

## PROTOTYPE RESISTANSI METER DIGITAL

Wisnu Djatmiko

Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika, Fakultas Teknik – Universitas Negeri Jakarta  
Kampus Universitas Negeri Jakarta, Jalan Rawamangun Muka, Jakarta Timur (13220)  
E-mail: wisnu.dj@unj.ac.id

### ABSTRAK

Sebuah prototipe sistem pengukur resistansi diusulkan untuk dapat mengukur dan menampilkan nilai resistansi resistor tetap dan didesain dibangun menggunakan 4 sub-sistem, yaitu: (1) rangkaian pembagi tegangan menggunakan 2 resistor, yaitu  $R_{REF}$  dengan nilai 24,02K $\Omega$  menggunakan resistor tetap berbahan carbon metal-film 1%, dan  $R_X$  (resistor yang akan diukur nilai resistansinya) yang dihubungkan ke sumber tegangan  $V_S = 4,98$  Volt; (2) modul ADS1115 (Adafruit 4-Channel ADC-16bit Breakouts); (3) Arduino Uno R3 board; dan (4) modul LCD 20 $\times$ 4 character serial dengan koneksi I<sup>2</sup>C.  $V_{RX}$  (tegangan keluaran di kaki  $R_X$ ) diukur selama 5000ms oleh ADS1115 dan kemudian dibaca dan dihitung menjadi nilai resistansi  $R_X$  menggunakan persamaan  $R_X = (V_{RX} \times R_{REF}) / (V_S - V_{RX})$  menggunakan Arduino dan ditampilkan ke modul LCD. Prototipe sistem resistansi meter digital telah selesai dibuat, diuji, dan dibandingkan dengan menggunakan resistansi meter digital berbasis digital multimeter SANWA<sup>®</sup> CD800a dapat mengukur nilai resistansi resistor tetap dengan rentang dari 560 $\Omega$  sampai dengan 560K $\Omega$  dengan nilai % error (kesalahan) pengukuran sebesar -0,56% sd 14,90% untuk nilai resistansi dari 560 $\Omega$  sampai dengan 560K $\Omega$ .

**Kata-kata kunci:** resistansi meter, Arduino Uno, ADS1115.

### ABSTRACT

*A prototype of the resistance measuring system is proposed to measure and display the fixed resistor resistance value and is designed to be built using 4 sub-systems: (1) the voltage divider circuit using 2 resistors,  $R_{REF}$  with 24.02K $\Omega$  using a fixed resistor made of carbon metal-film 1%, and  $R_X$  (resistor to be measured resistance value) connected to voltage source  $V_S = 4.98$  Volt; (2) ADS1115 module (Adafruit 4-Channel ADC-16bit Breakouts); (3) Arduino Uno R3 board; and (4) LCD module 20 $\times$ 4 serial character with I<sup>2</sup>C connection.  $V_{RX}$  (output voltage at  $R_X$ ) is measured for 5000ms by ADS1115 and then read and calculated into  $R_X$  resistance value using the equation  $R_X = (V_{RX} \times R_{REF}) / (V_S - V_{RX})$  using Arduino and shown to the LCD module. The prototype of the digital meter resistance system has been completed, tested, and compared using digital multimeter SANWA<sup>®</sup> CD800a can measure a fixed resistor resistance value ranging from 560 $\Omega$  to 560K $\Omega$  with an error of -0,56% to 14.93% .*

**Keywords:** resistance meter, Arduino Uno, ADS1115.

### PENDAHULUAN

Resistor tetap mempunyai nilai resistansi yang tidak dituliskan pada badan komponen tetapi dikonversikan dalam bentuk kode-kode gelang warna dengan ketentuan tertentu dan bagi pengguna yang mempunyai cacat-mata tertentu (buta warna primer dan atau sekunder) akan mempunyai kesulitan untuk dapat menghitung nilai resistansinya. Terdapat instrumen yang dapat digunakan untuk mengukur nilai resistor tetap, yaitu analog multimeter SANWA<sup>®</sup> YX-360TRX yang sebelum digunakan harus dilaku-kan beberapa hal, yaitu : (1) melakukan kalibrasi jarum penunjuk (skala resistansi) ke posisi angka nol; (2) memilih skala pengukuran nilai resistansi maksimum; dan (3) mata pembaca

harus melihat tegak-lurus tepat di atas jarum (sampai tidak melihat bayangan jarum di cermin) untuk mencegah kesalahan parallax. *Digital multimeter* SANWA<sup>®</sup> CD800a mempunyai kinerja yang lebih baik dibanding YX-360TRX dalam meng-ukur resistansi resistor karena mempunyai layar *display digital* 3,5 digit sehingga dapat me-nampilkan secara visual nilai resistansi resistor yang diukur.

Circuit Basics (2014) dan Circuits Today (2015) menjelaskan teknik untuk meng-implemmentasikan Arduino Uno board sebagai resistansi meter dengan cara menghubungkan sebuah resistor (yang tidak diketahui nilai resistansinya) secara seri dengan sebuah resistor referensi (*fixed-resistor* dengan nilai

resistansi tertentu yang memiliki toleransi < 2%) ke suatu sumber tegangan DC yang stabil. Tegangan keluaran di resistor yang tidak diketahui tersebut dihubungkan ke kaki analog Arduino Uno untuk dibaca menggunakan fungsi `AnalogRead(0)` dan dikonversikan (menggunakan ADC 10-bit *internal*) dan kemudian dihitung nilai resistansi-nya menggunakan hukum Ohm dan ditampilkan ke penampil LCD.

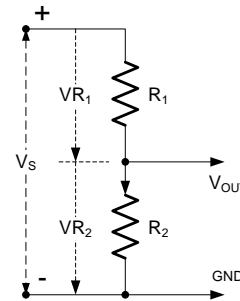
Alfred (2012) juga melaporkan bahwa Arduino Pro Mini board terbukti dapat diimplementasikan sebagai instrumen pengukur resistansi dengan cara membuat sensor tegangan yang dihasilkan dari rangkaian pembagi tegangan menggunakan resistor. Teknik atau cara yang digunakan untuk mengukur nilai resistansi sebuah resistor dengan teknik tersebut telah dilakukan oleh Circuit Basics (2014), Putri Noviani (2017), Yasin (2014), Ajish Alfred (2012), Circuit Basics (2014), dan Circuits Today (2015).

Teknik mengukur nilai resistansi sebuah resistor tetap menggunakan ADC *internal* Arduino Uno yang mempunyai lebar 10-bit (atau 1024) mempunyai keterbatasan, yaitu rentang ketelitian tegangan keluaran dari resistor yang akan dihitung akan mempunyai ketelitian sebesar 5V/1024 atau 4,8828125 mV/step. Penggunaan tegangan sumber < 5 Volt (sumber tegangan pada rangkaian pembagi tegangan), misalnya 3,3Volt, dapat meningkatkan ketelitian sampai sebesar 3,22265625 mV/step tetapi resistor referensi harus dipilih mempunyai resistansi yang sedemikian rupa sehingga tegangan keluaran yang dibaca oleh Arduino Uno masih di rentang ½×3,3Volt. Diperlukan upaya untuk menggunakan Arduino Uno board sebagai sistem resistansi meter dengan tingkat ketelitian < 4,8828125 mV/step tetapi masih menggunakan tegangan sumber 5 Volt.

Token (2017) menyatakan bahwa “*resistor is electrical or electronis components which resist the flow of current acros the resistor device*”. Resistor dapat berbentuk *fixed resistor* (nilai resistansi tetap) atau *variable resistor* (nilai resistansi dapat diubah) dengan nilai resistansi yang diekspresikan dalam Ohm atau Ω. Hukum Ohm yang dapat diterapkan pada resistor, yaitu  $V = I \times R$  atau tegangan jepit (V dalam satuan volt) pada sebuah resistor akan sama dengan perkalian antara arus (atau I dalam Amper) yang

mengalir pada resistor tersebut dengan nilai resistansi dari sebuah resistor, sehingga nilai resistansi sebuah resistor dapat diekspresikan atau dapat dihitung menggunakan persamaan 1.

$$R = \frac{V}{I} \dots\dots\dots (1)$$



Gambar 1. 2 (dua) buah resistor yang dihubungkan secara seri.

AspenCore (2016) menyatakan bahwa resistor dapat dihubungkan secara seri, paralel, atau gabungan seri-paralel dengan resistor yang lain sehingga secara keseluruhan akan diperoleh nilai baru atau nilai resistansi *equivalent* dari hasil penggabungan tersebut. 2 (dua) buah resistor ( $R_1$  dan  $R_2$ ) yang dihubungkan secara seri ditunjukkan pada Gambar 1. Dengan menggunakan hukum Ohm, nilai resistansi *equivalent*, tegangan jepit di setiap resistor, dan nilai arus yang mengalir pada rangkaian Gambar 1 dapat dihitung menggunakan persamaan 2 sampai dengan 4. Storr dalam Noviani (2017) menyatakan bahwa rangkaian resistor yang ditunjukkan pada Gambar 1 mempunyai fungsi sebagai rangkaian pembagi tegangan DC dengan sumber tegangan  $V_S$ . Besar atau nilai tegangan  $V_{OUT}$  jika nilai tegangan sumber  $V_S$  dan nilai resistansi resistor  $R_1$  dan  $R_2$  diketahui dapat dihitung menggunakan persamaan 5. Jika nilai tegangan  $V_S$ , resistansi  $R_1$ , dan nilai tegangan  $V_{OUT}$  telah diketahui, maka nilai resistansi  $R_2$  dapat diturunkan menjadi persamaan 6.

$$R_T = R_1 + R_2 \dots\dots\dots (2)$$

$$V_S = VR_1 + VR_2 \dots\dots\dots (3)$$

$$I = \frac{V_S}{R_T} = \frac{V_S}{R_1 + R_2} \quad \dots\dots\dots (4)$$

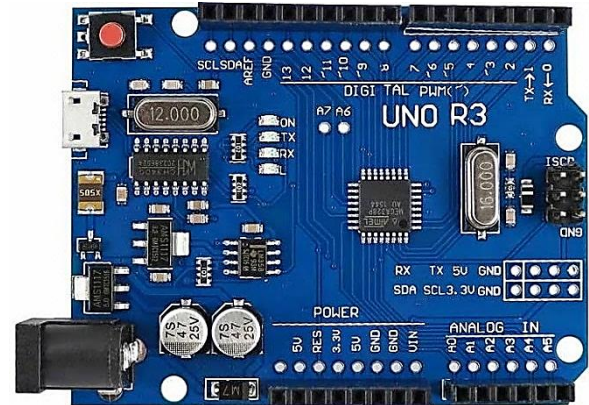
$$V_{OUT} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times V_S \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$R_2 = \frac{V_{OUT} \times R_1}{V_S - V_{OUT}} \quad \dots\dots\dots (6)$$

Dengan menggunakan teori-teori tersebut di atas, dapat disimpulkan bahwa nilai resistansi sebuah *fixed resistor* ( $R_X$ ) dapat diketahui tanpa menggunakan *instrument resistance-meter digital* dengan cara menghubungkan  $R_X$  dengan sebuah resistor  $R_{REF}$  (resistor referensi yang sudah diketahui nilai resistansinya dan mempunyai tingkat toleransi tinggi) secara seri dengan sebuah sumber tegangan DC (dengan tingkat kestabilan tegangan yang tinggi) sehingga membentuk sebuah rangkaian pembagi tegangan (Gambar 1). Jika  $R_{REF}$  ditempatkan pada posisi  $R_1$  dan  $R_X$  ditempatkan pada posisi  $R_2$ , maka nilai resistansi  $R_X$  akan dapat dihitung dengan memasukkan nilai hasil pengukuran dari  $R_{REF}$ ,  $V_S$ , dan  $V_{OUT}$  ke persamaan 7. Nilai tegangan  $V_S$  dan  $V_{OUT}$  diperoleh dengan menggunakan instrument pengukur tegangan atau menggunakan ADC (*analog to digital converter*), dan nilai resistansi  $R_{REF}$  dapat diukur menggunakan *digital multimeter*.

$$R_X = \frac{V_{OUT} \times R_{REF}}{V_S - V_{OUT}} \quad \dots\dots\dots (7)$$

Menurut D’Ausilio (2011), Arduino Uno board adalah sebuah board mikrokontroler berbasis ATmega328, mempunyai 14 pin *digital input/output* (6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 *input analog*, sebuah osilator kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah *power jack*, sebuah ICSP header, dan sebuah tombol *reset*. Bentuk fisik dari Arduino Uno R3 board ditunjukkan pada Gambar 2. Semua 14 pin *digital* pada Arduino Uno board dapat digunakan sebagai *input* dan *output* dan beroperasi pada tegangan 5 Volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima arus maksimum 40 mA dan mempunyai sebuah resistor *pull-up*.



Gambar 2. Bentuk fisik (tampak atas) Arduino Uno R3 board.

Masih menurut D’Ausilio (2011), Arduino Uno R3 board mempunyai 6 *input analog* ( $A_0$  sampai  $A_5$ ) dengan ADC *internal* dengan lebar 10-bit sehingga memungkinkan untuk mengukur tegangan *analog* dari 0 sampai dengan 5 Volt. Arduino Uno R3 board (dengan teknik tertentu) dapat berkomunikasi antar sesama arduino atau peralatan berbasis mikroprosesor lainnya secara *parallel* atau *serial* (komunikasi UART TTL menggunakan pin RX dan TX, komunikasi *serial* atau I<sup>2</sup>C atau TWI menggunakan pin SDA dan SCL, atau menggunakan ICSP header).



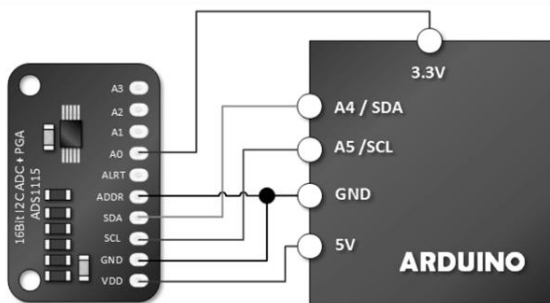
Gambar 3. Bentuk fisik Adafruit 4-Channel ADC Breakouts berbasis IC ADS1115 Texas Instrument.

Earl (2016), menjelaskan bahwa Adafruit 4-Channel ADC Breakouts buatan Adafruit Industri (Gambar 3) adalah sebuah board ADC berbasis IC ADS1115 yang tepat digunakan untuk proyek berbasis mikroprosesor yang memerlukan ADC dengan resolusi tinggi dan kompatibel dengan sumber tegangan Arduino Uno R3 board (+5 Volt) sampai Arduino Zero board (+3,3 Volt). Adafruit 4-channel ADC Breakouts berbasis IC ADS1115 dapat digunakan untuk mengukur 4 tegangan yang berbeda menggunakan 4 kaki

masukannya ( $A_0$ ,  $A_1$ ,  $A_2$ , dan  $A_3$ ). Kaki ADDR berfungsi untuk memilih alamat dari *breakouts* saat dihubungkan secara *serial* menggunakan koneksi I<sup>2</sup>C dengan Arduino Uno board atau *microprocessor-based system*. Tabel 1 menunjukkan konfigurasi kaki ADDR untuk *setting address* dari Adafruit 4-Channel ADC Breakouts.

Tabel 1. Alamat Adafruit 4-Channel ADC Breakouts

Alamat	Kaki yang harus dihubungkan
0x48H	ADDR ke GND
0x49H	ADDR ke VDD
0x4AH	ADDR ke SDA
0x4BH	ADDR ke SCL



Gambar 4. Konfigurasi *hardware* antara ADS1115 (alamat 0x48h) dengan sistem arduino menggunakan koneksi I<sup>2</sup>C.

Texas Instrument (2011) mendefinisikan ADS1115 sebagai IC *Analog to Digital Converter* (ADC) yang akurat dengan resolusi 16-bit yang dikemas dalam bentuk MSOP-10 *package*. Beberapa unjuk-kerja dari IC ADS1115 di antaranya adalah mempunyai oscillator dan tegangan referensi internal, dapat melakukan transfer data melalui komunikasi *serial* berbasis I<sup>2</sup>C (menggunakan pin SCL dan SDA), mempunyai 4 alamat (0x48h, 0x49h, 0x0Ah, dan 0x4Bh) yang dapat dipilih, dapat dioperasikan menggunakan sumber tegangan tunggal dari 2 Volt sd 5,5 Volt, dan mempunyai kecepatan konversi sampai 860 sps (*samples per second*). ADS1115 dapat diaplikasikan sebagai *portable instrumentation, battery-voltage monitoring, dan controls*. Konfigurasi secara *hardware* untuk menghubungkan IC ADS1115 (alamat 0x48h) ke arduino board menggunakan

koneksi *serial* berbasis I<sup>2</sup>C ditunjukkan pada Gambar 4.

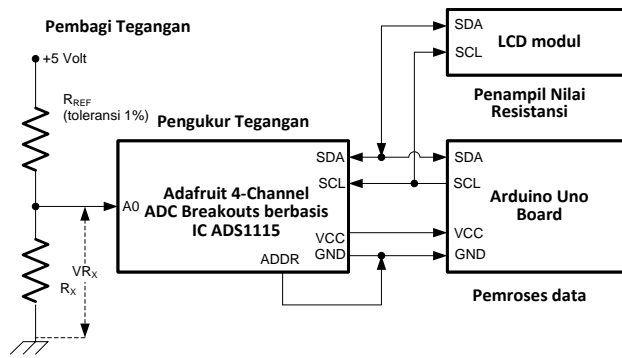
Texas Instrument (2011) dan Earl (2016) menyatakan bahwa data hasil konversi dari Adafruit 4-Channel ADC breakouts berbasis ADS1115 mempunyai nilai tingkat ketelitian sebesar 0,1526mV/step jika dihubungkan dengan tegangan sumber 5 Volt.

Dengan menggunakan teori-teori dari Texas Instrument (2011) dan Earl (2016) dapat disintesis bahwa modul ADS1115 dapat digunakan untuk mengukur tegangan DC dengan ketepatan yang tinggi dengan cara menghubungkan modul ADS1115 secara serial menggunakan koneksi I<sup>2</sup>C ke Arduino Uno board dengan alamat yang dapat dipilih (Tabel 1). Mengacu ke Earl (2016), sebuah file library `Adafruit_ADS1015.h` harus digunakan untuk dapat mengendalikan modul ADS1115.

Tabel 2. Koneksi LCD modul dengan Arduino Uno R3 board secara serial

LCD modul	Arduino Uno board
VCC	+ 5 Volt
GND	GND
SDA	kaki A <sub>4</sub>
SCL	Kaki A <sub>5</sub>

Mengacu ke hasil penelitian Djatmiko (2016), Arduino Uno R3 board dapat dihubungkan ke sistem peraga berbasis LCD *module 20x4 character* berbasis HD44780 dengan koneksi I<sup>2</sup>C, sehingga dapat berfungsi sebagai sistem informasi ke pengguna (manusia) dengan me-nampilkan data-data hasil perhitungan dengan hanya menggunakan 2 (dua) kaki Arduino Uno (kaki A<sub>4</sub> atau SDA dan A<sub>5</sub> atau SCL). Alamat atau address LCD module yang akan di-hubungkan ke Arduino Uno board harus diketahui terlebih dahulu dengan cara melihat lembar data dari I<sup>2</sup>C serial BUS board yang terdapat di bagian belakang dari layar LCD. Tabel 2 menunjukkan koneksi LCD *module 20x4 character* dengan koneksi I<sup>2</sup>C ke kaki-kaki Arduino Uno board. Sebuah file library `LiquidCrystal_I2C.h` diperlukan supaya Arduino Uno board dapat mengendalikan LCD module menggunakan koneksi I<sup>2</sup>C.



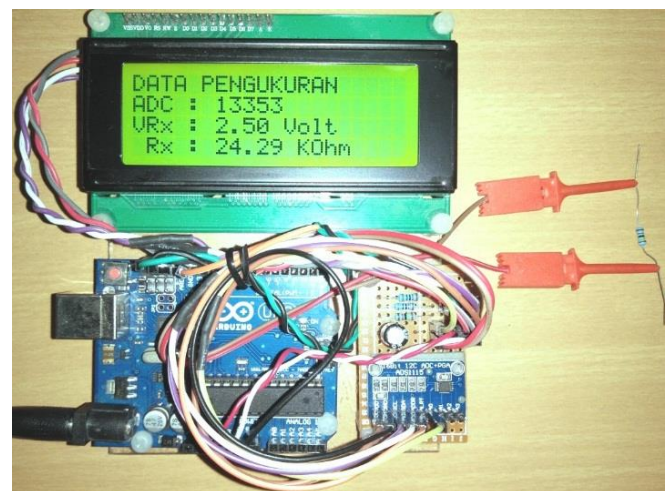
Gambar 5. Blok diagram dari prototipe sistem resistansi meter digital.

### METODE PENELITIAN

Blok diagram dari prototipe sistem resistansi meter digital menggunakan ADS1115 (Adafruit 4-channel ADC Breakouts) berbasis Arduino Uno R3 board ditunjukkan pada Gambar 5. Prototipe sistem telah berhasil dibuat (bentuk fisik prototipe sistem ditunjukkan pada Gambar 6) menggunakan 4 tahap model pengembangan Brog & Gall, yaitu: (1) tahap analisis kebutuhan sistem; (2) tahap perancangan sistem; (3) tahap pengembangan sistem; dan (4) tahap pengujian sistem. Prototipe sistem resistansi meter digital direalisasikan dibangun menggunakan 4 sub-sistem, yaitu: (1) pembagi tegangan; (2) pengukur tegangan DC; (3) pemroses data; dan (4) penampil nilai resistansi. Deskripsi masing-masing sub-sistem dari prototipe yang diusulkan dijelaskan pada paragraf berikut :

1. Sub-sistem pembagi tegangan direalisasikan menggunakan rangkaian pembagi tegangan menggunakan 2 buah resistor tetap, yaitu  $R_{REF}$  dan  $R_X$  yang dihubungkan ke sumber tegangan DC sebesar 5 Volt.  $R_{REF}$  adalah sebuah resistor dengan toleransi  $< 1\%$  dengan nilai resistansi tertentu yang diukur menggunakan resistansi meter digital (SANWA CD800a), sedangkan  $R_X$  adalah sebuah resistor yang akan dihitung nilai resistansinya. Tegangan keluaran di kaki  $R_X$  atau  $V_{R_X}$  dihubungkan ke kaki  $A_0$  dari ADS1115 (sub-sistem pengukur tegangan).
2. Sub-sistem pengukur tegangan berfungsi untuk merubah besaran analog (tegangan  $V_{R_X}$ ) menjadi besaran digital

3. menggunakan Adafruit 4-Channel ADC breakouts berbasis IC ADS1115 (ADC dengan resolusi 16 bit) dengan alamat  $0x48H$ . Hasil konversi dalam bentuk besaran data digital (nilai ADC) akan dihubungkan ke blok pemroses data menggunakan koneksi serial berbasis I<sup>2</sup>C.
3. Sub-sistem pemroses data direalisasikan menggunakan Arduino Uno R3 board. Terdapat 2 buah device berbasis I<sup>2</sup>C yang dihubungkan ke Arduino Uno R3 board, yaitu modul ADS1115 (Adafruit 4-Channel ADC breakouts) dan modul I<sup>2</sup>C LCD 20x4 character. Arduino Uno R3 board sebagai pemroses data berfungsi untuk mengendalikan modul ADS1115 modul I<sup>2</sup>C LCD 20x4 character. Tegangan keluaran  $V_{R_X}$  akan dibaca oleh modul ADS1115 setiap 5000ms (untuk memastikan konversi ADC telah selesai) dan kemudian dengan menggunakan data-data nilai  $V_S$  dan  $R_{REF}$  nilai resistansi  $R_X$  akan dihitung menggunakan persamaan 8 dan kemudian dikirim ke blok penampil nilai resistansi.
4. Blok penampil nilai resistansi berbasis modul LCD 20x4 character dengan koneksi serial atau I<sup>2</sup>C berfungsi untuk menampilkan nilai resistansi resistor yang sudah dihitung oleh blok pemroses data berbasis Arduino Uno R3 board.



Gambar 6. Bentuk fisik prototipe sistem resistansi meter digital.



## HASIL dan PEMBAHASAN

Nilai resistor referensi atau  $R_{REF}$  telah dipilih dan diukur (menggunakan SANWA CD800a) sebesar 24,02 Kohm, dan nilai tegangan sumber atau  $V_s$  rangkaian pembagi tegangan telah diukur sebesar 4,98 Volt. Susunan pengujian prototipe sistem resistansi meter digital ditunjukkan pada Gambar 7. Hasil pengukuran 29 resistor tetap yang diukur secara bergantian menggunakan prototipe sistem dan *digital multimeter* SANWA CD800a ditunjukkan pada Tabel 3. Program atau *sketch* dari prototipe sistem secara lengkap ditunjukkan pada paragraf berikut.

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Adafruit_ADS1015.h>
```

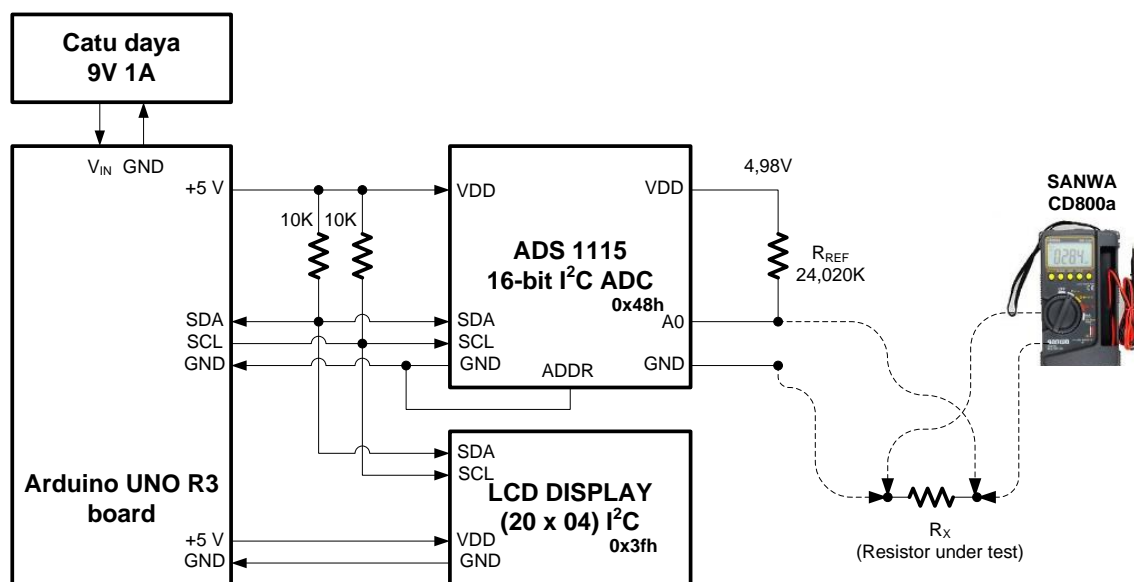
```
LiquidCrystal_I2C LCD(0x3f, 20, 4);
Adafruit_ADS1015 ADS(0x48);
```

```
float V = 0.0;
float R = 0.0;
unsigned long start_time;
```

```
void setup(void)
{
  LCD.begin();
  LCD.backlight();
  LCD.clear();
  LCD.setCursor(0,0);
  LCD.print("DATA PENGUKURAN");
  LCD.setCursor(0,1);
  LCD.print("ADC : ");
```

```
  LCD.setCursor(0,2);
  LCD.print("VRx : ");
  LCD.setCursor(0,3);
  LCD.print(" Rx : ");
  ADS.begin();
}

void loop(void)
{
  int16_t adc0;
  start_time = millis();
  while ((millis()-
start_time)<5000)
  {
    adc0=ADS.readADC_SingleEnded(0);
    V = (adc0*0.1875)/1000;
  }
  LCD.setCursor(6,1);
  LCD.print("          ");
  LCD.setCursor(6,1);
  LCD.print(adc0);
  R = (24020*V)/((4.98-V)*1000);
  LCD.setCursor(6,2);
  LCD.print("          ");
  LCD.setCursor(6,2);
  LCD.print(V,2);
  LCD.setCursor(6,2);
  LCD.print(" Volt");
  LCD.setCursor(6,3);
  LCD.print("          ");
  LCD.setCursor(6,3);
  LCD.print(R,2);
  LCD.setCursor(6,3);
  LCD.print(" KOhm");
}
```



Gambar 7. Susunan peralatan pengujian prototipe sistem resistansi meter digital.

Tabel 3. Data-data hasil pengukuran prototipe sistem resistansi meter digital

No	$R_{XA}$ ( $K\Omega$ )	Prototipe sistem resistansi meter digital			SANWA CD800a	% error (dalam %)
		ADC	$VR_X$ (dalam V)	$R_{XB}$ (dalam $K\Omega$ )	$R_{XC}$ (dalam $K\Omega$ )	
1	0,56 1%	692	0,13	0,64	0,557	14,90
2	0,68 1%	814	0,15	0,76	0,678	12,09
3	0,82 1%	958	0,18	0,90	0,817	10,16
4	1 1%	1143	0,21	1,08	0,997	8,32
5	2 1%	2096	0,39	2,06	1,989	3,57
6	3 1%	3001	0,56	3,06	2,997	2,10
7	4,3 1%	4063	0,76	4,34	4,26	1,88
8	4,7 1%	4429	0,83	4,81	4,72	1,91
9	5,1 1%	4680	0,88	5,15	5,05	1,98
10	6,2 1%	5462	1,02	6,21	6,13	1,31
11	10 1%	7825	1,47	10,04	9,94	1,01
12	15 1%	10230	1,92	15,05	14,94	0,74
13	18 1%	11440	2,14	18,17	18,03	0,78
14	22 1%	12757	2,39	22,19	22,02	0,77
15	24 1%	13280	2,49	24,03	23,93	0,42
16	27 1%	14098	2,64	27,17	26,99	0,67
17	32 1%	15368	2,89	32,87	32,78	0,27
18	36 1%	15995	3,00	36,42	36,1	0,89
19	39 1%	16472	3,09	39,16	39,1	0,15
20	43 1%	17069	3,20	42,94	42,9	0,09
21	47 1%	17596	3,30	47,18	46,8	0,81
22	51 1%	18061	3,39	51,04	50,7	0,67
23	56 1%	18607	3,49	56,28	55,8	0,86
24	62 1%	19151	3,59	62,12	61,7	0,68
25	68 1%	19617	3,68	67,93	67,4	0,79
26	91 1%	21018	3,94	91,24	91,0	0,26
27	100 1%	21503	4,03	101,15	101,1	0,05
28	120 1%	22135	4,15	120,25	119,8	0,39
29	560 5%	25471	4,77	561,81	565	-0,56

Mengacu ke data-data pada Tabel 3, nilai  $R_{XA}$  (dalam  $K\Omega$ ) diperoleh dari hasil pembacaan kode-gelang-warna yang terdapat pada badan resistor yang diukur. Nilai ADC,  $VR_X$ , dan  $R_{XB}$  (di bawah kolom prototipe sistem resistansi meter digital) diperoleh dari hasil pembacaan di LCD 20×4 character, nilai

$R_{XC}$  (di bawah kolom SANWA CD800a) adalah hasil pembacaan nilai resistansi di display digital multimeter SANWA CD800a. Perhitungan nilai % error (kesalahan) diperoleh dengan menggunakan persamaan 8.

$$\% \text{ Error} = \frac{R_{XB} - R_{XC}}{R_{XC}} \times 100\% \quad \dots\dots (8)$$

Keterangan :

$R_{XB}$  = nilai  $R_{XA}$  hasil pengukuran prototipe

$R_{XC}$  = nilai  $R_{XA}$  hasil pengukuran CD800a

% Error = nilai % kesalahan pengukuran prototipe

$R_{XA}$  = resistansi  $R_X$  mengacu ke gelang-warna

Prototipe sistem resistansi meter digital telah diujicoba untuk mengukur 29 resistor dengan nilai bervariasi mulai dari 560 $\Omega$  sampai dengan 560K $\Omega$  (dengan daya 0,25 Watts). Nilai resistansi resistor hasil pengukuran dari prototipe sistem resistansi meter digital telah dibandingkan dengan hasil pengukuran menggunakan digital multimeter SANWA CD800a mempunyai nilai % error pada rentang 14,90% sampai dengan 1,01% saat digunakan untuk mengukur resistansi resistor yang mempunyai nilai dari 560 $\Omega$  sampai dengan 10K $\Omega$  (mengacu ke gelang-warna) dan -0,56% sampai dengan < 1% saat digunakan untuk mengukur resistansi resistor yang mempunyai nilai > 10K $\Omega$  sampai dengan  $\leq$ 560K $\Omega$ . Nilai resistansi resistor yang diukur ditampilkan pada LCD setiap 5000mS.

### SIMPULAN DAN SARAN

Hasil analisis data-data pengukuran dapat disimpulkan bahwa prototipe sistem resistansi meter digital yang diusulkan telah terbukti secara ilmiah dapat mengukur resistansi *fixed-resistor* dari 560 $\Omega$  sampai dengan 560K $\Omega$  dengan rentang nilai % error dari -0,56% sampai dengan 14,90% dengan waktu konversi 5000mS. Untuk mendapatkan nilai error < 1%, maka diperlukan  $R_{REF}$  dengan nilai 5K $\Omega$  untuk mengukur resistansi resistor pada rentang 1K $\Omega$  sampai dengan 10K $\Omega$  yang dikendalikan oleh Arduino saat mendeteksi  $V_{R_X} < 2,5$  Volt.

### UCAPAN TERIMA-KASIH

Ucapan terima-kasih disampaikan peneliti kepada Bapak Rektor Universitas Negeri Jakarta karena penelitian untuk mengembangkan prototipe sistem resistansi meter digital ini dapat diselesaikan karena mendapat bantuan dana penelitian dari BLU POK Fakultas Teknik Universitas Negeri

Jakarta berdasarkan Surat Keputusan Rektor Universitas Negeri Jakarta, Nomor 482/SP/2017, Tanggal 5 Mei 2017.

### DAFTAR PUSTAKA

- AspenCore, Inc., 2016, Ohms Law and Power, AspenCore, Inc., [http://www.electronicstutorials.ws/dccircuits/dcp\\_2.html](http://www.electronicstutorials.ws/dccircuits/dcp_2.html).
- Alfred, Ajish, 2012, DIY: Arduino Based Ohmmeter, EngineersGarage, <https://www.engineersgarage.com/contribution/arduino-based-ohmmeter>
- Circuit Basics, 2014, How to Make an Aduino Ohm Meter, <http://www.circuitbasics.com/arduinoohm-meter>.
- Circuits Today, 2015, OhmMeter using Arduino- with Auto Ranging Feature, <http://www.circuitstoday.com/ohmmeter-using-arduino>.
- D'Ausilio, Alessandro, 2011, "Arduino: A low-cost multipurpose lab equipment", <http://link.springer.com/article/10.3758/s13428-011-0163-z#page-1>.
- Djarmiko, Wisnu, 2016, "Prototipe sistem pengukur daya peralatan listrik rumah tangga", Laporan Hasil Penelitian Fakultas 2016, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
- Earl, Bill, 2016, Adafruit 4-Channel ADC Breakouts (PDF; 599kB), Adafruit Industries, <https://learn.adafruit.com/adafruit-4-hannel-adc-breakouts>.
- Noviani, Putri, 2017, Prototipe Sistem Pengukur Resistansi Resistor Berbasis Arduino Uno, Tugas Akhir, Diploma Tiga Teknik Elektronika, Fakultas Teknik - Universitas Negeri Jakarta.
- Token Electronics, 2017, What is a Resistor?, Token Electronics Industry Co., Ltd., [www.token.com.tw](http://www.token.com.tw)
- Texas Instruments, 2011, ADS1113 ADS1114 ADS1115 Ultra-Small, Low-Power, 16-Bit Analog-to-Digital Converter with Internal Reference (PDF; 915kB), Texas Instruments Incorporated.
- Yasin, Yulianto, 2014, Rancang Bangun Alat Ukur Resistansi, Induktansi, dan Kapasitansi Meter Digital. Tugas Akhir, Diploma Tiga Teknik Elektronika, Jurusan Teknik Elektronika, Fakultas Teknik - Universitas Negeri Yogyakarta.