

RANCANG BANGUN KIT PERCOBAAN PENENTUAN RESISTIVITAS KAWAT BERBASIS MIKROKONTROLER

Ahmad Diencephalon Nur¹, Dzulkifli²

^{1,2}Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya
ahmadnur3@mhs.unesa.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang kit percobaan penentuan resistivitas kawat berbasis mikrokontroler. Metode yang digunakan yaitu merancang alat ukur tegangan menggunakan sensor tegangan dan arus menggunakan sensor ACS712. Variabel kontrol pada penelitian ini adalah panjang kawat, variabel manipulasi yaitu jenis kawat dan diameter kawat, variabel respon berupa tegangan dan arus. Sebelum digunakan terlebih dahulu dilakukan kalibrasi sensor, kemudian dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan data tegangan dan arus. Setelah dilakukan penelitian dapat diketahui untuk rancangan alat percobaan yaitu dengan mengukur Tegangan dan Arus pada rangkaian yang digunakan untuk menentukan hambatan kawat, kemudian nilai hambatan kawat digunakan untuk mengetahui resistivitas. Hasil pengujian menunjukkan nilai resistivitas kawat tembaga antara $29,96 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$ hingga $318,45 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$, resistivitas kawat nikrom antara $164,40 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$ hingga $263,14 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$. Nilai tersebut memiliki perbedaan yang signifikan dibandingkan dengan teori yang berlaku hingga saat ini.

Kata Kunci: Tegangan, arus dan resistivitas.

Abstract

This study aims to design a microcontroller-based wire resistivity experiment kit. The method used is to design a voltage gauge using a voltage and current sensor using an ACS712 sensor. The control variables in this study are wire length, manipulation variables namely wire type and wire diameter, response variables in the form of voltage and current. Before the use of the sensor calibration before use, then from the research that has been done obtained voltage and current data. After doing the research, it can be seen for the design of the experimental device, namely by measuring the voltage and current in the circuit used to determine the resistance of the wire, then the resistance value of the wire is used to determine the resistivity. The test results show copper wire resistivity values between $29.96 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$ to $318.45 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$, the resistivity of the nichrome wire between $164.40 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$ to $263.14 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$. This value has a significant difference compared to the theory that applies to the present.

Key words : Voltage, current and resistivity.

PENDAHULUAN

Fisika dibangun berdasarkan pengalaman dan analisis, dimana konsep-konsep diperoleh melalui penalaran, pengalaman fakta dan data hasil gejala di lapangan. Fisika adalah keilmuan yang berlandaskan pada pendekatan ilmiah, maka berbagai pengamatan, percobaan dan analisis data pengukuran diperlukan dalam pembuktian suatu teori fisika. Pengamatan dapat secara langsung dilakukan pada kejadian yang ditemui sehari-hari atau terjadi pada saat melakukan percobaan di laboratorium. Untuk melakukan pengamatan dan pengukuran fisis maka diperlukan media penunjang agar mendapatkan data pengukuran yang lebih terukur dan akurat [6]. Analisis matematis sangat diperlukan dan hasil tersebut perlu diadakannya eksperimen pengujian untuk mengetahui kebenaran hipotesis [1].

Pada arus listrik yang mengalir terdapat hambatan jenis yang menentukan besar atau kecilnya kuat arus listrik. Pemahaman hambatan jenis atau disebut juga resistivitas sangat penting karena resistivitas memberikan

sumbangan pada beberapa parameter seperti resistansi, kapasitansi, tegangan ambang, dan lain-lain [5].

Sampai saat ini percobaan pengukuran nilai resistivitas masih perlu dilakukan terutama dalam proses pembelajaran. Peralatan yang kurang mendukung dan tidak memadai merupakan kendala yang membuat pembelajaran fisika tidak kontekstual dan hanya bersifat matematis [1]. Pembuatan alat ukur dalam laboratorium perlu dilakukan sehingga mampu menunjang kegiatan praktikum tentang resistivitas kawat.

Arus listrik merupakan laju aliran muatan listrik yang melalui sebuah luasan penampang lintang. Arus listrik (i) telah dipilih sebagai besaran dasar atau besaran pokok karena nilainya bersifat makroskopis sehingga mudah diukur. Arus listrik dibedakan menjadi dua jenis, yaitu *arus listrik searah* ($direct\ current = DC$), dan *arus bolak-balik* ($alternating\ current = AC$). DC disebabkan oleh sumber arus berkutub tetap, sedangkan AC oleh sumber arus dengan kutub berubah terhadap waktu. Pada sumber DC mengenal kutub positif dan negatif, sedangkan untuk AC tidak mengenal kedua kutub itu.

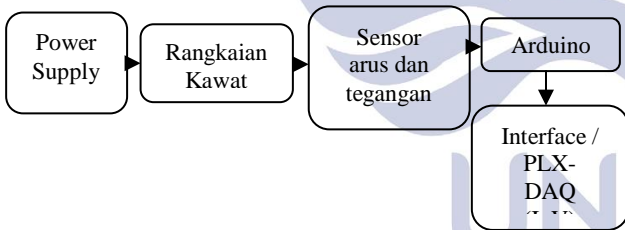
Besar arus listrik disebut konduktor dipengaruhi oleh jenis bahan konduktor itu, yang dinyatakan oleh resistivitas (ρ) yang memiliki satuan Ohmmeter, yang memenuhi persamaan $R = \rho \frac{l}{A}$ [3].

Sensor arus ACS 712 merupakan sensor yang dapat digunakan untuk sensor arus AC ataupun DC dengan cara kera yaitu arus yang terbaca akan ditangkap oleh *integrated Hall IC* yang diubah menjadi tegangan proporsional. Sensor tegangan “*voltage sensor*” dengan prinsip kerja didasarkan pada penekanan resistansi, dimana mampu menjadikan input lebih kecil lima kali dari tegangan sesungguhnya.

Resistivitas (ρ) sebagai material sebuah rasio dari besarnya medan listrik dan rapat arus. Semakin besar resistivitas, maka semakin besar medan yang diperlukan untuk menyebabkan suatu rapat arus yang diberikan atau pun semakin kecil kerapatan arus yang disebabkan oleh sebuah medan yang diberikan [3]. Bahan memiliki resistivitas elektrik substansial yang konstan dari suhu 20°C hingga sekitar 80°C-120°C, dan pada saat itu pula resistivitas elektrik akan meningkat cepat sekitar suhu 80°C-120°C [2]. Nilai resistivitas dari berbagai konduktor sangat beragam, mulai dari konduktor ideal hingga isolator ideal [4].

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian yang berbasis laboratorium untuk mempelajari tentang penentuan resistivitas kawat. Proses kerja dari alat ini dapat dilihat pada diagram blok berikut:



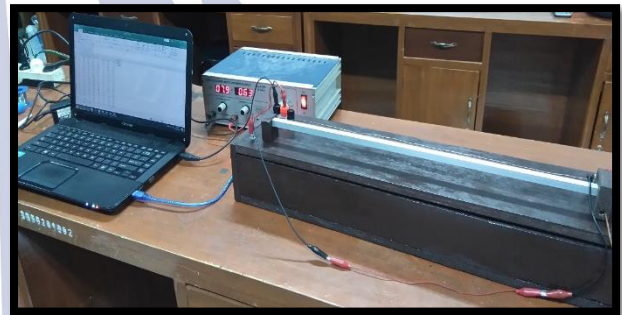
Gambar 1. Diagram blok kit percobaan

Variabel kontrol pada penelitian ini adalah panjang kawat, untuk variabel manipulasi yang digunakan yaitu diameter dan jenis kawat, variabel respon yang didapatkan berupa tegangan dan arus yang akan ditampilkan pada *intrerface / software PLQ-DAQ*.

Langkah pertama pada penelitian ini yaitu melakukan kalibrasi sensor, dimana kalibrasi sensor dilakukan dengan membandingkan hasil baca sensor dengan multimeter SANWA CD800a. Selanjutnya dilakukan percobaan pada kawat, dimana nilai tegangan dan arus yang didapatkan akan digunakan untuk mendapatkan nilai hambatan pada kawat, kemudian dari nilai hambatan kawat tersebut dapat digunakan sebagai penentu nilai resistivitas tiap jeni bahan dengan menggunakan persamaan $R = \rho \frac{l}{A}$.

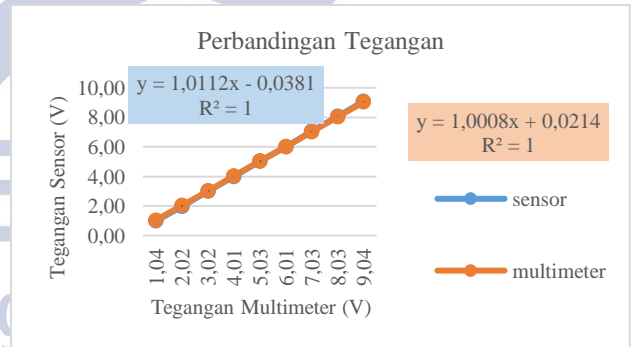
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian yang telah dilakukan ini berhasil dirancang sebuah kit percobaan penentuan resistivitas kawat dengan cara mengukur arus yang melewati rangkaian dan mengukur tegangan pada kawat yang akan diketahui resistivitasnya. Pengukuran arus dan tegangan tersebut menggunakan sensor ACS712 dan sensor Tegangan. Kit percobaan penentuan resistivitas kawat ini terdiri dari sumber arus DC, kawat dengan panjang ± 50 cm, sensor arus yang dipasang seri pada rangkaian kit, sensor tegangan yang dipasang paralel antara kawat yang akan diukur, sebuah perangkat keras mikrokontroler arduino IDE sebagai komponen pemroses data yang dipasang sedemikian rupa dan sebuah laptop sebagai penampil data. Gambar 2 merupakan hasil rancangan kit penentuan resistivitas kawat:



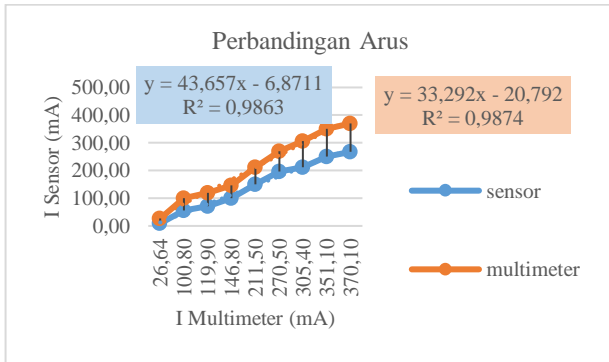
Gambar 2. Kit percobaan penentuan resistivitas kawat berbasis mikrokontroler

Hasil kalibrasi sensor tegangan dan arus yang dilakukan didapatkan grafik seperti pada gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Grafik perbandingan tegangan yang terukur pada sensor dan multimeter

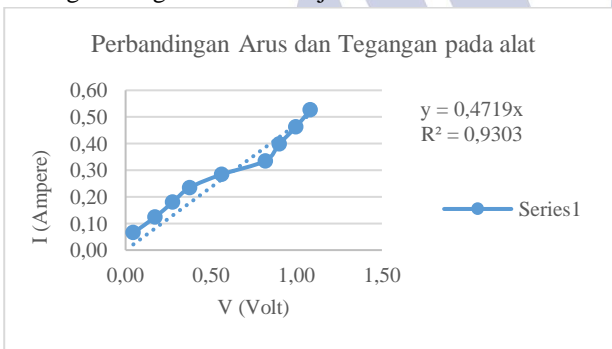
Pada gambar 3 dapat diketahui bahwa perbandingan tegangan yang terukur dengan sensor dan tegangan yang terukur dengan multimeter memiliki nilai koefisien korelasi sebesar 1



Gambar 4. Grafik perbandingan arus yang terukur pada sensor dan multimeter

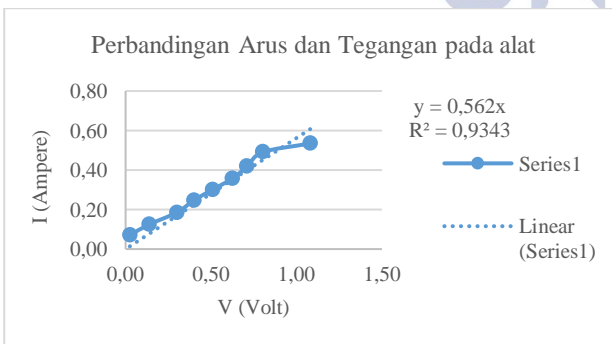
Pada kalibrasi sensor arus dapat diketahui bahwa nilai yang terbaca pada sensor dan multimeter memiliki perbedaan jika dibandingkan dengan grafik pada kalibrasi sensor tegangan. Nilai koefisien korelasi sensor 0,9874 dan multimeter 0,9863.

Setelah dilakukan kalibrasi maka selanjutnya melakukan pengambilan data tegangan dan arus pada masing-masing diameter dan jenis kawat.



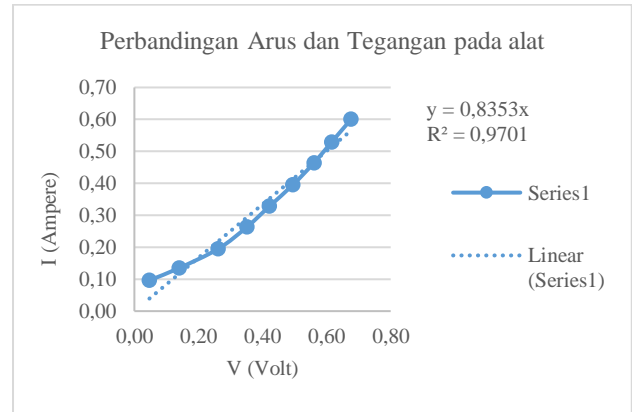
Gambar 5. Grafik perbandingan arus dan tegangan pada alat menggunakan kawat tembaga diameter 0,30 mm

Pada gambar 5 menunjukkan grafik perbandingan arus dan tegangan pada alat menggunakan kawat tembaga diameter 0,30 mm, dimana nilai resistivitas kawat yang didapatkan sebesar $29,96 \times 10^{-8} \Omega m$.



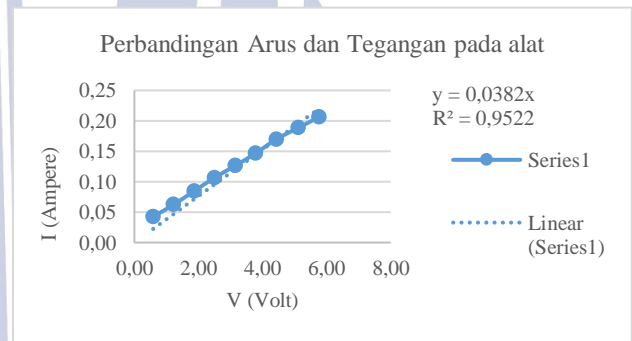
Gambar 6. Grafik perbandingan arus dan tegangan pada alat menggunakan kawat tembaga diameter 0,50 mm

Pada percobaan kedua yaitu dengan menggunakan kawat tembaga diameter 0,50 mm didapatkan nilai resistivitas kawat $69,75 \times 10^{-8} \Omega m$.



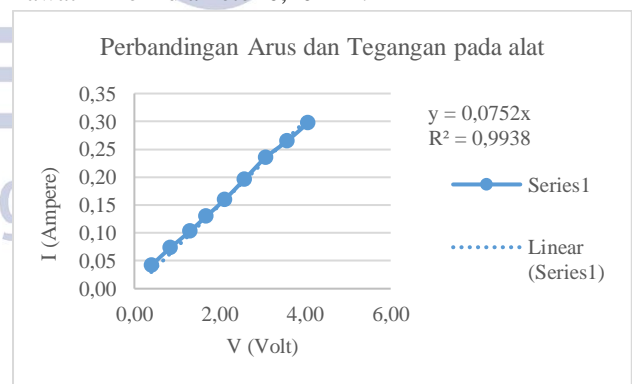
Gambar 7. Grafik perbandingan arus dan tegangan pada alat menggunakan kawat tembaga diameter 1,30 mm

Pada gambar 7 menunjukkan grafik perbandingan arus dan tegangan pada alat menggunakan kawat tembaga diameter 0,50 mm. Nilai resistivitas yang didapatkan pada percobaan ini adalah $318,45 \times 10^{-8} \Omega m$.



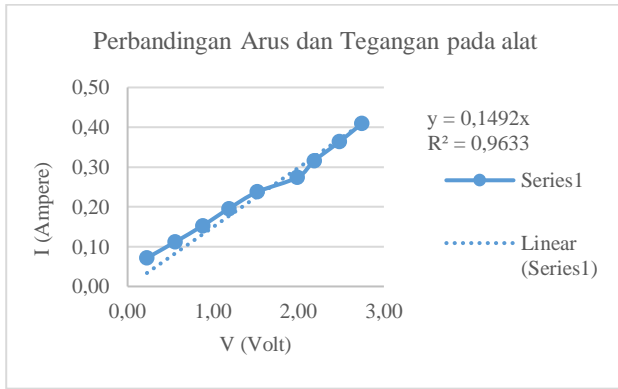
Gambar 8. Grafik perbandingan arus dan tegangan menggunakan kawat nikrom diameter 0,20 mm

Nilai resistivitas yang diperoleh pada percobaan ini sebesar $164,40 \times 10^{-8} \Omega m$ yaitu dengan menggunakan kawat nikrom diameter 0,20 mm.



Gambar 9. Grafik perbandingan arus dan tegangan menggunakan kawat nikrom diameter 0,30 mm

Percobaan kelima menggunakan kawat nikrom diameter 0,30 mm didapatkan nilai resistivitas kawat nikrom sebesar $188,03 \times 10^{-8} \Omega m$.



Gambar 10. Grafik perbandingan arus dan tegangan menggunakan kawat nikrom diameter 0,50 mm

Pada gambar 10 menunjukkan grafik hubungan antara arus dan tegangan dimana nilai resistivitas atau hambatan jenis yang diperoleh yaitu $263,14 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$.

Tabel 1. hambatan jenis tiap bahan

Jenis	Diameter Kawat	R	ρ
	(mm)	(Ω)	$\times 10^{-8} (\Omega\text{m})$
Tembaga	0,3	2,12	29,96
	0,5	1,78	69,75
	1,3	1,20	318,45
Nikrom	0,2	26,18	164,40
	0,3	13,30	188,03
	0,5	6,70	263,14

Nilai hambatan jenis atau resistivitas kawat tembaga yang didapatkan yaitu antara $29,96 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$ hingga $318,45 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$, sedangkan pada teori yaitu $1,72 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$. Percobaan pada kawat nikrom diperoleh nilai resistivitas antara $164,40 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$ hingga $263,14 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$, pada teori yang ada besar hambatan jenis kawat nikrom yaitu $100 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$.

Adanya perbedaan yang cukup signifikan antara hasil percobaan dengan teori yang berlaku hingga saat ini disebabkan beberapa faktor, seperti sensor arus yang digunakan masih memiliki kelemahan dalam sensitivitas jika dibandingkan dengan multimeter, rentang sumber tegangan yang diberikan pada penelitian ini terlalu besar yaitu antara 1 V hingga 9 V sehingga mempengaruhi perbedaan nilai dalam pengukuran.

KESIMPULAN

Rancangan kit percobaan penentuan resistivitas kawat yaitu dengan mengukur Tegangan dan Arus pada rangkaian kawat, kemudian nilai tersebut digunakan untuk menentukan hambatan kawat. Selanjutnya nilai hambatan kawat yang didapatkan digunakan untuk menghitung resistivitas kawat.

Hasil dari pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa nilai resistivitas kawat tembaga yaitu

antara $29,96 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$ hingga $318,45 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$, pada kawat nikrom sebesar $164,40 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$ hingga $263,14 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$, sedangkan pada teori yang berlaku hingga saat ini nilai resistivitas kawat tembaga yaitu $1,79 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$ dan kawat nikrom $100 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$. Sehingga kit percobaan ini belum bisa digunakan untuk menentukan resistivitas kawat yang sesuai dengan teori.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ain, T. N. 2013. Pemanfaatan Visualisasi Video Percobaan Gravity Current Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika Siswa Kelas Xi Pada Materi Pokok Tekanan Hidrostatik. Surabaya: Program S-1 Fisika Universitas Negeri Surabaya.
- [2] Carmona, F., Gradignan, Jacques M., Helene S. 1990. *Material Having a Resistivity With a Positive Temperature Coefficient*. Le Carbone-Lorraine, Paris: United States Patent.
- [3] Jati, B.M.E., dan Priyambodo, T.K. 2010. *Fisika Dasar (Listrik-Magnet, Optika, Fisika Modern) untuk mahasiswa ilmu-ilmu Eksakta & Teknik (Buku Satu)*. Yogyakarta : Andi, 93-94.
- [4] Shofianto, M. Imam S. 2017. Pengembangan Kit Resistivitas dan Koefisien Suhu Resistivitas Sebagai Media Pembelajaran Fisika Pada Materi Listrik Dinamis. *Jurnal Inofasi Pendidikan Fisika*, Vol.06, No.02, pp.16-22.
- [5] Toifur, M. 2014. Memahami Resistivitas berbagai jenis Probe Arus-Tegangan. Yogyakarta: Program Studi Fisika Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta.
- [6] Vandri, A. I. 2013. Pemanfaatan Modul Mikrokontroler Arduino Untuk Rancang Bangun Alat Ukur Fisika. Jambi: Jurusan Pendidikan Fisika IAIN STS Jambi