

Prototype Alat Pengukuran Daya DC Berbasis IoT Arduino NodeMCU

Nurul Akma¹, Sevinatul Nazati², Muhammad Iswandi Wahyu³, Khairil Anwar⁴, Linda Sekar Sari⁵, Hamzah⁶

^{1,2,3,4,5,6} Pendidikan Fisika FKIP, Universitas Muhammadiyah Mataram

Jl. KH Ahmad Dahlan No.1, Pagesangan, Kec. Mataram, Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat, 83115.

Email: akma78507@gmail.com, sevinatulnazati99276@gmail.com, iswandiwhyu@gmail.com,
khairila593@gmail.com, bindasekarutami@gmail.com, hamzahpfis@gmail.com

ABSTRAK

Artikel ini menjelaskan tentang perancangan prototype alat pengukuran daya DC berbasis IoT Arduino NodeMCU. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur daya DC yang terintegrasi dengan teknologi IoT untuk memantau dan mengontrol daya DC secara online. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian pengembangan eksperimen dengan merancang alat Prototype pengukuran daya DC menggunakan Arduino NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler, sensor INA219 untuk mengukur arus dan tegangan listrik dan modul komunikasi IoT Blynk. Pengujian dilakukan dengan menggunakan Motor DC dan memvariasikan resistansi tegangan dan arus untuk mengukur besar kekuatan daya pada Motor DC. Hasil pengujian menunjukkan bahwa daya yang dihasilkan dari Pth sebesar 0,26 W hingga 1,14 W dan Pmax berkisar 0,29 W hingga 0,39 W. Untuk itu, prototype alat pengukuran daya DC dapat membantu memantau dan mengontrol Daya DC secara online secara efektif. Selain itu, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi untuk pengembangan teknologi Arduino dan IoT lainnya.

Kata kunci: Arduino NodeMCU ESP8266, modul sensor INA219, Motor DC

ABSTRACT

This article explains the design of an IoT Arduino NodeMCU-based DC power meter prototype. This study aims to measure the power of DC integrated with IoT technology to monitor and control it online. This DC power meter prototype uses an INA219 sensor, Arduino NodeMCU ESP8266, and an IoT Blynk communication module. Testing was carried out using a DC motor, and voltage and current were varied to measure the power output of the DC motor. The test results show that the power generated from Pth is 0.26 W to 1.14 W, and Pmax ranges from 0.29 W to 0.39 W. For this reason, the DC power meter prototype can help monitor and control DC Power online effectively. In addition, the results of this study can be used as a reference for developing Arduino and other IoT technologies.

Keywords: Arduino NodeMCU ESP8266, INA219 sensor module, DC motor

Pendahuluan

Teknologi Tepat Guna (TTG) merupakan teknologi yang dirancang dan dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan spesifik berupa teknologi yang membantu dan mempermudah pekerjaan manusia. TTG telah membuktikan sebagai solusi yang efektif dan efisien untuk mempermudah berbagai kegiatan manusia dalam mengembangkan alat prototype, bahkan menggantikan peran manusia dalam beberapa fungsi tertentu. Dengan demikian, TTG hadir menjadi salah satu bagian contoh nyata dari pengembangan teknologi yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kualitas teknologi pada kehidupan manusia. Untuk itu, proses pengembangan TTG harus didorong pada pengembangan untuk memenuhi kebutuhan manusia yang terus berkembang dan berubah.

Adanya kemajuan teknologi yang pesat saat ini telah membuka peluang bagi pengembangan metode pembelajaran yang lebih efektif dan efisien, terutama dalam bidang pendidikan fisika. Dengan memanfaatkan teknologi, pembelajaran fisika dapat menjadi lebih menarik dan interaktif. Salah satu contoh pengembangan teknologi dalam pendidikan fisika adalah perancangan alat peraga pengukuran listrik yang dapat membantu lebih mudah dan efektif memahami konsep-konsep dasar listrik, seperti tegangan, arus, dan daya [1].

Adapun manfaat perancangan alat pengukuran energi Listrik yaitu untuk mengetahui potensi adanya tegangan dan arus yang mengalir pada beban listrik. Pada beban energi listrik dibagi menjadi 2 jenis sumber energi Listrik

yaitu Listrik Alternating current (AC) dan direct current (DC) [2]. Penggunaan energi listrik ini telah menjadi hal yang mutlak seiring dengan perkembangan teknologi elektronika [3]. Untuk Energi listrik DC, apabila dihubungkan dengan sumber beban listrik yaitu tegangan dan arus, maka akan menghasilkan daya Listrik. Untuk mengukur Arus Listrik yang berada pada sumber beban atau hambatan diperlukan sensor yang dapat memantau dan mengontrol beban Listrik tersebut.

Adapun sumber beban dari penelitian ini di bebaskan pada motor DC dan LED, dimana hasil pengukuran tegangan dan arus Listrik DC, apakah motor DC tersebut bisa digunakan atau tidak berdasarkan spesifikasi produk. Pengukuran dan pemantauan tegangan dan arus listrik pada motor DC yang menghasilkan daya listrik yang bersumber pada industri masih sering dilakukan secara manual. Proses ini rentan terhadap kesalahan karena faktor human error, sehingga menjadi kurang efektif dan efisien dalam memantau dan mengontrol daya DC [4].

Untuk monitoring Pengukuran daya DC yang akurat dan efisien sangat diperlukan untuk system kinerja kelistrikan dapat dilakukan secara real-time yang lebih akurat dan efisien dengan memanfaatkan perangkat teknologi Internet of Things (IoT). Penggunaan aplikasi IoT sebagai display monitoring daya yang menghubungkan Arduino NodeMCU sebagai platform pengembangan dan diprogramkan menggunakan Bahasa pemrograman melalui software Arduino [5], [6], [7]. IoT yang menghubungkan prosesor ESP8266 pada fitur Arduino NodeMCU [8], [9]. NodeMCU merupakan sebuah platform yang bersifat open source yang menggabungkan ESP8266 ke dalam sebuah board mikrokontroler yang terintegrasi dengan Wi-Fi [5], [10].

Dengan menggunakan Arduino NodeMCU, pengukuran daya DC dapat dilakukan secara lebih akurat dan efisien, serta dapat diintegrasikan dengan sistem kelistrikan yang lain. Untuk pengukuran yang akurasi perlu menggunakan modul sensor INA219 yang terhubung pada Arduino NodeMCU, supaya arus dan tegangan terbaca pada aplikasi IoT [11]. Sensor INA219 merupakan sensor untuk mengukur arus dan tegangan yang dikembangkan oleh Texas, menghubungkan koneksi modul sensor dengan mikrokontroler Arduino NodeMCU ESP8266 [12].

Studi pendahuluan pada penelitian dengan Perancangan dan Analisis Sistem Alat Ukur Arus Listrik Menggunakan Sensor ACS712 Berbasis Arduino Uno Dengan Standard Clampmeter, diperoleh bahwa rancangan alat menggunakan Arduino uno, terdapat pengukuran daya dan arus menggunakan LCD I2C [2]. Selanjutnya, penelitian dengan judul Rancang Bangun Power Meter Berbasis Arduino. Penggunaan modul sensor ZMPT101B sebagai pendeteksi keluaran tegangan dan modul tipe ZMCT103C untuk keluaran arus. Hasil dari kedua sensor pengukuran tersebut yang terkoneksi dengan Arduino, menggunakan display LCD I2C sebagai pembaca nilai arus dan tegangan [13].

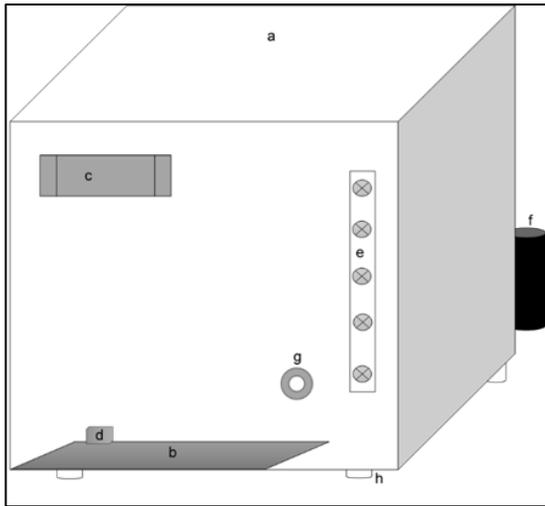
Dari pembacaan studi pendahuluan [2] dan [13] terhadap teknik penelitian dan pengambilan data. Penelitian tersebut memiliki kesamaan dalam pengembangan sistem pengukuran arus dan daya listrik menggunakan Arduino dan display LCD I2C, namun berbeda dalam hal sensor yang digunakan yaitu sensor ACS712 pada penelitian pertama dan kombinasi sensor ZMPT101B serta ZMCT103C pada penelitian kedua, serta berbeda dalam fokus penelitian. Penelitian pertama berfokus pada pengukuran arus listrik dan penelitian kedua pada pengukuran daya listrik secara lebih komprehensif. Sedangkan penelitian ini membuat rancangan Prototype Alat Pengukuran Daya DC Berbasis IoT Arduino NodeMCU berfokus pada pengukuran daya DC menggunakan sensor INA219 dan display lewat LCD I2C dengan kombinaasin display IoT menggunakan aplikasi Blynk.

Metode Penelitian

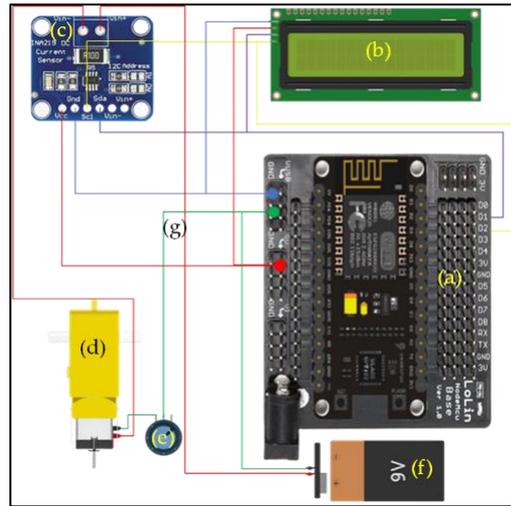
Prosedur Eksperimen

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pendidikan Fisika FKIP Universitas Muhammadiyah Mataram tahun 2025 dengan tujuan untuk merancang alat pengukuran Daya DC. Proses penelitian ini melibatkan beberapa tahap, yaitu identifikasi kebutuhan dan masalah yang ingin diselesaikan, perancangan prototype serta pengujian dan evaluasi hasilnya untuk memastikan bahwa alat yang dikembangkan dapat memenuhi standar yang diinginkan.

Untuk mengatasi keterbatasan yang ada pada studi pendahuluan, dirancanglah sebuah alat yang dapat memenuhi kebutuhan pengukuran tegangan dan arus pada beban listrik dengan lebih akurat dan efektif. Alat ini dirancang dengan menambahkan beberapa komponen, seperti display LCD I2C dan display Blynk IoT, serta sensor INA219 untuk mengukur tegangan dan arus. Selain itu, potensiometer juga dipasang sebagai pengatur hambatan pada daya listrik. Pembuatan alat disusun seperti pada rancangan Gambar 1. Sedangkan perancangan komponen Arduino Node MCU disusun seperti pada Gambar 2. Dengan demikian, alat ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan pengukuran tegangan dan arus pada beban listrik dengan lebih akurat dan efektif.



Gambar 1. Skema alat pengukuran DC, (a) Kotak akrilik, (b) Board & NodeMCU, (c) LCD I2C, (d) Sensor INA219, (e) LED, (f) Motor DC, (g) Potensiometer, (h) Bantalan akrilik



Gambar 2. Skema rangkaian Arduino, (a) Board & Arduino NodeMCU ESP8266, (b) LCD I2C 16X2, (c) Sensor INA219, (d) Motor DC, (e) Potensiometer, (f) Baterai/adaptor, (g) Kabel jumper

Adapun alat dan bahan yang disusun sesuai gambar 1 dan 2 adalah sebagai berikut:

- Kotak yang berbahan akrilik berfungsi sebagai tempat penyimpanan mekanik Arduino NodeMCU Esp8266.
- Board dan NodeMCU berfungsi untuk memudahkan koneksi Arduino IDE dengan NodeMCU dan perangkat sensor serta komponen seperti yang terlihat pada gambar 2
- Sensor INA219 berfungsi mengukur daya yang dikonsumsi oleh perangkat elektronik dengan mengalikan nilai arus dan tegangan yang diukur
- Motor DC dan LED berfungsi untuk mengukur beban tegangan dan arus Listrik
- Potensiometer untuk mengatur nilai tegangan, arus, dan hambatan pada beban listrik yang ada pada beban listrik (Dinamo dan LED).
- Bantalan akrilik berfungsi sebagai penyangga kotak akrilik seperti yang tertera pada gambar 1
- Kabel jumper berfungsi untuk menghubungkan rangkaian pada pin-pin arduino board NodeMCU
- Baterai/adaptor berfungsi untuk mengubah jenis koneksi listrik dari AC ke DC.

Proses Perancangan

Hal yang pertama yang dilakukan yaitu menyiapkan alat dan bahanya yang akan didesain dan pasang seperti pada keterangan gambar 1 dan 2. Kemudian memotong bahan akrilik untuk cover alat dengan ketebatan 3 mm menggunakan gergaji dengan ukuran 15 cm x 12 cm sebanyak 4 buah dan 12 x 12 cm sebanyak 2 buah, kemudian di amplas pinggir agar lebih halus. Selanjutnya melubangi bebera titik akrilik untuk menaruh komponen elektronik seperti pada gambar 2. Selanjutnya memasang potongan akrilik seperti pada gambar 1 menggunakan lem sebagai perekat antar potongan satu dengan lainnya. Koneksikan NodeMCU di pasang pada Board dengan modul LCD I2C sesuai dengan Pin. Kemudian koneksikan Board NodeMCU dengan sensor INA219. 2 koneksi modul Pin dijelaskan pada keterangan table 1.

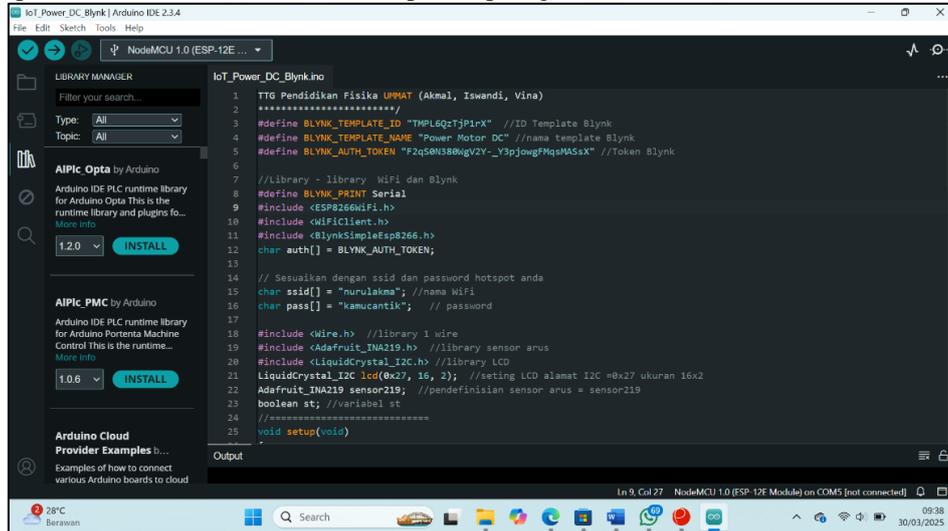
Tabel 1. Koneksi Pin Boud NodeMCU dengan LCD I2C dan INA219

No.	Bord NodeMCU	LCD I2C 16x2	Sensor INA219
1.	D1 (SCL)	SCL	SCL
2.	D2 (SDA)	SDA	SDA
3.	5 V	VCC	VCC
4.	GND	GNG	GND

Penggunaan sensor INA219 memiliki Akurasi Tinggi dalam mengukur arus dan tegangan DC dengan Komunikasi I2C dan sangat mudah diintegrasikan dengan mikrokontroler NodeMCU di bandingkan dengan sensor lain seperti Sensor ACS712 yang memiliki akurasi yang lebih rendah dan sensor ZMPT101B dan ZMCT103C hanya dapat mengukur tegangan dan arus AC, namun tidak dapat digunakan untuk mengukur daya DC. Sensor INA219 memiliki akurasi pengukuran arus sekitar $\pm 0,5\%$ dengan rentang pengukuran arus hingga 0-3,2 A dan tegangan hingga 26 V. Sementara itu, sensor

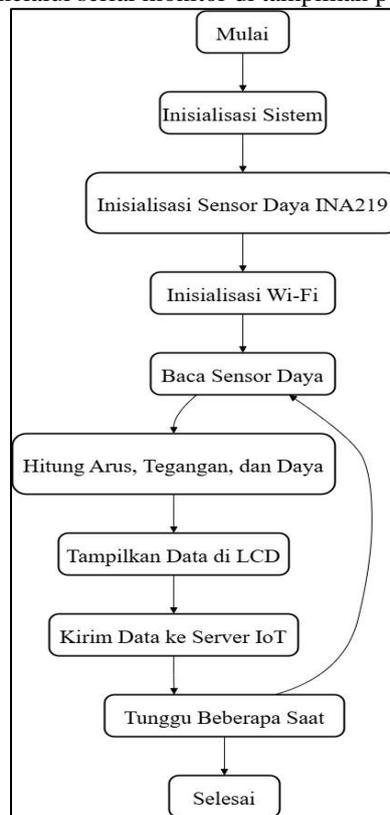
ACS712 memiliki akurasi pengukuran arus sekitar $\pm 1,5\%$. Dalam hal presisi, Sensor INA219 memiliki keunggulan karena dapat mengukur arus dan tegangan dengan lebih akurat, terutama pada rentang arus yang lebih rendah.

Selanjutnya, konesikan input INA219 dengan arus yang diukur. Kemudian memasang beban elektronik arus DC yang diukur pada Motor DC dan Lampu LED. Pasang potensiometer sebagai pengatur arus yang mengalir pada Motor DC. Menyiapkan power suplay (Baterai). Kemudian memasang kabel USB melalui computer untuk proses program pada software Arduino IDE 2.3.4 di tampilkan pada gambar 3.



Gambar 3. Tampilan Bahasa program pada software Arduino

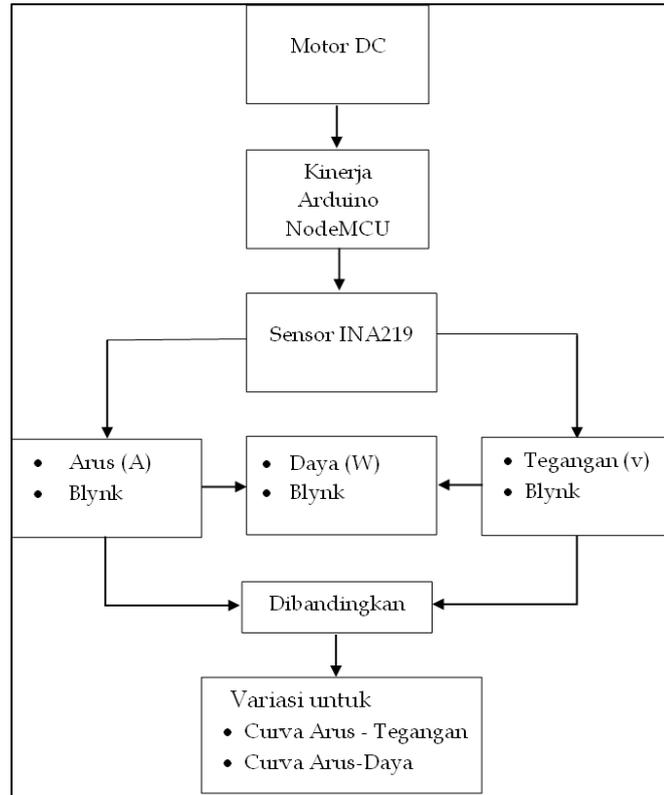
Selanjutnya, menginstal software library kedalam Arduino seperti Blynk, Adafruit_INA219, UniversalTelegramBot, Arduinojson dan LiquidCrystal_I2C. Untuk IoT Power DC menginstal aplikasi Blynk lewat android Play Store, kemudia membuka browser pada computer, masuk ke akun Blynk <https://blynk.io>. Kemudian, membuat aplikasinya dengan memulai dari pendaftaran akun menggunakan email serta membuat komponen control. Berikut adalah diagram alur dari perangkat lunak untuk memunculkan nilai arus Listrik melalui serial monitor di tampilkan pada gambar 4



Gambar 4. Diagram alir pengujian

Metode Analisis Data

Proses pengambilan data penelitian untuk nilai tegangan dan arus pada beban mengikuti skema pada gambar 5.



Gambar 5. Skematik eksperimen dan analisis data

Medan listrik pada motor DC yang menghasilkan daya Listrik timbul akibat karena adanya perbedaan potensial listrik antara kutub-kutub magnetik. hal inilah timbul tegangan dan arus yang menghasilkan daya listrik untuk melakukan kerja pada motor DC dan LED di rumuskan pada persamaan 1.

$$P_i = V_i I_i \tag{1}$$

dengan P_i daya (watt,W), V_i tegangan (volt, V) I_i arus (ampere, A) [14]. Dari daya Medan Listrik diperoleh Daya teoritis motor DC yaitu daya yang dihasilkan oleh motor DC untuk mengetahui jika tidak ada kerugian daya akibat gesekan, kehilangan energi dan efisiensi motor di rumuskan pada persamaan 2 [15].

$$P_{th} = V_{oc} I_{sc} \tag{2}$$

dengan daya teoretis P_{th} (watt), open circuit voltage V_{oc} (volt) Dan short-circuit current I_{sc} (ampere).

Nilai V_{oc} , I_{sc} , V_{max} dan I_{max} diperoleh dari kurva $V-I$ hasil fitting data (V_i, I_i) menurut fungsi *natural exponential* yang dianalisis menggunakan fotware logger pro dirumuskan pada persamaan 3,

$$y = A \exp^{-Cx} + B \tag{3}$$

dengan, $x=I$, $y=V$ dan A, C, B merupakan koefisien *fitting* dari persamaan (3). Nilai I_{sc} diperoleh dari titik potong kurva terhadap sumbu x dan V_{oc} diperoleh dari titik potong kurva terhadap sumbu y . Dengan memasukkan $x=0$ pada persamaan (3) untuk I_{sc} dan $y = 0$ untuk V_{oc} maka diperoleh:

$$I_{sc} = A + B \tag{4}$$

Sedangkan persamaan V_{oc}

$$V_{oc} = -\frac{1}{C} \ln\left(\frac{B}{A}\right) \tag{5}$$

mengalikan persamaan (4) dengan persamaan (5), diperoleh nilai daya teoritisnya persamaan (1). Untuk Daya maksimum diperoleh dari perkalian tegangan (x_i) dan arus (y_i) kemudian di ambil dari nilai yang paling besar, dirumuskan pada persamaan 4.

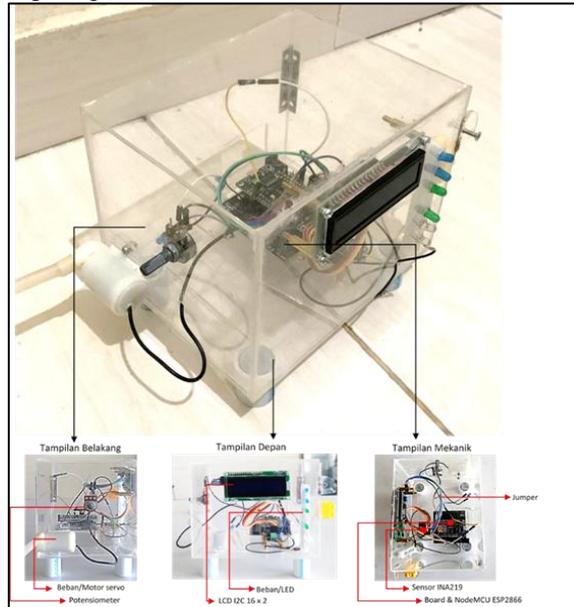
$$P_{max} = V_{max} I_{max} \tag{6}$$

dengan, P_{max} daya maksimum, V_{max} tegangan dari daya keluaran maksimum dan I_{max} sebagai arus dari daya keluaran maksimum.

Hasil Dan Pembahasan

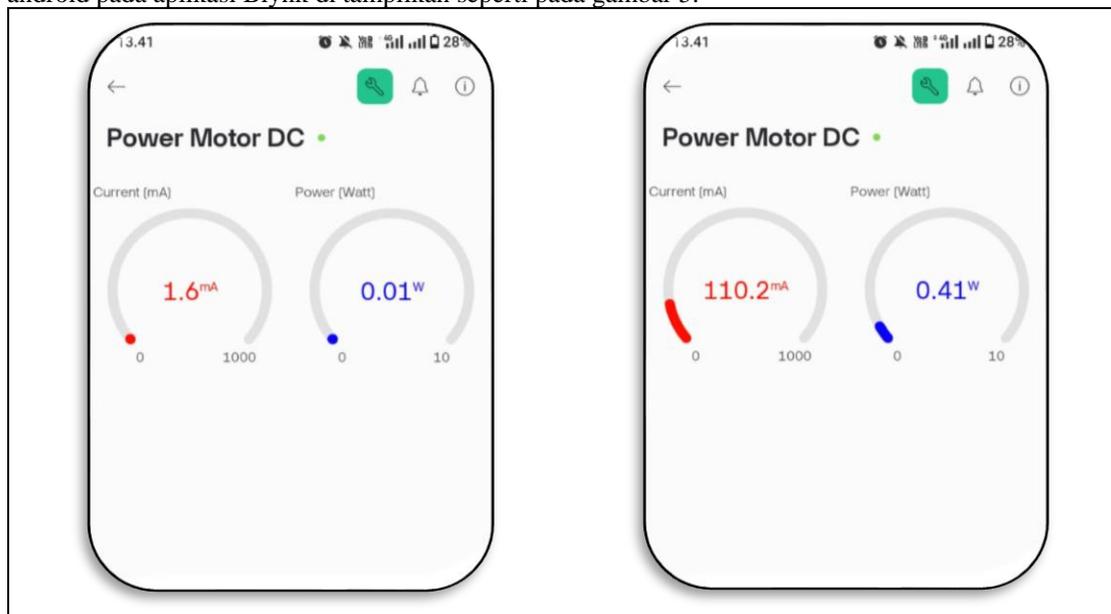
Hasil Perancangan

Hasil desain dan rancangana Prototype Alat Pengukuran Daya DC berbasis IoT dengan arduino NodeMCU ditampilkan pada seperti gambar 5.



Gambar 6. Prototype Alat Pengukuran Daya DC

Untuk Nilai daya pengukuran yang dihasilkan dari monitoring IoT secara online menggunakan android pada aplikasi Blynk di tampilan seperti pada gambar 5.

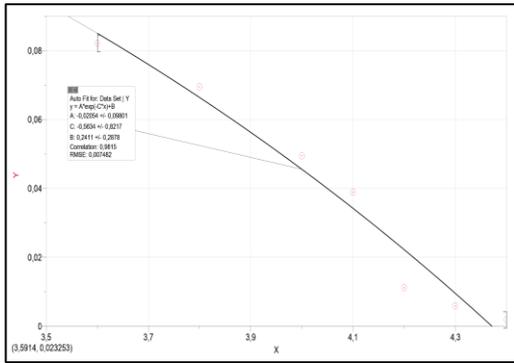


Gambar 7. Tampilan nilai arus dan daya pada Blynk

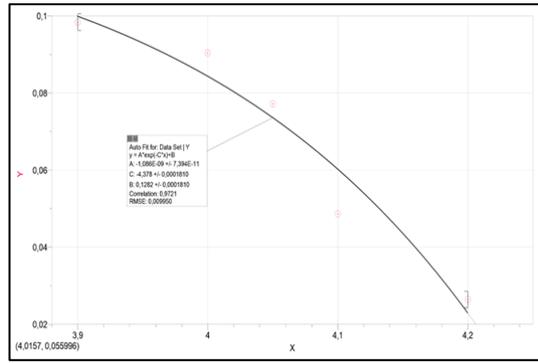
Penyajian Analisa Data

Hasil pengurun arus dan tegangan pada beban motor DC dan LED pada Alat Pengukuran Daya DC berbasis IoT dengan arduino NodeMCU dibantu fitting data menggunakan software Logger Pro untuk menentukan kurva Arus (A)-Tegangan (V) ditampilkan pada gambar tersebut. Logger Pro dan model fitting eksponensial digunakan dalam penelitian untuk menganalisis dan memvisualisasikan data pengukuran arus dan tegangan DC dari sensor INA219. Sedangkan model eksponensial digunakan untuk memodelkan hubungan antara arus dan tegangan DC berdasarkan data yang telah diperoleh. Validasi model eksponensial dilakukan dengan perbandingan antara data yang diperoleh dengan data yang

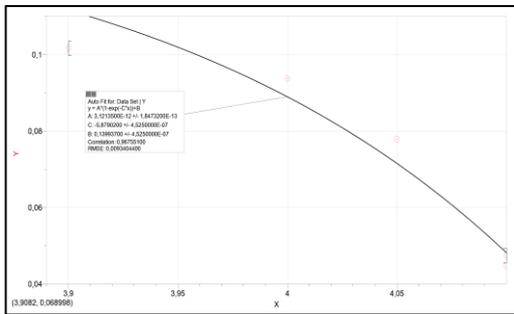
diprediksi oleh model, penggunaan statistik seperti koefisien determinasi (R^2) untuk menentukan seberapa baik model dapat data. Hasil fitting data ditampilkan seperti pada gambar tersebut,



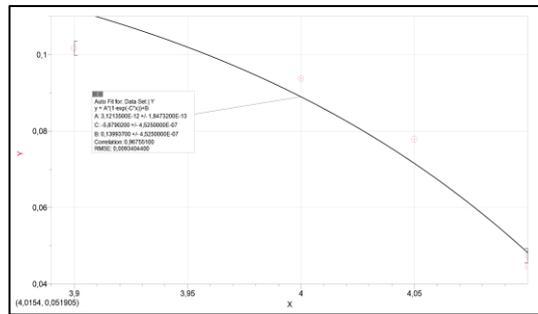
Gambar 8. Fitting data logger pro pada I-V dari Motor DC



Gambar 9. Fitting data logger pro pada I-V dari Motor DC dan LED 1



Gambar 10. Fitting data logger pro pada I-V dari Motor DC dan LED 2



Gambar 11. Fitting data logger pro pada I-V dari Motor DC dan LED 3

Kemudian Fitting data pada gambar 8, 9, 10 dan 11, dilakukan variasi arus dan tegangan yang dengan memvariasikan resistensi pada potensiometer. Selanjutnya hasil grafik pada logger pro di cantumkan fungsi eksponensial dengan correlatian R^2 tampilan pada Tabel 3

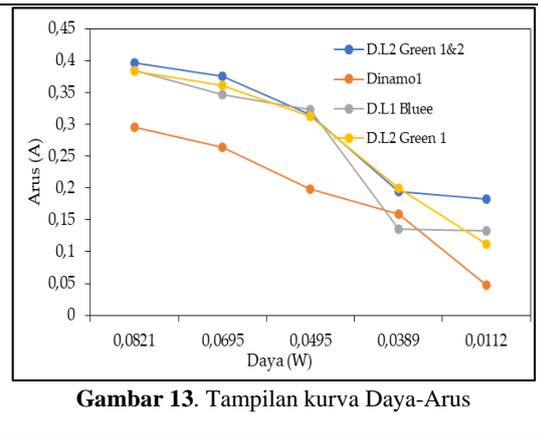
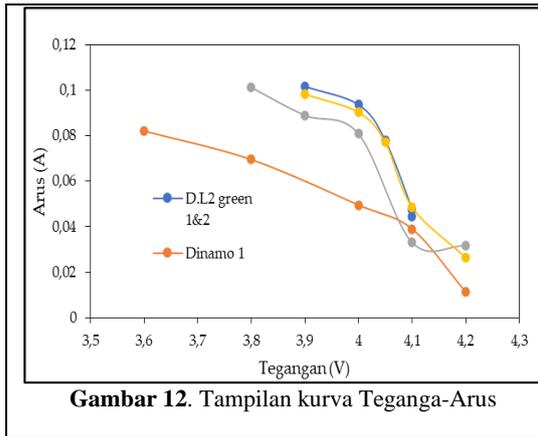
Tabel 2. Fungsi eksponensial (fungsi y)

No.	Variasi Data	Fungsi eksponensial ($y=A*exp^{-C}+B$)	Hasil fitting data (R^2)
1.	Motor DC	$y= -0,02054*exp^{-0,5634*x}+0,24$	0,98
2.	Motor DC & 1 LED Blue	$y= -4,306E-08*exp^{-(-3,472*x)}+0,12$	0,99
3.	Motor DC & 1 LED Green	$y= -1,086E-09*exp^{-(-4,378*x)}+0,13$	0,97
44	Motor DC & 2 LED Green	$y= 3,121E-12*exp^{-5,879*x}+0,14$	0,96

Pada tabel 2 menunjukkan bahwa pengukuran fitting data menunjukkan bahwa nilai rata-rata R-square (R^2) sebesar 0,98, pengukuran ini menandakan bahwa terdapat hubungan yang sangat kuat antara arus dan tegangan pada alat pengukuran daya DC berbasis IoT Arduino NodeMCU. Oleh karena itu, bahwa pengukuran dengan alat tersebut menunjukkan konsistensi dengan akurasi yang sangat tepat.

Dengan memvariasikan resistansi beban, arus dan tegangan yang direkam di antara kutub Motor DC. Penggabungan Kurva arus dan tegangan pada masing-masing data yang direkam dan ditampilkan seperti pada gambar 12 dan kurva daya terhadap arus ditunjukkan seperti pada gambar 13.

Gambar 12 menunjukkan bahwa daya motor DC dan LED berbagai arus dan tegangan yang diperoleh dengan perhitungan yang diperoleh dari tegangan sumber dari Arduino yang dikenakan pada kutub motor DC. Dengan memvariasikan resistansi beban sehingga menghasilkan arus dari 0 A hingga 0,04 A kemudian merekan tegangan dari 3,5 V hingga 4,3 V. Pada gambar 13 P_{max} ditentukan sesuai dengan dengan posisi puncak yang diperoleh dari tegan dan arus, dicantumkan pada table 3.



Tabel 3. Daya Pth dan Pmax

No.	Fungsi eksponensial ($y=A*exp^{-C}+B$)	V_{oc} (V)	I_{sc} (A)	P_{th} (W)	P_{max} (W)
1.	$y = -0,02054 * exp^{-0,5634 * x} + 0,24$	4,37	0,26	1,14	0,29
2.	$y = -4,306E-08 * exp^{-(-3,472 * x)} + 0,12$	4,28	0,12	0,52	0,38
3.	$y = -1,086E-09 * exp^{-(-4,378 * x)} + 0,13$	4,24	0,12	0,54	0,38
4.	$y = 3,121E-12 * exp^{-5,879 * x} + 0,14$	4,17	1,40	0,58	0,39

Dari tabel 3 tampak bahwa semakin besar arus yang mengalir pada motor DC, semakin besar daya yang dihasilkan. Hal ini konsisten dengan frasa yang telah melakukan penelitian tentang menggunakan aplikasi Blynk yang dapat mengontrol perangkat seperti Motor DC, LED menggunakan sensor INA219 dengan Arduino dengan mengevaluasi nilai daya yang berkisaran 0,05 hingga 0,36 dan kesimpulannya adalah semakin besar arus yang mengalir semakin besar daya maksimum yang dicapai [16], [17].

Berdasarkan table 3, daya teoritis (P_{th}) diperoleh dari open circuit voltage (V_{oc}) dan short circuit current (I_{sc}) pada persamaan 2, sehingga menghasilkan 0,52 W hingga 1,14 W. Dengan demikian, mengukur daya teoritis pada motor DC dapat membantu meningkatkan kinerja dan efisiensi motor. Untuk daya maksimum (P_{max}) yang diperoleh dari arus maksimum (I_{max}) dan Tegangan maksimum (V_{max}) pada persamaan 6, menunjukkan variasi pengukuran yang ditentukan dari puncak tertinggi 0,29 W hingga 0,39 W.

Prototype Alat Pengukuran Daya DC Berbasis IoT Arduino NodeMCU ini memiliki beberapa limitasi yang perlu diperhatikan. Rentang tegangan yang dapat diukur oleh alat ini hanya mencapai sampai 26 V sedangkan arus yang dapat diukur 0-3,2 A, maka alat ini tidak dapat digunakan untuk mengukur tegangan dan arus yang lebih besar. Selain itu, sensor INA219 yang digunakan memiliki akurasi $\pm 0,5\%$ dari nilai sebenarnya, sehingga ada kemungkinan kesalahan pengukuran. Aplikasi Blynk yang digunakan untuk memantau data pengukuran juga memiliki keterbatasan jumlah perangkat yang dapat terhubung dan bergantung pada koneksi internet untuk mengirimkan data pengukuran.

Simpulan

Penelitian ini berhasil merancang prototype alat pengukuran daya DC berbasis IoT Arduino NodeMCU. Aplikasi IoT yang digunakan yaitu Blynk. Modul Sensor daya yang direkam dari sumber arus dan tegangan menggunakan modul sensor INA219 yang terkoneksi dengan Arduino NodeMCU ES8266. Hasil pengujian menunjukkan bahwa *prototype* alat pengukuran daya DC ini dapat mengukur daya Pth dengan rentang 0,26 W hingga 1,14 W dan Pmax berkisar 0,29 W hingga 0,39 W. Dengan demikian, *prototype* alat pengukuran daya DC ini dapat membantu memantau dan mengontrol daya DC secara online dengan pemakaian yang efektif, serta dapat digunakan sebagai referensi untuk pengembangan teknologi IoT lainnya. Selain itu, penelitian ini juga berkontribusi pada pengembangan teknologi IoT berbasis edukasi, khususnya dalam bidang pengukuran dan pengendalian daya DC, sehingga dapat membantu meningkatkan pemahaman dan keterampilan siswa dalam bidang teknologi informasi dan komunikasi.

Daftar Pustaka

- [1] F. Aulia' Alifteria and M. Anggaryani, "Pengembangan Media Pembelajaran Alat Peraga Pada Materi Konversi Energi Gerak Menjadi Energi Listrik Untuk Siswa Sma Kelas X."
- [2] S. N. Hutagalung and M. Panaitan, "Pembelajaran Fisika Dasar Dan Elektronika Dasar (Arus, Hambatan Dan Tegangan Listrik) Menggunakan Aplikasi *Matlab* Metode *Simulink*", *Jurnal Ikatan Alumni Fisika Universitas Negeri Medan*, vol. 4, no. 3, pp. 1-5, 2018
- [3] T. P. Satya, F. Puspasari, H. Prisyanti, and E. R. Meilani Saragih, "Perancangan Dan Analisis Sistem Alat Ukur Arus Listrik Menggunakan Sensor Acs712 Berbasis Arduino Uno Dengan Standard Clampmeter," *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, vol. 11, no. 1, pp. 39–44, 2020, doi: 10.24176/simet.v11i1.3548.
- [4] H. Susanto, "Desain Dan Implementasi Pemantau Tegangan Dan Arus Motor Dc Menggunakan Konsep Internet of Things (Iot)," *Jurnal Teknik STTKD*, vol. 5, no. 1, pp. 5–12, 2018.
- [5] A. Kumar K, G. Akhil, M. Ghani Basha, and V. Gopal, "Introdution To Nodemcu Using Arduino Platform," *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering Impact Factor*, vol. 8, no. 1, 2025, doi: 10.17148/IJARCC.2025.14151.
- [6] D. Kadukar, R. Kamdi, V. Bende, D. Dhumane, S. Shahane, and S. Sondkar, "IoT Based Smart Energy Meter."
- [7] Y. Hendrian, "Perancangan Alat Ukur Suhu Tubuh Dan Hand Sanitizer Otomatis Berbasis IOT," *Jurnal Infortech*, vol. 3, no. 1, pp. 33–39, 2021, doi: 10.31294/infortech.v3i1.10392.
- [8] Y. Singh Parihar and Y. S. Parihar, "Internet of Things and Nodemcu A review of use of Nodemcu ESP8266 in IoT products," *JETIR*, 2019. [Online]. Available: www.jetir.org
- [9] K. Thopate, S. Shilaskar, and S. Bhatlawande, "An Internet of Things based Solar Power Monitoring System using Node MCU," *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication*, vol. 11, no. 10s, pp. 708–714, Oct. 2023, doi: 10.17762/ijritcc.v11i10s.7709.
- [10] M. F. Pela and R. Pramudita, "Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Berbasis Internet Of Things Pada Rumah Dengan Menggunakan Aplikasi Blynk," *Infotech: Journal of Technology Information*, vol. 7, no. 1, pp. 47–54, Jun. 2021, doi: 10.37365/jti.v7i1.106.
- [11] H. Arief, K. Universitas, M. Raja, and A. Haji, "Analisis Konsumsi dan Fluktuasi Arus dan Daya pada Mikrokontroler Menggunakan Sensor INA219," 2560, doi: 10.31629/sustainable.v11i1.4610.
- [12] "Zero-Drift, Bi-Directional CURRENT/POWER MONITOR with I 2 C™ Interface Check for Samples: INA219 1FEATURES," 2008. [Online]. Available: www.ti.com.
- [13] I. Zulkarnain Nasibu, W. Musa, and A. Riana Haras, "Rancang Bangun Power Meter Berbasis Arduino," vol. 4, 2022.
- [14] "Fisika Dasar II-Mikrajuddin Abdullah".
- [15] M. Toifur, "Determination of Fill Factor and Efficiency in Solar Cell Type (99 × 69) mm 2 with Arduino Uno R3 Based Drive assisted by Logger Pro 3.14.1," 2019.
- [16] Tri Sulistyorini, Nelly Sofi, and Erma Sova, "Pemanfaatan Nodemcu Esp8266 Berbasis Android (Blynk) Sebagai Alat Alat Mematikan Dan Menghidupkan Lampu," *Jurnal Ilmiah Teknik*, vol. 1, no. 3, pp. 40–53, 2022, doi: 10.56127/juit.v1i3.334.
- [17] M. Hariyadi, E. K. Pramartaningthyas, S. Ma, and M. A. Salam, "Rancang Bangun Prototype Sistem Kontrol Suhu dan Monitoring PH Air pada Aquarium Benih Ikan Lele Dumbo Menggunakan Arduino UNO dan NodeMcu Berbasis Internet Of Things (IoT)," vol. 02, no. 01, pp. 57–68, 2024.