

## RANCANG BANGUN AMMETER DC TIPE *NON-DESTRUCTIVE* BERBASIS MIKROKONTROLER ATmega8535 DENGAN SENSOR EFEK HALL ACS712

**Dwi Cahyorini Wulandari, Wildian**

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas

Kampus Unand, Limau Manis, Padang, 25163

*e-mail* : dwicahyorini11@yahoo.co.id, wildian\_unand@yahoo.com

### ABSTRAK

Telah dilakukan rancang-bangun sistem alat ammeter DC tipe *non-destructive* berbasis mikrokontroler ATmega8535 dengan sensor efek Hall ACS712. Ammeter DC tipe *non-destructive* ini dapat mengindera medan magnetik yang ditimbulkan oleh PCB dan kawat berarus listrik, tanpa harus memutus jalur konduktor yang akan diukur arusnya. Sensor yang digunakan memiliki sensitivitas sebesar 0,175 volt/ampere dan tegangan *offset* sebesar 2,482 V. Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa sensor efek Hall ACS712 lebih cocok digunakan untuk pengukuran arus tipe *destructive*, meskipun sensor ini dapat juga digunakan untuk pengukuran arus tipe *non-destructive*.

*Kata kunci*: Sensor efek Hall ACS712, sensitivitas, ammeter tipe *non-destructive*

### ABSTRACT

*A nondestructive dc ammeter based on microcontroller ATmega8535 using ACS712 effect Hall sensor has been designed. This ammeter can sense a magnetic field produced by a PCB and current carrying wire, without destructing or cutting-off the wire. The sensor used in this research has a sensitivity of 0,1759 volt/ampere, and an offset of 2.4825 V. The linear correlation coefficient of the destructive dc ammeter is better than of the non-destructive dc ammeter. It indicates that the Hall ACS712 sensor is more compatible for destructive dc ammeter.*

*Key words*: ACS712 effect Hall sensor, sensitivity, nondestructive dc ammeter

## I. PENDAHULUAN

Besar arus listrik yang digunakan pada berbagai piranti elektronik (*electronic devices*) tidak selalu sama. Apabila arus listrik yang digunakan terlalu besar atau melebihi batas maksimum yang diperbolehkan, maka piranti tersebut boleh jadi akan mengalami kerusakan. Sebaliknya, jika arus listrik yang digunakan terlalu kecil atau kurang dari nilai minimum yang diperlukan, maka piranti tersebut tidak dapat berfungsi secara optimal. Untuk mengetahui besar arus listrik ini digunakan alat ukur yang disebut ammeter.

Secara konvensional, pengukuran arus di dalam suatu rangkaian listrik mengharuskan ammeter dihubungkan secara seri dengan elemen atau komponen yang hendak diukur di dalam rangkaian listrik. Jalur konduktor di mana elemen atau komponen yang hendak diukur arus harus diputus dan kemudian dihubungkan secara seri dengan ammeter. Pengukuran arus secara konvensional bersifat merusak (*destructive*). Kesulitan pengukuran arus terjadi ketika mengukur arus yang ada di jalur konduktor pada PCB (*printed circuit board*).

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang demikian pesat, terutama di bidang elektronika dan instrumentasi, telah memungkinkan dilakukannya perancangan dan pembuatan ammeter yang dapat mengukur arus listrik tanpa harus memutus jalur konduktor di komponen yang hendak diukur arus berada. Prinsip dasar metode pengukuran tanpa merusak (*non-destructive*) adalah dengan mengindera medan magnetik yang ditimbulkan kawat / material konduktor berarus listrik. Salah satu sensor yang dapat digunakan untuk keperluan tersebut adalah GMR (*giant magnetoresistive*) (Wildian, 2002).

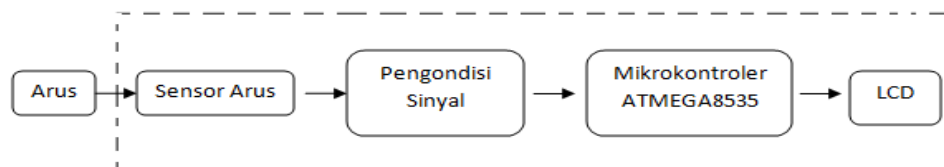
GMR adalah sebuah sensor medan magnetik yang resistansinya berubah cukup besar (sekitar 15% ) seiring perubahan besar medan magnetik yang diterapkan kepadanya (NVE, 1998). Perubahan resistansi ini kemudian dimanfaatkan dalam bentuk sinyal tegangan listrik dengan menggunakan rangkaian pembagi tegangan. Selanjutnya sinyal dikondisikan agar dapat

diolah oleh mikrokontroler AT89C51 untuk ditampilkan dalam bentuk grafik dan angka pada monitor PC dengan menggunakan bahasa pemrograman Delphi (Wildian, 2004).

Tujuan penelitian ini adalah merancang bangun suatu ammeter tipe *non-destructive* berbasis mikrokontroler ATmega8535 dengan sensor arus berbasis efek Hall ACS712 yang mampu mengukur arus listrik yang mengalir dalam suatu kawat atau jalur konduktor pada PCB, tanpa memutuskan kawat atau jalur yang dilalui arus tersebut. Manfaat penelitian adalah dapat memudahkan pengguna dalam melakukan pengukuran arus listrik, baik pada kawat maupun pada jalur konduktor yang menyatu dengan PCB. Selain itu, data dan analisis yang akan diperoleh dari hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah informasi tentang ragam sensor medan magnetik serta ide pemanfaatannya.

## II. METODE

Besar nilai ammeter dc yang diukur akan diproses oleh dua bagian utama dari alat yang terpisah. Alat ukur ammeter dc tipe *non-destructive* terdiri dari sistem perangkat keras (*hardware*) dan sistem perangkat lunak (*software*). Sistem perangkat keras terdiri dari rangkaian catu daya 5V, rangkaian sistem sensor efek Hall ACS712 dan sistem minimum rangkaian mikrokontroler ATmega8535. Sistem perangkat lunak yang digunakan pemrograman bahasa BASCOM-AVR. Diagram blok sederhana aplikasi mikrokontroler ATmega8535 sebagai pusat olah data dalam alat ukur ammeter dc tipe *non-destructive* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram blok alat ukur ammeter dc tipe *non-destructive*

Teknik kinerja ammeter dc tipe *non-destructive* ini dilakukan dengan cara pemasangan ammeter. Pada waktu yang sama, nilai keluaran arus di LCD, nilai keluaran arus serta tegangan dari sensor ACS712 pada multimeter digital yang tercatat pada masing-masing ammeter diamati. Untuk ammeter dc tipe *non-destructive*, ketika jalur PCB atau jalur kawat dialiri arus listrik, penghubung pada sensor ACS712 yang terdapat pada pin positif dan pin negatif sensor tidak dijepit. Untuk ammeter tipe *destructive*, arus listrik dialiri melalui pin positif dan pin negatif yang terdapat pada sensor ACS712. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui ketepatan yang diperoleh antara kedua ammeter.

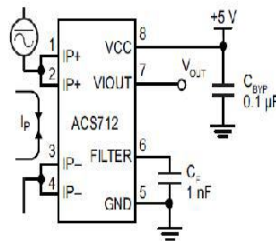
### 2.1 Komponen Penelitian

Komponen yang digunakan antara lain sensor ACS712 digunakan sebagai pengindra atau pendeteksi medan magnetik, mikrokontroler ATmega8535 digunakan sebagai sistem pemroses data, dioda untuk menyearahkan arus ac menjadi dc, trafo untuk menurunkan tegangan, IC AN7805 yang digunakan untuk menghasilkan tegangan sesuai dengan besar nilai dua angka terakhir, kapasitor untuk menapis gelombang dan bisa juga sebagai penyimpan muatan, resistor sebagai hambatan, transistor yang digunakan sebagai penguat arus dan LCD sebagai penampil.

### 2.2 Rancang Bangun Perangkat Keras

#### 2.2.1 Rangkaian Sensor

Sensor adalah suatu piranti (*device*) yang menerima sinyal atau rangsangan (*stimulus*) dengan mengubahnya menjadi sinyal listrik (Fraden, 2003). Komponen yang digunakan dalam rangkaian sistem sensor ACS712, yaitu sensor ACS712, satu kapasitor 1 nF, kapasitor 0,1 $\mu$ F dan *whitehousing* 2 pin. Rangkaian sensor dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2 Rangkaian sensor ACS712

2.2.2 Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler ATmega8535

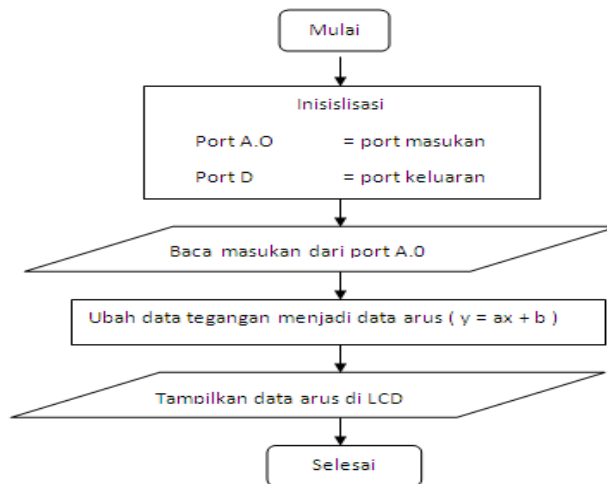
Mikrokontroler adalah sebuah sistem *microprocessor* yang di dalamnya sudah terdapat CPU, ROM, RAM, I/O, *Clock* dan peralatan internal lainnya yang sudah saling terhubung dan terorganisasi dengan baik dalam satu kemasan *chip* (Winoto, 2010). Komponen yang digunakan antara lain satu mikrokontroler ATmega8535, dua kapasitor 22 pF dan satu kristal 12 MHz.

2.3 Tata Laksana Penelitian

Rancang bangun alat ukur yang berbasis mikrokontroler ATmega8535 dilakukan melalui beberapa tahap yaitu studi literatur, perancangan diagram blog sensor efek Hall ACS712, perancangan dan pengujian catudaya, perancangan dan karakterisasi rangkaian sistem sensor, perancangan sistem minimum mikrokontroler, perancangan sistem minimum penampil LCD, perancangan perangkat lunak sistem, dan pengujian alat ukur.

2.4 Rancang Bangun Perangkat Lunak

Bahasa pemrograman menggunakan bahasa BASCOM-AVR yang merupakan bahasa pemrograman BASIC yang hasilnya dapat diubah menjadi format \*.hex (Setiawan, 2011). Diagram alir dari program yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 3 Diagram alir program

III. HASIL DAN DISKUSI

Setelah dilakukan perancangan dan pengujian terhadap seluruh rangkaian maka diperoleh hasil berupa suatu rancang bangun alat ukur ammeter dc *non-destructive* berbasis mikrokontroler ATmega8535 dengan sensor efek Hall ACS712. Alat ukur ammeter dc *non-destructive* dengan sistem sensor ACS712 didukung oleh perangkat keras yang terdiri dari rangkaian sensor ACS712, rangkaian minimum mikrokontroler ATmega8535, rangkaian catu daya 5V dan LCD.

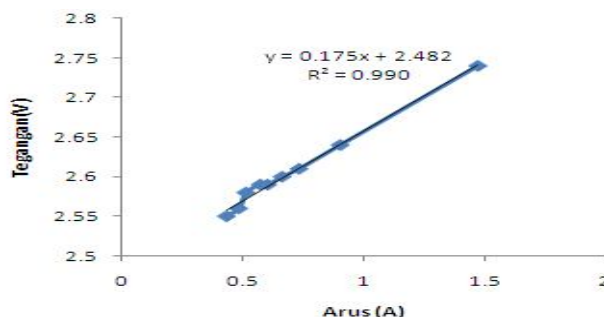
### 3.1 Pengujian Catu Daya

Catu daya yang dibuat adalah catu daya dengan keluaran 5V. Catu daya 5V digunakan sebagai sumber tegangan rangkaian minimum mikrokontroler ATmega8535 dan rangkaian sensor. Hasil pengukuran tegangan keluaran dari ketiga catu daya tersebut adalah 4,90 V. Ini berarti, catu daya sudah baik digunakan untuk rangkaian minimum mikrokontroler ATmega8535 dan rangkaian sensor ACS712.

### 3.2 Karakterisasi Sensor ACS712

Karakterisasi sensor ACS712 dilakukan dengan cara memvariasikan arus yang dialirkan melalui kedua pin masukan arus eksternal, dan mengukur tegangan keluaran sensor untuk tiap arus yang diberikan tersebut. Arus divariasikan dengan cara memvariasikan resistor yang dihubungkan secara seri dengan kawat konduktor yang dilalui arus tersebut.

Pada Gambar 6 terlihat bahwa derajat korelasi linier yang dihasilkan mendekati angka satu yang berarti hubungan linier antara dua variabel tersebut cukup baik ( $R^2$  adalah 0,990). Oleh sebab itu, penggunaan sensor ACS712 dalam rancang bangun alat ukur ammeter dc *non-destructive* dapat digunakan. Dari fungsi transfer juga diperoleh sensitivitas sensor sebesar 0,175 V/A, dan tegangan *offset* sebesar 2,482 V. Hasil karakterisasi dapat dilihat pada Gambar 6.



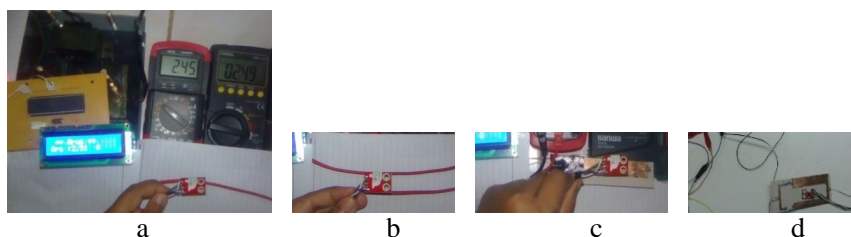
Gambar 4 Grafik tegangan keluaran sensor terhadap arus

### 3.3 Pengujian Sistem Minimum Mikrokontroler ATmega8535

Proses ini dilakukan dengan menanamkan sebuah program sederhana, yang nantinya akan menampilkan beberapa karakter huruf pada LCD (*Liquid Crystal Display*). Jika penanaman program selesai, maka pada saat diberikan sumber tegangan 5V akan tampil keluaran program tersebut pada layar LCD yang sebelumnya telah ditanamkan dalam mikrokontroler. Pengujian ini berhasil menampilkan beberapa kode ACSII.

### 3.4 Pengujian Kinerja Ammeter *Non-Destructive*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui ketepatan yang diperoleh antara kedua ammeter. Teknik ini dilakukan dengan cara pemasangan ammeter. Pada waktu yang sama, nilai keluaran arus di LCD, nilai keluaran arus serta tegangan dari sensor ACS712 pada multimeter digital yang tercatat pada masing-masing ammeter diamati. Untuk ammeter dc tipe *non-destructive*, ketika jalur PCB atau jalur kawat dialiri arus listrik, penghubung pada sensor ACS712 yang terdapat pada pin positif dan pin negatif sensor tidak dijepit. Untuk ammeter tipe *destructive*, arus listrik dialiri melalui pin positif dan pin negatif yang terdapat pada sensor ACS712.



Gambar 5 Ammeter *non-destructive*

### 3.4.1 Pengujian ammeter dc *non-destructive* untuk satu kabel

Rangkaian alat secara keseluruhan untuk ammeter dc *non-destructive* untuk satu jalur kabel dapat dilihat pada Gambar 5(a). Dengan menggunakan pendekatan garis *linier* dan didapatkan hubungan antara tegangan keluaran dengan arus dalam bentuk persamaan  $y$  yaitu  $0,052x + 2,393$ , dimana  $x$  adalah arus dan  $y$  adalah keluaran tegangan ammeter dc tipe *non-destructive*. Persamaan tersebut menjelaskan bahwa kenaikan arus yang diberikan terhadap tegangan keluaran sensor ACS712 dari satu jalur kabel. Tegangan *offset* yang dihasilkan adalah 2,393, koefisien derajat korelasi linier dari hubungan antara tegangan sensor dengan arus yang diberikan didapatkan  $R^2$  adalah 0,862. Hasil ini berarti belum mendekati nilai yang *linier*.

### 3.4.2 Dua kabel berjarak (ammeter dc *non-destructive*)

Rangkaian alat secara keseluruhan untuk ammeter dc *non-destructive* untuk dua jalur kabel dapat dilihat pada Gambar 5(b). Untuk ammeter dc tipe *non-destructive* terhadap perubahan arus yang diberikan untuk keadaan dua jalur kabel warna merah, dengan menggunakan pendekatan garis *linier* dan didapatkan hubungan antara tegangan keluaran dengan arus dalam bentuk persamaan  $y$  yaitu  $0,036x + 2,411$ , dimana  $x$  adalah arus dan  $y$  adalah keluaran tegangan dalam metode ammeter dc tipe *non-destructive*. Tegangan *offset* yang dihasilkan adalah 2,411, koefisien derajat korelasi linier dari hubungan antara tegangan sensor dengan arus didapatkan  $R^2$  adalah 0,852.

### 3.4.3 Pengujian ammeter dc *non-destructive* untuk satu jalur PCB

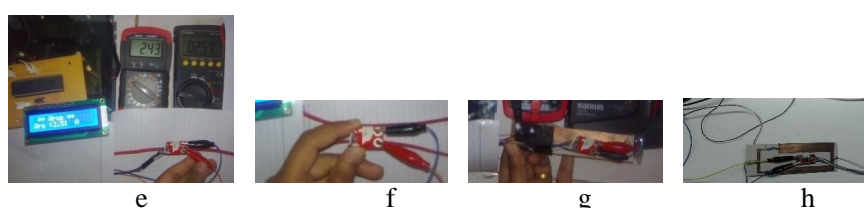
Rangkaian alat secara keseluruhan untuk ammeter dc *non-destructive* untuk satu jalur PCB dapat dilihat pada Gambar 5(c). Untuk ammeter dc tipe *non-destructive* terhadap perubahan arus yang diberikan untuk satu jalur PCB, dengan menggunakan pendekatan garis *linier* dan didapatkan hubungan antara tegangan keluaran dengan arus dalam bentuk persamaan  $y$  yaitu  $0,055x + 2,400$ , dimana  $x$  adalah arus dan  $y$  adalah keluaran tegangan dalam metode ammeter DC tipe *non-destructive*. Tegangan *offset* yang dihasilkan adalah 2,400, koefisien derajat korelasi linier dari hubungan antara tegangan sensor dengan arus didapatkan  $R^2$  adalah 0,899.

### 3.4.4 Pengujian ammeter dc *non-destructive* untuk dua jalur PCB

Rangkaian alat secara keseluruhan untuk ammeter dc *non-destructive* untuk dua jalur PCB dapat dilihat pada Gambar 5(d). Untuk metode Ammeter DC tipe *non-destructive* terhadap perubahan arus yang diberikan untuk keadaan dua jalur PCB, dengan menggunakan pendekatan garis *linier* dan didapatkan hubungan antara tegangan keluaran dengan arus dalam bentuk persamaan  $y$  yaitu  $0,029x + 2,411$ , dimana  $x$  adalah arus dan  $y$  adalah keluaran tegangan dalam metode ammeter DC tipe *non-destructive*. Tegangan *offset* yang dihasilkan adalah 2,411, koefisien derajat korelasi linier dari hubungan antara tegangan sensor dengan arus didapatkan  $R^2$  adalah 0,892.

## 3.5 Hubungan arus sesungguhnya dan arus yang terbaca pada ammeter dc destructive

Pengujian ammeter dc *destructive* bertujuan untuk mengetahui ketepatan yang diperoleh antara kedua ammeter. Cara ini dilakukan sama seperti ammeter dc *non-destructive* dengan cara pemasangan ammeter. Pada waktu yang sama, nilai keluaran arus di LCD, nilai keluaran arus serta tegangan dari sensor ACS712 pada multimeter digital yang tercatat pada masing-masing ammeter diamati. Untuk ammeter tipe *destructive* ini, arus listrik dialiri melalui pin positif dan pin negatif yang terdapat pada sensor ACS712.



Gambar 6 Ammeter dc *destructive*

### 3.5.1 Pengujian untuk arus pada satu kabel (ammeter dc *destructive* )

Rangkaian alat secara keseluruhan untuk ammeter dc *destructive* untuk satu jalur kabel dapat dilihat pada Gambar 6(e). Untuk ammeter dc tipe *destructive* terhadap perubahan arus yang diberikan untuk keadaan satu jalur kabel warna merah, dengan menggunakan pendekatan garis *linier* dan didapatkan hubungan antara tegangan keluaran dengan arus dalam bentuk persamaan  $y$  yaitu  $0,176x + 2,424$ , dimana  $x$  adalah arus dan  $y$  adalah keluaran tegangan dalam metode ammeter DC tipe *destructive*. Tegangan *offset* yang dihasilkan adalah 2,424, koefisien derajat korelasi linier dari hubungan antara tegangan sensor dengan arus didapatkan  $R^2$  adalah 0,997.

### 3.5.2 Hasil pengukuran dengan ammeter dc *destructive* untuk dua kabel

Rangkaian alat secara keseluruhan untuk ammeter dc *destructive* untuk dua jalur kabel dapat dilihat pada Gambar 6(f). Untuk metode ammeter DC tipe *destructive* terhadap perubahan arus yang diberikan untuk keadaan dua jalur kabel warna merah, dengan menggunakan pendekatan garis *linier* dan didapatkan hubungan antara tegangan keluaran dengan arus dalam bentuk persamaan  $y$  yaitu  $0,148x + 2,459$ , dimana  $x$  adalah arus dan  $y$  adalah keluaran tegangan dalam metode ammeter DC tipe *destructive*. Tegangan *offset* yang dihasilkan adalah 2,459, koefisien derajat korelasi linier dari hubungan antara tegangan sensor dengan arus didapatkan  $R^2$  adalah 0,947.

### 3.5.3 Satu jalur PCB (ammeter dc *destructive* )

Rangkaian alat secara keseluruhan untuk ammeter dc *destructive* untuk PCB dapat dilihat pada Gambar 6(g). Untuk metode ammeter DC tipe *destructive* terhadap perubahan arus yang diberikan untuk keadaan satu jalur PCB, dengan menggunakan pendekatan garis *linier* dan didapatkan hubungan antara tegangan keluaran dengan arus dalam bentuk persamaan  $y$  yaitu  $0,301x + 2,324$ , dimana  $x$  adalah arus dan  $y$  adalah keluaran tegangan dalam metode ammeter DC tipe *destructive*. Tegangan *offset* yang dihasilkan adalah 2,324, koefisien derajat korelasi linier dari hubungan antara tegangan sensor dengan arus didapatkan  $R^2$  adalah 0,952.

### 3.5.4 Dua jalur PCB (ammeter dc *destructive* )

Rangkaian alat secara keseluruhan untuk ammeter dc *destructive* untuk dua jalur PCB dapat dilihat pada Gambar 6(h). Untuk ammeter dc tipe *destructive* terhadap perubahan arus yang diberikan untuk keadaan dua jalur PCB, dengan menggunakan pendekatan garis *linier* dan didapatkan hubungan antara tegangan keluaran dengan arus dalam bentuk persamaan  $y$  yaitu  $0,276x + 2,319$ , dimana  $x$  adalah arus dan  $y$  adalah keluaran tegangan dalam metode ammeter DC tipe *destructive*. Tegangan *offset* yang dihasilkan adalah 2,319, koefisien derajat korelasi linier dari hubungan antara tegangan sensor dengan arus didapatkan  $R^2$  adalah 0,943.

## 3.6 Perbandingan Derajat Korelasi Linier Antara Kedua Tipe Pengukuran

Pengujian ammeter bertujuan untuk mengetahui ketepatan yang diperoleh antara kedua ammeter. Teknik ini dilakukan dengan cara pemasangan ammeter. Pada waktu yang sama, nilai keluaran arus di LCD, nilai keluaran arus serta tegangan dari sensor ACS712 pada multimeter digital yang tercatat pada masing-masing ammeter diamati. Untuk ammeter dc tipe *non-destructive*, ketika jalur PCB atau jalur kawat dialiri arus listrik, penghubung pada sensor ACS712 yang terdapat pada pin positif dan pin negatif sensor tidak dijepit. Untuk ammeter tipe *destructive*, arus listrik dialiri melalui pin positif dan pin negatif yang terdapat pada sensor ACS712.

Untuk melihat ammeter dc tipe mana yang lebih baik untuk pengukuran arus dc, maka dilakukan perbandingan derajat korelasi linier ( $R^2$ ) dari masing-masing hasil pengukuran, seperti yang ditampilkan pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa derajat korelasi linier ( $R^2$ ) untuk hasil pengukuran dengan ammeter dc tipe *destructive* lebih baik daripada hasil pengukuran dengan menggunakan ammeter dc tipe *non-destructive*. Dari tabel tersebut juga dapat dilihat bahwa untuk jalur yang lebih rapat, derajat korelasi liniernya menurun (makin kecil). Hal ini terjadi karena adanya

pengaruh medan magnetik yang dihasilkan jalur konduktor lain yang berada di dekat jalur konduktor yang diukur arusnya tersebut.

Tabel 1 Perbandingan derajat korelasi linier antara kedua tipe pengukuran

Tipe konduktor yang diuji	Derajat korelasi linier ( $R^2$ ) pada pengukuran dengan ammeter rancangan	
	Tipe <i>destructive</i>	Tipe <i>non-destructive</i>
Kabel satu jalur	0,997	0,862
Kabel dua jalur	0,947	0,852
PCB satu jalur	0,952	0,899
PCB dua jalur	0,943	0,892

#### IV. KESIMPULAN

Alat ukur ammeter tipe *non-destructive* berbasis mikrokontroler ATmega8535 dengan sensor efek Hall ACS712 yang dirancang-bangun ini dapat digunakan untuk mengukur nilai arus listrik yang mengalir pada kawat atau jalur PCB. Fungsi transfer  $V_o$  yaitu  $0,175 I + 2,482$ , dengan  $V_o$  adalah tegangan keluaran sensor (dalam volt), dan  $I$  adalah arus yang diindera atau dideteksi (dalam ampere). Sensitivitas sensor efek Hall yang digunakan adalah 0,175 volt/ampere, dan tegangan *offset* sebesar 2,482 V. Derajat korelasi linier pada ammeter dc tipe *destructive* lebih baik dibandingkan dengan derajat korelasi linier pada ammeter tipe *non-destructive*. Sensor efek Hall ACS712 lebih cocok digunakan untuk pengukuran arus tipe *destructive*, sensor ini juga dapat digunakan untuk pengukuran arus tipe *non-destructive*. Untuk jalur yang lebih rapat, derajat korelasi linier sensor efek Hall ACS712 menurun (makin kecil).

#### DAFTAR PUSTAKA

- Fraden, J., 2003, Handbook of Modern Sensor, Physics Designs and Applications, 3rd Ed., California, San Diego.
- NVE, 1998, Sensor Engineering and Application Notes, NVE Corporation, Eden Prairie, Minnesota, USA.
- Setiawan, A., 2011, 20 Aplikasi Mikrokontroler ATMEGA8535 dan ATMEGA16, Andi Offset, Yogyakarta.
- Wildian, 2002, A GMR based Current Sensor, Physics Journal of The Indonesian Physical Society, Vol. A6 (2002) 0512
- Wildian, 2004, Perancangan Ammeter DC Berbasis Mikrokontroler AT89C51 dengan Sensor GMR, Jurnal JUMPA Vol. 13 No.2 Tahun 2004.
- Winoto, A., 2010, Mikrokontroler AVR ATMEGA8/32/16/8535 dan Pemrogramannya dengan Bahasa C pada WinAVR, Informatika, Bandung.