

# Perancangan Dan Implementasi Sistem Pendeteksi Kelembaban Dan Ph Tanah Berbasis Esp32 Di Hutan Akasia Mangium

1<sup>st</sup> Kristian Fery Sianturi  
Fakultas Ilmu Terapan  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia

kristianferyy@student.telkomuniversity.ac.id

2<sup>nd</sup> Aris Hartaman  
Fakultas Ilmu Terapan  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia

arishartaman@telkomuniversity.ac.id

3<sup>rd</sup> Sugondo Hadiyoso  
Fakultas Ilmu Terapan  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia

sugondo@telkomuniversity.ac.id

**Abstrak** — Kertas adalah bahan yang terbuat dari serat selulosa yang diambil dari kayu dan dibuat menjadi lembaran tipis. Kertas sangat berfungsi dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu jenis kayu yang digunakan dalam pembuatan kertas adalah kayu Acacia Mangium. Salah satu perusahaan yang bergerak di bidang produksi kertas dalam skala besar menghabiskan 2,8 juta ton pulp pertahun yang diambil dari pohon Acacia Mangium dan menghasilkan 850.000 ton kertas pertahun. Untuk menjaga proses produksi tetap berjalan dengan stabil maka, perlu dilakukannya pembuatan hutan produksi. Untuk menjaga hutan produksi Akasia mangium tetap berjalan stabil, tentu tidak lepas dari yang namanya kualitas tanah. Pada penelitian ini penulis memperkenalkan karya untuk memantau parameter tanah termasuk tingkat pH tanah dan kelembaban tanah berbasis Internet of Things. Perangkat keras yang digunakan adalah ESP32, sensor Soil Moisture, sensor pH tanah, Liquid Crystal Display (LCD) 20x4 I2C dan untuk aplikasi yang digunakan adalah BlynkApp dan Telegram yang berfungsi sebagai pengontrol dan sarana untuk menampilkan hasil dari pembacaan sensor. Hasil dari pengujian ini menggunakan beberapa sample tanah sebagai bahan ujicoba. Ketika pengujian dilakukan dengan memasukkan masing-masing sensor kedalam tanah, akan didapatkan hasil yang akan ditampilkan di LCD dan Telegram. Perancangan ini dapat mempermudah apabila pengguna ingin mengetahui baik buruknya suatu tanah yang mau dijadikan sarana tumbuhnya pohon Acacia Mangium.

**Kata kunci**— Internet of Things, Unsur Hara, Acacia Mangium, Kertas

## I. PENDAHULUAN

*Acacia Mangium*, pohon yang tumbuh cepat dan berasal dari wilayah Indonesia, Papua Nugini dan Australia, telah dibudidayakan di luar lingkungan aslinya dan di perkenalkan kewilayah dataran rendah tropis lembab di Asia, Amerika Selatan, dan Afrika selama beberapa dekade terakhir [1]. Latar belakang, tujuan, identifikasi masalah, dan metode penelitian dibahas dalam isi pendahuluan, yang disampaikan secara tersirat (implisit). Judul bab harus sesuai dengan isi bab, kecuali bab Pendahuluan dan bab Kesimpulan dan

Saran. Tidak perlu dinyatakan secara implisit sebagai "dasar teori", "simulasi sistem", atau sejenisnya. Acacia Mangium adalah pohon serbaguna yang digunakan dalam agroforestri, kehutanan dan restorasi lahan terdegradasi. Pohon ini juga sangat invasif dibanyak wilayah dimana ia di perkenalkan diluar daerah asalnya. Makalah ini mengulas manfaat dan dampak negatif tanah terhadap keanekaragaman hayati tanaman yang dominan di hutan produksi *Acacia Mangium*. Tanaman Acacia dianggap sebagai salah satu spesies invasif yang tersebar di banyak tempat di seluruh dunia, termasuk di negara-negara tropis Asia Tenggara. Spesies atau jenis invasif memiliki banyak ciri yang kuat, tetapi biasanya bersifat negatif. Tumbuhan invasif tidak dapat beradaptasi dengan kehidupan jenis lain, sehingga cenderung dominan dalam menguasai ekosistem baru dan biasanya sulit dikendalikan [2]. Kualitas tanah adalah kondisi umum tanah yang menggambarkan kandungan bahan kimia, fisika, dan biologi dari air. Pada penelitian ini dirancang sebuah sistem monitoring kelembaban dan pH tanah pada pohon Akasia Mangium berbasis IoT. Sistem menggunakan modul ESP32, Sensor Soil Moisture, Sensor pH tanah, Sensor DS18B20, Liquid Crystal Display 20X4 I2C dan bisa dikontrol melalui aplikasi Blynk Android juga hasil dari pengukuran akan dikirimkan melalui Telegram sehingga pengguna bisa mengetahui nilai pH dan kelembaban tanah saat tidak berada dilokasi

## II. KAJIAN TEORI

Sebagai jaringan, Internet of Things (IoT) menghubungkan berbagai objek yang memiliki identitas pengenalan dan alamat IP. Dengan demikian, objek-objek ini dapat saling berkomunikasi dan berbagi informasi tentang Internet of Things sendiri dan lingkungan yang mencakupnya. Objektif IoT dapat menggunakan dan membuat layanan dan bekerja sama untuk mencapai tujuan bersama. Dengan kemampuan ini, Internet of Things telah mengubah definisi internet menjadi komputasi dimana saja kapan saja bagaimana saja, untuk siapa saja dan layanan apa saja [3]. Salah satu penggunaan karakteristik adalah identifikasi objek. Serangan keamanan IoT dapat mencakup

serangan terhadap label RFID, jaringan komunikasi, dan privasi data. Untuk mencegahnya, protokol dan mekanisme keamanan diperlukan.

#### A. Tanah

Tanaman menggunakan tanah sebagai sumber utama selama siklus pertumbuhan mereka, dan tanah memiliki unsur-unsur tertentu yang diperlukan untuk menghasilkan tumbuhan yang subur. Selain bibit unggul dan pupuk organik, input dan perawatan tanah yang menggunakan pupuk asam seperti NPK, ZA, dan TSP sangat penting karena tanah mengandung belerang yang kemudian akan dinetralkan oleh kapur basa. Pemupukan dan pengaturan harus dilakukan secara terpisah jika pH tanah tidak naik dan nutrisi tidak tersedia lagi. Semua tanaman membutuhkan unsur hara kalsium dan magnesium; kekurangan kedua unsur ini akan berdampak buruk pada tanaman [4].

#### B. pH Tanah

Tanah adalah salah satu sumber daya alam yang berperan penting. Tanah dalam bidang pertanian adalah kumpulan benda alam dipermukaan bumi yang terdiri dari horizon-horison, terdiri dari campuran bahan mineral, bahan organik, air, dan udara, dan berfungsi sebagai media untuk tumbuhan dan tanaman. Status ketersediaan hara bagi tanaman sangat dipengaruhi oleh tingkat kemasaman (pH) tanah. Nilai pH menunjukkan sifat kemasaman atau alkalinitas reaksi tanah. pH tanah di lokasi penelitian adalah netral, berkisar antara 6,6 dan 7,5, dan agak alkalis, berkisar antara 7,6 dan 7,9. Nilai-nilai dalam rentang nilai ini menunjukkan bahwa jumlah hara yang tersedia dalam larutan tanah berada pada tingkat yang ideal atau bahwa ada keseimbangan unsur hara dalam larutan. Kondisi ini adalah yang terbaik untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman budidaya [5].

#### C. Suhu Tanah

Proses yang terjadi di tanah yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman sangat dipengaruhi oleh suhu tanah. Menurut Prentice (1992), curah hujan dan evapotranspirasi dapat secara tidak langsung memengaruhi perkembangan dan pertumbuhan tanaman. Ini terjadi karena pengaruh mereka terhadap kelembapan tanah. Faktor internal, faktor eksternal, dan faktor topografi memengaruhi perubahan suhu dan kelembapan tanah. Posisi topografi, kedalaman tanah, dan kerapatan tajuk tanaman adalah beberapa faktor yang memengaruhi perubahan suhu dan kelembapan tanah. [6].

#### D. Kelembapan Tanah

Kelembapan tanah sangat dinamis karena penguapan melalui permukaan tanah, transpirasi, dan perkolasi, dan merupakan salah satu variabel penting dalam perubahan air dan energi panas di antara permukaan dan atmosfer. Penelitian tentang suhu dan kelembapan tanah pada berbagai posisi topografi dan kedalaman tanah di taman kota Mas menunjukkan bahwa variasi dalam tipe penggunaan lahan memengaruhi kelembapan tanah.

#### E. Nilai Standar Unsur Hara Untuk *Acacia Mangium*

Perancangan pada Proyek Akhir akan dibuat Alat ukur kelembapan dan pH tanah dengan nilai yang diharapkan

sebagai berikut : Mangium dapat tumbuh di tempat yang lembab pada tanah alluvial campuran (metamorfosis dan granitik) dengan pH 4,8– 5,2, curah hujan tahunan yang tinggi mencapai 4.500 mm, dan suhu maksimum 31°C–34°C dan suhu minimum 16–12°C. [7].

a. pH : 4,8-5,2

b. Temperatur Maksimum : 31-34°C

c. Temperatur Minimum : 16-12°C

#### F. Sensor dan UI

Sensor IoT adalah sensor yang terhubung ke internet dan memungkinkan pengumpulan data secara otomatis dan diintegrasikan dengan perangkat IoT lainnya. Sensor ini dapat digunakan dalam berbagai aplikasi IoT, seperti pengukuran suhu, kelembaban, tekanan, dan lain sebagainya. Dengan adanya sensor IoT, informasi dapat diambil dengan lebih mudah dan akurat, sehingga memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih baik. Dipenelitian ini penulis akan membuat sistem IoT yang berfungsi untuk melakukan pengukuran pH dan kelembapan tanah pada pohon *Acacia Mangium*. Sensor-sensor yang dipakai sebagai berikut :

##### 1. Sensor pH Tanah

Sensor pH tanah IoT dapat digunakan untuk mengukur pH tanah secara otomatis, memberikan informasi yang akurat tentang kondisi tanah, dan juga mengukur tingkat keasaman, juga dikenal sebagai pH kebasahan, tanah. Dalam pertanian dan kehutanan, pH yang tepat dapat memengaruhi hal ini, sehingga pengguna dapat menentukan kualitas tanah yang ideal untuk jenis tanaman yang akan ditanam.

##### 2. Sensor Soil Moisture YL-69

Sensor kelembapan tanah YL-69 merupakan sensor analog sederhana yang dapat digunakan untuk mengukur kadar air tanah. Sensor YL-69 bekerja berdasarkan prinsip konduktivitas listrik. Ketika tanah mengandung air, kemampuan konduktif tanah meningkat. Sensor ini memiliki dua probe yang dimasukkan ke dalam tanah. Salah satu probe adalah probe kelembapan, sementara yang lain adalah probe referensi. Sensor mengukur perbedaan resistansi antara kedua probe ini untuk menentukan tingkat kelembapan tanah.

##### 3. Sensor Suhu DS18B20

Sensor suhu DS18B20 tahan air dapat dihubungkan dengan mikrokontroler dan memiliki keluaran digital sehingga tidak memerlukan rangkaian ADC. Ini memiliki tingkat keakuratan yang tinggi dan kecepatan pengukuran suhu yang lebih tinggi daripada sensor suhu lainnya.

##### 4. Mikrokontroler ESP32

Mikrokontroler ESP32 merupakan salah satu mikrokontroler yang memiliki kemampuan untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Kemampuan ESP32 untuk menjalankan tugas berat dapat dijadikan sebagai alternatif penggunaan mikrokontroler berkemampuan tinggi lainnya yang semakin langkahnya ketersediaannya seperti STM32, ataupun ARM. Sehingga penggunaan ESP32 sebagai kontroler UGV dapat dijadikan pertimbangan untuk direalisasikan, dimana hal tersebut bergantung bagaimana fitur yang dimiliki chip ESP32 digunakan secara optimal [8].

5. *BlynkApp*

Di sistem yang dirancang penulis, untuk User Interface (UI) menggunakan aplikasi Blynk Android. Blynk merupakan platform yang memudahkan kita untuk membangun aplikasi perangkat dan dasborweb khusus untuk project IoT. Platform ini mencakup API firmware, hardware yang didukung, manajemen koneksi. Blynk adalah aplikasi pembuat program yang sederhana yang bisa digunakan untuk membuat prototipe, menerapkan, dan mengelola perangkat elektronik yang terhubung dalam skala apapun.

6. *Telegram*

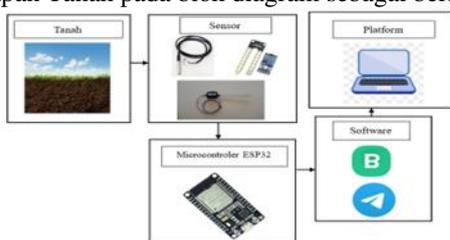
Telegram adalah layanan pesan yang dapat di akses secara global, berbasis cloud, dan terpusat yang menyediakan obrolan terenkripsi ujung ke ujung, panggilan video, VoIP, berbagi file, dan beberapa fitur lainnya. Aplikasi ini dapat digunakan untuk menghubungkan perangkat keras seperti ESP32, Arduino, RaspberryPi, Seeed, Particle, SparkFun, Adafruit, TI, dan lainnya ke cloud.

III. METODE

Pada Proyek Akhir ini, akan dilaksanakan rancang bangun pendeteksi *pH*, suhu dan kelembapan tanah menggunakan modul mikrokontroler ESP32 berbasis *Internet of Things*. Pendeteksi *pH*, suhu dan kelembapan ini menggunakan sensor *pH* tanah, sensor *DS18B20* dan sensor *YL-69* dan perangkat bisa di kontrol ON/OFF melalui *BlynkApp* dan *Telegram* sebagai sarana untuk menampilkan hasil pembacaan sensor. Proyek ini bertujuan untuk mempermudah pengguna mengetahui kadar unsur hara suatu tanah untuk tanaman pohon *Acacia Mangium*.

A. Perancangan Sistem Pendeteksi *pH*, Suhu dan Kelembapan Tanah

Adapun perancangan sistem Pendeteksi *pH*, Suhu dan Kelembapan Tanah pada blok diagram sebagai berikut



GAMBAR 3.1  
Blok Diagram Sistem

Berdasarkan blok diagram pada Gambar 3.1 dapat diperoleh beberapa poin yang dibutuhkan dalam perancangan sistem pendeteksi *pH*, suhu dan kelembapan tanah sebagai berikut

1. Tanah sebagai sinyal utama

Pada sistem ini tanah yang menjadi sarana tumbuhnya pohon *Acacia Mangium* adalah sinyal utama dari suksesnya kinernya perangkat yang dibuat

2. Sensor- sensor

Sensor-sensor yang dipakai adalah sensor *pH* tanah, *DS18B20* dan *YL-69* yang dimana sensor *pH* berfungsi untuk mengukur *pH*, *DS18B20* untuk suhu dan *YL-69* untuk mengukur kelembapan tanah. Cara menggunakan sensor-sensor tersebut adalah dengan memasukkan setiap probe sensor kedalam tanah.

3. Mikrokontroler *ESP32*

Mikrokontroler *ESP32* berfungsi sebagai modul utama untuk berjalannya perangkat. *ESP32* memiliki modul *WI-FI* bisa membuat hasil dari pembacaan sensor bisa dikirimkan ke *Telegram* dan perangkat juga bisa dikontrol melalui *BlynkApp*.

4. Software *BlynkApp* dan *Telegram*

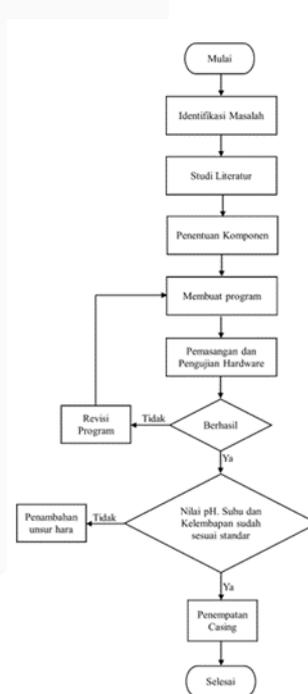
Software *BlynkApp* berfungsi sebagai pengontrol ON/OFF perangkat dan *Telegram* berfungsi sebagai sarana tampilan hasil dari pembacaan sensor.

5. Laptop

Pada laptop akan dirancang sebuah program menggunakan software *ArduinoIDE* untuk menjalankan perangkat.

B. Flowchart

Flowchart adalah representasi grafik dari langkah-langkah dan urutan prosedur yang terlibat dalam suatu program [9]. Pada flowchart di bawah ini dapat di jelaskan bahwa terdapat 3 komponen sebagai input data yang Data terhubung dengan ESP32 yaitu sensor *pH* tanah, *DS18B20* dan *YL-69*.



GAMBAR 3.2  
Flowchart Sistem

Dalam proyek ini, perangkat akan dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32 dan untuk sensor, menggunakan sensor *pH* tanah, *DS18B20* dan *YL-69*. Pada tahap perancangan akan ditentukan komponen yang dibutuhkan dan sistem yang akan dijalankan pada perangkat yang akan dibuat. Selanjutnya, pada tahap berikutnya akan melakukan pembelian sensor dan komponen yang

diperlukan. Setelah sensor dan komponen sudah tersedia, tahap selanjutnya adalah membuat program node menggunakan software ArduinoIDE. Pemrograman akan mencakup sensor-sensor dan komponen yang akan digunakan seperti pH tanah, DS18B20 dan YL-69 dan untuk komponennya mencakup relay dan LCD. Data dari pembacaan sensor tersebut akan ditampilkan di LCD dan juga dikirim ke Telegram. Perangkat juga bisa di ON/OFF melalui BlynkApp. Jika terjadi masalah pada salah satu komponen atau program yang menyebabkan kinerjanya tidak berjalan dengan baik akan dilakukan evaluasi dan analisis untuk memperbaiki masalah tersebut.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan dengan dengan menguji perangkat dengan cara mengambil 3 sample tanah yaitu tanah biasa, tanah pasir dan tanah lumpur. Selanjutnya memasukkan setiap probe sensor kedalam tanah

##### A. Pengujian Pada Tanah Biasa

Berikut hasil pengujian pada tanah biasa

TABEL 4. 1  
Pengujian pada tanah biasa

Percobaan		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Produk PA	pH	4.99	4.45	4.03	3.75	3.30	3.56	4.59	3.06	2.77	3.14	
	Suhu	25.50	25.50	25.50	25.50	25.50	25.50	25.50	25.50	25.50	25.50	
	Kelembapan	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Rata-Rata
		3.64	3.91	3.56	4.41	4.00	5.09	6.20	4.24	4.30	4.45	4.07
		25.50	25.50	25.75	25.81	25.81	25.75	25.81	25.81	25.81	25.81	25.62
		60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%

##### B. Pengujian Pada Tanah Pasir

Berikut hasil pengujian pada tanah pasir

TABEL 4. 2  
Hasil pengujian pada tanah pasir

Percobaan		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Produk PA	pH	4.46	4.38	4.96	3.52	4.89	5.96	3.42	5.46	5.16	5.19	
	Suhu	25.44	25.44	25.44	25.44	25.44	25.50	25.44	25.44	25.44	25.44	
	Kelembapan											
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Rata-Rata
		3.74	5.89	3.56	3.77	3.91	5.78	3.55	4.52	3.78	5.44	4.57
		25.44	25.44	25.50	25.44	25.44	25.44	25.44	25.50	25.50	25.50	25.46

##### C. Pengujian Pada Tanah Lumpur

Berikut hasil pengujian pada tanah lumpur

TABEL 4. 3  
Hasil pengujian pada tanah Lumpur

Percobaan		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Produk PA	pH	5.31	4.82	5.78	5.94	6.33	5.53	5.02	4.53	5.48	7.79	
	Suhu	25.50	25.44	25.44	25.50	25.44	25.50	25.44	25.50	25.44	25.44	
	Kelembapan	69%	69%	69%	69%	69%	69%	69%	69%	69%	69%	
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Rata-Rata
		5.83	4.95	5.35	4.23	6.28	6.63	5.31	5.83	7.52	5.94	5.72
		25.44	25.44	25.44	25.44	25.44	25.44	25.44	25.44	25.44	25.44	25.45
		69%	69%	69%	69%	69%	69%	69%	69%	69%	69%	69%

Pada tiga sample tanah yang berbeda, dapat di simpulkan hasil pengujian sebagai berikut:

Tanah biasa :

- pH rata rata : 4.07
- Suhu rata-rata : 26°C
- Kelembapan rata-rata : 60%

Tanah Pasir :

- pH rata-rata : 4.57
- Suhu rata-rata : 25°C

c. Kelembapan rata-rata : Sensor kelembapan tidak berfungsi di tanah pasir/tanah yang bersifat kering

Tanah Lumpur :

- pH rata-rata : 7.79
- Suhu rata-rata : 25°C
- Kelembapan rata-rata : 69%

Dapat diambil kesimpulan bahwa nilai pH pada setiap sample tanah memiliki kecenderungan nilai yang bervariasi secara signifikan. Untuk suhu dan kelembapan cenderung tetap konsisten di setiap titik pengukuran tanah.

#### V. KESIMPULAN

Hasil perancangan, pengujian, dan analisis yang dilakukan mencapai beberapa kesimpulan berikut:

- Studi literatur menunjukkan bahwa sistem yang menggunakan ESP32 dapat mendeteksi kelembapan dan pH tanah.
- Nilai standar pH untuk pohon Acacia Mangium adalah 4,8-5,2 dan hasil pengujian dari ketiga objek tanah tersebut menyimpulkan tanah tersebut kurang baik untuk Acacia Mangium
- Nilai standar suhu untuk Acacia Mangium adalah temperatur maksimum : 31 - 34 °C dan Temperatur Minimum : 16 – 12°C.

Dari hasil pengujian di atas dapat disimpulkan suhu dari ketiga tanah tersebut memenuhi syarat dengan kata lain hasilnya baik

#### REFERENSI

- [1] D. M. R. Lydie-Stella Koutika, "Acacia mangium Willd: benefits and threats associated with its increasing use around the world," *Koutika and Richardson Forest Ecosystems*, 2019.
- [2] A. M. B. Teodora Goreti, "KEANEKARAGAMAN JENIS TUMBUHAN BAWAH TANAMAN AKASIA (Acacia mangium Willd) DI BUKIT PENGHIJAUAN MANDOR," *JURNAL HUTAN LESTARI*, vol. 9, no. 1, pp. 14-24, 2021.
- [3] S. S. Farhan Adani, "INTERNET OF THINGS: SEJARAH TEKNOLOGI DAN PENERAPANNYA," *ISU TEKNOLOGI STT MANDALA*, vol. 14, no. 2, pp. 92-99, 2019.
- [4] K. K. D. A. ., J. A. B. Y. Hijri Juliansyah, "Pelatihan Pengukuran PH Tanah (Mitra Desa Blang Gurah)," *Jurnal Pengabdian Kreativitas*, vol. 1, no. 1, pp. 24-28, 2022.
- [5] S. B. ., S. H. K. S. B. Elius Hilungka, "Karakteristik sifat fisik dan pH tanah pada lahan percobaan Manggoapi Fakultas Pertanian Universitas Papua Manokwari," *Jurnal AGROTEK*, vol. 8, no. 2, pp. 38-43, 2020.
- [6] K. S. S. Suci Rahmatika Cahyaningprastiw, "SUHU DAN KELEMBAPAN TANAH PADA POSISI TOPOGRAFI DAN KEDALAMAN TANAH BERBEDA DI TAMAN SEJATI KOTA SAMARINDA," *Jurnal AGRIFOR*, vol. 20, no. 2, pp. 189-198, October 2021.
- [7] S. Hamdan Adma Adinugraha, "Wordpress," 19 May 2011. [Online]. Available: <https://forestryinformation.wordpress.com/2011/05/19/akasia-acacia-mangium/>. [Accessed 7 September 2023].
- [8] S. M. N. A. S. I. Gillang Al Azhar, "Peningkatan Kestabilan Sistem Kontrol UGV melalui Optimalisasi Manajemen Core dan Free- RTOS pada ESP3," *Jurnal Elkolind*, vol. 10, no. 2, pp. 253-264, July 2023.

- [9] I. N. P. I. P. A. D. Ida Bagus Made Lingga Pradirta, "SISTEM PENDETEKSI BANJIR DAN BADAI ANGIN SERTA MONITORING CUACA BERBASIS INTERNET OF THINGS," *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIIK)*, vol. 9, no. 5, pp. 1037-1046, 2019.

