



# Pengembangan Alat Ukur Perbedaan Energi Serap Benda Berwarna Berbasis Arduino

Zulhajji<sup>1</sup>, Satria Gunawan Zain<sup>2</sup>, Yan Lucky Martanto<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Universitas Negeri Makassar, zulhajji@unm.ac.id

<sup>2</sup>Universitas Negeri Makassar, satria.gunawan.zain@unm.ac.id,

<sup>3</sup>Universitas Negeri Makassar, yanlucky22@gmail.com

## ABSTRAK

Setiap warna pada keadaan yang serba sama menyerap energi yang berbeda. Pengukuran energi serap setiap warna yang berbeda pada keadaan yang serba sama dapat dilakukan secara manual melalui perhitungan-perhitungan fisika. Untuk memudahkan pengukuran maka diperlukan suatu alat yang dapat dengan mudah menunjukkan hasil pengukuran secara cepat dan akurat. Penggunaan mikrokontroler Arduino dapat memudahkan proses pengukuran energi serap warna yang ada. Penelitian ini menghasilkan produk berupa alat ukur perbedaan energi serap benda berwarna berbasis arduino yang dapat secara akurat menunjukkan hasil pengukuran energi serap dari setiap warna yang ada menggunakan sensor TCS3200. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pengguna alat ini yaitu guru Fisika dan peserta didik memberikan penilaian *usability* pada kategori sangat baik.

**Kata kunci :** energi serap, warna, Arduino.

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan dunia pendidikan sudah sangat maju sehingga menuntut pendidik dan peserta didik lebih kreatif dalam menyikapi perkembangan tersebut. Untuk menyikapi perkembangan dunia pendidikan tersebut perlu diikuti dengan ketersediaan sarana dan media pembelajaran yang relevan sehingga membantu pendidik dan pelajar meningkatkan kreatifitasnya khususnya dalam mempelajari fisika. Fisika merupakan salah satu cabang ilmu pengetahuan alam yang mempelajari tentang gejala alam. Pelajaran fisika masih terkesan sulit untuk dipahami karena fisika memiliki konsep yang abstrak dan tidak mudah dihubungkan kejadian sehari hari dalam kehidupan manusia. Banyak siswa yang masih kesulitan dalam memahami pelajaran fisika karena masih menggunakan metode ceramah dalam pembelajarannya sehingga dibutuhkan suatu media

pembelajaran yang menarik untuk dapat memantu siswa dalam memahami fisika.

Fisika merupakan salahsatu cabang Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) yang mendasari perkembangan teknologi maju dan konsep hidup harmonis dengan alam. Perkembangan pesat di bidang teknologi informasi dan komunikasi saat ini juga banyak dipengaruhi oleh temuan di bidang fisika. Sebagai ilmu yang mempelajari fenomena alam, fisika juga memberikan pengalaman baik kepada manusia untuk hidup selaras dengan hukum alam. Salah satu media pembelajaran yang dapat digunakan pada pembelajaran fisika adalah adanya alat peraga dalam praktikum. Dalam proses belajar mengajar alat peraga dipergunakan dengan tujuan membantu agar proses belajar siswa lebih efektif dan efisien.. Alat peraga pembelajaran adalah sarana komunikasi dan interaksi antara guru dengan siswa dalam proses pembelajaran

Pada kondisi awal, Alat untuk mengukur energi serap benda berwarna dalam eksperimen yang dilakukan di SMAN 1 Sumarorong, masih menggunakan alat konvensional, dan belum ada suatu alat yang secara cepat mampu menunjukkan besarnya energi serap dari tiap warna yang diuji.

Sehingga munculnya beberapa masalah yang harus dihadapi oleh peserta didik yaitu : proses penghitungan energi serap benda berwarna membutuhkan waktu yang lama, dan belum ada alat ukur yang mampu secara cepat membuktikan apakah hasil perhitungan siswa sudah tepat atau tidak.

## 2. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan atau yang lebih sering disebut sebagai *Research and Development* (R & D). Penelitian dan pengembangan ini disebut juga sebagai suatu pengembangan berbasis pada penelitian atau *Research-based development*. Menurut Sugiyono (2010) Penelitian pengembangan memfokuskan kajiannya pada bidang desain atau rancangan.

Pada pengujian usability pengukuran instrumen yang digunakan adalah skala Likert. Menurut Sugiyono (2011), skala Likert digunakan untuk mengukur sikap pendapat dan persepsi seseorang atau sekelompok orang tentang fenomena sosial. Jawaban setiap item instrumen yang menggunakan skala Likert mempunyai gradasi dari sangat positif sampai sangat negatif. Skala Likert dapat menggunakan skala 5 dalam penilaiannya. Untuk keperluan analisis kuantitatif maka jawaban pada skala Likert dapat diberi skor sebagai berikut:

- Sangat Setuju (SS) diberi skor 5
- Setuju (S) diberi skor 4
- Kurang Setuju (KS) diberi skor 3
- Tidak Setuju (TS) diberi skor 2
- Sangat Tidak Setuju (STS) diberi skor 1

Data hasil dari pengujian usability dianalisis dengan menghitung rata-rata jawaban berdasarkan skor setiap jawaban dari responden. Rumus mencari rata-rata nilai persentase *usability* adalah sebagai berikut:

$$\text{Nilai Persentase} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skormax}} \times 100 \quad (1)$$

Setelah persentase skor didapatkan, kemudian dikomparasikan dengan tabel berikut :

TABEL 1. INTERPRETASI JAWABAN RESPONDEN

Persentase Pencapaian (%)	Interpretasi
0% - 20%	Sangat Tidak Baik
21% - 40%	Kurang Baik
41% - 60%	Cukup Baik
61% - 80%	Baik
81% - 100%	Sangat Baik

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Prosedur Pengembangan

Alat ukur perbedaan energi serap benda berwarna dikembangkan dengan model pengembangan ADDIE yang dimulai dari tahapan *Analysis, Design, Development, Implement, dan Evaluate*.

##### 1. Analysis (Analisis)

Berdasarkan hasil wawancara dan survei langsung ke sekolah, peneliti menemukan beberapa kendala yang dihadapi ketika siswa melakukan praktikum di laboratorium, antara lain :

- Pengukuran membutuhkan waktu yang lama. Pengukuran untuk setiap warna membutuhkan waktu 10-15 menit, sementara ada sekurang-kurangnya 8 warna yang harus diukur oleh setiap siswa ketika melakukan praktikum.
- Bobot terlalu berat, dan ukurannya besar. Hal ini juga sering menjadi kendala karena siswa kesulitan

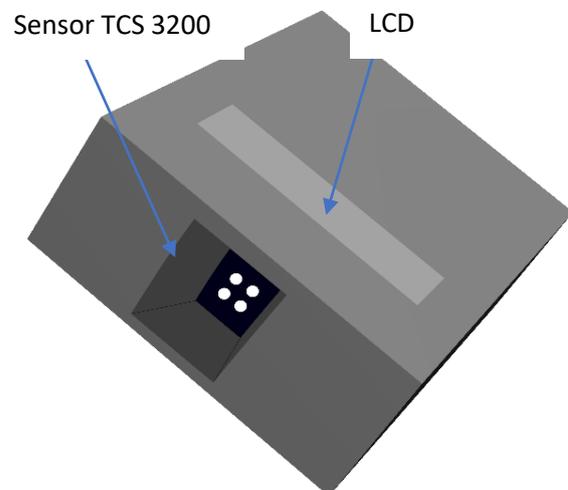
untuk memindahkan alat ukur dari satu meja ke meja yang lain.

- Membutuhkan ketelitian ekstra agar menghasilkan data yang akurat. Alat ukur konvensional yang digunakan disekolah masih bekerja secara manual, sehingga butuh ketelitian yang ekstra agar dapat menghasilkan data yang akurat. Kesalahan sering terjadi ketika siswa salah membaca skala pada thermometer, atau pada penggaris, maka berakibat fatal terhadap hasil pengukuran.
- Sampel warna yang dapat diukur masih terbatas. Warna yang dapat diukur dengan alat manual hanya bergantung pada ketersediaan botol – botol yang sudah di cat sebelumnya. Untuk mengukur suatu warna baru yang belum ada sampelnya, harus dilakukan dengan mengecat botol baru terlebih dahulu, menunggu hingga kering, baru dapat dilakukan pengukuran energi serap pada warna tersebut.

Pengembangan alat ukur perbedaan energi serap benda berwarna yang dirancang berbasis Arduino akan mampu mengatasi beberapa permasalahan yang ada karena akan lebih praktis dan mudah penggunaannya. Sensor yang digunakan adalah sensor warna TCS 3200 mendeteksi warna dengan menggunakan photodiode yang mampu membedakan secara akurat berbagai warna dalam beberapa detik saja.

##### 2. Design (Desain)

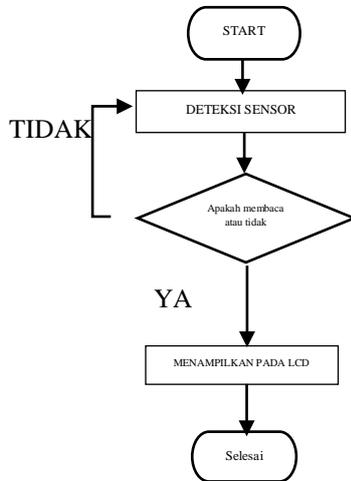
Setelah melakukan analisis, tahap selanjutnya adalah melakukan desain awal produk yang akan dikembangkan. Pembuatan desain awal disesuaikan dengan letak sensor, dan komponen pendukung yang akan digunakan seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut ini



Gambar 1. Desain Produk

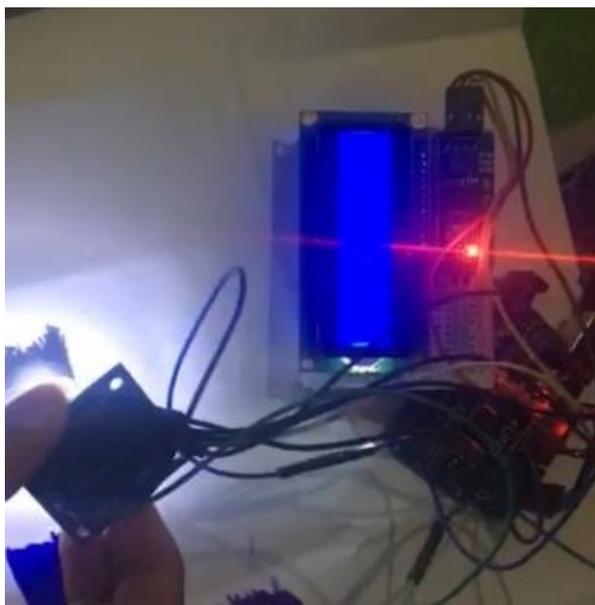
### 3. Development (Pengembangan)

Pada tahap ini peneliti terlebih dahulu membuat perancangan prinsip kerja alat. Prinsip kerja Alat ukur perbedaan energi serap benda berwarna berbasis Arduino ditunjukkan dalam *flowchart* pada gambar 2.



Gambar 2. Prinsip Kerja Alat ukur perbedaan energi serap benda berwarna

Tahap berikutnya adalah merangkai Arduino dengan komponen-komponen yang diperlukan menggunakan kabel jumper. seperti ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 3. Produk yang sudah dirangkai

Tahap selanjutnya adalah pembuatan kode program. Metode atau cara pemrosesan data pada Arduino, menggunakan teknik interpolasi linear dari warna dasar dengan data yang dihitung menggunakan alat manual dan disesuaikan dengan teori penyerapan energi benda berwarna yang sudah ada. Data energi

serap setiap warna sesuai dengan ketentuan yang berlaku ditunjukkan pada tabel berikut ini :

TABEL 2. DATA ENERGI SERAP WARNA DASAR (RGB), SERTA WARNA HITAM DAN PUTIH

Warna	Penyerapan Energi
Hitam	14,1 J
Merah	3,98 J
Ungu	3,93 J
Biru	3,89 J
Hijau	3,45 J
Kuning	2,86 J
Putih	22 J

Langkah selanjutnya adalah peneliti melakukan kalibrasi terhadap sensor warna Arduino dengan warna dasar sesuai dengan sampel warna yang digunakan sebelumnya untuk mengukur pada alat manual. Untuk mendapatkan pembacaan frekuensi warna pada Arduino ditunjukkan pada gambar 4 berikut ini

```

void loop() {
  digitalWrite(S2, LOW);
  digitalWrite(S3, LOW);
  Rfre = pulseIn(sensorOut, LOW);
  delay(100);
  digitalWrite(S2, HIGH);
  digitalWrite(S3, HIGH);
  Gfre = pulseIn(sensorOut, LOW);
  delay(100);
  digitalWrite(S2, LOW);
  digitalWrite(S3, HIGH);
  Bfre = pulseIn(sensorOut, LOW);
  delay(100);
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("R=");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print(Rfre);
  lcd.setCursor(6,0);
  lcd.print("G=");
  lcd.setCursor(6,1);
  lcd.print(Gfre);
  lcd.setCursor(12,0);
  lcd.print("B=");
  lcd.setCursor(12,1);
  lcd.print(Bfre);
  Serial.println("R = ,"+String(Rfre)+", "+G= , "+String(Gfre)+", "+B= , "+String(Bfre));
}
    
```

Gambar 4. Skrip untuk membaca frekuensi warna pada Arduino

Data sensor kemudian diarahkan ke masing-masing warna untuk mendapatkan data frekuensi sesuai warnanya, lalu dimasukkan kedalam aplikasi Microsoft Excel untuk diolah lebih lanjut. Untuk memudahkan pemrosesan data interpolasi, maka peneliti mengkonversi terlebih dahulu data frekuensi RGB setiap warna kedalam citra monokrom dengan rumus

$$Xfre = Rfre \times 0.28 + Gfre \times 0.42 + Bfre \times 0.32 \quad (2)$$

Keterangan :

Xfre = Frekuensi Monokrom

Rfre = Frekuensi Merah

Gfre = Frekuensi Hijau

Bfre = Frekuensi Biru

Hal ini dimaksudkan agar data yang merepresentasikan setiap warna menjadi satu variabel saja. Data frekuensi dari setiap warna dasar ditunjukkan dalam tabel 3 berikut ini

TABEL 3 FREKUENSI WARNA DASAR

Warna	Rfre	Gfre	Bfre	Xfre
Hitam	54	59	48	55.26
Merah	25	43	34	35.94
ungu	43	47	32	42.02
Biru	52	52	39	48.88
Hijau	39	33	36	36.30
Kuning	20	24	32	25.92
Putih	20	20	16	19.12

Langkah berikutnya adalah melakukan penulisan kode pada Arduino agar dapat menampilkan hasil energi serap ketika mendeteksi sebuah warna. Peneliti menggunakan teknik interpolasi linear untuk mendapatkan energi serap warna lain diluar dari warna dasar yang sudah ada. Kode interpolasi linear ditunjukkan pada gambar 5 berikut ini

```
int Rfre = 0, Gfre = 0, Bfre = 0;
double Xfre = 0;
double current_vs_flux[][2] = {{2.2, 13.36},
{2.86, 22.56},
{3.45, 31.96},
{3.89, 40.8},
{3.92, 40.84},
{3.98, 45.28},
{14.1, 57.88}};
};
double linearInterpolate(double y, double data[][2])
{
    double x0, x1, y0, y1;
    for (int i = 0; i < sizeof(data) / (sizeof(data[0][0]) * 2); i++)
    {
        if (y > data[i][1] && y < data[i + 1][1])
        {
            y0 = data[i][1]; //lower bound
            y1 = data[i + 1][1]; //upper bound
            x0 = data[i][0];
            x1 = data[i + 1][0];
            return (x0 + ((x1 - x0) * ((y - y0) / (y1 - y0))));
        }
    }
}
```

Gambar 4. Rumus Interpolasi Linear pada Arduino

4. Implement (Implementasi)

Setelah produk jadi, langkah selanjutnya adalah implementasi atau uji coba. Uji coba dilakukan tiga tahap, yaitu ujicoba oleh peneliti, ujicoba oleh ahli dan ujicoba oleh guru dan siswa di sekolah

TABEL 4. DATA HASIL UJICоба

Warna	Alat Manual		Alat Digital		Selisih	
	Energi Serap (Joule)	Waktu (menit)	Energi Serap (Joule)	Waktu (Menit)	Energi Serap (Joule)	Waktu (Menit)
Hitam	14.1	10:34	14.10	0:05	0.00	10:29
Merah	3.98	10:01	3.99	0:03	0.01	9:58
ungu	3.92	10:43	3.92	0:02	0.00	10:41
Biru	3.89	10:52	3.86	0:02	0.03	10:50
Hijau	3.45	10:32	3.45	0:02	0.00	10:30
Kuning	2.86	10:45	2.85	0:02	0.01	10:43
Putih	2.2	10:43	2.30	0:02	0.10	10:41

Uji coba juga dilakukan untuk mengukur warna lain, diluar dari warna dasar yang diukur sebelumnya.

Pengujian ini dilakukan terbalik, yaitu dengan melakukan pengukuran dengan alat digital terlebih dahulu, kemudian dibuktikan pada alat manual. Perbandingan hasil pengukuran warna lain antara alat digital dengan alat manual ditunjukkan pada tabel berikut :

TABEL 5. UJICоба WARNA LAIN

Warna	Energi (Joule)		Waktu (Menit:Detik)	
	Alat Digital	Alat Manual	Alat Digital	Alat Manual
	3.30	3.20	0:03	10:12
	3.10	3.08	0:03	11:00
	8.44	8.44	0:05	11:05
	7.70	7.71	0:01	10:09
	4.52	4.49	0:01	10:11

Berdasarkan hasil pengujian pada warna lain, ditemukan bahwa alat digital yang berbasis arduino sudah mampu menunjukkan hasil pengukuran secara akurat, termasuk pada warna yang bukan warna dasar. Hal ini menjawab permasalahan yang ditemukan diawal, dimana pada alat manual, sampel warna yang dapat diukur hanya terbatas pada ketersediaan sampel botol berwarna yang digunakan di laboratorium saja.

5. Evaluate (Evaluasi)

Pada tahap evaluasi, Kembali dilakukan perbaikan pada alat berdasarkan beberapa revisi atau saran dari ahli media. Revisi dilakukan berdasarkan penilaian dan saran dari ahli, yang bertujuan agar produk ini dapat lebih baik dalam penggunaannya.

B. Hasil Ujicoba

Uji coba dilakukan oleh 36 siswa kelas XI IPA SMAN 1 Sumarorong dan dua orang guru Fisika. Setiap responden diberi kesempatan melakukan pengukuran menggunakan alat ukur perbedaan energi serap benda berwarna berbasis arduino, lalu diminta memberikan tanggapan tentang *usability* produk dengan menjawab angket yang tersedia. Hasil ujicoba menunjukkan bahwa sebanyak 52,78 % responden memberikan penilaian pada kategori sangat baik, dan 42, 22 % responden memberikan penilaian pada kategori baik. Sedangkan 100 % responden dari guru mata pelajaran fisika memberikan penilaian pada kategori sangat baik.



### C. Pembahasan

Perancangan alat ukur perbedaan energi serap benda berwarna ini dibangun menggunakan Arduino Atmega2560 sebagai komponen utama, sensor TCS 3200 sebagai sensor atau pendeteksi warna, LCD dan modul I2C sebagai output untuk menunjukkan hasil pengukuran serta adaptor 12V sebagai sumber listrik.

Cara kerja alat ukur perbedaan energi serap benda berwarna berbasis Arduino adalah dengan menggunakan sensor warna TCS 3200 yang membaca/mendeteksi frekuensi warna, kemudian mengirim sinyal ke arduino. Pada arduino ditanamkan program yang mampu menampilkan energi serap sesuai warna dasar RGB yang sudah dideteksi oleh sensor pada layar LCD. Data energi serap untuk warna dasar RGB diperoleh dari teori-teori dan pengukuran yang telah dilakukan sebelumnya pada alat manual. Untuk mengukur warna lain diluar warna dasar RGB, digunakan teknik interpolasi, dimana teknik interpolasi adalah teori matematis yang digunakan untuk mencari nilai suatu titik diantara dua titik yang telah diketahui sebelumnya. Jenis interpolasi yang digunakan dalam program arduino pada penelitian ini adalah teknik interpolasi linear.

### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Penelitian ini menghasilkan sebuah produk berupa alat ukur perbedaan energi serap benda berwarna berbasis Arduino yang dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran Fisika di SMA, pada kelas XI. Alat yang dihasilkan berupa sebuah alat ukur, yang dilengkapi dengan sensor pendeteksi warna yang mampu menunjukkan secara akurat energi serap masing-masing warna.
2. Tanggapan responden atau pengguna terhadap alat ukur perbedaan energi serap benda berwarna berbasis Arduino, 100% responden siswa memberikan tanggapan positif, yakni 52,78% memberikan penilaian pada kriteria sangat baik, dan 47,22% memberikan penilaian pada kriteria baik. Tanggapan pengguna juga diberikan oleh dua orang guru mata pelajaran fisika dan kedua responden memberikan tanggapan atau penilaian pada kategori sangat baik.

### DAFTAR PUSTAKA

[1] Amir, Zubaidah. 2010. *Meningkatkan kemampuan komunikasi matematika siswa melalui pembelajaran dalam kelompok kecil berbasis masalah secara klasikal dalam prosiding seminar*

*pendidikan matematika fakultas tarbiyah dan keguruan, program studi pendidikan matematika UIN SUSKA, Riau: Pekanbaru*

- [2] Arif S. Sadiman, dkk. 2011. *Media pendidikan, pengertian, pengembangan, dan pemanfaatannya*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- [3] Arizenjaya, 2018. *Instrument energi termodinamika Arizenjaya*, Parepare : LPPM Akper Fatimah Parepare
- [4] B, Gustomo. 2015. *Pengenalan Arduino dan pemrogramannya*. Bandung : Informatika Bandung.
- [5] Dharma K. 2015. *Metodologi penelitian keperawatan*. Jakarta timur: CV. Trans Info Media
- [6] Djamarah, S. B. dan Aswan Zain. 2010. *Strategi belajar mengajar*. Jakarta: Rineka Cipta
- [7] Frasiskawati, A. E. “*Pengembangan sistem informasi mahasiswa bidikmisi berbasis website pada Universitas Negeri Makassar*”. Skripsi. Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Makassar. Makassar, 2020
- [8] Saptaji W, Handayani. 2015. *Mudah belajar mikrokontroler dengan Arduino*. Widya Media, Bandung
- [9] Sinaryuda. 2018. *Pengenalan aplikasi arduino IDE dan arduino sketch*. www.sinaryuda.web.id. (Diakses Pada tanggal 19 Maret 2020)
- [10] Sugiyono. 2010. *Metode penelitian pendidikan pendekatan kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta. Sujabi. 2003. *Metode Penelitian Pendidikan*. Jakarta: Rineka P