

# Implementasi Alat Peraga Hukum Asas Black Menggunakan Sensor DS18B20 Berbasis Mikrokontroler

Gigieh Priambodo<sup>1\*</sup>, Aditiya Herlambang Saputra<sup>2</sup>, Maheswara Hani Rapidya Kusuma<sup>3</sup>, Rudi Susanto<sup>4</sup>, Triyono<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa

<sup>1\*</sup> [230103165@mhs.udb.ac.id](mailto:230103165@mhs.udb.ac.id)

<sup>2</sup> Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa

<sup>2</sup> [230103154@mhs.udb.ac.id](mailto:230103154@mhs.udb.ac.id)

<sup>3</sup> Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa

<sup>3</sup> [230103066@mhs.udb.ac.id](mailto:230103066@mhs.udb.ac.id)

<sup>4</sup> Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa

<sup>4</sup> [rudi\\_susanto@udb.ac.id](mailto:rudi_susanto@udb.ac.id)

<sup>5</sup> Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa

<sup>5</sup> [triyono@udb.ac.id](mailto:triyono@udb.ac.id)

**Abstrak**— Perkembangan teknologi mikrokontroler dan Internet of Things (IoT) memberikan kesempatan besar untuk membuat media pembelajaran fisika yang lebih inovatif dan menarik. Penelitian ini bertujuan untuk membuat dan menggunakan alat bantu pembelajaran Hukum Asas Black dengan memanfaatkan teknologi IoT, yaitu melalui mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan sensor suhu DS18B20. Metode penelitian mencakup beberapa tahap, mulai dari menentukan konsep, melakukan studi rangkaian, mempersiapkan komponen, sampai merancang perangkat keras seperti diagram kabel dan diagram blok, serta merancang perangkat lunak dengan menggunakan framework Laravel dan menerapkan protokol komunikasi MQTT. Suhu air panas, air dingin, dan air campuran diukur oleh tiga sensor DS18B20 tahan air, kemudian ditampilkan langsung di layar LCD 16x2 dan dikirim secara langsung ke dashboard web yang bisa digunakan oleh guru dan mahasiswa. Hasil uji sensor menunjukkan kemampuan mengukur yang cukup akurat, dengan selisih rata-rata antara hasil pengukuran sensor dan termometer standar sebesar 1,1 derajat Celsius. Dalam pengujian Asas Black, ditemukan perbedaan rata-rata sebesar 1,15°C antara suhu campuran yang diukur oleh sensor dengan suhu yang dihitung secara teori, karena adanya kehilangan kalor ke lingkungan sekitar. Pengujian terhadap sistem web menunjukkan bahwa semua fitur pemantauan secara real-time berjalan dengan baik. Alat peraga ini cocok dan bisa digunakan dengan baik sebagai media praktikum fisika yang modern, akurat, dan interaktif.

**Kata kunci**— Hukum Asas Black, IoT, NodeMCU ESP8266, DS18B20, Laravel, MQTT

**Abstract**— The growth of microcontroller technology and the Internet of Things (IoT) creates great chances to design new and engaging tools for learning physics. This study is focused on creating and putting into action a system that uses IoT technology based on the Asas Black Law, using the NodeMCU ESP8266 microcontroller along with DS18B20 temperature sensors. The research method includes defining the concept, studying the circuit, preparing the components, designing the hardware (like wiring and block diagrams), and developing the software using the Laravel framework along with the MQTT communication protocol. The temperature of hot water, cold water, and mixed water is measured by three waterproof DS18B20 sensors. The readings are shown on a 16x2 LCD screen and sent in real time to a web dashboard that can be used by both teachers and students. The sensor test results show that it works well, with an average difference of 1.1 degrees Celsius when compared to a standard thermometer. In the Asas Black experiment, there was a difference of about 1.15 degrees Celsius between the temperature measured by the sensor and the temperature calculated theoretically, which happened because some heat was lost to the environment. Web system testing shows that all real-time monitoring features work properly. The learning tool that was created works well and is helpful for use as a modern, precise, and engaging physics lab instrument.

**Keywords**— Asas Black Law, IoT, NodeMCU ESP8266, DS18B20, Laravel, MQTT

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi mikrokontroler dan Internet of Things (IoT) memberikan kesempatan besar untuk membuat media belajar fisika yang lebih menarik dan tepat [1], [2]. Salah satu sensor yang sering digunakan dalam sistem pemantauan suhu adalah DS18B20 karena memiliki tingkat presisi yang cukup baik, menggunakan komunikasi digital 1-Wire, dan mudah dihubungkan dengan perangkat mikrokontroler seperti NodeMCU [3]. Sensor DS18B20 digunakan dalam berbagai sistem pengukuran suhu yang berbasis IoT, menunjukkan kemampuannya untuk membaca suhu secara real-time dan stabil, sehingga cocok digunakan dalam alat peraga pembelajaran fisika [4] [5] [6].

Dalam belajar fisika, Hukum Asas Black adalah konsep yang penting, yang menjelaskan bahwa panas yang dilepaskan oleh benda yang suhunya lebih tinggi sama dengan panas yang diterima oleh benda yang suhunya lebih rendah, sampai tercapai keadaan seimbang panas [3]. Untuk memahami konsep ini, siswa perlu melakukan praktikum agar bisa memperhatikan langsung bagaimana kalor berpindah dan suhu berubah [3]. Penggunaan kalorimeter berbasis sensor suhu memudahkan pengukuran suhu dengan lebih tepat dibandingkan cara pengamatan manual, sehingga membuat praktikum lebih efektif [3] [4].

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini menggunakan alat peraga Hukum Asas Black yang dilengkapi sensor DS18B20 berbasis mikrokontroler agar lebih mudah dalam mengamati perubahan suhu pada campuran air panas dan air dingin. Sistem yang dibuat diharapkan dapat menampilkan data suhu secara langsung, meningkatkan akurasi hasil pengukuran, serta membantu siswa memahami konsep keseimbangan termal dan cara berpindahnya kalor dengan lebih sederhana. Selain itu, penggunaan teknologi digital dalam alat peraga juga membantu menciptakan media pembelajaran yang lebih inovatif dan selaras dengan perkembangan teknologi pendidikan yang ada saat ini [1] [2].

## II. METODOLOGI PENELITIAN

### A. Menentukan Konsep

Tahap menentukan konsep sebagai langkah pertama dalam penelitian untuk membuat alat peraga Hukum Asas Black yang menggunakan mikrokontroler. Pada tahap ini ditentukan tujuan sistem, yaitu membuat alat yang dapat mengukur suhu air panas, air dingin, dan campuran secara langsung menggunakan sensor DS18B20. Selain itu, dilakukan pengecekan kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak yang akan digunakan dalam proses pembuatan alat tersebut. NodeMCU ESP8266 dipilih sebagai mikrokontroler karena mampu memproses data dengan baik dan mudah digunakan untuk pemrograman. Sistem ini dirancang agar data suhu yang didapat dari sensor dapat diolah dan ditampilkan langsung, sehingga memudahkan pengguna dalam memantau perubahan suhu selama proses mencampur air sesuai dengan prinsip Hukum Asas Black.

### B. Mempelajari Rangkaian

Setelah konsep ditentukan, dilakukan penelitian dan evaluasi terhadap rangkaian elektronika yang akan digunakan. Tahap ini mencakup pemahaman tentang sifat-sifat sensor DS18B20, NodeMCU ESP8266, serta cara komponen-komponen tersebut saling terhubung agar sistem berjalan sesuai dengan desain yang ditentukan.

### C. Menyiapkan Alat dan Bahan

Pada tahapan ini, penulis mengumpulkan komponen yang diperlukan dalam penelitian, baik dari sensor maupun microcontroller jenis apa yang akan digunakan. Untuk mencari komponen, penulis mencari baik dari toko online maupun offline di toko yang menjual alat elektronik khusus. Berikut ini alat dan bahan yang akan digunakan untuk membuat proyek tersebut.

#### A. NodeMCU ESP8226

NodeMCU adalah papan pengembangan yang menggunakan mikrokontroler ESP8266 dan dirancang untuk memudahkan pembuatan sistem Internet of Things (IoT) dengan fitur koneksi Wi-

Fi yang sudah terdapat di dalamnya. Di mana bentuk fisik komponen ini dapat dilihat pada Gambar 1. Perangkat ini bertindak sebagai pengendali utama yang bisa menerima, memproses, dan mengirim data melalui jaringan internet [3], [5]. NodeMCU bisa diatur menggunakan bahasa C/C++ dengan bantuan Arduino IDE atau platform pengembangan lainnya, dan juga bisa menggunakan berbagai jenis protokol komunikasi seperti UART, SPI, dan I2C [4], [7]. Selain itu, NodeMCU bekerja dengan tegangan sebesar 3,3 volt, memiliki kecepatan clock 80 MHz, memori flash dengan kapasitas sekitar 4 MB, dan beberapa pin masukan/keluaran digital yang bisa digunakan untuk menghubungkan berbagai sensor dan aktuator. Pemrograman yang mudah, ukuran yang kecil, penggunaan daya yang tidak terlalu besar, serta harganya yang cukup terjangkau membuat NodeMCU sering digunakan dalam penelitian maupun pembuatan sistem pemantauan dan otomasi berbasis IoT [4], [8].



Gambar 1. NodeMCU ESP8226

### B. Board HW-389

HW-389 NodeMCU Base Board V1.0 adalah papan tambahan yang dibuat untuk membantu pengguna dalam memanfaatkan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dalam berbagai proyek Internet of Things (IoT) [2]. Di mana bentuk fisik dari papan ekspansi ini dapat dilihat pada Gambar 2. Board ini memberikan jalur distribusi tegangan 3,3 volt, 5 volt, dan Ground (GND) di setiap pin, sehingga memudahkan penggunaan sensor, aktuator, dan modul pendukung lainnya tanpa perlu menggunakan kabel tambahan yang banyak. Selain itu, HW-389 juga memiliki koneksi DC Jack sebagai sumber daya eksternal dan susunan pin yang kompatibel dengan

NodeMCU ESP8266. Menggunakan board ini bisa membuat rangkaian lebih rapi, memudahkan proses pembuatan prototipe, dan mengurangi kemungkinan kesalahan dalam pemasangan kabel pada sistem IoT [2], [9].



Gambar 2. Board HW-389

### C. Sensor DS18B20

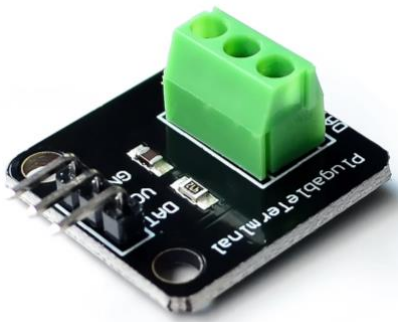
DS18B20 adalah sensor suhu digital yang bisa mengukur suhu di sekitar dengan presisi yang baik, di mana bentuk fisik serta konfigurasi pin dari komponen ini dapat dilihat pada Gambar 3. Sensor ini bekerja dengan menggunakan protokol komunikasi 1-Wire, sehingga hanya membutuhkan satu jalur data untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler [1], [6]. DS18B20 dapat mengukur suhu dari -55 derajat Celsius sampai +125 derajat Celsius, dan memiliki tingkat keakuratan  $\pm 0,5$  derajat Celsius pada suhu antara -10 derajat Celsius hingga +85 derajat Celsius. Sensor ini sering digunakan dalam sistem pemantauan suhu yang berbasis Internet of Things (IoT) karena mudah diintegrasikan, memakan daya yang sedikit, dan mampu menghubungkan beberapa sensor dalam satu jalur komunikasi [5], [10]. Dalam penelitian ini, sensor DS18B20 digunakan untuk mengukur suhu di kandang ayam secara langsung dan mengirimkan hasil pengukurannya ke mikrokontroler NodeMCU ESP8266 agar diproses lebih lanjut [8].



Gambar 3. Sensor DS18B20

#### D. Pluggable Terminal

Pluggable Terminal adalah jenis koneksi listrik yang memudahkan dan melindungi pengguna dalam menghubungkan sensor DS18B20 ke rangkaian elektronik, di mana wujud fisik dari blok terminal ini dapat dilihat pada Gambar 4. Konektor ini memiliki terminal berupa sekrup yang bisa dilepas dan dipasang kembali tanpa harus melakukan penyolderan langsung di papan rangkaian. Menggunakan terminal yang bisa dipasang memberikan kemudahan saat menginstal, merawat, dan mengganti sensor apabila terjadi kerusakan. Dalam penelitian ini, pluggable terminal digunakan sebagai alat penghubung antara sensor DS18B20 dengan NodeMCU ESP8266, sehingga membuat proses pemasangan kabel lebih rapi, stabil, dan memudahkan dalam menenji sistem tersebut[

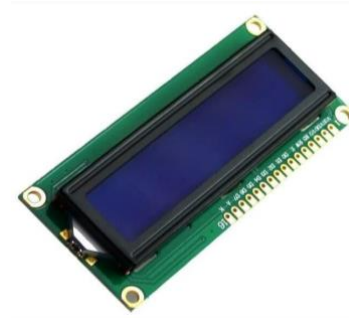


Gambar 4. Pluggable Terminal

#### E. LCD 16x2

LCD (Liquid Crystal Display) 16x2 adalah perangkat yang digunakan untuk menampilkan informasi dalam bentuk huruf dan angka, di mana wujud fisik dan susunan karakter layarnya dapat dilihat pada Gambar 5. LCD ini bisa menampilkan 16 karakter di dua baris, sehingga sering dipakai pada sistem mikrokontroler untuk

menunjukkan data sensor, kondisi perangkat, atau informasi lainnya secara langsung [4], [6]. LCD 16x2 memiliki daya yang irit dan bisa terhubung ke mikrokontroler melalui antarmuka paralel atau modul I2C agar penggunaan pin lebih hemat. Dalam penelitian ini, layar LCD 16x2 digunakan untuk menampilkan informasi tentang suhu di kandang, status kipas, serta status lampu yang diperoleh dari sistem pemantauan berbasis IoT.



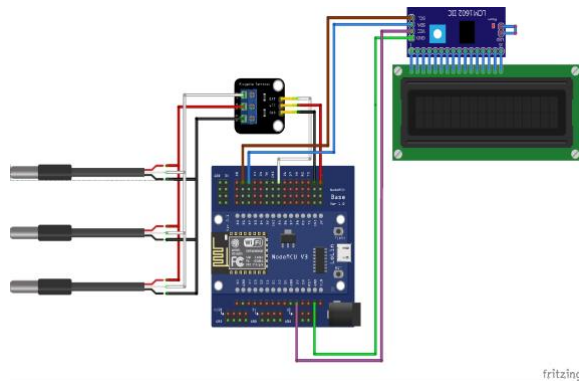
Gamabar 5. LCD 16x2

#### D. Desain dan perancangan

Dalam tahapan ini kita membuat diagram pengkabelan terlebih dahulu untuk membuat alat yang akan kita buat itu seperti apa bentuknya. nanti, setelah menentukan diagram blok untuk mengetahui dari mana semua berawal dan berakhir dan juga tempat input dan outputnya berada di mana saja, setelah itu. kita membuat sebuah flowchart untuk dasar coding program sebelum membuat codingan untuk mengotomasi microcontroller dengan komponen lainya saling terhubung. di bawah ini kami akan menunjukkan design dan perancangan dalam membuat project kami secara terperinci.

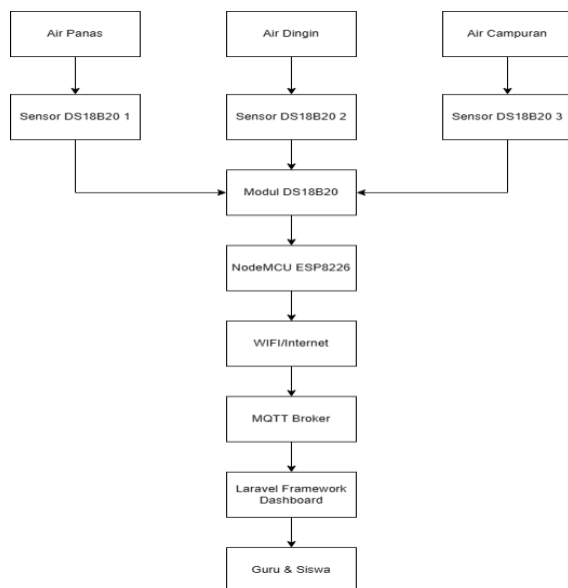
##### A. Membuat Rancangan Perangkat Keras

Untuk rancangan awal yaitu membuat design wiring atau pengkabelan yang bertujuan untuk perancangan tata letak dan koneksi yang efisien, mengoptimalkan kinerja sistem, mengidentifikasi potensi masalah dan memastikan input dan output yang pada komponen yang tepat untuk mendapatkan hasil yang lebih maksimal.



Gambar 6. Diagram per kabelan

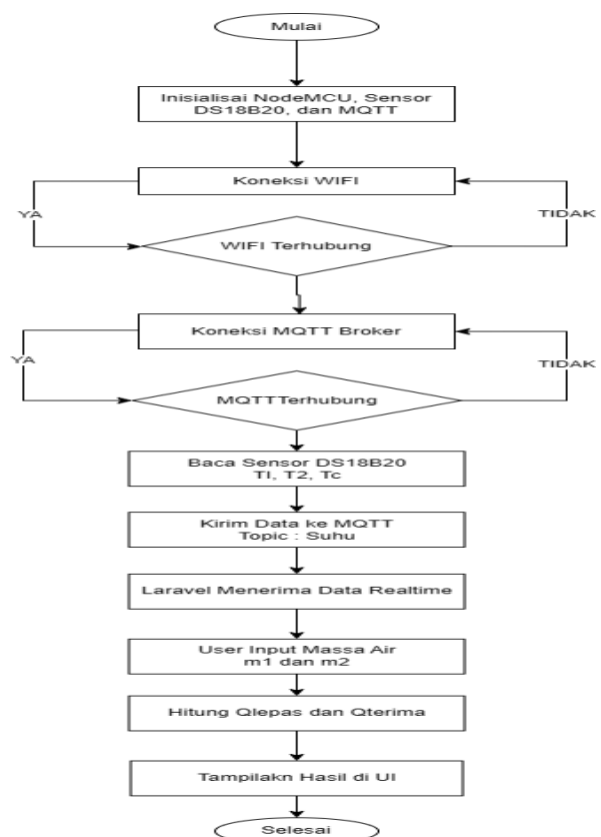
Setelah itu, dibuatlah sebuah diagram blok yang bertujuan untuk menampilkan struktur keseluruhan dari alat berjalan mulai dari awal hingga akhir. Diagram ini menjadi alat penting dalam manajemen proyek karena bisa membantu meningkatkan pemahaman dan memastikan pelaksanaan proyek berjalan lancar.



Gambar 7. Diagram Blok

Membuat flowchart adalah langkah penting sebelum membuat program karena flowchart digunakan untuk menunjukkan bagaimana sistem bekerja yang nantinya akan diterapkan pada alat peraga Hukum Asas Black. Dengan menggunakan flowchart, proses pemrograman bisa dilakukan dengan lebih rapi dan membantu dalam mengetahui cara kerja setiap komponen yang digunakan. Dalam penelitian ini, digunakan

flowchart untuk menunjukkan langkah-langkah pembacaan suhu oleh sensor DS18B20, setelah itu data suhu tersebut dikirim dan diproses oleh mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Setelah data selesai diproses, hasil pengukuran suhu ditampilkan di layar LCD 16×2 secara langsung, sehingga pengguna bisa mengawasi perubahan suhu selama proses mencampur air panas dan air dingin. Flowchart juga berguna untuk menunjukkan langkah-langkah proses mulai dari sistem dinyalakan, membaca sensor, memproses data, sampai hasil pengukuran ditampilkan di layar LCD.

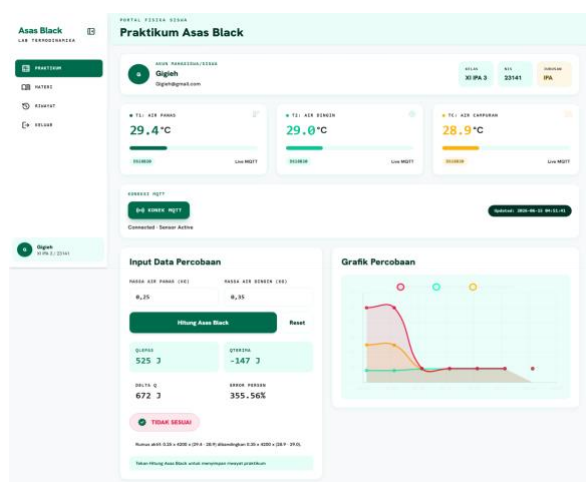


Gambar 8. Flowchart Proses Pengukuran Suhu Menggunakan Sensor DS18B20 pada Alat Peraga Hukum Asas Black

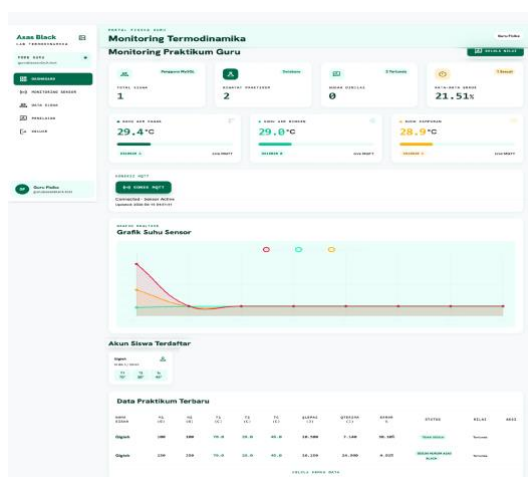
### B. Membuat Rancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak pada penelitian ini berfokus pada pengembangan antarmuka web berbasis framework Laravel untuk menampilkan data hasil monitoring suhu serta mengelola parameter perhitungan kalor secara real-time tanpa perlu memuat ulang (refresh) halaman. Komunikasi data antara mikrokontroler

NodeMCU ESP8266 dengan antarmuka web dilakukan melalui protokol MQTT berarsitektur publish-subscribe, di mana data suhu dari sensor DS18B20 dipublikasikan oleh ESP8266 ke MQTT Broker lalu diteruskan ke website sebagai Subscriber untuk divisualisasikan kepada pengguna. Untuk mendukung proses pembelajaran yang terstruktur di laboratorium fisika, perangkat lunak ini dilengkapi sistem manajemen pengguna multi-role yang membagi hak akses menjadi Guru (Instruktur) dan Siswa (User).



Gambar 9. Tampilan Mahasiswa



Gambar 10. Tampilan Guru

Gambar 10 dan Gambar 11. Tampilan Mahasiswa dan Guru. Gambar 10 dan Gambar 11 menampilkan tampilan antarmuka sistem

praktikum termodinamika yang menggunakan Internet of Things (IoT), yang bisa diakses oleh mahasiswa dan guru melalui situs web. Pada tampilan mahasiswa, sistem menampilkan informasi suhu secara langsung dari beberapa sensor DS18B20, fitur untuk memasukkan data percobaan, hasil perhitungan berdasarkan Asas Black, serta grafik perubahan suhu yang membantu mahasiswa dalam mengamati dan menganalisis selama praktikum berlangsung. Sementara itu, pada bagian tampilan guru ditampilkan dashboard pemantauan yang lebih lengkap, yaitu berupa informasi mengenai jumlah praktikum, jumlah siswa, tingkat keberhasilan praktikum, data suhu sensor secara langsung, grafik hasil bacaan sensor, serta tabel riwayat data pengukuran yang disimpan dalam basis data. Kedua tampilan tersebut dibuat agar mendukung proses praktikum secara terpadu, sehingga mahasiswa bisa melakukan pengamatan dan menganalisis data dengan lebih mudah, sementara guru bisa memantau, mengevaluasi, dan mencatat hasil praktikum secara lebih efektif dan efisien.

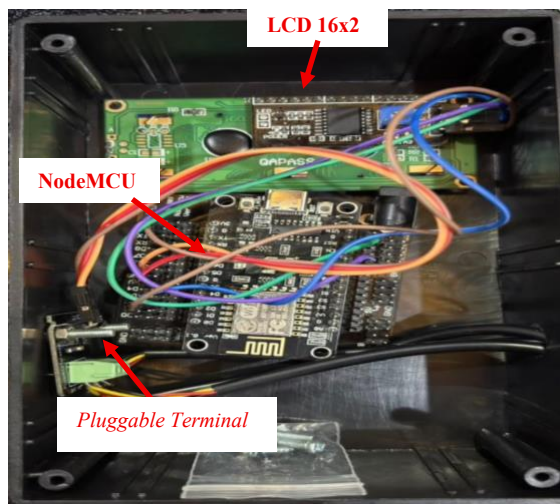
### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Implementasi Sistem

Sistem diimplementasikan dengan merangkai semua komponen perangkat keras ke dalam sebuah kotak kontrol yang berperan sebagai pusat pengolahan data serta pemantauan suhu, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 12. Kotak kontrol dibuat dari casing plastik hitam yang bertujuan melindungi komponen elektronik dari kerusakan fisik sekaligus membuat tampilan lebih rapi dan memudahkan penggunaan. Di bagian depan kotak kontrol terdapat layar LCD berukuran 16×2 yang digunakan untuk menampilkan langsung hasil bacaan suhu dari sensor, sehingga pengguna bisa memantau kondisi sistem tanpa perlu membuka aplikasi web.



Gambar 12. Implementasi Sistem



Gambar 13. Implementasi Sistem Dari Dalam

Pada Gambar 12 dan Gambar 13 terlihat implementasi perangkat praktikum Asas Black berbasis Internet of Things (IoT) yang terdiri atas sebuah kotak kontrol dengan tiga sensor suhu DS18B20 waterproof yang terhubung melalui kabel. Ketiga sensor tersebut digunakan untuk mengukur suhu pada tiga titik pengamatan yang berbeda selama percobaan berlangsung, yaitu suhu air panas, suhu air dingin, dan suhu campuran setelah proses pencampuran dilakukan. Penggunaan sensor DS18B20 waterproof memungkinkan pengukuran suhu pada media cair dilakukan secara aman dan akurat. Di dalam kotak kontrol terdapat mikrokontroler sebagai pusat pengolahan data yang terintegrasi dengan

modul komunikasi Wi-Fi, regulator daya, dan rangkaian pendukung lainnya. Data suhu yang diperoleh dari sensor diproses oleh mikrokontroler kemudian ditampilkan secara real-time pada LCD 16×2 yang terpasang pada bagian depan perangkat. Selain ditampilkan secara lokal, data juga dikirimkan melalui jaringan internet ke server untuk disimpan dalam basis data dan ditampilkan pada aplikasi web monitoring yang dapat diakses oleh guru maupun mahasiswa. Berdasarkan hasil implementasi yang ditunjukkan pada gambar, seluruh komponen telah terintegrasi dengan baik dan mampu menjalankan fungsi pengukuran, pengolahan, penyimpanan, serta pengiriman data suhu secara real-time. Bentuk perangkat yang ringkas dan portabel memudahkan pengguna dalam pelaksanaan praktikum maupun proses pengambilan data, sehingga sistem yang dikembangkan dapat mendukung kegiatan praktikum Asas Black secara lebih efektif, modern, dan sesuai dengan konsep Internet of Things (IoT).

### B. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan agar bisa memastikan apakah alat peraga Hukum Asas Black yang sudah dibuat berjalan dengan baik atau tidak, menggunakan sensor DS18B20, layar LCD ukuran 16×2, dan sistem pemantauan melalui internet. Pengujian dilakukan dengan membandingkan suhu yang terbaca dari sensor DS18B20 pada kondisi air panas, air dingin, dan campuran air. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memahami seberapa tepat sensor dalam mengukur suhu dan memastikan bahwa data yang didapat bisa tampil dengan jelas pada layar LCD 16×2 serta halaman web secara real-time. Hasil uji menunjukkan bahwa sensor DS18B20 bisa mengukur suhu dengan baik dan menghasilkan angka yang hampir sama dengan termometer standar, dengan perbedaan rata-rata masih dalam batas yang tidak masalah. Perbedaan hasil pengukuran bisa terjadi karena waktu respons sensor, tempat di mana pengukuran dilakukan, serta kondisi lingkungan saat uji dilakukan.

Tabel 1 . Hasil Pengujian Sensor DS18B20

| Kondisi Air | Termometer Referensi (°C) | DS18B20 (°C) | Selisih (°C) |
|-------------|---------------------------|--------------|--------------|
| Panas       | 70,0                      | 71,2         | 1,2          |
| Dingin      | 15,0                      | 16,0         | 1,0          |
| Campuran    | 42,0                      | 43,1         | 1,1          |

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 1. Sensor DS18B20 memberikan pengukuran yang hampir sama dengan termometer referensi, dengan rata-rata perbedaan sebesar 1,1 derajat Celsius. Dalam pengukuran air panas terdapat perbedaan suhu sebesar 1,2°C, air dingin 1,0°C, dan air campuran 1,1°C. Perbedaan antara nilai hasil pengukuran masih dalam tingkat yang bisa diterima ketika digunakan sebagai alat bantu belajar. Perbedaan yang terjadi bisa dipengaruhi oleh waktu respons sensor, tempat pengukuran, dan kondisi lingkungan saat pengujian. Sebab itu, sensor DS18B20 bisa digunakan untuk mengukur perubahan suhu dalam percobaan Hukum Asas Black dengan cukup tepat dan stabil.

Tabel 2. Pengujian Pencampuran Air (Asas Black)

| Suhu Air Panas (°C) | Suhu Air Dingin (°C) | Suhu Campuran Teori (°C) | Suhu Campuran Sensor (°C) | Selisih |
|---------------------|----------------------|--------------------------|---------------------------|---------|
| 70,0                | 20,0                 | 45,0                     | 46,1                      | 1,1     |
| 68,0                | 22,0                 | 45,0                     | 46,2                      | 1,2     |
| 72,0                | 18,0                 | 45,0                     | 46,0                      | 1,1     |
| 66,0                | 24,0                 | 45,0                     | 46,0                      | 1,3     |

Berdasarkan hasil uji pada Tabel 2. Suhu campuran yang terukur dengan sensor DS18B20 memiliki perbedaan rata-rata sebesar 1,15°C dibandingkan dengan suhu campuran yang teori. Selisih terkecil didapatkan dalam pengujian ketiga yaitu 1,0°C, sedangkan selisih terbesar terjadi pada pengujian keempat dengan nilai 1,3°C. Perbedaan tersebut bisa terjadi karena hilangnya panas ke sekitar, waktu yang dibutuhkan sensor untuk merespons, dan campuran air yang tidak merata. Meskipun begitu, hasil pengukuran sensor DS18B20 tetap menunjukkan nilai yang hampir mendekati suhu campuran sesuai dengan teori Hukum Asas Black, sehingga alat peraga yang telah dikembangkan bisa digunakan untuk memudahkan proses pembelajaran.

Tabel 3. Pengujian Website

| Skenario Pengujian                            | Hasil    |
|-----------------------------------------------|----------|
| Menampilkan data suhu air panas pada website  | Berhasil |
| Menampilkan data suhu air dingin pada website | Berhasil |
| Menampilkan data suhu campuran pada website   | Berhasil |
| Memperbarui data suhu secara realtime         | Berhasil |

Pengujian website dilakukan agar sistem pemantauan bisa menampilkan data suhu yang didapat dari sensor DS18B20 secara baik. Pengujian mencakup kemampuan website dalam menampilkan suhu air panas, air dingin, dan air campuran serta memperbarui data secara real time. Berdasarkan hasil uji yang terlihat pada Tabel 3. Seluruh fitur situs web bisa berjalan lancar tanpa ada hambatan. Data suhu yang dikirim oleh sistem berhasil tampil di halaman website secara tepat dan secara langsung, sehingga website bisa digunakan sebagai sarana pemantauan dalam percobaan Hukum Asas Black.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, alat peraga Hukum Asas Black yang menggunakan sensor DS18B20, LCD 16×2, dan website berhasil dibuat, diterapkan, serta bekerja sesuai dengan tujuan penelitian. Sistem yang dibuat bisa mengukur suhu air panas, air dingin, dan campuran secara langsung dalam waktu nyata menggunakan sensor DS18B20. Data hasil pengukuran kemudian ditampilkan di layar LCD 16x2 dan situs web pemantauan, sehingga pengguna bisa melihat perubahan suhu secara langsung selama melakukan praktikum. Integrasi antara sensor, layar LCD, dan situs web menunjukkan bahwa sistem berjalan dengan baik dalam mendukung kegiatan belajar fisika yang lebih interaktif dan mudah dipahami.

Hasil uji sensor DS18B20 terhadap termometer standar menunjukkan bahwa sensor tersebut memiliki tingkat presisi yang memadai dengan rata-rata perbedaan pengukuran sekitar 1,1 derajat Celsius. Nilai perbedaan tersebut masih termasuk dalam batas yang bisa diterima untuk

digunakan sebagai alat bantu belajar. Perbedaan hasil yang diperoleh terjadi karena beberapa hal, seperti kecepatan sensor dalam merespons, tempat di mana pengukuran dilakukan, cara air dicampur, serta cuaca dan lingkungan saat pengujian dilakukan. Meskipun terdapat perbedaan dalam hasil pengukuran, sensor DS18B20 tetap dapat menunjukkan perubahan suhu secara terus-menerus dan halus, sehingga bisa digunakan untuk mengawasi proses transfer panas dalam percobaan Hukum Asas Black.

Selain itu, hasil pengujian di website monitoring menunjukkan bahwa semua fitur yang telah dirancang bisa bekerja dengan baik. Website bisa menampilkan data suhu yang dikirim oleh sistem secara langsung dan real-time tanpa mengalami hambatan yang signifikan. Dengan adanya website, pengguna bisa mendapatkan informasi suhu secara lebih mudah dan lebih fleksibel dibandingkan hanya melihat tampilan LCD. Berdasarkan seluruh hasil penelitian dan uji coba yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa alat peraga Hukum Asas Black yang dikembangkan berhasil mencapai tujuan penelitian dan pantas digunakan sebagai media pembelajaran fisika. Alat ini diharapkan dapat membantu siswa memahami konsep penerapan Hukum Asas Black dengan lebih baik melalui praktikum yang lebih menarik, interaktif, dan menggunakan teknologi.

## REFERENSI

- [1] I. Agustina, D. Astuti, and Y. B. Bhakti, "Prosiding Seminar Nasional Sains Penggunaan Alat Peraga Fisika Berbasis Internet of Things (IoT) untuk siswa SMP: Analisis Literature Review," vol. 5, no. 1, pp. 280–284, 2024.
- [2] S. Wahyuni *et al.*, "nal Education and development," vol. 14, no. 1, pp. 531–533, 2026.
- [3] P. W. Potabuga, T. I. Amisan, J. Verra, and I. Pawarangan, "RANCANG BANGUN KALORIMETER DIGITAL BERBASIS ARDUINO UNO DENGAN SENSOR DS18B20 UNTUK PEMBELAJARAN FISIKA," vol. 10, no. 2, pp. 33–39, 2025.
- [4] K. M. Hafiz, E. Sundari, and A. A. Annas, "Desain dan Implementasi Alat Praktikum Kalorimeter Berbasis IOT (Internet of Things) Modul Esp8266 dengan Menggunakan Aplikasi Blynk," vol. 5, pp. 42–61, 2025.
- [5] D. A. N. S. Dsb *et al.*, "MONITORING SUHU PADA BOTOL AIR MINUM BERBASIS ESP32," vol. 21, no. April, pp. 10–19, 2026.
- [6] A. I. Irawan, R. Patmasari, and M. R. Hidayat, "Peningkatan Kinerja Sensor DS18B20 pada Sistem IoT Monitoring Suhu Kolam Ikan," vol. 5, no. 1, 2020, doi: 10.31544/jtera.v5.i1.2020.101-110.
- [7] A. Ananda and B. Sajiwo, "Rancang bangun sistem monitoring kualitas air pada tambak ikan nila berbasis iot menggunakan nodemcu v3 dengan sensor tds dan ds18b20," vol. 2, no. 2, pp. 71–76, 2025.
- [8] M. Yunus, "Perancangan Sistem Kendali Temperatur dan Monitoring Tungku Pembakaran Sampah Berbasis IoT Menggunakan NodeMCU ESP8266 dan Sensor DS18B20 dengan Kontrol PWM Adaptif," vol. 15, no. 1, pp. 57–62, 2026.
- [9] Y. B. Widodo, A. M. Ichsan, and T. Sutabri, "Perancangan Sistem Smart Home Dengan Konsep Internet of Things Hybrid Berbasis Protokol Message Queuing Telemetry Transport," vol. 6, no. 2, pp. 123–136, 2020.
- [10] P. Media and P. Pengukuran, "Pengembangan Media Pembelajaran Pengukuran Parameter Listrik Berbasis IoT di SMKN 2 Yogyakarta," vol. 1, no. 1, pp. 89–102, 2025.