

# Rancang Bangun Alat Ukur Uji Selisih Lapang Kolimasi Berkas Sinar-X dan Uji Intensitas Cahaya Kolimator Pada Pesawat Sinar-X Dengan Interface Website Dilengkapi Penyimpanan Data

Nafsi Firlyana<sup>1</sup>, Agus Komarudin<sup>2</sup>, Atika Hendriyani<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Teknologi Rekayasa Elektro-medik, Teknik Elektromedik, Poltekkes Kemenkes Jakarta II

<sup>2</sup>Dosen Teknologi Rekayasa Elektro-medik, Teknik Elektromedik, Poltekkes Kemenkes Jakarta II

\*Corresponding author. E-mail: [p22030119038@poltekkesjkt2.ac.id](mailto:p22030119038@poltekkesjkt2.ac.id)

DOI : <https://doi.org/10.00000/nafsi.000.000.000>

Diterima: 8 Mei 2023, Revisi: 18 Mei 2023, Diterbitkan: 28 Mei 2023

## INTISARI

Pada Penelitian sebelumnya, digital colimator test tool masih menggunakan *intensifying screen* dalam rancang bangunnya, dimana alat ini memiliki harga yang cukup mahal. Pada penelitian ini, Penulis mengembangkan sebuah rancang bangun dengan dua parameter pengujian dalam satu alat yaitu pengujian selisih lapang kolimasi dan pengujian intensitas cahaya kolimator menggunakan sensor BPW34 sebagai detektor sinar-X dan *module* sensor BH1750FVI sebagai sensor intensitas cahaya. Alat ini tidak menggunakan 40 buah sensor BPW34 yang diletakkan sebanyak 10 buah dengan jarak 1 cm di setiap garis aksial +X, -X, +Y dan -Y dan 4 buah sensor BH1750FVI yang terletak pada setiap kuadrannya. Rancang bangun ini tidak membutuhkan *intensifying screen* kembali sehingga meminimalisir anggaran pengeluaran. Dengan penggunaan multiplexer CD74HC2067 dan TCA9548A meminimalisir jalur input data yang masuk ke mikrokontroler NodeMCU esp32 sehingga pada penelitian ini, Penulis hanya menggunakan 1 buah mikrokontroler. Hasil dari pengukuran akan ditampilkan pada *display* LCD nextion dan interface website dengan pilihan 2 buah komunikasi data yaitu WiFi atau *Bluetooth*. Data dapat disimpan melalui *database* sehingga data dapat diakses kembali menjadi sebuah report bagi Pengguna. Teknik Analisa data yang digunakan yaitu membandingkan hasil pengukuran rancang bangun dengan alat *collimator test tool* dan luxmeter.

**Kata Kunci :** *Colimator Test Tool*, BPW34, BH1750FVI, Uji Selisih Lapang Kolimasi, Uji Intensitas Cahaya Kolimator, *Website*

## PENDAHULUAN

Seluruh peralatan radiologi diagnostik maupun intervensional wajib dilakukan uji kesesuaian sesuai dengan ketentuan BAPETEN. Uji kesesuaian sendiri dilakukan untuk memastikan pesawat sinar-X dalam keadaan baik dan layak untuk digunakan sesuai dengan peraturan perundang-undangan. Salah satu parameter yang dilakukan uji kesesuaian adalah kolimator dengan parameter yang diukur adalah iluminasi, selisih lapangan kolimasi dan ketegaklurusan berkas sinar-X. Dimana kolimator sendiri merupakan alat pembatas radiasi yang umumnya digunakan pada radiografi, yang terdiri dari dua set penutup (*shutter*) timbal atau lempengan yang saling berhadapan dan bergerak dengan arah berlawanan secara berpasangan [1]. Tujuan pengujian kolimator adalah untuk mengetahui kesesuaian luas lapang kolimator dengan luas lapang berkas sinar-X dalam toleransi 2% dari jarak fokus ke bidang film/*Focus Film Distance* (FFD) terhadap pertengahan lapangan penyinaran berkas cahaya kolimator perencanaan

bayangan [2]. Hingga saat ini, pengujian kolimasi dilakukan dengan *collimator test tool*, yaitu sebuah pelat persegi yang terdapat skala dengan berbahan *radioopaque*/tidak tembus sinar-X. Radiografer akan melakukan ekspos diatas detektor *Computed Radiography* (CR) atau *Digital Radiography* (DR) lalu hasil gambar X-ray akan dianalisa untuk ditentukan besarnya penyimpangan luas lapangan sinar kolimator. Dari beberapa faktor penelitian sebelumnya diantaranya masih digunakannya *intensifying screen* untuk mengubah sinar-X menjadi cahaya tampak dengan harga yang cukup mahal dan sistem pengolahan gambar yang masih menggunakan aplikasi matlab maka, Penulis mengembangkan penelitian sebuah rancang bangun digital *collimator test tool* menggunakan sensor BPW34 sebagai detektor yang lebih ekonomis dan tidak lagi membutuhkan *intensifying screen* dengan penambahan sensor BH1750fvi sebagai sensor pengukur intensitas cahaya kolimasi dimana dalam pengolahan data Penulis menggunakan NodeMCU ESP32 sebagai mikrokontroler. Pada komunikasi data, Penulis menggunakan WiFi sebagai *soft access*

*point* sehingga pengguna dapat mudah dalam mengakses alat dan website. Bila jaringan WiFi pada ruangan kurang baik, Pengguna juga dapat berkomunikasi menggunakan Bluetooth yang telah tersedia pada pilihan alat. Data yang telah di olah akan tertampil pada display dan *website* yang dilengkapi dengan database sehingga data pengujian dapat memilih opsi simpan dan terakses secara *wireless*.

## METODE

Pada penelitian ini, Penulis membandingkan hasil pembacaan rancang bangun uji kolimasi berkas sinar-X pesawat sinar-X dan uji intensitas cahaya kolimator dengan interface website dilengkapi penyimpanan data dengan *collimator test tool* dan luxmeter. Data perbandingan yang sudah diukur akan dianalisa apakah data hasil pengukuran pada produk rancang bangun sudah sesuai dan akurat dengan *collimator test tool* dan luxmeter. Pengambilan data dilakukan menggunakan pesawat sinar-X radiografi sebagai sumber radiasi sinar-X dan cahaya lampu kolimator pesawat sinar-X. Untuk pengujian selisih lapang kolimasi, diafragma kolimator dapat di adjust menjadi keperluan dari pengujian dengan catatan tidak lebih dari 10 cm pada setiap garis kartesius. Untuk pengujian intensitas cahaya kolimator dapat dilakukan pengujian di setiap kuadran dan secara keseluruhan dengan luas lapang di setiap kuadrannya 12,5 cm x 12,5 cm dan keseluruhan 25 cm x 25 cm. Jarak antara titik fokus pada tabung sinar-X dan alat adalah sejauh 100 cm.

## KOMPONEN SISTEM

Adapun beberapa komponen dalam pembuatan rancang bangun yaitu :

### A. Sensor BPW34



Gambar 1. Sensor BPW34

Sensor fotodioda BPW34 berbahan dasar silikon yang dapat mendeteksi foton sinar-X pada energi 30keV dan akan terbentuk efek fotoelektrik, seperti yang telah dijelaskan saat terjadi tumbukan foton ke dalam *active region* terjadi perpisahan elektron dan *hole*.

### B. Modul sensor BH1750FVI



Gambar 2 Modul Sensor BH1750FVI

Sensor fotodioda BH1750FVI merupakan modul sensor yang sudah dilengkapi oleh *Analog to Digital* (ADC) dimana sensor ini sudah dapat langsung mengubah sinyal analog dari sensor fotodioda ke dalam sinyal digital dengan mengukur perubahan intensitas cahaya dalam ukuran atau satuan lux.

### C. Resistor

Resistor merupakan komponen elektronika pasif yang memiliki nilai resistansi atau hambatan tertentu yang berfungsi untuk membatasi dan mengatur arus listrik dalam suatu rangkaian elektronika [3].

### D. LM358

LM358 merupakan IC dengan dua buah *channel op-amp*. Pada Lm358 memiliki input *single supply* dengan rentan tegangan input sebesar 3- 32V hingga 20mA.

### E. Multiplexer CD74HC4067

Multiplexer merupakan salah satu komponen elektronika yang digunakan untuk memilih banyak input untuk diteruskan ke output yang lebih sedikit. IC multiplexer sendiri menggunakan IC jenis TTL. Ic ini merupakan ic analog memiliki 16 inputan dengan 4 input data (S0, S2, S2, S3), dimana salah satu pin sebagai SIG yaitu selector dan 1 input enable untuk mengaktifkan.

### F. Multiplexer I2C TCA9548A

Modul multiplexer TCA9548A memiliki delapan buah saklar yang di kontrol melalui I2C. Satu buah SCL/SDA output terkoneksi dengan delapan buah SCL dan SDA input yang lainnya dipilih dari register kontrol yang dapat diprogram [4]. Adapun pengalamatan pada multiplexer di jelaskan pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Pegalamatan TCA9548A

A0	A1	A2	I2C Adress
LOW	LOW	LOW	0x70
HIGH	LOW	LOW	0x71
LOW	HIGH	LOW	0x72
HIGH	HIGH	LOW	0x73
LOW	LOW	HIGH	0x74
HIGH	LOW	HIGH	0x75
LOW	HIGH	HIGH	0x76
HIGH	HIGH	HIGH	0x77

### G. NodeMCU ESP32

NodeMCU ESP32 merupakan sebuah platform IoT yang bersifat *opensource* menggunakan *System on chip* esp32. ESP 32 adalah mikrokontroler yang dikenalkan oleh Espressif System merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul WiFi dalam chip sehingga sangat mendukung untuk membuat

sistem aplikasi *Internet of Things*[5].

#### H. LCD Nxtion 2.4 inch

*Liquid Crystal Display* (LCD) merupakan salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan baik karakter, huruf maupun grafis yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. Salah satu jenis LCD yaitu TFT, *Thin Film Transistor* (TFT) merupakan varian LCD menggunakan transistor film tipis yang berfungsi untuk meningkatkan kualitas *addressability* dan kontras pada gambar.

#### I. Flutter

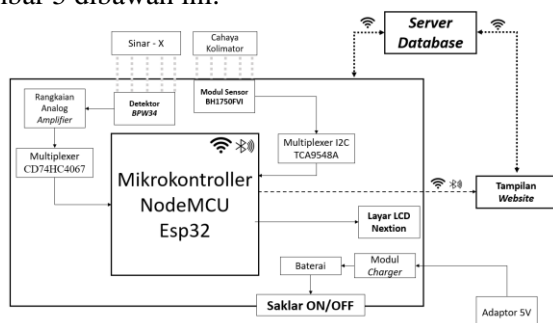
Flutter adalah SDK untuk pengembangan aplikasi *mobile* dengan kinerja tinggi, aplikasi untuk iOS dan Android, dari satu *codebase* (basis kode) yang di buat oleh Google dengan lisensi *open source* [6]. Untuk membuat aplikasi Flutter, diperlukan untuk mengerti bahasa Dart. Dart merupakan bahasa pemrograman yang dibuat oleh Google untuk menggantikan *JavaScript*. Dart menggunakan *static typing* yang berarti sebelum memakai variabel, variabel perlu didefinisikan terlebih dahulu.

#### J. Firebase

*Firebase realtime database* merupakan *database realtime* yang tersimpan di penyimpanan dan mendukung multi platform seperti Android, IOS dan website. Data pada Firebase akan tersimpan dalam struktur JSON (*Java Script Object Notation*) [7].

### STRUKTUR SISTEM

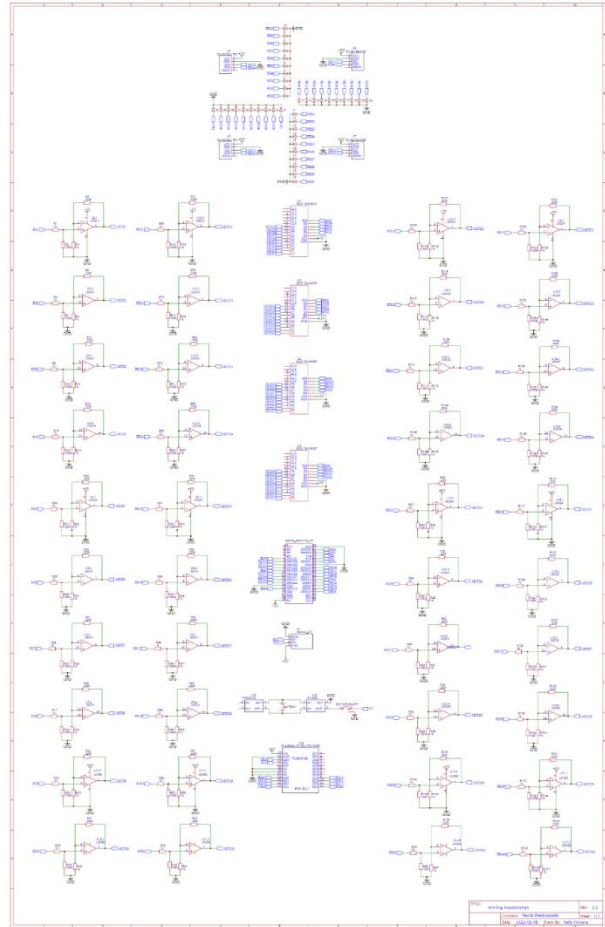
Pada prinsipnya cara kerja pada penelitian ini terbagi menjadi 2 sistem yaitu sebagai pengujian selisih lapang kolimasi dengan sinar-X dan sebagai pengujian intensitas cahaya kolimator seperti pada gambar 5 dibawah ini.



Gambar 3. Blok Diagram Alat

Dimana pada pengujian selisih lapang kolimasi menggunakan BPW34 sebagai detektor sinar-X dan pengujian intensitas cahaya kolimasi menggunakan modul sensor BH1750FVI sebagai sensor cahaya. Saat melakukan pengujian selisih lapang kolimasi menggunakan detektor BPW34, sensor fotodiode BPW34 akan aktif dan membaca

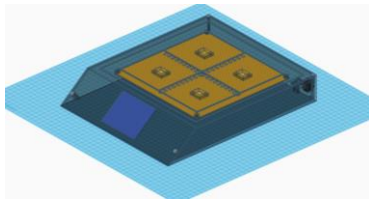
besaran energi yang didapatkan dari pancaran berkas sinar-X. Saat melakukan pengujian intensitas cahaya kolimator menggunakan modul sensor BH1750FVI, modul sensor BH1750FVI akan aktif dan membaca besaran cahaya lalu akan langsung diolah menjadi besaran cahaya (lux) dan diteruskan ke dalam multiplexer I2C TCA9548A. NodeMCU ESP32 merupakan mikrokontroler yang akan mengolah data analog maupun digital dari detektor dan modul sensor untuk mendapatkan hasil yang akan ditampilkan pada layar LCD nextion dan *website*. Adapun untuk jalur rangkaiannya seperti pada gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Rangkaian Jalur Alat

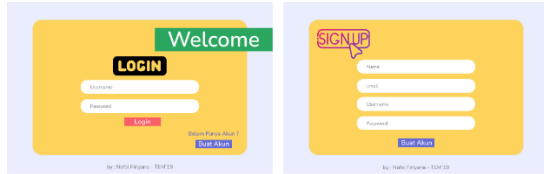
Rangkaian yang terdiri dari rangkaian detektor, rangkaian multiplexer, rangkaian display, rangkaian mikrokontroler dan rangkaian re-charge baterai. Komponen yang digunakan diantaranya sensor BPW34, modul sensor BH1750FVI, resistor, IC LM324, IC LM358, ESP32 Devkit V4, LCD nextion 2,4 inch, multiplexer CD74HC4067, multiplexer TC19548A, baterai Lithium Polymer, modul MT3608, modul TP4056, dan saklar switch On/Off.

Tampilan fisik alat dapat dilihat pada gambar 5 dibawah ini.



Gambar 5. Tampak Desain Fisik

Tampilan website dapat dilihat pada gambar 6 dibawah ini.



Gambar 6. Tampak Desain Website

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

Hasil produk penelitian dibandingkan menggunakan alat yang sudah ada yaitu collimator test tool dan luxmeter. Adapun hasil data pengujian selisih lapang yang didapatkan adalah seperti pada tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Data Pengujian Selisih Lapang Kolimasi

Pembacaan	+X	-X	+Y	-Y
Setting	1	1	1	1
Hasil	2	1	1	1
Pergeseran	+1	0	0	0
Setting	2	2	2	2
Hasil	2	2	2	2
Pergeseran	0	0	0	0
Setting	3	3	3	3
Hasil	3	4	3	2
Pergeseran	0	+1	0	-1
Setting	4	4	4	4
Hasil	4	4	4	4
Pergeseran	0	0	0	0
Setting	5	5	5	5
Hasil	5	6	5	5
Pergeseran	0	+1	0	0
Setting	6	6	6	6
Hasil	6	6	6	6
Pergeseran	0	0	0	0
Setting	7	7	7	7
Hasil	7	7	7	7
Pergeseran	0	0	0	0
Setting	8	8	8	8
Hasil	8	8	8	7
Pergeseran	0	0	0	-1
Setting	9	9	9	9
Hasil	10	9	9	9
Pergeseran	+2	0	0	0
Setting	10	10	10	10
Hasil	10	10	10	10
Pergeseran	0	0	0	0

Adapun hasil data pengujian intensitas cahaya

kolimator yang didapatkan adalah seperti pada tabel 3 dibawah ini.

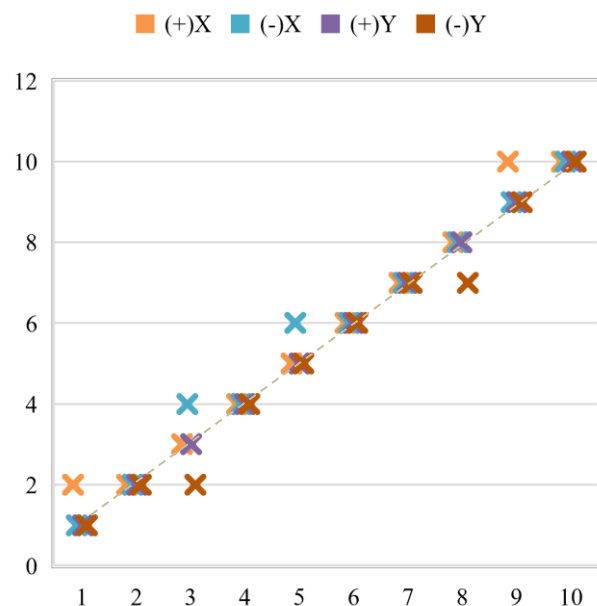
Tabel 2. Data Pengujian Intensitas Cahaya Kolimator

Percobaan ke-n	Pembacaan	I	II	III	IV
Luxmeter 1	Hasil	200	211	231	227
	Latar	80	97	82	90
	Selisih	120	114	149	137
Rancang bangun 1	Hasil	202	210	230	220
	Latar	81	100	90	90
	Selisih	121	110	143	130
Perbedaan selisih 1		+1	-4	+6	+7
Luxmeter 2	Hasil	255	220	237	222
	Latar	70	90	88	92
	Selisih	185	130	149	130
Rancang bangun 2	Hasil	251	210	243	230
	Latar	72	88	88	90
	Selisih	179	122	155	131
Perbedaan selisih 2		-6	-8	+6	+1
Luxmeter 3	Hasil	232	234	235	230
	Latar	90	82	95	77
	Pergeseran	142	152	140	153
Rancang bangun 3	Hasil	230	225	232	221
	Latar	88	80	95	75
	Pergeseran	142	145	137	146
Perbedaan selisih 3		0	-7	-3	-7

Adapun hasil data pengujian yang sudah dipaparkan di tabel 2 dan 3 menjadi data yang diolah untuk mencari keakurasian alat rancang bangun dibandingkan dengan alat yang sudah digunakan.

### Pembahasan

Perbedaan pembacaan data yang didapatkan dari alat ukur dan alat rancang bangun menjadikan pembahasan akan keakurasian alat rancang bangun. Hasil grafik dari data pergeseran nilai selisih lapang kolimasi dijelaskan pada gambar 12 dibawah ini.



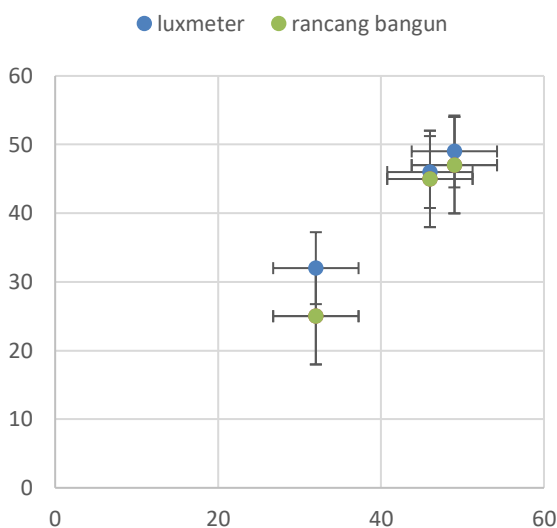
Gambar 7. Grafik Pergeseran Pembacaan Pengukuran



### Selisih Lapang Kolimasi

Dari grafik didapatkan bahwa adanya pergeseran sepanjang garis kuadran +X terdapat kesalahan baca dengan total pergeseran baca sebanyak + 3 cm. Pada ruas kuadran -X terdapat kesalahan baca dengan total pergeseran baca sebanyak + 2 cm. Pada ruas kuadran +Y tidak terdapat kesalahan baca. Pada ruas kuadran -Y terdapat kesalahan baca dengan total pergeseran baca sebanyak - 2 cm. Dari data yang telah dipaparkan, diketahui bahwa alat rancang bangun masih memiliki batas keakurasian karena batas maksimal dan minimal pergeseran data yaitu  $\pm 3$  cm.

Selain grafik data pergeseran nilai selisih lapang kolimasi, ada pula Hasil grafik dari data pergeseran nilai intensitas cahaya kolimator yang dijelaskan pada gambar 8 dibawah ini.



Gambar 8. Grafik Pergeseran Pembacaan Pengukuran Intensitas Cahaya Kolimasi

Dari grafik pergeseran pembacaan pengukuran intensitas cahaya didapatkan bahwa pergeseran pada rata-rata keempat buah kuadran dengan percobaan sebanyak tiga kali didapatkan bahwa pergeseran pertama sebanyak -3 lux, pergeseran kedua sebanyak -7 lux dan pergeseran ketiga sebanyak -1 lux. Dari data yang telah dipaparkan, diketahui bahwa alat rancang bangun masih memiliki batas keakurasian karena batas maksimal dan minimal pergeseran data yaitu  $\pm 10$  lux.

### KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil dari penelitian yang telah Peneliti lakukan dengan membuat rancang bangun yaitu didapatkan bahwa alat ukur selisih lapang kolimasi dan intensitas kolimator menggunakan sensor bpw34 dan bh1750fvi memiliki keakurasian sebesar 80% sehingga alat tersebut dapat digantikan untuk menggantikan pengukuran menggunakan *collimator test tool* atau *luxmeter* dalam satu waktu pembacaan.

Penggunaan sensor BPW34 menjadi terobosan terbaru dalam menggantikan *intensifying screen* pada *collimator test tool*. Pengguna juga dimudahkan dengan data yang dapat di olah kembali yang tersimpan dalam satu wadah yaitu *datastorebase*.

Saran yang dapat Penulis berikan yaitu dalam melakukan percobaan diusahakan menggunakan lebih dari satu pesawat sinar-X sehingga didapatkan keakurasian perbedaan pembacaan data yang lebih akurat

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. W. Pangesti, Y. Rahmat, B. Handoko, S. Awal, and B. Pekanbaru, "EFFICIENCY TEST OF COLLIMATOR SHUTTER AT THE X-RAY TUBE DIAGNOSTIC IN THE RADIOLOGY INSTALLATION OF ARIFIN ACHMAD HOSPITAL, RIAU PROVINCE.," *Medical Imaging and Radiation Protection Research Journal* 2021, vol. 1, no. 1, pp. 13–18, 2021.
- [2] J. Wesly Manik *et al.*, "ANALISIS KESESUAIAN LAPANGAN KOLIMASI PADA ALAT DIGITAL RADIOGRAFI," *Jurnal Ilmiah Indonesia*, vol. 1, no. 6, pp. 669–674, 2021, doi: 10.36418/cerdika.v1i6.100.
- [3] A. Sofiana and I. Yulianti, "Unnes Physics Journal Identifikasi Nilai Hambat Jenis Arang Tempurung Kelapa dan Arang Kayu Mangrove sebagai Bahan Alternatif Pengganti Resistor Film Karbon," *UPJ*, vol. 6, no. 1, 2017, [Online]. Available: <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/upj>
- [4] A. W. Nugraha, I. Prasetyo, and Taryudi, "Alat Monitoring Detak Jantung, Kadar Oksigen Dalam Darah Dan Suhu Tubuh Berbasis Internet of Things," *Jurnal Autocracy*, vol. 7, no. 1, pp. 42–47, Jun. 2020.
- [5] A. Imran and M. Rasul, "PENGEMBANGAN TEMPAT SAMPAH PINTAR MENGGUNAKAN ESP32," *Jurnal MEDIKA ELEKTRIK*, vol. 17, no. 2, pp. 2721–9100, Apr. 2020.
- [6] G. S. Chandra and S. Tjandra, "Pemanfaatan Flutter dan Electron Framework pada Aplikasi Inventori dan Pengaturan Pengiriman Barang," *JOURNAL OF INFORMATION SYSTEM, GRAPHICS, HOSPITALITY AND TECHNOLOGY*, Oct. 2020.
- [7] L. Ramadhani, R. Amalia, and F. Puspita, "IMPLEMENTASI FIREBASE REALTIME DATABASE PADA APLIKASI INTEGRATED

PERPUSTAKAAN SMK PRESTASI  
PRIMA,” *Seminar Nasional Riset dan  
Teknologi (SEMNAS RISTEK)* , pp. 283–  
288, Jan. 2021.