

Rancang Bangun Alat Praktikum Hukum Ohm Digital Berbasis Arduino Mega 2560

Andi Prastia*, Alex Harijanto, Sri Handono Budi Prastowo

Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember
Jalan Kalimantan Nomer 37 Kampus Bumi Tegalboto Jember 68121

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 25 Juni 2022
Direvisi: 7 Juli 2022
Diterima: 7 Juli 2022

Kata kunci:

arduino mega
alat praktikum
hukum Ohm

Keywords:

arduino mega
practicum tool
ohm law

Penulis Korespondensi:

Andi Prastia
Email: andiprastia90@gmail.com

ABSTRAK

Alat praktikum di laboratorium fisika sebagian besar menggunakan alat-alat praktikum konvensional. Penelitian ini bertujuan untuk membuat rancang bangun alat praktikum hukum ohm digital berbasis Arduino Mega 2560. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* dengan model Nieveen meliputi *Preliminary Research*, *Prototyping Stage*, dan *Assesment Stage*. Penelitian ini dilakukan sampai tahap *Prototyping Stage*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rancang bangun alat praktikum hukum ohm digital telah valid dan memiliki keunggulan dapat menampilkan hasil pengukuran resistansi, arus, dan tegangan secara *real-time* pada LCD dengan akurasi nilai error % (kesalahan) pengukuran sebesar -5,36% hingga 2,27% dan nilai koefisien determinasi $R^2 \geq 0,9997$ pada seluruh hasil kalibrasi.

Practical tools in the physics laboratory mostly use conventional practicum tools. This study aims to design a digital ohm law practicum tool based on Arduino Mega 2560. The research method used is Research and Development with Nieveen's model including Preliminary Research, Prototyping Stage, and Assessment Stage. This research was carried out until the Prototyping Stage. The results show that the design of the digital ohm law practicum tool han been valid and has the advantage of being able to display the results of measuring resistance, current, and voltage in real-time on the LCD with an accuracy measurement error % value of -5.36% to 2.27% and the value of the coefficient determination $R^2 \geq 0.9997$ on all calibration results.

Copyright © 2022 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Hukum Ohm menjelaskan tentang suatu kaitan antara arus listrik, tegangan dan resistansi. Pada suatu rangkaian dibutuhkan beda potensial untuk dapat menghasilkan arus listrik. Dengan memasang catu daya atau baterai maka akan terdapat arus listrik karena adanya beda potensial pada sumber rangkaian. Muatan listrik bergerak melalui kawat-kawat rangkaian dari satu terminal baterai ke terminal lainnya (Giancoli, 2014:75). Eksperimen yang dilakukan oleh George Simon Ohm (*penemu Hukum Ohm*) menyatakan besarnya arus listrik pada suatu penghantar sebanding dengan beda potensial yang diberikan (Suwardana, 2007). Sehingga dapat dituliskan melalui persamaan matematis yaitu :

$$I \propto V \quad (1)$$

Dalam pembelajaran fisika di sekolah maupun di perkuliahan tidak hanya mengandalkan pembelajaran secara tatap muka. Tetapi dalam pelaksanaannya pembelajaran fisika membutuhkan suatu keterampilan yang dapat menunjang pengetahuan peserta didik. Praktikum merupakan kegiatan pembelajaran yang bertujuan agar siswa mendapat kesempatan untuk menguji dan mengaplikasikan teori dengan menggunakan fasilitas laboratorium maupun di luar laboratorium. Pada kegiatan praktikum, siswa dapat melakukan kegiatan mengamati, menafsirkan data, meramalkan, menggunakan alat dan bahan, merencanakan praktikum, mengkomunikasikan hasil praktikum dan mengajukan pertanyaan (Suryaningsih, 2017: 50). Salah satu media pembelajaran yang digunakan pada kegiatan praktikum di labotatorium adalah alat praktikum. Alat praktikum adalah suatu alat yang dapat membantu pendidik agar proses pembelajaran lebih efektif dan efisien. Penggunaan alat praktikum dalam proses pembelajaran sains dapat mempermudah peserta didik memahami konsep sains (Desy and Raihanati, 2015).

Praktikum fisika yang dilaksanakan di laboratorium sebagian besar menggunakan alat-alat praktikum konvensional. Alat praktikum hukum ohm konvensional yang digunakan di laboratorium fisika dasar FKIP Universitas Jember berupa alat praktikum yang berbentuk komponen-komponen yang harus dirangkai terlebih dahulu pada breadboard. Pada era digital, perlu disematkan teknologi untuk mempermudah pelaksanaan praktikum. Board arduino dapat digunakan sebagai inovasi dalam pembuatan alat praktikum fisika, karena board arduino dapat dihubungkan dengan berbagai modul seperti sensor dan transduser.

Alat praktikum hukum ohm konvensional yang menggunakan multimeter, resistor dan power supply sebagai bahan utama akan diperbaharui menjadi papan praktikum hukum ohm yang terdapat 3 buah pilihan rangkaian (seri, paralel, dan campuran) dengan interface TFT LCD Touchscreen yang sesuai dengan era digital saat ini. Alat praktikum hukum ohm digital ini mengambil konsep dari alat praktikum hukum ohm konvensional yang dikembangkan menjadi suatu papan praktikum digital. Papan praktikum hukum ohm digital menggunakan board arduino mega 2560 yang dihubungkan dengan rangkaian pembagi tegangan sebagai sensor pembaca nilai resistansi suatu resistor. Pengoperasian alat praktikum hukum ohm digital ini yaitu dengan memilih rangkaian, kemudian memasukkan 3 buah resistor yang akan diukur ke dalam slot rangkaian pada papan praktikum, maka hasil pengukuran nilai resistansi, tegangan, dan arus masing-masing resistor pada rangkaian yang dipilih akan ditampilkan secara *real-time* pada LCD. Tegangan awal pada alat praktikum hukum ohm digital ini juga dapat diatur dengan mengubah nilai tegangan awal pada TFT LCD Touchscreen dengan cara menyentuh tombol yang tersedia.

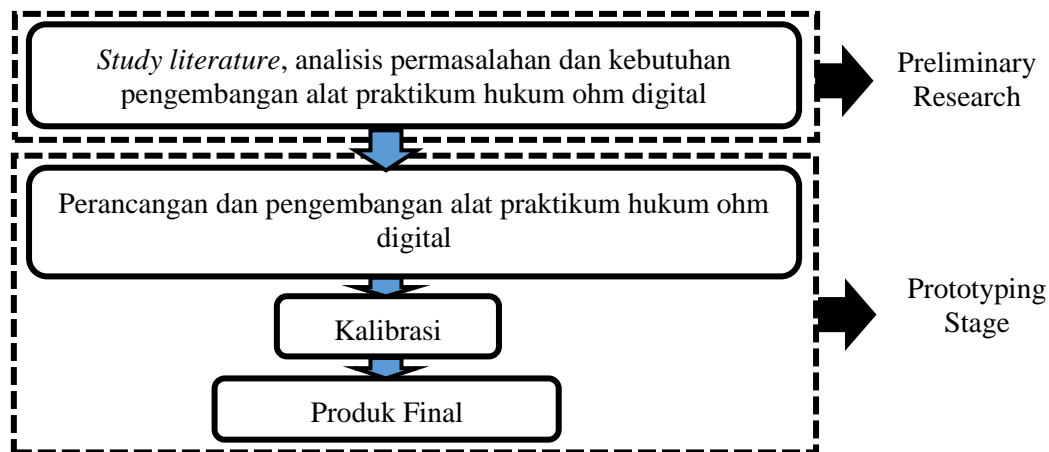
Penelitian yang berkaitan dengan hukum ohm menggunakan mikrokontroler sering dilakukan. Seperti pada penelitian dilakukan oleh Aslam et al. (2016) yang berjudul “Pengembangan Alat Praktikum Hukum Ohm Berbasis Grafik Menggunakan Mikrokontroler Pada Mahasiswa Calon Guru Fisika”. Penelitian tersebut mengembangkan suatu alat praktikum hukum ohm berbasis grafik menggunakan mikrokontroler, sehingga dapat menunjukkan grafik hubungan antara tegangan dan arus secara langsung. Penelitian lain dilakukan oleh Djatmiko (2017) yang berjudul “Prototipe Resistansi Meter Digital”. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa rangkaian pembagi tegangan dengan 2 buah resistor yang dihubungkan dengan board arduino uno R3 dapat digunakan sebagai alat resistansi meter digital. Nilai resistansi resistor diketahui melalui kalkulasi menggunakan program atau *sketch* arduino. Hasil kalkulasi berupa data resistansi dari pembacaan satu buah resistor ditampilkan pada modul LCD 20×4 *character*.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya, maka dilakukan penelitian dengan menggunakan jenis mikrokontroler dan penampil hasil pengukuran yang

berbeda, yaitu menggunakan board arduino mega 2560 dan tampilan TFT LCD Touchscreen. Rancang bangun dibuat menggunakan 9 buah rangkaian pembagi tegangan yang diambil dari konsep penelitian Djatmiko (2017). Harapan dari penelitian ini yaitu dapat membuat serta mengetahui keakuratan hasil pengukuran menggunakan alat praktikum.

II. METODE

Penelitian ini menggunakan prosedur penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) dengan desain Nieveen. Menurut Nieveen and Plomp (2007) tahapanya adalah sebagai berikut: a. *Preliminary research*; b. *Prototyping stage*; dan c. *Assesment stage* (summative evaluation). Penelitian ini dilakukan sampai tahap *prototyping stage*. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Elektronika Dasar prodi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Jember yang dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2020/2021.



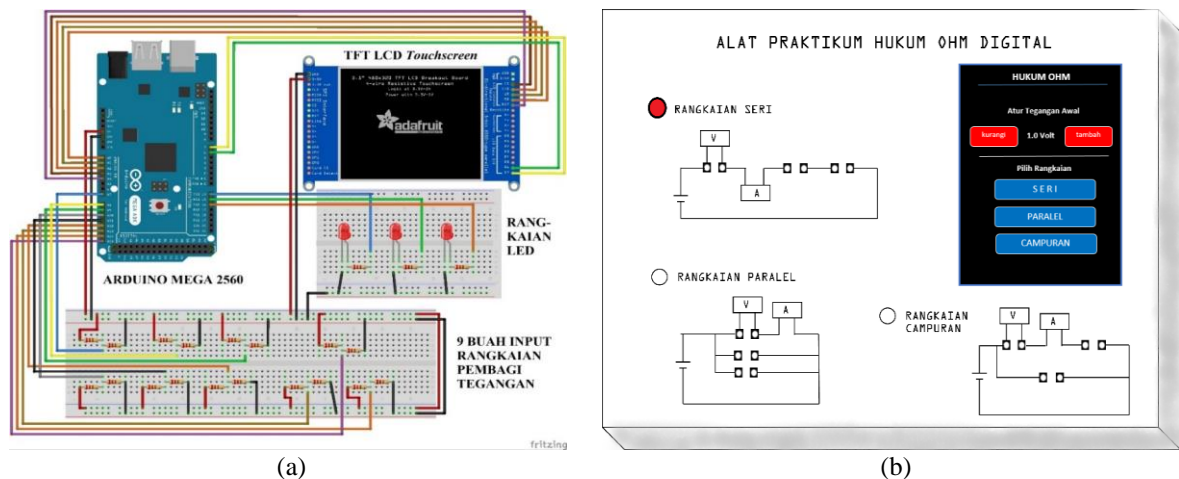
Gambar 1 Desain alur penelitian

2.1 Preliminary Research

Pada tahap ini peneliti melakukan *study literature*, yaitu dengan pengumpulan kajian teori yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan.

2.2 Prototyping Stage

Rancangan desain alat dibuat menggunakan 4 sub-sistem, yaitu: a) Arduino Mega 2560 b) Rangkaian pembagi tegangan; c) TFT LCD Touchscreen; dan d) Rangkaian LED. Desain rancangan alat praktikum yang terdiri dari beberapa komponen dengan 4 sub-sistem dapat dijelaskan melalui Gambar 2.



Gambar 2 (a) Desain sistem rancangan alat praktikum (b) Desain akhir rancangan alat praktikum

Gambar 2 (a) merupakan desain sistem rancangan alat praktikum. Deskripsi masing-masing sub-sistem dari rancangan alat praktikum dijelaskan pada paragraf berikut :

1. Arduino Mega 2560 berfungsi sebagai sistem kendali keseluruhan komponen yang terintegrasi dengannya. Board arduino mega ini berjalan sesuai perintah dari sketsa arduino yang diunggah pada board.
2. Rangkaian pembagi tegangan merupakan sensor yang digunakan pada rancangan alat praktikum untuk membaca nilai dari resistansi resistor. Rangkaian pembagi tegangan yang digunakan yaitu 9 buah rangkaian yang dihubungkan pada pin Analog Input Arduino. Pin A7-A9 digunakan untuk rangkaian seri, pin A10-A12 digunakan untuk rangkaian paralel, dan pin A13-A15 digunakan untuk rangkaian campuran.
3. TFT LCD Touchscreen oleh MCUFriend berfungsi sebagai penampil hasil dari pengukuran dan juga pemilih menu rangkaian yang akan digunakan.
4. Rangkaian LED berfungsi sebagai penunjuk rangkaian yang sedang aktif bekerja.

Komponen-komponen yang digunakan dirakit menjadi satu kesatuan sistem seperti pada gambar 2 (a). Selanjutnya komponen-komponen yang dirakit ditempatkan dalam suatu kotak kayu yang pada setiap rangkaiannya (rangkaiannya seri, paralel dan campuran) diberikan stiker sesuai dengan gambar rangkaian tersebut. Tahap akhir mengunggah sketsa arduino yang digunakan pada penelitian ini dengan menggunakan Software *Arduino IDE*. Desain akhir rancang bangun alat praktikum hukum ohm digital ditunjukkan pada gambar 2 (b).

Tahap akhir dilakukan uji coba dengan mengkalibrasi rancangan alat praktikum. Kalibrasi dilakukan untuk mengetahui apakah nilai-nilai yang terukur telah akurat. Oleh karena itu kalibrasi dilakukan pada hasil pengukuran nilai resistansi, tegangan, dan arus menggunakan alat praktikum hukum ohm digital berbasis arduino ini, yang kemudian dibandingkan dengan hasil pengukuran nilai resistansi, tegangan, dan arus pada rangkaian hambatan listrik DC menggunakan multimeter digital. Kalibrasi dilakukan dengan melihat nilai *error %* (kesalahan) pengukuran serta melalui teknik analisis regresi linear sederhana dengan melihat besarnya koefisien determinasi (R^2) menggunakan bantuan software microsoft excel. Teknik analisis regresi linear sederhana menggunakan asumsi adanya hubungan linear antara variabel X (*Variabel independen*) dan variabel Y (*Variabel dependen*). Koefisien determinasi (R^2) digunakan untuk mengukur seberapa besar kemampuan independen dalam menerangkan variasi variabel dependen. Berikut ini persamaan regresi linear sederhana:

$$Y' = a + bX \quad (2)$$

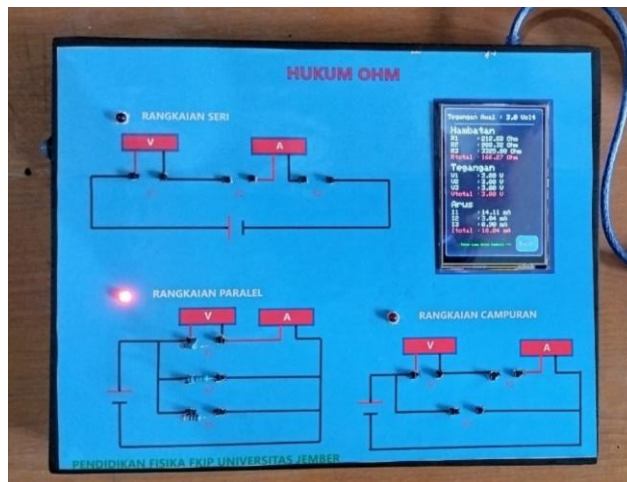
Nilai kesalahan pengukuran alat praktikum hukum ohm digital dapat diketahui melalui persamaan:

$$error \% = \frac{Y - X}{X} \cdot 100\% \quad (3)$$

Berdasarkan persamaan 3, maka X adalah data hasil ukur menggunakan multimeter digital, Y data hasil ukur menggunakan alat praktikum hukum ohm digital dan *error %* adalah nilai % kesalahan pengukuran menggunakan alat praktikum hukum ohm digital.

III. HASIL DAN DISKUSI

Rancang bangun alat praktikum hukum ohm digital selesai dibuat pada tahap perancangan (*Prototyping Stage*) sesuai dengan desain akhir rancangan yang ditunjukkan oleh gambar 3. Alat praktikum hukum ohm digital mempunyai kelebihan terdapat 3 buah rangkaian hambatan listrik yaitu rangkaian seri, paralel, dan campuran, yang pada masing-masing rangkaiannya terdapat 3 buah slot resistor. Alat praktikum ini dapat diatur besar nilai tegangan awal yang akan diterapkan pada rangkaian yang dipilih dengan rentang 0 V hingga 20 V DC. Alat praktikum ini menggunakan modul TFT LCD *Touchscreen* yang mempunyai kelebihan dapat menampilkan hasil pengukuran resistansi, arus, dan tegangan secara *real-time*. TFT LCD *Touchscreen* juga difungsikan sebagai pemilih menu rangkaian dan juga pengatur nilai tegangan awal dengan cara menyentuh tombol yang tersedia pada LCD. Rancang bangun alat praktikum hukum ohm digital berbasis arduino mega 2560 yang telah dibuat ditampilkan pada Gambar 3 berikut ini.



Gambar 3 Rancang Bangun Alat Praktikum Hukum Ohm Digital Berbasis Arduino Mega 2560

Alat praktikum hukum ohm digital yang telah selesai dibuat dikalibrasi untuk mengetahui keakuratan hasil pengukuran menggunakan alat praktikum ini dibandingkan dengan hasil pengukuran menggunakan alat praktikum hukum ohm konvensional yang menggunakan multimeter digital. Uji coba alat praktikum hukum ohm digital dilakukan dengan memasukkan 3 buah resistor dengan nilai yang berbeda ke slot resistor yang tersedia pada rangkaian, kemudian dilakukan pengambilan data dengan masing-masing 15 data hasil ukur pada pembacaan nilai resistansi, tegangan, dan arus yang dilakukan pada rangkaian seri, paralel dan campuran. Pembacaan hasil ukur menggunakan rancangan alat praktikum (Y) dibandingkan dengan hasil ukur menggunakan multimeter digital (X) yang disajikan pada Tabel 1.

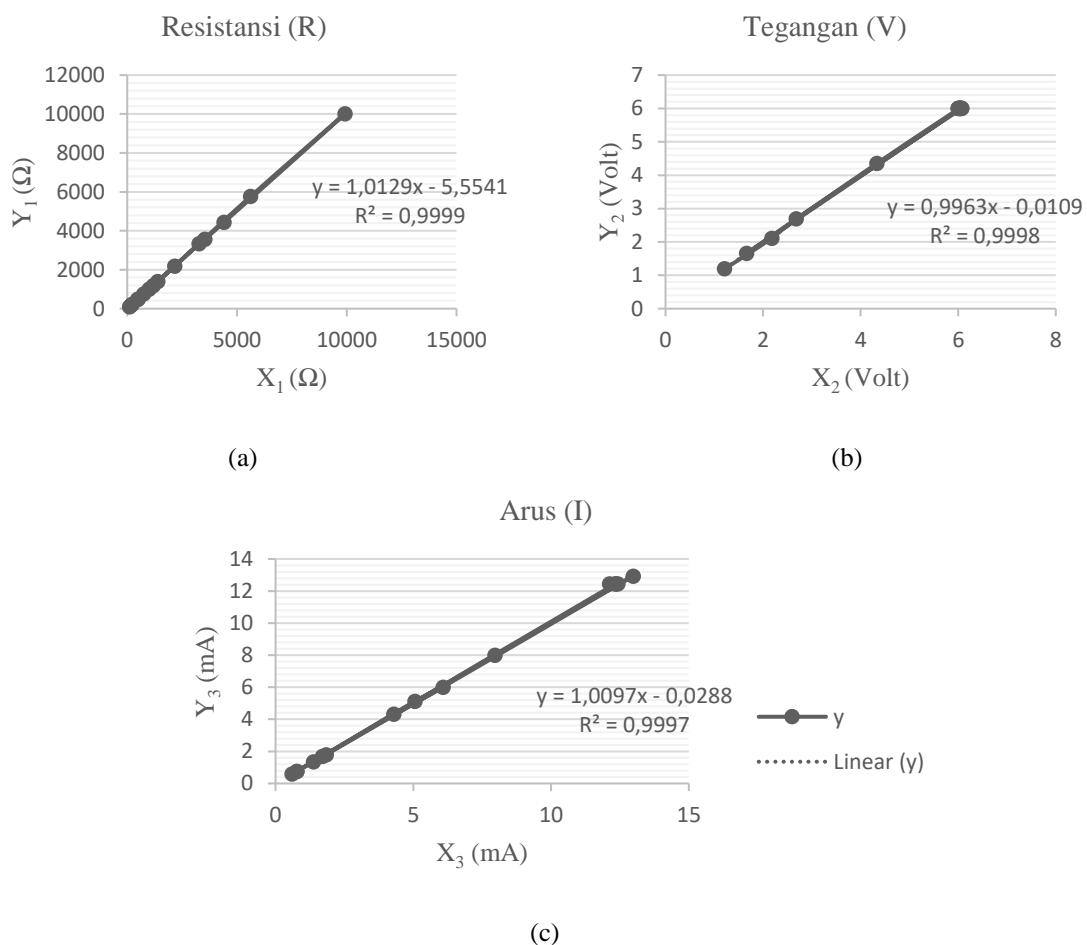
Tabel 1 Data kalibrasi alat praktikum hukum ohm digital

RANG KAIAN	No.	RESISTANSI			TEGANGAN			ARUS		
		X ₁ (Ω)	Y ₁ (Ω)	Nilai error %	X ₂ (Volt)	Y ₂ (Volt)	Nilai error %	X ₃ (mA)	Y ₃ (mA)	Nilai error %
SERI	1	100	96,18	-3,82	1,21	1,19	-1,65	12,34	12,45	0,89
	2	179	169,4	-5,36	2,18	2,11	-3,21	12,12	12,45	2,72
	3	219	216,34	-1,21	2,68	2,69	0,37	12,43	12,45	0,16
	4	495	482,08	-2,61	6,07	6	-1,15	12,34	12,45	0,89
	5	1381	1388,54	0,55	6,04	6	-0,66	4,3	4,32	0,47
PARALEL	6	986	999,24	1,34	6	6	0,00	6,08	6	-1,32
	7	1184	1169,84	-1,20	6,03	6	-0,50	5,06	5,13	1,38
	8	3260	3325,88	2,02	6,04	6	-0,66	1,84	1,8	-2,17
	9	459	463,77	1,04	6,07	6	-1,15	12,99	12,94	-0,38
	10	744	749,55	0,75	6,05	6	-0,83	7,97	8	0,38
CAMPURAN	11	2160	2176,82	0,78	1,66	1,65	-0,60	0,77	0,76	-1,30
	12	5610	5759,52	2,67	4,33	4,35	0,46	0,77	0,76	-1,30
	13	9920	10003,94	0,85	6,02	6	-0,33	0,6	0,6	0,00
	14	4397	4425,5	0,65	6,04	6	-0,66	1,38	1,36	-1,45
	15	3522	3552,9	0,88	6	6	0,00	1,7	1,69	-0,59

Keterangan :

- X₁ = data hasil ukur resistansi menggunakan multimeter digital
- Y₁ = data hasil ukur resistansi menggunakan alat praktikum hukum ohm digital
- X₂ = data hasil ukur tegangan menggunakan multimeter digital
- Y₂ = data hasil ukur tegangan menggunakan alat praktikum hukum ohm digital
- X₃ = data hasil ukur arus menggunakan multimeter digital
- Y₃ = data hasil ukur arus menggunakan alat praktikum hukum ohm digital

Tabel 1 merupakan data Uji coba hasil ukur rancangan alat praktikum yang dibandingkan dengan hasil ukur menggunakan multimeter digital. Uji coba resistor pada pembacaan hasil ukur resistansi dapat diketahui bahwa rancangan alat praktikum bekerja dengan baik dengan nilai *error* pengukuran pada rentang -5,36% hingga 1,34%. Nilai *error* bertanda minus (-) menunjukkan bahwa hasil ukur rancangan alat praktikum lebih kecil daripada multimeter digital. Selanjutnya uji coba pada pembacaan hasil ukur tegangan diperoleh nilai *error* pengukuran pada rentang -3,21% hingga 0,46%. Uji coba terakhir pada pembacaan hasil ukur arus diperoleh nilai *error* pengukuran pada rentang -1,45% hingga 2,72%. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kesalahan pengukuran menggunakan rancang bangun alat praktikum hukum ohm digital tidak lebih dari 10% yaitu pada rentang -5,36% hingga 2,72% pada seluruh hasil kalibrasi. Hal ini menunjukkan bahwa hasil ukur menggunakan rancangan alat praktikum telah akurat mengingat nilai dari *error* % pengukuran yang rendah. Selanjutnya hasil analisis regresi linear ditunjukkan oleh grafik pada Gambar 4.



Gambar 4 (a) Grafik regresi kalibrasi resistansi (b) Grafik regresi kalibrasi tegangan (c) Grafik regresi kalibrasi arus

Grafik yang ditunjukkan oleh Gambar 4 (a), menunjukkan grafik regresi kalibrasi hasil ukur resistansi, dengan persamaan regresi yang diperoleh yaitu $y = 1,0129x - 5,5541$ dan nilai koefisien Determinasi (R^2) sebesar 0,9999. Nilai R^2 ini menunjukkan bahwa variasi dari naik turunnya hasil ukur resistansi menggunakan rancangan alat praktikum (Y_1) mampu dijelaskan sebesar 99,99% oleh hasil ukur resistansi menggunakan multimeter digital (X_1).

Selanjutnya pada Gambar 4 (b) menunjukkan grafik regresi kalibrasi hasil ukur tegangan, dengan persamaan regresi $y = 0,9963x - 0,0109$ dan nilai koefisien Determinasi (R^2) sebesar 0,9998. Nilai R^2 ini menunjukkan bahwa variasi dari naik turunnya hasil ukur tegangan menggunakan rancangan alat praktikum (Y_2) mampu dijelaskan sebesar 99,98% oleh hasil ukur tegangan menggunakan multimeter digital (X_2).

Terakhir, pada Gambar 4 (c) menunjukkan grafik regresi kalibrasi hasil ukur arus, dengan persamaan regresi $y = 1,0097x - 0,0288$ dan nilai koefisien Determinasi (R^2) sebesar 0,9997. Nilai R^2

ini menunjukkan bahwa variasi dari naik turunnya hasil ukur arus menggunakan rancangan alat praktikum (Y_3) mampu dijelaskan sebesar 99,98% oleh hasil ukur arus menggunakan multimeter digital (X_3).

Berdasarkan grafik yang ditunjukkan oleh Gambar 4 (a) sampai dengan 4 (c) di atas, dapat diketahui bahwa hasil ukur oleh rancang bangun alat praktikum linear dengan hasil ukur menggunakan multimeter digital dibuktikan dengan nilai $R^2 \geq 0,9997$. Nilai R^2 yang kecil atau mendekati 0, berarti kemampuan variabel independen dalam menjelaskan variabel dependen sangat terbatas, sebaliknya semakin tinggi nilai R^2 atau mendekati 1, maka semakin tinggi variabel independen dalam dapat menjelaskan variasi variabel dependen (Ghozali, 2016:95). Oleh karena itu dalam hal ini kemampuan hasil ukur menggunakan multimeter digital sangat tinggi dalam menjelaskan variasi naik turunnya hasil ukur menggunakan rancang bangun alat praktikum hukum ohm digital, sehingga rancang bangun alat praktikum dapat dinyatakan akurat dalam mengukur besaran resistansi, tegangan, dan arus pada suatu rangkaian hambatan listrik.

IV. KESIMPULAN

Rancang bangun alat praktikum hukum ohm digital berbasis arduino mega 2560 telah berhasil dibuat dengan desain penelitian Nieveen yang menghasilkan rancang bangun alat praktikum yang valid dengan akurasi nilai *error* % pada rentang -5,36% hingga 2,72% dan nilai koefisien determinasi $R^2 \geq 0,9997$ pada seluruh hasil kalibrasi.

Berdasarkan kesimpulan yang didapatkan, terdapat beberapa saran kepada semua pihak yang berkepentingan sebagai berikut: (1) Bagi siswa dan mahasiswa, rancang bangun alat praktikum ini dapat membantu dalam pengukuran besaran-besaran hukum ohm pada rangkaian hambatan listrik arus searah dengan pengoperasian alat yang mudah; dan (2) Bagi peneliti lain, dapat ditambahkan komponen pelengkap lainnya seperti baterai sehingga alat praktikum dapat digunakan tanpa menggunakan PC/Laptop. Selain itu, alat praktikum dapat diujicobakan kepada siswa untuk mengetahui efektifitas dari rancang bangun alat praktikum ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aslam, Syamsu, Darsikin and Wahyono, U. 2016, 'Pengembangan Alat Praktikum Hukum Ohm Berbasis Grafik Menggunakan Mikrokontroler pada Mahasiswa Calon Guru Fisika', *JPFT*, 4(1), 21.
- Desy, D. and Raihanati 2015, 'Pengembangan Alat Peraga Fisika Materi Gerak Melingkar untuk SMA'. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)* 4. 30 Oktober 2015, *SNF 2015*, 39–44.
- Djarmiko, W. 2017, 'Prototipe Resistansi Meter Digital', *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2017*, 1 – 2 November 2017, *Universitas Negeri Jakarta*, 2 – 3.
- Djuandi, F. 2011, *Pengenalan Arduino*, Jakarta, Elexmedia.
- Giancoli, D. C. 2014, *FISIKA: Prinsip dan Aplikasi Edisi Ke 7 – Jilid 2*, Jakarta, Erlangga.
- Ghozali, I. 2016, *Aplikasi Analisis Multivariate Dengan Program IBM SPSS 23 (Edisi 8)*. Cetakan ke VIII, Semarang, Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Nieveen, N. and Plomp, T. 2007. 'An Introduction To Educational Design Research', *Proceedings of the seminar conducted at the East China Normal University*, November 23-26, *Shanghai (PR China)*, 26-27.
- Suryaningsih, Y. 2017, 'Pembelajaran Berbasis Praktikum Sebagai Sarana Siswa Untuk Berlatih Menerapkan Keterampilan Proses Sains Dalam Materi Biologi', *Jurnal Bio Education*, 2(2), 50.
- Suwardana, I. K. 2007, *Petunjuk Praktikum Laboratorium Fisika 3*, Singaraja, Universitas Pendidikan Ganesha.