

MONITORING KELEMBAPAN TANAH MENGGUNAKAN TRANSISTOR NPN DENGAN METODE PENGUKURAN GRAVIMETRIKS PADA POLIBET PEMBIBITAN TANAMAN BERBASIS IOT

Rina Zahara¹, Muhammad Ichsan², Ilal Mahdi³

^{1,2,3} Teknik Informatika, Universitas Jabal Ghafur, Sigli

rinnazaharra@gmail.com¹, ichsanamir83@gmail.com², ilalmahdi90@gmail.com³

Abstract - The development of Internet of Things (IoT) technology has driven innovation in the agricultural sector in monitoring soil moisture. This research focuses on the design and implementation of a soil moisture monitoring system using the BC547 NPN transistor with a gravimetric measurement method as a calibration reference in polybag planting media with the system providing real-time soil moisture information integrated with the Blynk application via the ESP8266 module for remote monitoring. The problem formulation is how to design and implement a soil moisture monitoring system using an IoT-based BC547 NPN transistor with Blynk application integration that can support more efficient automatic watering. This research is limited only to monitoring soil moisture without considering other environmental parameters and testing is carried out within the scope of nursery polybags. The results of the research developed are able to detect soil moisture accurately based on gravimetric calibration with threshold-based pump control. Soil moisture data can be monitored in real-time through the Blynk application to control and monitor the condition of the planting media remotely. A SWOT analysis shows that the system's strengths lie in its circuit simplicity, low cost, and practical IoT integration. While its weaknesses lie in sensor limitations and calibration challenges, this IoT-based soil moisture monitoring system is expected to be a practical, economical, and efficient solution to support precision agriculture practices, particularly at the seedling stage.

Keywords: Internet of Things (IoT), soil moisture, BC547 NPN transistor, gravimetric method, Blynk application.

Abstrak - Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) telah mendorong inovasi bidang pertanian dalam memonitoring kelembapan tanah. Penelitian ini berfokus pada perancangan dan implementasi sistem monitoring kelembapan tanah menggunakan transistor NPN BC547 dengan metode pengukuran gravimetrik sebagai acuan kalibrasi pada media tanam polibag dengan sistem memberikan informasi real-time kelembapan tanah yang terintegrasi dengan aplikasi Blynk melalui modul ESP8266 untuk pemantauan jarak jauh. Rumusan masalahnya bagaimana merancang dan menerapkan sistem monitoring kelembapan tanah menggunakan transistor NPN BC547 berbasis IoT dengan integrasi aplikasi Blynk yang dapat mendukung penyiraman otomatis yang lebih efisien. Penelitian ini dibatasi hanya pada pemantauan kelembapan tanah tanpa mempertimbangkan parameter lingkungan lain serta pengujian dilakukan dalam ruang lingkup polibag pembibitan. Hasil penelitian yang dikembangkan mampu mendeteksi kelembapan tanah secara akurat berdasarkan kalibrasi gravimetrik dengan pengendalian pompa berbasis ambang batas. Data kelembapan tanah dapat dipantau secara real-time melalui aplikasi Blynk untuk mengontrol dan memantau kondisi media tanam dari jarak jauh. Analisis SWOT menunjukkan kekuatan sistem terletak pada kesederhanaan rangkaian, biaya rendah dan integrasi IoT yang praktis, sementara kelemahannya adalah keterbatasan sensor dan tantangan kalibrasi menjadikan sistem monitoring kelembapan tanah

berbasis IoT ini diharapkan dapat menjadi solusi praktis, ekonomis dan efisien dalam mendukung praktik pertanian presisi, khususnya pada tahap pembibitan tanaman.

Kata Kunci: *Internet of Things* (IoT), kelembapan tanah, *transistor* NPN BC547, metode *gravimetrik*, aplikasi *Blynk*.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) telah mendorong terciptanya sistem monitoring kelembapan tanah yang cerdas dan efisien untuk mendukung sektor agrikultur, khususnya pada media tanam *polibag* pembibitan tanaman. Teknologi IoT memungkinkan pengumpulan dan pengiriman data sensor secara real-time untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas pertanian [16]. Sistem ini memanfaatkan metode pengukuran gravimetrik dan rangkaian elektronik berbasis *transistor* NPN BC547 untuk mendeteksi kadar air tanah secara akurat dan ekonomis, di mana transistor berfungsi sebagai *saklar* elektronik berdasarkan resistansi tanah [14]. Optimalisasi sistem dilakukan dengan mengintegrasikan modul ESP8266 dan aplikasi Blynk yang memungkinkan pemantauan nirkabel dan real-time [2], sehingga pengguna dapat mengakses data kelembapan secara langsung serta meningkatkan efektivitas penyiraman dan efisiensi penggunaan air [11].

Metode gravimetrik digunakan untuk memperoleh data acuan yang *valid* dengan membandingkan massa tanah kering dan basah guna meningkatkan akurasi kalibrasi sensor kelembapan [25]. Integrasi antara pendekatan ilmiah dan sistem elektronik menghasilkan sistem monitoring yang sinergis dan efisien [27]. Berdasarkan hasil pengujian sebelumnya, sistem otomatis berbasis IoT terbukti lebih efisien dibandingkan penyiraman manual dalam mengatur kadar lengas tanah [21]. Selain itu, analisis SWOT digunakan sebagai alat evaluasi strategis untuk menilai kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman sistem guna menentukan strategi pengembangan yang optimal [23]. Pendekatan ini mendukung pengambilan keputusan dalam penerapan otomatisasi pembibitan berbasis IoT secara efektif dan berkelanjutan [28].

Penelitian sebelumnya oleh Kurniawan [11] menunjukkan bahwa sistem penyiraman otomatis berbasis sensor kelembapan tanah dan IoT menggunakan *Blynk* memiliki tingkat akurasi tinggi dalam menjaga kondisi optimal media tanam. Penelitian Deradjat Mahadi Sasoko dan Imam Mahrudi [23] menguraikan penerapan analisis SWOT sebagai alat untuk mengevaluasi faktor internal dan eksternal pada pengembangan sistem, sedangkan penelitian Adhana dan Rasyid [1] merancang sistem kontrol kelembapan dan penyiraman otomatis berbasis mikrokontroler pada tanaman seledri. Berdasarkan hasil-hasil tersebut, penelitian ini memiliki keaslian dalam menggabungkan metode pengukuran *gravimetrik* dengan *transistor* NPN BC547 sebagai penguat arus dan pengendali pompa [26]. Integrasi modul ESP8266 dan aplikasi *Blynk* digunakan untuk pemantauan real-time yang efisien [2], sehingga sistem memiliki keunggulan dalam efisiensi air dan kemudahan akses pada pembibitan tanaman berbasis IoT [21].

Perancangan sistem monitoring berbasis IoT memerlukan tahapan analisis dan perancangan sistem yang sistematis untuk menentukan kebutuhan input, proses dan *output* [4]. Penggunaan transistor NPN BC547 sebagai elemen utama pendeteksi kelembapan tanah didasarkan pada prinsip kerja komponen semikonduktor yang dapat berfungsi sebagai penguat atau *saklar* elektronik [5]. Sistem IoT yang dikembangkan menggunakan modul ESP8266 sebagai penghubung antara sensor dan aplikasi, serta *platform Blynk* untuk menampilkan data pemantauan secara *real-time* [8]. Fokus penelitian ini hanya mencakup aspek pemantauan kelembapan tanah tanpa melibatkan parameter lingkungan lain, sehingga penelitian lebih terarah dan efisien sesuai prinsip desain sistem [17].

Tujuan penelitian ini adalah merancang sistem monitoring kelembapan tanah berbasis IoT dengan transistor NPN BC547 dan modul ESP8266 agar dapat melakukan pemantauan jarak jauh secara efisien. Sistem semacam ini mendukung konsep pertanian presisi dan digitalisasi agrikultur [16]. Penerapan teknologi mikrokontroler dan IoT memungkinkan pengumpulan data lingkungan secara otomatis dan akurat, sehingga dapat meningkatkan efektivitas penyiraman dan efisiensi penggunaan air [21]. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi teknologi yang sederhana, murah, dan bermanfaat bagi petani skala kecil, serta menjadi dasar pengembangan sistem otomatisasi penyiraman tanaman berbasis sensor dan IoT di masa depan [26].

Penelitian ini berfokus pada integrasi antara sistem elektronik berbasis transistor NPN BC547 dengan metode pengukuran *gravimetrik* untuk menghasilkan sistem monitoring kelembapan tanah yang presisi dan mudah diakses [14]. IoT berperan penting dalam mentransmisikan data sensor ke aplikasi mobile melalui jaringan *nirkabel* secara *real-time* [2]. Integrasi ini mendukung konsep *smart agriculture* yang mendorong efisiensi sumber daya air dan peningkatan produktivitas pertanian melalui otomatisasi dan digitalisasi [21]. Oleh karena itu, penelitian berjudul “*Monitoring Kelembapan Tanah Menggunakan Transistor NPN dengan Metode Pengukuran Gravimetrik pada Polibag Pembibitan Tanaman Berbasis IoT*” merupakan langkah inovatif dalam penerapan teknologi IoT di bidang agrikultur modern.

II. SIGNIFIKANSI STUDI

Signifikansi studi ini terletak pada kontribusinya dalam pengembangan sistem monitoring kelembapan tanah berbasis *Internet of Things* (IoT) yang efisien, akurat, dan berbiaya rendah untuk mendukung penerapan pertanian cerdas (*smart farming*). Berdasarkan teori analisis dan perancangan sistem [4], penelitian ini dirancang dengan memperhatikan aspek efektivitas, akurasi, dan kemudahan penggunaan pada elemen input serta antarmuka sistem agar pemantauan data kelembapan tanah dapat dilakukan secara optimal. Analisis SWOT [23] diterapkan untuk mengevaluasi kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman dalam penerapan sistem, sehingga arah pengembangannya menjadi lebih strategis dan berkelanjutan. Sistem ini mengintegrasikan sensor kelembapan tanah dengan transistor NPN BC547 [14] yang berfungsi sebagai penguat arus dan pengendali pompa air, mikrokontroler ESP8266 [8] sebagai pusat pengolahan data dan konektivitas IoT, serta aplikasi *Blynk* [2] yang memfasilitasi visualisasi data dan notifikasi *real-time* [15]. Selain itu, sistem menggunakan metode pengolahan data [20] untuk mentransformasi hasil pembacaan sensor menjadi informasi yang dapat dianalisis secara digital, serta memanfaatkan komunikasi data nirkabel berbasis Wi-Fi [3] agar pengguna dapat memantau kondisi tanah dari jarak jauh. Dengan rancangan berbasis teori sistem informasi, IoT, dan mikrokontroler [26], penelitian ini tidak hanya menawarkan solusi otomatisasi penyiraman tanaman yang hemat air dan energi, tetapi juga menjadi inovasi praktis yang mendukung digitalisasi pertanian dan efisiensi proses pembibitan tanaman.

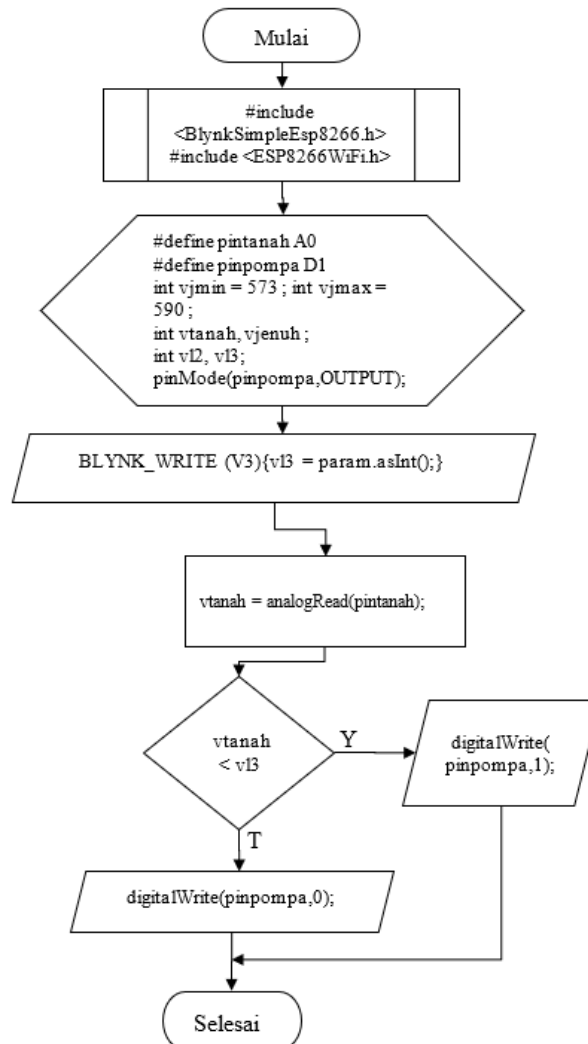
A. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan pada sistem *monitoring* kelembapan tanah berbasis *Internet of Things* (IoT) ini meliputi identifikasi aspek perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan untuk mendeteksi kadar kelembapan tanah secara akurat serta mendukung penyiraman otomatis yang efisien. Berdasarkan pendekatan analisis dan perancangan sistem [4], penelitian ini menilai empat aspek utama menggunakan metode analisis SWOT [23]. Dari sisi kekuatan (*strengths*), sistem ini memiliki kemampuan pemantauan *real-time* melalui sensor berbasis

transistor NPN BC547 [14] yang terhubung dengan mikrokontroler ESP8266 [8] dan aplikasi *Blynk* [2], memungkinkan notifikasi *instan*, efisiensi biaya, serta kemudahan akses *multi-user* dengan konsumsi daya rendah. Kelemahan (*weaknesses*) muncul jika sistem IoT tidak digunakan, seperti keterlambatan deteksi kelembapan, keterbatasan pemantauan jarak jauh, ketergantungan pada pengawasan manual, dan sulitnya penyimpanan data historis. Dari sisi peluang (*opportunities*), perkembangan pertanian cerdas dan dukungan program pemerintah terhadap digitalisasi pertanian membuka potensi penerapan sistem ini dalam skala luas, termasuk integrasi dengan teknologi big data dan AI, serta peluang komersialisasi dan edukasi. Adapun ancaman (*threats*) yang dihadapi tanpa penerapan sistem IoT meliputi risiko gagal panen akibat kondisi tanah yang tidak terpantau, keterlambatan deteksi kondisi kritis, kerugian ekonomi, serta ketertinggalan dalam inovasi pertanian digital. Dengan demikian, analisis kebutuhan ini menjadi dasar penting dalam merancang sistem monitoring yang responsif, efisien, dan adaptif terhadap perkembangan teknologi pertanian modern.

B. Perancangan Sistem

Perancangan sistem monitoring kelembapan tanah berbasis *Internet of Things* (IoT) ini dilakukan melalui tahapan analisis kebutuhan, pemilihan komponen, desain perangkat keras dan lunak, serta integrasi dengan *platform* IoT untuk mendukung otomatisasi penyiraman. Sistem menggunakan sensor kelembapan tanah yang dikombinasikan dengan *transistor* NPN BC547 sebagai penguat sinyal untuk mendeteksi kondisi tanah secara akurat, sementara mikrokontroler ESP8266 bertugas memproses data dan mengirimkannya ke aplikasi *Blynk* melalui koneksi Wi-Fi [8].



Gambar 1. Bagan Alir (Flowchart)

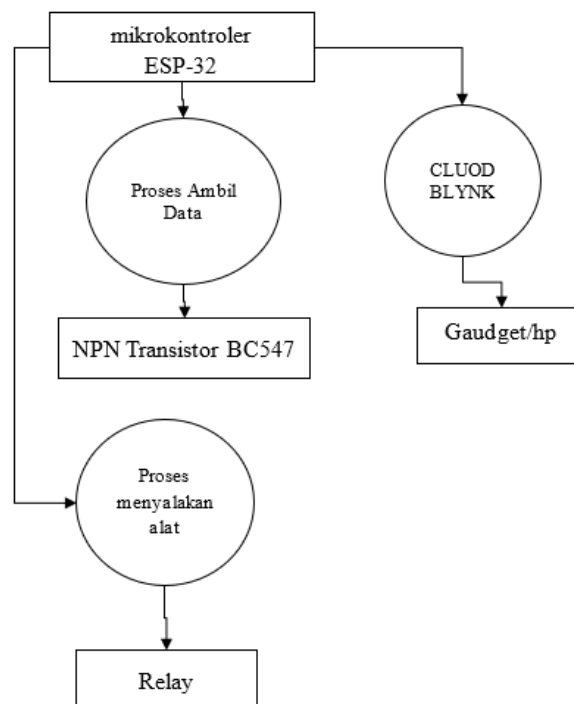
Flowchart sistem ini menggambarkan proses kerja pengendalian penyiraman otomatis berbasis sensor kelembapan tanah. Sistem dimulai dengan input berupa data dari sensor kelembapan tanah yang menghasilkan nilai analog. Nilai ini kemudian dibandingkan dengan ambang batas (*threshold*) yang telah ditentukan. Jika nilai kelembapan tanah lebih kecil dari ambang batas, maka sistem akan mengaktifkan pompa air melalui relay yang diperkuat dengan *transistor* NPN BC547. Sebaliknya, jika nilai kelembapan tanah lebih besar atau sama dengan ambang batas, pompa akan tetap dalam kondisi mati. Selain itu, sistem ini terintegrasi dengan *Internet of Things* (IoT) melalui aplikasi *Blynk*, yang memungkinkan pengguna memantau kondisi kelembapan tanah secara *real-time* serta memberikan *opsi* untuk mengontrol pompa secara manual. *Output* dari sistem ini berupa kendali penyiraman otomatis (pompa ON/OFF) yang bertujuan meningkatkan efisiensi penyiraman pada media tanam *polibet*.

Perangkat keras disusun pada *breadboard* [6] dengan komponen utama seperti relay 5V [21], pompa air DC, LED indikator [27], *resistor* dan *dioda* proteksi [5], sementara perangkat lunak dikembangkan menggunakan Arduino IDE [26] dengan logika kontrol berbasis C++. Data hasil pembacaan sensor dikalibrasi menggunakan metode *gravimetrik* untuk memperoleh nilai kelembapan yang akurat dan stabil, serta disimpan pada *cloud* untuk analisis historis. Dengan rancangan ini, sistem mampu menyediakan pemantauan kelembapan tanah secara

real-time, kontrol penyiraman otomatis yang efisien, serta mendukung konsep pertanian cerdas melalui integrasi teknologi IoT yang andal dan ekonomis.

C. Integrasi Sistem

Integrasi sistem penyiraman otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) ini menggabungkan perangkat keras dan perangkat lunak agar bekerja secara terpadu untuk menjaga kelembapan tanah secara optimal [10]. Mikrokontroler ESP8266 berfungsi sebagai pusat kendali yang memproses data dari sensor kelembapan dan mengatur aktuator pompa air melalui *transistor* NPN BC547 sesuai prinsip penguatan arus [14]. Data sensor dikalibrasi menggunakan metode gravimetrik untuk menghasilkan nilai kelembapan yang akurat [1], sedangkan *relay* 5V berfungsi sebagai saklar otomatis untuk mengaktifkan atau mematikan pompa sesuai ambang batas yang ditentukan [21]. Komunikasi antara perangkat dan pengguna berlangsung melalui Wi-Fi menggunakan protokol HTTP [3] dan *platform Blynk* yang menyediakan kontrol manual dan pemantauan *real-time* [2]. Sistem notifikasi *real-time* diatur menggunakan sinkronisasi waktu untuk memperbarui data secara berkala [12]. Perlindungan rangkaian dilakukan dengan *dioda flyback* untuk mencegah lonjakan arus [5] dan breadboard digunakan sebagai media *prototyping* [6]. Berdasarkan hasil pengujian, sistem menunjukkan kinerja yang stabil, efisien, dan sesuai dengan prinsip otomasi mikrokontroler [26], mendukung penerapan IoT dalam otomasi pertanian untuk meningkatkan efektivitas penyiraman tanaman [21].



Gambar 2. Diagram Alir Data

Diagram alir data pada sistem ini menunjukkan proses pengukuran, pengolahan, dan pengendalian otomatis penyiraman pada media tanam polibet. Sensor kelembapan tanah berfungsi untuk mengukur tingkat kelembapan pada media tanam, kemudian data hasil pembacaan tersebut dikirim ke mikrokontroler ESP8266 untuk diproses lebih lanjut. Mikrokontroler selanjutnya mengirimkan data tersebut ke *platform* IoT *Blynk* melalui koneksi internet. Aplikasi *mobile* yang terhubung dengan *Blynk* akan menerima dan menampilkan kondisi kelembapan tanah secara *real-time*, sehingga pengguna dapat memantau kondisi media tanam secara langsung. Jika tingkat kelembapan tanah terdeteksi berada di bawah

ambang batas yang telah ditentukan, mikrokontroler akan memicu *transistor* NPN BC547 untuk mengaktifkan *relay* yang berfungsi sebagai saklar otomatis guna menyalakan pompa air untuk menyiram tanaman. Setelah kelembapan tanah kembali pada kondisi normal, sistem akan memutus aliran listrik ke *relay* sehingga pompa berhenti bekerja. Dengan alur kerja ini, sistem tidak hanya memberikan informasi kelembapan secara langsung kepada pengguna melalui aplikasi *mobile*, tetapi juga mendukung penyiraman otomatis yang efisien, responsif, dan modern untuk meningkatkan efektivitas perawatan tanaman pada *media polibet*.

D. Pengujian dan evaluasi Sistem

Metode pengujian dan evaluasi sistem dilakukan untuk memastikan seluruh komponen perangkat keras dan perangkat lunak berfungsi sesuai rancangan. Pengujian mencakup sensor kelembapan tanah, *transistor* NPN BC547, *relay*, pompa air serta aplikasi *Blynk* sebagai antarmuka pemantauan. Sensor diuji pada media *polibet* dengan kadar air bervariasi dan dibandingkan dengan pengukuran manual guna menilai akurasi dan responsivitasnya, sesuai teori sistem kontrol kelembapan berbasis mikrokontroler yang menekankan pentingnya presisi dalam pengaturan penyiraman otomatis [1]. *Transistor* BC547 diuji untuk memastikan kemampuannya memperkuat arus dan mengendalikan *relay* secara efisien [14], sementara *relay* dan pompa air diuji agar beroperasi otomatis berdasarkan nilai ambang kelembapan tanah sesuai prinsip kontrol logika mikrokontroler [26]. Selain itu, aplikasi *Blynk* diuji untuk memverifikasi komunikasi dua arah antara ESP8266 dan *platform* digital sehingga data sensor dapat ditampilkan secara *real-time* dan notifikasi dikirim tepat waktu, sejalan dengan teori komunikasi data dan konsep pemantauan jarak jauh pada sistem IoT [2].

Metode evaluasi sistem dilakukan dengan meninjau hasil pengujian dari aspek akurasi, keandalan, dan ketahanan sistem. Evaluasi sensor menunjukkan bahwa pembacaan kelembapan tanah sesuai dengan kondisi aktual di lapangan, dengan tingkat akurasi yang tinggi pada berbagai kondisi media tanam. Evaluasi *transistor* menunjukkan kinerja optimal tanpa adanya keterlambatan respon terhadap perintah dari mikrokontroler, sesuai teori dasar elektronika yang menempatkan *transistor* sebagai komponen utama penguat dan sakelar arus [14]. *Relay* dan pompa air menunjukkan kestabilan kerja yang baik dalam siklus penyiraman otomatis, mendukung teori sistem kontrol berbasis IoT yang mampu merespons kondisi lingkungan secara adaptif [21]. Evaluasi aplikasi *Blynk* memperlihatkan keberhasilan sistem dalam menampilkan data kelembapan secara *real-time* dan memberikan notifikasi otomatis kepada pengguna, membuktikan efektivitas *Blynk* sebagai *platform Internet of Things* yang *skalabel* dan efisien [2]. Secara keseluruhan, hasil evaluasi menunjukkan bahwa sistem penyiraman otomatis berbasis IoT ini telah memenuhi kriteria akurasi, efisiensi dan keandalan sesuai teori sistem informasi dan kontrol modern [10].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Analisis

Hasil analisis kebutuhan sistem monitoring kelembapan tanah berbasis *Internet of Things* (IoT) menunjukkan bahwa sistem ini dirancang untuk mendeteksi kadar kelembapan tanah secara *real-time* dan mengendalikan penyiraman otomatis menggunakan mikrokontroler ESP8266, *relay* dan *transistor* NPN BC547. Analisis dilakukan dengan pendekatan SWOT untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi kinerja sistem. Dari sisi kekuatan, sistem memiliki kemampuan pemantauan jarak jauh melalui aplikasi *Blynk* dan efisiensi tinggi dalam penyiraman otomatis. Namun, kelemahannya terletak pada ketergantungan terhadap koneksi internet dan perlunya kalibrasi sensor secara berkala untuk menjaga akurasi.

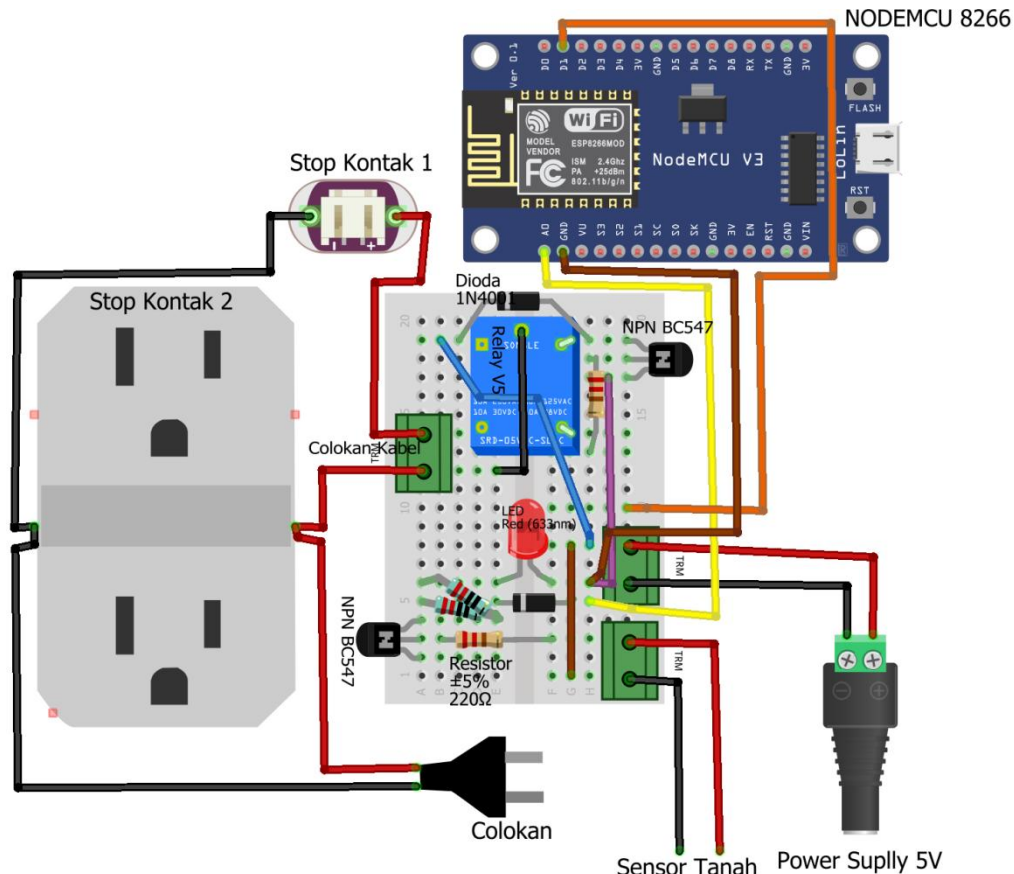
Peluang pengembangan sistem mencakup integrasi dengan teknologi pertanian presisi, peningkatan efisiensi energi, serta potensi komersialisasi melalui pengembangan aplikasi berbasis IoT. Adapun ancaman utama meliputi risiko kerusakan perangkat akibat kondisi lingkungan yang *ekstrem* dan gangguan teknis pada komponen elektronik. Secara keseluruhan, analisis ini menegaskan bahwa sistem memiliki prospek yang baik untuk diterapkan dalam pertanian *modern* dengan catatan perlu peningkatan perlindungan perangkat dan strategi pemeliharaan berkelanjutan.

Tabel 1. Analisis SWOT

Faktor Internal	Kekuatan (<i>Strengths</i>)	Kelemahan (<i>Weaknesses</i>)
	Mendeteksi kadar kelembapan tanah secara <i>real-time</i> pada media tanam polibag dengan sistem monitoring berbasis <i>Internet of Things</i> (IoT) yang terintegrasi menggunakan transistor NPN BC547, sehingga dapat memberikan informasi kondisi tanah secara langsung melalui aplikasi <i>mobile</i> .	Tidak melakukan pemantauan secara optimal ketika konektivitas internet terganggu. Sistem masih memiliki keterbatasan dalam akurasi sensor berbasis transistor NPN BC547, sehingga membutuhkan proses kalibrasi secara berkala agar hasil deteksi lebih tepat.
Faktor Eksternal		
Peluang (<i>Opportunities</i>)	Melakukan perawatan dan pemeliharaan perangkat keras serta kalibrasi sensor secara berkala untuk memastikan kinerja sistem tetap optimal.	Merancang sistem monitoring kelembapan tanah yang dilengkapi dengan pelindung perangkat tahan air dan suhu, serta memberikan edukasi kepada pengguna terkait cara pemeliharaan alat.
Ancaman (<i>Threats</i>)	Merancang sistem monitoring kelembapan tanah yang dilengkapi dengan pelindung perangkat tahan air dan suhu, serta memberikan edukasi kepada pengguna terkait cara pemeliharaan alat.	Memberikan edukasi penggunaan sistem monitoring berbasis IoT secara berkelanjutan serta merancang sistem cadangan (<i>fail-safe</i>) guna menjaga keberlangsungan fungsi alat ketika terjadi gangguan.
	Lemahnya tingkat keamanan perangkat dari kerusakan lingkungan seperti paparan air berlebih, kelembapan tinggi, serta kemungkinan gangguan teknis pada komponen transistor NPN BC547 yang dapat memengaruhi kinerja sistem.	

B. Hasil Perancangan

Hasil perancangan sistem monitoring kelembapan tanah berbasis *Internet of Things* (IoT) ini bertujuan untuk melakukan pemantauan kondisi kelembapan tanah secara *real-time* serta mendukung proses penyiraman otomatis pada media tanam polibag secara efisien. Sistem dirancang dengan memanfaatkan mikrokontroler ESP8266 NodeMCU sebagai pusat kendali utama yang terhubung dengan sensor kelembapan tanah, *relay* 5V, transistor NPN BC547, dan pompa air DC. Sensor berfungsi membaca kadar kelembapan tanah, sedangkan *transistor* NPN BC547 bekerja sebagai penguat arus yang mengaktifkan *relay* untuk menyalakan pompa air ketika nilai kelembapan berada di bawah ambang batas yang telah ditentukan. Seluruh data hasil pengukuran dikirim secara *real-time* melalui koneksi Wi-Fi ke aplikasi *Blynk* yang berperan sebagai antarmuka pemantauan berbasis *cloud*.



Gambar 1. Simulasi Rangkaian Alat

Gambar tersebut menggambarkan rangkaian sistem monitoring dan penyiraman otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT). Sensor kelembapan tanah berfungsi membaca tingkat kelembapan media tanam dan menghasilkan sinyal *analog* yang mencerminkan kondisi tanah, apakah kering, normal atau lembap. Data dari sensor kemudian diproses oleh mikrokontroler NodeMCU ESP8266, yang berperan sebagai pusat pengolahan data sekaligus penghubung dengan aplikasi *Blynk* melalui koneksi Wi-Fi untuk menampilkan informasi secara *real-time*. Transistor NPN BC547 digunakan sebagai penguat arus untuk mengendalikan *relay*, sehingga mikrokontroler tetap dapat mengaktifkan *relay* meskipun hanya menghasilkan arus kecil. *Relay* 5V berfungsi sebagai saklar elektronik yang mengontrol pompa air, dan akan aktif ketika sensor mendeteksi kondisi tanah kering. Pompa air kemudian bekerja menyiram tanaman secara otomatis hingga kelembapan tanah mencapai ambang batas (*threshold*) yang telah ditentukan. Sementara itu, *breadboard* dan *resistor* digunakan sebagai media perakitan sementara serta pengatur arus agar sesuai dengan kebutuhan masing-masing komponen. Seluruh sistem mendapatkan suplai daya dari *adaptor* 5V yang memberikan energi bagi mikrokontroler, sensor dan komponen pendukung lainnya.



Gambar 2. Kemasan Alat Monitoring Kelembapan Tanah Dan Pompa Air

C. Hasil Integrasi Rangkaian Antar Muka Iot

Implementasi sistem monitoring kelembapan tanah berbasis IoT dilakukan dengan mengintegrasikan NodeMCU ESP8266, sensor kelembapan tanah, transistor NPN BC547, dan modul *relay* sebagai pengendali pompa air. Sistem ini dirancang untuk memantau kondisi kelembapan tanah serta mengontrol pompa secara otomatis maupun manual melalui aplikasi *Blynk*. Setelah adaptor daya dihubungkan, NodeMCU terkoneksi otomatis ke Wi-Fi, dan data dari sensor ditampilkan secara *real-time* di *dashboard Blynk*. Jika nilai kelembapan berada di bawah ambang batas minimum (573), sistem otomatis menyalakan pompa melalui *relay*; sebaliknya, jika melebihi ambang batas maksimum (590), pompa tetap mati. Paraater hasil dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. Tampilan *blynk*

Parameter	Hasil	Keterangan
Kelembapan Tanah	64	Nilai kelembapan tanah hasil pembacaan sensor. Jika < 573 maka pompa aktif.
Grafimetrik (%)	0	Persentase kelembapan tanah hasil konversi data sensor.
Status Pompa	OFF	Pompa tidak aktif, karena nilai kelembapan berada di atas ambang batas minimum.
Tombol Kontrol	ON	Sistem dalam kondisi aktif berdasarkan input manual
Ambang Batas <i>Min</i>	573	Jika nilai kelembapan < 573 maka pompa menyala otomatis.
Ambang Batas <i>Max</i>	590	Jika nilai kelembapan > 590 maka pompa tetap mati (tanah sangat basah).

Fitur antar muka pada gambar dibawah memberikan fasilitas bagi pengguna mengakses aplikasi *Blynk* di *smartphone* untuk memantau data kelembapan tanah yang ditampilkan secara *real-time* melalui indikator pada *dashboard*. Ketika nilai kelembapan tanah berada di bawah ambang batas minimum, sistem secara otomatis mengaktifkan *relay* melalui transistor BC547 untuk menyalakan pompa air, dan pompa akan mati kembali jika kelembapan melebihi ambang batas. Selain mode otomatis, pengguna juga dapat mengendalikan pompa

secara manual melalui tombol ON/OFF di aplikasi. Dengan demikian, seluruh proses pemantauan dan penyiraman dapat dilakukan dengan mudah dan efisien dari jarak jauh.



Gambar 3. Tampilan *Blynk*

D. Hasil Pengujian dan Evaluasi

Hasil pengujian sistem menunjukkan bahwa perangkat mampu berfungsi sesuai dengan rancangan yang telah ditetapkan, yaitu membaca tingkat kelembapan tanah, mengirimkan data ke aplikasi *Blynk* secara *real-time*, serta mengendalikan pompa air secara otomatis maupun manual. Sensor kelembapan tanah yang dihubungkan melalui *transistor* NPN BC547 mampu mendeteksi perubahan kadar air pada media tanam berdasarkan nilai analog yang diterima mikrokontroler ESP8266. Data hasil pembacaan kemudian ditransmisikan melalui koneksi Wi-Fi dengan tingkat keterlambatan rendah, dan ditampilkan pada *dashboard* aplikasi *Blynk* menggunakan *virtual pin*. Pompa air aktif secara otomatis ketika nilai kelembapan tanah berada di bawah ambang batas minimum ($v_{jmin} = 573$) dan berhenti bekerja jika nilai mencapai ambang batas maksimum ($v_{jmax} = 590$). Selain itu, mode manual juga memungkinkan pengguna menyalakan atau mematikan pompa secara langsung melalui aplikasi, memberikan fleksibilitas dalam pengelolaan penyiraman sesuai kebutuhan. Hasil ini menunjukkan bahwa integrasi antara perangkat keras (sensor, transistor, dan pompa air)

dengan perangkat lunak (Arduino IDE dan *Blynk*) telah berjalan secara optimal dengan respons sistem yang cepat, stabil dan konsisten terhadap kondisi lingkungan yang diuji.

Tabel 3. Hasil Pengujian dan Evaluasi

No	Nilai Sensor Tanah (ADC)	Vjenuh (%)	Ambang Batas (573–590)	Status Pompa	Indikator <i>Blynk</i>	Keterangan
1	600	10	> 590	Off	Auto	Tanah sangat lembap, pompa tidak aktif.
2	585	50	Antara 573–590	Off	Auto	Kelembapan cukup, penyiraman tidak diperlukan.
3	580	100	Antara 573–590	On	Auto	Tanah mulai kering, pompa menyala otomatis.
4	570	200	< 573	On	Auto	Tanah kering, pompa aktif untuk menambah kelembapan.
5	560	300	< 573	On	Auto	Tanah sangat kering, pompa bekerja penuh.

Berdasarkan hasil evaluasi dari tabel diatas, sistem monitoring dan penyiraman otomatis berbasis IoT ini terbukti mampu memberikan kinerja yang efisien dan akurat dalam mendeteksi serta menjaga kelembapan tanah pada *media polibag*. Dari data pengujian, terlihat bahwa pompa hanya aktif ketika tanah benar-benar berada pada kondisi kering, sehingga penggunaan air menjadi lebih hemat dan terarah. *Indikator* kelembapan pada aplikasi *Blynk* berfungsi dengan baik dalam menampilkan data secara *real-time*, sementara pengaturan ambang batas memastikan pompa tidak bekerja berlebihan. Efektivitas sistem ini meningkatkan efisiensi penyiraman serta menjaga stabilitas kelembapan tanah yang optimal bagi pertumbuhan tanaman. Dengan demikian, sistem yang dirancang dinilai layak diterapkan dalam penerapan *smart farming* karena telah memenuhi aspek fungsionalitas, responsivitas, serta efisiensi energi dan sumber daya air.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan evaluasi, dapat disimpulkan bahwa sistem *monitoring* kelembapan tanah dan penyiraman otomatis berbasis IoT menggunakan sensor kelembapan tanah, *transistor* NPN BC547, relay 5V, dan mikrokontroler ESP8266 NodeMCU mampu bekerja secara optimal. Sistem dapat membaca kelembapan tanah secara akurat, menampilkan data secara *real-time* melalui aplikasi *Blynk*, serta mengendalikan pompa air baik secara otomatis maupun manual. Kinerja sistem menunjukkan respons cepat, stabil dan efisien dalam menjaga kondisi kelembapan *media tanam*, sehingga penggunaan air menjadi lebih hemat dan pertumbuhan tanaman pada *polibag* lebih terjaga. Integrasi perangkat keras dan perangkat lunak berjalan selaras dan mendukung penerapan konsep *smart farming* yang efektif serta ramah lingkungan.

Saran untuk pengembangan sistem ke depan adalah menambahkan fitur sensor suhu dan kelembapan udara guna memberikan data lingkungan yang lebih komprehensif, serta memperluas kemampuan pemantauan melalui integrasi dengan penyimpanan data berbasis *cloud* untuk analisis jangka panjang. Selain itu, peningkatan efisiensi daya melalui penggunaan sumber energi terbarukan seperti panel surya dapat menjadi langkah penting

dalam mendukung keberlanjutan sistem dan penerapannya pada skala pertanian yang lebih luas.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "*Monitoring Kelembapan Tanah Menggunakan Transistor NPN Dengan Metode Pengukuran Gravimetrik Pada Polibag Pembibitan Tanaman Berbasis IoT*" sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) pada Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Jabal Ghafur Sigli. Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada ayahanda Bukhari (Almarhum) dan ibunda Fauziah (Almarhumah) atas doa dan kasih sayang yang tiada henti, kepada Bapak Junaidi Salat, S.Kom., M.Kom. selaku Dekan Fakultas Teknik, Bapak Muhammad Ichsan, S.T., M.Kom. selaku Wakil Dekan, serta Bapak Ir. Mukhsin Nuzula, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika atas bimbingan dan dukungannya. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Bapak Muhammad Ichsan, S.T., M.Kom. selaku Pembimbing I dan Ilal Mahdi, S.T., M.T. selaku Pembimbing II atas arahan dan saran juga kepada Bapak Aja Muhammad Irham, SE., S.Kom. yang memberikan motivasi selama proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih yang tulus juga penulis sampaikan kepada keluarga besar Fakultas Teknik, khususnya teman-teman seperjuangan di Jurusan Teknik Informatika atas dukungan dan kerja samanya. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan karya ini agar dapat memberikan manfaat bagi dunia pendidikan dan penerapan di lapangan pada masa mendatang.

VI. REFERENSI

- [1] G. A. Adhana and R. Rasyid, "*Sistem kontrol kelembapan tanah dan penyiraman otomatis pada tanaman seledri (Apium graveolens L.) yang dipengaruhi oleh suhu berbasis mikrokontroler*," J. Fis. Unand, vol. 13, no. 2, pp. 261–267, 2024, doi: 10.25077/jfu.13.2.261-267.2024.
- [2] W. S. D. Aji, I. D. Laksana, S. G. V. S. Kristiawan, R. Maulana, and R. D. Marcus, "*Evaluasi kinerja dan skalabilitas platform Blynk untuk aplikasi Internet of Things (IoT)*," ELANG: J. Interdiscip. Res., vol. 1, no. 1, pp. 46–54, 2025. [Online]. Available: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>
- [3] G. Barovich, G. Agiyani, C. E. Gunawan, M. Febriady, A. Tenggono, A. Yuniansyah, F. Ajismanto, and P. M. Putra, *Pengantar jaringan dan komunikasi data*. Bandung: Widina Media Utama, 2025. [Online]. Available: <http://www.penerbitwidina.com>
- [4] I. O. D. Brata, "*Analisis dan perancangan sistem: Study literasi merancang masukan yang efektif*," J. Akunt. Bisnis dan Ekonomi, vol. 7, no. 1, pp. 1831–1837, 2021, doi: 10.31289/jabe.v7i1.2021.
- [5] B. Bulaka, T. Triani, S. W. N. Wulandari, D. Dinda, and M. Miranda, "*Analisis karakteristik dioda berbasis eksperimen di laboratorium Fisika Universitas Sembilanbelas November Kolaka*," Gravitasi: J. Pendidik. Fis. dan Sains, vol. 7, no. 1, pp. 22–30, 2024.
- [6] D. Feriyanto, V. M. Tandayu, Y. Afrida, N. Aminudin, and Ratnasari, "*Identifikasi dan pemilihan mikrokontroler untuk project Internet of Things (IoT)*," Aisyah J. Inform. Electr. Eng., vol. 7, no. 1, 2025. [Online]. Available: <http://jti.aisyahuniversity.ac.id/index.php/AJIEE>

- [7] M. F. Harianda and Y. Nadya, "*Sistem informasi bagian sortasi menggunakan data flow diagram pada pabrik minyak kelapa sawit PT. XYZ*," *J. Ind. Samudra*, vol. 6, no. 1, 2025, doi: 10.55377/jis.v6i1.11381.
- [8] H. Hartini, S. Primaini, E. Sudarsono, M. Y. Vebriandi, Andriansyah, and H. Ilhamsyah, "*Implikasi mikrokontroler ESP8266 untuk rancang bangun rumah pintar*," *J. Teknol. Inform. Mura*, vol. 17, no. 1, Jun. 2025. [Online]. Available: <https://ejournal.unbin.ac.id/index.php/jti>
- [9] A. Haslindah, H. Arfandy, A. Zuhri, and A. Ramadhan, "*Rancang bangun teknologi pemanggang ayam secara otomatis*," *J. Chem. Process Eng.*, vol. 1, no. 1, 2016. [Online]. Available: <http://jtek.ft-uim.ac.id/index.php/jtek>
- [10] A. Heryana, "Sistem: Pengertian dan karakteristik," ResearchGate, Preprint, 2024. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/384327591_SISTEM_PENGERTIAN_DAN_KARAKTERISTIK
- [11] A. Kurniawan, A. W. Krisdiarto, and S. Suparman, "*Perancangan dan pengujian alat penyiram bibit tanaman karet (Hevea brasiliensis) otomatis menggunakan sensor kelembaban tanah*," *J. Ilm. Teknol. Pertan. Agrotechno*, vol. 10, no. 1, pp. 33–40, 2025. [Online]. Available: <https://ejournal.stiperyogyakarta.ac.id/index.php/agrotechno>
- [12] T. A. Kurniawan and K. D. Hartomo, "*Pengelolaan perlindungan data pribadi menggunakan MongoDB change streams untuk sistem notifikasi real-time*," *JUPI (J. Ilm. Penelit. dan Pembel. Informatika)*, vol. 10, no. 2, pp. 1460–1473, 2025, doi: 10.29100/jupi.v10i2.6134.
- [13] F. I. Kusumawati, W. N. Hidayat, and D. F. Riaji, "*Pengembangan media pembelajaran E-modul interaktif pada mata pelajaran orientasi dasar PPLG materi flowchart*," *J. Innov. Teach. Prof.*, vol. 2, no. 2, pp. 124–131, 2024, doi: 10.17977/um084v2i202024p124-131.
- [14] D. Lestari, *Dasar dan praktik elektronika untuk pemula*. Menara Press Indonesia, 2025. [Online]. Available: <http://www.menarapress.com>
- [15] S. Mallu et al., *Sistem operasi: Konsep dasar dan penerapan modern*. Medan: PT. Mifandi Mandiri Digital, 2024.
- [16] A. Manuhutu, S. Warella, C. Likliwatil, C. Sasauw, and J. W. Sitopu, "Mengubah kehidupan sehari-hari: Dampak implementasi Internet of Things (IoT)," *Indonesian Res. J. Educ.*, vol. 5, no. 1, pp. 1072–1078, 2025. [Online]. Available: <https://irje.org/index.php/irje>
- [17] T. Mulyadi and A. J. Wahidin, "*Analisis dan desain jaringan Fiber to The Home di Kelurahan Bungur*," *J. Komisi (Komput. dan Sist. Inform.)*, vol. 2, no. 1, pp. 1–10, 2025. [Online]. Available: <https://komisijournal.indiepress.id/index.php/komisi/index>
- [18] M. A. Nashori, T. Febrianti, W. Gerhana, A. R. Maulana, A. Rosidi, and H. Ahmadi, "*Absensi kantor desa menggunakan kartu Radio Frequency Identification (RFID) berbasis Internet of Things (IoT)*," *Printer: J. Pengemb. Rekayasa Informatika dan Komputer*, vol. 2, no. 2, pp. 128–137, 2024, doi: 10.29408/jprinter.v2i2.28816.
- [19] A. Prayogi, B. Bangun, A. P. Juledi, and S. P. Sitorus, "*Aplikasi kehadiran mahasiswa menggunakan kartu tanda mahasiswa berbasis RFID (Radio Frequency Identification)*," PT. Jasa Niaga Digital Indonesia, 2025. [Online]. Available: <https://isbn.jndi.my.id/products/aplikasi-sistem-kehadiran-mahasiswa-menggunakan-ktm-kartu-tanda-mahasiswa-berbasis-rfid>

- [20] S. A. Rafles and M. I. P. Nasution, "Peran penting pengolahan data dalam transformasi bisnis melalui analisis," *J. Rimba: Riset Ilmu Manajemen Bisnis dan Akuntansi*, vol. 2, no. 1, pp. 341–348, 2024, doi: 10.61132/rimba.v2i1.572.
- [21] A. B. Saputra, L. P. Y. Putra, and M. Saifullah, "Sistem irigasi otomatis berbasis IoT menggunakan sensor kelembapan tanah untuk budidaya tomat," in *Seminar Nas. Teknol. Inform. dan Bisnis (SENATIB) 2025*, Universitas Duta Bangsa Surakarta, Jul. 2025. [Online]. Available: <https://udb.ac.id/senatib>
- [22] K. A. Saragih and R. Kurniawan, "Sistem penyiraman otomatis berbasis IoT dengan logika fuzzy Sugeno untuk pengendalian kelembapan tanah di greenhouse," *J. Algoritma*, vol. 23, no. 1, pp. 808–819, 2025, doi: 10.33364/algoritma/v.23-1.2327.
- [23] D. M. Sasoko and I. Mahrudi, "Teknik analisis SWOT dalam sebuah perencanaan kegiatan," *J. Perspektif*, vol. 22, no. 1, 2023. [Online]. Available: <https://jurnal-perspektif.org>
- [24] A. Sugiharto, "Penerapan komunikasi data pada kegiatan pengiriman barang," Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma, 2021.
- [25] N. Sujana, "Perancangan sistem penyiram tanaman otomatis dengan sensor kelembapan berbasis Arduino Uno," *INNOVATIVE: J. Soc. Sci. Res.*, vol. 4, no. 4, pp. 17–30, 2024. [Online]. Available: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>
- [26] A. Sumaedi and A. Hadriani, *Teknologi otomatisasi sistem kontrol base on mikrokontroler*. Gemilang Press Indonesia, 2025. [Online]. Available: <http://www.gemilangpress.com>
- [27] D. Suprianto, V. A. H. Firdaus, R. Agustina, and D. W. Wibowo, *Microcontroller Arduino untuk pemula (disertai contoh-contoh proyek menarik)*. Politeknik Negeri Malang, 2019. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/335219524_Microcontroller_Arduino_Untuk_Pemula_Disertai_Contoh-contoh_Projek_Menarik
- [28] E. Suryani, R. A. Hendrawan, U. E. Rahmawati, and M. G. S. Wicaksono, *Model sistem dinamik peningkatan produktivitas padi berbasis Internet of Things (IoT)*. Yogyakarta: Deepublish Digital, 2023. [Online]. Available: <https://www.penerbitdeepublish.com>