

ALAT PERAGA ELEKTRONIK BERBASIS ARDUINO DENGAN KELUARAN CAHAYA DAN SUARA UNTUK PENGENALAN WARNA BAGI BALITA

Rustamaji*, Sheiren Dikah Aprilia, Kania Sawitri

Institut Teknologi Nasional Bandung; Jl. P.H.H. Mustofa No. 23 Bandung; (022)7272215

Riwayat artikel:

Received: 25 Maret 2024

Accepted: 30 Maret 2024

Published: 2 April 2024

Keywords:

Toddlers;

Color;

Arduino Uno;

Teaching Aids.

Correspondent Email:

rustamaji@itenas.ac.id

Abstrak. Pengenalan warna suatu objek adalah hal mendasar yang harus diajarkan kepada anak balita. Penelitian ini bertujuan mendesain dan merealisasikan alat peraga pengenalan warna bagi anak balita, didesain menggunakan divais elektronik berbasis mikrokontroler Arduino Uno dengan output, berupa suara audio dan cahaya. Alat ini terdiri dari: objek berupa bola plastik warna-warni, divais input berupa sensor warna TCS230, divais pemroses dan pengendali berupa mikrokontroler Arduino Uno, dan divais output berupa motor servo dc, RGB LED strip, dan loudspeaker. Berdasarkan hasil pengukuran dan pengujian yang telah dilakukan, mikrokontroler Arduino Uno dapat berfungsi mengendalikan seluruh divais input dan output. Sensor warna TCS230 berhasil mendeteksi nilai pixel warna (RGB) dari objek, dan mengeluarkan informasi panjang gelombang berupa besaran frekuensi. Motor servo dc dapat bergerak mengarahkan objek ke mulut pipa seluncur. Loudspeaker dapat mengeluarkan suara audio sesuai nama warna objek. RGB LED strip dapat memancarkan cahaya sesuai warna objek. Secara keseluruhan hasil desain dan realisasi, pengukuran serta pengujian dari alat peraga pengenalan warna bagi anak balita sudah sesuai dengan yang direncanakan.

Abstract. Recognizing the color of an object is a basic thing that must be taught to toddlers. This research aims to design and realize a color recognition teaching aids for toddlers, designed using an electronic device based on an Arduino Uno microcontroller with output in the form of audio sound and light. This tool consists of: an object in the form of a colorful plastic ball, an input device in the form of a TCS230 color sensor, a processing and controlling device in the form of an Arduino Uno microcontroller, and output devices in the form of a DC servo motor, RGB LED strip, and loudspeaker. Based on the results of measurements and tests that have been carried out, the Arduino Uno microcontroller can function to control all input and output devices. The TCS230 color sensor successfully detected the color pixel value (RGB) of the object, and issued wavelength information in the form of frequency quantities. The DC servo motor can move to direct the object to the mouth of the slide pipe. The loudspeaker can produce audio sounds according to the name of the object's color. RGB LED strips can emit light according to the color of the object. Overall, the results of the design and realization, measurement and testing of color recognition teaching aids for toddlers are in accordance with what was planned.

1. PENDAHULUAN

Setiap benda bisa dikenali dari bentuk dan warnanya, warna dapat menggambarkan dan mencirikan suatu objek sehingga seseorang (dalam hal ini anak) dapat menggambarkan benda apa yang dilihat dengan mengetahui warnanya. Demikian pula anak-anak dapat mengelompokkan objek berdasarkan warna dan mengenali pola warna [1]. Anak-anak perlu mengenal warna primer dan warna sekunder, serta mampu mengelompokkan dan membedakan lebih dari lima warna [2].

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa kemampuan anak-anak dalam mengenal warna masih rendah, namun dapat ditingkatkan dengan menggunakan metode eksperimen, seperti dinyatakan pada: metode eksperimen sangat tepat untuk diterapkan kepada anak usia dini untuk mengenalkan warna [3], metode eksperimen efektif terhadap kemampuan mengenal warna pada anak usia dini [4], dan kegiatan mencampur warna dapat meningkatkan kemampuan mengenal warna [5].

Metode mengenai pengenalan warna untuk anak-anak telah dibahas pada beberapa penelitian, antara lain: metode pengenalan warna melalui klasifikasi kancing warna [6], pengenalan warna dasar melalui permainan lingkaran warna [7], pembelajaran pengenalan warna menggunakan permainan rubik [8], metode pengenalan warna dengan media *water beads* [9], metode pengenalan warna melalui media stick warna [10], dan mengenal warna melalui eksperimen mencampur warna [11].

Dikarenakan: (1) penting bagi anak-anak untuk mengenal benda atau objek disekitarnya berdasarkan warna [1]-[2], (2) penelitian menunjukkan bahwa kemampuan anak-anak dalam mengenal warna masih rendah namun dapat ditingkatkan dengan menggunakan metode eksperimen [3]-[5], (3) metode pengenalan warna untuk anak-anak masih banyak dilakukan secara manual dan non-elektronik [5]-[11], (4) penelitian mengenai alat peraga elektronik untuk pengenalan warna masih sedikit dilakukan, dan (5) untuk mendukung penguasaan teknologi alat peraga elektronik untuk pengenalan warna, yang menjadi dasar penelitian ini untuk dilakukan.

Tujuan penelitian ini untuk menghasilkan “alat peraga elektronik berbasis arduino dengan keluaran cahaya dan suara untuk pengenalan warna bagi anak balita”, yang mudah dipahami

oleh anak-anak (balita) dalam pengenalan warna dan menjadikan pembelajaran menjadi lebih menarik. Pada penelitian ini, alat peraga pengenalan warna didesain menggunakan divais elektronik berbasis Arduino Uno karena mempunyai keunggulan, yaitu dapat bekerja secara otomatis dan dapat memancarkan cahaya yang dapat dilihat (melalui media *RGB LED strip*), serta mengeluarkan suara audio yang dapat didengar (melalui media *loudspeaker*) oleh anak-anak (balita), yang akan menunjukkan suatu nama warna dari objek (bola-bola plastik warna-warni).

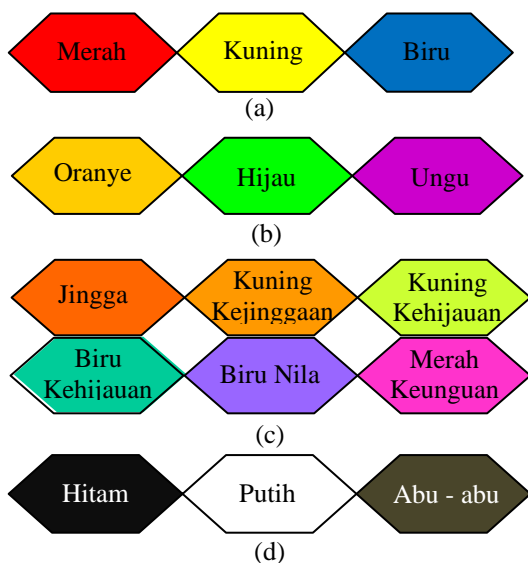
Alat peraga pengenalan warna ini terdiri dari: bagian input berupa sensor warna dan motor servo *dc* serta objek berwarna (berupa bola plastik warna-warni) sebagai informasi masukan, bagian pemroses dan pengendali berupa mikrokontroler Arduino Uno, dan bagian output berupa *RGB LED strip* untuk memancarkan cahaya, dan *loudspeaker* untuk mengeluarkan suara. Rangkaian yang digunakan pada alat peraga warna ini relatif sederhana dan menggunakan divais yang mudah diperoleh di pasar bebas. Lebih lanjut hasil penelitian ini dapat digunakan untuk pengembangan alat peraga pengenalan warna bagi balita, serta dapat juga diimplementasikan pada bidang ilmu lainnya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Warna

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), warna adalah kesan yang diperoleh mata dari cahaya yang dipantulkan oleh benda-benda yang dikenainya. Teori warna menurut *Brewster* (tahun 1831) mengelompokkan warna menjadi 4, yaitu: primer, sekunder, tersier, dan netral, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.1 [12]-[13]:

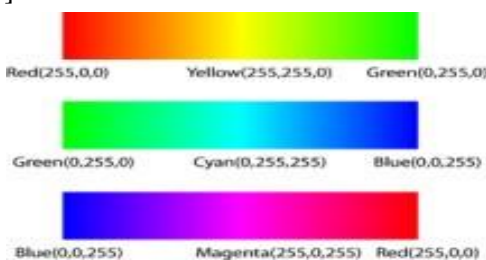
- Warna primer: adalah kelompok warna dasar atau warna pokok dari segala warna, terdiri dari tiga warna utama yakni biru, merah, dan kuning.
- Warna sekunder: adalah kelompok warna kedua, hasil pencampuran dua warna primer.
- Warna tersier: adalah kelompok warna ketiga, hasil pencampuran warna primer dengan warna sekunder.
- Warna netral: adalah kelompok warna keempat, sebagai warna latar belakang terdiri dari tiga warna dasar yakni hitam, putih, dan abu-abu.



Gambar 2.1. (a) Warna Primer, (b) Warna Sekunder, (c) Warna Tersier, dan (d) Warna Netral

2.2. Kode Warna

Kode warna *hypertext markup language* (HTML) ditandai dengan enam karakter setelah pagar (#), warna HTML diatur dengan menggunakan Hex Code yang merupakan gagasan heksadesimal dari tiga warna red green blue (RGB). Presentase untuk RGB seperti ditunjukkan pada Gambar 2.2 dan kode warna RGB seperti ditunjukkan pada Tabel 2.1 dan [14].



Gambar 2.2. Persentase untuk RGB

Tabel 2.1. Kode Warna RGB

Color	HTML/ CSS Name	Hex code #RRGGBB	Decimal code (R,G,B)
	red	#FF0000	RGB (255,0,0)
	yellow	#FFFF00	RGB (255,255,0)
	green	#00FF00	RGB (0,255,0)
	blue	#0000FF	RGB (0,0,255)
	white	#FFFFFF	RGB (255,255,255)
	purple	#6A5ACD	RGB (106,90,205)

(sumber:

https://www.rapidtables.com/web/color/RGB_Color.html) diakses 15 maret 2024

2.3. Perangkat Keras

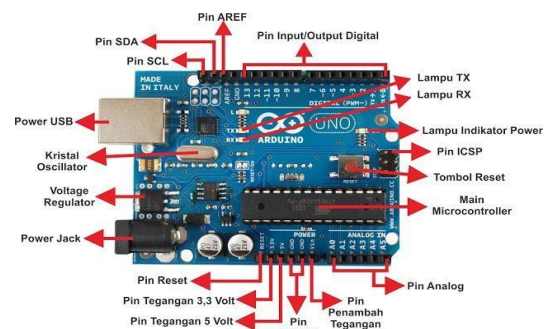
Perangkat keras yang digunakan pada penelitian alat ini, antara lain:

2.3.1. Arduino Uno

Arduino Uno adalah papan pengembangan mikrokontroler yang berbasis chip ATmega328P, memiliki 14 digital pin input/output (I/O), dimana 6 pin dapat digunakan sebagai output *pulse width modulation* (PWM)), 6 pin input analog, menggunakan crystal 16 MHz, koneksi USB, jack elektrik, header ICSP dan tombol reset [15]-[16]. Spesifikasi Arduino Uno pada penelitian ini seperti ditunjukkan pada Tabel 2.2 dan Arduino Uno pada Gambar 2.3.

Tabel 2.2. Spesifikasi Arduino Uno

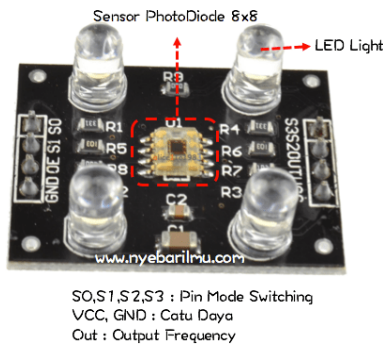
Mikrokontroler	ATmega328
Tegangan Operasi	5 volt
Tegangan Input	7-12 volt
Pin I/O Digital	14
Pin Analog	6
Arus dc tiap pin I/O	50 mA
Arus dc ketika 3.3 V	50 mA
Memori flash	32 kB
SRAM	2 kB
EEPROM	1 kB
Kecepatan clock	16 MHz



Gambar 2.3. Arduino Uno

2.3.2. Sensor Warna TCS230

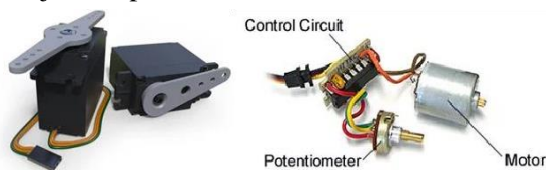
Modul sensor warna TCS230 atau disebut juga *programmable converter 'color light' sensor to frequency*, adalah modul sensor yang berfungsi mengkonversi fixel warna RGB yang dideteksi menjadi besaran frekuensi yang akan diolah oleh mikrokontroler. Bentuk fisik dari sensor warna TCS230, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.4 [17].



Gambar 2.4. Sensor Warna TCS230

2.3.3. Motor Servo

Motor servo adalah motor *dc* magnet permanen yang sesuai dengan aplikasi *servoing*, sudah dilengkapi rangkaian kendali yang terintegrasi dengan motor. Pengoperasian motor servo menggunakan pulsa dari *pulse width modulation (PWM)*, dimana lebar pulsa tersebut mempengaruhi arah putaran motor servo serta besar sudut yang akan dibentuk oleh putaran motor servo [18]. Bentuk fisik dan bagian-bagian dari motor servo, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Motor Servo

2.3.4. RGB LED Strip

RGB LED strip merupakan *RGB LED* yang disusun dan dipasang menjadi *strip* dimana terdapat perekat pada bagian belakangnya. Bentuk fisik *RGB LED strip* seperti ditunjukkan pada Gambar 2.6 [19].

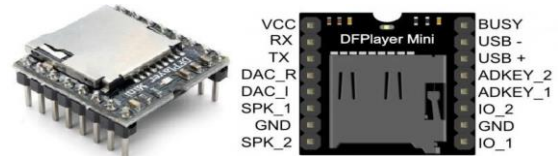


Gambar 2.6. RGB LED Strip

2.3.5. DFPlayer Mini

DFPlayer mini adalah modul *sound/music player* yang mendukung beberapa *file* yaitu *MP3* dan *wmv* yang umum digunakan sebagai

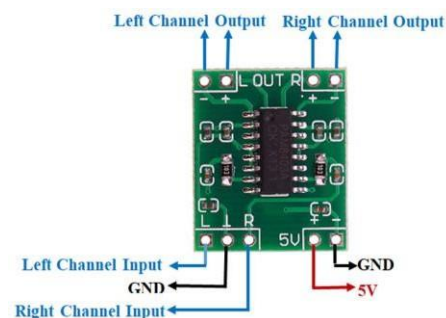
format *sound file*. Perangkat lunaknya mendukung *driver TF card*, sistem file *FAT16* dan *FAT32*. Bentuk fisik *DFplayer mini* dan skema pin sensor seperti ditunjukkan pada Gambar 2.7 [16].



Gambar 2.7. Modul MP3 DFPlayer Mini

2.3.6. PAM8403 Audio Amplifier

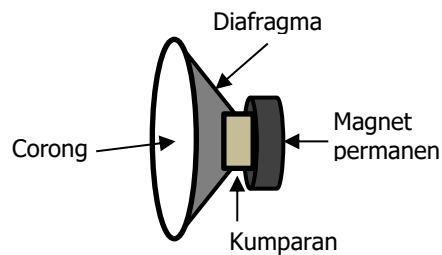
PAM8403 adalah IC penguat daya audio (*audio power amplifier*) dengan ukuran *board* cukup kecil (21 mm x 18 mm x 4 mm), didalamnya sudah terintegrasi penguat *audio* yang mampu memproduksi suara stereo 2 x 3 W yang cukup untuk didengar melalui hubungan langsung ke *loudspeaker* 4 atau 8 ohm. Bentuk fisik dan bagian-bagian dari PAM8403 *audio amplifier*, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.8 [20].



Gambar 2.8. PAM8403 Audio Amplifier

2.3.7. Loudspeaker

Loudspeaker adalah transduser elektronika yang berfungsi untuk mengubah energi elektrik menjadi getaran suara, terdiri dari magnet permanen dan kumparan yang terpasang pada diafragma. Jika kumparan dialiri arus akan menjadi elektromagnet, sehingga kumparan akan tertarik maju atau mundur sesuai arah arus dan polaritas magnetnya. Karena kumparan dipasang pada diafragma, maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara [21]-[22]. Diagram skematik *loudspeaker* seperti ditunjukkan pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9. Diagram Skematik Loudspeaker

2.4. Perangkat Keras

Perangkat lunak yang digunakan pada rancangan alat peraga pengenalan warna ini diantaranya bahasa pemrograman, *interface* dan sistem pembelajaran warna yaitu *Arduino IDE*. *Arduino IDE (Integrated Development Environment)* adalah *software* yang digunakan untuk memprogram di arduino, atau dikatakan *Arduino IDE* sebagai media untuk memprogram *board* arduino. *Arduino IDE* bisa di *download* secara gratis di *website* resmi *Arduino IDE* [23]. Adapun logo dari *software* *Arduino IDE* ditunjukkan pada Gambar 2.10.

Gambar 2.10. Logo Software Arduino IDE (sumber: <https://www.arduino.cc/en/software>)

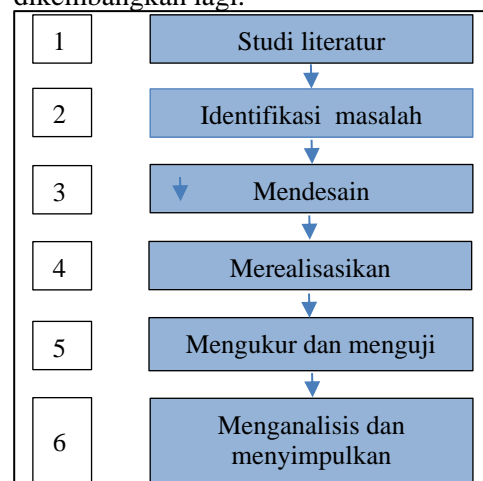
3. METODE PENELITIAN

Pada penelitian alat peraga pengenalan warna ini menggunakan metode “penelitian dan pengembangan” atau *research and development (R&D)*, metode penelitian ini digunakan untuk menghasilkan, dan menguji keefektifan produk (alat), sehingga diperoleh hasil yang baik sesuai yang diharapkan. Alur dari penelitian dan pengembangan ini ditunjukkan pada Gambar 3.1.

Berdasarkan Gambar 3.1, tahapan dari penelitian alat peraga pengenalan warna ini dimulai dari:

1) **Studi Literatur**, mencari sebanyak mungkin data serta informasi yang relevan mengenai alat peraga pengenalan warna bagi anak-anak (balita) yang akan dibuat, seperti di situs-situs internet, laporan penelitian, jurnal Ilmiah, dan lain-lain.

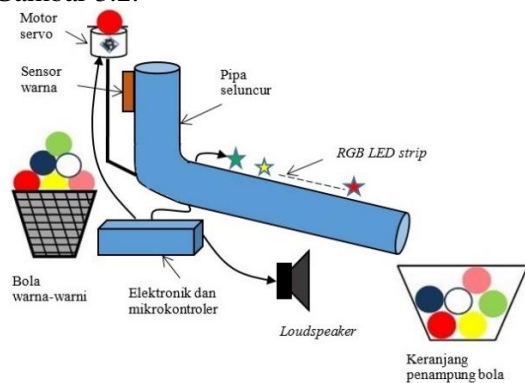
- 2) **Identifikasi Masalah**, dilakukan untuk mengetahui masalah apa saja yang ada pada alat peraga pengenalan warna. Kemudian memformulasikan konsep teknologi yang dapat mengatasi permasalahan tersebut, selanjutnya mendesain alat peraga pengenalan warna untuk menjawab permasalahan yang terjadi.
- 3) **Mendesain**, dilakukan proses desain terhadap sistem yang akan dikerjakan, meliputi desain perangkat keras dan perangkat lunak pada alat peraga pengenalan warna.
- 4) **Merealisasikan**, pada tahap ini dilakukan proses realisasi atau fabrikasi dari hasil desain alat peraga pengenalan warna yang telah dilakukan.
- 5) **Mengukur dan menguji**, dilakukan setelah alat peraga pengenalan warna berhasil direalisasikan dengan melakukan pengukuran pada setiap rangkaian atau bagian alat, dan melakukan pengujian fungsi alat di laboratorium meliputi kinerja dan efektifitas alat dalam menjawab permasalahan yang ada, sebelum dipergunakan sebagai alat peraga pengenalan warna kepada anak-anak (balita).
- 6) **Menganalisis dan menyimpulkan**, setelah realisasi dan melakukan pengukuran serta pengujian alat, akan dilakukan analisis atau evaluasi untuk mengetahui apakah kinerja alat peraga pengenalan warna seperti yang diharapkan serta mengambil kesimpulan apakah alat peraga pengenalan warna dapat dipergunakan atau masih perlu dikembangkan lagi.



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

3.1. Desain Alat Peraga Pengenalan Warna

Desain pada penelitian alat peraga pengenalan warna ini dimulai dari mendesain *prototype*, terdiri dari (1) bagian input: berupa bola-bola plastik warna-warni, sensor warna, dan motor *servo* untuk meluncurkan bola ke pipa seluncur, (2) bagian elektronik (pemroses dan pengendali): berupa mikrokontroler *Arduino Uno* untuk mengendalikan keseluruhan alat, dan (3) bagian output: bola-bola plastik warna-warni, lampu *RGB LED strip*, dan *loudspeaker* untuk mengeluarkan suara sesuai warna bola yang meluncur dari bagian input. Skematik desain alat peraga pengenalan warna pada penelitian ini seperti ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Skematik Desain Alat Peraga Pengenalan Warna

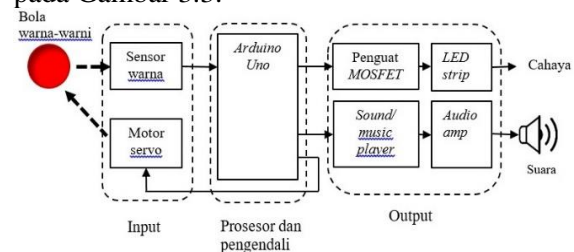
Dari Gambar 3.2, cara kerja alat peraga pengenalan warna ini dimulai dari menghidupkan catu daya dan meletakkan bola plastik warna-warni pada mulut pipa seluncur. Selanjutnya mikrokontroler bekerja untuk mengendalikan seluruh fungsi sensor warna, motor servo, *RGB LED strip*, dan penguat audio. (1) Pada bagian input, sensor warna mendeteksi bola warna-warni yang akan ditampilkan informasinya berupa warna pada *RGB LED strip* serta berupa suara audio melalui *loudspeaker*. Setelah warna bola terdeteksi, motor servo bergerak memasukkan bola ke mulut pipa seluncur dan bola meluncur ke keranjang penampung. (2) Prosesor dan pengendali, berupa mikrokontroler *Arduino Uno* untuk memproses informasi warna bola dari keluaran sensor warna dan mengendalikan motor servo, penguat *MOSFET* untuk *RGB LED strip* serta penguat audio untuk *loudspeaker*. (3) Pada bagian output, *RGB LED strip* akan menyala (ON) memancarkan cahaya (merah, kuning, hijau, biru, putih, atau ungu)

sesuai warna bola dan *loudspeaker* akan mengeluarkan suara audio menunjukkan nama warna objek (merah, kuning, hijau, biru, putih, atau ungu) sesuai nama warna bola.

Desain alat peraga pengenalan warna ini, terdiri bagian: perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*).

3.1.1. Desain Perangkat Keras pada Alat Peraga Pengenalan Warna

Desain perangkat keras alat peraga pengenalan warna ini digunakan sebagai acuan dalam realisasi perangkat keras dan sebagai gambaran untuk memudahkan dalam merangkai divais menjadi sebuah rangkaian terpadu, diagram blok perangkat keras pada alat peraga pengenalan warna, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.3.



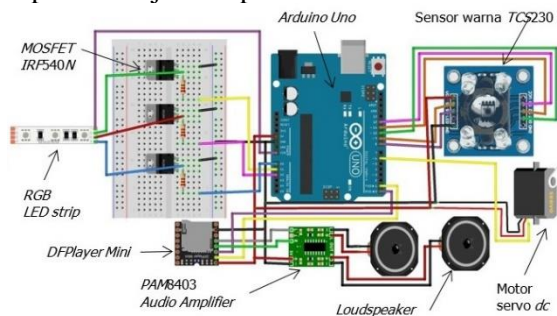
Gambar 3.3. Diagram Blok Perangkat Keras pada Alat Peraga Pengenalan Warna

Dari Gambar 3.3, diagram blok perangkat keras pada alat peraga pengenalan warna, terdiri dari: (1) bagian input, yaitu: sensor warna *TCS230* untuk mendeteksi warna (*R, G, B*) objek dan mengubahnya menjadi besaran frekuensi, dan motor servo *dc* untuk memasukkan bola ke pipa seluncur, serta objek berupa beberapa bola plastik warna-warni; (2) prosesor dan pengendali berupa mikrokontroler *Arduino Uno* yang bertugas memproses informasi warna berupa besaran frekuensi dari sensor warna, dan mengendalikan divais bagian output; dan (3) bagian output, yaitu: penguat *MOSFET IRF540N* dan *RGB LED strip*, *sound/music player* (modul *MP3*) tipe *DFPlayer mini* dan penguat audio *PAM8403 Audio Amplifier*, dan *loudspeaker*.

3.1.2. Skema Pengkabelan pada Alat Peraga Pengenalan Warna

Skema pengkabelan keseluruhan divais elektronik pada alat peraga pengenalan warna, terdiri dari penggabungan papan mikrokontroler *Arduino Uno*, sensor warna *TCS230*, motor servo *dc*, penguat *MOSFET IRF540N* beserta *LED strip*, dan *sound/music*

player tipe *DFPlayer Mini* dan penguat audio *PAM8403 audio amplifier* beserta *loudspeaker*, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.4.



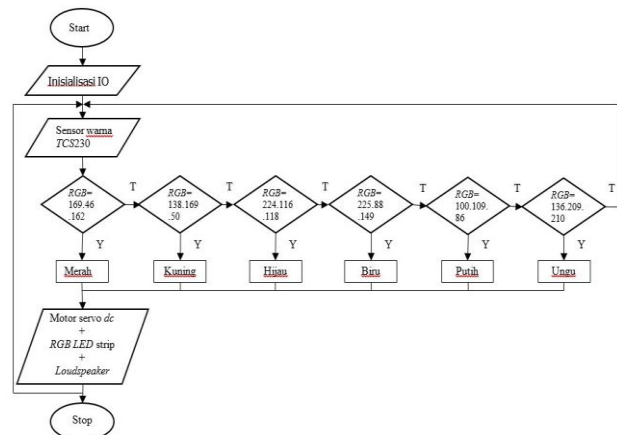
Gambar 3.4. Skema Pengkabelan pada Alat Peraga Warna

3.1.3. Desain Perangkat Lunak pada Alat Peraga Pengenalan Warna

Setelah desain perangkat keras pada alat peraga pengenalan warna, kemudian dilakukan desain perangkat lunak, dimana: sebagai input adalah sensor warna *TCS230* yang berfungsi untuk membaca nilai *pixel* warna obyek menjadi keluaran berupa besaran frekuensi, selanjutnya besaran frekuensi diberikan sebagai data input ke mikrokontroler *Arduino Uno* yang bertindak sebagai pemroses data dan pengendali keseluruhan alat, yang selanjutnya hasil pemrosesan digunakan oleh mikrokontroler *Arduino Uno* untuk mengendalikan bagian output, yaitu: (1) motor servo *dc* untuk mengarahkan bola ke mulut pipa seluncur (2) *MOSFET IRF540N* untuk meng-on-kan *RGB LED strip* sesuai warna objek dan (3) *DFPlayer mini* untuk mengeluarkan suara *audio* sesuai nama warna objek melalui *loudspeaker*. Langkah untuk mengaktifkan alat peraga pengenalan warna digambarkan melalui diagram alir (*flowchart*), seperti ditunjukkan pada Gambar 3.5.

Dari Gambar 3.5, proses diagram alir (*flowchart*) pengenalan warna dimulai dari *start* kemudian menerima masukan perintah data warna yang telah diprogram yaitu merah, kuning, hijau, biru, putih dan ungu, data tersebut akan diteruskan ke tahap proses untuk mengecek kode warna dari objek. Jika sudah sesuai maka motor servo akan mengarahkan bola ke mulut pipa seluncur, selanjutnya *RGB LED strip* menyala “on” memancarkan cahaya dan *loudspeaker* akan mengeluarkan suara *audio* sesuai warna bola. Proses diagram alir

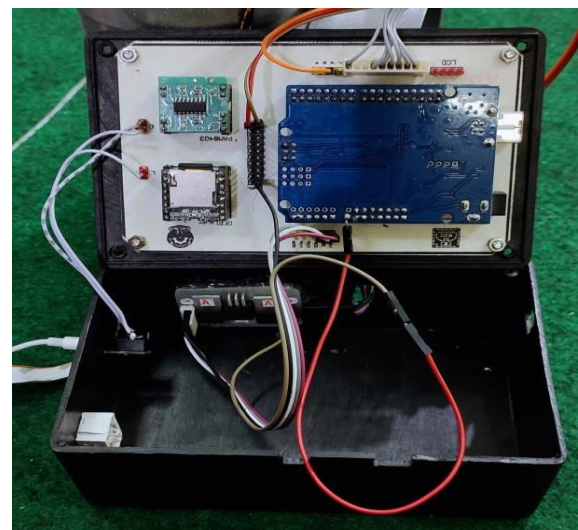
flowchart pengenalan warna diakhiri dengan *stop*.



Gambar 3.5. Diagram alir Pengenalan Warna

3.1.4. Realisasi Alat Peraga Pengenalan Warna

Realisasi keseluruhan alat peraga pengenalan warna, terdiri dari penggabungan papan mikrokontroler *Arduino Uno*, sensor warna *TCS230*, motor servo *dc*, penguat *MOSFET IRF540N* beserta *RGB LED strip*, dan *sound/music player* tipe *DFPlayer mini* dan penguat audio *PAM8403 audio amplifier* beserta *loudspeaker* dalam satu kotak wadah. Keseluruhan alat peraga pengenalan warna yang telah dirakit menjadi satu mulai dari *input*, proses, dan *output*, termasuk obyek berupa bola plastik warna-warni dan pipa seluncur seperti ditunjukkan pada Gambar 3.6.



(a)



(b)

Gambar 3.6. (a) Realisasi Seluruh Divais Elektronika dalam Satu Wadah Kotak, (b) Realisasi Keseluruhan Alat Peraga Pengenalan Warna

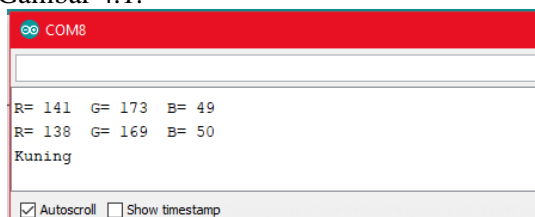
Dari Gambar 3.6, realisasi alat peraga pengenalan warna terdiri dari bagian:

- Perangkat keras: (a) *Arduino Uno*, (b) Sensor warna *TCS230*, (c) Motor servo *dc*, (d) *MOSFET IRF540N*, (e) *RGB LED strip*, (f) *Memory Card 8 GB*, (g) *DFPlayer mini*, (h) *PAM8403 audio amplifier*, (i) *Loudspeaker* dan (j) *Power supply*.
- Perangkat lunak: *Arduino IDE*.
- Sarana pendukung: (a) Audio, berupa suara arahan dari *youtube* dengan frekuensi suara 20–20.000 Hz, (b) Listing program, untuk membuat bahasa pemrograman dalam aplikasi agar dapat berjalan dengan baik, dan (c) Objek yang digunakan adalah bola plastik warna-warni yaitu merah, kuning, hijau, biru, putih dan ungu, serta pipa peluncur.

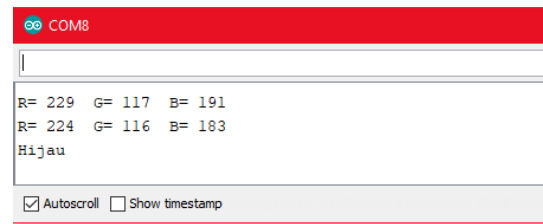
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian Perangkat Lunak

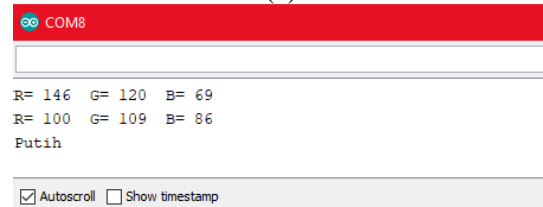
Pengujian perangkat lunak pada *serial monitor* di *software Arduino IDE* dilakukan untuk mengecek nilai frekuensi dari hasil pendeteksian warna objek (bola plastik warna-warni) apakah sesuai dengan yang telah diprogram, sehingga dapat diterapkan pada perangkat keras. Hasil dari pengujian pada *serial monitor* seperti ditunjukkan pada Gambar 4.1.



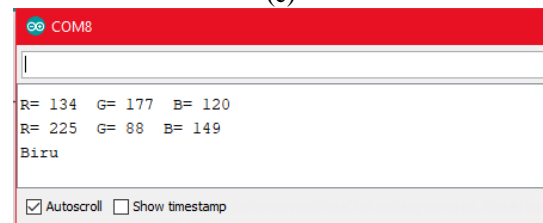
(a)



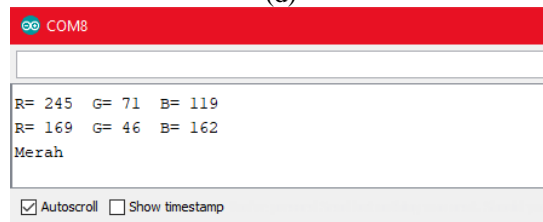
(b)



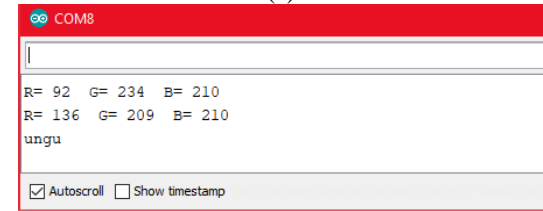
(c)



(d)



(e)



(f)

Gambar 4.1 Tampilan *Serial Monitor* untuk Objek Berwarna: (a) Kuning, (b) Hijau, (c) Putih, (d) Biru, (e) Merah, dan (f) Ungu

Dari Gambar 4.1 menunjukkan nilai dari suatu objek yang dideteksi oleh sensor warna yang terdiri dari komposisi warna yaitu *red*, *green*, dan *blue (RGB)*, dimana yang dideteksi oleh sensor yaitu objek yang berwarna:

- (a) kuning dengan nilai $R = 138$, $G = 169$, $B = 50$;
- (b) hijau dengan nilai $R = 224$, $G = 116$, $B = 183$;
- (c) putih dengan nilai $R = 100$, $G = 109$, $B = 86$;
- (d) biru dengan nilai $R = 225$, $G = 88$, $B = 149$;
- (e) merah dengan nilai $R = 169$, $G = 46$, $B = 162$;

(f) ungu dengan nilai $R = 136$, $G = 209$, $B = 210$.

4.2. Pengujian Perangkat Keras Alat Peraga Pengenalan Warna

Pengujian bertujuan untuk mengetahui fungsi semua divais pada alat peraga pengenalan warna hasil realisasi apakah sudah sesuai dengan yang diharapkan, sehingga alat peraga pengenalan warna untuk anak-anak balita ini dapat digunakan.

4.2.1. Bagian Input

a. Sensor warna TCS230

Pada tegangan 5 volt, sensor warna TCS230 aktif dan dapat mendeteksi warna dari objek berupa bola plastik warna warni.

b. Motor servo dc

Pada tegangan 5 volt, motor servo aktif dan dapat bergerak memindahkan bola ke pipa seluncur.

4.2.2. Mikrokontroler Arduino Uno

Mikrokontroler Arduino Uno dapat bekerja, berfungsi memproses dan mengendalikan seluruh divais sesuai dengan program yang diinputkan.

4.2.3. Bagian Output

a. RGB LED strip

Pada tegangan 12 volt, RGB LED strip aktif dan memancarkan cahaya terlihat (merah, kuning hijau, biru, putih, atau ungu) sesuai warna objek (bola plastik warna-warni). Pada saat RGB LED strip “on”, memancarkan cahaya berdasarkan warna yang dideteksi, dan

pada saat RGB LED “off”, tidak memancarkan cahaya.

b. Loudspeaker

Pada saat loudspeaker “on”, speaker mengeluarkan suara audio (merah, kuning hijau, biru, putih, atau ungu) sesuai nama warna bola warna-warni yang dideteksi oleh sensor warna, dan pada saat loudspeaker “off” tidak mengeluarkan suara audio nama warna.

4.3. Nilai Frekuensi dari Warna Obyek Berupa Bola Plastik Warna-warni

Hasil pengukuran frekuensi dari warna objek yang dilakukan pada 6 warna yang berbeda (merah, kuning, hijau, biru, putih, dan ungu), seperti ditunjukkan pada Tabel 4.1.

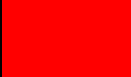





Tabel 4.1. Hasil Pengukuran Frekuensi Warna Objek

Warna Objek	Frekuensi (kHz)		
	R	G	B
Merah	83,3	25	31,2
Kuning	62,5	31,2	41,6
Hijau	25	62,5	15,6
Biru	8,9	15,6	62,5
Putih	42,7	45,6	30,2
Ungu	35,7	20,8	83,3

4.4. Hasil Keseluruhan Pengujian Alat Peraga Pengenalan Warna

Hasil keseluruhan pengujian alat peraga pengenalan warna, seperti ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Keseluruhan Pengujian Alat Peraga Pengenalan Warna

Warna objek	Sampel warna	Nilai intensitas RGB	Nama file suara	Motor servo dc	Output suara pada loudspeaker	Output cahaya pada RGB LED strip
Merah		$R \geq 162 \ \& \ R \leq 182$ $G \geq 38 \ \& \ G \leq 69$ $B \geq 148 \ \& \ B \leq 180$	0001	Bergerak	Terdengar suara “merah”	Aktif (nyala merah)
Kuning		$R \geq 110 \ \& \ R \leq 139$ $G \geq 140 \ \& \ G \leq 174$ $B \geq 30 \ \& \ B \leq 50$	0002	Bergerak	Terdengar suara “kuning”	Aktif (nyala kuning)
Hijau		$R \geq 210 \ \& \ R \leq 228$ $G \geq 105 \ \& \ G \leq 120$ $B \geq 181 \ \& \ B \leq 190$	0003	Bergerak	Terdengar suara “hijau”	Aktif (nyala hijau)
Biru		$R \geq 200 \ \& \ R \leq 230$ $G \geq 50 \ \& \ G \leq 94$ $B \geq 138 \ \& \ B \leq 160$	0004	Bergerak	Terdengar suara “biru”	Aktif (nyala biru)
Putih		$R \geq 90 \ \& \ R \leq 115$ $G \geq 90 \ \& \ G \leq 120$ $B \geq 70 \ \& \ B \leq 90$	0005	Bergerak	Terdengar suara “putih”	Aktif (nyala putih)
Ungu		$R \geq 95 \ \& \ R \leq 154$ $G \geq 180 \ \& \ G \leq 224$ $B \geq 196 \ \& \ B \leq 221$	0006	Bergerak	Terdengar suara “ungu”	Aktif (nyala ungu)

Dari Tabel 4.2 menunjukkan hasil keseluruhan pengujian alat peraga pengenalan warna bagi balita, untuk pengujian objek pada 6 warna yang berbeda (merah, kuning, hijau, biru, putih dan ungu), terlihat: (1) nilai intensitas warna yang dideteksi oleh sensor warna TCS230, pada outputnya dapat menghasilkan range panjang gelombang yang berbeda-beda meliputi komposisi warna *red*, *green*, dan *blue* (*RGB*) berupa besaran frekuensi yang akan diproses oleh mikroprosesor *Arduino Uno*, (2) menampilkan nama *file* dari rekaman suara pada *memory card* yang akan dimainkan, (3) motor servo *dc* bergerak mengarahkan objek ke mulut pipa seluncur, serta (4) rekaman suara dapat dikeluarkan melalui *loudspeaker* berupa suara audio menunjukkan nama warna objek dan *RGB LED strip* memancarkan cahaya warna (merah, kuning, hijau, biru, putih dan ungu) sesuai berdasarkan besar frekuensi yang dideteksi.

Secara keseluruhan hasil desain dan realisasi, pengukuran serta pengujian dari alat peraga pengenalan warna bagi anak balita sudah sesuai dengan yang direncanakan. Hasil penelitian ini selanjutnya dapat diimplementasikan pada pengembangan alat peraga pengenalan warna, serta bidang lainnya yang relevan.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil merealisasikan alat peraga elektronik berbasis *Arduino* untuk pengenalan warna bagi balita, dengan objek berupa bola plastik warna-warni. Mikrokontroler *Arduino Uno* dapat berfungsi mengendalikan seluruh divais input dan output. Sensor warna TCS230 berhasil mendeteksi nilai *pixel* warna (*RGB*) dari objek, dan mengeluarkan informasi panjang gelombang berupa besaran frekuensi. Motor servo *dc* bergerak mengarahkan objek ke mulut pipa seluncur. *Loudspeaker* dapat mengeluarkan suara audio sesuai nama warna objek. *RGB LED strip* dapat memancarkan cahaya sesuai warna objek. Penelitian selanjutnya adalah perbaikan kualitas dan dimensi alat, variasi bentuk dan jenis objek yang dideteksi, dan kualitas keluaran alat.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan (Permendikbud) tentang Standar Nasional

Pendidikan Anak Usia Dini, Nomor 137, Tahun 2014.

- [2] Y. Hardiyanti, M. S. Husain, & N. Nurabdiansyah, "Perancangan media pengenalan warna untuk anak usia dini," *Jurnal Imajinasi*, vol. 2, no.2, pp. 93-100, 2018.
- [3] M. N. P. Agustina, K. Pudjawan, & L. A. Tirtayani, "Penerapan Metode Eksperimen untuk Meningkatkan Kemampuan Mengenal Warna Anak Kelompok A di Paud Pradnya Paramita," *Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, vol. 4, 2016.
- [4] A. D. Nofitasari, & I. Maryani, "Efektifitas Metode Eksperimen Terhadap Kemampuan Mengenal Warna di Kelas A Tk Aba Tobayan Sleman," *Jurnal Pendidikan*, vol. 2, no. 1, pp. 1-9, 2018.
- [5] S. Hidayati, R. Robingatun, & W. Saugi, "Meningkatkan Kemampuan Mengenal Warna Melalui Kegiatan Mencampur Warna di TK Kehidupan Elfhaly Tenggarong," *Yaa Bunayya: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, vol. 4, no. 1, pp. 23-37, 2020.
- [6] E. D. Lestari, "Peningkatan Kemampuan Mengenal Warna Melalui Kegiatan Klasifikasi Kancing Warna pada Anak Usia 4-5 Tahun," *Jurnal PAUD Teratai*, vol. 5, no. 01, pp. 1-5, 2016.
- [7] Pajralnida, "Meningkatkan Kemampuan Pengenalan Warna Dasar Melalui Permainan Lingkaran Warna (Classroom Action Research pada Anak Tunagrahita Ringan di Kelas II SLB Work Shop Padang)," *E-JUPEKhu: Jurnal Ilmiah Pendidikan Khusus*, vol. 5, no. 1, 2016.
- [8] Y. Hardiyanti, M. S. Husain, & N. Nurabdiansyah, "Perancangan media pengenalan warna untuk anak usia dini," *Jurnal Imajinasi*, vol. 2, no. 2, pp. 93-100, 2018.
- [9] N. S. Sari, & I. Syafi'i, "Pengembangan Kemampuan Mengenal Warna Anak Usia Dini Melalui Media Water Beads," *Yaa Bunayya: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, vol. 5, no. 1, pp. 28-33, 2021.
- [10] M. Safita, & D. Suryana, "Pengenalan Warna Melalui Media Stick Warna Terhadap Kemampuan Kognitif Anak Usia 4-5 Tahun," *Bunayya: Jurnal Pendidikan Anak*, vol. 8, no. 1, pp. 28-43, 2022.
- [11] R. A. Susanti, & Y. Yasniar, "Meningkatkan kemampuan mengenal warna pada anak usia dini melalui eksperimen warna di Kelas A TK Mekar Sari Lombok Timur," *Jurnal Caksana: Pendidikan Anak Usia Dini*, vol. 5, no. 2, pp. 83-92, 2022.

- [12] P. Weingerl, & D. Javoršek, "Theory of colour harmony and its application," *Tehnički vjesnik*, vol.25, no. 4, pp. 1243-1248, 2018.
- [13] G. Roque, "Colour theory: Definition, fields and interrelations," *Journal of the International Colour Association*, vol. 32, pp. 4-16, 2023.
- [15] RapidTables. (2023). *RGB Color Codes Chart*. Available: https://www.rapidtables.com/web/color/RGB_Color.html.
- [15] A. A. Putra, M. Rifai, & H. K. Safitri, "Implementasi Sistem Kontrol Penggerak Motor Stepper pada Proses Molding Microplastic Berbasis PID Menggunakan PLC dan ARDUINO," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 1, 2024.
- [16] S. Beta, & S. Astuti, "Modul timbangan benda digital dilengkapi led rgb dan dfplayer mini," *Orbith: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa dan Sosial*, vol. 15, no. 1, pp. 10-15, 2019.
- [17] D. Mahendra, "Uji Sensitivitas Sensor TCS230 Berbasis Arduino Uno Sebagai Alat Pendeteksi Warna Bagi Penderita Buta Warna," *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia (IFI)*, vol. 10, no. 1, pp. 43-51, 2021.
- [18] S. Muslimin, "Analisis pulse motor servo sebagai penggerak utama Lengan robot berjari berbasis Mikrokontroler," *Proton: Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Mesin*, vol. 10, no. 1, p. 523110, 2018.
- [19] O. Tripathi, & P. Gandhi, "Arduino RGB," *GRD Journal for Engineering*, vol. 2, no. 6, pp. 210-213, 2017.
- [20] D. Haryanto, & D. L. Zamzamy, "Simulasi Alat Musik Drum Berbasis Arduino dengan Penguatan Power PAM8403," *Jurnal Manajemen dan Teknik Informatika (JUMANTAKA)*, vol. 4, no. 1, 2020.
- [21] D. Kurniawan, "Rancang Bangun Alat Musik Piano, Harpa, Marching Bell Digital Berbasis Arduino Menggunakan Cahaya Laser dan LDR (Studi Kasus: SMP NU 07 Brangsong)," *Elkom: Jurnal Elektronika dan Komputer*, vol. 11, no. 1, pp. 9-19, 2018.
- [22] I. Setiawan, "Studi eksperimental penggunaan loudspeaker sebagai pengkonversi energi bunyi menjadi listrik dalam alat pemanen energi akustik (acoustic energy harvester)," *Jurnal Teknologi*, vol. 11, no. 1, pp. 9-16, 2019.
- [23] A. S. Ismailov, & Z. B. Jo'Rayev, "Study of arduino microcontroller board," *Science and Education*, vol. 3, no. 3, pp. 172-179, 2022.