

SMART KALI “RANCANG BANGUN DETEKSI DINI BAHAYA BANJIR BERBASIS LORA WAN”

Eko Kuncoro ¹⁾ Muhammad Ridwan ²⁾ Bakhtiar Galih Priyanto ³⁾

Asrama Politeknik Angkatan Darat

E - mail : d4kom639@gmail.com

SMART KALI “DESIGN AND CONSTRUCTION OF EARLY FLOOD HAZARD DETECTION BASED ON LORA WAN”

Abstract: *Floods are natural disasters where certain areas are inundated due to high water discharge. Until now, natural disasters are still the task of the government and the TNI, which is a component of the state, in supporting the community to help overcome the consequences of natural disasters, displacement and providing humanitarian assistance as listed in the tasks of military operations other than war, regulated in Law no. 34 of 2004. Sourced from Surya.co.id, the overflowing of the Amprong river and the high intensity of rain as well as the delivery of water from the slopes of Mount Bromo made the water discharge of the Amprong river rise. From these problems, the author has an idea for a technological concept that can be used to provide information on natural flood disasters, namely SMART KALI "DESIGN FOR EARLY DETECTION OF FLOOD HAZARDS BASED ON LORA WAN". This tool is designed with infrared camera components, ultrasonic sensors, rain sensors, solar cells and sirens. This tool will measure the water level and read the occurrence of rain in the area and works by processing data continuously which is concluded with an intelligent system displaying water level information with 3 levels of danger and displaying the latest images on the website. The sirens will sound at every flood alert level reaching alert and danger alert levels. Users who access are determined by the government and local military command, thereby speeding up decision making to avoid loss of life. The aim and objective of the researchers is to produce a tool that is able to provide early warning information effectively and efficiently, and is easy to access by local governments and the TNI in identifying flood disasters.*

Keywords: *Infrared camera, Ultrasonic Sensor, Rain Sensor, and LoRa WAN Module.*

Abstract: *Banjir merupakan bencana alam dimana daerah tertentu tergenang akibat tingginya debit air. Sampai saat ini bencana alam tersebut masih menjadi tugas oleh pemerintah dan TNI yang merupakan komponen negara dalam mendukung masyarakat membantu menanggulangi akibat bencana alam, pengungsian, dan pemberian bantuan kemanusiaan yang tercantum dalam tugas operasi militer selain perang diatur dalam UU No. 34 Tahun 2004. Bersumber dari Surya.co.id meluapnya sungai amprong dan intensitas hujan yang tinggi serta kiriman air dari kawasan lereng Gunung Bromo membuat debit air sungai amprong meninggi. Dari permasalahan tersebut, penulis memiliki gagasan konsep teknologi yang dapat digunakan dalam memberikan informasi bencana alam banjir yakni SMART KALI “RANCANG BANGUN DETEKSI DINI BAHAYA BANJIR BERBASIS LORA WAN”. Alat ini didesain dengan komponen kamera inframerah, sensor ultrasonik, sensor hujan, solar cell dan sirine. Alat ini akan mengukur ketinggian air dan membaca terjadinya hujan pada daerah tersebut dan bekerja dengan mengolah data secara terus menerus yang disimpulkan dengan sistem cerdas menampilkan informasi level ketinggian air dengan 3 tingkatan bahaya serta menampilkan gambar terkini pada website. Sirine akan berbunyi pada setiap tingkat kewaspadaan banjir mencapai tingkat kewaspadaan siaga dan bahaya. Pengguna yang mengakses ditentukan oleh pemerintah dan koramil setempat sehingga mempercepat pengambilan keputusan untuk menghindari korban jiwa. Maksud dan tujuan peneliti adalah menghasilkan alat yang mampu memberikan informasi peringatan dini secara efektif dan efisien, serta mudah untuk diakses oleh pemerintah daerah dan TNI dalam mengetahui adanya bencana banjir.*

Kata Kunci : Kamera inframerah, Sensor Ultrasonik, Sensor Hujan, dan Module LoRa WAN

PENDAHULUAN

Pangan merupakan kebutuhan dasar utama bagi manusia yang harus dipenuhi setiap saat. Hak untuk memperoleh pangan merupakan salah satu hak asasi manusia, sebagaimana tersebut dalam pasal 27 UUD 1945 maupun dalam Deklarasi Roma (1996). Pertimbangan tersebut mendasari terbitnya UU No. 7/1996 tentang Pangan.

Tugas pokok Tentara Nasional Indonesia (TNI) diatur dalam UU No. 34 Tahun 2004 yaitu membantu tugas pemerintah daerah. Dari www.rri.co.id Lahan sawah adalah aset strategis negara. Negara harus memastikan keberlanjutan lahan sawah demi kesejahteraan petani dan ketahanan pangan kita," ujarnya pada acara Dialog Hukum Pro 1 RRI Malang.

Pasal 26 UU 24 Tahun 2007 tentang penanggulangan bencana tersebut menyatakan hak masyarakat mendapatkan semua informasi secara tertulis maupun lisan tentang kebijakan penanggulangan bencana.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian eksperimen yang bertujuan membuktikan suatu hipotesis. Peneliti memiliki 3 tahapan dalam proses penelitian dimana peneliti mengumpulkan data-data terkait dengan banjir, melalui jurnal, internet dan website. Selain itu juga peneliti melaksanakan penelitian eksperimen dengan membuktikan pengaruh perlakuan tertentu yang terkendali dengan menggunakan variabel terikat, dimana faktor yang dapat mempengaruhi oleh variabel bebas yang dikenal dengan banjir.

Berikutnya adalah tahap perencanaan dimana peneliti mengumpulkan komponen yang terkait dalam pembuatan alat tersebut :

a. Sensor ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah perangkat elektronik yang digunakan untuk mendeteksi jarak pada suatu objek dengan menggunakan gelombang pantulan. Prinsip kerja sensor ultrasonik melibatkan emisi gelombang ultrasonik yang dipancarkan oleh komponen yang memancarkan gelombang untuk memantul kembali setelah memantul dari objek yang ingin dideteksi

berupa aliran sungai. Berdasarkan waktu tempuh gelombang suara dan kecepatan suara di udara (yang biasanya konstan), sensor dapat menghitung jarak antara sensor dan objek yang berupa volume air yang terdeteksi.



Gambar 1. Sensor Ultrasonik
(Pratama, R. D. et al, 2022)

Pemancar (transmitter) dan penerima (receiver). Pemancar mengirimkan gelombang suara ultrasonik pada frekuensi sekitar 40 kHz, yang kemudian memantul kembali setelah mengenai suatu objek. Penerima mendeteksi gelombang pantulan

b. Sensor Hujan

Sensor hujan yang merupakan komponen pendukung dalam sistem pendeteksi banjir dengan memanfaatkan pembacaan terjadinya hujan, sensor hujan akan memberikan informasi tentang perubahan cuaca pada daerah tersebut.



Gambar 2. Sensor Hujan

(Yudatama, Y. P , 2020)

Sensor hujan ini akan mengukur dari perubahan cuaca terkini yang terjadi pada daerah bendungan tersebut. Sensor ini bekerja dengan dua prinsip dasar, yaitu konduktivitas dan optik. Sensor konduktivitas dimana kemampuan suatu bahan untuk menghantarkan listrik atau panas dengan menggunakan dua elektroda yaitu titik masuk atau keluarnya arus listrik yang dihubungkan oleh air hujan, menyebabkan perubahan resistansi yang dapat diukur oleh sirkuit elektronik. Sedangkan sensor optik menggunakan LED dan detektor cahaya, di mana perubahan pola pantulan cahaya akibat tetesan hujan mengindikasikan kehadiran air. Sinyal yang dihasilkan oleh sensor ini kemudian diolah oleh mikrokontroler untuk menentukan adanya hujan. Setelah mendeteksi hujan, mikrokontroler berupa esp32 mengirimkan sinyal untuk memberikan perubahan cuaca terkini.

c. ESP32

ESP32 merupakan sebuah mikrokontroler yang sangat maju dan modern. Mikrokontroler ini dikembangkan oleh perusahaan bernama Espressif Systems. Salah satu fitur utama dari ESP32 adalah kemampuannya untuk menangani komunikasi Wi-Fi dan Bluetooth dalam satu chip, yang berarti

perangkat ini bisa terhubung ke jaringan nirkabel dan perangkat Bluetooth dengan mudah dan efisien.



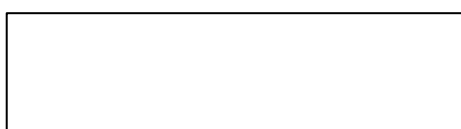
Gambar 3. ESP32

(Pratama, R. D. et al, 2022)

Dalam penggunaan praktis, satu inti dari prosesor ESP32 sering kali didedikasikan untuk menangani tugas-tugas komunikasi, seperti mengelola koneksi Wi-Fi dan Bluetooth. Dengan ESP32 adalah jenis mikrokontroler yang digunakan untuk membaca sensor ultrasonik dan mengolah data berupa data ketinggian air sehingga akan muncul sistem cerdas dalam website yang menampilkan 3 tingkatan bahaya.

Selain kemampuan pemrosesan dan komunikasi, ESP32 juga memiliki berbagai periferal bawaan. Ini termasuk ADC (Analog-to-Digital Converter) Komponen yang mengubah sinyal analog (seperti tegangan dari sensor) menjadi sinyal digital (biner) yang dapat diproses oleh mikrokontroler. Untuk mengubah sinyal analog menjadi digital, DAC (Digital-to-Analog Converter) untuk mengubah sinyal digital menjadi analog.

d. Kamera



Kamera dengan teknologi yang memungkinkan kamera untuk menggunakan cahaya inframerah yang dipancarkan secara aktif untuk memperbaiki penglihatan dalam kondisi minim cahaya atau gelap total. Alat ini sangat penting dalam mendeteksi keadaan banjir di sekitar bendungan.

e. LoRa WAN

LoRa WAN adalah protokol nirkabel yang memungkinkan perangkat-perangkat kecil dengan daya rendah untuk berkomunikasi jarak jauh. Setiap perangkat Node LoRa memiliki modul LoRa untuk transmisi data. Data dari perangkat Node dikirimkan ke gateway, lalu diteruskan ke server LoRaWAN melalui internet. Server ini mengelola jaringan, autentikasi perangkat, dan mengirim data ke aplikasi. LoRaWAN memiliki keunggulan dalam jangkauan, konsumsi daya rendah, dan mendukung ribuan perangkat dalam satu jaringan, cocok untuk IoT dengan daya tahan baterai lama.



Module LORA (Long Range) adalah merupakan media transmisi yang kita gunakan dalam pendeteksi banjir, module ini akan mengirimkan data berupa

terjadinya banjir pada sensor hujan dan terjadinya kenaikan volume ketinggian air pada bendungan tersebut, selain itu integrasi ESP32 dengan jaringan LoRaWAN memungkinkan pengiriman data jarak jauh dengan konsumsi daya rendah. LoRaWAN adalah protokol komunikasi nirkabel yang dirancang untuk komunikasi jarak jauh, ideal untuk IoT. Modul LoRa seperti SX1276/78/79 dapat dihubungkan ke ESP32 melalui antarmuka SPI. Firmware pada ESP32 kemudian dikembangkan untuk mengendalikan modul LoRa dan mengelola komunikasi dengan gateway LoRaWAN, menggunakan library seperti LoRaWAN.h atau LMIC untuk implementasi protokol. Perangkat endpoint (node) berkomunikasi dengan gateway yang terhubung ke server jaringan LoRaWAN, memungkinkan data dari sensor atau aktuator yang terhubung ke ESP32 untuk dikirim ke server jaringan melalui internet. Dengan jangkauan komunikasi hingga beberapa kilometer dan konsumsi daya yang sangat rendah, LoRaWAN cocok untuk perangkat yang beroperasi dengan baterai. memiliki banyak sekali keunggulan, diantaranya adalah module ini dapat mentransmisikan data sejauh 15 km, sehingga sangat efektif dalam mengirimkan sebuah data, lora terdiri dari chip pengirim yang dapat

mewujudkan cara komunikasi LORA WAN (Long Range Wide Area Network) untuk mengirimkan data. Berikut ini merupakan cara kerja dari LORA WAN untuk merimkan data :

1. Data yang akan dikirim dari perangkat TX harus diubah menjadi format yang sesuai untuk modulasi LoRa. Biasanya, data digital dikonversi menjadi simbol LoRa, yang merupakan representasi analog dari data digital tersebut. Pengodean ini dapat melibatkan teknik seperti pengkodean Manchester atau pengkodean differential untuk memastikan keandalan dan kecepatan transmisi yang optimal.

2. Setelah data dienkapsulasi dalam simbol LoRa, proses modulasi dimulai. LoRa menggunakan modulasi Chirp Spread Spectrum (CSS), Modulasi ini memungkinkan sinyal untuk menjangkau jarak jauh dengan daya yang rendah dan tahan terhadap gangguan.

3. Sinyal yang dimodulasi kemudian dikirimkan melalui antena perangkat TX. LoRa biasanya menggunakan frekuensi radio di spektrum ISM (Industrial, Scientific, and Medical), seperti 433 MHz, 868 MHz, atau 915 MHz, yang memungkinkan jangkauan komunikasi yang luas dengan konsumsi daya yang rendah.

4. Perangkat RX yang berada dalam jangkauan menerima sinyal yang dikirimkan. Antena pada perangkat RX

menangkap sinyal dan mengirimkannya ke modul LoRa di perangkat tersebut.

5. Sinyal yang diterima di perangkat RX kemudian melewati proses demodulasi, di mana sinyal LoRa dikembalikan menjadi bentuk digital. Ini melibatkan pengukuran parameter chirp, seperti frekuensi awal dan akhir, untuk memperoleh kembali data digital yang terkandung dalam sinyal.

6. Setelah demodulasi, data digital yang terkandung dalam sinyal LoRa di-decode kembali menjadi format aslinya. Proses ini menghasilkan data digital yang sesuai dengan apa yang telah dikirim oleh perangkat TX.

7. Sebelum data diteruskan ke lapisan aplikasi, perangkat RX biasanya melakukan verifikasi untuk memastikan integritas dan keandalan data yang diterima. Ini bisa melibatkan pemeriksaan checksum atau metode verifikasi lainnya untuk memastikan bahwa data yang diterima adalah akurat.

f. Solar Cell

Solar cell ini menggunakan backcontact, atau dengan kata lain semua kontakannya berada dibelakang sehingga menghilangkan rugi bayangan yang biasanya dihasilkan kontak bagian depan karena menutupi sebagian solar cell.

DC Regulator atau biasa disebut dengan Solar charge controller adalah

peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur tegangan dan arus yang diisi ke baterai, yang berasal dari solar cell.

Solar charge controller mengatur overcharging (kelebihan pengisian karena baterai sudah penuh) dan kelebihan tegangan dari panel surya, yang dapat mengurangi lifetime dari baterai. Solar charge controller menerapkan teknologi pulse width modulation (PWM) untuk mengatur keluaran dari solar cell yang masuk ke baterai. Secara umum bahwa solar cell dengan tegangan 12 V, memiliki variasi tegangan antara 13–21 Volt.

Dengan adanya variasi tegangan tersebut, baterai akan cepat rusak karena overcharging. Sedangkan baterai sendiri umumnya discharge pada tegangan 14-14.7 V.

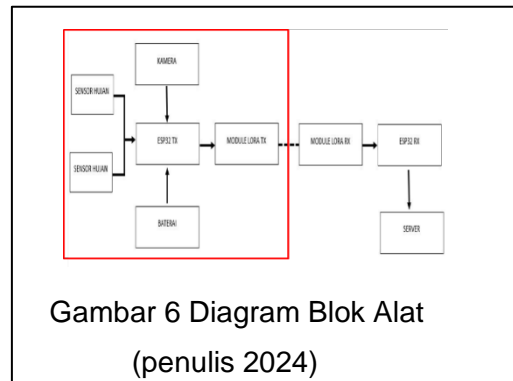
Baterai yang digunakan adalah jenis accumulator yang biasa dipakai pada motor/mobil. Accumulator ini merupakan jenis baterai lead acid dan adalah jenis aki basah. Tegangan nominalnya sebesar 12 V,



Gambar 5 Solar Cell
Sa'diah, A., & Sudarti, S. (2023)

Selanjutnya pada tahap pelaksanaan, dimana peneliti menampilkan diagram blok dan flowchart sehingga mengetahui cara kerja dari alat ini.

- a. Diagram Blok *Smart Kali “Rancang Bangun Deteksi Dini Bahaya Banjir Berbasis Lora Wan”* adalah sebagai berikut :

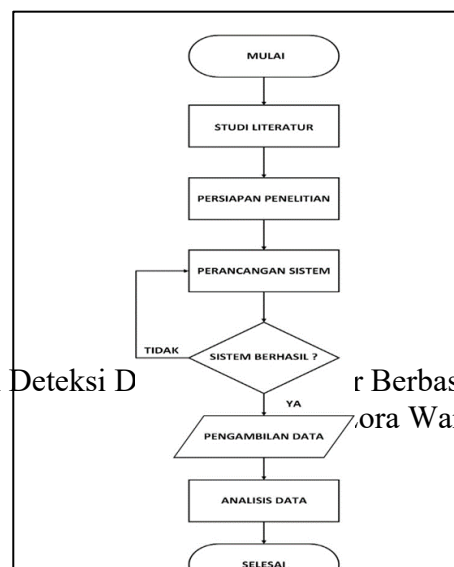


Gambar 6 Diagram Blok Alat (penulis 2024)

Alat ini didesain untuk mengukur ketinggian dari volume aliran air sungai dan disimpulkan dengan sistem cerdas yang menampilkan informasi level ketinggian air dan level bahaya pada bendungan sungai, sehingga pengguna yang telah ditentukan untuk mengakses akan mempercepat pengambilan keputusan dalam menghindari korban jiwa

- b. Flowchart Sistem

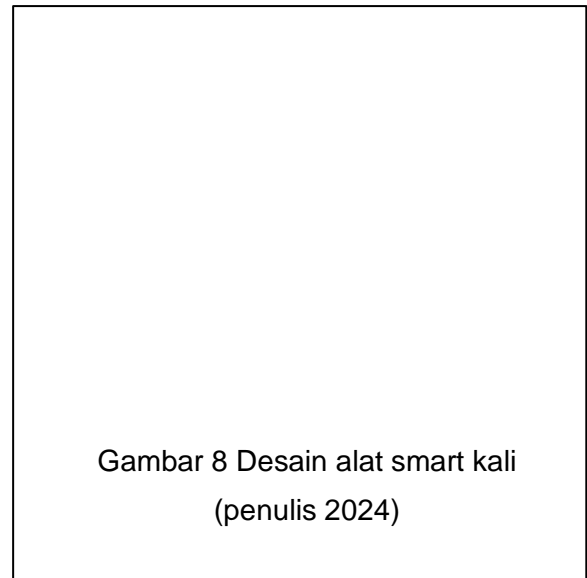
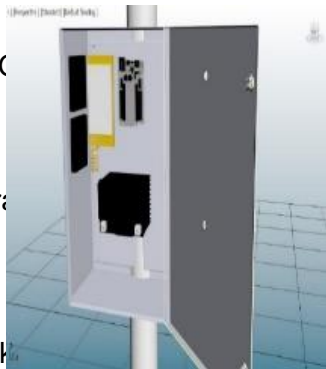
Berikut merupakan flowchart dari Smart Kali “Rancang Bangun Deteksi Dini Bahaya Banjir Berbasis Lora Wan”



HASIL PENELITIAN

Berikut ini merupakan rancangan yang perlu direncanakan data apa saja yang harus didapatkan dari hasil pengujian agar tujuan penelitian dapat dicapai. Data yang akan dicari sebagai berikut

Cara adalah komponen daya dari solar cell, akan membaca terusnya memunculkan 3 tampilan data yang menentukan tingkat kewaspadaan bahaya banjir, berikut merupakan 3 level kewaspadaan banjir yang diterapkan yaitu ketinggian kurang dari 1 meter status normal, ketinggian kurang dari 4 meter status siaga kewaspadaan banjir akan lebih meningkat hingga ketinggian lebih dari 4 meter status bahaya dan membunyikan alarm yang terdapat pada satuan teritorial ataupun satuan pemerintah yang juga dapat diakses secara online oleh pengguna yang telah ditentukan dan memiliki akun untuk menggunakannya, selain itu pada website juga akan menyimpan data terjadinya kenaikan volume air pada setiap harinya. Gambar 3.3. Flowchart yang menggambarkan cara kerja dari sistem pendeteksi banjir.



Gambar 8 Desain alat smart kali (penulis 2024)



Gambar 9 gambar Penempatan alat (penulis 2024)

Penempatan alat berada pada area bendungan air sungai dan pastikan aman dari jangkauan aliran air sungai, kemudian letakkan kamera tersebut pada ketinggian 5 m dari bendungan sungai dan arahkan

menghadap pada ukuran ketinggian air, tepatnya sensor hujan pada daerah terbuka, nyalakan alat tersebut dengan menekan tombol on pada baterai solar cell. Selanjutnya nyalakan server data pada satuan teritorial ataupun BNPB setempat, untuk melakukan login pada web server yang telah ditentukan penggunaannya.

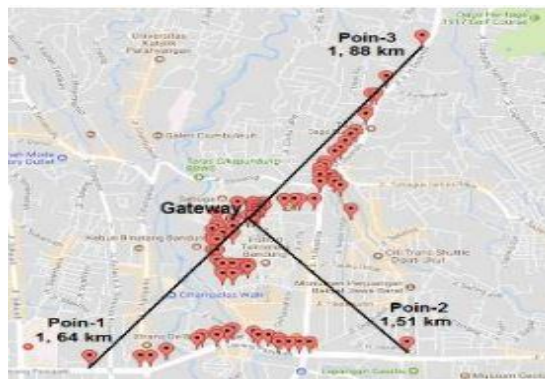
Dalam website tersebut akan menampilkan 3 data penting, yang pertama adalah gambar terkini., yang kedua sistem cerdas 3 tingkatan kewaspadaan banjir, dan yang ketiga penyimpanan data untuk menampilkan data yang telah terekam dalam setiap harinya.

Tabel 1 Kalibrasi Sensor Ultrasonik Dari Dasar Sungai

No.	Data	Pengujian				Hasil
		Ultrasonik	Penggaris	Dasar Sungai	Permukaan Sungai	
1.	Data 1	16 cm	17 cm	3 cm	20 cm	Tidak Sesuai
2.	Data 2	13 cm	13 cm	7 cm	20 cm	Sesuai
3.	Data 3	11 cm	11 cm	9 cm	20 cm	Sesuai
4.	Data 4	12 cm	12 cm	8 cm	20 cm	Sesuai
5.	Data 5	16 cm	16 cm	4 cm	20 cm	Sesuai
6.	Data 6	10 cm	11 cm	9 cm	20 cm	Tidak Sesuai
7.	Data 7	13 cm	13 cm	7 cm	20 cm	Sesuai
8.	Data 8	5 cm	4 cm	16 cm	20 cm	Tidak sesuai
9.	Data 9	6 cm	6 cm	14 cm	20 cm	Sesuai
10.	Data 10	14 cm	14 cm	6 cm	20 cm	Sesuai

Gambar 1 Hasil penelitian Sensor Ultrasonik

(Pratama, R. D. et al, 2022)



Gambar 1 Hasil penelitian Lora

(Dawani, F., Fuada, S, 2018)



Gambar 1 Hasil penelitian kamera
(Mahfudi, I., Arsyad, M. A. A., & Purwanto, B. 2021)

PEMBAHASAN

1. Alat ini menggunakan kamera untuk menampilkan gambar terkini dan informasi level ketinggian air dengan 3 tingkatan bahaya secara langsung pada bendungan yang ditampilkan website sehingga mempercepat pengambilan keputusan untuk menghindari korban jiwa.
2. Alat ini menggunakan modul LORA WAN yang mampu mengirimkan data mencapai jarak 15 km sehingga akan lebih efektif dan efisien dalam mengirimkan data.
3. Alat ini menggunakan kamera pemantau untuk menampilkan gambar secara terkini pada website

PENUTUP

Dikarenakan pentingnya pengembangan dan penelitian lanjutan yang terkait dengan penelitian ini, penulis memberikan beberapa saran antara lain sebagai berikut :

1. Agar alat ini dapat digunakan oleh Instansi pemerintah maupun teritorial TNI AD disegala kondisi sehingga mampu membantu masyarakat untuk mengetahui lebih dini adanya bencana alam banjir.
2. Kemudahan pembuatan alat ini dapat memanfaatkan teknologi terbaru dan dapat

digunakan pada satuan kewilayahan seperti BASARNAS, BNPD , maupun Kodim atau Koramil.

DAFTAR PUSTAKA

- Dawani, F., Fuada, S., Anindya, S. F., Rifai, A., Adinugraha, E., Purwanda, I. G., & Adiono, T. (2018). Prototype of Long-Range Radio Communication for e-Nelayan Devices using LoRaWAN. *Jurnal Infotel*, 10(4), 202-209.
- Mahfudi, I., Arsyad, M. A. A., & Purwanto, B. (2021). The Implementation Of Target Recognition to Determine Enemy Coordinates Using Unmanned Aerial Vehicle (UAV) GALAK-24 Aircraft Cameras With Object Detection Method. *Jurnal Telkommil*, 2(2), 20-28.
- Sa'diah, A., & Sudarti, S. (2023). Analisis manfaat dan kendala pemakaian energi solar cell sebagai teknologi tepat guna di lingkungan masyarakat. *KACANEGARA Jurnal Pengabdian pada Masyarakat*, 6(1). <https://doi.org/10.28989/kacaneegara.v6i1.1255>.

Pratama, R. D., Samsugi, S., & Sembiring, J. P. (2022). Alat Deteksi Ketinggian Air Menggunakan Sensor Ultrasonik Dengan Database. *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, 3(1), 45-55.

Yudatama, Y. P., & Pratama, V. S. (2020). Jemuran Otomatis Menggunakan Sensor LDR, Sensor Hujan Dan Sensor Kelembaban Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Khatulistiwa Informatika*, 6(1), 21-30.