

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING ARUS  
LISTRIK DAN PENGAMAN KELEBIHAN BEBAN  
(OVERLOAD) BERBASIS LATTEPANDA**

**SKRIPSI**

oleh:

**Machfud Muthohar  
115090800111010**



**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU  
PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2018**



repository.ub.ac.id

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING ARUS  
LISTRIK DAN PENGAMAN KELEBIHAN BEBAN  
(OVERLOAD) BERBASIS LATTEPANDA**

**SKRIPSI**

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana sains dalam bidang fisika

oleh:

**Machfud Muthohar**  
**115090800111010**



**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU  
PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2018**

UNIVERSITAS  
BRAWIJAYA



# LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

## RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING ARUS LISTRIK DAN PENGAMAN KELEBIHAN BEBAN (OVERLOAD) BERBASIS LATTEPANDA

oleh:

**Machfud Muthohar**

**115090800111010**

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji pada tanggal 02 Juli 2018 dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dalam bidang fisika

Pembimbing I

Pembimbing II

Arief Dharmawan, M.Eng. Ph.D.

Dr.-Ing. Setyawan P. Sakti M.Eng

NIP. 19690920 199412 1 001

NIP. 19650825 199002 1 001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika

Fakultas MIPA Universitas Brawijaya



Prof. Dr. Ermat. Muhammad Nurhuda

NIP. 19640910 199002 1 001



## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Machfud Muthohar  
Nim : 115090800111010  
Jurusan : Fisika  
Penulis Skripsi berjudul :

### **RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING ARUS LISTRIK DAN PENGAMAN KELEBIHAN BEBAN (*OVERLOAD*) BERBASIS LATTEPANDA**

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Isi dari Skripsi yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termaktub di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam skripsi ini.
2. Apabila dikemudian hari ternyata Skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

**Malang, 5 Juni 2018**  
**Yang Menyatakan**

**(MACHFUD MUTHOHAR)**  
**NIM. 115090800111010**



repository.ub.ac.id

# RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING ARUS LISTRIK DAN PENGAMAN KELEBIHAN BEBAN (*OVERLOAD*) BERBASIS LATTEPANDA

## ABSTRAK

Pada penelitian ini dirancang sebuah sistem monitoring arus listrik dan pengaman beban (*overload*) menggunakan LattePanda. Sistem ini berisi relay sebagai pengaman beban arus listrik yang difungsikan melalui komputer *single-board* LattePanda. Selain itu, dalam sistem ini juga terdapat sensor arus ACS712 yang berfungsi sebagai pengukur arus. Selain itu, terdapat rangkaian *optocoupler* IC4N25 yang digunakan sebagai *driver* untuk relay. Sistem ini telah diuji menggunakan beban berupa Setrika Listrik Bimetal dan Solder Listrik.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan beban listrik mempengaruhi nilai arus listrik yang terjadi. Arus listrik yang terjadi tanpa adanya beban sebesar 0.0048 Ampere. Sedangkan, arus pada penambahan beban uji solder listrik didapatkan sebesar 0.1427 Ampere. Untuk beban uji solder listrik kondisi aktif (*push on*) didapatkan nilai arus sebesar 0.3814 Ampere. Selanjutnya, untuk beban uji setrika listrik bimetal didapatkan nilai arus sebesar 1.49775 Ampere. Untuk beban uji setrika listrik bimetal dan solder listrik kondisi aktif (*push on*) didapatkan sebesar 1.8506 Ampere. Nilai arus dalam penelitian ini ditampilkan melalui LattePanda dengan antarmuka *software* Visual Studio.

Kata Kunci: Listrik, Komputer Mini, LattePanda, Relay, Kelebihan Beban



repository.ub.ac.id

# DESIGN SYSTEM OF ELECTRIC CURRENT MONITORING SYSTEM AND OVERLOAD PROTECTION USING LATTEPANDA

## ABSTRACT

In this research, an electric current monitoring system and overload protection was designed using LattePanda. This system contains a relay as an overload current protector that is enabled through a single-board computer LattePanda. In this system there is an ACS712 current sensor that serves as a current meter and also there is an optocoupler IC4N25 which is used as a relay driver. This system has been tested using loads of a Bimetallic Electric Iron and an Electric Solder.

The results show that the addition of electrical load affects the value of electric current. Electric current was 0.0048 Ampere without any load addition. That means that there was no current flowing. Meanwhile, with an electric solder added as the load the current was obtained 0.1427 Ampere. For the addition of electric solder in active condition (push on) as the load, the current obtained was 0.3814 Ampere. Also, in addition of bimetal electric iron, it was obtained 1.49775 Ampere. With both of them (electric solder push on active condition and bimetal electric iron) for the load, the current was obtained 1.8506 Ampere. The result of the current measurement was displayed on the single-board computer LattePanda with the Visual Studio as the interface.

Keywords: Electricity, Mini Computer, LattePanda, Relay, Overload Current



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga skripsi dengan judul “Judule judul-judulan durung oleh judul” dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini disusun berdasarkan data yang diambil mulai Januari hingga Mei 2018 dan didukung berbagai teori dari referensi yang menunjang.

Selama penyusunan laporan skripsi ini, tidak sedikit kesulitan yang dialami penulis serta tidak lepas bimbingan, dorongan, bantuan dan peran aktif dari berbagai pihak. Untuk itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu, kepada:

1. Allah SWT atas nikmat dan karunia-Nya yang tidak pernah putus sebagai pemilik ilmu.
2. Kedua Orang tua tercinta Bapak Juwantik (alm.) dan Ibu Semi Fadilah (almh.) yang selalu mendukung baik moril maupun materil.
3. Bapak Hari Arief Dharmawan, M.Eng. Ph.D. selaku dosen pembimbing I yang senantiasa memotivasi, meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya dalam membimbing penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
4. Bapak Dr.-Ing. Setyawan P. Sakti M.Eng . selaku dosen pembimbing II yang senantiasa memotivasi, meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya dalam membimbing penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. Prof. Dr.rer.nat. Muhammad Nurhuda selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas MIPA.
6. Keluarga besa Jurusan Fisika, Dosen-dosen dan staf Jurusan Fisika atas ilmu dan pelayanan akademik yang diberikan selama ini kepada penulis.
7. Teman-teman Jurusan Fisika khususnya Bidang Minat Fisika Instrumentasi 2011 yang selalu dekat di hati.
8. Teman-teman Physics Robotic and Rocket Team Universitas Brawijaya atas motivasi, semangat, dan bantuannya selama ini.
9. Semua pihak yang terlibat dalam pengerjaan skripsi ini baik secara langsung dan tidak langsung yang tidak dapat saya

sebutkan satu persatu, atas bantuannya baik tenaga, fisik, maupun pikiran.

10. Saudari Ratri Andinisari, Ibu Wahyu Purwaningtyastuti, dan Bapak Budi yang selalu memberikan support sebagai keluarga pengganti penulis selama mengerjakan penyusunan dan penulisan laporan skripsi ini.
11. Proud Project Jakarta (@proud.project) dan Erix Soekamti (@erixsoekamti) yang selalu memberikan motivasi untuk selalu bersemangat dalam menjalani hidup melalui unggahan-unggahannya di akun Instagram dan Youtube.
12. Pak Mojo, Pak Barkah, Pak Chandra, dan Pak Kresnoputro “507 Record” yang selalu menemani dan menghibur penulis dengan music-musik “Sheila on 7”-nya selamamelakukan penelitian hingga penulisan laporan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak luput dari kesalahan dan kekurangan. Saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan dalam kegiatan serupa yang akan datang. Semoga penyusunan dan penulisan laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Malang, 5 Juni 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ix</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	2
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Arus Listrik.....	5
2.2 Tegangan Listrik .....	5
2.3 MCB (Miniature Circuit Breaker) .....	5
2.4 Relay .....	6
2.5 Sensor Arus ACS712 .....	7
2.6 LattePanda 2G/32G.....	9
2.6.1. ATmega32u4 .....	10
2.7 Visual Studio.....	12
2.8 ADC ( <i>Analog to Digital Converter</i> ) .....	12

<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>13</b>
3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan .....	13
3.2 Tahapan Penelitian .....	13
3.3 Rancangan Sistem Instrumentasi .....	15
3.4 Rangkaian Sistem Elektronik.....	17
3.4.1. Rangkaian Sistem Komputer <i>Single-board</i> LattePanda.....	18
3.4.2. Rangkaian Relay JQX-4453(18F).....	20
3.4.3. Rangkaian Modul Sensor Arus ACS712 .....	22
3.4.4. Rangkaian Sistem <i>Optocoupler</i> IC4N25.....	22
3.4.5. Catu Daya.....	24
3.5 Rancangan Program Perangkat Lunak Sistem .....	25
3.5.1. Perancangan Tampilan Hasil Pengolahan Data .....	27
3.5.2. Penulisan <i>Source-code</i> Program .....	28
3.6 Prosedur Penggunaan Alat .....	29
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>31</b>
4.1 Hasil Rancangan Alat.....	31
4.2 Pengujian Alat.....	32
4.2.1. Pengujian Relay JQX4453(18F) .....	32
4.2.2. Pengujian Rangkaian Optocoupler IC4N25.....	33
4.2.3. Pengujian Modul Sensor ACS712 .....	34
4.3 Pengambilan Data .....	34
4.3.1. Pengukuran Tanpa Beban .....	35
4.3.2. Pengukuran dengan Beban 1: Solder I.....	35
4.3.3. Pengukuran dengan Beban 2: Solder II (Push On) .....	36
4.3.4. Pengukuran dengan Beban 3: Setrika .....	37

4.3.5.	Pengukuran dengan Beban 4: Setrika dan Solder II.....	37
4.4	Perhitungan.....	38
4.5	Grafik Arus terhadap (maksimum ADC – minimum ADC) .....	40
4.6	Hasil Antarmuka Penampil Data pada LattePanda .....	41
<b>BAB V PENUTUP.....</b>		<b>43</b>
5.1	Kesimpulan .....	43
5.2	Saran .....	43
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>45</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>47</b>





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Miniature Circuit Breaker .....	6
Gambar 2.2	Relay .....	7
Gambar 2.3	Contoh skematik rangkaian Sensor ACS712.....	8
Gambar 2.4	Konfigurasi pin ATmega32u4 .....	10
Gambar 3.1	Blok Diagram Alur Penelitian. ....	13
Gambar 3.2	Blok Diagram Sistem Instrumentasi .....	16
Gambar 3.3	Diagram rangkaian sistem elektronik monitoring arus listrik .....	17
Gambar 3.4	LattePanda 2/32GB.....	18
Gambar 3.5	Diagram Pinout LattePanda.....	19
Gambar 3.6	Rangkaian relay JQX-4453(18F).....	20
Gambar 3.7	Socket Relay PYF08A.....	21
Gambar 3.8	Diagram pin relay JQX-4453(18F).....	21
Gambar 3.9	Rangkaian Modul Sensor Arus ACS712 .....	22
Gambar 3.10	Skematik Rangkaian Elektronik Sistem .....	23
Gambar 3.11	Catu daya adaptor charger DC 5V.....	24
Gambar 3.12	Flowchart Program Sistem. ....	26
Gambar 3.12	Tampilan tombol dan <i>display</i> program pada Form1.cs[Design] Visual Studio .....	27
Gambar 3.13	Source-code inisiasi komunikasi Lattepanda.....	28
Gambar 3.14	Source-code program Visual Studio .....	29
Gambar 4.1	Rangkaian elektronik secara keseluruhan.....	31
Gambar 4.2	Penempatan beban uji pada rangkaian.....	32
Gambar 4.3	Pengujian Rangkaian Optocoupler IC4N25 .....	33
Gambar 4.4	Pengujian Sensor ACS712.....	34
Gambar 4.5	Listing Program Visual Studio .....	39
Gambar 4.6	Grafik Hubungan antara maksimum ADC - minimum ADC .....	40
Gambar 4.7	Tampilan Program pengolah ADC pada Visual Studio.....	41



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Penggunaan PORT LattePanda .....	20
Tabel 4.1. Nilai Uji Relay JQX4453(18F) .....	33
Tabel 4.2 Tabel Data Tanpa Beban .....	35
Tabel 4.3 Tabel Data dengan Beban Solder I.....	36
Tabel 4.4 Tabel Data dengan Beban Solder II .....	36
Tabel 4.5 Tabel Data dengan Beban Setrika .....	37
Tabel 4.6 Tabel Data dengan Beban Setrika dan Solder II .....	38
Tabel 4.7 Nilai $x$ dan $y$ untuk persamaan (1).....	40





# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri teknologi dalam kehidupan sehari-hari saat ini menjadi semakin cepat dan dinamis, juga tidak ketinggalan untuk produk peralatan listrik rumah tangga juga semakin bervariasi. Setiap peralatan tersebut membutuhkan energi listrik dalam jumlah bervariasi guna mengoperasikannya. Berbagai aktivitas manusia dalam kehidupan sehari-hari sampai dengan industri memerlukan sumber listrik dikarenakan kemudahan dalam pemanfaatannya serta dominasi peralatan yang bekerja dengan memanfaatkan energi listrik.

Dalam sebuah rumah tangga biasanya terdapat peralatan listrik sangat banyak tanpa memperhatikan berapa besar langganan daya listrik yang terpasang. Sering di jumpai dalam satu rumah tangga listriknya sering terjadi pemadaman tiba-tiba dikarenakan MCB (*Miniatur Circuit Breaker*) nya TRIP. Trip MCB ini terjadi disebabkan peralatan listrik rumah tangga digunakan bersamaan tanpa pernah memperhitungkan berapa daya listrik yang digunakan. Apabila hal demikian sering terjadi maka berpotensi untuk merusak peralatan listrik tersebut. MCB (*Miniatur Circuit Breaker*) berfungsi sebagai sistem proteksi di dalam instalasi listrik jika terjadi beban berlebih serta hubung singkat arus listrik atau korsleting.

Arus pada jaringan biasanya kurang stabil, maka dibutuhkan sistem monitoring pada jaringan untuk memantau besarnya arus listrik dan sebagai pembatas agar tidak terjadi *overload* beban pada jaringan listrik tersebut. Pengukuran arus secara konvensional di dalam suatu rangkaian listrik mengharuskan pencatatan secara manual, maka dibutuhkan perangkat pengukuran yang berbasis *embedded sistem* menggunakan sensor arus. Salah satu sensor arus yang kompleksitas rangkaiannya sederhana yaitu sensor ACS712. Sensor arus ACS712 menggunakan prinsip *efek hall*. Sensor ini mampu mendeteksi arus dari -30 Ampere hingga 30 Ampere. Sensor ini membutuhkan mikrokontroler yang berfungsi sebagai pengolah data (Abdillah, 2015).

Dengan adanya rancangan alat ini diharapkan dapat memberikan pembelajaran untuk lebih peduli dengan energi yang dikeluarkan untuk kegiatan sehari-hari yang berhubungan dengan

repository.ub.ac.id

peralatan listrik. Selanjutnya, kesadaran pembiasaan berhemat energi akan timbul karena adanya rancangan alat ini. Dengan alasan diatas akan dirancang peralatan yang berfungsi untuk memonitor dan mengendalikan penggunaan pemakaian daya listrik, *output* dari kontrol tersebut akan dipergunakan untuk menghindari MCB (*Miniatur Circuit Breaker*) dari *trip*. Tampilan data dari rancangan alat ini berupa *display* dalam sebuah sistem *software* yang ditampilkan pada layar komputer.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas, dirumuskan permasalahan bagaimana pengaruh perubahan beban listrik dengan arus yang dihasilkan:

1. Bagaimana mengukur arus listrik dengan menggunakan modul sensor arus listrik?
2. Bagaimana mengukur arus listrik dengan menggunakan perangkat LattePanda sebagai media pengolah data dan penampil data?
3. Bagaimana cara membatasi arus listrik untuk pengamanan?

## 1.3 Batasan Masalah

Agar ruang lingkup penelitian lebih jelas, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Modul sensor arus yang digunakan adalah modul sensor ACS712.
2. Perangkat sistem kontrol yang digunakan *Single-board* computer LattePanda.
3. Antarmuka yang digunakan sebagai penampil data adalah *Software* Visual Sutdio 2015.

## 1.4 Tujuan Penelitian

1. Merancang dan membuat sistem monitoring dan pengaman kelebihan beban dari arus listrik berbasis LattePanda.
2. Melakukan pengujian pengukuran arus listrik dan pengaman kelebihan beban dan pembebanan menggunakan beban berupa setrika dan solder.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah dihasilkannya suatu sistem instrumentasi berbasis *single-board* komputer LattePanda yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi besarnya perubahan beban arus listrik dalam kehidupan sehari-hari. Selanjutnya, dihasilkan perangkat pembatas arus listrik yang berguna dalam kehidupan sehari-hari. Sistem instrumentasi yang telah dibuat ini nantinya dapat diaplikasikan secara luas, salah satunya adalah untuk memonitor keadaan arus listrik suatu bangunan terstruktur seperti ruangan, rumah, gedung, dan lain sebagainya.





***Halaman ini sengaja dikosongkan***

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Arus Listrik

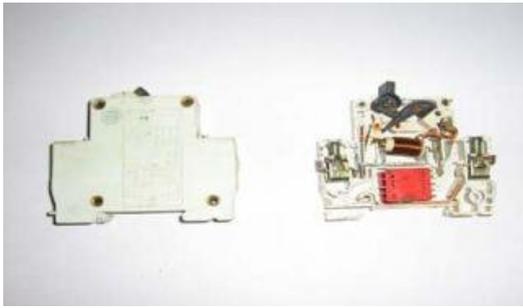
Timbulnya arus listrik karena terdapatnya beda potensial pada dua ujung penghantar. Besar kecilnya arus listrik, tergantung dari tenaga yang dihasilkan oleh pembangkit itu sendiri. Ada dua macam arus listrik yang dihasilkan oleh sumber listrik yaitu arus bolak-balik (AC) dan arus searah (DC) (Raharja, 2008).

#### 2.2 Tegangan Listrik

Terjadinya tegangan disebabkan adanya beda tiap muatan mempunyai tenaga potensial untuk menggerakkan suatu muatan lain dengan cara menarik atau menolak. Satuan untuk mengukur tegangan listrik adalah volt. Beda tegangan dapat berubah-ubah, dari seperjuta volt sampai beberapa juta volt. Beda tegangan diantara terminal-terminal dari PLN ada yang 110 volt atau 220 volt, beda tegangan diantara dua terminal aki adalah 6 volt atau 12 volt, sedangkan beda tegangan pada baterai umumnya 1,5 volt (Raharja, 2008).

#### 2.3 MCB (Miniature Circuit Breaker)

MCB (Miniature Circuit Breaker) adalah pemutus hubungan listrik secara otomatis bilamana daya/tegangan melampaui standar yang ditentukan (*overload*). Gunanya untuk mencegah terjadinya hubungan arus pendek ataupun kerusakan peralatan listrik akibat melonjaknya tegangan listrik (Fitri Puspitasari Putri, 2015). Alat pengaman ini dapat juga berguna sebagai saklar. Dalam penggunaannya, pengaman ini harus disesuaikan dengan besar listrik yang terpasang. Hal ini untuk menjaga agar arus listrik dapat berguna sesuai kebutuhan. MCB dipergunakan dan dipasang pada saluran awal sebelum saluran diberikan beban (Wijaya, 2007). Bentuk dari MCB dapat dilihat seperti pada gambar berikut. Dalam penelitian ini digunakan relay sebagai pengaman arus listrik dari *overload* beban yang terjadi. Prinsip kerja relay pada penelitian ini digunakan sebagaimana pengganti sebuah MCB. Tampilan MCB dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 *Miniature Circuit Breaker*  
(Wijaya, 2007)

Dengan perbedaan batasan daya listrik yang disalurkan ke masing-masing rumah tangga, serta kecilnya daya yang harus dibatasi tidak memungkinkan disediakan dengan menggunakan pembatas arus MCB yang ada. MCB bekerja dengan menggunakan proteksi panas melalui pemanfaatan pemuai bahan bimetal yang mengalami pemuai akibat panas yang ditimbulkan oleh arus yang mengalir. Bahan bimetal ini berfungsi sebagai penahan saklar mekanik (Karunakaran, 2016).

#### 2.4 Relay

Relay adalah sebuah saklar elektromekanik yang dikendalikan oleh arus. Relay memiliki sebuah kumparan tegangan rendah yang dililitkan pada sebuah inti. Terdapat sebuah armatur besi yang akan tertarik menuju inti apabila arus mengalir melewati kumparan. Armatur ini terpasang pada sebuah tuas berpegas. Ketika armatur tertarik menuju ini, kontak jalur bersama akan berubah posisinya dari kontak normal-tertutup ke kontak normal-terbuka. Relay dibutuhkan dalam rangkaian elektronika sebagai eksekutor sekaligus *interface* antara beban dan sistem kendali elektronik yang berbeda sistem power supply-nya. Secara fisik antara saklar atau kontaktor dengan elektromagnet relay terpisah sehingga antara beban dan sistem kontrol terpisah. Bagian utama relay elektromekanik adalah kumparan elektromagnet dan saklar atau kontaktor *Swing Armatur Spring* (Pegas) (Turang, 2015). Tampilan relay dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Relay

Relay dapat digunakan untuk mengontrol motor AC dengan rangkaian kontrol DC atau beban lain dengan sumber tegangan yang berbeda antara tegangan rangkaian kontrol dan tegangan beban.

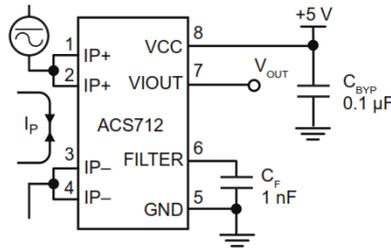
Diantara aplikasi relay yang dapat ditemui diantaranya adalah relay sebagai kontrol ON/OFF beban dengan sumber tegangan berbeda, relay sebagai selektor atau pemilih hubungan, relay sebagai eksekutor rangkaian delay (tunda), dan relay sebagai protektor atau pemutus arus pada kondisi tertentu.

Sifat – sifat relay adalah sebagai berikut:

- Impedansi kumparan, biasanya impedansi ditentukan oleh tebal kawat yang digunakan serta banyaknya lilitan. Biasanya impedansi berharga 1 – 50 K $\Omega$  guna memperoleh daya hantar yang baik.
- Daya yang diperlukan untuk mengoperasikan relay besarnya sama dengan nilai tegangan dikalikan arus.
- Banyaknya kontak-kontak jangkar dapat membuka dan menutup lebih dari satu kontak sekaligus tergantung pada kontak dan jenis relaynya. Jarak antara kontak-kontak menentukan besarnya tegangan maksimum yang diizinkan antara kontak tersebut (Turang, 2015).

## 2.5 Sensor Arus ACS712

Sensor ACS712 ini merupakan solusi ekonomis dalam pengukuran arus AC maupun DC. Contoh aplikasi sensor arus ACS712 ditunjukkan oleh Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Contoh skematik rangkaian Sensor ACS712 (Microsistems, 2017)

Sensor ACS712 merupakan suatu IC terpakat yang mana berguna sebagai sensor arus menggantikan transformator arus yang relative besar dalam hal ukuran. Pada prinsipnya ACS712 sama dengan sensor efek *hall* lainnya yaitu dengan memanfaatkan medan magnetik disekitar arus kemudian dikonversi menjadi tegangan yang linier dengan perubahan arus. Nilai variabel dari sensor ini merupakan *input* untuk mikrokontroler yang kemudian diolah. Keluaran dari sensor ini masih berupa sinyal tegangan AC, agar dapat diolah oleh mikrokontroler maka sinyal tegangan AC ini di searahkan oleh rangkaian penyearah (Microsistems, 2017).

Pada prinsipnya ACS712 sama dengan sensor efek *hall* lainnya yaitu dengan memanfaatkan medan magnetik disekitar arus kemudian dikonversi menjadi tegangan yang linier dengan perubahan arus. Efek *Hall* adalah fenomena fisika dimana aliran listrik / elektron dalam pelat konduktor terpengaruh oleh paparan medan magnet. Defleksi aliran muatan menyebabkan timbulnya beda potensial diantara sisi keping yang disebut potensial *Hall* (Fitriandi, Komalasari, & Gusmedi, 2016).

Arus maksimum yang dapat dideteksi sebesar 5A di mana tegangan pada pin keluaran akan berubah secara linear mulai dari 2,5 Volt ( $\frac{1}{2} \times V_{cc}$ , tegangan catu daya  $V_{cc} = 5V$ ) untuk kondisi tidak ada arus hingga 4,5V pada arus sebesar +5A atau 0,5V pada arus sebesar -5A (positif/negatif tergantung polaritas, nilai di bawah 0,5V atau di atas 4,5V dapat dianggap lebih dari batas maksimum).

Berikut ini adalah karakteristik dari sensor suhu ACS712 :

1. Memiliki sinyal analog dengan sinyal-gangguan rendah (low noise)

2. Ber-bandwidth 80 kHz
3. Total output error 1.5% pada  $T_a = 25^\circ\text{C}$
4. Memiliki resistansi dalam 1.2 m $\Omega$
5. Tegangan sumber operasi tunggal 5.0V
6. Sensitivitas keluaran: 66 sd 185 mV/A
7. Tegangan keluaran proporsional terhadap arus AC atau DC
8. Fabrikasi kalibrasi
9. Tegangan offset keluaran yang sangat stabil
10. Hysteresis akibat medan magnet mendekati nol
11. Rasio keluaran sesuai tegangan sumber

Sensor ACS712 pada saat tidak ada arus yang terdeteksi, maka keluaran sensor adalah 2,5V. Pada saat arus mengalir dari IP+ ke IP-, maka keluaran akan >2,5V. Sedangkan ketika arus listrik mengalir terbalik dari IP- ke IP+, maka keluaran akan <2,5V. (Microsystems, 2017)

## 2.6 LattePanda 2G/32G

LattePanda adalah komputer super kecil dengan windows 10 pertama di dunia yang memiliki kemampuan layaknya sebuah PC dengan dukungan Arduino. LattePanda dapat dioperasikan seperti untuk menjalankan Microsoft Office, menayangkan video HD dan menjalankan aplikasi windows seperti PC windows umumnya. Tidak hanya sebagai komputer windows dengan budget murah, LattePanda juga dirancang cocok dengan Arduino, sehingga dapat digunakan untuk mengembangkan aplikasi elektronik. LattePanda adalah komputer yang paling kuat untuk ukurannya, sehingga ideal untuk proyek robotika (Anonymous, 2017).

Mini PC Board ini memiliki spesifikasi sebagai berikut:

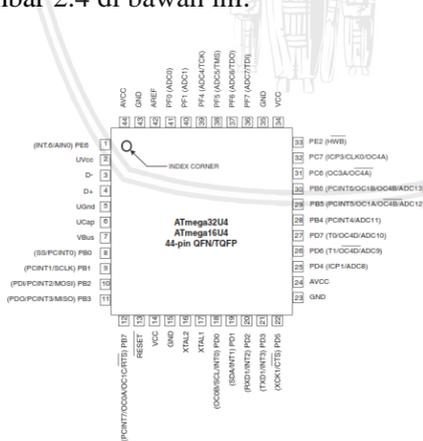
- Prosesor : Intel Cherry Trail Z8300 Quad Core 1.8GHz
- Sistem Operasi : Pre-installed pre-activated full edition of Windows 10
- RAM : 2GB DDR3L
- Kapasitas Penyimpanan : 32GB
- USB 3.0\*1, USB 2.0\*2, WiFi and Bluetooth 4.0
- 2 GPIOs for Intel chip, 20 GPIOs for Arduino
- *Co-processor* ATmega32u4

- Power : 5v/2A

Tidak hanya sebagai pengganti PC yang minimalis dan murah, namun LattePanda juga dirancang kompatibel dengan Arduino, sehingga dapat digunakan untuk mengembangkan alat elektronik lainnya. Arduino merupakan pengendali *micro single-board* yang bersifat *open source*, yakni arduino dapat digunakan untuk membuat purwarupa peralatan elektronik interaktif berdasarkan hardware dan *software* yang fleksibel dan mudah digunakan. LattePanda bisa menjadi komputer yang paling ideal untuk proyek robotika (Anonymous, 2017).

### 2.6.1. ATmega32u4

Sebagai salah satu vendor besar didunia ini, ATMEL mengeluarkan ATmega32u4 yang merupakan salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan. Mikrokontroler ATmega32u4 memiliki beberapa kriteria standard yaitu memiliki 32 KB *Flash Programmable* dan 1 KB EEPROM yang dapat diprogram ulang sekitar 1000 kali *write* atau *erase cycle*, 2.5 KB SRAM, 20 jalur I/O, 12 pin analog, dua buah 16 bit *timer/counter*, dengan arsitektur lima *vector*, empat level interrupt, full duplex serial *port*, onchip oscillator dan onchip timer/counter (Atmel Corporation, 2010). Konfigurasi penggunaan *pinout* ATmega32u4 seperti yang terlihat pada Gambar 2.4 di bawah ini:



Gambar 2.4 Konfigurasi pin ATmega32u4 (Atmel Corporation, 2010)

repository.ub.ac.id

Mikrokontroler ATmega32u4 beroperasi pada frekuensi clock sampai 16Mhz. ATmega32u4 memiliki dua *Power Saving Mode* yang dapat dikontrol melalui *software*, yaitu *Idle Mode* dan *Power Down Mode*. Pada *Idle Mode*, CPU tidak aktif sedangkan isi RAM tetap dipertahankan dengan timer/counter, *serial port* dan *interrupt* sistem tetap berfungsi. Pada *Power Down Mode*, isi RAM akan disimpan tetapi osilatornya tidak akan berfungsi sehingga semua fungsi dari chip akan berhenti sampai mendapat reset secara *hardware* (Atmel Corporation, 2010).

Mikrokontroler ini memiliki beberapa fitur antara lain:

- 130 macam instruksi yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklus clock.
- 32 x 8-bit register serba guna.
- Kecepatan mencapai 16 MIPS dengan clock 16 MHz.
- 32 KB Flash memory dan pada arduino memiliki bootloader yang menggunakan 2.5 KB dari flash memori sebagai bootloader.
- Memiliki EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) sebesar 1KB sebagai tempat penyimpanan data semi permanen karena EEPROM tetap dapat menyimpan data meskipun catu daya dimatikan.
- Memiliki SRAM (Static Random Access Memory) sebesar 2KB.
- Memiliki pin I/O digital sebanyak 20 pin 7 diantaranya PWM (Pulse Width Modulation) output.
- Master / Slave SPI Serial interface.

Sistem pembatas arus yang dikendalikan melalui perangkat lunak di dalam mikrokontroller tidak banyak menimbulkan kerugian daya. Penggunaan sensor arus non kontak dan penggunaan relay memungkinkan disain sistem tetap dapat dipergunakan untuk mendeteksi dan membatasi penggunaan daya melalui pengukuran arus pada rentang yang berbeda. Untuk memonitor dan membatasai arus yang lebih besar misalnya dapat dilakukan dengan menggunakan sensor arus dengan rentang yang lebih besar dan relay dengan kemampuan hantar listrik yang lebih besar (Sakti, 2016).

## 2.7 Visual Studio

Visual Studio pertama kali dikeluarkan pada awal tahun 2000-an, yang hanya dapat digunakan untuk membangun *software* pada lingkungan desktop dan web. Dengan berkembangnya teknologi, Visual Studio dapat digunakan untuk membangun *software* pada berbagai lingkungan selain desktop dan web, yaitu lingkungan mobile atau *smartphone*, sistem *embeded* dan lain-lain. Hanya saja semua perangkat lunak yang dibangun masih terbatas berjalan pada sistem operasi Windows (Faisal, 2015).

Saat ini tersedia beberapa versi Visual Studio yaitu Visual Studio 2015 Enterprise yang ditujukan untuk pengembangan perangkat lunak yang bekerja secara team dan membutuhkan fitur-fitur pengujian dan lain-lain. Versi Enterprise merupakan versi berbayar, sedangkan untuk alternatif bisa digunakan Visual Studio 2015 Community Edition. Visual Studio 2015 Community Edition telah memiliki fitur-fitur yang telah dijelaskan di atas. Kedua versi ini masih harus dijalankan di atas sistem operasi Windows. Tetapi saat ini telah tersedia Visual Studio Code yang bisa dijalankan pada Linux dan OSX. Visual Studio Code tidak memiliki fitur selengkap Visual Studio 2015 Enterprise atau Community Edition (Faisal, 2015).

## 2.8 ADC (*Analog to Digital Converter*)

*Analog To Digital Converter* (ADC) adalah pengubah *input* analog menjadi kode-kode digital. ADC banyak digunakan sebagai pengatur proses industri, komunikasi digital dan rangkaian pengukuran/pengujian. Umumnya ADC digunakan sebagai perantara antara sensor yang kebanyakan analog dengan sistim komputer seperti sensor suhu, cahaya, tekanan/ berat, aliran dan sebagainya kemudian diukur dengan menggunakan sistim digital (komputer).

ADC (*Analog to Digital Converter*) memiliki 2 karakter prinsip, yaitu kecepatan *sampling* dan resolusi. Kecepatan *sampling* suatu ADC menyatakan seberapa sering sinyal analog dikonversikan ke bentuk sinyal digital pada selang waktu tertentu. Kecepatan *sampling* biasanya dinyatakan dalam *sample per second* (SPS) (Didik Hariyanto, 2015).

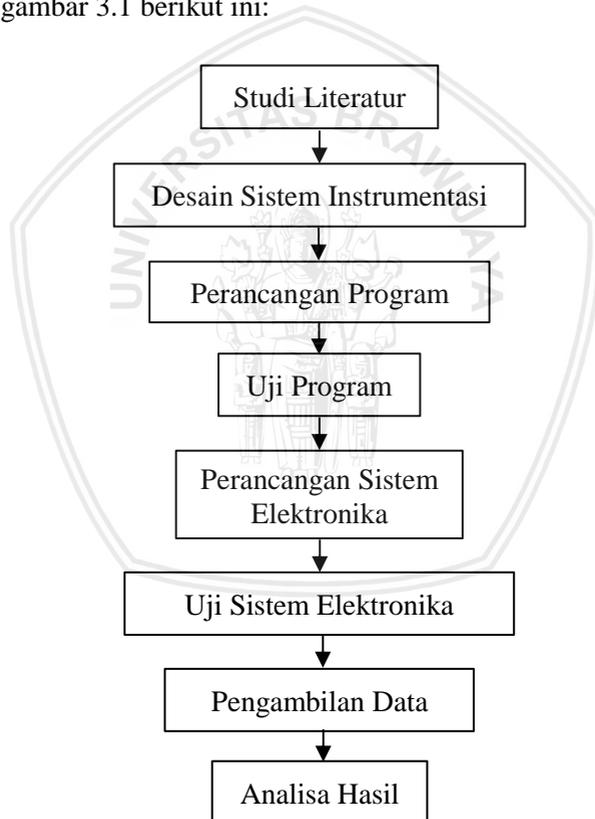
## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan April sampai Mei 2018 di laboratorium instrumentasi jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Brawijaya.

### 3.2 Tahapan Penelitian

Ada beberapa tahapan penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini, seperti ditunjukkan pada gambar blok diagram penelitian gambar 3.1 berikut ini:



Gambar 3.1 Blok Diagram Alur Penelitian.

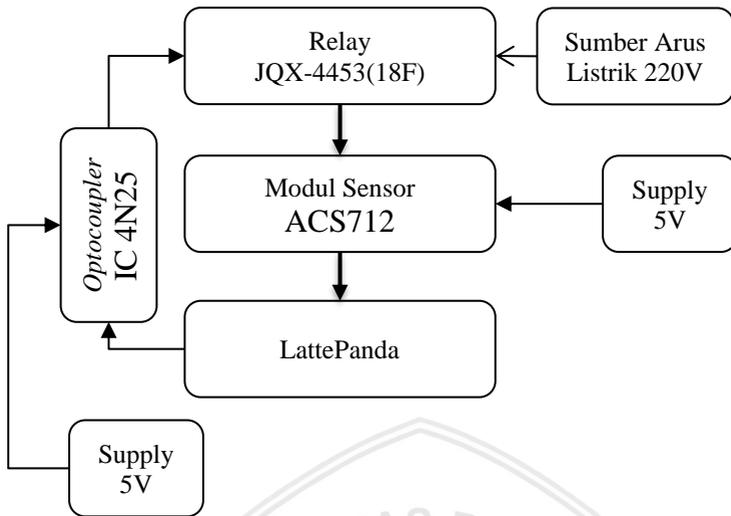
Blok diagram di atas menjelaskan tentang alur dari tahap pembuatan sistem pembacaan nilai ADC (*Analog to Digital Converter*) pada rangkaian elektronika dengan antarmuka perangkat Visual Studio pada LattePanda. Tahapan-tahapan sistem tersebut terdiri dari:

1. Pembuatan Desain Penelitian  
Dalam penelitian tentang RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING ARUS LISTRIK DAN PENGAMAN KELEBIHAN BEBAN (*OVERLOAD*) BERBASIS LATTEPANDA ini dimulai dengan rancangan penelitian (desain dan konsep alat)
2. Perancangan Sistem Elektronik  
Perancangan sistem elektronik dilakukan dengan terlebih dahulu menyusun konsep desain sistem dalam blok diagram. Sistem dari monitoring arus listrik ini terdiri dari beberapa komponen, diantaranya yaitu modul sensor arus ACS712, rangkaian *Optocoupler* IC 4N25, relay JQX-4453(18F), dan komputer *single-board* LattePanda.
3. Pembuatan Program  
Pembuatan program pembacaan data nilai ADC dari sensor arus ACS712 dan program penampil hasil pembacaan dengan antarmuka *Software* Visual Studio pada perangkat komputer *single-board* LattePanda.
4. Pengujian Sistem  
Sebelum dilakukan pengujian sistem secara keseluruhan terlebih dahulu dilakukan pengujian terhadap komponen sistem secara individu, dimulai dari pengujian relay JQX-4453(18F), modul sensor arus ACS712, program pembaca nilai ADC dan rangkaian *Optocoupler* IC4N25. Pengujian relay dilakukan dengan cara memberikan tegangan 220V pada pin 13 dan 14 relay JQX-4453(18F) guna mengetahui relay berfungsi dengan baik karena adanya gaya magnet pada kumparan.  
Pengujian modul sensor arus ACS712 dilakukan dengan cara memberikan tegangan 12V pada pin Vcc dan output dari pin *Data* digunakan untuk *input* rangkaian *optocoupler* yang telah diberikan tegangan sebesar 5V, selanjutnya diamati bentuk gelombang yang dihasilkan menggunakan osiloskop.

5. **Pengambilan Data**  
Tahap pengambilan data meliputi hasil digital ADC dari sumber arus listrik dengan diberi beban dan tanpa diberi beban perangkat komputer *single-board* LattePanda dan pembacaan nilai arus menggunakan multimeter digital. Data yang diambil berupa pengaruh perubahan beban arus listrik terhadap hasil ADC pada perangkat *single-board* LattePanda dan ditampilkan dalam antarmuka *Visual Studio*.  
Pengambilan data pembacaan nilai ADC dilakukan dengan kondisi utama yaitu sumber arus listrik 220V standar PLN tanpa diberikan beban. Kemudian dilakukan pengukuran nilai ADC yang terbaca dan tampil pada *Visual Studio*. Selanjutnya dilakukan pemberian beban pada sumber arus listrik dengan menggunakan solder, setrika listrik bimetal, dan gabungan kedua beban tersebut. Dari pembacaan nilai ADC digital didapat nilai maksimum, nilai minimum, dan nilai arus dari masing-masing sumber dan beban arus listrik yang diuji.
6. **Analisa Hasil**  
Tahap terakhir yaitu analisa hasil. Pada tahap ini dilakukan analisa perbandingan pembacaan nilai ADC menggunakan metode konvensional dengan multimeter digital dengan hasil pembacaan nilai ADC dari rangkaian alat yang telah dirancang.

### **3.3 Rancangan Sistem Instrumentasi**

Rancangan alat pembaca nilai ADC dengan menggunakan komputer *single-board* LattePanda dan tampilan antarmuka *Visual Studio* yang akan dibuat dapat digambarkan pada blok diagram Gambar 3.2.



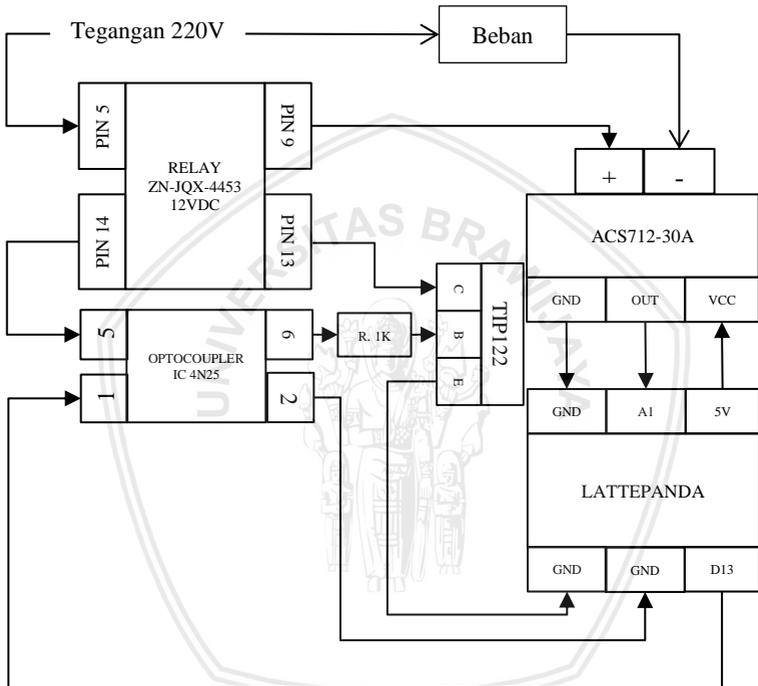
Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem Instrumentasi

Pada sistem instrumentasi ini, Relay JQX-4453(18F) merupakan sub sistem pertama yang berfungsi sebagai *Miniature Circuit Breaker (MCB)* untuk menghubungkan dan memutus arus listrik yang melalui rangkaian. PIN 5 dan PIN 9 digunakan sebagai jalur aliran arus listrik menuju ke modul sensor arus ACS712. Sub sistem kedua yaitu modul sensor arus ACS712 berfungsi sebagai monitoring beban arus pada rangkaian saat arus listrik dialirkan.

Sub sistem ketiga, yaitu rangkaian *Optocoupler IC4N25* yang berfungsi sebagai DC dan AC power control dan komunikasi rangkaian yang dikendalikan oleh LattePanda. Output dari rangkaian optocoupler ini akan digunakan untuk mengendalikan relay. *Single-board* komputer LattePanda ini merupakan sub sistem terakhir pada penelitian ini yang berfungsi sebagai pengolahan nilai ADC dan penampil hasil pembacaan menggunakan *software* antarmuka Visual Studio.

### 3.4 Rangkaian Sistem Elektronik

Pada penelitian ini dirancang sebuah sistem elektronik yang terintegrasi antara sub sistem satu dengan sub sistem lainnya. Digunakan perangkat komputer *single-board* LattePanda sebagai unit penampil hasil dan unit pengontrol sistem. Dalam penelitian ini penggunaan *port* pada LattePanda dibagi dalam beberapa pin keluaran dan masukan sesuai dengan kebutuhan sub sistem yang lain. Keseluruhan rangkaian elektronika dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.3 di bawah ini:



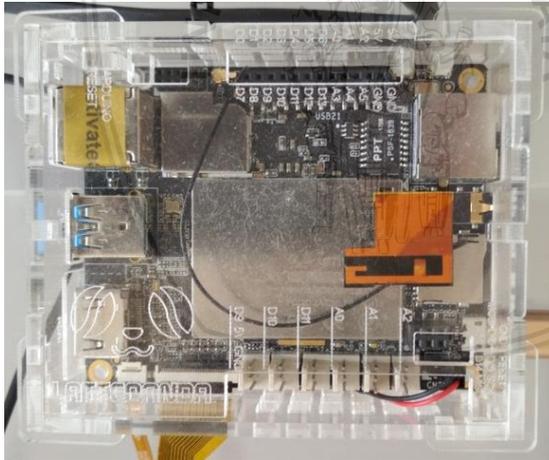
Gambar 3.3 Diagram rangkaian sistem elektronik monitoring arus listrik

Pada LattePanda yang digunakan terdapat 12 port masukan analog. Sedangkan dalam penelitian ini hanya digunakan *port* analog A1 sebagai masukan dari keluaran analog yang dihasilkan oleh modul sensor ACS712. Dalam penelitian ini *port* D13 digunakan sebagai keluaran untuk mengendalikan rangkaian *optocoupler* IC4N25. Sumber tegangan yang digunakan untuk sistem kontrol ini

berasal dari *adapter* USB standar yang memiliki setidaknya arus 2A sebagai catu daya untuk LattePanda. Sumber tegangan untuk rangkaian *optocoupler IC4N25* berasal dari *adapter* power supply yang menghasilkan catu daya sebesar 5V. Sedangkan modul sensor ACS712 dihubungkan dengan pin *power* yang terdapat dalam LattePanda yang menghasilkan tegangan sebesar 5V sebagai sumber tegangan.

### 3.4.1. Rangkaian Sistem Komputer *Single-board* LattePanda

Rangkaian sistem minimum pada sistem ini menggunakan perangkat komputer *single-board* LattePanda, dimana di dalamnya sudah terdapat arduino dengan mikrokontroler ATmega32u4. Rangkaian komputer *single-board* LattePanda ini merupakan kendali utama dari alat, karena seluruh proses *input* dan *output* dilakukan dalam mikrokontroler ATmega32u4 yang terdapat didalamnya. Pada rangkaian sistem ini, tidak semua *port* dari mikrokontroler yang terdapat pada LattePanda difungsikan. Tampilan perangkat LattePanda terlihat pada Gambar 3.4 di bawah ini:



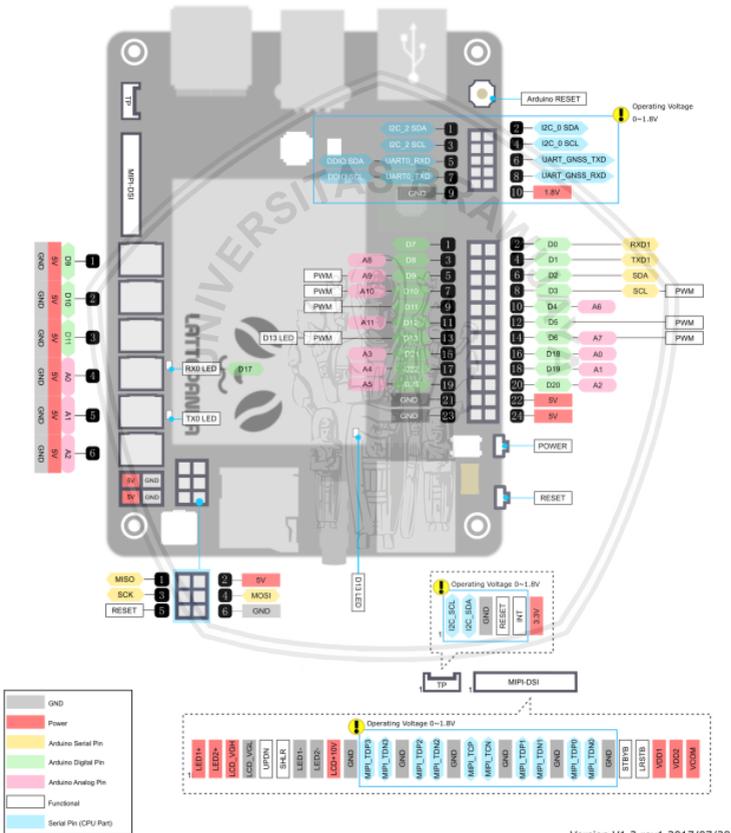
Gambar 3.4 LattePanda 2/32GB.

Pada perancangan sistem ini port yang digunakan adalah port A1 sebagai *input* analog, sedangkan untuk *output* digital digunakan port D13. Port A1 dihubungkan dengan port output modul sensor ACS712. Untuk keluaran digital yang dihasilkan dari

LattePanda akan dikirimkan ke rangkaian *optocoupler* IC4N25 melalui port D13 LED-PWM LattePanda. Port D13 ini dipilih sebagai *output* digital karena memiliki LED yang digunakan sebagai indikator bahwa program berhasil dijalankan. Letak pinout pada LattePanda digambarkan sesuai Gambar 3.5 berikut ini:



LATTEPANDA v1  
PINOUT DIAGRAM



Gambar 3.5 Diagram *Pinout* LattePanda  
(Anonymous, 2017)

Catu daya sebesar 5V yang berasal dari Charger USB yang memiliki nilai ampere minimal 2A untuk menjalankan rangkaian sistem yang dilakukan oleh LattePanda. Tabel 3.1 berikut ini adalah tabel penggunaan port pada sistem LattePanda.

Tabel 3.1 Penggunaan PORT LattePanda

PORT	Input / Output	Fungsi
PORT A1	Input	Pin input ADC
PORT D13	Output	Pin pengendali relay

### 3.4.2. Rangkaian Relay JQX-4453(18F)

Pada penelitian ini digunakan Relay JQX-4453(18F). Penggunaan relay dalam penelitian ini adalah sebagai *switch*. Switch yang dimaksud yaitu sebagai pembatas arus listrik. Dalam penelitian ini relay dipergunakan layaknya MCB (*Miniature Circuit Breaker*) sebagai pembatas arus. Apabila nilai arus yang terjadi melewati batas yang ditentukan, maka relay berfungsi memutus rangkaian. Relay jenis ini digunakan karena memiliki nilai switching maksimum 220Watt. Dimana relay tersebut dapat tahan bekerja pada beban tegangan 220V yang berasal dari tegangan listrik standar PLN. Bentuk relay yang dimaksud terlihat seperti Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Rangkaian relay JQX-4453(18F)

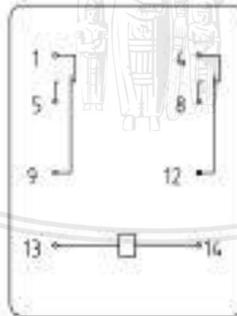
Relay JQX-4453(18F) ini memiliki kaki pengendali relay kutub positif pada nomor kaki 14, pengendali relay kutub negatif pada nomor kaki 13, serta memiliki 2 set kaki NC (*Normally Close*)-NO (*Normally Open*)-COM (*Common*). Pada penelitian ini digunakan *socket* relay PYF08A agar relay dapat disambungkan dengan rangkaian elektronika yang dirancang. Socket relay ini mempunyai jumlah dan posisi pin yang sesuai untuk kaki relay JQX-

4453(18F) yang digunakan. Untuk socket relay yang dipakai adalah berbentuk seperti di Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Socket Relay PYF08A

Setelah relay dimasukkan ke dalam socket maka relay siap untuk dirangkai dengan modul sensor arus dan sumber beban tegangan listrik. Dalam penelitian ini digunakan pin 13 dan 14 sebagai pengendali relay kutub negatif dan positif, serta 1 set kaki NC (*Normally Close*)-NO (*Normally Open*)-COM (*Common*), yaitu pin 1, 5, dan 9. Sebelum melakukan pengambilan data penelitian, pada relay ini dilakukan uji coba dengan memberi tegangan 12V pada pin 13 dan 14. Saat tidak diberi tegangan, pada pin 1 dan 9 tersambung, sedangkan saat diberikan tegangan, pada pin 5 dan 9 terjadi tarikan medan magnet yang mengakibatkan pin 5 dan 9 tersambung menandakan bahwa relay berfungsi dengan baik.



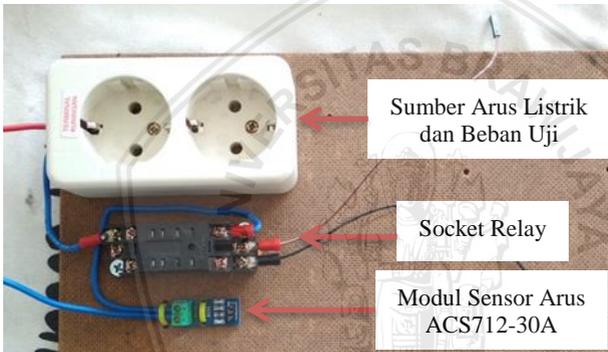
Gambar 3.8 Diagram pin relay JQX-4453(18F)  
(Anonymous, n.d.)

Dari Gambar 3.8 di atas dapat dilihat diagram dari masing-masing pin yang terdapat pada relay. Pada rangkaian elektronika yang dirancang dalam penelitian ini pin relay yang digunakan

disambungkan dengan modul sensor arus ACS712 dan optocoupler IC4N25. Pin 9 sebagai *input* arus sensor, sedangkan pin 13 dan 14 sebagai *input* dan ground rangkaian *optocoupler*.

### 3.4.3. Rangkaian Modul Sensor Arus ACS712

Pada penelitian ini modul sensor arus ACS712 digunakan sebagai pembaca besaran fisis dari arus yang berasal dari sumber arus yang diukur. Setelah melewati relay, arus akan diteruskan menuju ke pin beban sensor ACS712 yang akan mendeteksi dan mengubah ke dalam tegangan yang proporsional. Dalam sensor ACS712 juga terdapat fungsi transfer yang bekerja, yakni korelasi antara nilai besaran fisis yang terukur oleh sensor terhadap nilai tegangan analog yang terbaca.

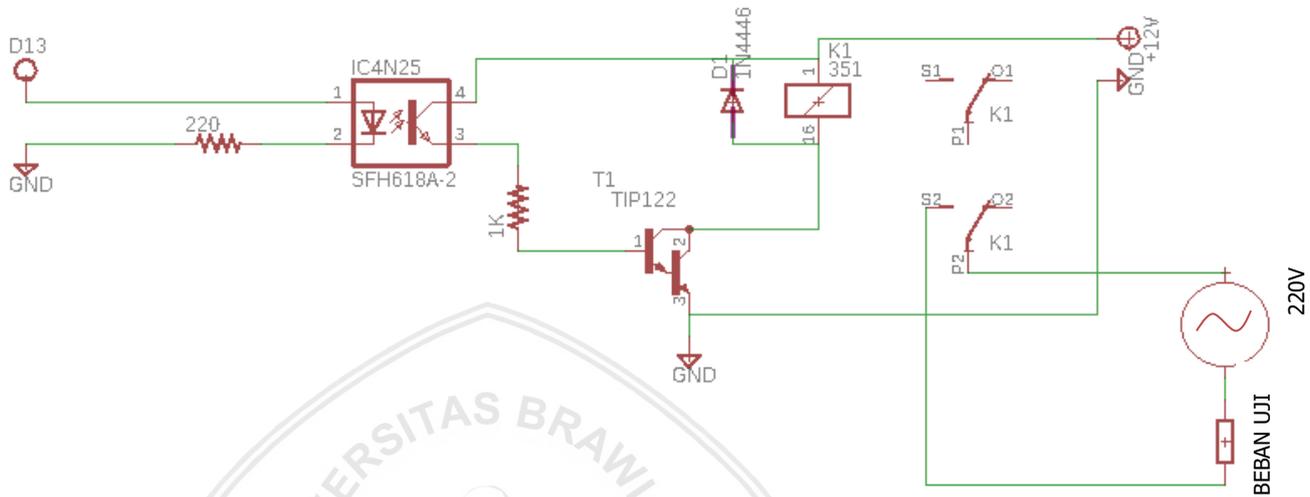


Gambar 3.9 Rangkaian Modul Sensor Arus ACS712

Seperti pada Gambar 3.9 di atas pin *output* pada sensor arus ini dihubungkan dengan pin A1 pada LattePanda. Keluaran dari sensor tersebut digunakan sebagai *input* analog yang akan diolah di dalam mikrokontroler pada LattePanda.

### 3.4.4. Rangkaian Sistem *Optocoupler* IC4N25

Pada penelitian ini digunakan rangkaian optocoupler menggunakan IC4N25 yang dirangkai dengan transistor TIP122. Rangkaian ini berfungsi sebagai driver dari relay DC yang dihubungkan ke mikrokontroler dalam LattePanda. Rangkaian elektronik *Optocoupler* menggunakan IC4N25 digambarkan seperti Gambar 3.10 di bawah ini:



Gambar 3.10 Skematik rangkaian elektronik sistem.

LED pada *optocoupler* dihubungkan ke pin D13 pada LattePanda. Kemudian, pin 3 pada sisi *photo transistor* IC4N25 dihubungkan ke transistor TIP122 untuk mengendalikan relay. Ketika LED mendapatkan tegangan dari mikrokontroler maka led akan menyala. Menyala nya LED akan menyebabkan photo transistor aktif (saturasi) dan melewatkan arus ke kaki basis transistor TIP122. Ketika ini terjadi maka TIP122 juga akan saturasi (kondisi on) dan melewatkan arus pada relay. Hal ini mengakibatkan lilitan pada relay bersifat magnetik dan menarik mekanik kontaktor di dalam relay. Artinya relay menjadi terhubung.

### 3.4.5. Catu Daya

Catu daya yang digunakan dalam desain alat monitoring arus menggunakan catu daya bawaan LattePanda. Catu daya utama menggunakan USB adaptor charger 5V untuk suplai daya pada LattePanda dan mikrokontroler ATmega32u4 yang terdapat di dalamnya. Sedangkan untuk rangkaian optocoupler IC4N25 catu daya yang digunakan berupa charger adaptor DC 5V yang berbeda. Adaptor USB charger yang dipakai nampak seperti Gambar 3.11.

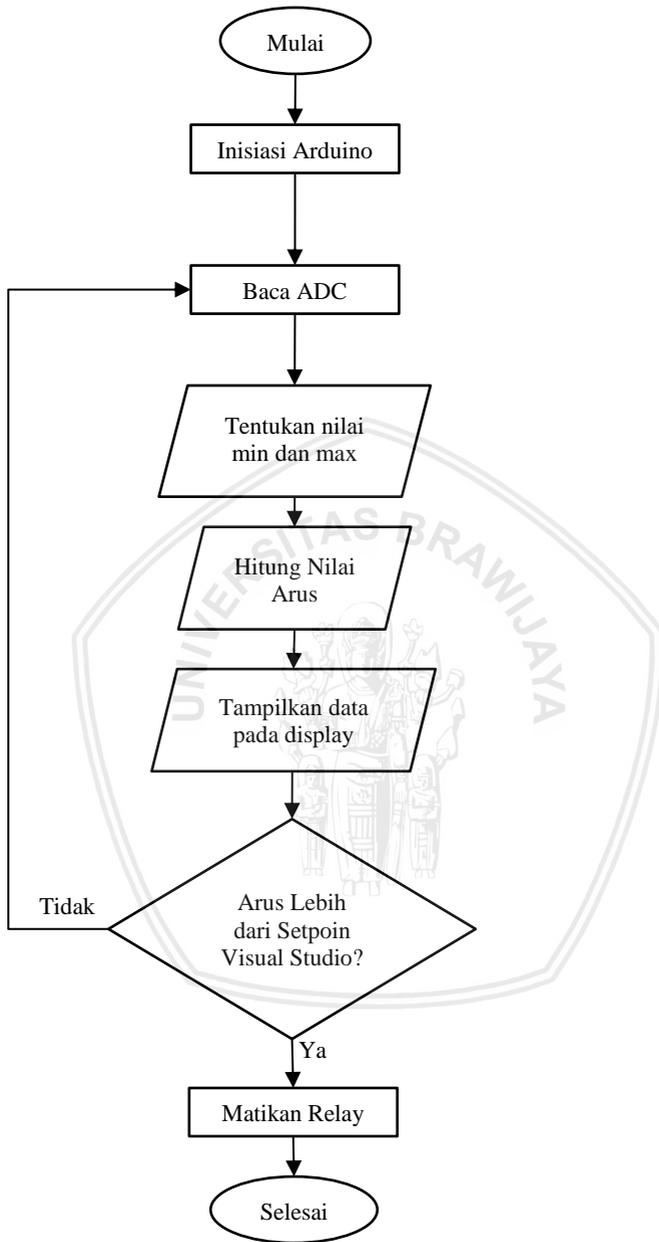


Gambar 3.11 Catu daya adaptor charger DC 5V.

### 3.5 Rancangan Program Perangkat Lunak Sistem

Untuk menjalankan suatu mikrokontroller pada LattePanda dibutuhkan suatu program yang berisi perintah-perintah pengoperasian mikrokontroler. Program yang digunakan pada mikrokontroler jenis ATmega32u4 ini adalah bahasa C. Dimana pada penelitian ini digunakan Visual Studio dengan bahasa C# sebagai penulisan programnya. Program Visual Studio ini dibuat bertujuan untuk memvisualisasikan hasil pengolahan data nilai ADC (*Analog to Digital Converter*) yang ditampilkan di layar LattePanda.

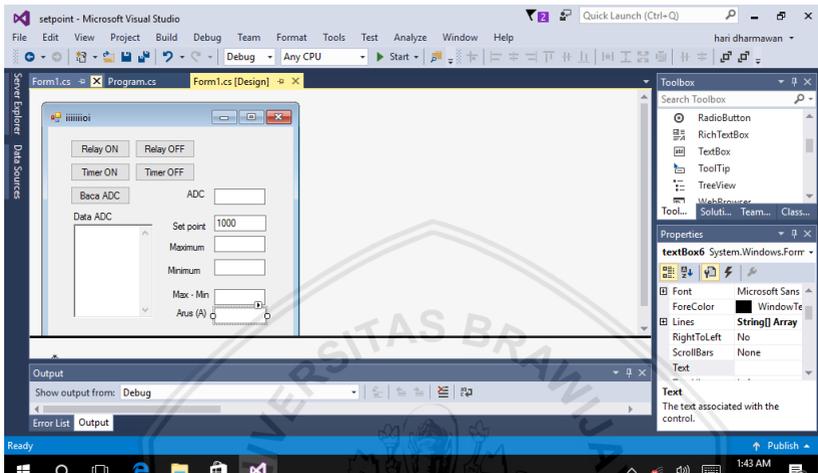
Tahap pertama adalah menginisiasi program menggunakan fungsi “LattePanda.Firmata”. Artinya, LattePanda akan terhubung dengan Arduino untuk menjalankan program pada mikrokontroler. Tahap berikutnya yang dijalankan oleh perangkat lunak yang dirancang yaitu mendeklarasi semua variabel yang digunakan. Selanjutnya membaca nilai arus menggunakan *Analog to Digital Converter*. Perintah ini secara otomatis bekerja di dalam Arduino. Selanjutnya dari pembacaan nilai ADC pada program akan menentukan nilai maksimum dan minimum dari ADC. Data yang di dapat tersebut kemudian ditampilkan pada display LattePanda secara otomatis. Apabila nilai arus yang didapat melebihi nilai setpoint, maka relay akan menjadi terputus atau kondisi mati. Sedangkan jika nilai arus tidak melebihi nilai setpoint maka relay akan tetap pada kondisi tersambung atau kondisi nyala/bekerja. Alur kode program Visual Studio yang digunakan ditampilkan pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12 Flowchart Program Sistem.

### 3.5.1. Perancangan Tampilan Hasil Pengolahan Data

Program antarmuka Visual Studio terlebih dahulu dimulai dengan membuat tampilan tombol panel yang berisikan perintah dan *display* hasil pengolahan data, seperti yang terlihat pada Gambar 3.12 berikut.



Gambar 3.12 Tampilan tombol dan *display* program pada Form1.cs[Design] Visual Studio

Selanjutnya, dilakukan pengisian perintah program pada setiap tombol perintah dan *display* yang telah dibuat, dengan cara meng-klik dua kali. Perintah program pada penelitian ini dibuat menggunakan bahasa C# Visual Studio. Setelah semua perintah program diisikan pada setiap tombol dan *display* yang dibuat, program dijalankan untuk mengetahui hasil rancangan program yang telah dibuat.

Pada Visual Studio dibuat tombol untuk mengaktifkan dan menonaktifkan relay secara manual. Relay dapat diaktifkan secara manual dengan cara menekan/meng-klik tombol tersebut. Timer pada program ini juga dapat diaktifkan secara manual dengan meng-klik tombol Timer On dan Timer OFF. Untuk pembacaan ADC dapat dikontrol melalui Tombol ADC. Jika tombol ini di-klik maka pembacaan akan dilakukan. Dalam penampilan hasil pembacaan ADC dibuat layar penampil nilai ADC, nilai maksimum, minimum, (nilai maksimum – nilai minimum), serta layar nilai Arus.

Pembacaan nilai keluaran ADC maksimum dan minimum akan ditampilkan secara otomatis pada layar masing-masing yang sudah dibuat.

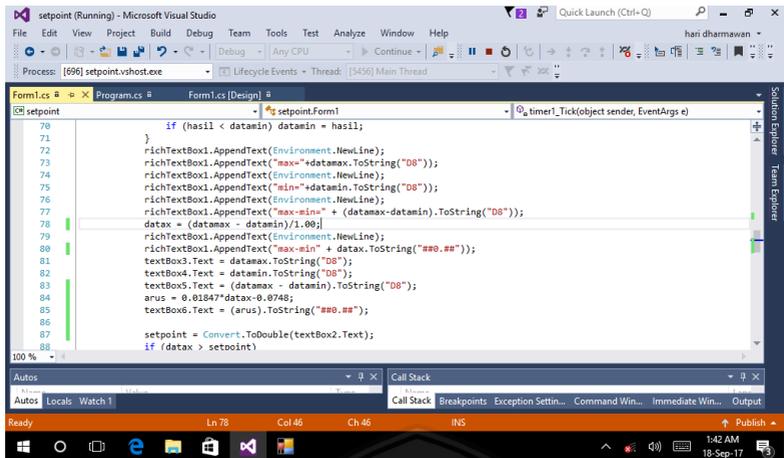
### 3.5.2. Penulisan *Source-code* Program

Sebelum menuliskan program terlebih dahulu dilakukan penulisan perintah awal program agar LattePanda dapat berkomunikasi dengan arduino yang terdapat di dalamnya, sehingga seluruh proses pengolahan pada mikrokontroler dapat dilakukan. *Source-code* yang dimaksud untuk inisiasi perintah pada LattePanda sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.13.

```
-----  
using Sistem;  
using Sistem.Collections.Generic;  
using Sistem.ComponentModel;  
using Sistem.Data;  
using Sistem.Drawing;  
using Sistem.Linq;  
using Sistem.Text;  
using Sistem.Threading.Tasks;  
using Sistem.Windows.Forms;  
using LattePanda.Firmata;//perintah agar lattepanda  
dapat berkomunikasi dengan perangkat arduino yang  
tertanam di dalamnya  
-----
```

Gambar 3.13 Source-code inisiasi komunikasi Lattepanda

Pada penelitian ini ditampilkan hasil dari pengolahan nilai ADC berupa nilai Maksimum, Minimum, Maksimum-Minimum, dan nilai ADC berupa tabel list data. Pembacaan nilai tersebut dilakukan sebanyak 1000 kali tiap detik. Setiap hasil nilai yang terbaca akan ditampilkan pada kotak “Data ADC”. Untuk tampilan penulisan program visual studio dalam penelitian ini ditunjukkan dengan Gambar 3.14 berikut.



Gambar 3.14 Source-code program Visual Studio

### 3.6 Prosedur Penggunaan Alat

Dalam penggunaan alat monitoring arus menggunakan LattePanda ini ada beberapa prosedur yang harus dilakukan dengan baik dan benar, yaitu:

1. Hal pertama yang dilakukan adalah memastikan bahwa kabel untuk beban arus listrik PLN 220V belum terpasang, sehingga terhindar dari bahaya tersengat arus listrik tegangan tinggi.
2. Untuk menyalakan LattePanda harap periksa adaptor catu daya dan sambungan kabel USB sebelum digunakan apakah mempunyai arus yang cukup untuk menyalakan LattePanda.
3. Ketika charger dihubungkan, perhatikan indikator LED, apakah menyala berwarna merah dibagian bawah. Ini menandakan bahwa LattePanda sedang melakukan inisialisasi. Tunggulah beberapa detik hingga LED padam.
4. Saat LED mati, tekan dan tahan tombol power selama satu detik untuk mengaktifkan LattePanda. Pastikan LED menyala kembali, jangan mencabut kabel catu daya saat sistem sedang berjalan. Selanjutnya, LattePanda siap untuk digunakan.

Analisa dan perhitungan data dilakukan untuk menentukan nilai ADC dari setiap perubahan beban arus listrik yang diubah-ubah. Sehingga dapat diketahui nilai arus yang berubah saat perubahan beban listrik terjadi selama dilakukan penelitian ini.

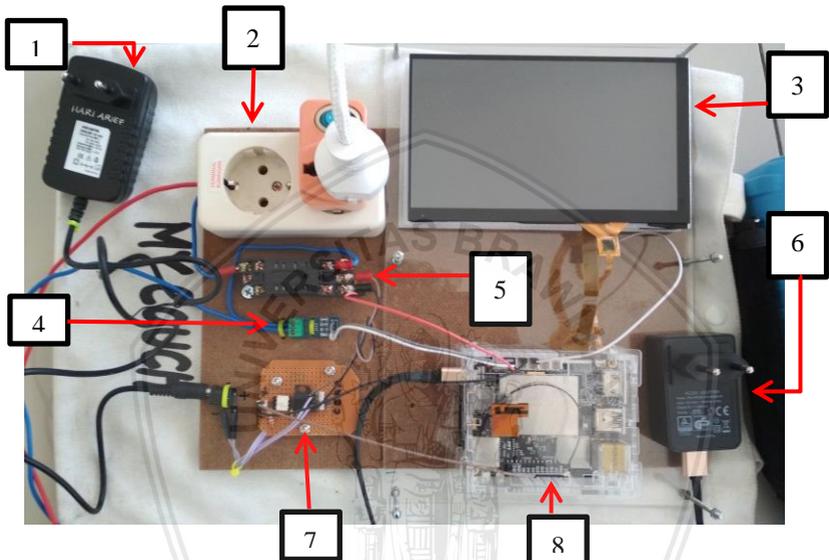


***Halaman ini sengaja dikosongkan***

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Rancangan Alat

Alat monitoring arus listrik dengan MCB menggunakan LattePanda ini terdiri dari rangkaian-rangkaian elektronik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.1 berikut.



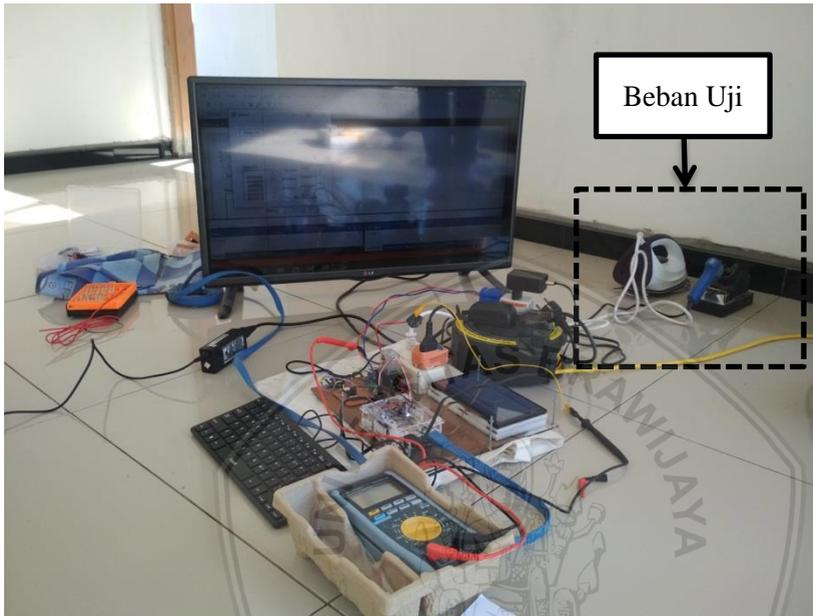
Gambar 4.1 Rangkaian elektronik secara keseluruhan.

Pada rangkaian tersebut terlihat bahwa terdapat berbagai macam perangkat masukan dan keluaran, yaitu:

1. Adaptor charger DC 12V
2. Terminal listrik untuk penempatan beban uji
3. LattePanda 7-inch 1024x600 IPS Display
4. Modul Sensor ACS712
5. Socket untuk Relay JQX-4453(18F)
6. Adaptor USB Charger 5V
7. Rangkaian Optocoupler IC4N25
8. LattePanda 2G/32G

repository.ub.ac.id

Beban arus listrik yang digunakan untuk mendeteksi perubahan nilai ADC pada penelitian ini adalah sebuah setrika listrik bimetal dan sebuah solder listrik. Penempatan beban uji tersebut dapat diamati pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Penempatan beban uji pada rangkaian

## 4.2 Pengujian Alat

Pengujian alat ini bertujuan untuk mengetahui korelasi antara alat dan program yang telah dibuat sehingga dapat digunakan sesuai dengan tujuan awal penulisan tugas akhir ini. Pengujian alat meliputi pengujian relay, rangkaian optocoupler, dan modul sensor ACS712.

### 4.2.1. Pengujian Relay JQX4453(18F)

Pengujian relay ini dilakukan dengan cara menghubungkan pin 13 dan 14 pada relay dengan adapter charger DC 12V, serta diukur juga berapa besar arus yang dihasilkan. Ketika pin 13 diberikan masukan arus akan terjadi perubahan gaya tarik magnetic pada relay ditandai dengan munculnya bunyi pertemuan lempeng. Tujuan dari pengujian relay ini adalah untuk mengetahui berapa besar arus yang dibutuhkan untuk relay berfungsi sempurna.

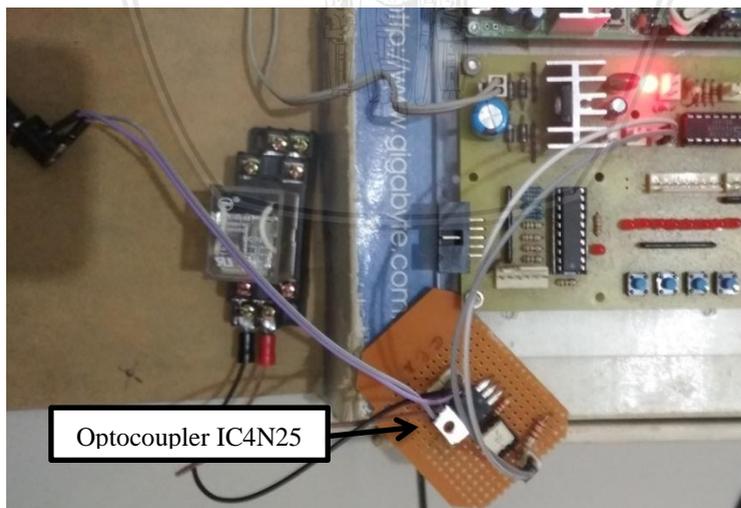
Pengukuran nilai arus kumparan relay dilakukan sebanyak 5 kali. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1. Nilai Uji Relay JQX4453(18F)

No.	Arus (mA)
1	80.75
2	80.48
3	80.14
4	79.81
5	79.68
Rata-rata	80.172

#### 4.2.2. Pengujian Rangkaian Optocoupler IC4N25

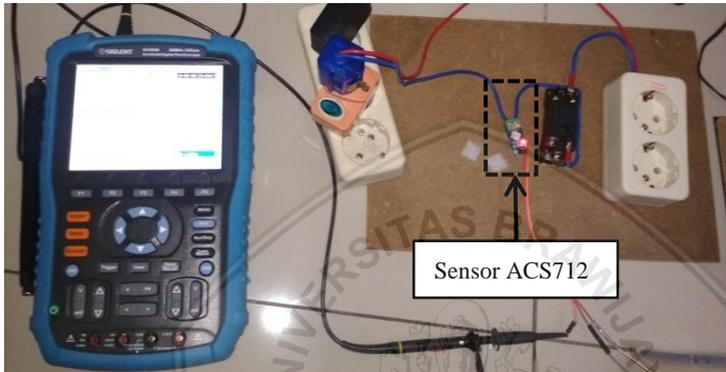
Pengujian rangkaian optocoupler IC4N25 ini dilakukan untuk mengetahui apakah rangkaian elektronika yang telah dibuat berjalan dengan baik. Fungsi rangkaian ini adalah sebagai driver dari relay JQX4453(18F) yang digunakan. Langkah yang dilakukan untuk pengecekan ini adalah menghubungkan rangkaian optocoupler dengan catu daya 12V dan rangkaian LED. Ketika LED menyala maka rangkaian tersebut dapat bekerja dengan baik. Pengujian rangkaian optocoupler pada penelitian ini ditunjukkan dengan Gambar 4.3 berikut.



Gambar 4.3 Pengujian Rangkaian Optocoupler IC4N25

### 4.2.3. Pengujian Modul Sensor ACS712

Pengujian modul ini dilakukan untuk mengetahui perubahan sinyal dari pembacaan sensor. Pengujian dilakukan dengan cara menghubungkan modul ACS712 dengan sumber tegangan 220V yang disertai terminal dan output dari modul sensor ini dihubungkan dengan oscilloscope untuk mengetahui perubahan sinyalnya sebelum dan ketika diberi beban. Pengujian rangkaian modul ACS712 ditunjukkan dengan Gambar 4.4 berikut.



Gambar 4.4 Pengujian Sensor ACS712

### 4.3 Pengambilan Data

Tahap pengambilan data dilakukan untuk melihat sejauh mana kinerja secara keseluruhan dari sistem LattePanda dan rangkaian elektronik lain yang bekerja pada penolah ADC untuk mengukur nilai arus dari sumber arus yang diberi beban kemudian ditampilkan ke layar LattePanda. Pengambilan data dilakukan dengan menghubungkan sumber beban arus listrik dengan sensor ACS712 dan rangkaian optocoupler. Pencatatan dan penampilan data Seluruh data yang terbaca akan tampil pada layar data Visual Studio di dalam Visual Studio secara otomatis. Pada pengujian ini dilakukan empat kali pengukuran arus listrik, satu kali pengukuran dilakukan dengan tanpa beban dan tiga pengukuran lainnya dilakukan dengan variasi penambahan beban.

Data yang diambil merupakan keluaran ADC dari pengolahan sensor ACS712 yang berupa data maksimum dan minimum. Data Maksimum ini adalah nilai detektor tegangan puncak ( $V_p$ ) pada program setelah dilakukan pembacaan sebanyak 1000 kali dalam

selang waktu 1 detik. Nilai ADC ini secara otomatis didapat dari pembacaan ADC yang dilakukan oleh Arduino. Arus yang mengalir pada beban juga diukur menggunakan multimeter.

#### 4.3.1. Pengukuran Tanpa Beban

Pengukuran *pertama*, pada sumber arus terminal tidak diberikan beban. Dimana arus listrik dari PLN tidak dialirkan melewati relay JQX4453(18F) dan sensor arus ACS712. Dari pengolahan ADC yang dilakukan oleh mikrokontroler tercatat nilai arus listrik tanpa beban sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.2 di bawah ini.

Tabel 4.2 Tabel Data Tanpa Beban

Jenis Beban	Keluaran ADC			Arus (A)
	Max	Min	Max-min	
Tanpa Beban	513	508	5	0.0045
	512	508	4	0.0047
	513	508	5	0.0046
	512	508	5	0.0046
	513	508	5	0.0047
	512	508	4	0.0051
	513	508	5	0.0048
	513	508	5	0.0047
	512	507	5	0.0046
	513	508	5	0.0046

Disini didapatkan nilai arus yang terbaca pada range 0.0045 Ampere hingga 0.0051 Ampere. Nilai tersebut tidak berubah secara signifikan dikarenakan beban arus yang terjadi pada saat pengukuran tidak terlalu tinggi.

#### 4.3.2. Pengukuran dengan Beban 1: Solder I

Pengukuran *kedua*, digunakan beban berupa solder listrik dalam kondisi Idle. Pengukuran nilai arus ini dilakukan pada saat solder tidak sedang digunakan. Terbaca nilai arus pada saat dilakukan pembacaan berada pada 0.13 Ampere hingga 0.159

Ampere, sebagaimana hasil yang ditunjukkan pada Tabel 4.3 berikut ini.

Tabel 4.3 Tabel Data dengan Beban Solder I

Jenis Beban	Keluaran ADC			Arus (A)
	Max	Min	Max-Min	
Solder I	517	504	13	0.159
	516	505	11	0.154
	517	505	12	0.15
	516	504	12	0.147
	517	505	12	0.143
	516	505	11	0.14
	516	504	15	0.137
	516	505	11	0.134
	515	504	12	0.133
	516	506	10	0.13

#### 4.3.3. Pengukuran dengan Beban 2: Solder II (Push On)

Pengukuran *ketiga*, digunakan beban berupa solder listrik dalam kondisi menyala. Pengukuran nilai arus ini dilakukan pada saat solder tengah digunakan. Terbaca nilai arus pada saat dilakukan pembacaan berada pada 0.352 Ampere hingga 0.475 Ampere, sebagaimana hasil yang ditunjukkan pada Tabel 4.3 berikut ini.

Tabel 4.4 Tabel Data dengan Beban Solder II

Jenis Beban	Keluaran ADC			Arus (A)
	Max	Min	Max-Min	
Solder II (Push On)	525	494	31	0.475
	524	497	27	0.402
	522	498	24	0.387
	522	498	24	0.387
	522	498	24	0.371
	522	498	24	0.366
	522	499	23	0.361

	522	499	23	0.358
	522	499	23	0.355
	522	499	23	0.352

#### 4.3.4. Pengukuran dengan Beban 3: Setrika

Pengukuran *keempat*, pada sumber arus listrik ditambahkan beban berupa Setrika Listrik Bimetal. Sebagaimana nilai hasil pengukuran yang terdapat pada Tabel 4.4 di bawah ini, didapatkan nilai arus yang terbaca berada pada range 1.494 Ampere hingga 1.509 Ampere. Pada saat proses pengambilan data percobaan ke-9 dan ke-10 terjadi penurunan arus yang signifikan yakni menjadi 0.0042 Ampere. Hal ini terjadi dikarenakan pada Setrika Listrik Bimetal yang digunakan terdapat sistem pengaman arus, dimana jika arus yang mengalir pada elemen pemanas setrika terlalu besar maka setrika akan otomatis OFF. Prinsip ini hampir sama dengan prinsip kerja MCB (Miniature Circuit Breaker).

Tabel 4.5 Tabel Data dengan Beban Setrika

Jenis Beban	Keluaran ADC			Arus (A)
	Max	Min	Max-Min	
Setrika On	553	468	85	1.497
	552	469	83	1.494
	552	468	84	1.495
	554	468	86	1.494
	554	468	86	1.495
	553	467	85	1.497
	552	468	86	1.509
	553	468	85	1.501
Setrika Off	513	508	5	0.0042
	513	508	5	0.0043

#### 4.3.5. Pengukuran dengan Beban 4: Setrika dan Solder II

Pengukuran *kelima*, digunakan gabungan solder dan setrika sebagai beban uji pengukuran. Berdasarkan Tabel 4.4 yang merupakan hasil pengukuran ini didapatkan nilai arus yang bekerja di

kisaran 1.827 Ampere hingga 1.89 Ampere. Disini Terjadi perbedaan nilai arus yang cukup signifikan dibandingkan dengan hasil pengukuran-pengukuran sebelumnya.

Tabel 4.6 Tabel Data dengan Beban Setrika dan Solder II

Jenis Beban	Keluaran ADC			Arus (A)
	Max	Min	Max-Min	
Setrika + Solder II	564	457	107	1.89
	563	457	106	1.878
	564	458	106	1.87
	563	458	105	1.852
	562	458	104	1.848
	561	459	102	1.841
	562	458	104	1.834
	563	459	104	1.837
	562	459	103	1.829
	562	459	103	1.827

Hal ini terjadi dikarenakan semakin besarnya penambahan beban uji pada sumber arus yang diukur. Dari hasil semua pengukuran yang dilakukan nilai arus yang didapat terendah sebesar 0.0045 Ampere dan nilai arus tertinggi sebesar 1.89 Ampere, sehingga relay tetap bekerja.

#### 4.4 Perhitungan

Nilai arus yang terbaca dari program menggunakan persamaan sebagaimana yang terlihat dalam listing program pada gambar 4.5 di bawah ini. Dimana persamaan yang dipakai untuk perhitungan ini adalah  $y = bx - a$ .

```

//program utama looping pada Visual Studio
{
    int hasil, datamin, datamax, i;
    double arus, setpoint, datax;

    //Baca ADC
    richTextBox1.Text="";
    datamin = 2000;
    datamax = 0;
    for (i = 0; i < 1000; i++)
    {
        hasil = arduino.analogRead(1);
        textBox1.Text = hasil.ToString("D8");
        richTextBox1.AppendText(Environment.NewLine);
        richTextBox1.AppendText(hasil.ToString("D8"));
        if (hasil > datamax) datamax = hasil;
        if (hasil < datamin) datamin = hasil;
    }

    //Konversi nilai ADC ke arus dengan persamaan
    arus = 0.036934*datax-0.0748;
    textBox6.Text = (arus).ToString("##0.##");
}

```

Gambar 4.5 Listing Program Visual Studio

Sebagaimana persamaan diatas, maka untuk mengetahui nilai variabel  $a$  dan  $b$  pada persamaan  $y = bx - a$  diketahui nilainya menggunakan persamaan berikut.

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

(1)

Nilai  $y$  merupakan rata-rata arus dari masing-masing beban yang diukur. Sedangkan untuk nilai  $x$  adalah rata-rata (nilai max-nilai min ADC) dari masing-masing beban sesuai hasil pengukuran dalam sub-bab sebelumnya. Dari hasil nilai tersebut didapatkan nilai masing-masing komponen perhitungan seperti terlihat pada Tabel 4.7 berikut.

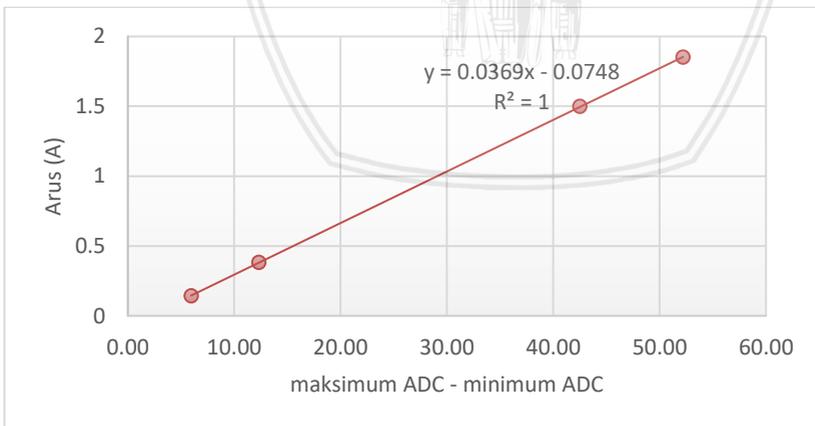
Tabel 4.7 Nilai  $x$  dan  $y$  untuk persamaan (1)

No	x	y	X <sup>2</sup>	xy
1	5.95	0.1427	35.4025	0.849065
2	12.30	0.3814	151.29	4.69122
3	42.50	1.49775	1806.25	63.65438
4	52.20	1.8506	2724.84	96.60132
Total	112.95	3.87245	4717.783	165.796

Setelah dilakukan perhitungan dengan persamaan (1) diatas didapatkan nilai  $a$  sebesar 0.036934, sedangkan untuk nilai  $b$  sebesar -0.00748. Kedua nilai tersebut dimasukkan ke dalam persamaan pada program Visual Studio sebagai perhitungan nilai konversi ADC ke arus. Hasil dari konversi ADC tersebut ditampilkan pada *interface* program LattePanda.

**4.5 Grafik Arus terhadap (maksimum ADC – minimum ADC)**

Setelah didapatkan nilai-nilai sesuai dengan yang tertulis di masing-masing tabel di atas, selanjutnya dibuat grafik regresi linear hubungan antara arus dengan nilai (maksimum ADC – minimum ADC) yang terbaca dengan menggunakan nilai  $x$  dan  $y$  yang diperoleh. Grafik yang dimaksud dapat dilihat pada Gambar 4.6 berikut.

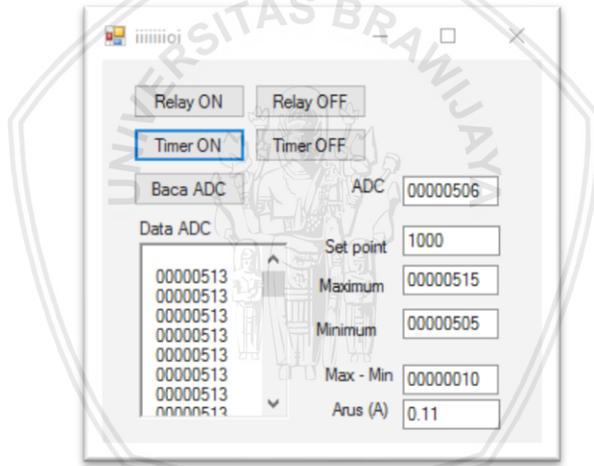


Gambar 4.6 Grafik Hubungan antara maksimum ADC - minimum ADC

Dari hasil grafik yang diperoleh dapat diketahui bahwa jika arus listrik bertambah sesuai dengan banyaknya peralatan listrik yang digunakan. Semakin bertambahnya beban listrik maka arus yang mengalir semakin besar. Sehingga, apabila arus yang terbaca pada program Visual Studio terlalu besar akan secara otomatis membuat relay non-aktif, yang berarti terputusnya aliran listrik yang sedang terjadi.

#### 4.6 Hasil Antarmuka Penampil Data pada LattePanda

Hasil pengolahan ADC pada rangkaian alat pada penelitian ini ditampilkan melalui layar LattePanda. Penampil data pada layar LattePanda ini menggunakan *software* Visual Studio 2015. Pada program Visual Studio yang dibuat ditampilkan beberapa bagian program seperti yang ditunjukkan Gambar 4.7 sebagai berikut.



Gambar 4.7 Tampilan Program pengolah ADC pada Visual Studio

Ketika tombol Relay On ditekan maka pada mikrokontroler akan terdeteksi sebagai logika HIGH dimana relay akan bekerja secara elektromagnetik. Sedangkan apabila Relay Off ditekan maka pada mikrokontroler akan terdeteksi sebagai logika LOW dimana relay akan berhenti bekerja. Berfungsi atau tidaknya relay ditandai pula dengan bunyi klik yang timbul karena adanya tarikan kutub yang diakibatkan medan magnet.

Timer ON apabila ditekan maka mempunyai logika HIGH yang berarti perintah pada mikrokontroler untuk melakukan sampling nilai ADC sebanyak 1000 sampel. Sedangkan apabila diberikan logika LOW maka perintah sampling akan berhenti. Set Point adalah nilai arus maksimum yang ditentukan. Hasilnya berupa nilai maksimum dan minimum ADC. Nilai ADC maksimum dan minimum akan secara otomatis tampil pada layar dalam program setiap kali terjadi sampling. Sedangkan data-data ADC hasil cuplikan akan tampil secara otomatis di layar “Data ADC”.



## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang didapat pada penelitian kali ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Telah dibuat sistem monitoring arus listrik menggunakan modul sensor arus listrik dan LattePanda.
2. Telah dirancang dan dibuat program untuk pengontrol dan pengaman arus listrik menggunakan LattePanda dengan tampilan Visual Studio 2015 sebagai *interface* penampil data ke layar komputer.
3. Sistem yang telah dibuat dapat bekerja sesuai daya yang diharapkan. Apabila nilai arus yg bekerja melebihi nilai setpoint maka relay akan mati sehingga arus listrik dapat terputus. Relay sebagai pengaman beban *overload* juga dapat difungsikan secara manual melalui program Visual Studio yang dibuat.

### 5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah membuat alat monitoring arus menggunakan data *logger*, sehingga data dari hasil pembacaan dapat tersimpan dengan baik untuk tujuan riset data selanjutnya. Pemilihan solder dan setrika sebagai beban uji ini bertujuan hanya untuk pengukuran dalam penelitian saja. Diharapkan pada penelitian selanjutnya beban yang digunakan berasal dari setiap peralatan yang sering dijumpai dalam rumah tangga.



***Halaman ini sengaja dikosongkan***

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, M. H. (2015). Sistem Monitoring Secara Real-Time Penyimpanan Energi Listrik Dari Wind Turbine Lentera Angin Nusantara ( LAN). *E-Proceeding of Engineering*, 2(2), 6387–6394.
- Anonymous. (n.d.). Relay 4453(18F) Datasheet, 4453(8634), 2–4.
- Anonymous. (2017). LattePanda 2G/32G Datasheet. Retrieved May 24, 2018, from <http://docs.lattepanda.com/content/hardware/inputsAndOutputs/>
- Atmel Corporation. (2010). ATmega16/32U4 Preliminary.
- Didik Hariyanto. (2015). Analog to Digital Converter. *Didik Hariono*, 153, 3–10.
- Faisal, R. (2015). Visual Studio 2015: Software Development Tool for All. Retrieved May 20, 2018, from <http://www.rezafaisal.net/?p=1918>
- Fitri Puspitasari Putri. (2015). Perencanaan dan pembuatan alat pengaman untuk menghindari terjadinya pemadaman listrik total di laboratorium reparasi listrik. *Teknik Elektro ITS*, (6407030043), 1–15.
- Fitriandi, A., Komalasari, E., & Gusmedi, H. (2016). Rancang Bangun Alat Monitoring Arus dan Tegangan Berbasis Mikrokontroler dengan SMS Gateway. *Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Elektro*, 10(2), 87–98. <https://doi.org/2549-3442>
- Karunakaran, P. (2016). *Electrical Power Simplified*. AuthorHouse. Retrieved from <https://books.google.co.id/books?id=IShYCwAAQBAJ>
- Microsystems, A. (2017). Acs712. *Allegro Microsystems*, 1–16. Retrieved from <https://www.allegromicro.com/~media/Files/Datasheets/ACS712-Datasheet.ashx>
- Raharja, J. B. (2008). *Keterampilan teknik listrik praktis*. Yrama Widya. Retrieved from [https://books.google.co.id/books?id=JaE\\_ngAACAAJ](https://books.google.co.id/books?id=JaE_ngAACAAJ)

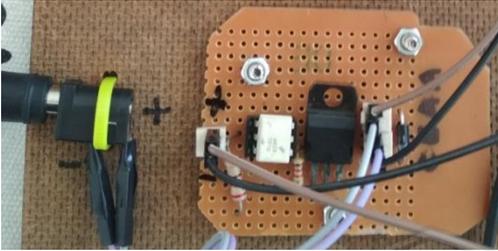
- Sakti, S. P. (2016). Rancang Bangun Sistem Pembatas Arus Daya Kecil Tegangan 220VAC Berbasis Mikrokontroller. *Teknologi Elektro*, 15(1), 103–110.
- Turang, D. A. O. (2015). Pengembangan Sistem Relay Pengendalian Dan Penghematan Pemakaian Lampu Berbasis Mobile. *Seminar Nasional Informatika 2015*, 2015(November), 75–85.
- Wijaya, K. (2007). Penggunaan Dan Pemilihan Pengaman Mini Circuit Breaker (MCB) Secara Tepat Menyebabkan Bangunan Lebih Aman Dari Kebakaran Akibat Listrik. *Teknologi Elektro*, 6(2), 20–23.



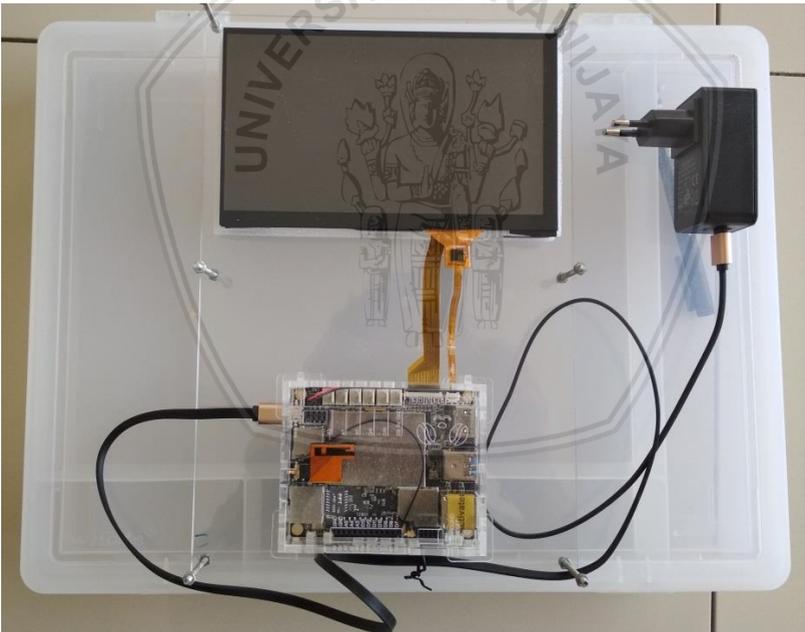
## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Foto Alat

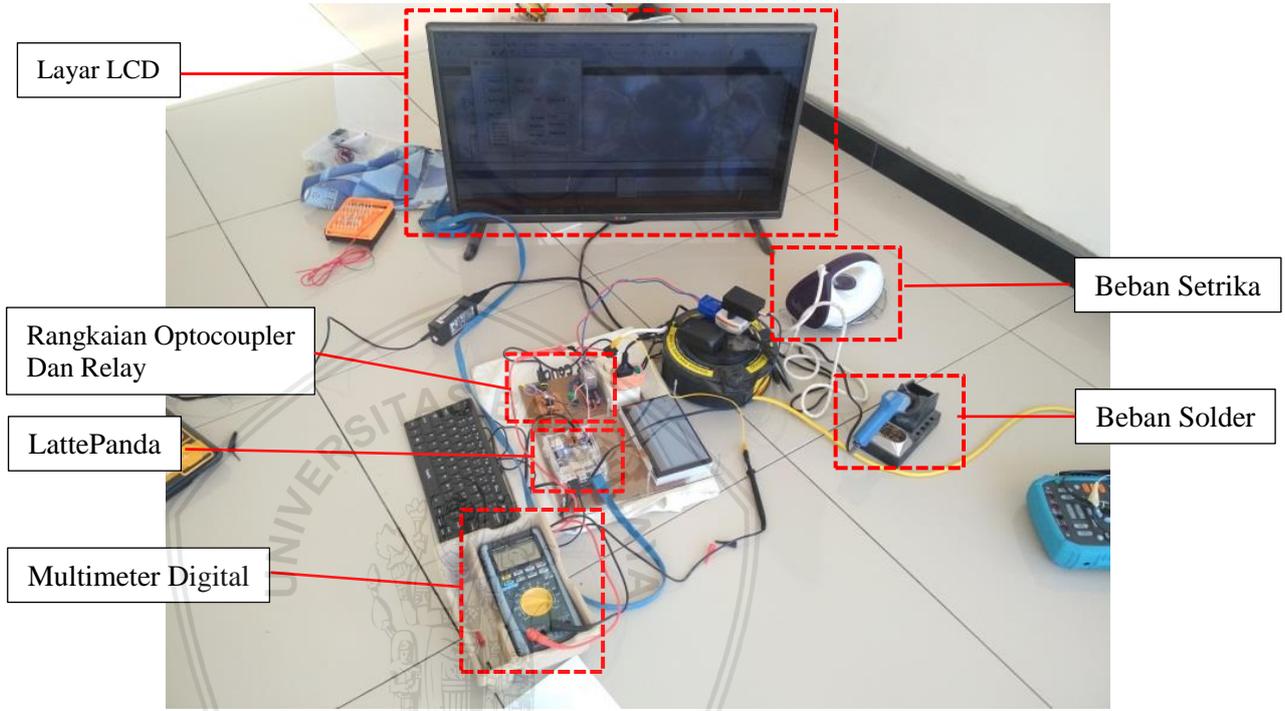
#### Optocoupler IC4N25



#### Perangkat Komputer *Single-board* LattePanda 2G/32GB



### Proses pengambilan data pembacaan ADC



## Lampiran 2. Program antarmuka pembacaan nilai ADC (*Analog to Digital Converter*) menggunakan *Software Visual Studio 2015*.

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows.Forms;
using LattePanda.Firmata;

namespace setpoint
{
    public partial class Form1 : Form
    {
        Arduino arduino = new Arduino();
        public Form1()
        {
            InitializeComponent();
        }
        private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
        {
            arduino.digitalWrite(13, Arduino.HIGH);
        }
        private void button2_Click(object sender, EventArgs e)
        {
            arduino.digitalWrite(13, Arduino.LOW);
        }
        private void Form1_Load(object sender, EventArgs e)
        {
            arduino.pinMode(13, Arduino.OUTPUT);
        }
        private void button3_Click(object sender, EventArgs e)
        {
            int hasil;
            hasil = arduino.analogRead(1);
            textBox1.Text = hasil.ToString("D8");
            richTextBox1.AppendText(Environment.NewLine);
            richTextBox1.AppendText (hasil.ToString("D8"));
        }
        private void timer1_Tick(object sender, EventArgs e)
        {
            int hasil, datamin, datamax, i;

```

**double** arus, setpoint, datax;

```
richTextBox1.Text="";
datamin = 2000;
datamax = 0;
for (i = 0; i < 1000; i++)
{
    hasil = arduino.analogRead(1);
    textBox1.Text = hasil.ToString("D8");
    richTextBox1.AppendText(Environment.NewLine);
    richTextBox1.AppendText(hasil.ToString("D8"));
    if (hasil > datamax) datamax = hasil;
    if (hasil < datamin) datamin = hasil;
}
richTextBox1.AppendText(Environment.NewLine);
richTextBox1.AppendText("max="+datamax.ToString("D8"));
richTextBox1.AppendText(Environment.NewLine);
richTextBox1.AppendText("min="+datamin.ToString("D8"));
richTextBox1.AppendText(Environment.NewLine);
richTextBox1.AppendText("max-min="+ (datamax-datamin).ToString("D8"));
datax = (datamax - datamin)/1.00;
richTextBox1.AppendText(Environment.NewLine);
richTextBox1.AppendText("max-min" + datax.ToString("##0.##"));
textBox3.Text = datamax.ToString("D8");
textBox4.Text = datamin.ToString("D8");
textBox5.Text = (datamax - datamin).ToString("D8");
arus = 0.036934*datax-0.0748;
textBox6.Text = (arus).ToString("##0.##");

setpoint = Convert.ToDouble(textBox2.Text);
if (datax > setpoint)
{
    timer1.Enabled = false;
    arduino.digitalWrite(13, Arduino.LOW);
}
}
private void button4_Click(object sender, EventArgs e)
{
    timer1.Enabled = true;
    arduino.digitalWrite(13, Arduino.HIGH);
}
private void button5_Click(object sender, EventArgs e)
{
    timer1.Enabled = false;
    arduino.digitalWrite(13, Arduino.LOW);
}
}
}
```

## Lampiran 3. Relay JQX-4453(18F) Datasheet



CQC03001007773



### ORDERING CODE

HLS-4453 (18F) - DC12V - 2C - P - L

NIL ... STANDARD  
L ... LED  
T ... TEST BUTTON  
A ... LED + TEST BUTTON

TERMINAL TYPE  
NIL ... PLUG IN P ... PBC

CONTACT FORM  
2C 2FORM C

NOMINAL VOLTAGE  
DC5V, DC6V, DC12V, DC24V, DC48V  
AC6V, AC12V, AC24V, AC48V, AC120V, AC240V  
TYPE

### CONTACT DATA

Contact Form	2C
Contact Material	Ag Alloy
Contact Ratings	5A 240VAC/30VDC
Max Switching Voltage	250VAC/30VDC
Max Switching Current	7A
Max Switching Power	1750VA, 210W
Initial Contact Resistance	100mΩ Max at 6VDC 1A
Life Expectancy Electrical	100,000 Operations (rated load)
Life Expectancy Mechanical	10,000,000 Operations (no load)

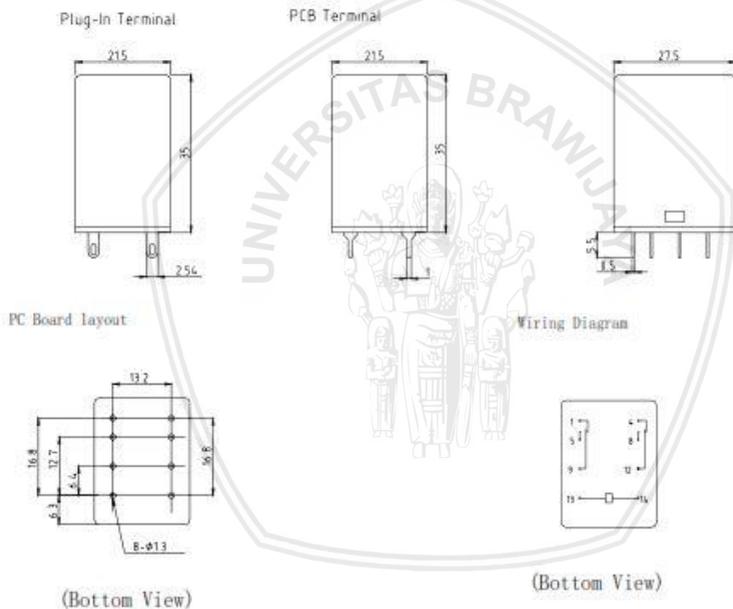
### GENERAL DATA

Insulation Resistance	100MΩ min at 500VDC	
Dielectric Strength Between Open Contacts	1000VAC 50-60HZ (1 minute)	
Dielectric Strength Between Contacts And Coil	1500VAC 50-60HZ (1 minute)	
Operate Time	25ms max	
Release Time	25ms max	
Ambient Temperature	-40°C to +70°C	
Shock Resistance	Malfunction	20G
	Destruction	100G
Vibration Resistance	10-55Hz, 1.5mm double amplitude	
Ambient humidity	40-85% RH	
Weight	Approx 32g	
Safety Standard	CQC	

поставщик: "ООО КОНТАКТ" web: <http://kontakt-t.ru>  
tel./ф.: (8634)369-333 e-mail: [info@kontakt-t.ru](mailto:info@kontakt-t.ru)

**COIL DATA**

Rated Voltage (V)	DC Coil			AC Coil		
	Coil Resistance $\Omega (\pm 10\%)$	Max Operate Voltage (VDC)	Min Release Voltage (VDC)	Coil Resistance $\Omega (\pm 10\%)$	Max Operate Voltage (VDC)	Min Release Voltage (VDC)
5	32	3.75	0.5	-	-	-
6	40	4.5	0.6	10.5	4.8	1.8
12	160	9	1.2	43	9.6	3.6
24	650	18	2.4	160	19.2	7.2
48	2600	36	4.8	668	38.4	14.4
120	-	-	-	3900	96	36
240	-	-	-	12000	176	72

**Outline Dimension (mm)**


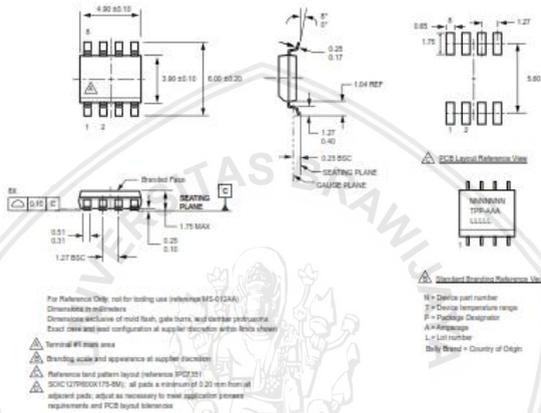
поставщик: "ООО КОНТАКТ" web: <http://kontakt-t.ru>  
 тел./ф.: (8634)369-333 e-mail: [info@kontakt-t.ru](mailto:info@kontakt-t.ru)

## Lampiran 4. Modul Sensor ACS712 Datasheet

### ACS712

Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor IC  
with 2.1 kV<sub>RMS</sub> Isolation and a Low-Resistance Current Conductor

Package LC, 8-pin SOIC



Allegro MicroSystems, LLC  
115 Northeast Street  
Worcester, Massachusetts 01615-0036 U.S.A.  
1.508.853.5000; www.allegromicro.com

14

## ACS712

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

### 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 device. Such a low-pass filter improves the signal-to-noise ratio, and therefore the resolution, of the device output signal. However, the addition of an RC filter to the output of a sensor IC can result in undesirable device output attenuation—even for DC signals.

Signal attenuation,  $\Delta V_{ATT}$ , is a result of the resistive divider effect 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:

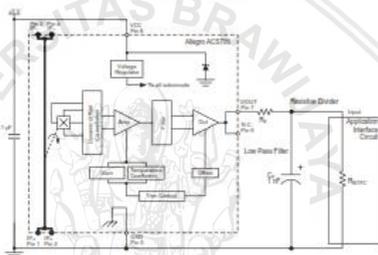
$$\Delta V_{ATT} = V_{OUT} \left( \frac{R_{INTFC}}{R_F + R_{INTFC}} \right)$$

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

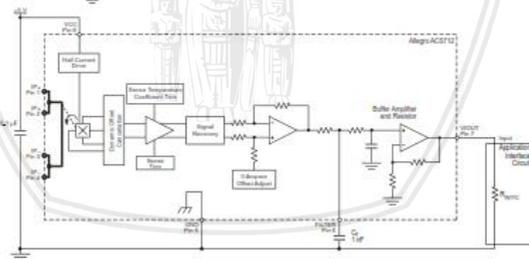
temperature. Therefore, signal attenuation will vary as a function of temperature. Note that, in many cases, the input impedance,  $R_{INTFC}$ , of a typical analog-to-digital converter (ADC) can be as low as 10 k $\Omega$ .

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  $\Delta V_{ATT}$ . 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.

Application 6. When a low pass filter is constructed externally 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, as given by the transfer function for  $\Delta V_{ATT}$ .



Application 7. Using the FILTER pin provided on the ACS712 eliminates the attenuation effects of the resistor divider between  $R_F$  and  $R_{INTFC}$ , shown in Application 6.



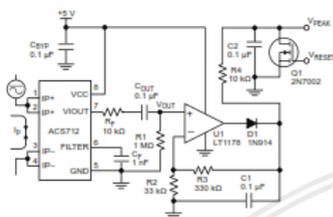
Allegro Microsystems, LLC  
115 Northwood Circle  
Worcester, Massachusetts 01615-0030 U.S.A.  
1.308.855.0000 www.allegromicro.com

13

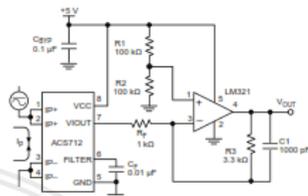
# ACS712

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

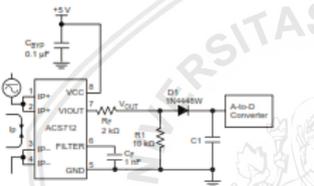
## Typical Applications



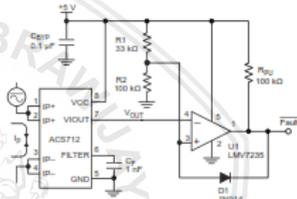
Application 2. Peak Detecting Circuit



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 A-to-D converters. Replaces current transformer solutions with simpler ACS circuit. C1 is a function of the load resistance and filtering desired. R1 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.



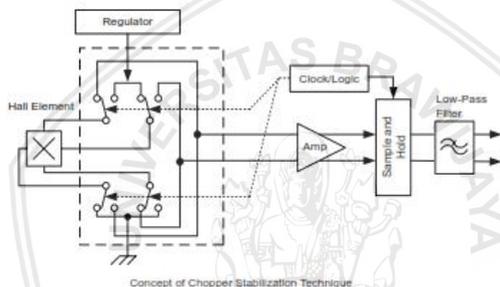
Allegro Microsystems, LLC  
115 Northeast Calloff  
Worcester, Massachusetts 01615-0036 U.S.A.  
1.508.853.3000; www.allegromicro.com

## Chopper Stabilization Technique

Chopper Stabilization is an innovative circuit technique that is used to minimize the offset voltage of a Hall element and an associated on-chip amplifier. Allegro has 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. Modulation is used to separate the undesired DC offset signal from the magnetically induced signal in the frequency domain. Then, using a low-pass filter, the modulated DC offset is suppressed while the magnetically induced signal passes through

the filter. As a result of this chopper stabilization approach, the output voltage 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.

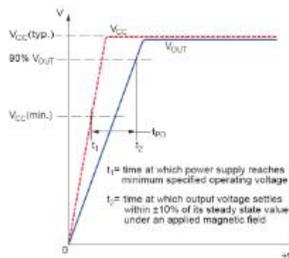


# ACS712

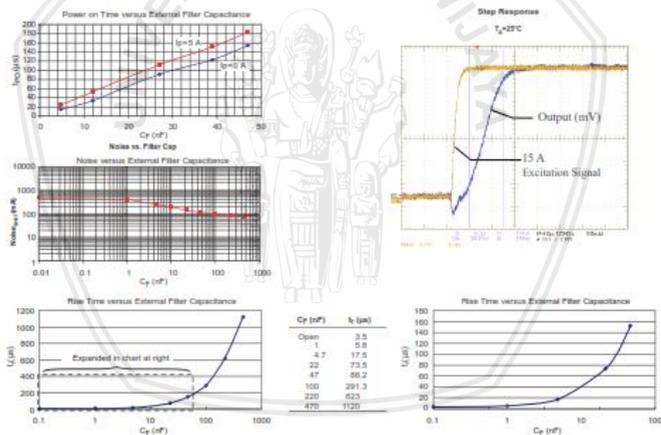
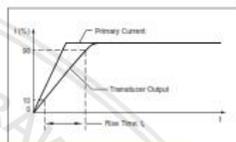
Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor IC  
with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor

## Definitions of Dynamic Response Characteristics

**Power-On Time ( $t_{PO}$ ).** When the supply is ramped to its operating voltage, the device requires a finite time to power its internal components before responding to an input magnetic field. Power-On Time,  $t_{PO}$ , is defined as the time it takes for the output voltage to settle within  $\pm 10\%$  of its steady state value under an applied magnetic field, after the power supply has reached its minimum specified operating voltage,  $V_{CC}(\text{min})$ , as shown in the chart at right.



**Rise time ( $t_r$ ).** The time interval between a) when the device 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 derive the bandwidth of the device, in which  $f(-3 \text{ dB}) = 0.35/t_r$ . Both  $t_r$  and  $t_{\text{RESPONSE}}$  are detrimentally affected by eddy current losses observed in the conductive IC ground plane.



Allegro MicroSystems, LLC  
115 Northwood Cluff  
Worcester, Massachusetts 01615-0030 U.S.A.  
1.508.853.3000, www.allegromicro.com

## Definitions of Accuracy Characteristics

**Sensitivity (Sens).** The change in device output in response to a 1 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) for the full-scale current of the device.

**Noise ( $V_{NOISE}$ ).** The product of the linear IC amplifier gain (mV/G) and the noise floor for the Allegro Hall effect linear IC ( $\approx 1$  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 is able to resolve.

**Linearity ( $E_{LIN}$ ).** The degree to which the voltage output from the IC 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 the full-scale current. The following equation is used to derive the linearity:

$$100 \left[ 1 - \left[ \frac{\Delta \text{ gain} \times \% \text{ sat} (V_{IOUT\_full\text{-}scale \text{ amperes}} - V_{IOUT(0)})}{2 (V_{IOUT\_half\text{-}scale \text{ amperes}} - V_{IOUT(0)})} \right] \right]$$

where  $V_{IOUT\_full\text{-}scale \text{ amperes}}$  = the output voltage (V) when the sampled current approximates full-scale  $\pm I_p$ .

**Symmetry ( $E_{SYM}$ ).** The degree to which the absolute voltage output from the IC varies in proportion to either a positive or negative full-scale primary current. The following formula is used to derive symmetry:

$$100 \left( \frac{V_{IOUT\_+full\text{-}scale \text{ amperes}} - V_{IOUT(0)}}{V_{IOUT(0)} - V_{IOUT\_full\text{-}scale \text{ amperes}}} \right)$$

**Quiescent output voltage ( $V_{IOUT(0)}$ ).** The output of the device when the primary current is zero. For a unipolar supply voltage, it nominally remains at  $V_{CC}/2$ . Thus,  $V_{CC} = 5$  V translates into  $V_{IOUT(0)} = 2.5$  V. Variation in  $V_{IOUT(0)}$  can be attributed to the resolution of the Allegro linear IC quiescent voltage trim and thermal drift.

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

**Accuracy ( $E_{TOT}$ ).** 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:

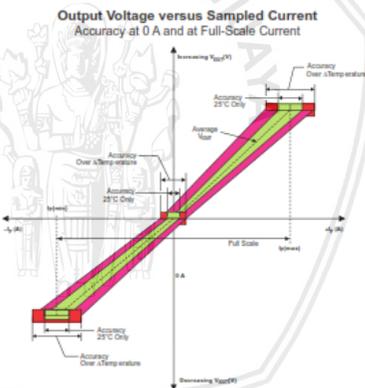
- **0 A at 25°C.** Accuracy at the zero current flow at 25°C, without the effects of temperature.
- **0 A over  $\Delta$  temperature.** Accuracy at the zero current flow including temperature effects.
- **Full-scale current at 25°C.** Accuracy at the full-scale current at 25°C, without the effects of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

**Ratiometry.** The ratiometric feature means that its 0 A output,  $V_{IOUT(0)}$  (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,  $\Delta V_{IOUT(0)RAT}$  (%).

$$100 \left( \frac{V_{IOUT(0)RAT} / V_{IOUT(0)RAT}}{V_{CC} / 5 \text{ V}} \right)$$

The ratiometric change in sensitivity,  $\Delta \text{Sens}_{RAT}$  (%), is defined as:

$$100 \left( \frac{\text{Sens}_{V_{CC} / 5 \text{ V}} - \text{Sens}_{5 \text{ V}}}{V_{CC} / 5 \text{ V}} \right)$$

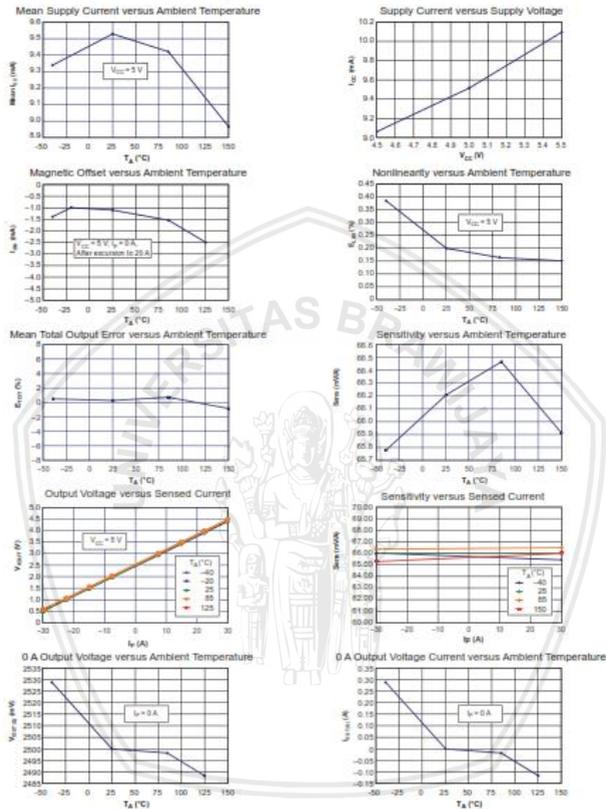


# ACS712

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

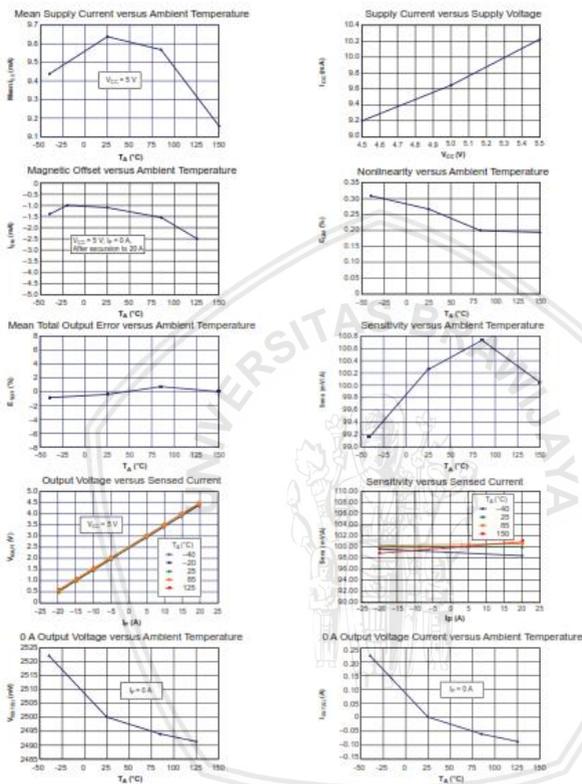
## Characteristic Performance

$I_p = 30$  A, unless otherwise specified



Allegro MicroSystems, LLC  
115 Northwood Road  
Worcester, Massachusetts 01615-0036 U.S.A.  
1-508-853-3000, www.allegromicro.com

## Characteristic Performance

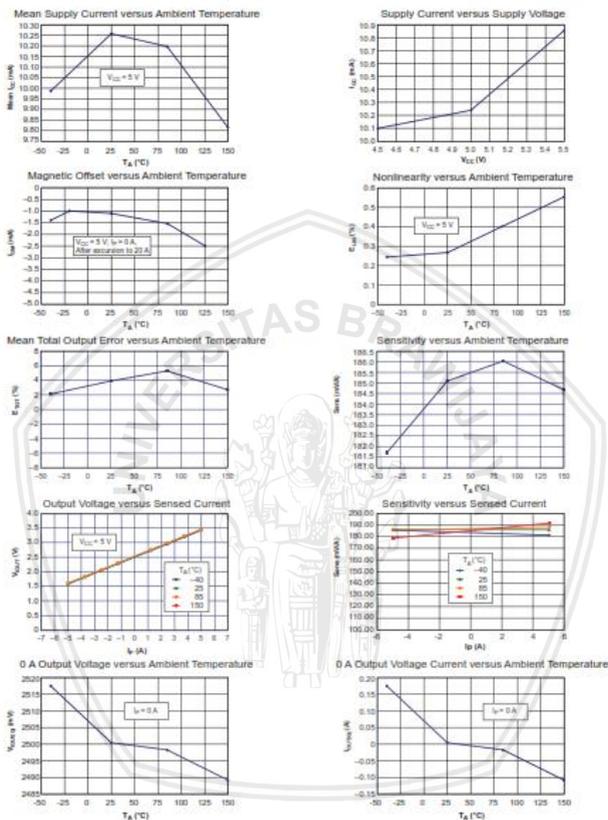
 $I_p = 20$  A, unless otherwise specified

# ACS712

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

### Characteristic Performance

$I_p = 5\text{ A}$ , unless otherwise specified



Allegro MicroSystems, LLC  
115 Northwood Road  
Worcester, Massachusetts 01615-0036 U.S.A.  
1.508.853.3000, www.allegromicro.com

# ACS712

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

### x05B PERFORMANCE CHARACTERISTICS<sup>1</sup> $T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to $85^{\circ}\text{C}$ , $C_T = 1\text{ nF}$ , and $V_{CC} = 5\text{ V}$ , unless otherwise specified

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Optimized Accuracy Range	$I_D$		-5	-	5	A
Sensitivity	Sens	Over full range of $I_D$ , $T_A = 25^{\circ}\text{C}$	100	105	190	mV/A
Noise	$V_{\text{NOISE(RP)}}$	Peak-to-peak, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ , 105 mV/A programmed Sensitivity, $C_T = 47\text{ nF}$ , $C_{\text{OUT}}$ = open, 2 kHz bandwidth	-	21	-	mV
Zero Current Output Slope	$\Delta V_{\text{OUT(0)}}$	$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to $25^{\circ}\text{C}$	-	-0.26	-	mV/°C
		$T_A = 25^{\circ}\text{C}$ to $150^{\circ}\text{C}$	-	-0.08	-	mV/°C
Sensitivity Slope	$\Delta\text{Sens}$	$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to $25^{\circ}\text{C}$	-	0.054	-	mV/A/°C
		$T_A = 25^{\circ}\text{C}$ to $150^{\circ}\text{C}$	-	-0.008	-	mV/A/°C
Total Output Error <sup>2</sup>	$E_{\text{TOT}}$	$I_D = \pm 5\text{ A}$ , $T_A = 25^{\circ}\text{C}$	-	$\pm 1.5$	-	%

<sup>1</sup>Device may be operated at higher primary current levels,  $I_D$ , and ambient temperatures,  $T_A$ , provided that the Maximum Junction Temperature,  $T_{J(\text{max})}$ , is not exceeded.

<sup>2</sup>Percentage of  $I_D$  with  $I_D = 5\text{ A}$ . Output filtered.

### x20A PERFORMANCE CHARACTERISTICS<sup>1</sup> $T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to $85^{\circ}\text{C}$ , $C_T = 1\text{ nF}$ , and $V_{CC} = 5\text{ V}$ , unless otherwise specified

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Optimized Accuracy Range	$I_D$		-20	-	20	A
Sensitivity	Sens	Over full range of $I_D$ , $T_A = 25^{\circ}\text{C}$	96	100	104	mV/A
Noise	$V_{\text{NOISE(RP)}}$	Peak-to-peak, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ , 100 mV/A programmed Sensitivity, $C_T = 47\text{ nF}$ , $C_{\text{OUT}}$ = open, 2 kHz bandwidth	-	11	-	mV
Zero Current Output Slope	$\Delta V_{\text{OUT(0)}}$	$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to $25^{\circ}\text{C}$	-	-0.34	-	mV/°C
		$T_A = 25^{\circ}\text{C}$ to $150^{\circ}\text{C}$	-	-0.07	-	mV/°C
Sensitivity Slope	$\Delta\text{Sens}$	$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to $25^{\circ}\text{C}$	-	0.017	-	mV/A/°C
		$T_A = 25^{\circ}\text{C}$ to $150^{\circ}\text{C}$	-	-0.004	-	mV/A/°C
Total Output Error <sup>2</sup>	$E_{\text{TOT}}$	$I_D = \pm 20\text{ A}$ , $T_A = 25^{\circ}\text{C}$	-	$\pm 1.5$	-	%

<sup>1</sup>Device may be operated at higher primary current levels,  $I_D$ , and ambient temperatures,  $T_A$ , provided that the Maximum Junction Temperature,  $T_{J(\text{max})}$ , is not exceeded.

<sup>2</sup>Percentage of  $I_D$  with  $I_D = 20\text{ A}$ . Output filtered.

### x30A PERFORMANCE CHARACTERISTICS<sup>1</sup> $T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to $85^{\circ}\text{C}$ , $C_T = 1\text{ nF}$ , and $V_{CC} = 5\text{ V}$ , unless otherwise specified

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Optimized Accuracy Range	$I_D$		-30	-	30	A
Sensitivity	Sens	Over full range of $I_D$ , $T_A = 25^{\circ}\text{C}$	63	66	69	mV/A
Noise	$V_{\text{NOISE(RP)}}$	Peak-to-peak, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ , 66 mV/A programmed Sensitivity, $C_T = 47\text{ nF}$ , $C_{\text{OUT}}$ = open, 2 kHz bandwidth	-	7	-	mV
Zero Current Output Slope	$\Delta V_{\text{OUT(0)}}$	$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to $25^{\circ}\text{C}$	-	-0.35	-	mV/°C
		$T_A = 25^{\circ}\text{C}$ to $150^{\circ}\text{C}$	-	-0.08	-	mV/°C
Sensitivity Slope	$\Delta\text{Sens}$	$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to $25^{\circ}\text{C}$	-	0.007	-	mV/A/°C
		$T_A = 25^{\circ}\text{C}$ to $150^{\circ}\text{C}$	-	-0.002	-	mV/A/°C
Total Output Error <sup>2</sup>	$E_{\text{TOT}}$	$I_D = \pm 30\text{ A}$ , $T_A = 25^{\circ}\text{C}$	-	$\pm 1.5$	-	%

<sup>1</sup>Device may be operated at higher primary current levels,  $I_D$ , and ambient temperatures,  $T_A$ , provided that the Maximum Junction Temperature,  $T_{J(\text{max})}$ , is not exceeded.

<sup>2</sup>Percentage of  $I_D$  with  $I_D = 30\text{ A}$ . Output filtered.



Allegro MicroSystems, LLC  
115 Northwest Cutoff  
Worcester, Massachusetts 01615-0036 U.S.A.  
1 508 855 5000, www.allegromicro.com

# ACS712

Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor IC  
with 2.1 kV<sub>RMS</sub> Isolation and a Low-Resistance Current Conductor

**COMMON OPERATING CHARACTERISTICS<sup>1</sup>** over full range of  $T_A$ ,  $C_p = 1$  nF, and  $V_{CC} = 5$  V, unless otherwise specified

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
<b>ELECTRICAL CHARACTERISTICS</b>						
Supply Voltage	$V_{CC}$		4.5	5.0	5.5	V
Supply Current	$I_{CC}$	$V_{CC} = 5.0$ V, output open	–	10	13	mA
Output Capacitance Load	$C_{LOAD}$	V <sub>OUT</sub> to GND	–	–	10	nF
Output Resistive Load	$R_{LOAD}$	V <sub>OUT</sub> to GND	4.7	–	–	kΩ
Primary Conductor Resistance	$R_{PRIMARY}$	$T_A = 25^\circ\text{C}$	–	1.2	–	mΩ
Rise Time	$t_r$	$I_p = I_p(\text{max})$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$ , $C_{OUT} = \text{open}$	–	3.5	–	μs
Frequency Bandwidth	$f$	–3 dB, $T_A = 25^\circ\text{C}$ ; $I_p$ is 10 A peak-to-peak	–	80	–	kHz
Nonlinearity	$E_{LIN}$	Over full range of $I_p$	–	1.5	–	%
Symmetry	$E_{SYM}$	Over full range of $I_p$	80	100	102	%
Zero Current Output Voltage	$V_{OUT(Q)}$	Bidirectional; $I_p = 0$ A, $T_A = 25^\circ\text{C}$	–	$V_{CC} \times 0.5$	–	V
Power-On Time	$t_{PO}$	Output reaches 90% of steady-state level, $T_A = 25^\circ\text{C}$ , 20 A present on leadframe	–	35	–	μs
Magnetic Coupling <sup>2</sup>			–	12	–	G/A
Internal Filter Resistance <sup>3</sup>	$R_{F(INT)}$		–	1.7	–	kΩ

<sup>1</sup>Device may be operated at higher primary current levels,  $I_p$ , and ambient,  $T_A$ , and internal leadframe temperatures,  $T_L$ , provided that the Maximum Junction Temperature,  $T_J(\text{max})$ , is not exceeded.

<sup>2</sup>1G = 0.1 mT.

<sup>3</sup> $R_{F(INT)}$  forms an RC circuit via the FILTER pin.

## COMMON THERMAL CHARACTERISTICS<sup>1</sup>

			Min.	Typ.	Max.	Units
Operating Internal Leadframe Temperature	$T_L$	E range	–40	–	85	$^\circ\text{C}$
					Value	Units
Junction-to-Lead Thermal Resistance <sup>2</sup>	$R_{\theta JL}$	Mounted on the Allegro ASEK 712 evaluation board			5	$^\circ\text{C/W}$
Junction-to-Ambient Thermal Resistance	$R_{\theta JA}$	Mounted on the Allegro 65-0322 evaluation board, includes the power consumed by the board			23	$^\circ\text{C/W}$

<sup>1</sup>Additional thermal information is available on the Allegro website.

<sup>2</sup>The Allegro evaluation board has 1500 mm<sup>2</sup> 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 Information section of this datasheet.

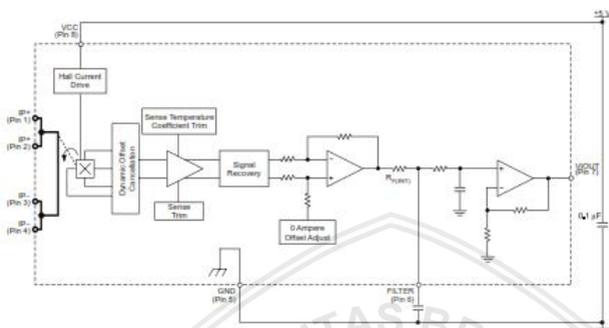


Allegro MicroSystems, LLC  
115 Northeast Caloff  
Worcester, Massachusetts 01615-0036 U.S.A.  
1-508-853-3000, www.allegromicro.com

# ACS712

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

Functional Block Diagram



Pin-out Diagram



Terminal List Table

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



Allegro MicroSystems, LLC  
115 Northeast Corridor  
Worcester, Massachusetts 01615-0036 U.S.A.  
1 508 853 5000, www.allegromicro.com

## ACS712

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

### Description (continued)

the device at up to 5× overcurrent conditions. The terminals of the conductive path are electrically isolated from the signal leads (pins 5 through 8). This allows the ACS712 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 <sub>A</sub> (°C)	Optimized Range, I <sub>P</sub> (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	86

\*Contact Allegro for additional packing options.

### Absolute Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Notes	Rating	Units
Supply Voltage	V <sub>CC</sub>		8	V
Reverse Supply Voltage	V <sub>RCC</sub>		-0.1	V
Output Voltage	V <sub>OUT</sub>		8	V
Reverse Output Voltage	V <sub>ROUT</sub>		-0.1	V
Output Current Source	I <sub>OUT(SOURCE)</sub>		3	mA
Output Current Sink	I <sub>OUT(SINK)</sub>		10	mA
Overcurrent Transient Tolerance	I <sub>P</sub>	1 pulse, 100 ms	100	A
Nominal Operating Ambient Temperature	T <sub>A</sub>	Range E	-40 to 85	°C
Maximum Junction Temperature	T <sub>J(max)</sub>		165	°C
Storage Temperature	T <sub>stg</sub>		-65 to 170	°C

### Isolation Characteristics

Characteristic	Symbol	Notes	Rating	Unit
Dielectric Strength Test Voltage*	V <sub>ISO</sub>	Agency type-tested for 60 seconds per UL standard 60950-1, 1st Edition	2100	VAC
Working Voltage for Basic Isolation	V <sub>WPSI</sub>	For basic (single) isolation per UL standard 60950-1, 1st Edition	354	VDC or V <sub>pk</sub>
Working Voltage for Reinforced Isolation	V <sub>WRPI</sub>	For reinforced (double) isolation per UL standard 60950-1, 1st Edition	164	VDC or V <sub>pk</sub>

\* Allegro does not conduct 60-second testing. It is done only during the UL certification process.

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



Allegro MicroSystems, LLC  
115 Northwood Cliffs  
Worcester, Massachusetts 01615-0036 U.S.A.  
1.508.853.3000; www.allegromicro.com

**Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor IC  
with 2.1 kVRMS 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  $\mu$ s output rise time in response to step input current
- 80 kHz bandwidth
- Total output error 1.5% at  $T_A = 25^\circ\text{C}$
- Small footprint, low-profile SOIC8 package
- 1.2 m $\Omega$  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



TUV America  
Certificate Number:  
UBV 06 05 54214 010


**Package: 8 Lead SOIC (suffix LC)**


Approximate Scale 1:1

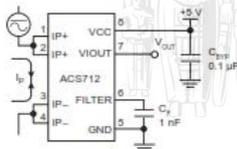

**Description**

The Allegro™ ACS712 provides economical and precise solutions for AC or DC current sensing in industrial, commercial, and communications systems. The device package allows for easy implementation by the customer. Typical applications include motor control, load detection and management, switch-mode power supplies, and overcurrent fault protection. The device is not intended for automotive applications.

The device consists of a precise, low-offset, linear Hall 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 the Hall IC converts 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 ( $>V_{OUT}/I_Q$ ) 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 sampling. The internal resistance of this conductive path is 1.2 m $\Omega$  typical, providing low power loss. The thickness of the copper conductor allows survival of

*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 sampled current,  $I_p$ , within the range specified.  $C_f$  is recommended for noise management, with values that depend on the application.



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

---

## Not for New Design

These parts are in production but have been determined to be NOT FOR NEW DESIGN. This classification indicates that sale of this device is currently restricted to existing customer applications. The device should not be purchased for new design applications because obsolescence in the near future is probable. Samples are no longer available.

Date of status change: June 5, 2017

### Recommended Substitutions:

*For existing customer transition, and for new customers or new applications, use ACS723.*

**NOTE:** For detailed information on purchasing options, contact your local Allegro field applications engineer or sales representative.

*Allegro MicroSystems, LLC reserves the right to make, from time to time, revisions to the anticipated product life cycle plan for a product to accommodate changes in production capabilities, alternative product availabilities, or market demand. The information included herein is believed to be accurate and reliable. However, Allegro MicroSystems, LLC assumes no responsibility for its use; nor for any infringements of patents or other rights of third parties which may result from its use.*

---

## ACS712

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

### Revision History

Revision	Revision Date	Description of Revision
15	November 16, 2012	Update rise time and isolation, $I_{OUT}$ reference data, patents
16	June 9, 2017	Updated product status

Copyright ©2006-2017, Allegro MicroSystems, LLC

The products described herein are protected by U.S. patents: 5,621,319; 7,598,601; and 7,709,754.

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

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

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

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

[www.allegromicro.com](http://www.allegromicro.com)



Allegro MicroSystems, LLC  
115 Northeast Cutoff  
Worcester, Massachusetts 01615-0036 U.S.A.  
1.508.853.5000; [www.allegromicro.com](http://www.allegromicro.com)

15