PERANCANGAN SISTEM PENGUKURAN EFEK HALL PADA BAHAN SEMIKONDUKTOR MENGGUNAKAN SENSOR TEGANGAN DC DAN MIKROKONTROLER ARDUINO UNO

Likha Afrianti Putri Dewi[1], Andi Rosman N[2*], Ummu Kalsum[3], Nur Aisyah Humairah[4], Mutmainnah Badu[5], Fatmawati[6], Deskiana Linda[7]

[1,2*,3,4,5,6,7]Prodi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sulawesi Barat. Indonesia

**Corresponding Author: andirosman.n@unsulbar.ac.id*

ABSTRAK

Efek Hall merupakan salah satu fenomena penting dalam karakterisasi bahan semikonduktor. Pemanfaatannya dalam penelitian maupun pembelajaran sangat penting untuk memahami sifat kelistrikan material, akan tetapi sistem pengukuran konvensional umumnya membutuhkan peralatan yang mahal dan kompleks Penelitian ini bertujuan merancang sistem pengukuran efek Hall yang sederhana, efisien, dan ekonomis dengan menggunakan sensor tegangan DC yang diintegrasikan dengan mikrokontroler Arduino UNO sebagai pusat akuisisi data. Metode penelitian menggunakan penelitian eksperimen yang meliputi perancangan rangkaian pengukuran, pemrograman Arduino untuk pembacaan data tegangan Hall, serta pengujian sampel semikonduktor dengan variasi arus listrik dan medan magnet. Data hasil pembacaan sensor tegangan DC dibandingkan dengan nilai tegangan pada power supply untuk melihat nilai akurasi sensor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi tegangan Hall dengan baik pada tegangan minimal 0,64 V dan tegangan maksimal 0,88 V. Sementara pada arusnya berada pada nilai minimal 0,006 mA dan nilai maksimalnya 2,185 mA. Data arus dan tegangan Hall yang diperoleh melalui sensor tegangan DC menghasilkan persamaan y =0,3135ln(x) + 3,4297 dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9787 yang menandakan tingkat kesesuaian sangat tinggi dengan teori. Nilai rata-rata error yang diperoleh sebesar 2,77% menunjukkan akurasi sistem pengukuran yang cukup baik. Dengan demikian, sistem pengukuran efek Hall berbasis sensor tegangan DC dan Arduino UNO yang dirancang terbukti mampu memberikan hasil pengukuran dengan tingkat akurasi tinggi dan kesesuaian yang sangat baik terhadap teori, sehingga layak digunakan sebagai instrumen alternatif dalam penelitian maupun pembelajaran sifat kelistrikan semikonduktor.

Kata Kunci: Arduino UNO, Efek Hall, Semikonduktor

ABSTRACT

The Hall effect is one of the important phenomena in the characterization of semiconductor materials. Its use in research and learning is very important to understand the electrical properties of materials, however conventional measurement systems generally require expensive and complex equipment. This study aims to design a simple, efficient, and economical Hall effect measurement system using a DC voltage sensor integrated with an Arduino UNO microcontroller as a data acquisition center. The research method uses experimental research which includes designing a measurement circuit, programming Arduino to read Hall voltage data, and testing semiconductor samples with variations in electric current and magnetic field. The data from the DC voltage sensor readings are compared with the voltage value on the power supply to see the sensor accuracy value. The

results show that the system is able to detect Hall voltage well at a minimum voltage of 0.64 V and a maximum voltage of 0.88 V. While the current is at a minimum value of 0.006 mA and a maximum value of 2.185 mA. The Hall current and voltage data obtained through the DC voltage sensor produce the equation y = 0.3135ln(x) + 3.4297 with a coefficient of determination (R^2) of 0.9787 which indicates a very high level of agreement with the theory. The average error value obtained is 2.77 indicating a good accuracy of the measurement system. Thus, the Hall effect measurement system based on the DC voltage sensor and the Arduino UNO that was designed is proven to be able to provide measurement results with a high level of accuracy and very good agreement with the theory, so it is suitable for use as an alternative instrument in research and learning the electrical properties of semiconductors

Keywords: Arduino UNO, Hall Effect, Semiconductor

PENDAHULUAN

Efek Hall merupakan salah satu fenomena penting dalam fisika bahan padat yang banyak digunakan untuk mengkarakterisasi sifat kelistrikan bahan semikonduktor (Telaumbanua, S. A. A., & Telaumbanua, 2025); (Noer, Z., & Dayana, 2021). Fenomena ini terjadi ketika arus listrik yang mengalir pada suatu konduktor atau semikonduktor dikenai medan magnet tegak lurus terhadap arah arus sehingga menimbulkan beda potensial transversal yang dikenal sebagai tegangan Hall. Tegangan Hall berkaitan langsung dengan arus listrik, medan magnet, serta karakteristik material seperti koefisien Hall, konsentrasi pembawa muatan, dan mobilitas pembawa muatan. Oleh karena itu, metode efek Hall menjadi teknik yang sangat penting dalam identifikasi jenis pembawa muatan (elektron atau hole) serta analisis sifat transport listrik pada berbagai material semikonduktor seperti silikon dan germanium.

Dalam praktik laboratorium, pengukuran efek Hall umumnya dilakukan menggunakan sistem instrumentasi yang kompleks dan mahal (Dayana, 2024), seperti sumber arus presisi, gaussmeter (Yudhistira, Y., & Wibowo, 2019), serta perangkat akuisisi data dengan sensitivitas tinggi (Bilal, M., Titan, F. T. S. F., & Yuliantoro, 2024). Kondisi ini sering menjadi kendala dalam kegiatan pembelajaran maupun penelitian di laboratorium pendidikan yang memiliki keterbatasan fasilitas. Oleh karena itu, berbagai penelitian mulai mengembangkan sistem pengukuran efek Hall yang lebih sederhana dan ekonomis dengan memanfaatkan mikrokontroler dan sensor berbasis elektronik modern. Beberapa studi menunjukkan bahwa penggunaan mikrokontroler seperti Arduino dapat digunakan sebagai sistem akuisisi data yang efektif dalam berbagai eksperimen fisika karena memiliki kemampuan pengolahan data (Pramesti, I. A., Khoiri, N., & Kurniawan, 2025a)

Penelitian sebelumnya telah mengembangkan berbagai perangkat pengukuran berbasis Arduino untuk aplikasi pengukuran medan magnet maupun karakterisasi material. Misalnya, penggunaan sensor efek Hall tipe UGN3503 (Hidayatie, N., Indrasari, W., & Umiatin, 2017); (Putri, M. E., & Wildian, 2017);(Lumempow, G. S., 2025) atau sensor magnetik lainnya telah dimanfaatkan untuk mengukur medan magnet dan arus listrik pada berbagai sistem eksperimen. Selain itu, beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa integrasi sensor dengan mikrokontroler Arduino memungkinkan proses pengambilan data secara otomatis serta penyimpanan data secara digital sehingga memudahkan analisis lebih

lanjut (Pramesti, I. A., Khoiri, N., & Kurniawan, 2025b); (Krisyanti, K., Pratiwi, C. N., & Purwanti, 2025a); (Boisandi, B., & Matsun, 2025). Meskipun demikian, sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada pengukuran medan magnet atau arus listrik, sementara pengembangan sistem pengukuran tegangan Hall secara langsung pada sampel semikonduktor masih relatif terbatas.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan pengembangan sistem pengukuran efek Hall yang lebih sederhana, murah, dan mudah digunakan terutama untuk keperluan laboratorium pendidikan dan penelitian dasar. Pemanfaatan sensor tegangan DC yang diintegrasikan dengan mikrokontroler Arduino UNO berpotensi menjadi solusi alternatif untuk membangun sistem pengukuran efek Hall yang praktis namun tetap memiliki tingkat akurasi yang memadai. Integrasi sistem ini memungkinkan proses akuisisi data tegangan secara *real-time*, pengolahan data secara digital, serta kemudahan dalam pengoperasian dibandingkan dengan sistem pengukuran konvensional.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji sistem pengukuran efek Hall pada bahan semikonduktor menggunakan sensor tegangan DC yang terintegrasi dengan mikrokontroler Arduino UNO sebagai pusat akuisisi data. Sistem yang dikembangkan diharapkan mampu mendeteksi tegangan Hall secara akurat pada variasi arus listrik dan medan magnet, serta dapat menjadi alternatif instrumen eksperimen yang sederhana, ekonomis, dan aplikatif untuk kegiatan penelitian maupun pembelajaran fisika material di laboratorium pendidikan. Karena instrumentasi pengukuran efek Hall konvensional umumnya mahal dan kompleks, banyak laboratorium pendidikan mengalami keterbatasan dalam penyelenggaraan praktikum dan penelitian karakterisasi semikonduktor. Kondisi ini menimbulkan kebutuhan akan perangkat pengukuran yang terjangkau namun tetap akurat untuk keperluan pembelajaran dan penelitian dasar.

Pertanyaan penelitian: 1) Bagaimana merancang sistem pengukuran efek Hall berbasis Arduino UNO yang andal untuk pembacaan tegangan Hall pada sampel semikonduktor?; 2) Seberapa akurat sistem yang dikembangkan dibandingkan instrumen referensi?; 3) Bagaimana respons tegangan Hall terhadap variasi arus listrik dan medan magnet pada sampel uji ?.

Penelitian ini bertujuan merancang dan menguji sistem pengukuran efek Hall pada bahan semikonduktor menggunakan sensor tegangan DC yang terintegrasi dengan mikrokontroler Arduino UNO sebagai pusat akuisisi data. Sistem yang dikembangkan diharapkan mampu mendeteksi tegangan Hall secara akurat pada variasi arus dan medan magnet serta menjadi alternatif instrumen eksperimen yang sederhana, ekonomis, dan aplikatif untuk pembelajaran dan penelitian di laboratorium pendidikan. Masalah penelitian yang ditetapkan adalah keterbatasan akses terhadap instrumentasi pengukuran efek Hall yang akurat namun terjangkau di laboratorium pendidikan, sehingga menghambat praktik pembelajaran dan penelitian dasar pada karakterisasi semikonduktor. Dari masalah tersebut dirumuskan pertanyaan penelitian berikut: (1) bagaimana merancang sistem pengukuran efek Hall berbasis Arduino UNO yang andal untuk membaca tegangan Hall pada sampel semikonduktor; (2) seberapa akurat sistem yang dikembangkan dalam mengukur tegangan Hall dibandingkan instrumen referensi; dan (3) bagaimana respons tegangan Hall terhadap variasi arus listrik dan medan magnet pada sampel yang diuji.

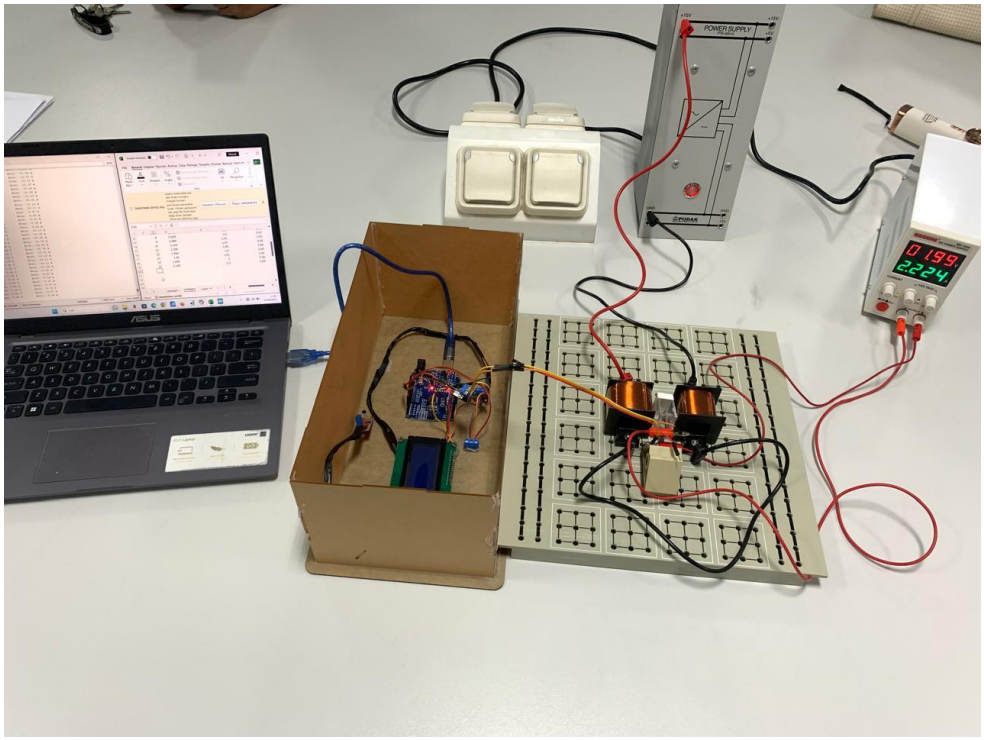
Kebaruan penelitian ini dinyatakan secara eksplisit sebagai berikut: kebaruan penelitian terletak pada pengembangan sistem pengukuran tegangan Hall berbasis Arduino UNO yang memanfaatkan sensor tegangan DC untuk akuisisi data real-time, dilengkapi prosedur kalibrasi dan analisis statistik untuk memastikan akurasi, serta dirancang khusus supaya ekonomis dan mudah direplikasi untuk keperluan praktikum dan karakterisasi semikonduktor di laboratorium pendidikan. Dengan demikian penelitian ini tidak hanya menawarkan alternatif perangkat murah, tetapi juga paket metodologis yang terukur untuk validasi pengukuran efek Hall pada bahan semikonduktor.

METODE

Penelitian ini merancang sistem pengukuran efek Hall pada bahan semikonduktor melalui integrasi sensor tegangan DC dengan mikrokontroler Arduino UNO, memungkinkan deteksi presisi tegangan yang muncul dari interaksi arus listrik dan medan magnet. Pendekatan eksperimental dirancang secara sistematis untuk menghasilkan data empiris yang dapat diandalkan, dengan penekanan pada kalibrasi peralatan dan pengendalian variabel agar hasil mencerminkan fenomena fisika secara akurat.

A. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan tujuan merancang serta menguji kinerja sistem pengukuran efek Hall pada bahan semikonduktor menggunakan sensor tegangan DC yang terintegrasi dengan mikrokontroler Arduino UNO. Sistem yang dikembangkan digunakan untuk mengukur tegangan Hall yang timbul akibat interaksi antara arus listrik yang mengalir pada sampel semikonduktor dengan medan magnet eksternal. Eksperimen dilakukan melalui pengaturan variasi arus listrik pada sampel dan pengamatan perubahan tegangan Hall yang dihasilkan.



Gambar 1. Desain penelitian

B. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas mikrokontroler Arduino UNO sebagai sistem akuisisi data, sensor tegangan DC sebagai pembaca sinyal tegangan Hall, power supply DC sebagai sumber arus listrik, magnet permanen sebagai sumber medan magnet, serta multimeter digital untuk proses kalibrasi dan verifikasi pengukuran. Selain itu digunakan *breadboard*, kabel penghubung, resistor shunt, serta komputer yang terhubung dengan perangkat lunak Arduino IDE untuk proses pemrograman dan pencatatan data. Bahan utama yang digunakan dalam pengujian adalah sampel semikonduktor berbentuk pelat tipis yang dipasangi elektroda pada sisi longitudinal untuk mengalirkan arus listrik dan elektroda transversal untuk mengukur tegangan Hall yang muncul akibat pengaruh medan magnet.

Peralatan dan bahan yang digunakan meliputi mikrokontroler Arduino UNO sebagai sistem akuisisi data, sensor tegangan DC (dengan amplifier diferensial) sebagai pembaca sinyal tegangan Hall, power supply DC sebagai sumber arus listrik, magnet permanen neodymium sebagai sumber medan magnet, serta multimeter digital presisi untuk kalibrasi dan verifikasi pengukuran. Selain itu digunakan breadboard, kabel penghubung, resistor shunt presisi untuk pengukuran arus, dan komputer yang terhubung dengan Arduino IDE untuk pemrograman dan pencatatan data.

Pengukuran besar medan magnet dilakukan dengan gaussmeter/tesla meter untuk memastikan nilai medan pada posisi sampel; dalam penelitian ini medan magnet divariasikan pada rentang terukur (mis. 0 mT, 10 mT, 20 mT, 50 mT) tergantung konfigurasi magnet, dan jarak antara permukaan magnet dan pusat sampel dicatat (mis. 5–20 mm) untuk reproducibility. Posisi magnet dijaga tegak lurus terhadap bidang sampel sehingga arah medan ortogonal terhadap arus.

Bahan utama pengujian adalah sampel semikonduktor berupa pelat tipis n-type silikon (Si) terdopasi fosfor dengan dimensi contoh: panjang 20 mm, lebar 10 mm, tebal 0,5 mm; resistivitas, dosis dopan, dan/atau konsentrasi pembawa muatan dicatat apabila tersedia dari pabrikan atau diukur sebelumnya. Elektroda longitudinal dipasang pada kedua ujung panjang sampel untuk memasukkan arus, sedangkan elektroda transversal dipasang pada sisi lateral untuk pengukuran tegangan Hall; jarak antar elektroda dan kualitas sambungan dicatat untuk koreksi geometris saat analisis. Menyertakan pengukuran medan magnet kuantitatif serta karakterisasi sampel ini penting karena efek Hall bergantung langsung pada besar medan dan sifat material, sehingga parameter tersebut wajib dilaporkan untuk hasil yang dapat direproduksi dan dianalisis secara kuantitatif.

C. Prosedur Penelitian

Penelitian diawali dengan proses perancangan rangkaian pengukuran yang mengintegrasikan sensor tegangan DC dengan mikrokontroler Arduino UNO. Sensor tegangan dihubungkan ke pin analog mikrokontroler untuk membaca sinyal tegangan Hall yang dihasilkan oleh sampel semikonduktor. Selanjutnya dilakukan pemrograman mikrokontroler menggunakan Arduino IDE untuk membaca sinyal analog dari sensor tegangan dan mengonversinya menjadi data tegangan digital yang dapat ditampilkan pada komputer melalui komunikasi serial. Sistem kemudian dikalibrasi dengan membandingkan hasil pembacaan sensor terhadap nilai tegangan yang diukur menggunakan multimeter.

Tahap pengujian dilakukan dengan mengalirkan arus listrik pada sampel semikonduktor menggunakan power supply DC dengan variasi arus tertentu. Pengukuran

dilakukan dalam dua kondisi, yaitu tanpa medan magnet dan dengan medan magnet yang diberikan secara tegak lurus terhadap arah arus listrik menggunakan magnet permanen. Pada setiap variasi arus, nilai tegangan Hall dicatat melalui sistem akuisisi data yang terhubung dengan mikrokontroler. Setiap pengukuran dilakukan beberapa kali untuk memastikan konsistensi data dan mengurangi pengaruh kesalahan pengukuran. Data yang diperoleh kemudian disimpan dalam bentuk tabel untuk proses analisis lebih lanjut.

D. Teknik Analisis Data

Data hasil pengukuran berupa nilai arus listrik dan tegangan Hall dianalisis menggunakan metode regresi untuk melihat hubungan antara arus listrik dan tegangan Hall yang dihasilkan. Analisis dilakukan dengan membuat grafik hubungan antara tegangan Hall terhadap arus listrik untuk mengidentifikasi pola hubungan yang terbentuk. Selanjutnya dihitung nilai koefisien determinasi (R^2) untuk mengetahui tingkat kesesuaian antara data eksperimen dengan model matematis yang diperoleh. Selain itu dilakukan perhitungan nilai kesalahan (*error*) dengan membandingkan hasil pembacaan sensor tegangan DC dengan nilai tegangan yang diukur menggunakan alat ukur referensi. Analisis ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat akurasi sistem pengukuran yang telah dirancang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini berhasil mendeteksi pola tegangan Hall pada semikonduktor melalui pengujian sistematis dengan variasi arus 0,001-1,035 mA dan tanpa pemberian gangguan medan magnet. Tegangan Hall mengalami peningkatan dari 1,4 mV sampai 4,8 mV seiring dengan kenaikan pemberian arus sampel. Pada kondisi tanpa gangguan medan magnet, hubungan antara arus listrik dan tegangan yang terukur menunjukkan pola peningkatan yang relatif linier, di mana tegangan meningkat dari 1,4 mV hingga 4,8 mV seiring dengan kenaikan arus dari 0,001 mA hingga 1,035 mA. Pola ini mencerminkan karakteristik resistif intrinsik material semikonduktor yang didominasi oleh efek hambatan listrik, bukan efek Hall.

Tabel 1. *Tegangan Hall terhadap Variasi Arus Sampel Tanpa Gangguan Medan Magnet*

No	Nilai Arus Sampel (mA)	Output Tegangan Hall (mV)
1	0,001	1,4
2	0,005	1,8
3	0,029	2,3
4	0,129	2,8
5	0,328	3,3
6	0,531	3.8
7	0,81	4,3
8	1,035	4,8

Selanjutnya pengukuran dilanjutkan dengan memberikan gangguan medan magnet sebesar 879 Gauss pada sistem. Pengukuran tegangan Hall yang dicatat baik melalui power supply maupun Arduino menampilkan pola peningkatan yang lebih halus jika dibandingkan dengan kondisi bebas pemberian medan magnet. Secara lengkap hasil pengukuran tegangan Hall disajikan pada tabel 2.

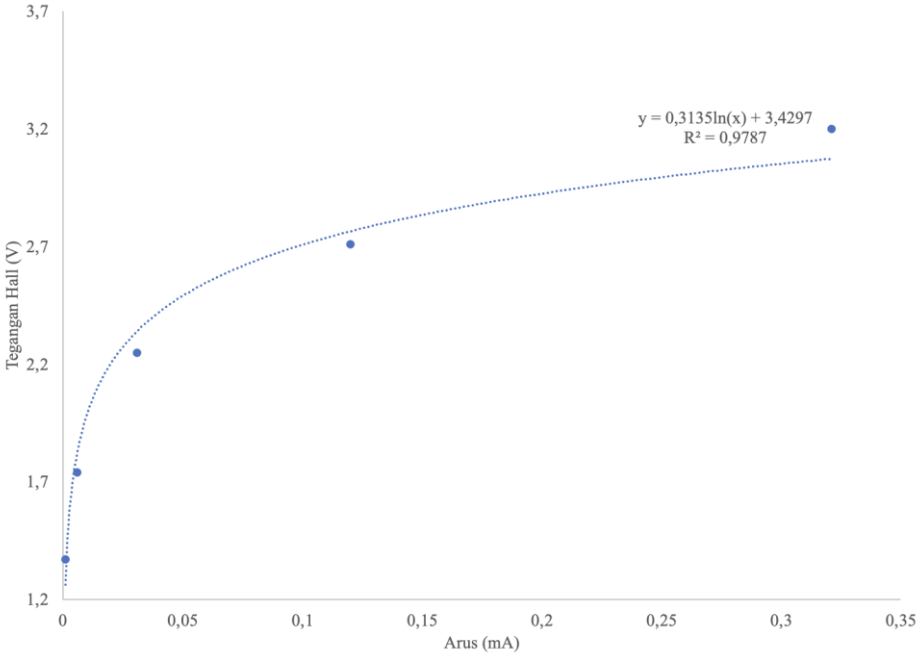
Tabel 2. *Tegangan Hall dengan Pemberian Medan Magnet*

No	Arus Sampel (mA)	Tegangan dari Power Supply (V)	Tegangan dari Arduino (V)	Error (%)
1	0,001	1,4	1,37	2,14
2	0,006	1,8	1,74	3,3
3	0,031	2,3	2,25	2,17
4	0,12	2,8	2,71	3,21
5	0,321	3,3	3,2	3,03

Nilai tegangan Hall pada Arduino umumnya sedikit lebih rendah akibat proses konversi digital-analog dibanding dengan nilai tegangan Hall pada power supply. Secara keseluruhan distribusi data pengukuran tetap selaras yang mengindikasikan adanya tambahan tegangan akibat interaksi magnetik yang berhasil dideteksi oleh sensor. Hal ini menunjukkan bahwa sistem prototipe mampu menangkap peristiwa efek Hall dengan sensitivitas yang memadai.

Hasil ini menunjukkan bahwa sistem akuisisi data berbasis Arduino UNO mampu membaca perubahan tegangan secara stabil dan konsisten. Stabilitas ini menjadi indikator bahwa integrasi sensor tegangan DC dengan mikrokontroler telah berjalan dengan baik, khususnya dalam meminimalkan *noise* dan fluktuasi sinyal. Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa sistem berbasis Arduino mampu melakukan akuisisi data secara real-time dengan tingkat kestabilan yang baik pada pengukuran berbasis sensor analog. Hal ini sejalan dengan berbagai penelitian yang menyatakan bahwa Arduino dapat digunakan sebagai sistem akuisisi data yang reliabel dan ekonomis untuk eksperimen laboratorium. Penelitian oleh (Vidal-Pardo, A., & Pindado, 2018)menunjukkan bahwa sistem akuisisi data berbasis Arduino memiliki tingkat akurasi yang baik dan hasil pengukurannya sebanding dengan perangkat komersial berpresisi tinggi setelah melalui proses kalibrasi yang tepat. Selain itu, (Karami, M., McMorrow, G., & Wang, 2018)juga melaporkan bahwa sistem akuisisi data berbasis Arduino mampu bekerja secara stabil dan andal dalam pemantauan data secara kontinu dengan berbagai sensor lingkungan.

Selanjutnya dilakukan analisis regresi dari hubungan antara arus listrik dengan tegangan Hall pada sensor yang terbaca pada mikrokontroler Arduino UNO. Gambar 2 memperlihatkan grafik hubungan dari kedua besaran tersebut. Hasil analisis regresi menunjukkan hubungan matematis antara arus dan tegangan Hall yang mengikuti persamaan: $y = 0{,}3135\ln(x) + 3{,}4297$ dengan nilai koefisien determinasi $R^2 = 0{,}9787$, yang menunjukkan tingkat kesesuaian yang sangat tinggi antara data eksperimen dan model matematis.



Gambar 2. *Grafik hubungan antara arus sampel dengan tegangan Hall*

Nilai R^2yang mendekati 1 mengindikasikan bahwa sistem memiliki kemampuan yang sangat baik dalam merepresentasikan fenomena fisika yang diukur. Selain itu, nilai rata-rata error sebesar 2,77% menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat akurasi yang cukup baik untuk skala laboratorium pendidikan. Nilai error ini masih berada dalam rentang yang dapat diterima untuk pengukuran eksperimen berbasis sensor.

Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa sistem berbasis Arduino mampu menghasilkan akurasi pengukuran dengan error relatif kecil, terutama setelah dilakukan proses kalibrasi yang tepat. (Septiana, R., Roihan, I., & Koestoer, 2020) melaporkan bahwa proses kalibrasi pada sistem akuisisi data berbasis Arduino dapat menurunkan error pengukuran secara signifikan hingga di bawah 1%. Selain itu, (Prastyadi, C., 2022) juga menemukan bahwa sistem pengukuran berbasis Arduino memiliki tingkat error yang relatif rendah, yaitu berkisar antara 0,06% hingga sekitar 3,98%, sehingga masih layak digunakan untuk aplikasi laboratorium.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem pengukuran efek Hall berbasis sensor tegangan DC yang terintegrasi dengan mikrokontroler Arduino UNO berhasil dirancang dan diuji dengan baik. Sistem ini mampu mendeteksi tegangan Hall pada sampel semikonduktor secara konsisten pada variasi arus listrik dan medan magnet yang diberikan. Selain itu, nilai rata-rata error sebesar 2,27% menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat akurasi yang cukup baik untuk digunakan dalam kegiatan eksperimen di laboratorium pendidikan. Meskipun terdapat selisih kecil antara pembacaan sensor dan alat ukur referensi, perbedaan tersebut masih dalam batas toleransi yang dapat diterima. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini dapat dijadikan sebagai alternatif instrumen pengukuran efek Hall yang sederhana, ekonomis, dan aplikatif. Sistem ini tidak hanya mendukung kegiatan penelitian dasar, tetapi juga berpotensi besar

sebagai media pembelajaran dalam memahami konsep efek Hall dan sifat kelistrikan semikonduktor di laboratorium pendidikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih penulis ucapkan kepada pimpinan Perguruan Tinggi, pimpinan Fakultas maupun pimpinan lingkup Jurusan/Prodi atas dukungan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Bagenda, D. N., & Rudati, P. S. (2020). . *Gema Teknologi*, *20(4)*(Akuisisi data menggunakan Labview dengan Arduino sebagai perangkat keras berbiaya rendah.), 105–112.

Bilal, M., Titan, F. T. S. F., & Yuliantoro, P. (2024). *Jurnal SINTA: Sistem Informasi Dan Teknologi Komputasi*, *1(3)*(Unjuk Kerja Sensor Hall Effect Untuk Penentuan Kuat Medan Magnet Acuan Jarak.), 147-152.

Boisandi, B., & Matsun, M. (2025). *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, *14(1)*(Implementasi Alat Ukur Kemagnetan Berbasis Microcontroller Arduino Uno Sebagai Media Pembelajaran Saintifik Untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains.), 1–8.

Dayana, I. (2024). *Guepedia.*, *Pengukuran Besaran Listrik*.

Firdaus, M. (20203). *DINAMIS*, *20(2 Desember)*, *Karakterisasi Pengaruh Penghalang Bola Besi Terhadap Medan Magnet, Untuk Pemanfaatan Alat Ukur Viskositas Fluida Metode Bola Jatuh Menggunakan Sensor Hall Effect UGN 3503*, 118–124.

Hidayatie, N., Indrasari, W., & Umiatin, U. (2017). *In Joint Prosiding IPS Dan Seminar Nasional Fisika*, *Vol. 6*, *pp*(Karakterisasi Sensor Hall Effect Sebagai Sensor Magnetik Pada Prototipe Penjelajah Pengukur Medan Magnet Dengan Sistem Kendali Android.).

Huda, M. B. R., & Kurniawan, W. D. (2022). *Jurnal Rekayasa Mesin*, *Analisa sistem pengendalian temperatur menggunakan sensor ds18b20 berbasis mikrokontroler arduino*, 18–23.

Karami, M., McMorrow, G., & Wang, L. (2018). *Journal of Building Engineering.*, *Continuous monitoring of indoor environmental quality using an Arduino-based data acquisition system.*

Krisyanti, K., Pratiwi, C. N., & Purwanti, P. (2025a). N. *In SINASIS (Seminar Nasional Sains)*, *Vol. 6*, *No*.

Krisyanti, K., Pratiwi, C. N., & Purwanti, P. (2025b) *In SINASIS (Seminar Nasional Sains)*, *Vol. 6*, *No*(Pengembangan Kalorimeter Sederhana Berbasis Akuisisi Data Real–Time Menggunakan Arduino IDE).

Lumempow, G. S., dkk. (2025). *Lontar Physics Today*, *4(1)*(Perancangan Alat Ukur Kuat Medan Magnet Berbasis Arduino Uno Menggunakan Sensor UGN-3503), 027–036.

Noer, Z., & Dayana, I. (2021) *Buku Fisika Dan Teknologi Semikonduktor Guepedia*.

Pramesti, I. A., Khoiri, N., & Kurniawan, A. F. (2025a). *Unnes Physics Education Journal*, *14(2)*(Transformasi Digital Eksperimen Pesawat Atwood melalui Integrasi Sensor dan Otomatisasi Data Berbasis Python), 147-156.

Pramesti, I. A., Khoiri, N., & Kurniawan, A. F. (2025b). *Unnes Physics Education Journal*, *14(2)*(Transformasi Digital Eksperimen Pesawat Atwood melalui Integrasi Sensor dan Otomatisasi Data Berbasis Python.), 147–156.

Prastyadi, C., et. a. (2022). *Indonesian Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics*, *Analysis of the accuracy of temperature sensors at the calibrator incubator laboratory are equipped with data storage based on Internet of Thing*.

Putri, M. E., & Wildian, W. (2017). *Jurnal Fisika Unand*, *6(4)*(Rancang Bangun Alat Ukur Rapat Arus Elektrodeposisi Berbasis Arduino Uno R3 dengan Sensor Efek Hall UGN3503), 336–340.

Rosman, A., Zahir, A., Sarwinda, E., & Suherman, A. W. (2019). *Indonesian Journal of Fundamental Sciences, 5(2)*(Perancangan Sistem Monitoring Kualitas Air (Suhu dan Salinitas) Lahan Budidaya Rumput Laut Menggunakan Mikrokontroler), 81–88.

Septiana, R., Roihan, I., & Koestoer, R. (2020). *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences.*, *Testing a calibration method for temperature sensors in different working fluids*.

Taqy, I. M., Anis, S., & Akbar, H. R. (2025). *Jurnal Kajian Ilmiah Dan Teknologi Teknik Mesin*, *10(1)*, 113–120.

Telaumbanua, S. A. A., & Telaumbanua, J. (2025). *Jurnal Ilmu Ekonomi, Pendidikan Dan Teknik, 2(3)*(Analisis Literatur Tentang Fisika Zat Padat Dalam Pegembangan Teknologi Semikonduktor), 1–7.

Vidal-Pardo, A., & Pindado, S. (2018). *Sensors, 18.*, *Design and development of a 5-channel Arduino-based data acquisition system (ABDAS) for experimental aerodynamics research*.

Yudhistira, Y., & Wibowo, P. (2019). *Prosiding Semnastek.*, *Pengukuran Medan Magnetik Helmholtz Coil Melalui Konversi Tegangan Efek Hall.*