

PENGEMBANGAN APLIKASI ANDROID UNTUK KONTROL CAHAYA DINAMIS PADA SENI AKRILIK MENGGUNAKAN BLUETOOTH LOW ENERGY

Fatchul Wahab¹, Arief Budijanto²

^{1,2}Teknologi Komputer, ^{1,2}Politeknik NSC Surabaya
fathulwahab101@gmail.com

ABSTRACT

Penggunaan pencahayaan dinamis dalam seni visual, terutama pada media akrilik, memberikan nilai estetika dan interaktivitas yang tinggi. Penelitian ini bertujuan mengembangkan aplikasi Android berbasis MIT App Inventor yang mampu mengontrol warna dan efek cahaya LED RGB WS2812 secara real-time melalui koneksi Bluetooth Low Energy (BLE) dengan mikrokontroler ESP32 C3 Super Mini. Sistem ini diimplementasikan pada media akrilik grafir yang dapat menampilkan visualisasi cahaya secara artistik. Metode pengembangan dilakukan melalui desain sistem, implementasi aplikasi dan perangkat keras, serta pengujian fungsi dan stabilitas komunikasi. Hasil menunjukkan bahwa aplikasi dapat bekerja secara responsif, dengan latensi rendah dan konektivitas yang stabil. Penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi seni dan teknologi dapat menghasilkan karya interaktif yang menarik.

Keywords: Aplikasi Android, LED RGB, ESP32, BLE, Seni Interaktif

PENDAHULUAN

Seni dan teknologi telah berkembang seiring waktu, menghasilkan bentuk-bentuk ekspresi baru seperti instalasi seni berbasis cahaya. Media akrilik yang dipadukan dengan pencahayaan LED RGB menjadi salah satu bentuk eksplorasi yang menarik dalam dunia seni kontemporer. Namun, kontrol pencahayaan yang fleksibel dan dinamis seringkali membutuhkan sistem yang kompleks atau mahal.

Bluetooth Low Energy (BLE) merupakan salah satu teknologi komunikasi nirkabel yang hemat daya dan cocok untuk sistem embedded. ESP32 C3 Super Mini sebagai mikrokontroler modern telah mendukung protokol ini dan dapat terhubung dengan perangkat Android. Aplikasi yang dibangun menggunakan MIT App Inventor memberikan kemudahan dalam pembuatan antarmuka kontrol tanpa perlu keahlian pemrograman lanjutan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah sistem yang memungkinkan pengguna mengontrol efek cahaya LED RGB secara real-time pada media akrilik grafir melalui perangkat Android menggunakan BLE. Tujuan akhir dari sistem ini adalah menghadirkan pengalaman visual yang imersif dan interaktif dalam instalasi seni.

KAJIAN TEORITIS METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental yang bertujuan untuk merancang, mengembangkan, dan menguji sistem kontrol pencahayaan dinamis berbasis aplikasi Android dan teknologi Bluetooth Low Energy (BLE) [1]. Metode ini dipilih karena mampu memberikan fleksibilitas dalam membangun prototipe sistem sekaligus mengevaluasi performanya secara langsung melalui pengujian nyata. Selain itu, pendekatan ini memungkinkan penyesuaian secara iteratif terhadap kendala teknis yang muncul selama proses pengembangan.

Langkah awal dari penelitian ini adalah merancang arsitektur sistem yang mencakup integrasi antara aplikasi Android, modul mikrokontroler ESP32 C3 Super Mini, dan LED RGB WS2812 [2]. Proses perancangan ini dilakukan dengan mempertimbangkan keterbatasan sumber daya perangkat, efisiensi komunikasi nirkabel, serta efektivitas dalam menghasilkan efek visual yang diinginkan pada media akrilik grafir.

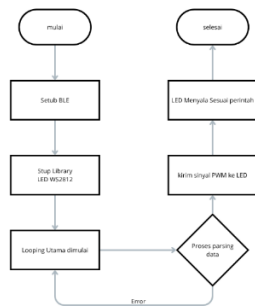
Selanjutnya, penelitian ini melibatkan pemilihan dan konfigurasi perangkat keras serta perangkat lunak. Komponen perangkat keras seperti mikrokontroler ESP32 C3 dipilih karena mendukung konektivitas BLE dan memiliki ukuran kecil serta konsumsi daya rendah. LED WS2812 [3] digunakan karena kemampuannya dalam menghasilkan warna RGB secara individual dan terintegrasi dalam satu jalur data. Sedangkan pada sisi perangkat lunak, digunakan MIT App Inventor untuk mengembangkan antarmuka pengguna pada Android, dan Arduino IDE untuk pemrograman ESP32.

Tahapan berikutnya adalah proses implementasi sistem, di mana aplikasi Android dikembangkan untuk dapat mengirimkan perintah secara real-time ke ESP32 menggunakan protokol BLE [2]. Perintah tersebut berupa data warna RGB dan efek cahaya yang diatur melalui antarmuka pengguna. ESP32 [4] akan menerima data tersebut dan mengatur LED sesuai konfigurasi yang diterima. Implementasi ini dilakukan secara modular untuk memudahkan pengujian setiap bagian dari sistem.

Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi fungsi sistem secara menyeluruh, meliputi kecepatan respons, kestabilan koneksi BLE [2], akurasi pewarnaan LED, serta pengalaman visual yang dihasilkan pada media akrilik. Pengujian dilakukan di lingkungan dalam ruangan dengan berbagai jarak dan kondisi pencahayaan untuk memastikan sistem bekerja secara konsisten. Hasil pengujian inilah yang menjadi dasar dalam menilai efektivitas sistem dan

memberikan gambaran potensi pengembangannya di masa depan.

Diagram Alur Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Proses BLE

Proses kerja mikrokontroler ESP32 C3 dalam sistem kontrol pencahayaan dinamis dimulai dengan tahapan inisialisasi. Pada tahap ini, mikrokontroler dikonfigurasi secara perangkat keras dan perangkat lunak agar siap menjalankan fungsi komunikasi Bluetooth Low Energy (BLE). ESP32 diatur sebagai server BLE, dengan menetapkan UUID, service GATT, dan karakteristik yang dibutuhkan untuk menerima data dari perangkat Android. Setelah BLE aktif, sistem juga menginisialisasi pustaka LED seperti Adafruit NeoPixel atau FastLED yang akan digunakan untuk mengontrol strip LED RGB WS2812.

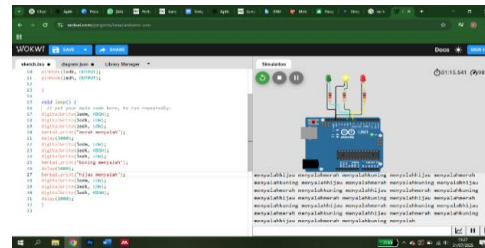
Setelah setup selesai, mikrokontroler memasuki proses looping utama, di mana ESP32 akan terus mendeteksi dan menunggu sinyal dari aplikasi Android melalui BLE. Ketika aplikasi mengirimkan perintah, data tersebut diterima oleh ESP32 [2], kemudian diparsing atau diuraikan menjadi nilai warna RGB dan jenis efek pencahayaan yang diminta, seperti efek berkedip (blink) atau perlahan berubah warna (fade). Nilai-nilai yang telah diproses ini kemudian digunakan untuk menghasilkan sinyal PWM yang dikirimkan ke LED WS2812 agar menyala sesuai instruksi pengguna.

Hasilnya, strip LED menyala dan menyebarkan cahaya melalui media akrilik grafir sesuai dengan bentuk atau pola seni yang diukir di dalamnya. Setelah menampilkan efek tersebut, sistem kembali ke mode mendengarkan sinyal BLE untuk menerima perintah berikutnya. Jika terjadi gangguan seperti error parsing data atau koneksi BLE terputus, sistem akan otomatis melakukan reset handler BLE dan kembali ke proses awal agar dapat terus berfungsi secara real-time dan stabil. Proses ini berlangsung terus menerus selama sistem aktif.

Desain Sistem

Sistem terdiri dari tiga komponen utama: aplikasi Android, mikrokontroler ESP32 C3, dan strip LED WS2812 yang ditempatkan pada media akrilik grafir. Aplikasi mengirimkan data warna dan efek ke ESP32 [4] melalui

BLE, dan ESP32 mengendalikan LED berdasarkan perintah tersebut.

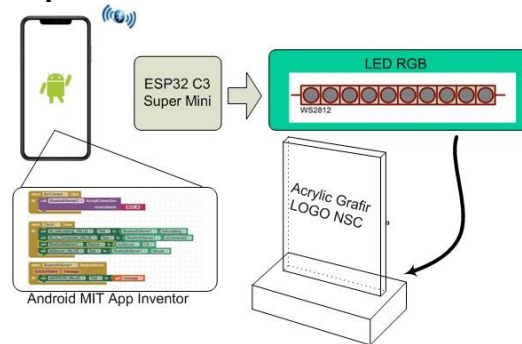


Gambar 2. Desain Alat

Perangkat Keras dan Lunak

Perangkat keras meliputi ESP32 C3 Super Mini, LED WS2812 sebanyak 10 buah, dan adaptor daya 5V. Perangkat lunak dikembangkan menggunakan MIT App Inventor untuk Android dan Arduino IDE untuk pemrograman ESP32 [4].

Implementasi



Gambar 3. Implementasi

Diagram blok sistem ditunjukkan pada Gambar 1. Aplikasi Android memungkinkan pengguna memilih warna dan efek melalui antarmuka sederhana. Data dikirim melalui BLE [2] ke ESP32 yang kemudian memproses dan mengubah status LED sesuai input.

Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengukur kestabilan koneksi BLE, latensi respons cahaya LED, dan keberhasilan pengendalian warna serta efek secara real-time.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini berhasil memenuhi tujuan utama, yaitu menciptakan aplikasi Android yang mampu mengontrol LED RGB secara dinamis melalui teknologi Bluetooth Low Energy (BLE). Aplikasi ini dikembangkan menggunakan platform MIT App Inventor [5], sehingga memudahkan proses pengembangan antarmuka pengguna tanpa perlu penguasaan bahasa pemrograman tingkat lanjut. Mikrokontroler ESP32-C3 SuperMini berperan sebagai penerima perintah dan pengendali utama LED WS2812B

[6], yang merespons dengan baik terhadap perubahan warna, intensitas, dan pola cahaya yang dikirimkan dari aplikasi.

Penerapan sistem ini pada media akrilik grafir berhasil menciptakan efek visual yang menarik dan artistik. LED RGB yang dipasang di balik permukaan akrilik mampu menonjolkan bentuk grafir dengan pencahayaan yang dinamis, sehingga menghasilkan pengalaman visual yang lebih hidup dan interaktif. Hal ini membuktikan bahwa perpaduan antara seni dan teknologi dapat menciptakan [7] karya yang tidak hanya bersifat estetik, tetapi juga partisipatif, di mana pengguna memiliki kontrol langsung terhadap tampilan visual karya tersebut melalui perangkat mobile.

Dari segi konektivitas, sistem menunjukkan performa yang cukup baik. Teknologi BLE yang digunakan mampu menjalin koneksi secara stabil antara perangkat Android [8] dan ESP32-C3 SuperMini, dengan waktu respons yang rendah terhadap setiap perintah yang diberikan. Meskipun BLE memiliki batasan jangkauan yang relatif pendek dibandingkan teknologi nirkabel lainnya seperti Wi-Fi, dalam konteks instalasi seni skala kecil hingga menengah, keterbatasan ini tidak menjadi hambatan yang signifikan.

Secara keseluruhan, sistem ini layak digunakan sebagai dasar dalam pengembangan karya seni interaktif berbasis cahaya, baik untuk kebutuhan edukasi, pameran seni, maupun instalasi ruang publik berskala terbatas. Penelitian ini juga membuka peluang eksplorasi lebih lanjut dalam pengembangan sistem kendali cahaya berbasis IoT, misalnya dengan menambahkan sensor gerak, pengendali suara, atau integrasi dengan platform cloud. Dengan dukungan teknologi yang terus berkembang, karya seni dapat terus didorong menjadi medium yang lebih terbuka, inklusif, dan berorientasi pada interaksi langsung dengan audiens.

DAFTAR PUSTAKA

- Y. S. Cho, J. Kwon, S. Choi, and D. H. Park, "Development of smart LED lighting system using multi-sensor module and bluetooth low energy technology," 2014 11th Annu. IEEE Int. Conf. Sensing, Commun. Networking, SECON 2014, no. February 2016, pp. 191–193, 2014, doi: 10.1109/SAHCN.2014.6990353.
- Y. Tie, P. Chen, and Y. Ma, "BLE Bluetooth remote-controlled car based on ESP32," *Appl. Comput. Eng.*, vol. 81, no. 1, pp. 25–32, 2024, doi: 10.54254/2755-2721/81/20240965.
- C. Feng, X. Wang, Z. Li, W. Lin, H. Ji, and S. Shen, "Smart lighting system based on Bluetooth," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1976, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1976/1/012028.
- D. Hercog, T. Lerher, M. Truntič, and O. Težak, "Design and Implementation of ESP32-Based IoT Devices," *Sensors*, vol. 23, no. 15, p. 6739, Jul. 2023, doi: 10.3390/s23156739.
- S. Edriati, L. Husnita, E. Amri, A. A. Samudra, and N. Kamil, "Penggunaan Mit App Inventor untuk Merancang Aplikasi Pembelajaran Berbasis Android," *E-Dimas J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 12, no. 4, pp. 652–657, Dec. 2021, doi: 10.26877/e-dimas.v12i4.6648.
- ADAM JUHAS, "MASARYK Control System for Real-Time Interaction with LED Matrix Display MASARYK Control System for Real-Time Interaction with LED Matrix Display," MASARYK UNIVERSITY, 2025.
- Fitroh et al, "ANALISIS IMPLEMENTASI INTERNET OF THINGS (IoT)," *Anal. IMPLEMENTASI INTERNET THINGS PADA Bid. Pertan.*, vol. 9, no. 1, pp. 35–40, 2024.
- F. B. Safrizal, A. Bhawiyuga, and E. S. Pramukantoro, "Pengembangan Aplikasi Mobile Gateway sebagai Perantara Komunikasi antara Wireless Body Area Network berbasis Protokol Komunikasi Bluetooth Low Energy dan Pusat Data menggunakan Metode Store-Forward," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 3, no. 9, pp. 9231–9236, 2019, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- M. M. Tseng, Y. Wang, and R. J. Jiao, "Modular Design," in *CIRP Encyclopedia of Production Engineering*, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2018, pp. 1–10. doi: 10.1007/978-3-642-35950-7_6460-4.
- M. D. Putro and F. D. Kambey, "Sistem Pengaturan Pencahayaan Ruangan Berbasis Android pada Rumah Pintar," *J. Nas. Tek. ELEKTRO*, vol. 5, no. 3, p. 297, Sep. 2016, doi: 10.25077/jnte.v5n3.294.2016.