

# Rancang Bangun *Buck Converter* untuk Pengisian Baterai Termonitoring pada Sistem Pencahayaan Gambar Anaglyph

## Design and Development of a Buck Converter for Monitored Battery Charging in Anaglyph Image Lighting Systems

Diah Septi Yanaratri<sup>1\*</sup>, Irianto<sup>2</sup>, Daffa Yulistian Arient Nugraha<sup>3</sup>, Sutedjo<sup>4</sup>,  
Renny Rakhmawati<sup>5</sup>, Ahmad Firyal Adila<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6</sup>Teknik Elektro Industri, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

<sup>1,2,3,4,5,6</sup>Jalan Raya ITS, Sukolilo, Surabaya, 60111

diahsepti@pens.ac.id<sup>1\*</sup>, irianto@pens.ac.id<sup>2</sup>, daffnugrah@gmail.com<sup>3</sup>, sutedjo@pens.ac.id<sup>4</sup>,

renny@pens.ac.id<sup>5</sup>, firyal@pens.ac.id<sup>6</sup>

**Abstrak** – Penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem pengisian baterai yang efektif untuk lampu LED warna merah dan biru, guna mendukung karya seni menggunakan teknik anaglif double exposure. Sebelumnya, telah ada penelitian yang membahas tentang pembuatan teknik gambar dualisme dengan teknik anaglif double exposure, serta karya seniman Carnovsky RGB yang memamerkan hasil karyanya, namun masih belum banyak diketahui oleh masyarakat. Selain itu, penelitian terdahulu juga menunjukkan bahwa peningkatan berpikir kritis pada anak belajar dapat didukung dengan sistem pencahayaan yang tepat. Proyek ini bertujuan untuk merancang sistem penggunaan buck converter sebagai pengisian baterai untuk lampu penerangan bervariasi 3 warna, masing-masing memiliki spesifikasi 12 Volt 5 Watt. Tegangan dari PLN akan digunakan untuk mengisi baterai 12,6 Volt 10 Ah. Sistem pengisian baterai ini menggunakan buck converter yang dikontrol melalui mikrokontroler STM32F103C8T6 sehingga dapat menghasilkan tegangan yang dibutuhkan oleh baterai dengan tepat. Monitoring daya melalui Bluetooth memungkinkan penggunaan lampu yang efisien. Hasil utama dari proyek ini adalah pengembangan sistem pengisian baterai yang berhasil dan dapat memaksimalkan fungsi lampu warna merah dan biru sebagai alat pencahayaan gambar anaglyph. Dengan efisiensi buck converter yang mencapai hingga 84 persen, proses pengecasan dapat berjalan dengan baik pada tegangan masukan 24 Volt dan keluaran stabil 13,5 Volt. Sensor RGB yang digunakan berhasil membaca berbagai macam warna LED sehingga dapat mengidentifikasi warna dan gambar yang terbaca. Proyek ini berkontribusi pada pengembangan teknologi yang mendukung karya seni anaglyph dan memungkinkan para seniman untuk menampilkan karya mereka tanpa khawatir kehabisan daya pada lampu gambar.

**Kata Kunci:** buck converter, pengisian baterai, mikrokontroler STM32F103C8T6, sistem lampu pencahayaan gambar anaglyph.

**Abstract** – This research focuses on developing an efficient battery charging system for red and blue LED lights to support artwork using the anaglyph double exposure technique. Previous studies have discussed the creation of dual-image techniques with anaglyph double exposure and the works of artist Carnovsky RGB, who showcased his art, though it remains relatively unknown to the public. Additionally, earlier research indicates that enhancing critical thinking in children can be supported by appropriate lighting systems. This project aims to design a system using a buck converter for charging batteries for varied lighting with three colors, each with specifications of 12 Volts and 5 Watts. The mains electricity (PLN)

will be used to charge a 12.6 Volt 10 Ah battery. The battery charging system employs a buck converter controlled by an STM32F103C8T6 microcontroller, ensuring the battery receives the correct voltage. Power monitoring via Bluetooth enables efficient use of the lights. The primary outcome of this project is the successful development of a battery charging system that maximizes the functionality of red and blue lights as illumination tools for anaglyph images. With a buck converter efficiency of up to 84 percent, the charging process works well at an input voltage of 24 Volts and a stable output of 13.5 Volts. The RGB sensor used successfully reads various LED colors, allowing it to identify colors and images accurately. This project contributes to technological advancements supporting anaglyph art, enabling artists to display their work without worrying about the power supply for their lighting.

**Keywords:** buck converter, charging battery, STM32F103C8T6 microcontroller, anaglyph image lighting systems.

## 1. Pendahuluan

Ide berkreasi dalam karya seni selalu berkembang tanpa batasan waktu. Dari lukisan prasejarah di dalam gua hingga karya seni digital, manusia terus berinovasi untuk menikmati seni secara maksimal [1]. Salah satu bentuk seni yang membutuhkan alat khusus adalah seni anaglif, di mana gambar-gambar diberi warna berbeda, seperti merah dan cyan, dan ditumpang tindih untuk menciptakan efek tiga dimensi. Gambar anaglif ini dapat dinikmati dengan kacamata tiga dimensi, tetapi ada modifikasi pada teknik ini. Gambar tumpang tindih menggunakan 2 warna sudah dilakukan sebelumnya di tahun 2020 [2]. Kemudian, dikembangkan dengan menggunakan tiga pola dan warna berbeda, gambar dapat disatukan menjadi satu gambar abstrak. Ketika disinari dengan lampu merah, hijau, dan biru, efek cahaya yang dihasilkan akan berinteraksi dengan gambar, menciptakan suasana berbeda tergantung pada pencahayaan.

Namun, alat khusus untuk menikmati karya ini masih terbatas. Kebanyakan lampu RGB tidak memiliki sistem portabel sehingga membatasi penggunaannya. Saat ini, ada beberapa lampu yang bisa digunakan tanpa sumber baterai, tetapi pilihan ini masih terbatas. Portabilitas adalah faktor penting untuk memperluas jangkauan penggunaan dan fleksibilitas lampu RGB. Tanpa sistem portabel, pengguna seringkali harus tergantung pada sumber daya listrik tetap, yang mengurangi fleksibilitas dan mobilitas. Oleh karena itu, ada kebutuhan mendesak untuk mengembangkan solusi yang lebih portabel dan efisien apalagi akan digunakan pada sebuah pameran. Pendapat ini juga disampaikan pada tahun 2024 [3].

Oleh karena itu, proyek ini bertujuan untuk mengembangkan lampu RGB portabel dengan sistem pengisian baterai dari sumber PLN. Sumber PLN 220 volt akan disearahkan dengan modul *full wave rectifier* menjadi 24 volt DC. Kemudian untuk mengisi baterai dengan efisien, proyek ini menggunakan *buck converter*, yang dapat mengubah tegangan tinggi dari 24 volt menjadi 13,5 volt [4]. Kontrol yang digunakan agar keluaran *buck konverter* stabil adalah kontrol PI [5]. Dengan begitu, penggunaan *buck converter* memungkinkan proses pengisian baterai menjadi lebih efisien dan aman, memastikan baterai *lithium-ion* dapat terisi penuh tanpa risiko *overcharging* atau kerusakan karena sensor tegangan dan arus akan menerima data dan disimpan ke mikrokontroler STM32F103C8T6, kemudian digunakan untuk memerintahkan relai. Semua proses dari *buck converter* hingga pengujian ini sudah berhasil dilakukan dari tahun 2019 sampai dengan 2021 [6] [7] [8] [9].

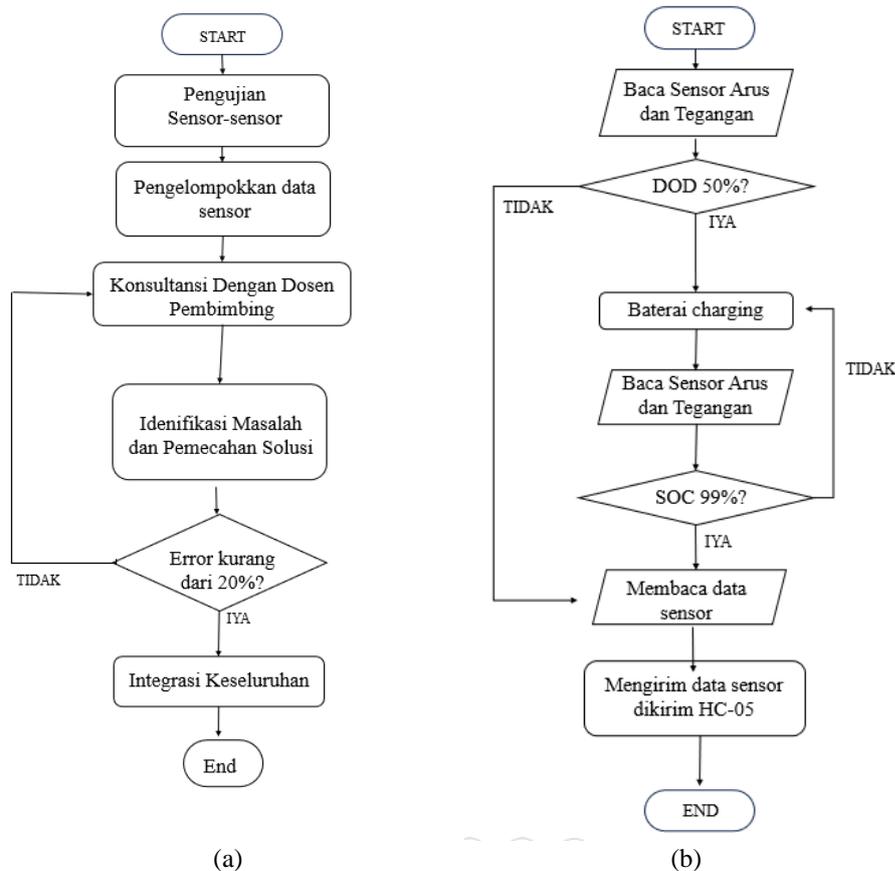
Lampu LED ini akan memungkinkan pengguna membawa lampu tanpa khawatir kehabisan daya, mendukung keberlanjutan lingkungan dengan penggunaan energi yang dapat diisi ulang. Hal ini juga telah disampaikan pada sosialisasi tentang lampu LED di tahun 2020 [10]. Selain itu, lampu ini dilengkapi dengan modul HC-05 untuk *me-monitoring* proses *buck converter* dalam mengisi baterai melalui *smartphone* [11]. Penggunaan teknologi ini meningkatkan keamanan dan keandalan sistem pengisian daya. Sistem ini lebih canggih dan sudah teruji pada tahun 2023. Pengalaman pengguna menjadi lebih nyaman dan bebas dari kekhawatiran terkait daya [12].

Proyek ini tidak hanya bertujuan memenuhi kebutuhan pengguna seni, tetapi juga memberikan solusi berkelanjutan yang dapat diakses banyak orang. Dengan lampu RGB portabel dan sistem pengisian baterai yang menggunakan *buck converter*, seni anaglif dapat dinikmati dengan lebih baik, dan pengguna dapat merasakan pengalaman seni yang berbeda dan menarik.

## 2. Metode Penelitian

Diagram alir dari keseluruhan sistem ditunjukkan pada Gambar 1. Sensor tegangan akan memeriksa keadaan baterai. Baterai yang digunakan berjenis *lithium-ion* 1,6 volt 10 ah. Baterai ini memiliki DOD yang bisa sangat minimum. Pada proyek ini menggunakan DOD 50%. Dalam keseluruhan proses agar sistem bisa mendeteksi DOD 50%, semua sensor dikalibrasi terlebih dahulu sesuai *flowchart* (a). Kemudian dilakukan pengujian sensor secara masing-masing untuk diintegrasikan ke seluruh sistem, jika sensor masih memiliki eror lebih dari 20% maka proses belum bisa dilanjutkan ke *flowchart* (b). Sistem pengisian baterai harus dikonsultasikan agar bisa dicari solusinya. Pada proyek ini keseluruhan sensor memiliki eror kurang dari 10% bahkan ada yang mendekati 0 %, sehingga sudah bisa dilanjutkan ke tahap berikutnya.

Ketika sensor arus dan tegangan belum mendeteksi nilai DOD baterai pada 50%, maka proses *charging* tidak akan berjalan otomatis. Namun jika ingin *discharging* masih bisa, dikarenakan fokus pada sistem ini hanyalah pada *cut off charging* saja.



Gambar 1. *Flowchart* (a) pengujian sensor (b) sistem pengisian baterai.

Data sensor tegangan dan arus tegangan antara DOD dan SOC berbeda, sehingga ketika sensor tegangan dan arus yang digunakan untuk proses pengisian sudah memiliki *output* 13,5 volt dengan arus *charging* 0,59 Ampere, maka relai akan memutus. Hasil dari pembacaan sensor tegangan dan arus saat pengisian serta saat baterai digunakan akan dikirim melalui modul *bluetooth* HC-05. Modul *bluetooth* akan disambungkan ke *smartphone* dan hasilnya bisa dipantau dengan aplikasi *bluetooth electronic*.

## 3. Hasil dan Pembahasan

Pada hasil dan pembahasan ini dimulai dengan perhitungan yang diperlukan. Proses pengisian baterai memerlukan *buck converter*. *Buck converter* yang digunakan didesain sendiri untuk mendapatkan nilai induktor yang sesuai.

### 3.1. Desain Induktor *Buck Converter*

Persamaan (1) digunakan untuk menghitung *duty cycle* dari *buck converter* dan persamaan (2) digunakan untuk menentukan nilai induktornya.

$$D = \frac{V_o}{V_s} = \frac{13,5V}{24V} = 0,5625 \quad (1)$$

$$L = \left(\frac{1}{f}\right) \times (V_{s(\max)} - V_o) \times \left(\frac{V_o + V_F}{V_{s(\max)} + V_F}\right) \times \frac{1}{\Delta i_L} \quad (2)$$

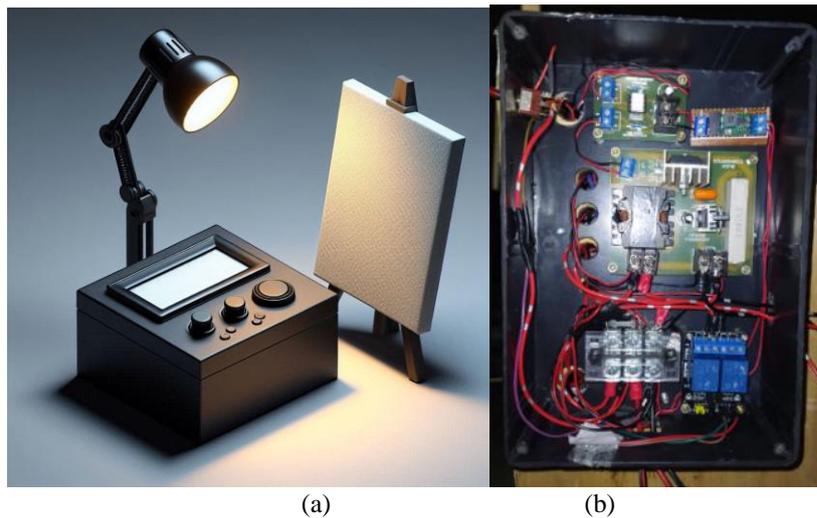
$$\Delta i_L = 20\% \times I_{L(\text{avg})} = 20\% \times 2 = 0,4 \text{ A}$$

$$L = \left(\frac{1}{40k}\right) \times (24 - 13,5) \times \left(\frac{13,5 + 1,5}{24 + 1,5}\right) \times \frac{1}{0,4} = 0,386 \text{ mH}$$

Dengan demikian nilai induktor yang harusnya didapat ketika sudah menggulung dan diukur menggunakan LCR meter harus bernilai 0,386 mH atau berada di *range* tersebut.

### 3.2. Desain Mekanik

Keseluruhan sistem ini tidak bisa dipisahkan dengan mekanik. Mekanik berguna untuk melindungi dan menjadi tempat komponen yang digunakan. Selanjutnya, keseluruhan sistem serta komponen-komponen berada di dalam mekanik tersebut. Desain mekanik sistem ini ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. (a) Desain awal mekanik (b) Rangkaian dalam *box* berisi komponen pengisian baterai.

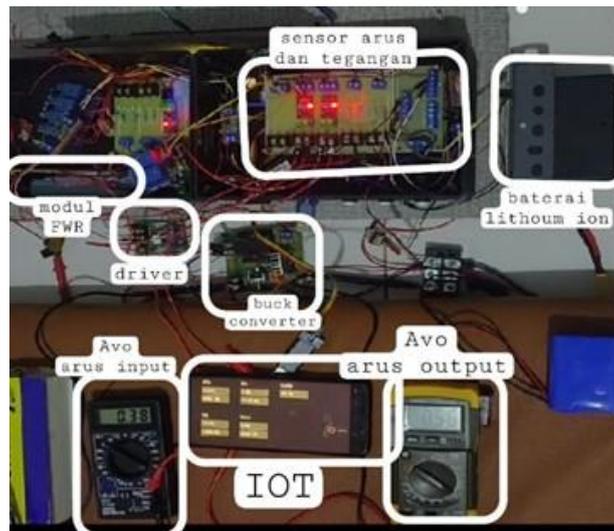
Dalam proyek ini terdapat sistem *buck converter* dan relai untuk *cut off* sebagai pengisian baterai. Pada setiap masukan dan keluaran, *buck converter* diberi sensor arus dan tegangan yang berfungsi untuk *me-monitoring* proses pengisian.

### 3.3. Pengujian Sistem

Ketika desain yang direncanakan sudah dibuat, diperlukan pengujian sistem, terdapat beberapa hal yang dilakukan dan didapatkan data sebagai berikut.

#### 3.3.1 Pengujian Integrasi Sistem

Setelah didapatkan nilai induktor yang sesuai perlu adanya pengujian parsial untuk mengetahui apakah *buck converter* bisa digunakan untuk mengisi baterai dengan benar. Pengujian ini sudah dilakukan dengan menggunakan kontrol PI untuk menjaga tegangan keluaran *buck converter* stabil.



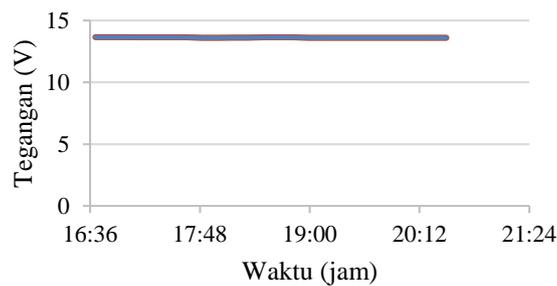
Gambar 3. Rangkaian pengujian *closed loop charging*.

Gambar 3 menunjukkan gambar rangkaian dan pengujian pengisian baterai yang sudah di-monitoring melalui *bluetooth* HC-05. Pada saat ini keseluruhan pembacaan hasil sensor arus dan tegangan dapat dilihat secara langsung. Pada Gambar 3, kemudian terdapat juga nilai *duty* yang sudah diambil dari pembagian antara daya *output* dan daya *input*.

Tabel 3. Pengujian *closed loop* pengisian baterai dengan *buck converter*.

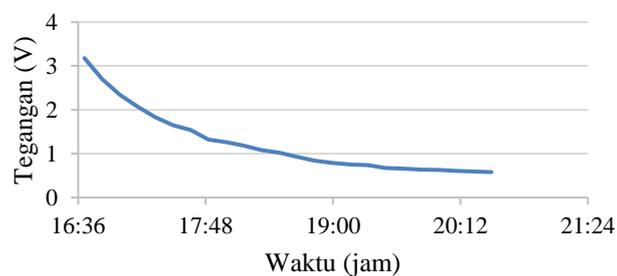
<i>Time</i>	<i>Vin</i> (V)	<i>In</i> (A)	<i>Vout</i> (V)	<i>Iout</i> (A)	<i>Pin</i> (watt)	<i>Pout</i> (Watt)	<i>Efficiency</i> (%)	<i>Duty</i>
22:38	20.3	1.9	13.6	2.3	38.57	31.28	81.1	66.99
22:48	22.8	1.67	13.55	2.23	38.08	30.22	79.36	59.43
22:58	23	1.32	13.55	1.82	30.36	24.66	81.23	58.91
23:08	23.1	1.14	13.55	1.61	26.33	21.82	82.84	58.65
23:18	23.1	1.04	13.55	1.5	24.02	20.33	84.6	58.65
23:28	23.1	0.95	13.55	1.35	21.95	18.29	83.36	58.65
23:38	23.2	0.76	13.55	1.1	17.63	14.91	84.53	58.40
23:48	23.2	0.71	13.55	1.03	16.47	13.96	84.73	58.40
23:58	23.2	0.67	13.55	0.96	15.54	13.01	83.69	58.40
0:08	23.2	0.63	13.55	0.94	14.62	12.74	87.14	58.40
0:18	23.2	0.61	13.54	0.88	14.15	11.92	84.19	58.36
0:28	23.2	0.58	13.55	0.85	13.46	11.52	85.59	58.40
0:38	23.3	0.54	13.55	0.82	12.58	11.11	88.31	58.15
0:48	23.2	0.51	13.55	0.78	11.83	10.57	89.33	58.40
0:58	23.3	0.49	13.56	0.71	11.42	9.628	84.33	58.19
1:08	23.3	0.46	13.55	0.67	10.72	9.079	84.7	58.15
1:18	23.3	0.44	13.55	0.64	10.25	8.672	84.59	58.15
1:28	23.3	0.42	13.55	0.59	9.786	7.995	81.69	58.15
1:38	23.3	0.41	13.55	0.58	9.553	7.859	82.27	58.15

Seiring berjalannya waktu, tegangan masukan *buck converter* yang awalnya *drop* 22,3 volt saat awal proses pengisian baterai perlahan akan mendekati nilai yang ditentukan di awal, yaitu 24 volt. Hal ini dikarenakan daya masukan konverter terserap banyak oleh beban. Sistem pada konverter dibuat untuk menjaga tegangan keluarannya konstan, maka tegangan masukan yang akan menurun. Kurva arus keluaran terhadap waktu ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Kurva arus output terhadap waktu.

Dari data pengisian baterai dengan metode CV yang sudah didapatkan kita bisa membuat kurva garis tegangan keluaran konverter terhadap waktu. Tegangan tersebut cenderung konstan meski terdapat sedikit fluktuasi. Gambar 5 menunjukkan kurva tegangan terhadap waktu.



Gambar 5. Kurva tegangan terhadap waktu.

Berbeda dengan tegangan keluaran, arus dari konverter seiring pengisian baterai arusnya akan semakin kecil, sehingga kurva yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar tersebut.

Gambar 6. Tampilan *bluetooth electronics* pada *smartphone*.

Gambar 6 menunjukkan salah satu tampilan hasil sensor arus dan tegangan yang sudah dikirim melalui *bluetooth*. Dalam prakteknya, meski tegangan keluaran diatur stabil pada 13.5 volt, seperti yang dijelaskan sebelumnya, nilai efisiensi pada *buck converter* di tampilan aplikasi juga memiliki nilai yang lebih tinggi hingga 90% ke atas dikarenakan ada ketidakakuratan antara sensor-sensor yang terpasang dengan alat ukur. Meskipun pada pengujian sensor-sensor nilai error yang ditampilkan di LCD dengan alat ukur sudah kecil ketika diuji parsial. Adanya perbedaan antara sensor dan alat ukur membuat nilai *duty* juga tidak presisi meskipun ada beberapa momen yang terjadi ketika nilai sensor dengan pembacaan alat ukur sangat presisi. Hal ini dikarenakan hasil sensor terpengaruh oleh tegangan *charging* baterai, *ground* antara sensor dan masukan *charging* tidak terpisah yang menyebabkan adanya fluktuasi di bagian pembacaan sensor, kemudian adanya EMI.

### 3.3.2 Pengujian Sensor RGB dan Hasil Pencahayaan Gambar

Hasil pengujian sensor RGB dan hasil pencahayaan gambar ditunjukkan pada Gambar 7.

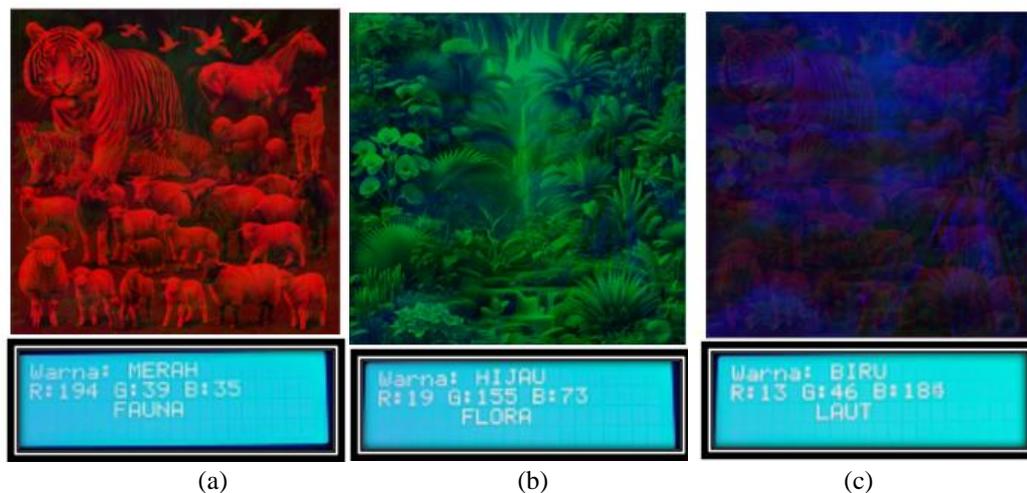


Gambar 7. Objek gambar dan tampilan LCD ketika cahaya putih.

Awalnya LCD pada tipe ke satu untuk gambar anaglif ini menampilkan gambar abstrak, artinya gambar belum jelas secara utuh bentuk aslinya seperti apa. Pada gambar dapat dilihat samar-samar terdapat gambar hewan dan tumbuhan, namun, gambar anaglif yang tercetak belum cukup sempurna dikarenakan cahaya dari lampu masih 3.

Kemudian cahaya lampu LED merah, hijau, dan biru bersatu membentuk warna putih. Peristiwa yang terjadi adalah aditif warna. Dalam aditif warna, cahaya dari ketiga warna LED tersebut bercampur dan menghasilkan cahaya putih.

Hal ini berbeda dengan pencampuran cat atau tinta. Pada cat dan tinta, pencampuran warna menghasilkan warna baru yang lebih gelap dan kurang cerah dibandingkan dengan warna asli. Hal ini karena pigmen pada cat dan tinta menyerap sebagian cahaya, dan hanya memantulkan sebagian kecil cahaya dengan panjang gelombang tertentu. Warna putih ini diterima oleh sensor RGB dan masuk ke range intensitas sesuai yang sudah dikalibrasi, sehingga *output* LCD menjadi "GAMBAR ABSTRAK".



Gambar 8. (a) Objek gambar dan tampilan lcd ketika (a) cahaya merah, (b) cahaya hijau, (c) cahaya biru.

Kemudian cahaya lampu LED merah diterima oleh sensor RGB dan masuk ke *range* intensitas sesuai yang sudah dikalibrasi, sehingga *output* LCD menjadi “MERAH”, karena merah maka LCD menghasilkan *output* “FAUNA”. Gambar anaglif sudah tercetak sepenuhnya bergambar hewan. Pada gambar sudah tidak terdapat samar-samar gambar lainnya, sehingga hasil akhir menunjukkan gambar hewan dengan jelas dan tajam. Proses ini memastikan bahwa sistem kalibrasi dan sensor bekerja dengan akurat untuk menghasilkan representasi visual yang sesuai dengan harapan.

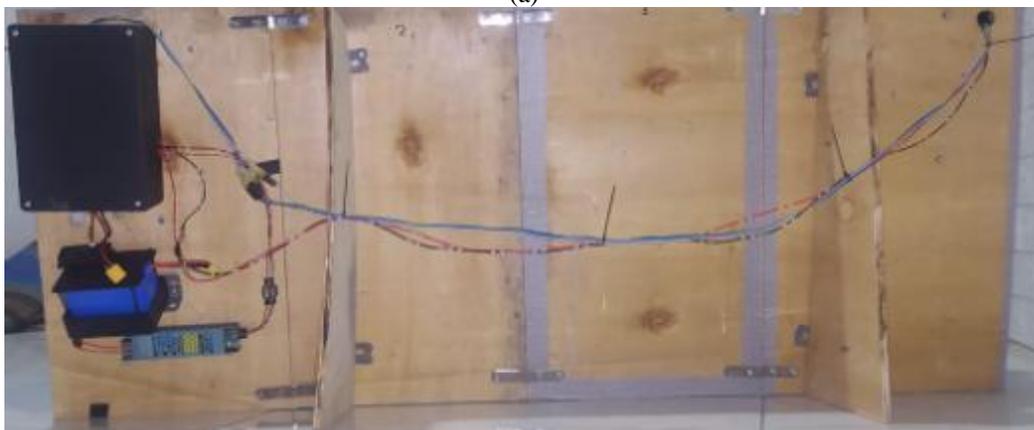
Selanjutnya cahaya lampu LED hijau diterima oleh sensor RGB dan masuk ke *range* intensitas sesuai yang sudah dikalibrasi, sehingga *output* LCD menjadi “HIJAU”, karena hijau maka LCD menghasilkan *output* “FLORA”. Gambar anaglif sudah tercetak sepenuhnya bergambar flora. Pada gambar sudah tidak terdapat samar-samar gambar lainnya, sehingga hasil akhir menunjukkan gambar flora dengan jelas dan tajam. Proses ini memastikan bahwa sistem kalibrasi dan sensor bekerja dengan akurat untuk menghasilkan representasi visual yang sesuai dengan harapan. Terakhir, cahaya lampu LED biru diterima oleh sensor RGB dan masuk ke *range* intensitas sesuai yang sudah dikalibrasi, sehingga *output* LCD menjadi “BIRU”, karena biru maka LCD menghasilkan *output* “LAUT”. Gambar anaglif sudah tercetak sepenuhnya bergambar laut. Pada gambar ini masih terdapat samar-samar gambar lainnya, sehingga hasil akhir menunjukkan gambar laut yang kurang jelas dan tajam. Proses ini memastikan bahwa sistem kalibrasi dan sensor bekerja dengan akurat untuk menghasilkan representasi visual yang sesuai dengan harapan.

### 3.3.3 Desain Akhir Mekanik

Hasil akhir dari desain mekanik ditunjukkan pada Gambar 9.



(a)



(b)

Gambar 9. Desain alat (a) tampak depan (b) tampak belakang.

Desain mekanik proyek ini berukuran 120 cm x 55 cm dengan ketebalan kayu 9 mm dan memiliki 2 lampu sorot di bagian kanan dan kiri yang menghadap ke objek. Masing-masing lampu sorot tersebut diletakkan di atas *box* hitam yang memiliki sistem tersendiri di dalamnya. Pada lampu sorot paling kanan, terdapat 2 *box* yang berbeda fungsi. *Box* bagian atas memiliki berisi sensor arus dan tegangan yang digunakan untuk proses pengisian baterai dan tersambung pada *box* di belakang juga terdapat lampu sorot pada bagian luarnya. *Box* bagian belakang berisikan rangkaian pengisian baterai mulai dari masukan ke konverter hingga menuju ke baterai. Lampu sorot menghadap ke objek 1 dan 2 dari arah kanan dan kiri.

Pada bagian belakang terdapat *modul full wave rectifier*, baterai *lithium ion*, dan *project box*. Dalam *box* seperti yang sudah dijelaskan terdapat sistem *buck converter* dan relai yang digunakan untuk proses pengisian baterai. Kemudian terdapat kabel yang menghubungkan antara lampu dan relai pada sisi kanan dan kiri. Desain papan yang menyangga keseluruhan sistem ini dibuat agar mudah dibawa kemana-mana dan terdiri dari 4 papan yang bisa disambung secara manual.

#### 4. Kesimpulan

Dari perancangan pengujian dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan objek realis lebih bisa dinikmati oleh pengamat karya. Hal ini dikarenakan gambar bisa dikira-kira meskipun belum sepenuhnya disinari oleh cahaya lampu. Selain itu, penggunaan sensor RGB pada lampu LED berfungsi dengan baik untuk mendeteksi gambar dan warna yang sedang ditekan, sehingga memberikan pengalaman interaktif yang lebih baik.

Sistem *charging* yang menggunakan modul *buck converter* juga memberikan hasil yang memuaskan. Dengan keluaran tegangan stabil sebesar 13.5V, modul ini memiliki efisiensi antara 80% hingga 87%, dengan rata-rata sebesar 84.1%. Penggunaan baterai pada keseluruhan sistem memungkinkan alat ini bekerja dengan efektif, sehingga meningkatkan portabilitas dan fleksibilitas penggunaannya dalam berbagai situasi.

Namun, terdapat kekurangan dalam proyek ini terkait kemampuan untuk membaca dua sensor TCS34725 secara bersamaan menggunakan satu mikrokontroler. Sensor ini menggunakan komunikasi serial dalam membaca objek, sehingga integrasi dua sensor secara bersamaan dalam satu mikrokontroler menjadi sulit dilakukan. Hal ini menyebabkan keterbatasan, yaitu objek yang bisa dibaca oleh sensor hanya satu pada satu waktu.

#### Referensi

- [1] A. Susilo, Sarkowi, Y. Asmara, "Pembinaan Komunitas SARISEJAYA Melalui Kegiatan Pengelolaan Bidang Sejarah, Seni, dan Budaya," *Madaniya*, vol. 4, no. 4, pp. 1468-1476, 2023.
- [2] M. N. Aina, "Perancangan Buku Ilustrasi Unsur Dualisme Dalam Lima Puisi Taufiq Ismail Dengan Efek Visual Double Exposure Anaglyph," *perancangan Buku Ilustrasi Unsur Dualisme Dalam Lima Puisi Taufiq Ismail Dengan Efek Visual Double Exposure Anaglyph*, Skripsi thesis, Institut Seni Indonesia Yogyakarta, 2020.
- [3] D. A. Kristiawan, "Perancangan Display Perhiasan Untuk Meningkatkan Kemudahan Membawa dan Menata Produk Dalam Persiapan Pameran," *Final Year Projects (S1) thesis*, Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta, 2024.
- [4] D. Rahmawati, M. Ulum, m. Farisal, K. Joni, "Lantai Pembangkit Listrik Menggunakan Piezoelektrik dengan Buck Converter LM2596," *Jurnal Arus Elektro Indonesia (JAEI)*, vol. 7, no. 3, pp.84-89, 2021.
- [5] N. Miftaahul A. S, D. Mulyana, I. Yusuf A, "Pengaturan Kecepatan Motor Brushless DC(Direct Current) Menggunakan Cuk Converter," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 6, no. 2, 2019.
- [6] S. R. S. I. S. P. Muhammad. Junaldy, "Rancang Bangun Alat Pemantau Arus Dan Tegangan Di Sistem Panel Surya Berbasis Arduino Uno," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 8, no. 1, pp. 9-14, 2019.

- [7] A. P. Saputry, T. Lestariningsih, Y. Astuti, “Pengaruh Rasio LiB0B:Ti02 dari Lembaran Polimer Elektrolit sebagai Pemisah terhadap Kinerja Elektrokimia Baterai LithiumIon Berbasis LTO,” *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, vol. 22, no. 4, pp. 136-142, 2019.
- [8] G. Arisandi, “Perancangan Alat Monitoring Detak Jantung Sebagai Indikator Kesehatan Dengan Pulse Sensor Berbasis STM32,” *Seminar Nasional Fortei Regional 7 (SinarFe7)*, vol. 4, no.1, pp. 160-164, 2021.
- [9] A. N. Trisetiyanto, “Rancang Bangun Alat Penyemprot Disinfektan Otomatis untuk Mencegah Penyebaran Virus Corona,” *Joined Journal*, vol. 3, no. 1, pp. 45-51, 2020.
- [10] I. Septianingsih, Y. F. Zani, “Sosialisasi Pengenalan Led sebagai Lampu Hemat Energi di Dusun Pendem,” *Jurnal Sains Teknologi dalam Pemberdayaan Masyarakat (JSTPM)*, vol. 01, no. 2, pp. 81-86, 2020.
- [11] A. Ubaidillah, M. Ulum, “Rancang Bangun Alat Pemotong ID Card Menggunakan Mikrokontroler Berbasis Android,” Tugas Akhir Universitas Trunojoyo,, 2021.
- [12] Idofitraramdhan, M. I. Bustami, W. Riyadi, “Perancangan Smart System Ternak Ayam berbasis IoT menggunakan Arduino UNO,” *JAKAKOM*, vol. 3, no. 1, pp.511-521, 2023.