

INOVASI PROTOTIPE: SISTEM MONITORING TINGGI AIR DAN CURAH HUJAN UNTUK PERINGATAN BANJIR DENGAN PEMANFAATAN APLIKASI IoT BLYNK

NoraFitriawati¹
Akhmad Maariz²
Muhammad Aqil Wiputra³
Muhammad Randika Dafa Armanto⁴
Erna Cahayani⁵

¹)Program StudyTeknik Informatika,
Universitas BinaNusantara

^{2,3,4,5})Program StudyTeknik Informatika,
Universitas Raharja

Sejarah artikel
Diterima: diisi oleh editor
Revised: diisi oleh editor
Diterima: diisi oleh editor

Email: akhmad.maariz@raharja.info



Abstrak

Selama musim hujan, curah hujan berlangsung selama kurang lebih setengah tahun, menyebabkan curah hujan yang berkepanjangan dan peningkatan permukaan air, sehingga berkontribusi terhadap banjir. Masyarakat setempat tidak mempunyai akses langsung terhadap informasi cuaca yang tepat waktu pada saat hujan. Untuk mengatasi tantangan tersebut secara proaktif, pengembangan Prototipe Sistem Deteksi Ketinggian Air dan Curah Hujan yang berfungsi sebagai sistem peringatan banjir melalui aplikasi Blynk IoT dinilai efektif. Sistem dibuat menggunakan alat seperti metodologi desain, diagram alur, analisis sistem (SDLC), dan menjalani pengujian menggunakan pendekatan pengujian black-box. Ini beroperasi dengan mendeteksi jarak antara sensor dan permukaan air. Jika sensor menunjukkan kedekatan dengan permukaan air, sistem akan memicu peringatan banjir, yang kemudian berinteraksi dengan perangkat lunak Blynk. Ini memicu tampilan pesan pada perangkat seluler, dan sistem dapat memasukkan semua data jarak ke dalam program.

Kata kunci: Curah hujan; Pengujian Kotak Hitam; IoT.

Abstract

During the rainy season, precipitation persists for approximately half a year, leading to prolonged rainfall and an escalation in water levels, consequently contributing to flooding. The local community lacks direct access to timely weather information during rainfall. To proactively address these challenges, the development of the Water Level and Rainfall Detection System Prototype, functioning as a flood warning system through the Blynk IoT application, is deemed effective. The system is created employing tools like design methodology, flowcharts, system analysis (SDLC), and undergoes testing using the black-box testing approach. It operates by detecting the distance between the sensor and the water surface. If the sensor indicates proximity to the water level, the system triggers a flood alert, subsequently interfacing with the Blynk software. This triggers a message display on the mobile device, and the system can incorporate all distance data into the program.

Keywords: Curah hujan; Pengujian Kotak Hitam; IoT.

1. PENDAHULUAN

Sistem peringatan dini berfungsi sebagai mekanisme pemberitahuan yang mampu menilai kondisi yang ada dengan cepat, memberikan informasi yang tepat waktu untuk memfasilitasi kesiapsiagaan dalam mengatasi bencana besar.



Copyright (c) 2023 Nora Fitriawati¹, Akhmad Maariz², Muhammad Aqil Wiputra³, Muhammad Randika Dafa Armanto⁴, Erna Cahayani⁵

Karya ini berlisensi di bawah [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Prototipe ini biasanya digunakan saat terjadi bencana alam seperti tanah longsor, banjir bandang, banjir rutin, dan letusan gunung berapi. Alat utama untuk peringatan dini biasanya berupa sirene, yang mengeluarkan sinyal suara untuk memperingatkan masyarakat setempat, sehingga mendorong tindakan segera atau evakuasi ke lokasi yang lebih aman. Banjir, sebagai bencana alam yang paling umum terjadi, terutama berdampak pada penduduk yang tinggal di dekat daerah aliran sungai. Hal ini diperburuk oleh curah hujan yang tinggi yang menyebabkan peningkatan permukaan air di danau dan sungai, serta penumpukan puing-puing di lingkungan sungai yang menghalangi saluran air, yang merupakan faktor penting yang berkontribusi terhadap terjadinya banjir. Untuk menghindari dampak bencana banjir, diperlukan alat deteksi yang mampu memberikan peringatan dini secara cepat dan stabil. Prototipe untuk mendeteksi ketinggian air dan curah hujan dirakit secara rumit dari serangkaian komponen terintegrasi, memastikan pengoperasian yang cepat dan andal [1].

Selama tiga bulan terakhir, sekitar 2,4% dari 4.708 titik pengamatan di Indonesia mengalami curah hujan yang melebihi kriteria hujan ekstrem (>150 mm/hari). Daerah yang terkena dampak kejadian curah hujan ekstrim tersebut antara lain Sumatera, Jawa, Kalimantan Barat, Kalimantan Selatan, Sulawesi Utara, dan Sulawesi Selatan [2]. Menyikapi hal tersebut, prototipe pendeteksi banjir telah dikembangkan pada penelitian ini. Prototipe ini mampu memantau fluktuasi ketinggian air, menampilkan kondisi air, dan terhubung secara mulus ke aplikasi Blynk IoT untuk mengeluarkan notifikasi yang cepat dan andal [3]. Komponen yang digunakan dalam membangun prototipe ini meliputi:

1. Arduino Uno R3: Berfungsi sebagai papan mikrokontroler prototipe, Arduino Uno R3 mengatur fungsi komponen lain dan melakukan pemrosesan data penting.
2. Detektor Hujan: Sensor ini mengidentifikasi curah hujan dengan merespons molekul air yang mencapai permukaannya, memberikan informasi tentang intensitas curah hujan.
3. Sensor Ketinggian Air: Mengukur ketinggian air secara real-time, sensor ini memberikan data tentang fluktuasi ketinggian air.
4. Male Pin Header: Memfasilitasi koneksi antara komponen elektronik, seperti kabel dan sensor, dan Arduino Uno R3.
5. Kabel Tisch: Kabel ini menghubungkan komponen prototipe, memungkinkan transmisi sinyal dan data di antara komponen tersebut.
6. PCB Dot Matrix: Berfungsi sebagai papan sirkuit tercetak yang menampilkan kondisi air atau informasi lainnya melalui tampilan dot matriks.
7. Switch: Tombol yang digunakan untuk mengaktifkan/menonaktifkan prototipe atau mengubah mode operasional tertentu.
8. Baterai 18650 dan Tempat Baterai: Komponen ini menyediakan daya listrik, memungkinkan prototipe beroperasi secara mandiri tanpa sumber daya eksternal.

Selain itu, prototipe ini terintegrasi dengan aplikasi Blynk IoT, membangun konektivitas dengan perangkat seluler dan lainnya. Antarmuka Blynk yang ramah pengguna memungkinkan pengguna dengan mudah menerima pemberitahuan dan mengakses informasi tentang ketinggian air dan curah hujan yang terdeteksi [4]. Memanfaatkan aplikasi Blynk memastikan bahwa pengguna segera menerima pemberitahuan yang stabil, meningkatkan kesiapsiagaan mereka dan memfasilitasi tindakan yang tepat dalam menanggapi potensi ancaman banjir [5].

2. TINJAUAN LITERATUR

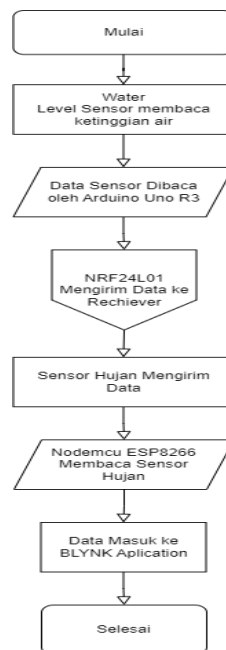
Berikut temuan penelitian yang menunjukkan korelasi dengan topik penelitian yang akan datang. Untuk meningkatkan ketelitian penelitian, tinjauan literatur sangat penting [6]. Saryani, Harfizar, dan Randi Arianto (2019) merancang prototipe tali jemuran otomatis yang efektif dan cocok untuk penggunaan sehari-hari. Prototipe ini menggabungkan dua teknik pembacaan sensor, yaitu analog dan digital, untuk memastikan fungsionalitas yang optimal [6]. Menyikapi permasalahan banjir yang berulang di berbagai daerah, Nicko Pratama, Ucu Darusalam, dan Novi Dian Nathasia (2020) melakukan analisis untuk mengidentifikasi permasalahan terkait banjir yang menimbulkan kerugian materiil dan korban jiwa. Penelitian mereka juga menyoroti ketidakpastian terjadinya banjir [7]. Muhammad Irfan Hafidhin, Adam Saputra, Yuri Ramanto, dan Selamat Samsugi (2020) fokus pada pembuatan peralatan pengeringan garam dengan memanfaatkan mikrokontroler Arduino UNO. Alat praktis ini dapat mendeteksi hujan dan sinar matahari sehingga memberikan kemudahan bagi pekerja dalam menempatkan ikan asin tanpa perlu khawatir terkena paparan air hujan [8]. Yosef Cafasso Yuwono dan Syah Alam (2019) bertujuan untuk membuat tali jemuran otomatis yang dilengkapi sensor cahaya, sensor air, dan sensor kelembapan untuk mengukur kekeringan pakaian. Sistem pengeringan otomatis menjamin perlindungan terhadap kondisi cuaca buruk, menutup atap secara otomatis saat cuaca mendung atau hujan

[9]. Pada penelitian Mochammad Haldi Widiyanto (2018), dilakukan upaya untuk meningkatkan kenyamanan berkendara melalui pemanfaatan sensor LDR dan sensor hujan [10].

3. METODE PELAKSANAAN

Penelitian ini menggunakan berbagai metode, antara lain perancangan alat, pembuatan diagram alur, dan pengujian melalui pendekatan pengujian black box [11]. Metode perancangan alat diterapkan untuk merumuskan dan membangun prototipe sistem yang dirancang untuk mendeteksi ketinggian air dan curah hujan, dengan mengandalkan aplikasi Blynk IoT. Metode ini melibatkan beberapa tahapan, meliputi identifikasi kebutuhan sistem, perancangan komponen, pengembangan perangkat keras dan perangkat lunak, serta integrasi sensor, mikrokontroler, modul komunikasi, dan aplikasi Blynk [12].

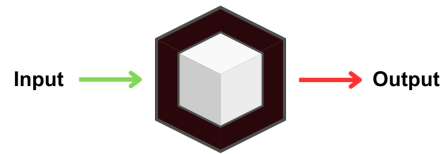
Selain itu, pembuatan diagram alur digunakan untuk mewakili secara visual urutan langkah-langkah dalam sistem [13]. Diagram alur memberikan gambaran komprehensif tentang bagaimana data dari sensor ketinggian air dan curah hujan diperoleh, dikirim ke server Blynk, dan selanjutnya ditampilkan dalam aplikasi [14]. Representasi visual ini juga mencakup langkah-langkah yang berkaitan dengan pengujian banjir, pemantauan, dan prosedur penutupan sistem. Penggunaan diagram alur membantu pengembang dalam memahami alur kerja sistem secara keseluruhan [15].



Gambar 1. Flowchart

Pemanfaatan metode black box dalam pengujian merupakan aspek penting dari penelitian ini [16]. Pengujian black box menekankan fungsionalitas sistem tanpa menggali seluk-beluk implementasi internalnya [17]. Prosedur pengujian ini bertujuan untuk memverifikasi kemampuan sistem dalam mengambil data secara akurat dari sensor ketinggian air dan curah hujan, mengirimkan data tersebut ke server Blynk, dan menyajikan informasi yang tepat dalam aplikasi [18]. Selanjutnya, pengujian black box meliputi evaluasi respon sistem, pemeriksaan integrasi komponen, penilaian kondisi batas, dan pengujian stabilitas untuk menjamin kinerja sistem yang optimal dalam kondisi yang beragam [19].

Black Box Testing



Gambar 2. Black Box Testing

Melalui integrasi desain alat, pembuatan flowchart, dan metode pengujian black box, penelitian ini bertujuan untuk mencapai desain sistem yang efisien. Pendekatan ini memungkinkan pemahaman visual tentang alur kerja sistem, memastikan fungsionalitas optimal, dan kinerja dalam mendeteksi ketinggian air dan curah hujan sebagai bagian dari sistem peringatan banjir [20].

4. HASIL DAN DISKUSI

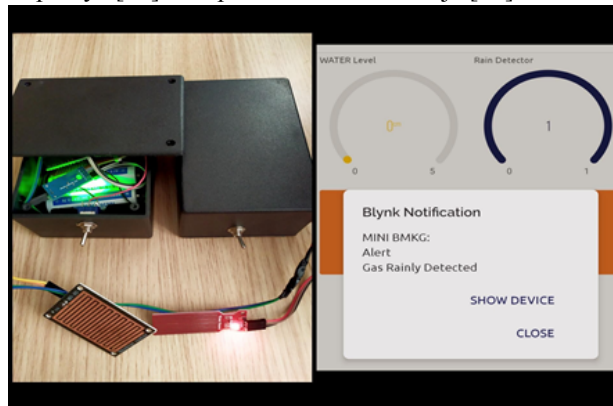
Setelah desain dan pemasangan berbagai komponen, tahap selanjutnya melibatkan pengujian setiap komponen rangkaian untuk memverifikasi kesesuaiannya dengan hasil yang diharapkan atau diinginkan [21]. Untuk pemahaman yang lebih menyeluruh, spesifikasi perangkat keras yang digunakan dalam pengujian prototipe Pendeteksi Ketinggian Air dan Curah Hujan dirinci pada tabel berikut [22]:

Tabel 1. Spesifikasi Perangkat Keras

| Hardware | Spesification |
|--------------------|---|
| Laptop | Acer one 14 |
| Arduino Uno R3 | Microcontroller ATmega328P, Operating Voltage 5V, Input Voltage (recommended) 7-12V, Input Voltage (limit) 6-20V, Digital I/O Pins 14 (of which 6 provide PWM output), PWM Digital I/O Pins 6, Analog Input Pins 6, DC Current per I/O Pin 20 mA, DC Current for 3.3V Pin 50 mA, Flash Memory 32 KB (ATmega328P) of which 0.5 KB used by bootloader, SRAM 2 KB (ATmega328P), EEPROM 1 KB (ATmega328P), Clock Speed 16 MHz, LED_BUILTIN 13, Length 68.6 mm, Width 53.4 mm, Weight 25 g |
| Nodemcu ESP8266 | Mikrokontroler: Tensilica 32-bit RISC, CPU Xtensa LX106, Tegangan operasi: 3.3V, Tegangan Masukan: 7-12V, Pin Digital I/O (DIO): 16, Pin Analog Input (ADC): 1, UARTs: 2, SPIs: 1, I2Cs: 1, Flash, Memory: 4 MB, SRAM: 64 KB, Clock Speed: 80 MHz, PCB Antenna |
| Rain Detector | 1 |
| Water Level Sensor | 1 |
| NRF24L01 | 1 |

4.1 OVERALL TOOLS TESTING

Pengujian keseluruhan alat bertujuan untuk mengetahui bahwa sistem secara keseluruhan berfungsi sesuai yang diinginkan baik input maupun outputnya [24]. Adapun alat referensi kerja [25].



Gambar 3. Pengujian Alat

Prosedur pengujian menggunakan metode Black Box Testing, dengan fokus pada aktivitas fungsional program, memanfaatkan pendekatan pelengkap untuk mengidentifikasi bug [26]. Tabel selanjutnya menyajikan hasil Black Box Testing berdasarkan desain alat [27].

Tabel 2. Test

| No. | Rencana | Desain | Hasil tes | Penerapan | Hasil |
|-----|--------------------------------|--|---|-----------|-------|
| 1 | Detektor Sensor Ketinggian Air | <pre> // Blynk library reference #include <Blynk/Blynk.h> #include <Blynk/BlynkSPI.h> #include <Blynk/BlynkWiFi.h> #include <Blynk/BlynkEthernet.h> #include <Blynk/BlynkGSM.h> #include <Blynk/BlynkLoRa.h> #include <Blynk/BlynkMQTT.h> #include <Blynk/BlynkSerial.h> #include <Blynk/BlynkWeb.h> #include <Blynk/BlynkZigBee.h> #include <Blynk/BlynkZWave.h> #include <Blynk/BlynkBluetooth.h> #include <Blynk/BlynkBLE.h> #include <Blynk/BlynkLoRaWAN.h> #include <Blynk/Blynk433.h> #include <Blynk/Blynk485.h> #include <Blynk/Blynk4G.h> #include <Blynk/Blynk5G.h> #include <Blynk/Blynk6G.h> #include <Blynk/Blynk7G.h> #include <Blynk/Blynk8G.h> #include <Blynk/Blynk9G.h> #include <Blynk/Blynk10G.h> #include <Blynk/Blynk11G.h> #include <Blynk/Blynk12G.h> #include <Blynk/Blynk13G.h> #include <Blynk/Blynk14G.h> #include <Blynk/Blynk15G.h> #include <Blynk/Blynk16G.h> #include <Blynk/Blynk17G.h> #include <Blynk/Blynk18G.h> #include <Blynk/Blynk19G.h> #include <Blynk/Blynk20G.h> #include <Blynk/Blynk21G.h> #include <Blynk/Blynk22G.h> #include <Blynk/Blynk23G.h> #include <Blynk/Blynk24G.h> #include <Blynk/Blynk25G.h> #include <Blynk/Blynk26G.h> #include <Blynk/Blynk27G.h> #include <Blynk/Blynk28G.h> #include <Blynk/Blynk29G.h> #include <Blynk/Blynk30G.h> #include <Blynk/Blynk31G.h> #include <Blynk/Blynk32G.h> #include <Blynk/Blynk33G.h> #include <Blynk/Blynk34G.h> #include <Blynk/Blynk35G.h> #include <Blynk/Blynk36G.h> #include <Blynk/Blynk37G.h> #include <Blynk/Blynk38G.h> #include <Blynk/Blynk39G.h> #include <Blynk/Blynk40G.h> #include <Blynk/Blynk41G.h> #include <Blynk/Blynk42G.h> #include <Blynk/Blynk43G.h> #include <Blynk/Blynk44G.h> #include <Blynk/Blynk45G.h> #include <Blynk/Blynk46G.h> #include <Blynk/Blynk47G.h> #include <Blynk/Blynk48G.h> #include <Blynk/Blynk49G.h> #include <Blynk/Blynk50G.h> </pre> | Sensor akan mengirimkan notifikasi jika ketinggian air terdeteksi oleh sensor. Ketinggian air dinyatakan aman apabila < 2 | | Valid |
| 2 | Detektor Sensor Hujan | <pre> // Blynk library reference #include <Blynk/Blynk.h> #include <Blynk/BlynkSPI.h> #include <Blynk/BlynkWiFi.h> #include <Blynk/BlynkEthernet.h> #include <Blynk/BlynkGSM.h> #include <Blynk/BlynkLoRa.h> #include <Blynk/BlynkMQTT.h> #include <Blynk/BlynkSerial.h> #include <Blynk/BlynkWeb.h> #include <Blynk/BlynkZigBee.h> #include <Blynk/BlynkZWave.h> #include <Blynk/BlynkBluetooth.h> #include <Blynk/BlynkBLE.h> #include <Blynk/BlynkLoRaWAN.h> #include <Blynk/Blynk433.h> #include <Blynk/Blynk485.h> #include <Blynk/Blynk4G.h> #include <Blynk/Blynk5G.h> #include <Blynk/Blynk6G.h> #include <Blynk/Blynk7G.h> #include <Blynk/Blynk8G.h> #include <Blynk/Blynk9G.h> #include <Blynk/Blynk10G.h> #include <Blynk/Blynk11G.h> #include <Blynk/Blynk12G.h> #include <Blynk/Blynk13G.h> #include <Blynk/Blynk14G.h> #include <Blynk/Blynk15G.h> #include <Blynk/Blynk16G.h> #include <Blynk/Blynk17G.h> #include <Blynk/Blynk18G.h> #include <Blynk/Blynk19G.h> #include <Blynk/Blynk20G.h> #include <Blynk/Blynk21G.h> #include <Blynk/Blynk22G.h> #include <Blynk/Blynk23G.h> #include <Blynk/Blynk24G.h> #include <Blynk/Blynk25G.h> #include <Blynk/Blynk26G.h> #include <Blynk/Blynk27G.h> #include <Blynk/Blynk28G.h> #include <Blynk/Blynk29G.h> #include <Blynk/Blynk30G.h> #include <Blynk/Blynk31G.h> #include <Blynk/Blynk32G.h> #include <Blynk/Blynk33G.h> #include <Blynk/Blynk34G.h> #include <Blynk/Blynk35G.h> #include <Blynk/Blynk36G.h> #include <Blynk/Blynk37G.h> #include <Blynk/Blynk38G.h> #include <Blynk/Blynk39G.h> #include <Blynk/Blynk40G.h> #include <Blynk/Blynk41G.h> #include <Blynk/Blynk42G.h> #include <Blynk/Blynk43G.h> #include <Blynk/Blynk44G.h> #include <Blynk/Blynk45G.h> #include <Blynk/Blynk46G.h> #include <Blynk/Blynk47G.h> #include <Blynk/Blynk48G.h> #include <Blynk/Blynk49G.h> #include <Blynk/Blynk50G.h> </pre> | Sensor akan mengirimkan notifikasi jika Hujan terdeteksi | | Valid |

| | | | | | |
|---|------------------------------|---|---|--|-------|
| 3 | Pemberitahuan Aplikasi Blynk |  | Akan muncul notifikasi melalui aplikasi Blynk |  | Valid |
|---|------------------------------|---|---|--|-------|

5. KESIMPULAN

Setelah penelitian menyeluruh dan proses desain yang komprehensif, beberapa kesimpulan penting muncul:

1. Metodologi Deteksi Hujan dan Pencegahan Banjir:
Pendekatan untuk mendeteksi hujan dan mencegah banjir berdasarkan Blynk IoT melibatkan pengembangan prototipe fungsional. Prototipe ini mengintegrasikan Sensor Hujan dan Sensor Ketinggian Air dengan aplikasi Blynk IoT. Melalui gabungan penggunaan sensor-sensor ini dan kemampuan Blynk IoT, sistem secara efektif memantau dan merespons kejadian hujan dan potensi situasi banjir.
2. Tampilan Data Waktu Nyata:
Setelah pengujian dan validasi yang ketat, prototipe ini menunjukkan kemampuan untuk menyediakan data real-time. Pengguna dapat segera mengakses dan melihat informasi yang dikumpulkan, tetap mendapat informasi tentang status curah hujan saat ini dan potensi risiko banjir. Tampilan data real-time ini meningkatkan utilitas sistem dan mendukung pengambilan keputusan yang cepat.
3. Peran Penting Aplikasi Blynk IoT:
Aplikasi Blynk IoT memainkan peran penting dalam sistem. Saat Sensor Hujan mendeteksi hujan, aplikasi menampilkan nilai "1" yang menandakan terjadinya curah hujan. Secara bersamaan, jika terjadi banjir, Sensor Ketinggian Air dengan cepat mengirimkan pemberitahuan banjir ke aplikasi Blynk IoT. Fitur ini memastikan bahwa pengguna menerima peringatan dan informasi segera tentang potensi situasi banjir, sehingga memungkinkan mereka mengambil tindakan pencegahan yang diperlukan.
4. Deteksi Hujan dan Pencegahan Banjir yang Efisien:
5. Melalui implementasi prototipe dengan Sensor Hujan dan Ketinggian Air, integrasi dengan aplikasi Blynk IoT, dan memanfaatkan fungsi-fungsi yang disebutkan di atas, sistem ini secara efektif memenuhi kebutuhan deteksi hujan dan pencegahan banjir. Teknologi ini memberikan visualisasi data secara real-time dan memastikan adanya notifikasi yang cepat, sehingga berkontribusi terhadap pendekatan yang komprehensif dan efisien untuk mengelola risiko terkait hujan dan memitigasi potensi bahaya banjir.

6. REFERENSI

- [1]. C. Bjork, "Local responses to decentralization policy in Indonesia," *Comp. Educ. Rev.*, vol. 47, no. 2, pp. 184–216, 2003.
- [2]. D. Manongga, U. Rahardja, I. Sembiring, N. Lutfiani, and A. B. Yadila, "Pengabdian Masyarakat dalam Pemberdayaan UMKM dengan Melakukan Implementasi Website Menggunakan Plugin Elementor Sebagai Media Promosi," *ADI Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 3, no. 1, pp. 44–53, 2022.
- [3]. T. Hariguna and R. Waluyo, "Sosialisasi Etika Penggunaan Media Sosial untuk Mencegah Bullying pada Siswa MTs Ushriyyah Purbalingga," *ADI Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 3, no. 2, pp. 107–113, 2023.
- [4]. C. S. Bangun and S. Purnama, "Optimalisasi Pemanfaatan Digital Marketing untuk UMKM (Usaha Mikro, Kecil dan Menengah)," *ADI Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 3, no. 2, pp. 89–98, 2023.
- [5]. D. Manongga, U. Rahardja, I. Sembiring, N. Lutfiani, and A. B. Yadila, "Dampak Kecerdasan Buatan Bagi Pendidikan," *ADI Bisnis Digit. Interdisiplin J.*, vol. 3, no. 2, pp. 41–55, 2022.
- [6]. R. Supriati, E. R. Dewi, D. Supriyanti, and N. Azizah, "Implementation Framework for Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) in Higher Education Academic Activities," *IAIC Trans. Sustain. Digit. Innov.*, vol. 3, no. 2, pp. 150–161, 2022.

-
- [7] U. Rahardja, E. R. Dewi, R. Supriati, N. P. L. Santoso, and A. Khoirunisa, "Pengabdian Pengembangan Kurikulum Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) Studi Teknik Informatika S1 Universitas Raharja," *ADI Pengabdi. Kpd. Masy.*, vol. 3, no. 1, pp. 16–24, 2022.
- [8] D. Mohammed, A. G. Prawiyog, and E. R. Dewi, "Environmental Management/Marketing Research: Bibliographic Analysis," *Startupreneur Bisnis Digit. (SABDA Journal)*, vol. 1, no. 2, pp. 191–197, 2022.
- [9] A. A. A. R. Pudyanti, A. A. N. A. Redioka, and V. T. Devana, "Analyses Based on Theory of Capital Based Approach on Indonesian Graduate Employability," *ADI J. Recent Innov.*, vol. 4, no. 1, pp. 25–33, 2022.
- [10] D. Manongga, U. Rahardja, I. Sembiring, N. Lutfiani, and A. B. Yadila, "Pengabdian Masyarakat dalam Pemberdayaan UMKM dengan Melakukan Implementasi Website Menggunakan Plugin Elementor Sebagai Media Promosi," *ADI Pengabdi. Kpd. Masy.*, vol. 3, no. 1, pp. 44–53, 2022.
- [11] E. Retnaningtyas, B. M. Suhita, and N. Febriani, "Upaya Peningkatan Pengetahuan Ibu Hamil Melalui Edukasi Mengenai Teknik Perawatan Payudara dan Manfaat Asi," *ADI Pengabdi. Kpd. Masy.*, vol. 3, no. 1, pp. 38–43, 2022.
- [12] H. Suwono, H. E. Pratiwi, H. Susanto, and H. Susilo, "Enhancement of students' biological literacy and critical thinking of biology through socio-biological case-based learning," *J. Pendidik. IPA Indones.*, vol. 6, no. 2, pp. 213–220, 2017.
- [13] E. Guustaaf, U. Rahardja, Q. Aini, H. W. Maharani, and N. A. Santoso, "Blockchain-based education project," *Aptisi Trans. Manag.*, vol. 5, no. 1, pp. 46–61, 2021.
- [14] U. Rahardja, A. N. Hidayanto, T. Hariguna, and Q. Aini, "Design framework on tertiary education system in Indonesia using blockchain technology," in *2019 7th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM)*, 2019, vol. 7, pp. 1–4.
- [15] U. Rahardja, Q. Aini, Y. I. Graha, and M. R. Tangkaw, "Gamification framework design of management education and development in industrial revolution 4.0," in *Journal of Physics: Conference Series*, 2019, vol. 1364, no. 1, p. 12035.
- [16] U. Rahardja, T. Hariguna, and Q. Aini, "Understanding the impact of determinants in game learning acceptance: An empirical study," *Int. J. Educ. Pract.*, vol. 7, no. 3, pp. 136–145, 2019.
- [17] N. Lutfiani, U. Rahardja, and I. S. P. Manik, "Peran Inkubator Bisnis dalam Membangun Startup pada Perguruan Tinggi," *J. Penelit. Ekon. dan Bisnis*, vol. 5, no. 1, pp. 77–89, 2020.
- [18] N. Ramadhona, A. A. Putri, and D. S. S. Wuisan, "Students' Opinions of the Use of Quipper School as an Online Learning Platform for Teaching English," *Int. Trans. Educ. Technol.*, vol. 1, no. 1, pp. 35–41, 2022.
- [19] S. Nicholson, A. M. Hastings, and R. K. McKinley, "Influences on students' career decisions concerning general practice: a focus group study," *Br. J. Gen. Pract.*, vol. 66, no. 651, pp. e768– e775, 2016.
- [20] D. T. Conley, "Redefining college readiness.," *Educ. Policy Improv. Cent.*, 2007.
- [21] E. R. Lai, "Critical thinking: A literature review," *Pearson's Res. Reports*, vol. 6, no. 1, pp. 40– 41, 2011.
- [22] H. Haryansyah, H. Hadriansa, and R. Ardiansyah, "Scheduling Uses the Blynk 2.0 Automations Feature for Effective Ornamental Fish Feeding," *APTISI Trans. Manag.*, vol. 7, no. 2, pp. 170–178, 2023.
- [23] A. N. Halimah and H. Abdullah, "Student preference towards the utilization of Edmodo as a learning platform to develop responsible learning environments" study," *Int. Trans. Educ. Technol.*, vol. 1, no. 1, pp. 53–58, 2022.
- [24] C. S. Bangun, S. Purnama, and A. S. Panjaitan, "Analysis of New Business Opportunities from Online Informal Education Mediamorphosis Through Digital Platforms," *Int. Trans. Educ. Technol.*, vol. 1, no. 1, pp. 42–52, 2022.
- [25] N. Lutfiani and L. Meria, "Utilization of Big Data in Educational Technology Research," *Int. Trans. Educ. Technol.*, vol. 1, no. 1, pp. 73–83, 2022.
- [26] P. A. Sunarya, "The Impact of Gamification on IDU (ILearning Instruction) in Expanding Understudy Learning Inspiration," *Int. Trans. Educ. Technol.*, vol. 1, no. 1, pp. 59–67, 2022.
- [27] N. Supriagi, T. M. Hidayat, and A. D. A. R. Ahmad, "Pendidikan manufaktur berbasis gamifikasi untuk meningkatkan inovasi di era industri 4.0," *ADI Pengabdi. Kpd. Masy.*, vol. 1, no. 1, pp. 14– 21, 2020.
- [28] U. Rahardja, Q. Aini, D. Manongga, I. Sembiring, and Y. P. A. Sanjaya, "Enhancing Machine Learning with Low-Cost P M2. 5 Air Quality Sensor Calibration using Image Processing," *APTISI Trans. Manag.*, vol. 7, no. 3, pp. 11–19, 2023.
- [29] R. Rarmizi, I. Y. Nasaruddin, and N. Hidayah, "Analysis of the influence of corporate governance on the financial performance of Islamic banks in Indonesia 2016-2021," *APTISI Trans. Manag.*, vol. 7, no. 2, pp. 179–190, 2023.
- [30] Q. A. Qurotul Aini, M. B. Mukti Budiarto, P. O. H. POH Putra, and U. R. Untung Rahardja, "Exploring e-learning challenges during the global COVID-19 pandemic: A review," *J. Sist. Inf. (Journal Inf. Syst.)*, vol. 16, no. 2, pp. 47–65, 2020.