRead ()*, beroperasi dengan daya 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima maksimum 40 mA dan memiliki internal pull-up resistor (secara default terputus) dari 20-50 kOhms. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus:

- i. *Serial*: 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) TTL data serial. Pin ini dihubungkan ke pin yang berkaitan dengan chip Serial ATmega8U2 USB-to-TTL.
- j. *Eksternal menyela*: 2 dan 3. Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu interrupt pada nilai yang rendah, dengan batasan tepi naik atau turun, atau perubahan nilai. Lihat (`attachInterrupt`) fungsi untuk rincian lebih lanjut.
- k. *PWM*: 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Menyediakan output PWM 8-bit dengan fungsi `analogWrite ()`.
- l. *SPI*: 10 (SS), 11 (Mosi), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan *SPI library*.
- m. *LED*: 13. Ada built-in LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin bernilai nilai HIGH, LED on, ketika pin bernilai LOW, LED off.
- n. Uno memiliki 6 masukan analog, berlabel A0 sampai dengan A5, yang masing-masing menyediakan 10 bit dengan resolusi (yaitu 1024 nilai yang berbeda). Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus:
 - o. *I2C*: A4 (*SDA*) dan A5 (*SCL*). Dukungan I2C (TWI) komunikasi menggunakan perpustakaan Wire.
 - p. *Aref*. Tegangan referensi (0 sampai 5V saja) untuk input analog. Digunakan dengan fungsi `analogReference ()`.
 - q. *Reset*. Bawa baris ini LOW untuk me-reset mikrokontroler.
 - r. Lihat juga mapping pin Arduino dan port ATmega328.

2.3.2 Komunikasi

Uno Arduino memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lainnya. ATmega328 menyediakan UART TTL (5V) untuk komunikasi serial, yang tersedia di pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Sebuah ATmega8U2 sebagai saluran komunikasi serial melalui USB dan sebagai port virtual com untuk perangkat lunak pada komputer. Firmware '8 U2 menggunakan driver USB standar COM, dan tidak ada driver eksternal yang diperlukan. Namun, pada Windows diperlukan, sebuah file inf. Perangkat lunak Arduino terdapat monitor serial yang memungkinkan digunakan memonitor data tekstual sederhana yang akan dikirim ke atau dari board Arduino. LED RX dan TX di papan tulis akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui chip USB-to-

serial dengan koneksi USB ke komputer (tetapi tidak untuk komunikasi serial pada pin 0 dan 1). Sebuah *SoftwareSerial library* memungkinkan untuk berkomunikasi secara serial pada salah satu pin digital pada board Uno's. ATmega328 juga mendukung I2C (TWI) dan komunikasi SPI. Perangkat lunak Arduino termasuk perpustakaan *Kawat* untuk menyederhanakan penggunaan bus I2C, lihat dokumentasi untuk rincian. Untuk komunikasi SPI, menggunakan perpustakaan SPI.

2.3.3 Bahasa Pemrograman Arduino – Uno

Pada dasarnya merupakan perangkat lunak pemrograman mikrokontroler keluarga berbasis bahasa C. Ada tiga komponen penting yang telah diintegrasikan dalam perangkat lunak ini: *Compiler C*, IDE dan Program generator. Berdasarkan spesifikasi yang dikeluarkan oleh perusahaan pengembangnya, *Compiler C* yang digunakan hampir mengimplementasikan semua komponen standar yang ada pada bahasa C standar ANSI (seperti struktur program, jenis tipe data, jenis operator, dan *library* fungsi standar-berikut penamaannya).

Tetapi walaupun demikian, dibandingkan bahasa C untuk aplikasi komputer, *compiler C* untuk mikrokontroler ini memiliki sedikit perbedaan yang disesuaikan dengan arsitektur, tempat program C tersebut ditanamkan (*embedded*). Khusus untuk *library* fungsi, disamping *library* standar (seperti fungsi-fungsi matematik, manipulasi *String*, pengaksesan memori dan sebagainya), CodeVision juga menyediakan fungsi-fungsi tambahan yang sangat bermanfaat dalam pemrograman antarmuka dengan perangkat luar yang umum digunakan dalam aplikasi kontrol. Beberapa fungsi *library* yang penting diantaranya adalah fungsi-fungsi untuk pengaksesan LCD, komunikasi I C, Baiklah kita akan mulai dari:

```
void setup() {
    // semua kode yang disini akan dibaca sekali oleh Arduino
}

void loop() {
    //semua kode yang ada disini akan dibaca berulang kali (terus menerus) oleh
```

```

Arduino
}

```

Semua kode program yang ada dalam `void setup` akan dibaca sekali oleh Arduino. Biasanya isinya berupa kode perintah untuk menentukan fungsi pada sebuah pin. Contoh kodenya seperti:

```

pinMode(13, OUTPUT);      // menentukan pin 13 sebagai OUTPUT
pinMode(3, INPUT);       // menentukan pin 3 sebagai INPUT

```

Adapun untuk komunikasi antara Arduino dengan komputer, menggunakan:

```

Serial.begin(9600);      // untuk komunikasi Arduino dengan komputer

```

Semua kode program yang ada di `void loop` akan dibaca setelah `void setup` dan akan dibaca terus menerus oleh Arduino. Isinya berupa kode-kode perintah kepada pin INPUT dan OUTPUT pada Arduino. Contoh kodenya seperti:

```

digitalWrite(13, HIGH);  //untuk memberikan 5V (nyala) kepada pin 13.
digitalWrite(13, LOW);   //untuk memberikan 0V (mati) kepada pin
13.
analogWrite(3, 225);     //untuk memberikan nilai 225 (setara dengan
5V) kepada pin 3.

```

Adapun untuk menampilkan nilai pada sebuah sensor di Serial Monitor, bisa menggunakan:

```

Serial.print(namasensor); //menampilkan nilai sensor yang disimpan di variabel
nama sensor

```

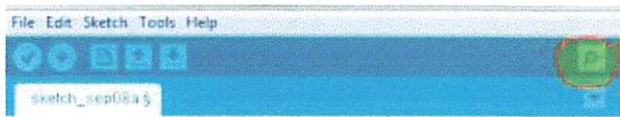
Untuk menampilkan teks, bis menggunakan:

```

Serial.print("Selamat Datang"); //menampilkan teks Selamat Datang pada Serial
Monitor

```

Dan untuk membuka Serial Monitor sendiri pada Arduino, bisa dengan memilih menu Tools kemudian pilih Serial Monitor. Atau dengan menekan kombinasi CTRL+SHIFT+M di keyboard. Atau bisa juga dengan meng-klik ikon Kaca Pembesar di Arduino, seperti gambar dibawah ini:



Catatan Pada Program

Kamu bisa membuat catatan pada program dan tidak akan dibaca oleh Arduino, dengan cara mengetikan // kemudian mengetikan catatannya, seperti:

```
void loop() {
    // catatan pada baris ini tidak akan dibaca oleh program
}
```

Tapi pemakaian tanda // hanya berfungsi untuk catatan satu baris saja, jika kamu ingin membuat catatan yang panjang yaitu berupa paragraf. Maka pertama kamu ketikan /* lalu ketikan catatan kamu, dan jika sudah selesai tutup dengan kode */. Contohnya seperti:

```
void loop() {
    /* apapun yang kamu mau ketikan disini tidak
    akan dibaca oleh program
    sepanjang apapun kamu mengetiknya
    */
}
```

Kurung Kurawal {}

Digunakan untuk menentukan awal dan akhir dari program. Karena seperti bahasa pemrograman pada umumnya, Arduino membaca mulai dari atas hingga kebawah.

```
void loop()
{
....program
....program
....program
}
```

Titik Koma ;

Setiap baris kode pada Arduino harus diakhiri dengan tanda ;

```
void setup(){
  pinMode(13, OUTPUT);
}
```

```
void loop(){
  digitalWrite(13, HIGH);
}
```

Variables

Variabel adalah kode program yang digunakan untuk menyimpan suatu nilai pada sebuah nama. Yang biasa digunakan diantaranya adalah Integer, Long, Boolean, Float, Character.

int (integer)

Variabel yang paling sering digunakan dan dapat menyimpan data sebesar 2 bytes (16 bits).

long (long)

Biasa digunakan jika nilai datanya lebih besar dari integer. Menggunakan 4 bytes (32 bits).

boolean (boolean)

Variabel yang hanya menyimpan nilai TRUE dan FALSE saja. Hanya menggunakan 1 bit saja ;)

float(float)

Digunakan untuk floating point pada nilai decimal. Memory yang digunakan 4 bytes (32 bits).

char(character)

Menyimpan character berdasarkan ASCII kode (contoh: 'A'=65).

Menggunakan 1 byte (8 bits).

Operator Matematika

Digunakan untuk memanipulasi nilai dengan perhitungan matematika sederhana seperti: penjumlahan, pengurangan, sama dengan, dan sebagainya.

= (sama dengan) (contoh $x=10*2$ (x sekarang jadi 20))

% (persentase) (contoh $12\%10$ (hasilnya yaitu 2))

+ (penambahan)

- (pengurangan)

* (perkalian)

/ (pembagian)

Operator Perbandingan

Digunakan untuk melakukan perbandingan secara logika.

== (sama dengan) contoh: $15 == 10$ FALSE atau $15 == 15$ TRUE

!= (tidak sama dengan) contoh: $15 != 10$ TRUE atau $15 != 15$ FALSE

< (lebih kecil dari) contoh: $15 < 10$ FALSE atau $12 < 14$ TRUE

> (lebih besar dari) contoh: $15 > 19$ TRUE atau $15 > 10$ FALSE

Struktur Pengendali

Program yang digunakan untuk menentukan sebuah kondisi, dan jika kondisinya sudah terpenuhi maka akan melaksanakan perintah yang sudah ditentukan. Dan saat tidak memenuhi kondisinya juga ada perintah yang dilaksanakan oleh Arduino.

`if(kondisi A)`

```
{
  Kode Perintah A
}
else if(kondisi B)
{
  Kode Perintah B
}
```

```

else
{
  Kode Perintah C
}

```

Pertama Arduino akan lihat Kondisi A. Jika terpenuhi, maka akan melaksanakan Kode Perintah A. Tapi jika TIDAK, Arduino akan lihat Kondisi B. Jika terpenuhi, maka akan melaksanakan Kode Perintah B. Tapi jika TIDAK juga, maka Arduino akan melaksanakan Kode Perintah C.

```

for(int i = 0; i < #repeats; i++)
{
  Kode Perintah
}

```

Kode diatas digunakan saat kita ingin mengulangi kode atau nilai dalam beberapa kali. Penjelasan detailnya nanti akan dibahas ketika mencoba membuat projek, biar lebih mudah dipahami, OK. ;)

Kode Digital

Digunakan untuk pemrograman yang menggunakan Pin Digital pada Arduino.

```
pinMode( pin, mode);
```

Kode diatas digunakan untuk seting mode pin. Pin adalah nomer pin yang akan digunakan, kalo kamu pake Arduino Uno, pin Digitalnya dari 0-13. dan mode sendiri bisa berupa INPUT atau OUTPUT.

Contoh:

```
pinMode(13, OUTPUT); // artinya pin 13 digunakan sebagai OUTPUT
pinMode(7, INPUT); // artinya pin 7 digunakan sebagai INPUT
```

Dan seperti yang sudah saya bilang untuk kode `pinMode` itu ada didalam `void setup`.

```
digitalRead(pin);
```

Kode diatas digunakan pin INPUT, untuk membaca nilai sensor yang ada pada pin. Dan nilainya hanya terbatas pada 1 (TRUE), atau 0 (FALSE).

Contoh:

```
digitalRead(13); // artinya kode akan membaca nilai sensor pada pin 13
```

Kode `digitalRead` kita masukan dalam `void loop`.

```
digitalWrite(pin, nilai);
```

Kode diatas digunakan untuk pin OUTPUT yang sudah kita seting apakah akan diberikan HIGH (+5V), atau LOW (Ground).

Contoh:

```
digitalWrite(13, HIGH); // artinya pin 13 kita diberi tegangan +5V
```

```
digitalWrite(13, LOW); // artinya pin 13 kita diberi tegangan 0 / Ground
```

Dan untuk kode `digitalWrite` tentu saja kita masukan dalam `void loop`.

```
analogWrite(pin, nilai);
```

Meskipun Arduino adalah perangkat digital, tapi kita masih bisa menggunakan fungsi Analognya pada pin Digital Arduino. Tapi hanya beberap pin saja, yang biasa kita sebut PWM (Pulse With Modulation). Pada Arduino Uno memiliki 6 pin PWM, yaitu: 3,5,6,9, 10, dan 11.

Dengan begini nilai yang dihasilkan menjadi bervariasi dari 0-255, itu setara dengan 0-5V.

Contoh:

```
analogWrite(3, 150); // artinya pin 3 diberikan nilai sebesar 150
```

Dan untuk kode `analogWrite` juga kita masukan dalam `void loop`.

KODE ANALOG

Kode analog ini digunakan ketika ingin menggunakan pin Analog pada Arduino. Untuk Arduino Uno pin Analog dari A0-A5. Dan karena ini pin Analog maka hanya bisa kita gunakan sebagai INPUT saja. Dan juga tidak perlu menulis `pinMode` pada `void setup`.

```
analogRead(pin);
```

Kode diatas digunakan untuk membaca nilai pada sensor Analog. Yaitu antara 0-1024.

2.4 Pengertian Sensor Arus

Sensor adalah peralatan yang digunakan untuk merubah suatu bentuk besaran fisik menjadi suatu bentuk besaran listrik sehingga dapat dianalisa menggunakan rangkainya listrik tertentu. Dalam suatu rangkaian elektronik terdapat tegangan, arus dan hambatan yang saling berhubungan. Ampere meter adalah alat untuk mengukur arus yang mengalir pada suatu rangkaian elektronik. Arus listrik yang mengalir pada suatu konduktor menimbulkan medan magnet. Oleh sebab itu arus listrik dapat diukur dengan besarnya medan magnet. Medan magnet dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain:

- a. Besar arus listrik
- b. Jarak medan magnet terhadap suatu titik pengukuran
- c. Arah medan magnet yang terbentuk

Medan magnet adalah suatu medan yang dibentuk dengan menggerakkan muatan listrik (arus listrik) yang menyebabkan munculnya gaya di muatan listrik yang bergerak lainnya. Putaran mekanika kuantum dari satu partikel membentuk medan magnet dan putaran itu dipengaruhi oleh dirinya sendiri seperti arus listrik. Sebuah medan magnet adalah medan vektor, yaitu berhubungan dengan setiap titik dalam ruang vektor yang dapat berubah menurut waktu. Arah dari medan ini adalah seimbang dengan arah jarum kompas yang diletakkan di dalam medan tersebut. Secara konvensional kuat arus dapat diukur dengan menghubungkan alat secara seri pada rangkaian. Cara ini memiliki kelemahan karena mengganggu aliran arus yang akan diukur. Kemajuan teknologi digital meningkatkan kemampuan alat ukur. Ukuran yang semakin kecil sehingga mudah digunakan disamping harga yang semakin murah juga didukung oleh kemajuan teknologi digital. Kemajuan ini menyebabkan penelitian-penelitian dapat dilakukan dengan lebih baik dan cepat.

Alat ukur dapat tersusun atas bagian digital dan analog. Ada tiga bagian utama dalam suatu alat ukur, yaitu sensor, pengolah data dan penampil data. Alat ukur dengan penampil digital memberikan banyak kemudahan seperti pembacaan yang lebih teliti dan mudah dibaca karena tidak ada paralaks. Pengolahan data juga lebih mudah dilakukan secara digital, walaupun ada beberapa bagian yang memang tidak bisa mengabaikan kemampuan suatu rangkaian analog. Ada beberapa alat untuk mengukur arus yang sering disebut sensor arus. Sensor arus sebatang kawat teraliri arus listrik menuju beban dilewatkan diantara cincin toroid dan sejumlah kawat email digulung pada cincin toroid tersebut maka kumparan kawat pada cincin tersebut akan menginduksikan arus listrik dari sebatang kawat arus tersebut. Dengan mengolah sinyal induksi pada kawat kumparan toroid tersebut maka akan diperoleh nilai arus yang dilewatkan untuk mensuplay beban pada ujung kawat arus. Dengan metode ini arus yang dilewatkan akan terbaca pada fungsi besaran tegangan berbentuk gelombang sinusoidal.

Jenis penguat yang digunakan pada pengolah sinyal arus diatas merupakan penguat non inverting, pada bagian belakang diberikan sebuah dioda terpasang sebagai callper yang memotong sinyal dibawah sumbu nol dan kapasitor berfungsi sebagai pemurni tegangan DC. Sehingga pada rangkaian pengkondisi sinyal ini menghasilkan tegangan DC yang kompatibel terhadap kebutuhan tegangan ADC. Macam sensor arus antara lain:

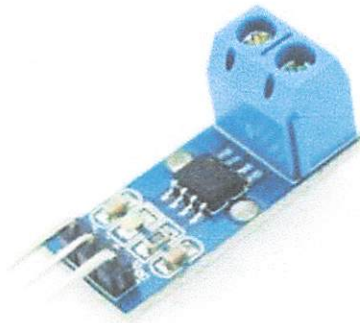
2.4.1 Sensor Arus ACS712

Sensor arus yang digunakan berupa modul sensor arus ACS712 yang memiliki kegunaan untuk mendeteksi besar arus yang mengalir lewat blok terminal. Feature dan manfaat yang diberikan oleh sensor arus ACS712 seperti berikut:

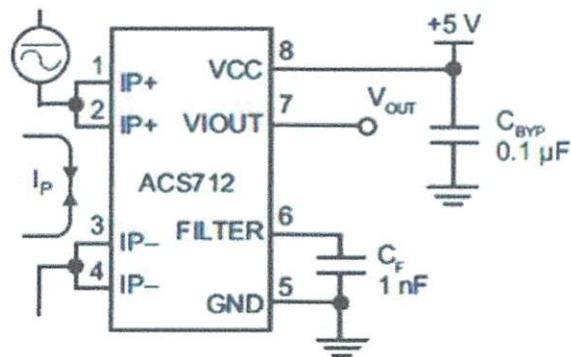
- a. Rendah noise
- b. Bandwidth Perangkat diatur melalui FILTER pin baru waktu naik
- c. 5 mikrodetik keluaran dalam menanggapi arus masukan
- d. Bandwith 80 kHz
- e. Total output error 1,5% pada $T_A = 25^\circ \text{C}$
- f. Tampak Kecil, low-profile paket SOIC8
- g. 1,2 MW resistansi konduktor internal
- h. Isolasi tegangan 2,1 kVRMS minimum dari pin 1-4 ke pin 5-8
- i. 5.0 V, operasi catu daya tunggal

j. 66-185 mV / A sensitivitas keluaran

Modul Sensor Arus ACS712 seperti pada gambar 1, dapat mendeteksi arus hingga 30A dan sinyal arus ini dapat dibaca melalui analog IO port Arduino, Produk tersedia dipasaran untuk modul ini adalah 30A, 20A, 5A. Untuk demonstrasi kali ini akan menggunakan ACS712 untuk arus 5A. Sensor arus ACS712 dapat mengukur arus positif dan negatif dengan kisaran -5A sampai 5A. Sensor ini memerlukan suplai daya sebesar 5V. Untuk membaca nilai tengah (nol Ampere) tegangan sensor diset pada 2.5V yaitu setengah kali tegangan sumber daya $VCC = 5V$ [1]. Pada polaritas negatif pembacaan arus -5A terjadi pada tegangan 0,5V. Tingkat perubahan tegangan berkorelasi linear terhadap besar arus sebesar 400 mV/Ampere.



Gambar 2.6 Modul sensor arus ACS712



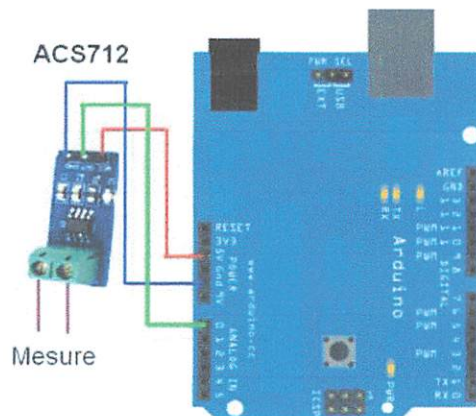
Gambar 2.7 Rangkaian skematik sensor arus ACS712

Tabel 2.1 Konfigurasi Pin ACS712

Nomor	Nama	Keterangan
1 dan 2	IP+	Pin mendeteksi arus
3 dan 4	IP-	Pin mendeteksi arus
5	GND	Pin <i>Ground</i>
6	<i>Filter</i>	Pin untuk kapasitor eksternal yang digunakan menentukan <i>bandwidth</i>
7	Vout	Arus keluaran yang dihitung
8	VCC	Tegangan Power supply 5 V

2.4.2 Rangkaian Koneksi Arduino Dengan Sensor Arus ACS712

Mengkoneksikan sensor arus ACS712 dengan arduino yaitu dimana tegangan 5V arduino dihubungkan melalui kabel merah ke Pin Vcc sensor arus ACS712, kemudian Ground arduino dihubungkan melalui kabel biru ke Pin GND sensor arus ACS712 dan Analog Read (A0) arduino dihubungkan ke pada pin sinyal output sensor arus ACS712, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4 berikut.



Gambar 2.8 Rangkaian koneksi arduino dengan modul sensor Arus ACS712

2.4.3 Source Code Sensor Arus ACS712 Untuk Arduino

Contoh memprogram arduino untuk dapat menjalankan sensor arus ACS712 untuk 5A dengan memasukkan rumus kalibrasinya persamaan (1.1), seperti berikut:

```
void setup() {
  Serial.begin(9600);
}
```

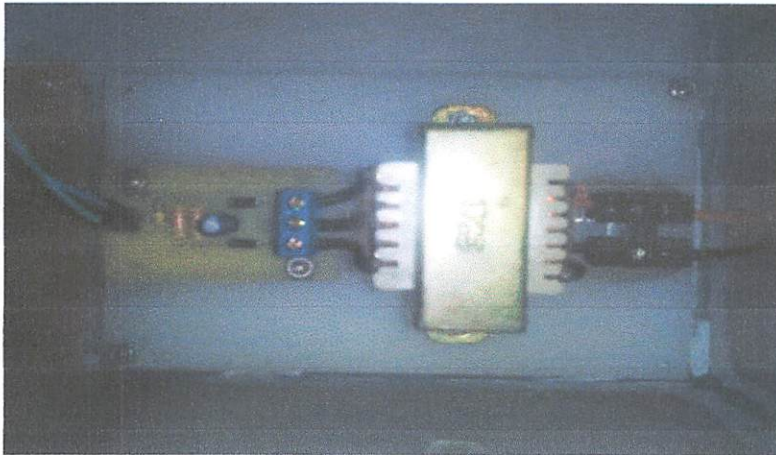
```

void loop() {
  //Sensor Arus max 5 A
  float average = 0;
  for(int i = 0; i < 1000; i++) {
    average = average + (0.0264 * analogRead(A0) -13.51);
    delay(1000);
  }
  Serial.print(average);
  Serial.println("mA");
}

```

2.5 Pengertian Sensor Tegangan

Prinsip kerja modul sensor tegangan yaitu didasarkan pada prinsip penekanan resistansi, dan dapat membuat tegangan input berkurang hingga 5 kali dari tegangan asli. Bentuk modul sensor tegangan seperti ditunjukkan pada gambar 1 berikut :



Gambar 2.9 Sensor Tegangan

2.5.1 Fungsi – Fungsi Dan Kelebihan

1. Variasi Tegangan masukan: DC 0 - 25 V
2. Deteksi tegangan dengan jangkauan: DC 0.02445 V - 25 V
3. Tegangan resolusi analog: 0,00489 V
4. Tegangan DC masukan antarmuka: terminal positif dengan VCC, negatif dengan GND
5. Output Interface: "+" Koneksi 5 / 3.3V, "-" terhubung GND, "s" terhubung Arduino pin A0

6. DC antarmuka masukan: red terminal positif dengan VCC, negatif dengan GND

2.5.2 Kalibrasi Modul Sensor Tegangan

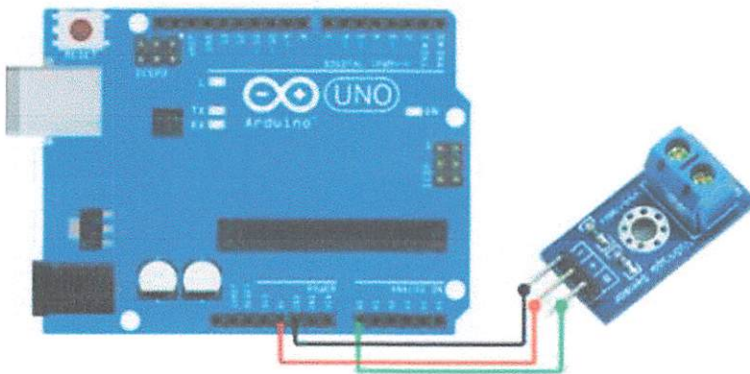
Prinsip kerja modul sensor tegangan ini dapat membuat tegangan input mengurangi 5 kali dari tegangan asli. Sehingga, sensor hanya mampu membaca tegangan maksimal 25 V bila diinginkan Arduino analog input dengan tegangan 5 V, dan jika untuk tegangan 3,3 V, tegangan input harus tidak lebih dari 16.5 V. Pada dasarnya pembacaan sensor hanya dirubah dalam bentuk bilangan dari 0 sampai 1023, karena chip Arduino AVR memiliki 10 bit, jadi resolusi simulasi modul 0,00489 V yaitu dari $(5 \text{ V} / 1023)$, dan tegangan input dari modul ini harus lebih dari $0,00489 \text{ V} \times 5 = 0,02445 \text{ V}$.

1. Sehingga dapat dirumuskan seperti persamaan (1.1) berikut :

$$\text{Volt} = ((V_{\text{out}} \times 0.00489) \times 5)$$

2.5.3 Rangkaian Koneksi Arduino Dengan Sensor Tegangan

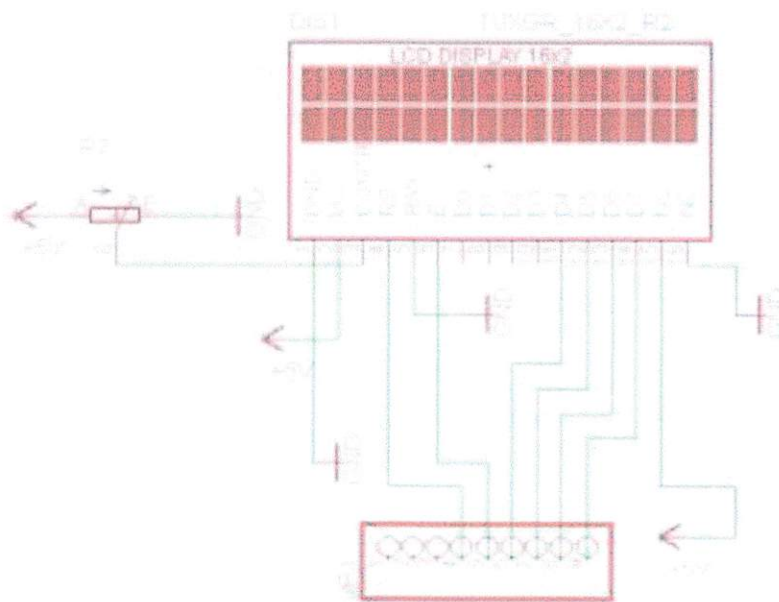
Cara merangkai modul sensor tegangan yang di koneksi dengan arduino yaitu kabel merah dihubungkan dengan sumber tegangan 5V, kabel hitam dihubungkan dengan ground (GND) dan kabel hijau dihubungkan dengan analog read 0 (A0) pada arduino. Untuk lebih jelasnya seperti yang ditunjukkan pada gambar 3 berikut ini :



Gambar 2.10 Rangkaian Koneksi Arduino Dengan Sensor Tegangan

2.7 Penampil LCD Untuk Menerima Masukan Data Dari Sensor

Blok proses, berfungsi untuk mengolah masukan yang diterima. Masukan data dari sensor arus dan tegangan akan diolah berdasarkan program yang telah ditanamkan dalam mikrokontroler Arduino UNO. Hasil olahan data tersebut akan dialihkan ke rangkaian selanjutnya sehingga dapat mengetahui keluarannya berupa data yang akan tampil pada LCD dan matinya beban pada rangkaian listrik utama tersebut.



Gambar 2.11 Rangkaian LCD 2x16

BAB III

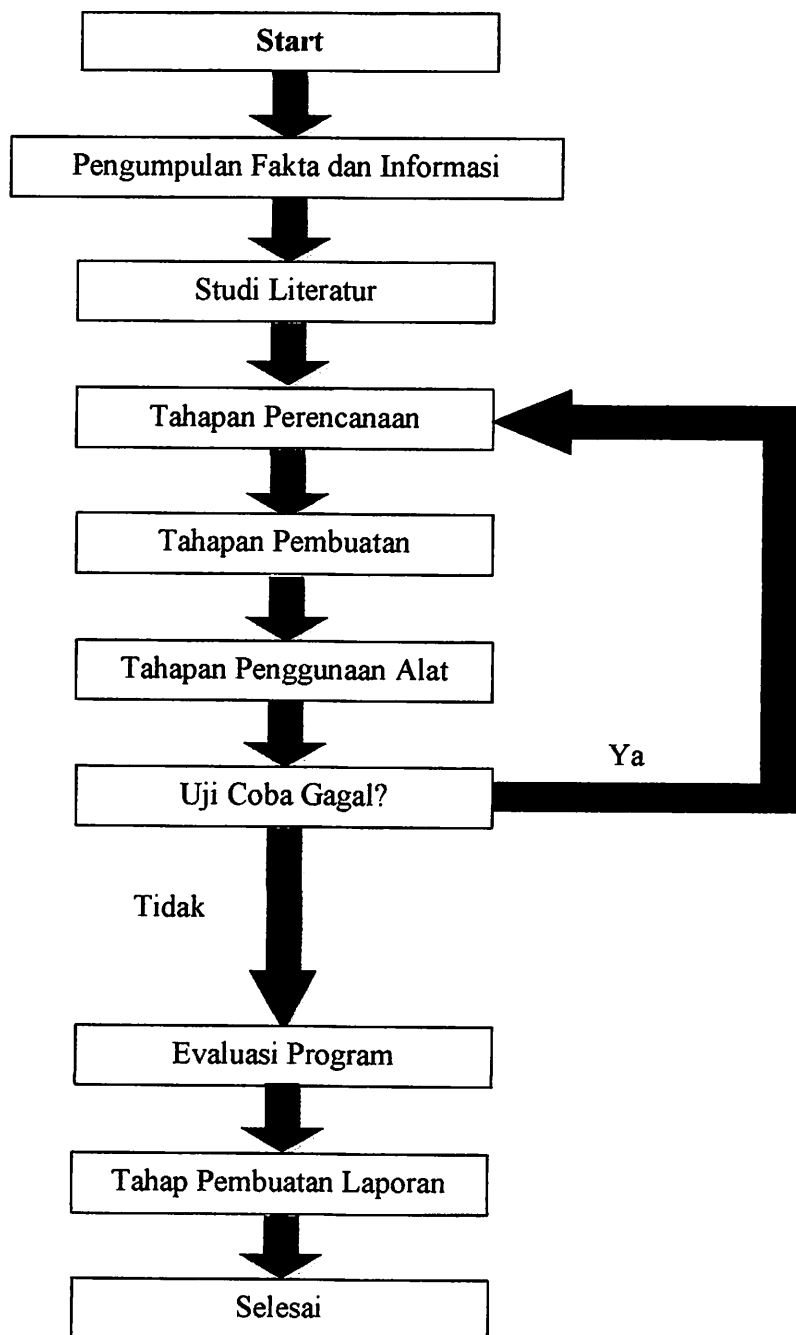
PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Analisa Dan Perancangan

Pada bab ini akan dijelaskan pembuatan Desain rangkaian kontrol, rangkaian utama Arduino untuk membuat Perancangan Alat Monitoring Transformator 1 Fasa Berbasis Arduino Uno.

3.2 Tahapan Pembuatan Alat

Sebelum pembuatan alat dimulai, maka dibuat terlebih dahulu tahapan pembuatan alat agar mempermudah dalam pembuat alat. Gambar dibawah ini merupakan tahapan pembuatan alat dari alat yang akan dibuat pada tugas akhir ini.



Gambar 3.1 Tahapan Pembuatan Alat

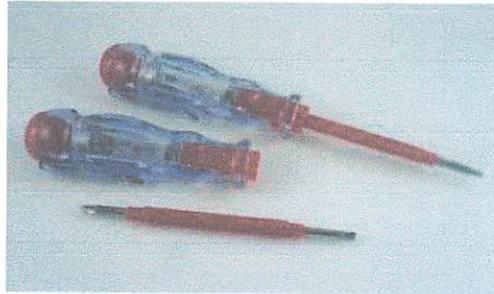
3.3 Perancangan Kontruksi Alat

Pada perencanaan rancang bangun ini, ada beberapa komponen bahan dan alat yang digunakan diantaranya :

3.3.1 Alat - alat yang digunakan

- Tespen

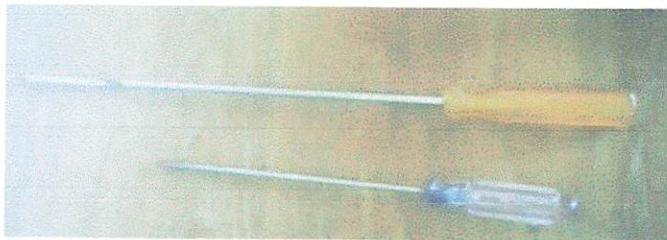
Tespen berfungsi untuk mengecek ada atau tidaknya arus listrik pada sebuah rangkain listrik.



Gambar 3.2 Tespen

- Obeng (+ dan -)

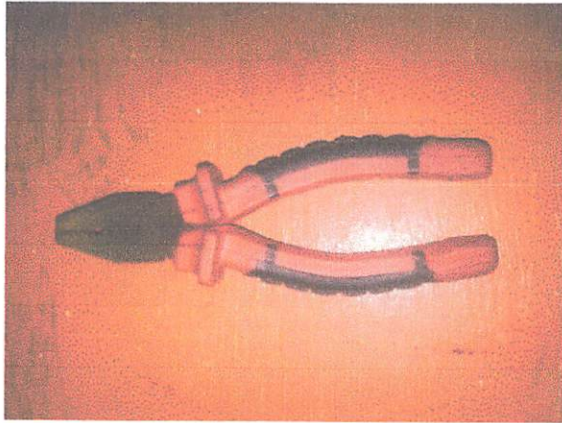
Obeng digunakan untuk membuka atau mengencangkan mur atau baut ketika melakukan perbaikan dan perawatan, terdiri dari obeng (+ dan -).



Gambar 3.3 Obeng (+ dan -)

- Tang Kombinasi

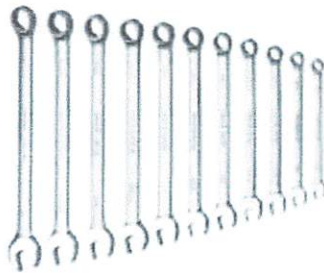
Tang digunakan untuk menjepit, memotong atau memegang komponen yang sulit atau bahkan berbahaya jika disentuh.



Gambar 3.4 Tang Kombinasi

- Kunci pas

Kunci pas digunakan untuk melepas dan memasang mur atau baut.



Gambar 3.5 Kunci Pas

- Tang Lancip

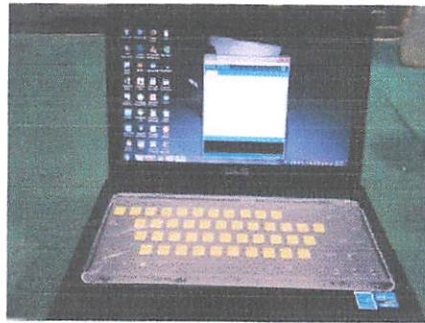
Tang lancip digunakan untuk memegang benda kerja yang kecil, bisa juga digunakan untuk membuat mata sambungan. Biasanya tang lancip juga dilengkapi dengan pemotong kabel.



Gambar 3.6 Tang Lancip

- Laptop

Laptop digunakan untuk mengirim data pada arduino dan memogram arduino sesuai yang dibutuhkan.



Gambar 3.7 Laptop

- Kabel Data Transfer Arduino - Uno

Kabel transfer ini digunakan untuk mengirim data program pada Arduino – Uno.

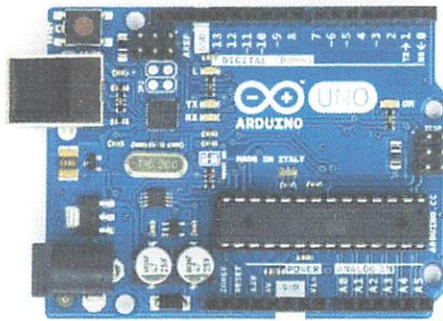


Gambar 3.8 Konektor Kabel USB

3.3.2 Bahan Yang Digunakan

- Arduino – Uno

Arduino - Uno adalah papan sirkuit berbasis mikrokontroler Atmega 328. IC (*integrated circuit*) ini memiliki 14 *input/output* digital (6 *output* untuk *PWM*), 6 analog *input*, *resonator* kristal keramik 16 MHz, Koneksi USB, soket adaptor, pin header *ICSP*, dan tombol *reset*.



Gambar 3.9 Arduino- Uno

- Sensor Tegangan

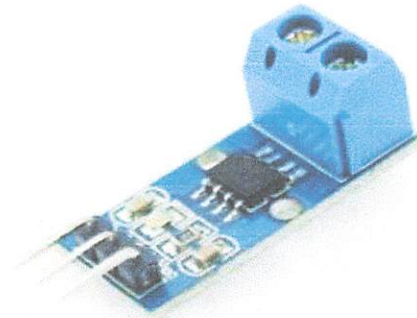
Prinsip kerja modul sensor tegangan yaitu didasarkan pada prinsip penekanan resistansi, dan dapat membuat tegangan input berkurang hingga 5 kali dari tegangan asli. Sensor tegangan untuk mendeteksi adanya tegangan pada alat tersebut.



Gambar 3.10 Sensor Tegangan

- Sensor Arus ACS712

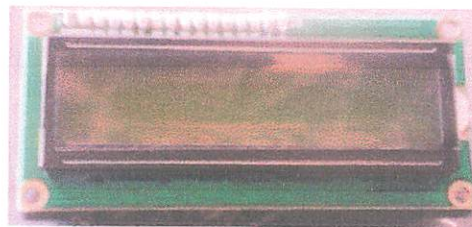
Sensor arus yang digunakan berupa modul sensor arus ACS712 yang memiliki kegunaan untuk mendeteksi besar arus yang mengalir lewat blok terminal.



Gambar 3.11 Sensor Arus ACS712

- Layar LCD 2x16

Blok proses, berfungsi untuk mengolah masukan yang diterima. Masukan data dari sensor arus dan tegangan akan diolah berdasarkan program yang telah ditanamkan dalam mikrokontroler Arduino UNO. Hasil olahan data tersebut akan dialihkan ke rangkaian selanjutnya sehingga dapat mengetahui keluaranya berupa data yang akan tampil pada LCD dan matinya beban pada rangkaian listrik utama tersebut.

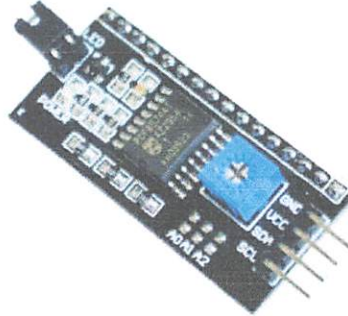


Gambar 3.12 Layar LCD 2x16

- I²C LCD

Inter Integrated Circuit atau sering disebut I²C adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didisain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Sistem I²C terdiri dari saluran SCL (*Serial Clock*) dan SDA (*Serial Data*) yang membawa informasi data antara I²C dengan pengontrolnya. Piranti yang dihubungkan dengan sistem I²C Bus dapat dioperasikan sebagai *Master* dan *Slave*. *Master* adalah piranti yang memulai

transfer data pada I²C Bus dengan membentuk sinyal *Start*, mengakhiri *transfer* data dengan membentuk sinyal *Stop*, dan membangkitkan sinyal *clock*. *Slave* adalah piranti yang dialamat *master*.



Gambar 3.13 I²C LCD

- Transformator 1 Fasa

Trafo adalah suatu alat listrik yang dapat memindahkan dan mengubah energi listrik dari satu atau lebih rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang lain melalui suatu gandengan magnet dan berdasarkan prinsip induksi-elektromagnet.



Gambar 3.14 Transformator 1 Fasa

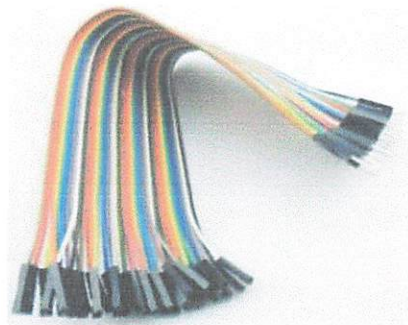
- Lampu Bolam

Sebagai pembebanan transformator 1 fasa untuk percobaan berbeban.



Gambar 3.15 Lampu Bolam 25W

- Kabel Penghubung Male To Male
Untuk menghubungkan antar komponen pada rangkaian.



Gambar 3.16 Kabel Penghubung Male To Male

- Banana Jack
Sebagai terminal penghubung alat dalam (dalam box) ke alat luar / alat ukur.



Gambar 3.17 Banan Jack

- Banana Plug / Stackable Plug

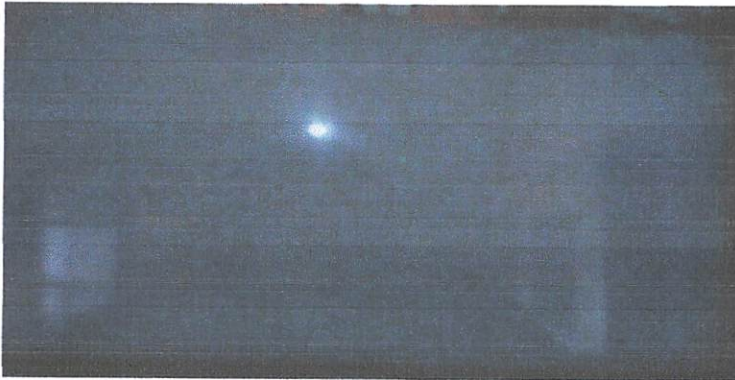
Untuk mengunci kabel agar tidak mudah lepas pada saat menghubungkan alat.



Gambar 3.18 Banana Plug / Stackable Plug

- Akrilik

Sebagai bahan pembuatan box/kotak.



Gambar 3.19 Akrilik

- Spiral KS 8

Untuk membungkus /merapikan kabel agar kabel terlihat rapi.



Gambar 3.20 Spiral KS

3.4 Pembuatan Alat Monitoring Transformator 1 Fasa

3.4.1 Perencanaan Sensor Tegangan

Prinsip kerja modul sensor tegangan yaitu didasarkan pada prinsip penekanan resistansi, dan dapat membuat tegangan input berkurang hingga 5 kali dari tegangan asli. Untuk menghitung tegangan kita dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$V = P/I$$

Dimana :

V = Tegangan Listrik

P = Daya Listrik

I = Arus Listrik

3.4.2 Perencanaan Sensor Arus

Sensor arus yang digunakan berupa modul sensor arus ACS712 yang memiliki kegunaan untuk mendeteksi besar arus yang mengalir lewat blok terminal. Untuk menghitung tegangan kita dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$I = P/V$$

Dimana :

V = Tegangan Listrik

P = Daya Listrik

I = Arus Listrik

3.5 Penentuan Kapasitas Pengaman

Untuk keamanan dari rangkaian alat ini ditentukan nilai dan kapasitas yang akan dipakai, adapun nilai kapasitas serta jenis pengaman kendali yang diperlukan adalah

- Kapasitas MCB

3.5.1 Kapasitas Fuse

- Data yang tersedia adalah

$$P = 78.92 \text{ Watt} = 99.9 \text{ VA}$$

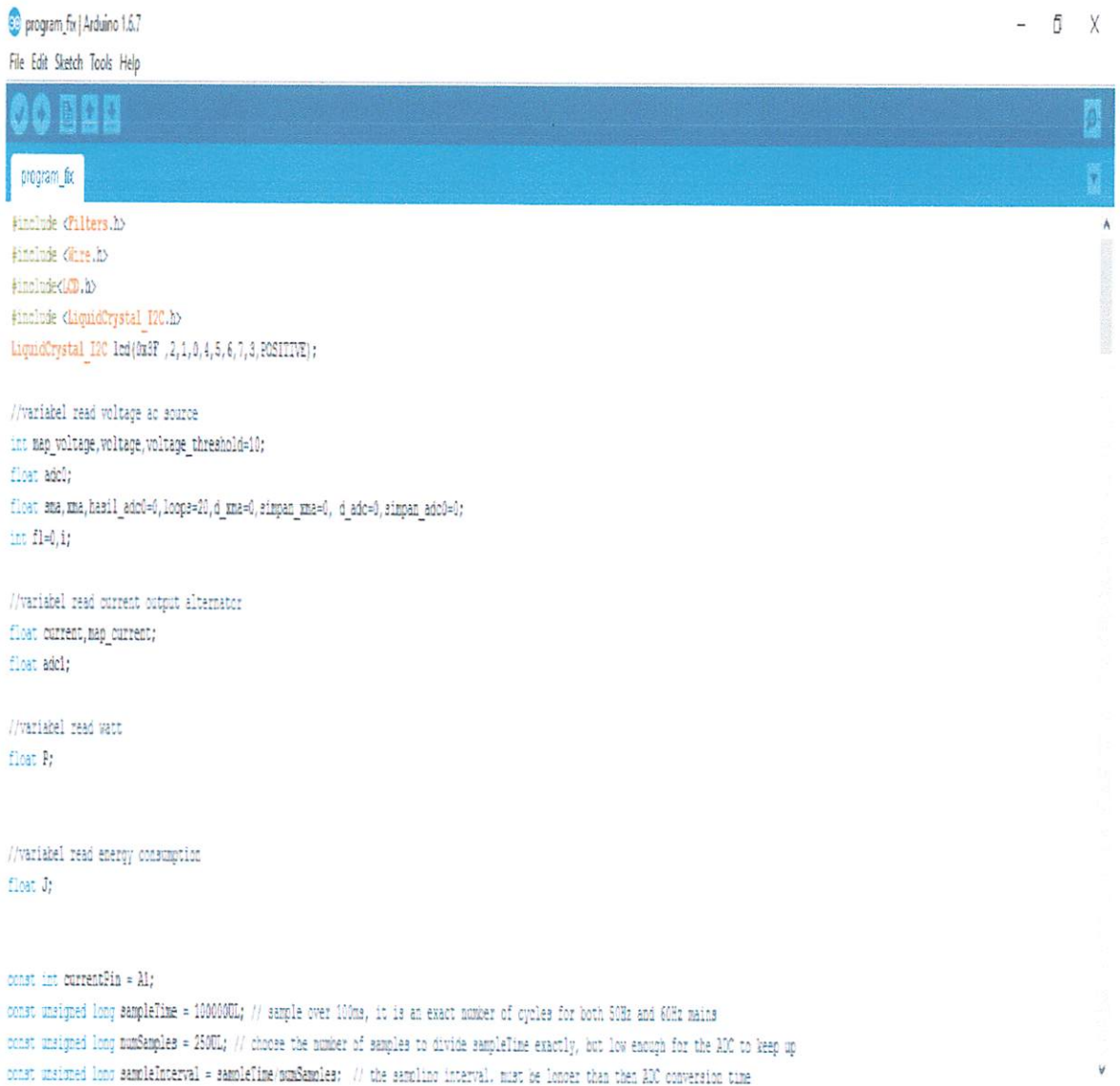
$$V = 208 \text{ V}$$

$$I_n = \frac{P}{V \times \cos\phi} = \frac{99.9}{208 \times 0.89} = 0.53 \text{ Ampere}$$

KHA yang digunakan adalah 2 Ampere

3.6 Program Keseluruhan Dari Rangkaian

Kalau program ambil data sudah ada kita dapat menuju program berikutnya yaitu program dari keseluruhan rangkaian monitoring transformator, yang di tampilkan dari program ini yaitu tegangan, arus, daya, dan kosumsi energi. Untuk dapat menampilkan data tegangan, arus, daya, dan kosumsi energi ke dalam layar lcd, dapat kita gunakan program di bawah ini.



```

program_fx | Arduino 1.6.7
File Edit Sketch Tools Help

#include <Filters.h>
#include <Wire.h>
#include <LCD.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x2F, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3, POSITIVE);

//variabel read voltage ac source
int map_voltage, voltage, voltage_threshold=10;
float adc0;
float sma, sma, hasil_adc0=0, loops=20, d_sma=0, simpan_sma=0, d_adc=0, simpan_adc=0;
int fl=0, i;

//variabel read current output alternator
float current, map_current;
float adc1;

//variabel read watt
float P;

//variabel read energy consumption
float J;

const int currentSin = A1;
const unsigned long sampleTime = 1000000UL; // sample over 100ms, it is an exact number of cycles for both 50Hz and 60Hz mains
const unsigned long numSamples = 2500UL; // choose the number of samples to divide sampleTime exactly, but low enough for the ADC to keep up
const unsigned long sampleInterval = sampleTime/numSamples; // the sampling interval. must be longer than the ADC conversion time
  
```


program_fix | Arduino 1.6.7

- [] X

File Edit Sketch Tools Help

```
program_fix
const int adc_zero = 510; // relative digital zero of the arduino input from MC3712 (could make this a variable and auto-adjust it)
float avgVline,rms_real,avg_rms_real;
float rms,tegangan=204.0,arus;
float kalibrator=0.26; // digunakan untuk 1 beban
//float kalibrator=0.45; // digunakan untuk 2 beban
float temp,buf(20);
int daya;
int adc_raw;

void setup()
{
  analogReference(DEFAULT);
  lcd.begin (16,2);
  Serial.begin(9600);
}

//main program
void loop()
{
  // setting tampilan lcd
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("VDC=");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("IAC=");
  lcd.setCursor(3,0);
  lcd.print("P=");
  lcd.setCursor(3,1);
```

program fix | Arduino 1.6.7

- [] X

File Edit Sketch Tools Help



program_fix

```

led.print("0=");

//read voltage an output transformer
hasil_adc=0;
for (i=1;i<loop;i++)
{
  adc0=analogRead(0);delay(2);
  hasil_adc=hasil_adc+adc0;
}
sma=hasil_adc/loop;

adc0=analogRead(0);
xma=( 2/(loop+1))*(adc0-xma )+xma;
d_adc=fabs(simpan_adc0-xma);
d_xma=fabs(simpan_xma-xma);
simpan_adc0=xma;
simpan_xma=xma;

if(d_xma>5 || fl==0){xma=adc0;fl=1;}
if(d_xma<10){fl=0;}

map_voltage = map(xma, 0,512,0,204);
if(map_voltage<voltage_threshold){map_voltage=0;}

// read current output transformer

```

```

// read current output transformation
float out;
for (int m=1;m<M;++m)
{
  for (int i=1;i<N;i++)
  {
    beta = out;
    for (int j=1;j<N;j++)
    {
      out[i][j] = beta;
    }
    out[i][N] = beta;
  }
  out[N][i] = beta;
}

// take the average value of output sample
out /= N;
}

// take the average value of output sample
out /= N;
}

```

program [Arduino 1.0.7] File Edit Sketch Tools Help

program for Arduino 1.8.7

File Edit Sketch Tools Help



```
float addressValue=0;
}

int _pin_real=addressValue;
}

int _pin_real=0; // get the real pin
//address=pin_real;
address=pin_real;
if(address==0){
//address=pin_real;
delay=pin_real;
}

int sendData(4,0);
int print(msg,value); // print the msg,value value
//int print(msg); // print the msg,value value
int print(" ");

int sendData(4,0);
int print(4);

//real energy consumption output transformer
int;
```

1/1/2018

```

program_fix | Arduino 1.6.7
File Edit Sketch Tools Help

program_fix
//read energy consumption output transformer
J=0;
//J+=0;
lcd.setCursor(12,1);
lcd.print(J);

Serial.print("VAC=");
Serial.print(map_voltage);
Serial.print("V ");

Serial.print("IAC=");
Serial.print(aru);
Serial.print("A ");

Serial.print("P=");
Serial.print(P);
Serial.print("W ");

Serial.print("Wb=");
Serial.print(J);
Serial.println("0");

```

```

program_fix | Arduino 1.6.7
File Edit Sketch Tools Help

program_fix
{
  unsigned long currentAcc = 0;
  unsigned int count = 0;
  unsigned long prevMicros = micros() - sampleInterval;

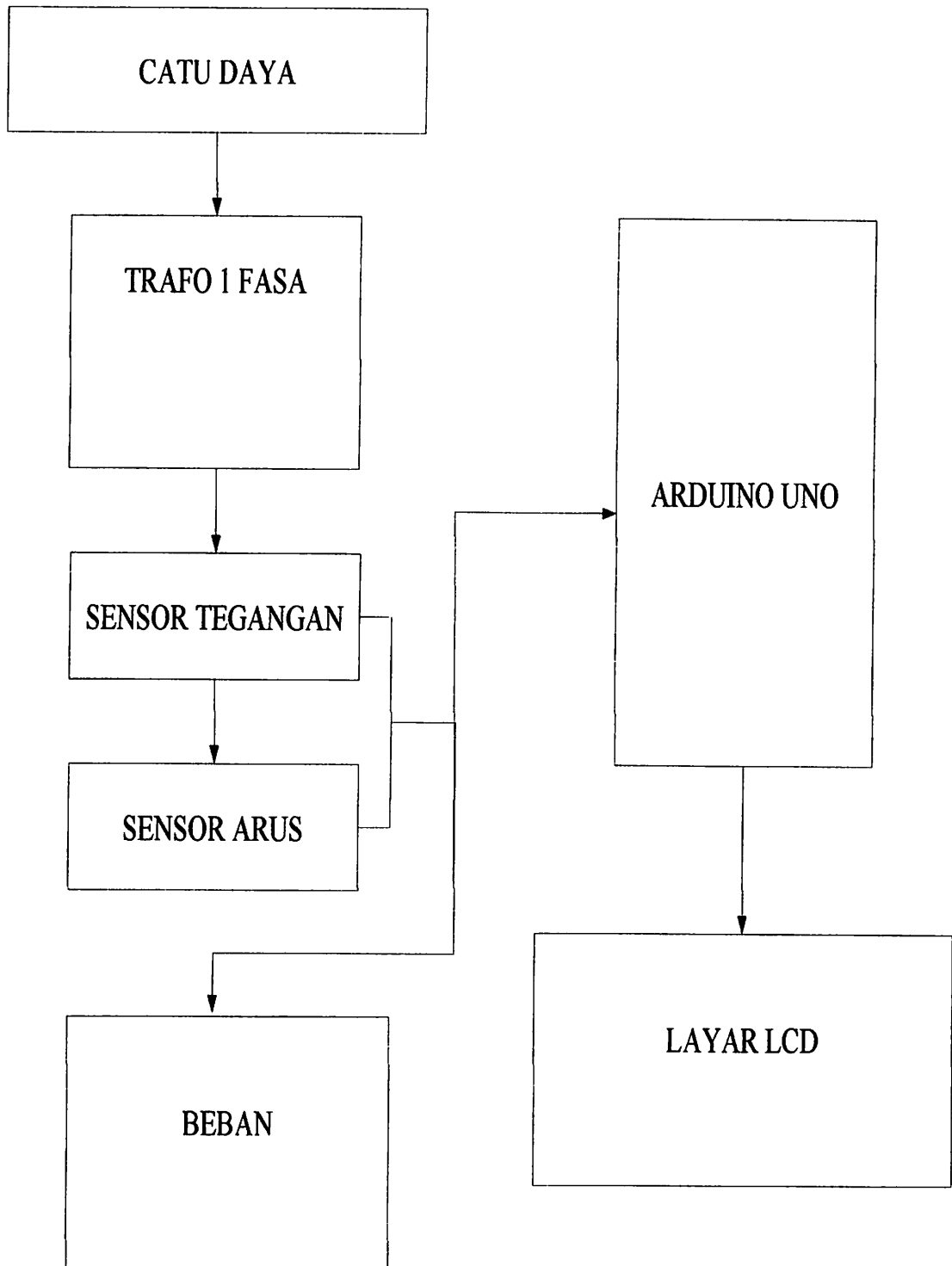
  while (count < numSamples)
  {
    if (micros() - prevMicros >= sampleInterval)
    {
      adc_raw = analogRead(currentPin) - adc_zero;
      currentAcc += (unsigned long)(adc_raw * adc_raw);
      ++count;
      prevMicros += sampleInterval;
    }
  }

  rms = sqrt((float)currentAcc/(float)numSamples) * (75.7576 / 1024.0);

  //read watt output transformer
  P=map_voltage*aru;
}

```

3.7 Diagram Blok Rangkaian Alat

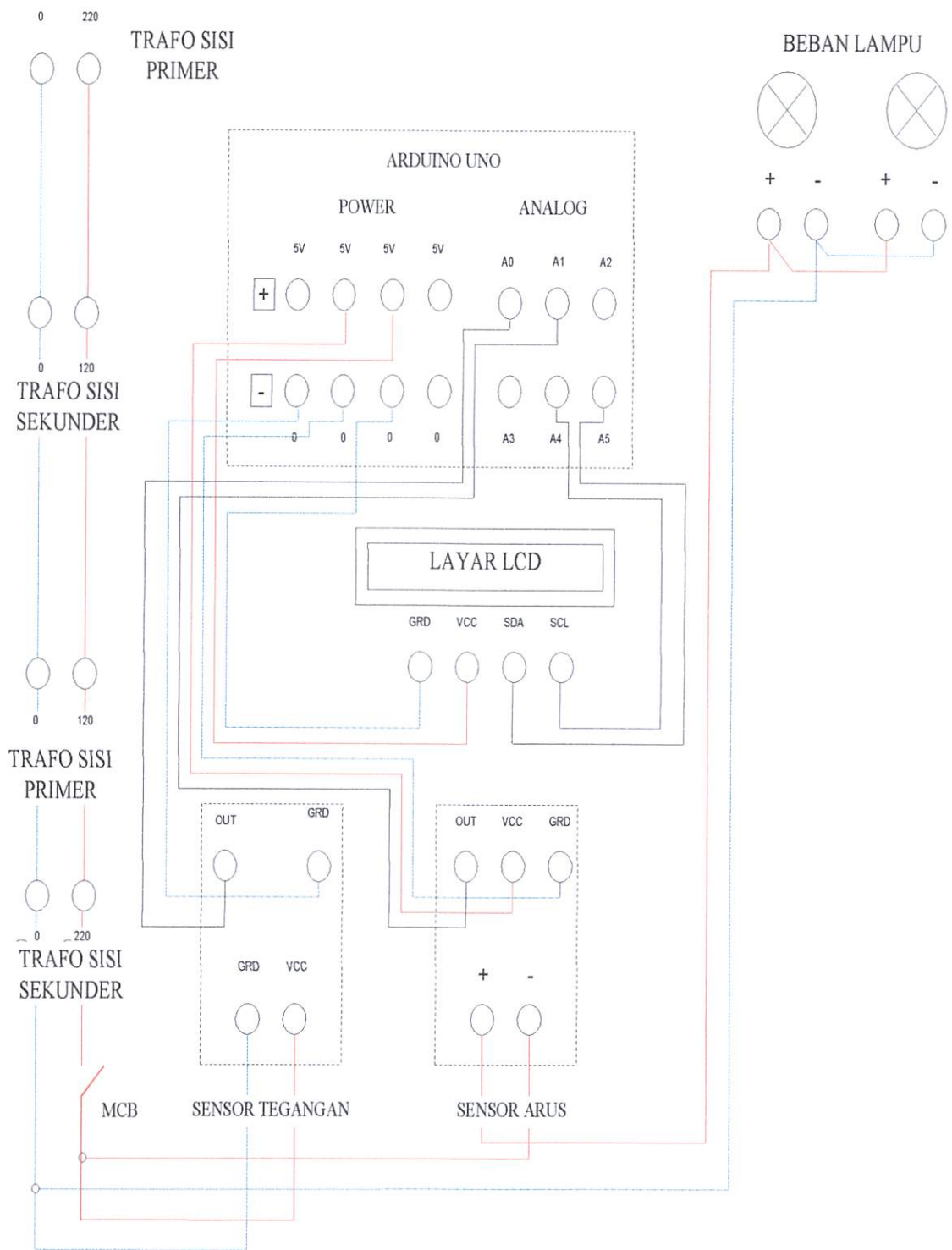


Gambar 3.21 Diagram Blok Sistem Pengendalian

3.8 Adapun Cara Kerja Sistem Perancangan Alat Monitoring Trafo 1 Fasa Berbasis Aduino Uno Sebagai Berikut:

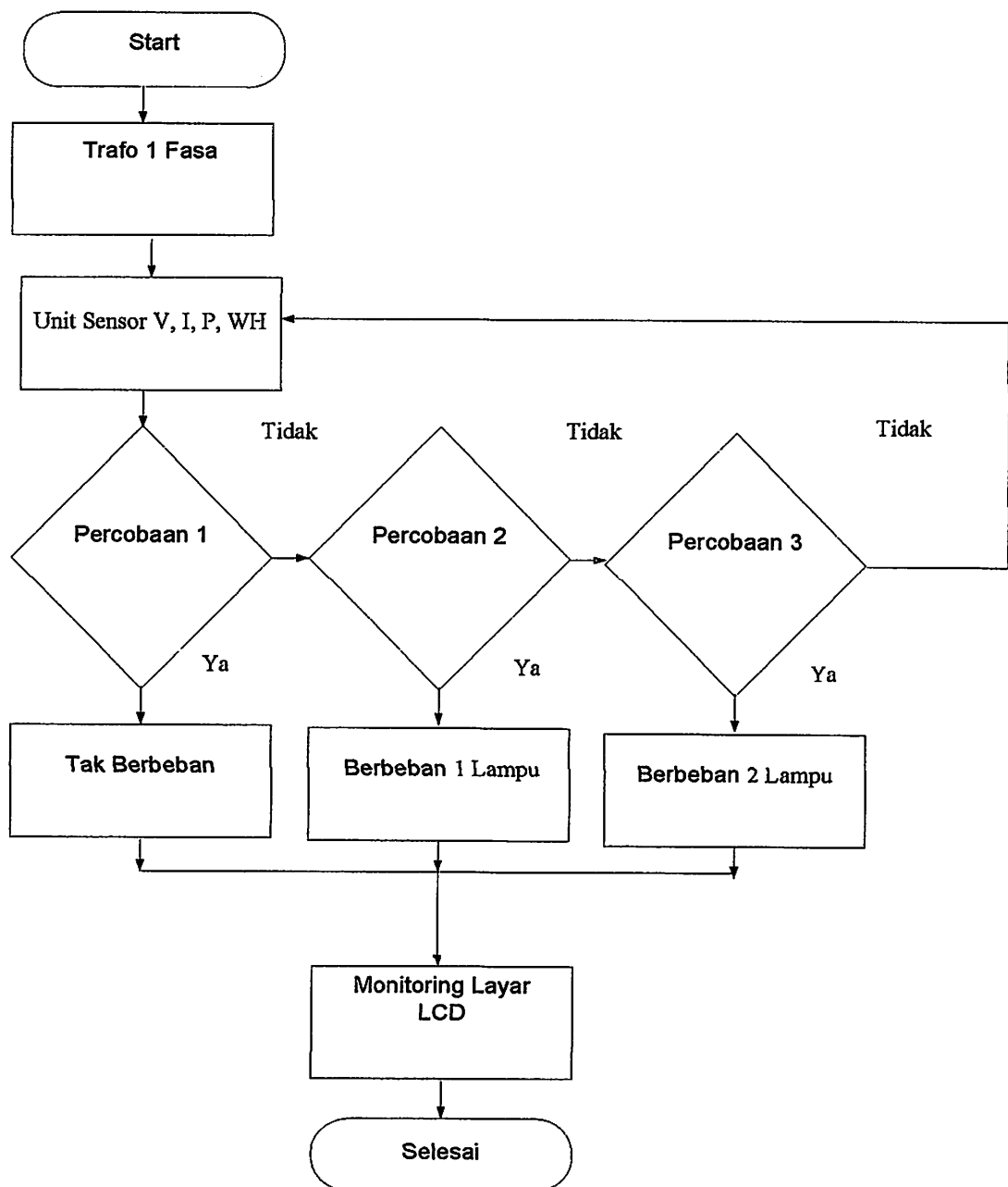
Pertama hubungkan terlebih dahulu semua perkabelan sensor dan alat-alat yang akan digunakan dengan mikrokontroller arduino uno r3. Kemudian hubungkan mikrokontroller arduino uno ke PC/Laptop dan upload program yang sudah dibuat sebelumnya. Setelah program selesai di upload, maka pada LCD akan tampil text output seperti, "VAC", "IAC", "P", dan "Wh". Alat ini digunakan sebagai alat ukur otomatis untuk monitoring transformator yang di monitoring adalah Tegangan, Arus, Daya, Dan Kosumsi Energi yang diberi beban 2 buah lampu bolam. Langkah selanjutnya sambungkan catu daya ke sumber AC 220V. Percobaan pertama akan mengukur tegangan tanpa menggunakan beban. Dalam keadaan tanpa beban, maka pada VAC akan tampil tegangan sesuai dengan catu daya, semisal catu daya diukur menggunakan avo diketahui bertegangan 220V maka output pada VAC juga sama yakni 220V. Untuk output IAC akan di tampil 0.00A, karena output IAC akan muncul apabila ada beban pada alat ini. Begitu juga untuk P dan Wh, nilai P akan berubah apabila ada beban, karena P disini merupakan output dari hasil perhitungan " $VAC \times IAC$ ". Jika beban 0 maka nilai P akan tetap 0, untuk Wh juga sama, karena Wh disini merupakan output perkalian dari tiap detik dari kosumsi yang terpakai dari nilai yang ada di P, maka Wh akan menunggu sampai P mengeluarkan output nilai dari beban yang ada. Misal angka yang terdeteksi oleh $P=5$ maka di Wh akan muncul nilai 5, Wh disetting untuk melakukan perhitungan kosumsi energi yang terpakai yang muncul pada P. Untuk percobaan kedua yaitu menggunakan 1 beban lampu bolam 25W. Setelah beban lampu bolam terpasang, maka pada IAC akan muncul nilai sesuai dengan yang terdeteksi oleh sensor, semisal menggunakan bohlam 25W maka pada IAC akan muncul (0.09A, sesuaikan dengan percobaan kemarin). Nilai pada VAC nantinya akan menurun karena tegangannya dikurangi oleh beban yang dipakai. Kemudian pada P juga akan muncul hasil perhitungan antara $VAC \times IAC$, untuk Wh juga akan menjumlahkan hasil perhitungan yang di eksekusi oleh P. Untuk percobaan ketiga menggunakan 2 beban lampu bolam, maka nilai output pada VAC akan menurun, karena adanya tambahan beban, sedangkan untuk nilai IAC akan bertambah, jika menggunakan 2 beban maka akan muncul nilai 2x lipat dari nilai 1 beban yang pertama. Untuk P mengikuti mengikuti hasil dari perhitungan antara $VAC \times IAC$.

3.9 Wearing Diagram



Gambar 3.22 Wearing Diagram Rangkaian Monitoring Transformator 1 Fasa

3.10 Flow Chart



Gambar 3.23 Flow Chart Monitoring Transformator 1

BAB IV

PENGUJIAN ALAT

4.1 Pengujian Alat

Pada bab IV ini dijelaskan tentang pengujian alat yang di buat,tujuannya adalah untuk mengetahui cara kerja dari alat tersebut. Pengujian alat monitoring transformator 1 fasa ini dilakukan di laboratorium workshop. Dalam pengujian alat ini di jelaskan bagaimana cara kerja monitoring transformator 1 fasa dalam keadaan berbeban dan tak berbeban yang sesuai dalam cara kerjanya.

4.2 Tujuan Pengujian

Untuk mengetahui bagaimana cara kerja dari perancangan alat monitoring transformator 1 fasa berbasis arduino uno dalam keadaan berbeban dan tak berbeban.

4.3 Peralatan yang digunakan

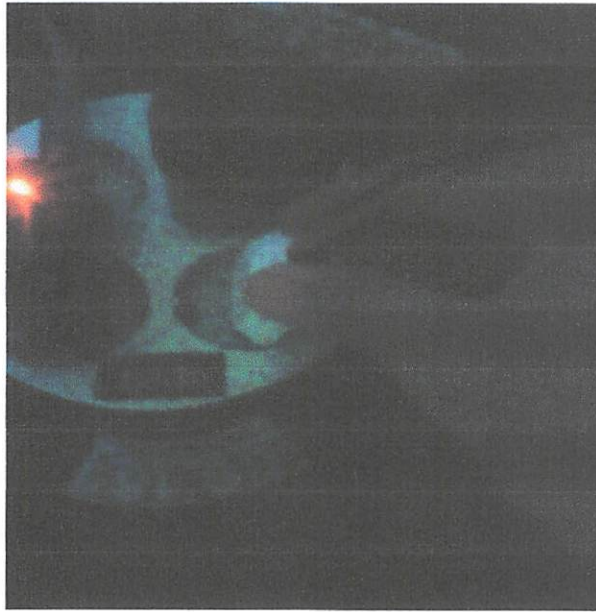
- a. Peralatan yang digunakan
 - Transformator 1 fasa
 - Lampu bolam
 - Layar lcd 16x2
 - Tespen
 - Obeng (+) dan (-)
 - Kunci pas
 - Tang kombinasi & tang potong
 - Konektor kabel USB
 - Laptop
- b. Prosedur pengujian
 - Pemasangan kabel USB pada Arduino UNO
 - Mencolokkan kabel USB dari arduino ke Laptop
 - Memasukkan steker ke dalam stop kontak
 - Pemasangan beban
 - Pengukuran tak berbeban
 - Pengukuran berbeban 1 lampu bolam
 - Pengukuran berbeban 2 lampu bolam



Gambar 4.1 Pemasangan Kabel USB Pada Arduino Uno



Gambar 4.2 Pemasangan Kabel USB Pada Laptop



Gambar 4.3 Memasukkan Steker Kedalam Stop Kontak



Gambar 4.4 Pemasangan Beban

4.4 Pengujian Tanpa Beban

Pengujian tanpa beban ini meliputi, tujuan, peralatan yang digunakan, prosedur pengujian

4.4.1 Tujuan

Mengetahui pengukuran transformator dalam keadaan tanpa beban.

4.4.2 Peralatan yang Digunakan

- Sensor Tegangan

- Sensor Arus
- Layar Lcd
- Transformator

4.4.3 Prosedur Pengujian

- Hubungkan kabel power pada arduino.
- Amati pada layar berapa tegangan, arus, daya dan kosumsi energinya.



Gambar 4.5 Monitoring Tanpa Beban

4.5 Pengujian Beban 1 Lampu Bolam

Pengujian beban 1 lampu bolam ini meliputi, tujuan, peralatan yang digunakan, prosedur pengujian.

4.5.1 Tujuan

Mengetahui pengukuran transformator dalam keadaan berbeban 1 lampu bolam.

4.5.2 Peralatan yang Digunakan

- Sensor Tegangan
- Sensor Arus
- Layar Lcd
- Transformator
- 1 Lampu Bolam

4.5.3 Prosedur Pengujian

- Hubungkan kabel pada beban lampu bolam
- Hubungkan kabel pada sensor tegangan
- Hubungkan kabel pada sensor arus
- Hubungkan kabel power pada arduino
- Amati pada layar berapa tegangan, arus, daya, dan kosumsi energinya



Gambar 4.6 Monitoring Berbeban 1 Lampu Bolam

4.6 Pengujian Beban 2 Lampu Bolam

Pengujian beban 2 lampu bolam ini meliputi, tujuan, peralatan yang digunakan, prosedur pengujian.

4.6.1 Tujuan

Mengetahui perubahan pengukuran transformator dalam keadaan berbeban 2 lampu bolam.

4.6.2 Peralatan yang Digunakan

- Sensor Tegangan
- Sensor Arus
- Layar Lcd
- Transformator
- 2 Lampu Bolam

4.6.3 Prosedur Pengujian

- Hubungkan kabel pada beban lampu bolam
- Hubungkan kabel pada sensor tegangan
- Hubungkan kabel pada sensor arus
- Hubungkan kabel power pada arduino
- Amati pada layar berapa tegangan, arus, daya, dan konsumsi energinya



Gambar 4.7 Monitoring Berbeban 2 Lampu Bolam

4.7 Tabel Hasil Pengujian

4.7.1 Tabel Pengujian Tanpa Beban

Dalam pengujian transformator tanpa beban ini diberi waktu selama 10 detik dimana pengujian tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.1 Pengujian Transformator Tanpa Beban Selama Kurun Waktu
10 Detik

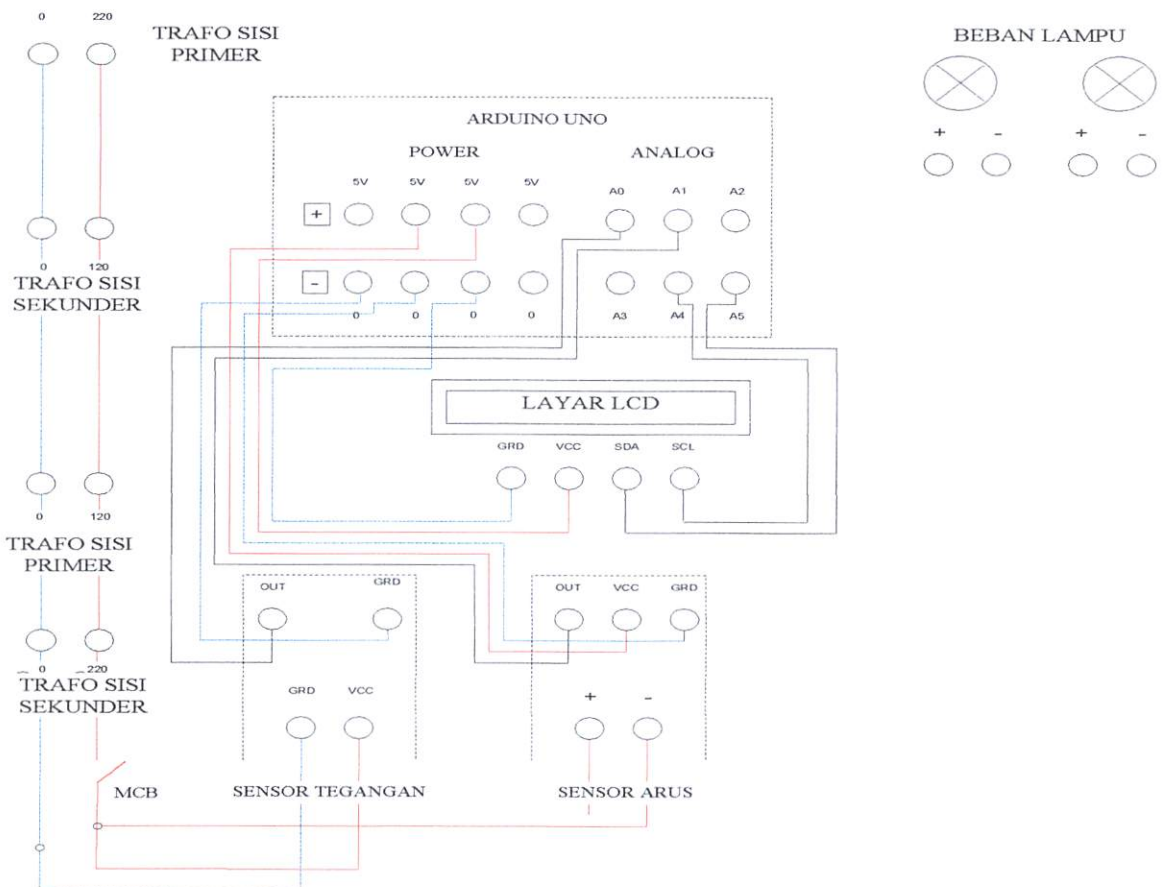
Tegangan (V)	Arus (A)	Waktu (S)	Daya (W)	Konsumsi Energi (WH)
201	0.00	1	0.00	0.00
202	0.00	2	0.00	0.00
202	0.00	3	0.00	0.00
202	0.00	4	0.00	0.00
204	0.00	5	0.00	0.00
204	0.00	6	0.00	0.00
209	0.00	7	0.00	0.00
209	0.00	8	0.00	0.00
209	0.00	9	0.00	0.00
209	0.00	10	0.00	0.00

Pada tabel di atas dapat disimpulkan bahwa rata-rata tegangan tanpa beban 209 V sedangkan untuk arus, daya, dan konsumsi energi 0.00 karena pada pengujian tersebut trafo tidak diberi beban.



Gambar 4.8 Tanpa Beban

4.7.2 Gambar Rangkaian



Gambar 4.9 Rangkaian Pengujian Transformator Tanpa Beban

4.7.3 Tabel Pengujian Transformator Berbeban 1 Buah Lampu Bolam

Dalam pengujian transformator berbeban 1 buah lampu bolam diberi waktu selama 10 detik dimana pengujian tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.2 Pengujian Transformator Berbeban 1 Buah Lampu Bolam Selam Kurun Waktu 10 Detik

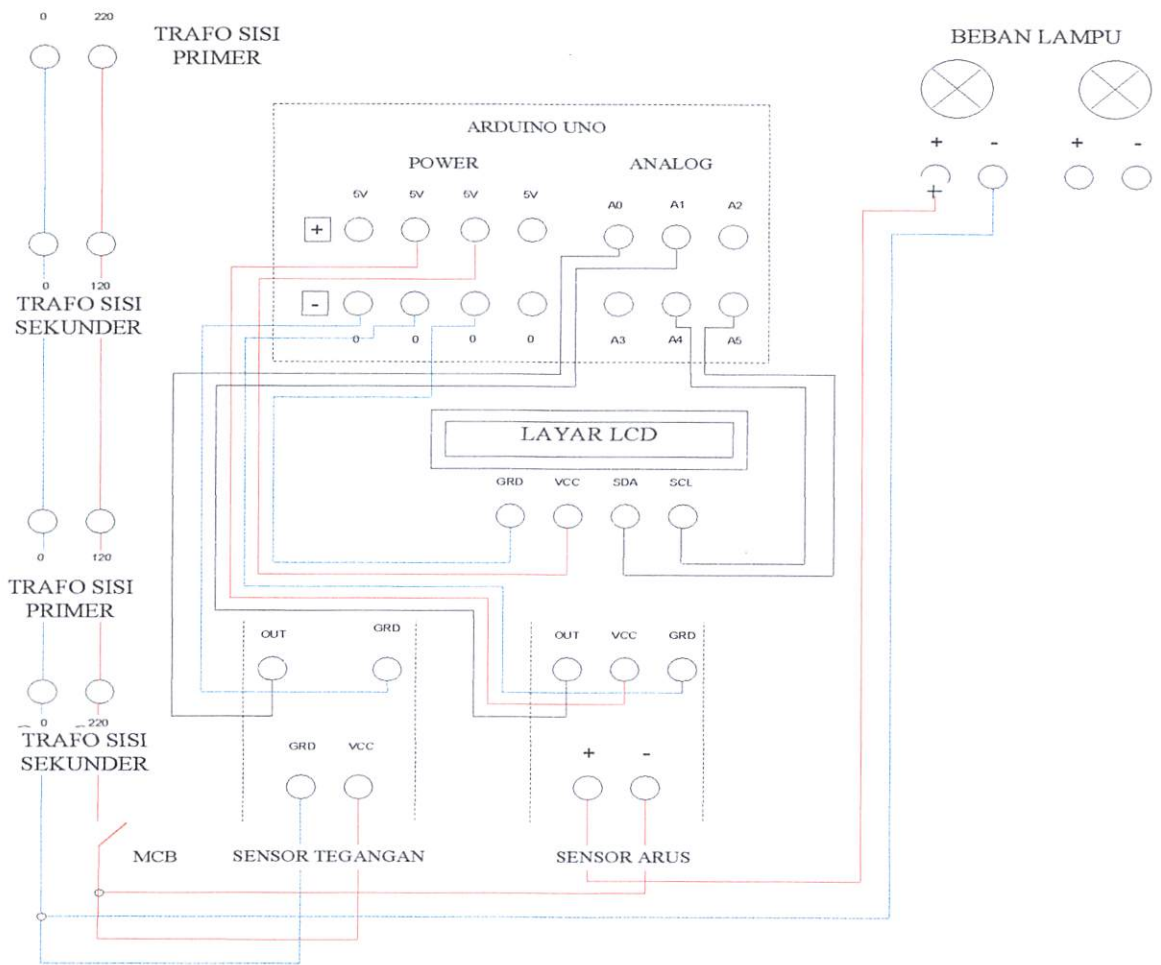
No	Tegangan (V)	Arus (A)	Waktu (S)	Daya (W)	Kosumsi Energi (WH)
1	207	0.09	1	17.49	17.49
2	206	0.09	2	18.03	18.03
3	206	0.09	3	17.53	17.53
4	207	0.09	4	17.76	17.76
5	206	0.09	5	17.73	17.73
6	210	0.09	6	18.09	18.09
7	210	0.09	7	18.09	18.09
8	210	0.09	8	18.09	18.09
9	210	0.09	9	18.09	18.09
10	209	0.09	10	18.02	18.02
Total Rata-rata	210	0.09		18.09	18.09

Pada tabel di atas dapat disimpulkan bahwa rata-rata tegangan berbeban 1 buah lampu bolam 210 V sedangkan untuk arus 0.09 A, daya 18,09 W, dan kosumsi energi 18.09 WS.



Gambar 4.10 Berbeban 1 Buah Lampu Bolam

4.7.4 Gambar Rangkaian



Gambar 4.11 Rangkaian Pengujian Transformator Berbeban 1 Buah Lampu Bolam

4.7.5 Tabel Pengujian Transformator Berbeban 2 Buah Lampu Bolam

Dalam pengujian transformator berbeban 2 buah lampu bolam diberi waktu selama 10 detik dimana pengujian tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.3 Pengujian Transformator Berbeban 2 Buah Lampu Bolam Selama Kurun Waktu 10 Detik

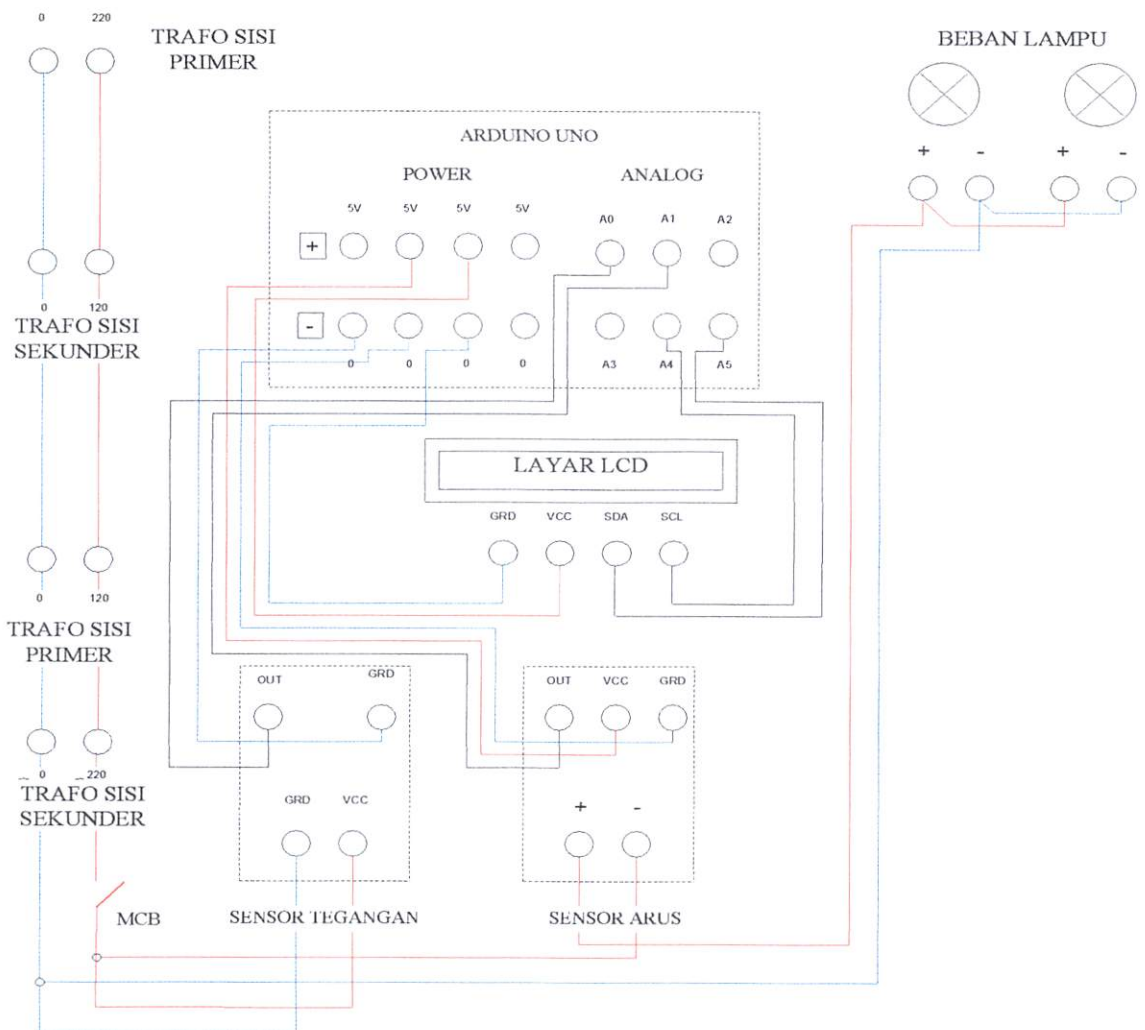
No	Tegangan (V)	Arus (A)	Waktu (S)	Daya (W)	Kosumsi Energi (WH)
1	209	0.38	1	79.51	79.51
2	207	0.38	2	78.53	78.53
3	207	0.38	3	78.53	78.53
4	207	0.38	4	72.35	72.35
5	208	0.38	5	79.03	79.03
6	208	0.38	6	79.03	79.03
7	208	0.38	7	79.03	79.03
8	208	0.38	8	79.03	79.03
9	208	0.38	9	79.03	79.03
10	208	0.38	10	79.03	79.03
Total Rata-rata	208	0.38		79.03	79.03

Pada tabel di atas dapat disimpulkan bahwa rata-rata tegangan berbeban 2 buah lampu bolam 208 V sedangkan untuk arus 0.38 A, daya 79.03 W, dan kosumsi energi 79.03 WH.



Gambar 4.12 Berebeban 2 Buah Lampu Bolam

4.7.6 Gambar Rangkaian



Gambar 4.13 Rangkaian Pengujian Transformator Berbeban 2 Buah Lampu Bolam

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari perancangan alat monitoring transformator 1 fasa berbasis arduino uno dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Dalam memonitor tegangan, arus, daya dan kosumsi energi membutuhkan kurun waktu +- 10 detik agar stabil pengukurannya.
2. Diperlukan reset ulang (mereset program arduino agar program kembali seperti awalnya) pada saat melakukan perpindahan pengujian dari pengujian tanpa beban, berbeban 1 buah lampu bolam, berbeban 2 buah lampu bolam.

5.2 Saran

1. Untuk kedepannya dapat dikembangkan penambahan efisiensi, karena tidak adanya tampilan untuk efisiensi di dalam penampil layar LCD.
2. Untuk pengembangan kedepannya bisa menggunakan trafo 3 fasa untuk di monitoring menggunakan sistem android.

DAFTAR PUSTAKA

1. <http://Labels : ACS 712 Arduino Modul Sensor.com>
2. <http://Arduino, september 2016.>"voltage sensor module", [online]
3. www.Teknik elektronik transformator, oktober 2015.com
4. <http://kuliahelektro.blogspot.co.id>

LAMPIRAN



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERANCANGAN

PROGRAM PASCA SARJANA MAGISTER TEKNIK


PT. BNI (PERSERO) Malang
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No.2 Telp. (0341) 551431 (Hunting) Fax.(0341) 553015 Malang
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax.(0341) 417634 Malang

BERITA ACARA UJIAN TUGAS AKHIR FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : Ilham Pradana
Nim : 14.52.001
Jurusan/Prodi : Teknik Listrik D-III
Judul : **Perancangan Alat Monitoring Transformator 1 Fasa Berbasis Arduino-Uno**

Diperhatikan dihadapan Majelis Penguji Tugas Akhir Jenjang Diploma Tiga (D-III),
pada :

Hari : Sabtu
Tanggal : 5 Agustus 2017
Dengan Nilai : 77,9 (B+) 

Panitia Ujian Tugas Akhir :



Ketua Majelis Penguji,

Ir. Eko Nurcahyo, MT
NIP. Y 1028700172

Sekretaris Majelis Penguji,

Lauhil Mahfudz Hayusman, ST., MT
NIP. P. 1031400472

Anggota Penguji :

Dosen Penguji I,

Ir. Eko Nurcahyo, MT
NIP. Y 1028700172

Dosen Penguji II,

Lauhil Mahfudz Hayusman, ST., MT
NIP. P. 1031400472





LEMBAR PERBAIKAN TUGAS AKHIR

Dalam pelaksanaan Tugas Akhir jenjang Diploma III, Program Studi Teknik Listrik Jenjang Diploma, maka perlu adanya perbaikan Tugas Akhir mahasiswa/i dibawah ini :

Nama : Ilham Pradana
N.I.M : 1452001
Jurusan/Prodi : Teknik Listrik D-III
Masa Bimbingan : Semester Genap 2016-2017
JUDUL : Perancangan Alat Monitoring Transformator 1 Fasa Berbasis Arduino Uno

NO	Penguji	Tanggal	Materi Perbaikan	Paraf
1.	Penguji I	05/8/2017	Kesimpulan, Flowchart, Tabel perhitungan	
2.	Penguji II	05/8/2017	Abstrak, kata pengantar, daftar isi, daftar gambar, Latar belakang, Tata tulis laporan, Flowchart dan tahapan pengujian alat. Alat dilengkapi dengan beban lebih. Diperbaiki konsep alat yang dibuat, Kesimpulan dan daftar pustaka	

Disetujui :

Dosen Penguji I

Ir. Eko Nurcahyo, MT
NIP. Y. 1028700172

Dosen Penguji II

Lauhil Mahfudz Hayusman ST, MT
NIP. P. 1031400472

Mengetahui :

Dosen Pembimbing I

Ir. H. Taufik Hidayat, MT
NIP. P. 10118700151

Dosen Pembimbing II

Ir. M. Abdul Hamid, MT
NIP. Y. 1018800188



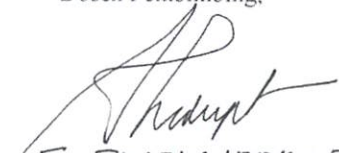
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK LISTRIK D-III

LEMBAR ASISTENSI BIMBINGAN TUGAS AKHIR

NAMA : Ilham Pradana
NIM : 1452001
Waktu Bimbingan : Semester Genap 2016/2017
Judul : Perancangan Alat Monitoring Transformator 1 Berbasis Arduino Uno

NO	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	01 Juni 2017	Lanjutkan Bab II.	Al
2.	10 Juni 2017	Revisi Bab II, Sesuaikan dengan perancangan nya.	Al
3.	17 Juni 2017	Lanjutkan ke Bab III	Al
4.	25 Juni 2017	Tambahkan Blok diagramnya	Al
5.	30 Juni 2017	Lanjutkan Bab IV	Al
6.	5 Juli 2017	flow chart pengujian paralel diperjelas	Al
7.	16 Juli 2017	Buatlah Tabel hasil pengujian	Al
8.	25 Juli 2017	Lanjutkan ke Bab V	Al
9.	30 Juli 2017	Revisi Bab V Munculkan angka 2 hasil pengujian	Al
10.	3 Agustus 2017	Revisi menyuruh Uraian TA	Al

Malang, 3 Agustus 2017
Dosen Pembimbing,


Dr. TAUFIK TRIARYAT, MT



LEMBAR ASISTENSI BIMBINGAN TUGAS AKHIR

NAMA : Ilham Pradana
NIM : 1452001
Waktu Bimbingan : Semester Genap 2016/2017
Judul : Perancangan Alat Monitoring Transformator I Berbasis Arduino

NO	TANGGAL	MATERI	PARAF
1.	27-Juli-2017	Bimbingan Alat	
2.	15-Agustus-2017	Bimbingan BAB IV	
3.	20-Juli-2017	Revisi BAB II & BAB III	
4.	25-Juli-2017	Revisi flow chart dan kesimpulan	
5.	27-Juli-2017	Bimbingan BAB IV (tabel perhitungan)	
6.	1-Agustus-2017	Perbaiki Abstrak	
7.	3-Agustus-2017	Bimbingan masalah pengaman Beban Lebih	
8.	5-Agustus-2017	Bimbingan kesimpulan & saran	

Malang, 2017

Mengetahui
Dosen Pembimbing II

Ir. M. Abdul Hamid, MT
NIP. Y. 1018800188

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ilham Pradana
NIM : 1452001
Program Studi : Teknik Listrik D-III

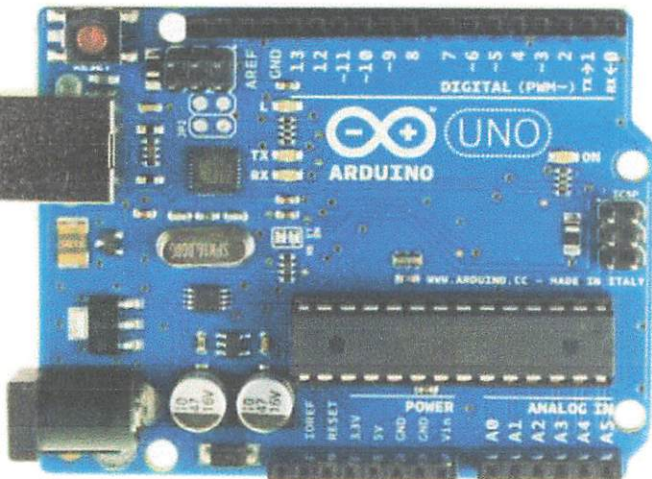
Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang saya buat adalah hasil karya sendiri, tidak merupakan plagiasi dari karya orang lain, kecuali dicantumkan sumbernya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat, dan apabila dikemudian hari ada pelanggaran atas surat pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksinya.

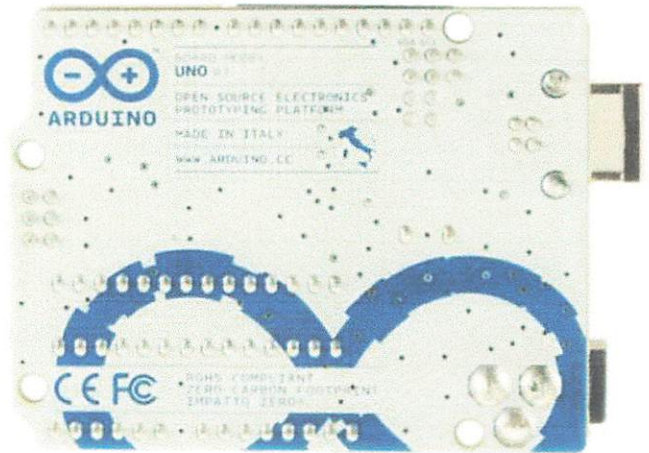


Ilham Pradana
NIM. 1452001

Arduino Uno



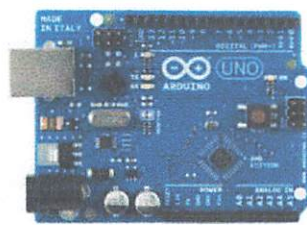
Arduino Uno R3 Front



Arduino Uno R3 Back



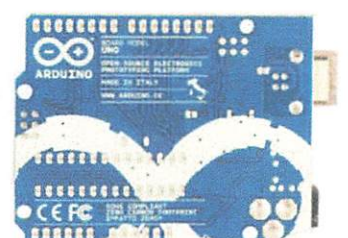
Arduino Uno R2 Front



Arduino Uno SMD



Arduino Uno Front



Arduino Uno Back

Overview

Arduino Uno is a microcontroller board based on the ATmega328 ([datasheet](#)). It has 14 digital input/output pins (of which 6 can be used as PWM outputs), 6 analog inputs, a 16 MHz ceramic resonator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started.

Arduino Uno differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the ATmega16U2 (Atmega8U2 up to version R2) programmed as a USB-to-serial converter.

Pin 2 of the Uno board has a resistor pulling the 8U2 HWB line to ground, making it easier to put into [DFU mode](#).

Pin 3 of the board has the following new features:

- 1.0 pinout: added SDA and SCL pins that are near to the AREF pin and two other new pins placed near to the RESET pin, the IOREF that allow the shields to adapt to the voltage provided from the board. In future, shields will be compatible both with the board that use the AVR, which operate with 5V and with the Arduino Due that operate with 3.3V. The second one is a not connected pin, that is reserved for future purposes.

- Stronger RESET circuit.

- Atmega 16U2 replace the 8U2.

Arduino Uno means one in Italian and is named to mark the upcoming release of Arduino 1.0. The Uno and version 1.0 will be the final versions of Arduino, moving forward. The Uno is the latest in a series of USB Arduino boards, and the reference board for the Arduino platform; for a comparison with previous versions, see the [index of Arduino boards](#).

Summary

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Supply Voltage (recommended)	7-12V

Voltage (limits)	6-20V
Total I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Digital Input Pins	6
Current per I/O Pin	40 mA
Current for 3.3V Pin	50 mA
Memory	32 KB (ATmega328) of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Speed	16 MHz

Schematic & Reference Design

PCB files: [arduino-uno-Rev3-reference-design.zip](#) (NOTE: works with Eagle 6.0 and newer)

Schematic: [arduino-uno-Rev3-schematic.pdf](#)

The Arduino reference design can use an Atmega8, 168, or 328, Current models use an ATmega328, but an Atmega8 is shown in the schematic for reference. The pin configuration is identical on all three processors.

Power

The Arduino Uno can be powered via the USB connection or with an external power supply. The power source is selected automatically.

External (non-USB) power can come either from an AC-to-DC adapter (wall-wart) or battery. The adapter can be connected by plugging a 2.1mm center-positive plug into the board's power jack. Leads from a battery can be inserted in the Gnd and Vin pins of the POWER connector.

The board can operate on an external supply of 6 to 20 volts. If supplied with less than 7V, however, the 5V pin may supply less than 5 volts and the board may be unstable. If using more than 12V, the voltage regulator may overheat and damage the board. The recommended range is 7 to 12 volts. The power pins are as follows:

VIN. The input voltage to the Arduino board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin, or, if supplying voltage via the power jack, access it through this pin.

5V. This pin outputs a regulated 5V from the regulator on the board. The board can be supplied with power either from the DC power jack (7 - 12V), the USB connector (5V), or the VIN pin of the board (7-12V). Supplying voltage via the 5V or 3.3V pins bypasses the regulator, and can damage your board. We don't advise it.

3V3. A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 50 mA.

GND. Ground pins.

Memory

The ATmega328 has 32 KB (with 0.5 KB used for the bootloader). It also has 2 KB of SRAM and 1 KB of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)).

Digital Input and Output

Any of the 14 digital pins on the Uno can be used as an input or output, using [pinMode\(\)](#), [digitalWrite\(\)](#), and [digitalRead\(\)](#) functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (connected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

Serial: 0 (RX) and 1 (TX). Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. These pins are connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip.

External Interrupts: 2 and 3. These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the [attachInterrupt\(\)](#) function for details.

PWM: 3, 5, 6, 9, 10, and 11. Provide 8-bit PWM output with the [analogWrite\(\)](#) function.

-] **SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK).** These pins support SPI communication using the [SPI library](#).
-] **LED: 13.** There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.

Uno has 6 analog inputs, labeled A0 through A5, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though it is possible to change the upper end of their range using the AREF pin and [analogReference\(\)](#) function. Additionally, some pins have specialized functionality:

-] **TWI: A4 or SDA pin and A5 or SCL pin.** Support TWI communication using the [Wire library](#). There are a couple of pins on the board:

-] **AREF.** Reference voltage for the analog inputs. Used with [analogReference\(\)](#).
-] **Reset.** Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.

See the [mapping between Arduino pins and ATmega328 ports](#). The mapping for the Atmega8, 168, and 328 is identical.

Communication

Arduino Uno has a number of facilities for communicating with a computer, another Arduino, or other microcontrollers. The ATmega328 provides UART TTL (5V) serial communication, which is available on digital pins 0 (RX) and 1 (TX). An ATmega16U2 on the board channels this serial communication over USB and appears as a virtual com port to software on the computer. The ATmega16U2 firmware uses the standard USB COM drivers, and no external driver is needed. However, [on Windows, a driver is required](#). The Arduino software includes a serial monitor which allows simple textual data to be sent to and from the board. The RX and TX LEDs on the board will flash when data is being transmitted via the USB-to-serial chip and USB connection to the computer (but not for serial communication on pins 0 and 1).

The [SoftwareSerial library](#) allows for serial communication on any of the Uno's digital pins.

ATmega328 also supports I2C (TWI) and SPI communication. The Arduino software includes a Wire library to simplify the I2C bus; see the [documentation](#) for details. For SPI communication, use the [SPI library](#).

Programming

Arduino Uno can be programmed with the Arduino software ([download](#)). Select "Arduino Uno from the Tools > Board" menu (according to the microcontroller on your board). For details, see the [reference](#) and [tutorials](#).

ATmega328 on the Arduino Uno comes preburned with a [bootloader](#) that allows you to upload new code to it without the need for an external hardware programmer. It communicates using the original STK500 protocol ([reference](#), [C header files](#)). You can also bypass the bootloader and program the microcontroller through the ICSP (In-Circuit Serial Programming); see [these instructions](#) for details.

ATmega16U2 (or 8U2 in the rev1 and rev2 boards) firmware source code is available. The ATmega16U2/8U2 is preprogrammed with a DFU bootloader, which can be activated by:

On Rev1 boards: connecting the solder jumper on the back of the board (near the map of Italy) and then resetting the ATmega8U2.

On Rev2 or later boards: there is a resistor that pulling the 8U2/16U2 HWB line to ground, making it easier to put the board into DFU mode.

You can then use [Atmel's FLIP software](#) (Windows) or the [DFU programmer](#) (Mac OS X and Linux) to load a new firmware. You can also use the ISP header with an external programmer (overwriting the DFU bootloader). See [this user-contributed page](#) for more information.

Automatic (Software) Reset

rather than requiring a physical press of the reset button before an upload, the Arduino Uno is designed in a way that allows to be reset by software running on a connected computer. One of the hardware flow control lines (DTR) of the ATmega8U2/16U2 is connected to the reset line of the ATmega328 via a 100 nanofarad capacitor. When this line is asserted (driven low), the reset line drops long enough to reset the chip. The Arduino software uses this capability to allow you to upload code by simply pressing the upload button in the Arduino environment. This means that the bootloader can have a shorter timeout, as the lowering of DTR can be well-coordinated with the start of the upload. This setup has other applications. When the Uno is connected to either a computer running Mac OS X or Linux, it resets each time a connection is made to it from software (via USB). For the following half-second or so, the bootloader is running on the Uno. While it is programmed to ignore malformed data (i.e. anything besides an upload of new code), it will intercept the first few bytes of data sent to the board after a connection is opened. If a sketch running on the board receives one-time configuration or other data when it first starts, make sure that the software with which it communicates waits a second after opening the connection and before sending this data.

The Uno contains a trace that can be cut to disable the auto-reset. The pads on either side of the trace can be soldered together to re-enable it. It's labeled "RESET-EN". You may also be able to disable the auto-reset by connecting a 110 ohm resistor from 5V to the reset line; see [this forum thread](#) for details.

USB Overcurrent Protection

The Arduino Uno has a resettable polyfuse that protects your computer's USB ports from shorts and overcurrent. Although most computers provide their own internal protection, the fuse provides an extra layer of protection. If more than 500 mA is applied to the USB port, the fuse will automatically break the connection until the short or overload is removed.

Physical Characteristics

The maximum length and width of the Uno PCB are 2.7 and 2.1 inches respectively, with the USB connector and power jack extending beyond the former dimension. Four screw holes allow the board to be attached to a surface or case. Note that the distance between digital pins 7 and 8 is 160 mil (0.16"), not an even multiple of the 100 mil spacing of the other pins.

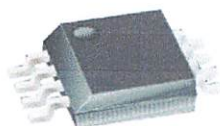
Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor

with 2.1 kVRMS Voltage Isolation and a Low-Resistance Current Conductor

Features and Benefits

- Low-noise analog signal path
- Device bandwidth is set via the new FILTER pin
- 5 μ s output rise time in response to step input current
- 50 kHz bandwidth
- Total output error 1.5% at $T_A = 25^\circ\text{C}$, and 4% at -40°C to 85°C
- Small footprint, low-profile SOIC8 package
- 1.2 m Ω internal conductor resistance
- 2.1 kVRMS minimum isolation voltage from pins 1-4 to pins 5-8
- 5.0 V, single supply operation
- 66 to 185 mV/A output sensitivity
- Output voltage proportional to AC or DC currents
- Factory-trimmed for accuracy
- Extremely stable output offset voltage
- Nearly zero magnetic hysteresis
- Ratiometric output from supply voltage

Package: 8 pin SOIC (suffix LC)



Approximate Scale 1:1



Description

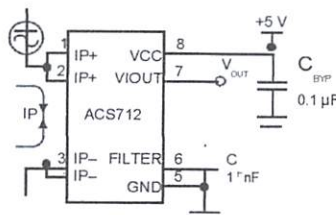
The Allegro[®] ACS712 provides economical and precise solutions for AC or DC current sensing in industrial, automotive, commercial, and communications systems. The device package allows for easy implementation by the customer. Typical applications include motor control, load detection and management, switched-mode power supplies, and overcurrent fault protection.

The device consists of a precise, low-offset, linear Hall sensor circuit with a copper conduction path located near the surface of the die. Applied current flowing through this copper conduction path generates a magnetic field which is sensed by the integrated Hall IC and converted into a proportional voltage. Device accuracy is optimized through the close proximity of the magnetic signal to the Hall transducer. A precise, proportional voltage is provided by the low-offset, chopper-stabilized BiCMOS Hall IC, which is programmed for accuracy after packaging.

The output of the device has a positive slope ($>V_{IOUT}(Q)$) when an increasing current flows through the primary copper conduction path (from pins 1 and 2, to pins 3 and 4), which is the path used for current sensing. The internal resistance of this conductive path is 1.2 m Ω typical, providing low power

Continued on the next page...

Typical Application



Application 1. The ACS712 outputs an analog signal, V_{OUT} , that varies linearly with the uni- or bi-directional AC or DC primary sensed current, I_P , within the range specified. C_F is recommended for noise management, with values that depend on the application.

ACS712

Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor with 2.1 kVRMS Voltage Isolation and a Low-Resistance Current Conductor

Description (continued)

The thickness of the copper conductor allows survival of device at up to 5× overcurrent conditions. The terminals of inductive path are electrically isolated from the sensor leads (pins 6 through 8). This allows the ACS712 current sensor to be used in applications requiring electrical isolation without the use of opto-isolators or other costly isolation techniques.

The ACS712 is provided in a small, surface mount SOIC8 package. The leadframe is plated with 100% matte tin, which is compatible with standard lead (Pb) free printed circuit board assembly processes. Internally, the device is Pb-free, except for flip-chip high-temperature Pb-based solder balls, currently exempt from RoHS. The device is fully calibrated prior to shipment from the factory.

Selection Guide

Part Number	Packing*	T _{OP} (°C)	Optimized Range, I _p (A)	Sensitivity, Sens (Typ) (mV/A)
ACS712ELCTR-05B-T	Tape and reel, 3000 pieces/reel	-40 to 85	±5	185
ACS712ELCTR-20A-T	Tape and reel, 3000 pieces/reel	-40 to 85	±20	100
ACS712ELCTR-30A-T	Tape and reel, 3000 pieces/reel	-40 to 85	±30	66

Contact Allegro for additional packing options.

Absolute Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Notes	Rating	Units
Supply Voltage	V _{CC}		8	V
Reverse Supply Voltage	V _{RCC}		-0.1	V
Output Voltage	V _{IOUT}		8	V
Reverse Output Voltage	V _{RIOUT}		-0.1	V
Output Current Source	I _{IOUT(SOURCE)}		3	mA
Output Current Sink	I _{IOUT(SINK)}		10	mA
Overcurrent Transient Tolerance	I _p	100 total pulses, 250 ms duration each, applied at a rate of 1 pulse every 100 seconds.	60	A
Maximum Transient Sensed Current	I _{R(max)}	Junction Temperature, T _J < T _{J(max)}	60	A
Nominal Operating Ambient Temperature	T _A	Range E	-40 to 85	°C
Maximum Junction	T _{J(max)}		165	°C
Storage Temperature	T _{stg}		-65 to 170	°C



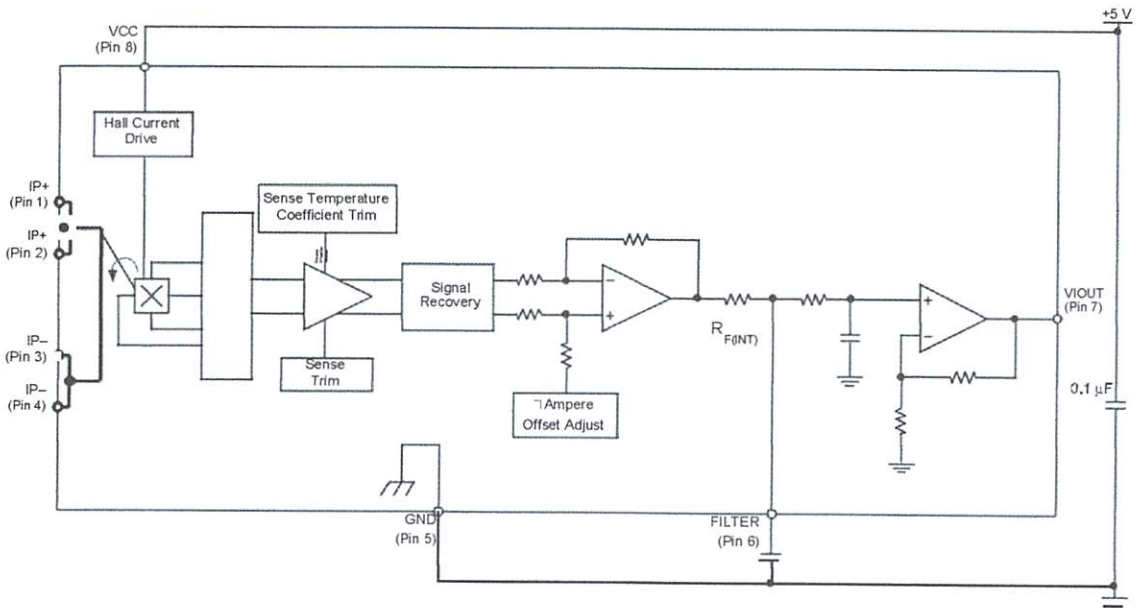
TÜV America
Certificate Number:
U8V 06 05 54214 010

Parameter	Specification
Fire and Electric Shock	CAN/CSA-C22.2 No. 60950-1-03 UL 60950-1:2003 EN 60950-1:2001

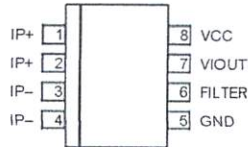


Allegro MicroSystems, Inc.
115 Northeast Cutoff, Box 15036
Worcester, Massachusetts 01615-0036 (508) 853-5000

Functional Block Diagram



Pin-out Diagram



Terminal List Table

Number	Name	Description
1 and 2	IP+	Terminals for current being sensed; fused internally
3 and 4	IP-	Terminals for current being sensed; fused internally
5	GND	Signal ground terminal
6	FILTER	Terminal for external capacitor that sets bandwidth
7	VIOUT	Analog output signal
8	VCC	Device power supply terminal

*Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor with
2.1 kVRMS Voltage Isolation and a Low-Resistance Current Conductor*

COMMON OPERATING CHARACTERISTICS¹ over full range of T_{OP} , $C_F = 1$ nF, and $V_{CC} = 5$ V, unless otherwise specified

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Electrical Characteristics						
Supply Voltage	V_{CC}		4.5	5.0	5.5	V
Supply Current	I_{CC}	$V_{CC} = 5.0$ V, output open	6	8	11	mA
Output Zener Clamp Voltage	V_Z	$I_{CC} = 11$ mA, $T_A = 25^\circ\text{C}$	6	8.3	–	V
Output Resistance	R_{IOUT}	$I_{IOUT} = 1.2$ mA, $T_A = 25^\circ\text{C}$	–	1	2	Ω
Output Capacitance Load	C_{LOAD}	V _{IOUT} to GND	–	–	10	nF
Output Resistive Load	R_{LOAD}	V _{IOUT} to GND	–	–	10	nF
Current Conductor Resistance	$R_{PRIMARY}$	$T_A = 25^\circ\text{C}$	–	1.2	–	m Ω
Isolation Voltage	V_{ISORMS}	Pins 1-4 and 5-8; 60 Hz, 1 minute, $T_A = 25^\circ\text{C}$	2100	–	–	V
Isolation Voltage	V_{ISODC}	Pins 1-4 and 5-8; 1 minute, $T_A = 25^\circ\text{C}$	–	5000	–	V
Propagation Time	t_{PROP}	$I_p = I_p(\text{max})$, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $C_{OUT} = \text{open}$	–	3	–	μs
Rise Time	$t_{RESPONSE}$	$I_p = I_p(\text{max})$, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $C_{OUT} = \text{open}$	–	7	–	μs
Fall Time	t_f	$I_p = I_p(\text{max})$, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $C_{OUT} = \text{open}$	–	5	–	μs
Frequency Bandwidth	f	–3 dB, $T_A = 25^\circ\text{C}$; I_p is 10 A peak-to-peak	50	–	–	kHz
Linearity	E_{LIN}	Over full range of I_p	–	± 1	± 1.5	%
Accuracy	E_{SYM}	Over full range of I_p	98	100	102	%
Output Current Voltage	$V_{IOUT(Q)}$	Bidirectional; $I_p = 0$ A, $T_A = 25^\circ\text{C}$	–	$V_{CC} \times 0.5$	–	V
Offset Error	V_{ERROR}	$I_p = 0$ A, after excursion of 5 A	–	0	–	mV
Common-Mode Voltage	V_{CH}		Typ. –110	$V_{CC} \times 0.9375$	Typ. +110	mV
	V_{CL}		Typ. –110	$V_{CC} \times 0.0625$	Typ. +110	mV
Power-On Time	t_{PO}	Output reaches 90% of steady-state level, $T_J = 25^\circ\text{C}$, 20 A present on leadframe	–	35	–	μs
Electromagnetic Coupling ²			–	12	–	G/A
Internal Filter Resistance ³	$R_{F(INT)}$		–	1.7	–	k Ω

Device may be operated at higher primary current levels, I_p , and ambient, T_A , and internal leadframe temperatures, T_{OP} , provided that the maximum Junction Temperature, $T_J(\text{max})$, is not exceeded.
0.1 mT.

(INT) forms an RC circuit via the FILTER pin.

COMMON THERMAL CHARACTERISTICS¹

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Operating Internal Leadframe Temperature	T_{OP}	E range	–40	–	85	$^\circ\text{C}$
Lead-to-Lead Thermal Resistance ²	$R_{\theta JL}$	Mounted on the Allegro ASEK 712 evaluation board			5	$^\circ\text{C/W}$
Lead-to-Ambient Thermal Resistance	$R_{\theta JA}$	Mounted on the Allegro 85-0322 evaluation board, includes the power consumed by the board			23	$^\circ\text{C/W}$

Additional thermal information is available on the Allegro website.

The Allegro evaluation board has 1500 mm² of 2 oz. copper on each side, connected to pins 1 and 2, and to pins 3 and 4, with thermal vias connecting the layers. Performance values include the power consumed by the PCB. Further details on the board are available from the Frequently Asked Questions document on our website. Further information about board design and thermal performance also can be found in the Applications section of this datasheet.



**Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor with
2.1 kVRMS Voltage Isolation and a Low-Resistance Current Conductor**

PERFORMANCE CHARACTERISTICS $T_{OP} = -40^{\circ}\text{C}$ to 85°C ¹, $C_F = 1\text{ nF}$, and $V_{CC} = 5\text{ V}$, unless otherwise specified

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Rated Accuracy Range	I_P		-5	-	5	A
Sensitivity ²	Sens _{TA}	Over full range of I_P , $T_A = 25^{\circ}\text{C}$	-	185	-	mV/A
	Sens _{TOP}	Over full range of I_P	178	-	193	mV/A
$V_{NOISE(PP)}$		Peak-to-peak, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$, 185 mV/A programmed Sensitivity, $C_F = 4.7\text{ nF}$, $C_{OUT} = \text{open}$, 20 kHz bandwidth	-	45	-	mV
		Peak-to-peak, $T = 25^{\circ}\text{C}$, 185 mV/A programmed Sensitivity, $C_F = 47\text{ nF}$, $C_{OUT}^A = \text{open}$, 2 kHz bandwidth	-	20	-	mV
		Peak-to-peak, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$, 185 mV/A programmed Sensitivity, $C_F = 1\text{ nF}$, $C_{OUT} = \text{open}$, 50 kHz bandwidth	-	75	-	mV
Typical Offset Voltage	V_{OE}	$I_P = 0\text{ A}$	-40	-	40	mV
Input Error ³	E_{TOT}	$I_P = \pm 5\text{ A}$, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$	-	± 1.5	-	%

Device may be operated at higher primary current levels, I_P , and ambient temperatures, T_{OP} , provided that the Maximum Junction Temperature, $T_{J(max)}$, is not exceeded.

10°C Sensitivity may shift as much 9% outside of the datasheet limits.

Percentage of I_P , with $I_P = 5\text{ A}$. Output filtered.

PERFORMANCE CHARACTERISTICS $T_{OP} = -40^{\circ}\text{C}$ to 85°C ¹, $C_F = 1\text{ nF}$, and $V_{CC} = 5\text{ V}$, unless otherwise specified

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Rated Accuracy Range	I_P		-20	-	20	A
Sensitivity ²	Sens _{TA}	Over full range of I_P , $T_A = 25^{\circ}\text{C}$	-	100	-	mV/A
	Sens _{TOP}	Over full range of I_P	97	-	103	mV/A
$V_{NOISE(PP)}$		Peak-to-peak, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$, 100 mV/A programmed Sensitivity, $C_F = 4.7\text{ nF}$, $C_{OUT} = \text{open}$, 20 kHz bandwidth	-	24	-	mV
		Peak-to-peak, $T = 25^{\circ}\text{C}$, 100 mV/A programmed Sensitivity, $C_F = 47\text{ nF}$, $C_{OUT}^A = \text{open}$, 2 kHz bandwidth	-	10	-	mV
		Peak-to-peak, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$, 100 mV/A programmed Sensitivity, $C_F = 1\text{ nF}$, $C_{OUT} = \text{open}$, 50 kHz bandwidth	-	40	-	mV
Typical Offset Voltage	V_{OE}	$I_P = 0\text{ A}$	-30	-	30	mV
Input Error ³	E_{TOT}	$I_P = \pm 20\text{ A}$, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$	-	± 1.5	-	%

Device may be operated at higher primary current levels, I_P , and ambient temperatures, T_{OP} , provided that the Maximum Junction Temperature, $T_{J(max)}$, is not exceeded.

10°C Sensitivity may shift as much 9% outside of the datasheet limits.

Percentage of I_P , with $I_P = 20\text{ A}$. Output filtered.

PERFORMANCE CHARACTERISTICS $T_{OP} = -40^{\circ}\text{C}$ to 85°C ¹, $C_F = 1\text{ nF}$, and $V_{CC} = 5\text{ V}$, unless otherwise specified

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Rated Accuracy Range	I_P		-30	-	30	A
Sensitivity ²	Sens _{TA}	Over full range of I_P , $T_A = 25^{\circ}\text{C}$	-	66	-	mV/A
	Sens _{TOP}	Over full range of I_P	64	-	68	mV/A
$V_{NOISE(PP)}$		Peak-to-peak, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$, 66 mV/A programmed Sensitivity, $C_F = 4.7\text{ nF}$, $C_{OUT} = \text{open}$, 20 kHz bandwidth	-	20	-	mV
		Peak-to-peak, $T = 25^{\circ}\text{C}$, 66 mV/A programmed Sensitivity, $C_F = 47\text{ nF}$, $C_{OUT}^A = \text{open}$, 2 kHz bandwidth	-	7	-	mV
		Peak-to-peak, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$, 66 mV/A programmed Sensitivity, $C_F = 1\text{ nF}$, $C_{OUT} = \text{open}$, 50 kHz bandwidth	-	35	-	mV
Typical Offset Voltage	V_{OE}	$I_P = 0\text{ A}$	-30	-	30	mV
Input Error ³	E_{TOT}	$I_P = \pm 30\text{ A}$, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$	-	± 1.5	-	%

Device may be operated at higher primary current levels, I_P , and ambient temperatures, T_{OP} , provided that the Maximum Junction Temperature, $T_{J(max)}$, is not exceeded.

10°C Sensitivity may shift as much 9% outside of the datasheet limits.

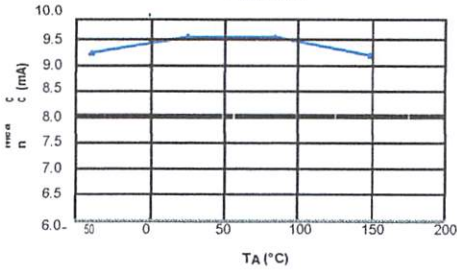
Percentage of I_P , with $I_P = 30\text{ A}$. Output filtered.



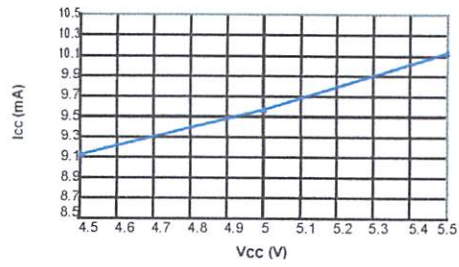
Characteristic Performance

$I_p = 5\text{ A}$, Sens = 185 mV/A unless otherwise specified

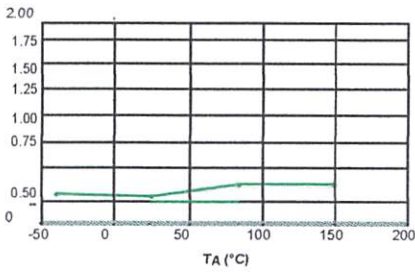
Mean Supply Current versus Ambient Temperature
 $V_{CC} = 5\text{ V}$



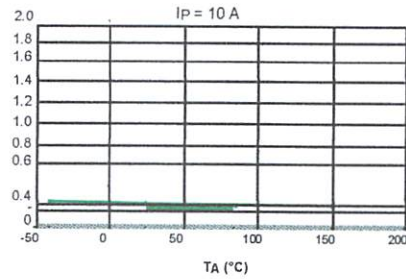
Supply Current versus Supply Voltage



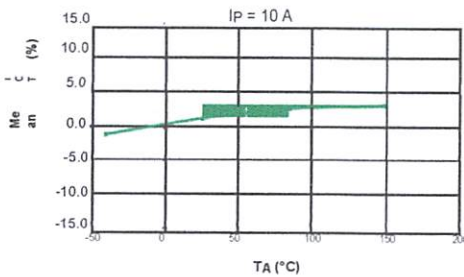
Magnetic Offset versus Ambient Temperature



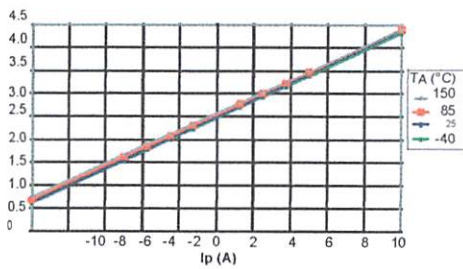
Nonlinearity versus Ambient Temperature



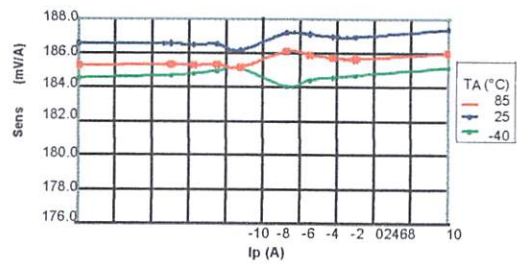
Mean Total Output Error versus Ambient Temperature



Output Voltage versus Sensed Current



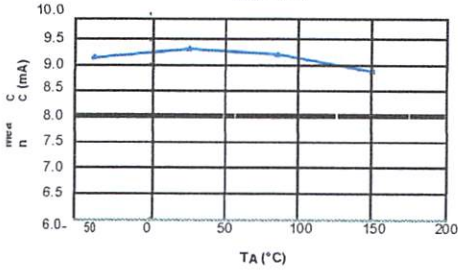
Sensitivity versus Sensed Current



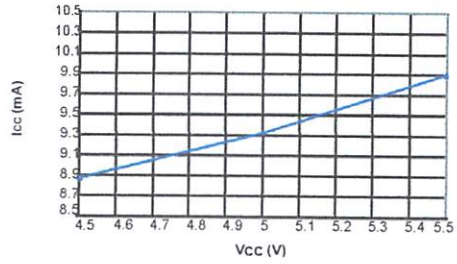
Characteristic Performance

$I_p = 30\text{ A}$, Sens = 66 mV/A unless otherwise specified

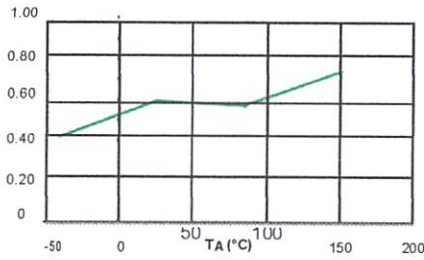
Mean Supply Current versus Ambient Temperature
VCC = 5 V



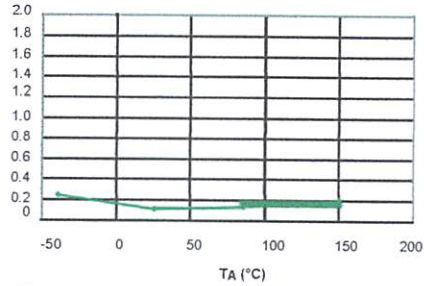
Supply Current versus Supply Voltage



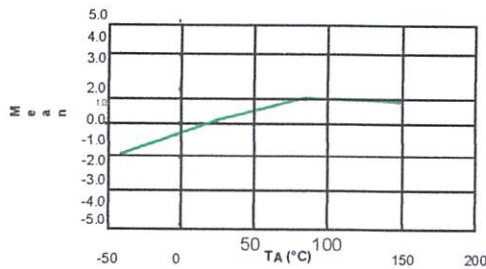
Magnetic Offset Current versus Ambient Temperature



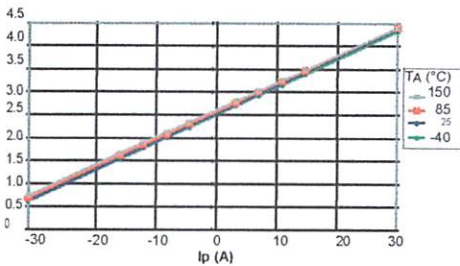
Nonlinearity versus Ambient Temperature



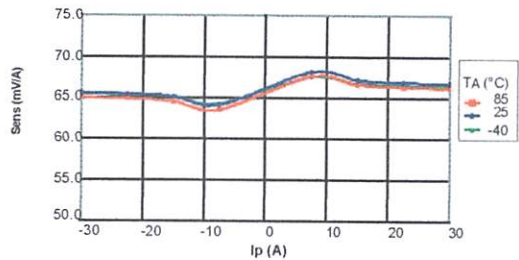
Mean Total Output Error versus Ambient Temperature



Output Voltage versus Sensed Current



Sensitivity versus Sensed Current



Definitions of Accuracy Characteristics

Sensitivity (Sens). The change in sensor output in response to a change through the primary conductor. The sensitivity is the product of the magnetic circuit sensitivity (G/A) and the linear IC amplifier gain (mV/G). The linear IC amplifier gain is programmed at the factory to optimize the sensitivity (mV/A) at the full-scale current of the device.

Noise Floor (VNOISE). The product of the linear IC amplifier gain (mV/G) and the noise floor for the Allegro Hall effect linear IC (mV/G). The noise floor is derived from the thermal and shot noise observed in Hall elements. Dividing the noise (mV) by the sensitivity (mV/A) provides the smallest current that the device can resolve.

Linearity (ELIN). The degree to which the voltage output from the sensor varies in direct proportion to the primary current through its full-scale amplitude. Nonlinearity in the output can be attributed to the saturation of the flux concentrator approaching full-scale current. The following equation is used to derive linearity:

$$1 - \left[\frac{\text{gain} \cdot \% \text{ sat} \left(\frac{V_{IOUT_full\text{-}scale \text{ amperes}} - V_{IOUT(Q)}}{V_{IOUT_half\text{-}scale \text{ amperes}} - V_{IOUT(Q)}} \right)}{2} \right] \left\{ \frac{V_{IOUT_full\text{-}scale \text{ amperes}}}{V_{IOUT(Q)}} - \frac{V_{IOUT(Q)}}{V_{IOUT_full\text{-}scale \text{ amperes}}} \right\}$$

$V_{IOUT_full\text{-}scale \text{ amperes}}$ = the output voltage (V) at the sensed current approximates full-scale $\pm I_p$.

Linearity Error (ESYM). The degree to which the absolute voltage output from the sensor varies in proportion to either a positive or negative full-scale primary current. The following formula is used to derive symmetry:

$$100 \frac{V_{IOUT_+full\text{-}scale \text{ amperes}} - V_{IOUT(Q)}}{V_{IOUT(Q)} - V_{IOUT\text{-}full\text{-}scale \text{ amperes}}}$$

Quiescent output voltage (VIOUT(Q)). The output of the sensor when the primary current is zero. For a unipolar supply voltage, VIOUT(Q) normally remains at $V_{CC}/2$. Thus, $V_{CC} = 5 \text{ V}$ translates into $VIOUT(Q) = 2.5 \text{ V}$. Variation in VIOUT(Q) can be attributed to the resolution of the Allegro linear IC quiescent voltage trim and thermal drift.

Input offset voltage (VOE). The deviation of the device output from its ideal quiescent value of $V_{CC}/2$ due to magnetic causes. To convert this voltage to amperes, divide the device sensitivity, Sens.

Total Error (ETOT). The accuracy represents the maximum deviation of the actual output from its ideal value. This is also known as the total output error. The accuracy is illustrated graphically in the output voltage versus current chart at right.

Accuracy is divided into four areas:

- **0 A at 25°C.** Accuracy of sensing zero current flow at 25°C, without the effects of temperature.
- **0 A over temperature.** Accuracy of sensing zero current flow including temperature effects.
- **Full-scale current at 25°C.** Accuracy of sensing the full-scale current at 25°C, without the effects of temperature.
- **Full-scale current over temperature.** Accuracy of sensing full-scale current flow including temperature effects.

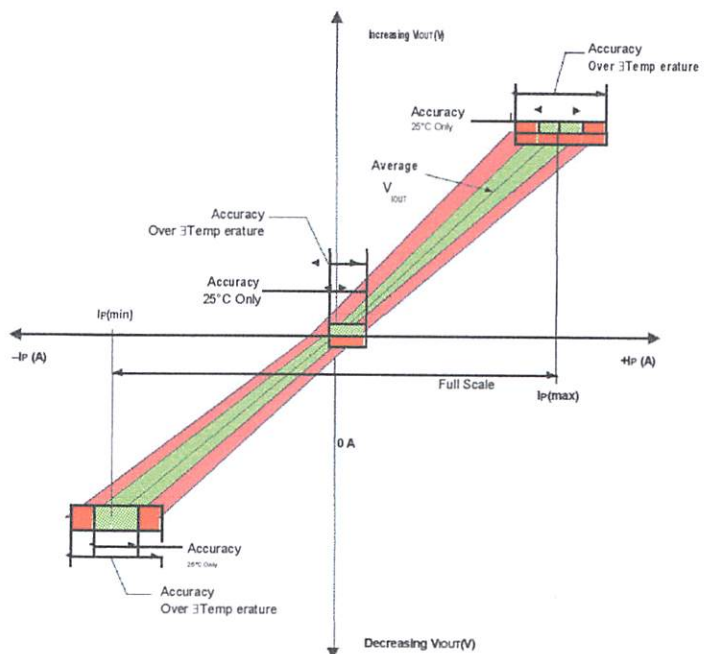
Ratiometry. The ratiometric feature means that its 0 A output, VIOUT(Q), (nominally equal to $V_{CC}/2$) and sensitivity, Sens, are proportional to its supply voltage, V_{CC} . The following formula is used to derive the ratiometric change in 0 A output voltage, $V_{IOUT(Q)RAT}$ (%).

$$100 \frac{V_{IOUT(Q)VCC} / V_{IOUT(Q)5V}}{V_{CC} / 5 \text{ V}}$$

The ratiometric change in sensitivity, SensRAT (%), is defined as:

$$100 \frac{\text{Sens}V_{CC} / \text{Sens}5V}{V_{CC} / 5 \text{ V}}$$

Output Voltage versus Sensed Current Accuracy at 0 A and at Full-Scale Current

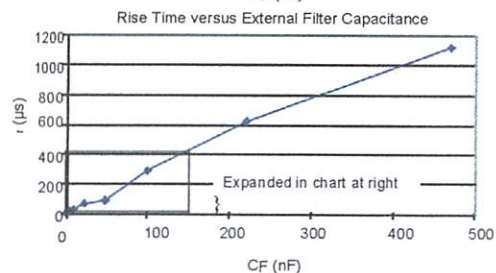
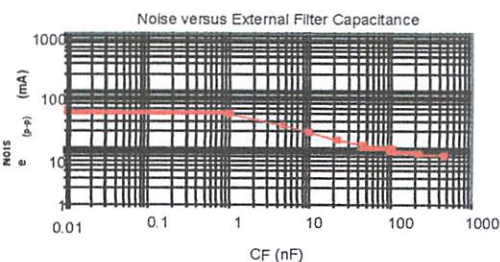
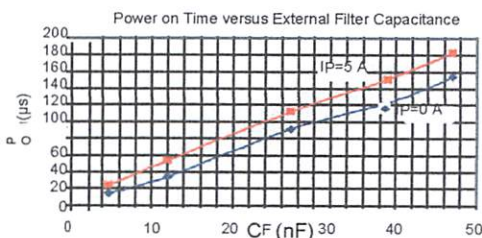
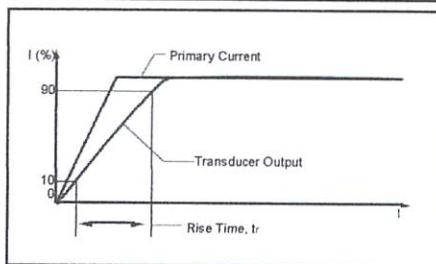
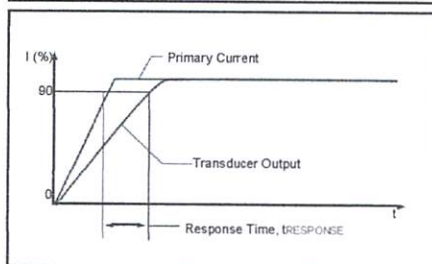
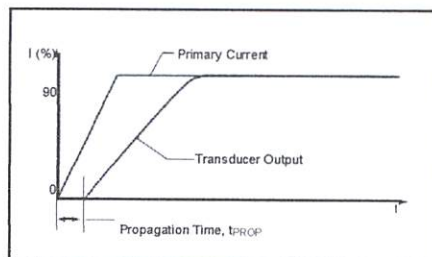


Definitions of Dynamic Response Characteristics

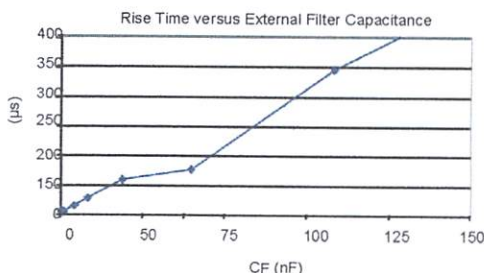
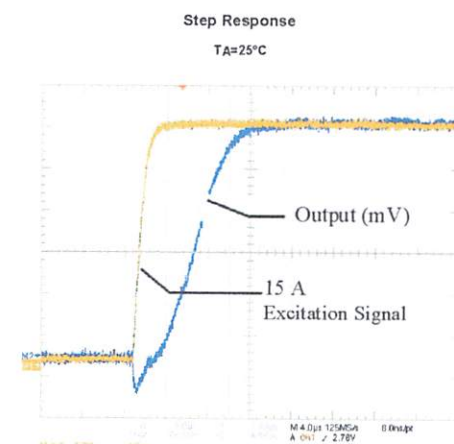
Propagation delay (t_{PROP}). The time required for the sensor to reflect a change in the primary current signal. Propagation delay is attributed to inductive loading within the IC package, as well as in the inductive loop formed by the primary conductor geometry. Propagation delay can be considered as a fixed time offset and may be compensated.

Response time (t_{RESPONSE}). The time interval between when the primary current signal reaches 90% of its final value and b) when the sensor reaches 90% of its output depending to the applied current.

Rise time (t_r). The time interval between a) when the sensor reaches 10% of its full scale value, and b) when it reaches 90% of its full scale value. The rise time to a step response is used to determine the bandwidth of the current sensor, in which $f(-3 \text{ dB}) = 0.35 / t_r$. Both t_r and t_{RESPONSE} are detrimentally affected by current losses observed in the conductive IC ground plane.



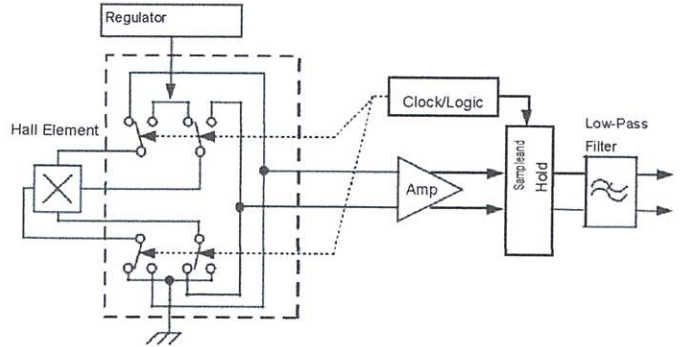
CF (nF)	tr (μs)
0	6.647
1	7.74
4.7	17.38
10	32.09087
22	68.15
47	88.18
100	291.26
220	623.02
470	1120



Temperature Stabilization Technique

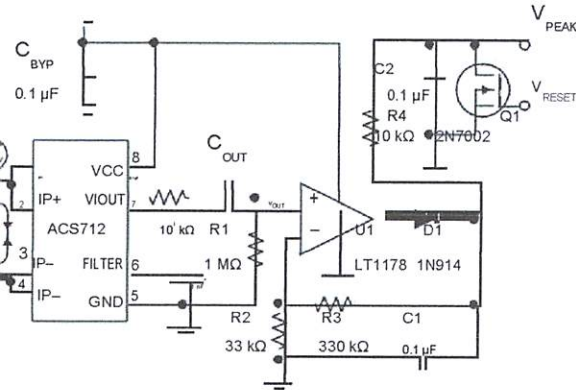
Temperature Stabilization is an innovative circuit technique that is used to minimize the offset voltage of a Hall element and an associated amplifier. Allegro patented a Chopper Stabilization technique that nearly eliminates Hall IC output drift induced by temperature or package stress effects. This offset reduction technique is based on a signal modulation-demodulation process. Chopper modulation is used to separate the undesired dc offset signal from the magnetically induced signal in the frequency domain. Then, through the use of a low-pass filter, the modulated dc offset is suppressed and the magnetically induced signal passes through the filter. As a result of this chopper stabilization approach, the output signal from the Hall IC is desensitized to the effects of temperature and mechanical stress. This technique produces devices that have an extremely stable Electrical Offset Voltage, are immune to thermal stress, and have precise recoverability after temperature cycling.

This technique is made possible through the use of a BiCMOS process that allows the use of low-offset and low-noise amplifiers in combination with high-density logic integration and sample and hold circuits.

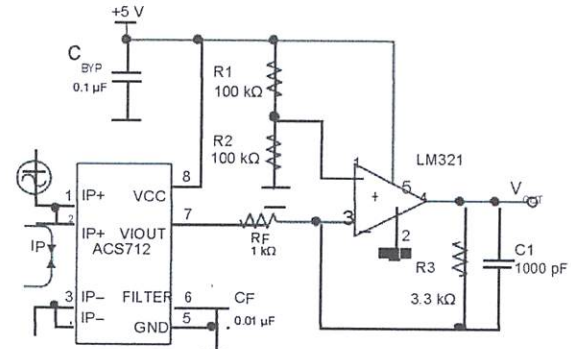


Concept of Chopper Stabilization Technique

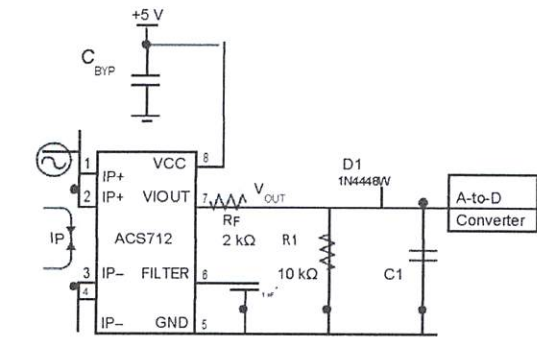
Typical Applications



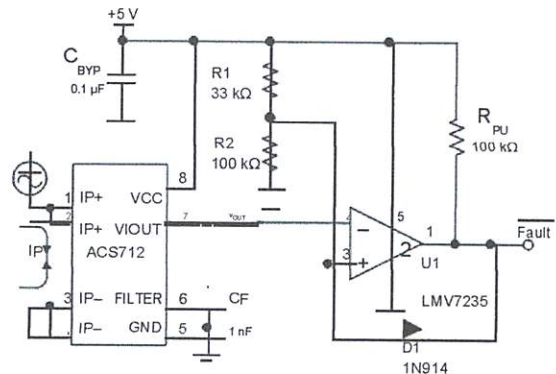
Application 2. Peak Detecting Circuit



Application 3. This configuration increases gain to 610 mV/A (tested using the ACS712ELC-05A).



Application 4. Rectified Output. 3.3 V scaling and rectification application for microcontrollers. Replaces current transformer solutions with simpler ACS712. R1 is a function of the load resistance and filtering desired. C1 can be omitted if the full range is desired.



Application 5. 10 A Overcurrent Fault Latch. Fault threshold set by R1 and R2. This circuit latches an overcurrent fault and holds it until the 5 V rail is powered down.

Improving Sensing System Accuracy Using the FILTER Pin

In low-frequency sensing applications, it is often advantageous to add a simple RC filter to the output of the sensor. Such a low-pass filter improves the signal-to-noise ratio, and therefore the accuracy, of the sensor output signal. However, the addition of a low-pass filter to the output of a sensor IC can result in undesirable output attenuation — even for dc signals.

Output attenuation, ΔV_{ATT} , is a result of the resistive divider formed between the resistance of the external filter, R_F (see Application 6), and the input impedance and resistance of the customer interface circuit, R_{INTFC} . The transfer function of this resistive divider is given by:

$$\frac{\Delta V_{out}}{V_{in}} = \frac{R_{INTFC}}{R_F + R_{INTFC}}$$

Since R_F and R_{INTFC} are designed to match, the two individual resistance values will most likely drift by different amounts over

time. When a low pass filter is constructed directly to a standard Hall effect device, a resistive divider may exist between the filter resistor, R_F , and the resistance of the customer interface circuit, R_{INTFC} . This resistive divider will cause excessive attenuation,

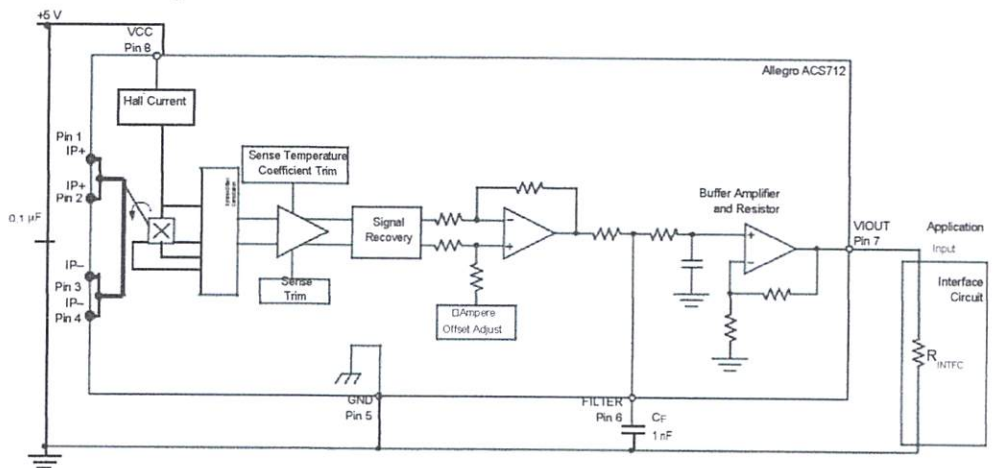
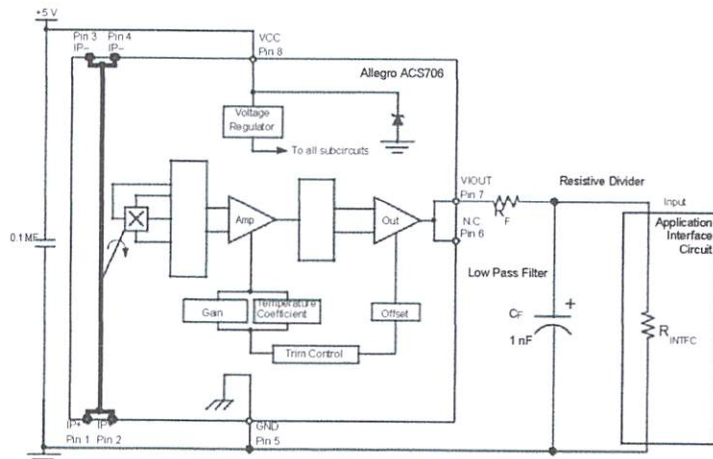
described by the transfer function for ΔV_{ATT} .

Using the FILTER pin

eliminates the effects of the resistor divider

temperature. Therefore, signal attenuation will vary as a function of temperature. Note that, in many cases, the input impedance, R_{INTFC} , of a typical analog-to-digital converter (ADC) can be as low as 10 k Ω .

The ACS712 contains an internal resistor, a FILTER pin connection to the printed circuit board, and an internal buffer amplifier. With this circuit architecture, users can implement a simple RC filter via the addition of a capacitor, C_F (see Application 7) from the FILTER pin to ground. The buffer amplifier inside of the ACS712 (located after the internal resistor and FILTER pin connection) eliminates the attenuation caused by the resistive divider effect described in the equation for ΔV_{ATT} . Therefore, the ACS712 device is ideal for use in high-accuracy applications that cannot afford the signal attenuation associated with the use of an external RC low-pass filter.



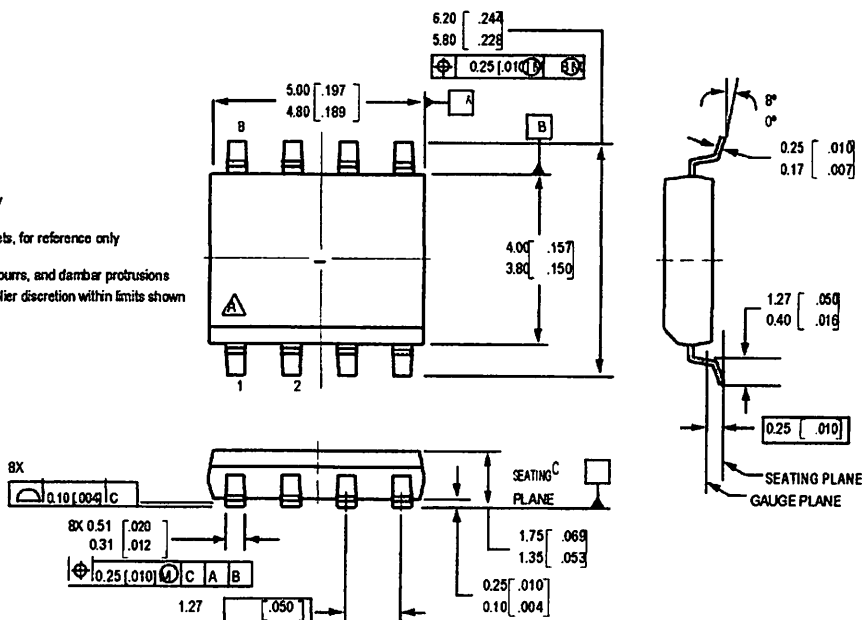
ACS712

Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor with 2.1 kVRMS Voltage Isolation and a Low-Resistance Current Conductor

Package LC, 8-pin SOIC

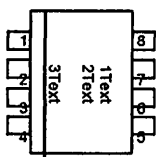
Preliminary dimensions, for reference only
 Dimensions in millimeters
 U.S. Customary dimensions (in.) in brackets, for reference only
 (reference JEDEC MS-012AA)
 Dimensions exclusive of mold flash, gate burrs, and dambar protrusions
 Exact case and lead configuration at supplier discretion within limits shown

Terminal #1 mark area



Package Branding

Alternative patterns are used



ACS712T RLCPPP WWA	ACS	Allegro Current Sensor
	712	Device family number
	T	Indicator of 100% matte tin leadframe plating
	R	Operating ambient temperature range code
	LC	Package type designator
	PPP	Primary sensed current
	YY	Date code: Calendar year (last two digits)
	WW	Date code: Calendar week
	A	Date code: Shift code

ACS712T RLCPPP L...L YYWW	ACS	Allegro Current Sensor
	712	Device family number
	T	Indicator of 100% matte tin leadframe plating
	R	Operating ambient temperature range code
	LC	Package type designator
	PPP	Primary sensed current
	L...L	Lot code
YY	Date code: Calendar year (last two digits)	
WW	Date code: Calendar week	

Products described herein are manufactured under one or more of the following U.S. patents: 5,045,920; 5,264,783; 5,389,889; 5,581,179; 5,517,112; 5,619,137; 5,650,719; 5,686,894; 5,694,038; 5,729,130; 5,729,130; and other patents pending.

Allegro MicroSystems, Inc. reserves the right to make, from time to time, such departures from the detail specifications as may be necessary 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. 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.

Copyright ©2006, Allegro MicroSystems, Inc.