

RANCANG BANGUN SISTEM POMPA AIR OTOMATIS BERBASIS *MICROCONTROLLER* PADA *MINI GARDEN* MILIK KELOMPOK TANI AEK LUMPATAN

Sutrisno¹, Iwan Purnama², Ali Akbar Ritonga³

¹ Teknologi Informasi, Universitas Labuhanbatu, Rantau Prapat, Indonesia

² Teknologi Informasi, Universitas Labuhanbatu, Rantau Prapat, Indonesia

³ Teknologi Informasi, Universitas Labuhanbatu, Rantau Prapat, Indonesia

Email: ¹Sutrizno01@gmail.com, ²iwanpurnama2014@gmail.com, ³aliakbarritonga@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: emailpenuliskorespondensi@email.com

Article History:

Received , 2023

Revised , 2023

Accepted , 2023

Abstrak

Rancang bangun sistem pompa air otomatis berbasis *Microcontroller* pada mini garden milik kelompok tani Aek Lumpatan dikembangkan untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas tanaman. Sistem ini menggunakan sensor suhu dan kelembaban tanah serta *Microcontroller* untuk mengendalikan pengairan secara otomatis sesuai kondisi tanaman. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini dapat meningkatkan kualitas tanaman dan mengurangi kerugian akibat pengairan yang tidak tepat

Kata Kunci : Rancang bangun-1, pompa air otomatis-2, *Microcontroller*-3, *Mini Garden*-4, *NodeMCU*-5, *Android*-6, *Internet of think*-7

Abstract

Design and build a Microcontroller-based automatic water pump system in the Mini Garden belonging to the Aek Lumpatan farmer group developed to increase plant efficiency and productivity. This system uses soil temperature and humidity sensors serta Microcontroller to control irrigation automatically according to plant conditions. Test results show that this system can improve crop quality and reduce losses due to improper irrigation.

Keyword : *Design and build-1, automatic water pump-2, Microcontroller-3, Mini Garden-4, NodeMCU-5, Android-6, Internet of think-7*

1. PENDAHULUAN

Teknologi saat ini telah mengalami peningkatan yang signifikan dan menjadi semakin canggih seiring dengan perkembangan zaman, yang menyebabkan penambahan fungsi yang meningkatkan kenyamanan hidup manusia[1]. Teknologi juga bertujuan memberikan banyak kemudahan, dan sebagai cara baru untuk manusia melakukan aktivitas sehari-hari[2]. Era industri 4.0 ditandai oleh perkembangan teknologi yang sangat cepat, termasuk *internet of things* (IoT), kecerdasan buatan (AI), dan robotika. Dengan menggabungkan teknologi-teknologi ini, perusahaan dapat meningkatkan efisiensi, meningkatkan kualitas produk, dan mengurangi biaya. Era Industri 4.0 didefinisikan sebagai periode dimana terjadi penggabungan antara teknologi fisik, biologi, dan digital, menyebabkan perbedaan antar komponen tersebut menjadi sulit untuk dikenali[3]. Industri 4.0 memberikan dampak yang sangat besar dan luas, terutama pada sektor lapangan kerja, di mana robot dan mesin akan menghilangkan banyak lapangan kerja di dunia[4].

NodeMCU adalah suatu *Microcontroller* yang didalamnya sudah dilengkapi dengan sebuah module *WiFi ESP8266* sebagai pengontrol didalamnya[5]. *NodeMCU* memiliki banyak fitur yang berguna, seperti *WiFi*, *Bluetooth*, *USB*, dan memori *flash* yang cukup besar. *NodeMCU* sendiri merupakan perangkat keras yang dikelola serta dikembangkan untuk membantu produk *IoT*[6]. *NodeMCU* juga dapat dihubungkan ke komputer melalui kabel *USB*, sehingga memudahkan pengembang untuk mengupload kode dan melakukan *debugging*. Kemudian muncul ide untuk mengaplikasikan rancangan alat yang mengutamakan keefisienan dan otomatisasi menggunakan *Microcontroller*.

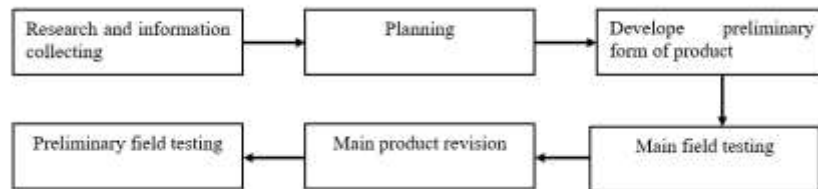
Menyangkut masalah penyiraman tanaman, pasti ada beberapa hal yang harus diperhatikan, seperti waktu yang sesuai untuk melakukan penyiraman tanaman dan waktu yang tidak sesuai untuk melakukan penyiraman

tanaman[7]. Perlu di lihat setiap tanaman memiliki kadar kelembaban tanah yang berbeda-beda, karena pada setiap tanaman memiliki tingkat pengaturan kelembaban yang berbeda-beda[8]. Selain penyiraman, pertumbuhan tanaman merupakan faktor yang sangat penting bagi tanaman. Salah satu teknologi yang dapat membantu Kelompok tani aek lumpatan adalah Rancang Bangun *Smart garden System* Menggunakan *Sensor Soil Moisture* Dengan Kontrol Berbasis *Android* untuk mempermudah dan dapat membantu pertanian di kebun kelompok tani aek lumpatan nantinya. Oleh karena itu, penulis melakukan penelitian ilmiah yang berjudul “RANCANG BANGUN SISTEM POMPA AIR OTOMATIS BERBASIS *MICROCONTROLLER* PADA *SMART GARDEN* MILIK KELOMPOK TANI AEK LUMPATAN”.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode Penelitian

Pada penulisan penelitian ini metode *Research And Development (R&D)* merupakan metode pengembangan sistem yang tepat yang digunakan dalam penelitian ini. Dengan menggunakan metode ini, diperoleh suatu produk yang keefektifannya dapat diuji. Selain itu, tujuan utama penggunaan metode ini adalah untuk menemukan, mengembangkan, dan memvalidasi suatu alat[9].



Gambar 1 Alur Metode

Adapun tahapan metode penelitian R&D ini adalah sebagai berikut:

1. *Research and information collecting*

Tahap pertama dalam penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan informasi berupa permasalahan dan kebutuhan yang dihadapi.

2. *Planning*

Tahap kedua yaitu penyusunan rencana penelitian dilakukan untuk menentukan apa saja yang akan dikerjakan hingga akhir penelitian, menentukan tujuan yang akan dicapai.

3. *Develop preliminary form of product*

Tahap ketiga dilakukan dengan mempersiapkan komponen dan data pendukung dalam pembuatan aplikasi.

4. *Preliminary field testing*

Tahap keempat melakukan uji coba program dalam skala yang terbatas.

5. *Main product revision*

Tahap kelima yaitu melakukan perbaikan terhadap aplikasi yang dihasilkan berdasarkan hasil uji coba pada tahap sebelumnya. Perbaikan ini juga dapat dilakukan berdasarkan masukan dari tempat penelitian, sehingga diperoleh draft produk yang siap diuji coba lebih luas.

6. *Main field testing*

Tahap keenam merupakan tahap akhir uji coba utama yang dilakukan berdasarkan hasil revisi yang didapatkan dari uji coba awal pada tahap keempat sebelumnya. Hasil yang diperoleh dari ujicoba ini dalam bentuk evaluasi terhadap pencapaian hasil uji coba yaitu hasil dari aplikasi.

2.1 Tahapan Penelitian

Langkah awal dalam proses penelitian ini diperlukan untuk mengumpulkan data permasalahan dan kebutuhan yang dihadapi. Kemudian, dilakukan penyusunan rencana untuk menentukan apa yang akan dikerjakan hingga akhir penelitian dan menentukan tujuan yang ingin dicapai. Langkah selanjutnya adalah persiapan komponen dan data pendukung untuk pembuatan aplikasi. Setelah itu, dilakukan uji coba dalam skala terbatas. Berikutnya, dilakukan perbaikan terhadap hasil uji coba dan dapat juga dilakukan berdasarkan masukan dari tempat penelitian untuk menghasilkan produk yang siap diuji coba secara luas. Langkah terakhir adalah uji coba utama yang dilakukan berdasarkan revisi dari uji coba awal dan dihasilkan dalam bentuk evaluasi terhadap pencapaian hasil uji coba yaitu hasil dari aplikasi yang dibuat[10].

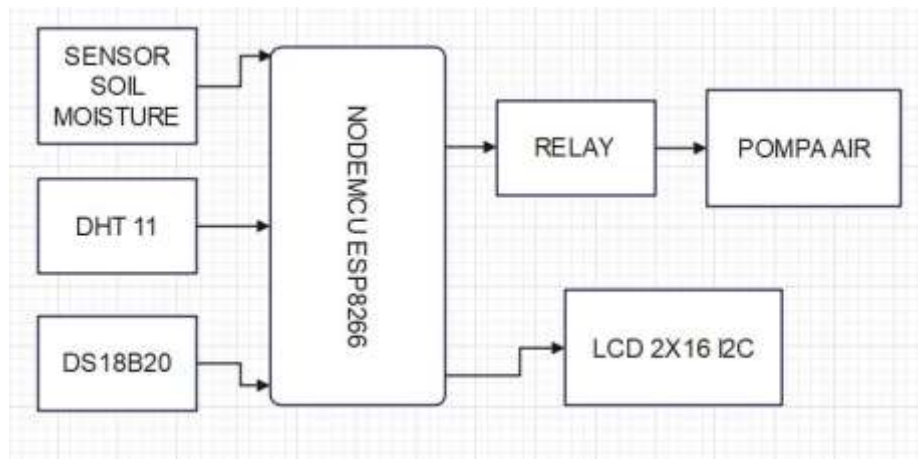
2.2 Analisa Sistem

Sistem rancang bangun sistem pompa air otomatis menggunakan *Microcontroller NodeMCU* pada kelompok tani Aek Lumpatan dapat memberikan manfaat bagi kelompok tani tersebut dengan meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Sistem ini dapat memantau dan mengontrol kondisi tanah dan air secara otomatis, sehingga dapat memastikan bahwa tanaman dapat teririgasi dengan tepat waktu dan jumlah air yang dibutuhkan. Selain itu, sistem ini juga dapat membantu kelompok tani Aek Lumpatan dalam mengoptimalkan penggunaan air dan mengurangi resiko kekeringan pada tanaman[11], [12].

Sistem pompa air otomatis menggunakan *Microcontroller NodeMCU* juga dapat memberikan fleksibilitas dalam mengontrol jumlah air yang diberikan ke tanaman[13]. Dengan menggunakan sensor kelembaban tanah, sistem ini dapat menyesuaikan jumlah air yang diberikan sesuai dengan kebutuhan tanaman pada waktu tertentu. Hal ini akan mengurangi kelebihan atau kekurangan air yang dapat menyebabkan kerugian bagi kelompok tani Aek Lumpatan. Selain itu, sistem ini juga dapat menghemat biaya dan tenaga kerja karena tidak perlu ada orang yang secara manual mengontrol dan memantau kondisi tanah dan air.

2.3 Diagram Blok

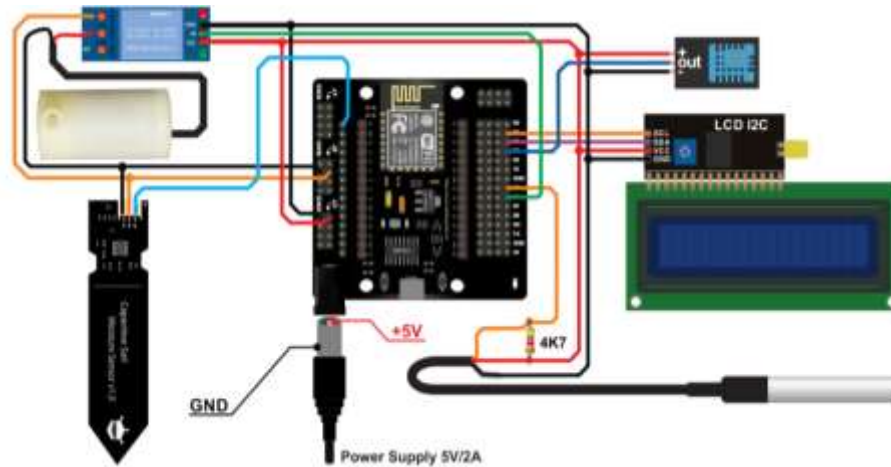
Gambar diagram blok di bawah ini menunjukkan mekanisme kerja alat dari awal hingga akhir, mulai dari input, melalui proses, dan menghasilkan output[10], [14], [15].



Gambar 2. Diagram Blok

Pada gambar diatas menjelaskan bahwa sensor *Soil Moisture*, Sensor *DHT11*, dan sensor *DS18B20* sebagai input data pada *NodeMCU* dimana sensor *Soil Moisture* berfungsi untuk mengetahui kelembaban tanah yang dimana apakah tingkat kelembaban tanah sesuai dengan perhitungan didalam program, kemudian data dari sensor *Soil Moisture* mengirim data ke *Microcontroller NodeMCU*, data yang dikirimkan kemudian diproses dan disesuaikan dengan batas dari kadar kelembaban didalam program. Jika *NodeMCU* membaca data yang dikirimkan kalau tanah mengalami kekeringan, *NodeMCU* memerintahkan relay untuk menyalakan pompa air sampai sensor *Soil Moisture* membaca bahwasanya tanah sudah basah.

2.4 Skema Perancangan

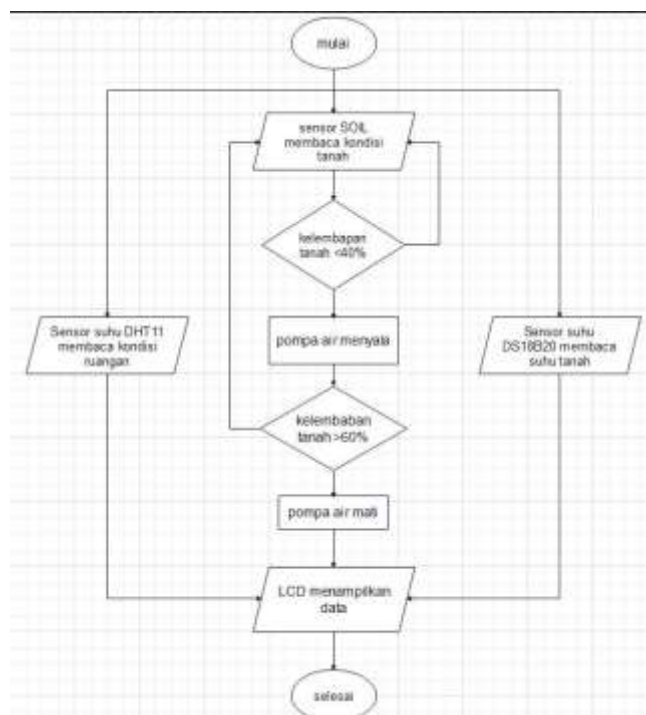


Gambar 3. Skema Perancangan

Dari rangkaian skema pada gambar 5 dapat di jelaskan keterangan dari tiap pin yang terdapat pada komponen sebagai berikut:

1. Pin analog sensor *soil* terhubung dengan pin A0 *NodeMCU*.
2. Pin output dari sensor *DTH11* terhubung ke pin D3 *NodeMCU*.
3. Pin scl *LCD 2x16* terhubung dengan pin D1 *NodeMCU*.
4. Pin SDA *LCD 2x16* terhubung dengan pin D2 *NodeMCU*.
5. Pin data dari sensor *DS18B20* terhubung dengan pin D5 *NodeMCU*.
6. Pin data in dari relay terhubung dengan pin D6 *NodeMCU*.
7. Pin positif dari sensor *Soil Moisture*, sensor *DTH11*, sensor *DS18B20*, dan *LCD 2x16* terhubung dengan pin positif J3 *NodeMCU*.
8. Pin negatif dari sensor *Soil Moisture*, sensor *DTH11*, sensor *DS18B20*, *LCD 2x16*, pompa air terhubung dengan pin GND *NodeMCU*.
9. Kabel positif dari pompa air terhubung dengan pin relay.

2.5 Flowchart kerja sistem pada pompa air



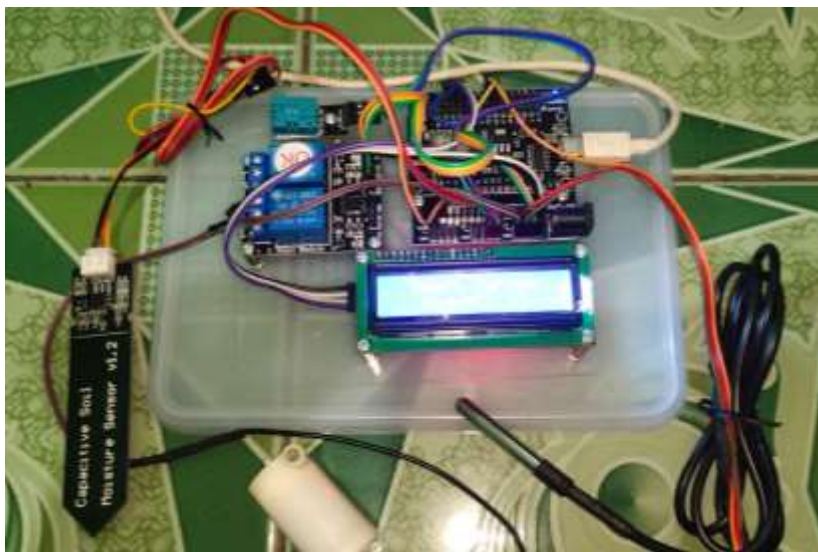
Gambar 4. Flowchart Scan ID Pada Kartu

Penjelasan *Flowchart* kerja sistem pada pompa air otomatis dapat dijelaskan pada penjelasan dibawah ini [16], [17] akan di jabarkan sebagai berikut :

1. Saat alat pertamakali dinyalakan, sensor suhu *DHT11*, sensor *soil*, sensor suhu *DS18B20*, mulai membaca kondisinya masing masing. Dimana sensor *DHT11* membaca kondisi suhu pada ruangan, sensor *soil* membaca kondisi tanah, dan sensor suhu *DS18B20* membaca suhu yang ada pada tanah.
2. Sensor suhu *DHT11* dan *DS18B20* hanya membaca kondisi tanpa mengirimkan data apapun ke *NodeMCU*, namun data yang dibaca tadi di tampilkan langsung melalui *LCD*.
3. Data yang dibaca oleh sensor *soil* dikirim ke *NodeMCU*, data di proses untuk menentukan kelembaban tanah yang telah di tetapkan sebelumnya dimana batas kadar kelembaban pada tanah dikatakan kering ketika kelembaban tanah dibawah 40%. Jika kelembaban tanah dibawah 40% maka *NodeMCU* akan mengirimkan data ke relay untuk menyalakan pompa air.
4. Sensor *soil* terus membaca keadaan tanah sampai titik dimana keadaan kelembaban tanah sudah melebihi dari 60%. Ketika kelembaban tanah melebihi 60% maka *NodeMCU* memerintahkan relay untuk mematikan pompa air.
5. Seluruh aktivitas pada sensor tadi akan ditampilkan kedalam *LCD 16X2*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perancangan sistem yang telah diperoleh melalui beberapa tahap ini, diharapkan dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai bagaimana alat tersebut dibuat sesuai dengan harapan dan fungsinya. Penggambaran ini dilakukan dengan menggunakan ilustrasi yang diterapkan sebagaimana mestinya, sehingga dapat dijadikan acuan dalam mengevaluasi apakah alat tersebut telah sesuai dengan harapan yang ditetapkan. Pembahasan yang dilakukan juga merupakan bagian penting dalam menentukan arah pengembangan selanjutnya, sehingga dapat membantu dalam perbaikan dan perkembangan sistem yang lebih baik.



Gambar 5. *Prototipe* dari alat yang dibuat

3.1 Hasil pengujian sensor soil moisture

Hasil dari pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan telah berfungsi dengan baik dan memenuhi spesifikasi yang ditetapkan sebelumnya. Selain itu, pengujian juga mengungkapkan bahwa sistem pengujian ini, rangkaian elektronika yang telah dirangkai akan diuji langsung pada salah satu tanaman cabai untuk mengevaluasi kinerja sistem penyiraman otomatis yang telah dibuat.



Gambar 6. Tanaman uji coba

Pengujian dalam penelitian ini dilakukan dari pukul 08.00 WIB hingga pukul 00.00 WIB dengan interval pengambilan data setiap 1,5-2 jam. memiliki tingkat akurasi yang tinggi serta respons yang cepat dalam menangani permintaan yang diterima.

Proses ini dilakukan secara berulang selama 3 hari, dan data yang didapat digunakan sebagai ukuran tingkat keberhasilan kinerja sistem penyiraman otomatis pada tanaman cabai. Penelitian dilakukan di tempat tinggal penulis dengan menempatkan tanaman cabai di ruangan yang disediakan.

No	Waktu 05/01/2023	Suhu (°C)	Kelembaban tanah		Relay
			Presentase (%)	Status tanah	
1	08.05	25,7	25	Kering	ON
2	10.15	28,4	87	Lembab	OFF
3	12.15	31,2	85	Lembab	OFF
4	15.15	29,3	84	Lembab	OFF
5	18.15	28,4	75	Lembab	OFF
6	21.15	26,8	74	Lembab	OFF

Tabel 1. Pengujian kinerja alat pada hari 1

Hasil pengujian kinerja sistem pada hari ke-1 pada tanaman cabai ditunjukkan pada Tabel 5. Pengujian dilakukan pada tanggal 5 Januari 2023, dan dari hasil pengujian terlihat pada pukul 08.05 dengan suhu 25.7°C, sistem mendeteksi bahwa kelembaban tanah pada tanaman cabai dalam kondisi kering dengan kelembaban tanah sebesar 25%. Setelah terdeteksi, sistem akan melakukan penyiraman secara otomatis pada tanaman cabai. Penyiraman akan berhenti jika status tanah menunjukkan kondisi lembab.

No	Waktu 06/01/2023	Suhu (°C)	Kelembaban tanah		Relay
			Presentase (%)	Status tanah	
1	08.05	24,5	71	Lembab	OFF
2	10.00	26,1	69	Lembab	OFF
3	12.16	30	65	Lembab	OFF
4	15.30	27	50	Lembab	OFF
5	18.10	26,5	47	Lembab	OFF
6	21.11	25,3	45	Lembab	OFF

Tabel 2. Pengujian kinerja alat pada hari 2

Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian kinerja sistem pada hari ke-2 pada tanaman cabai. Pengujian dilakukan pada tanggal 6 januari 2023, dan dari hasil pengujian terlihat bahwa status tanah pada tanaman cabai dalam kondisi lembab, dengan nilai yang menunjukkan kategori tanah lembab 71%.

No	Waktu 07/01/2023	Suhu (°C)	Kelembaban tanah		Relay
			Presentase (%)	Status tanah	
1	08.05	24,7	41	Lembab	OFF
2	08.45	26,5	39	Kering	ON
3	12.15	30	90	Lembab	OFF
4	15.15	28	85	Lembab	OFF
5	18.15	26,4	82	Lembab	OFF
6	21.15	25	80	Lembab	OFF

Tabel 3. Pengujian kinerja alat pada hari 3

Tabel 3 menunjukkan hasil pengujian kinerja sistem pada hari ke-3 pada tanaman cabai. Pengujian dilakukan pada tanggal 7 januari 2023, dan dari hasil pengujian terlihat bahwa status tanah pada tanaman cabai tetap dalam kondisi lembab.

pengujian selama 3 hari menunjukkan bahwa sistem berhasil mendeteksi dan melakukan penyiraman otomatis sebanyak 1 kali pada tanggal 5 januari 2023 dengan nilai kelembaban tanah sebesar 25%. Selama 2 hari pada tanggal 6-7 januari 2023, sistem tidak melakukan penyiraman karena mendeteksi kondisi tanah dalam kondisi lembab.

4. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan hasil uji coba yang telah dilakukan yaitu rancang bangun sistem pompa air otomatis berbasis *Microcontroller* pada Smart Garden pada kelompok tani AEK LUMPATAN telah berhasil dilakukan. Sistem ini dirancang untuk mengatasi masalah kurangnya pengawasan pada pemberian air pada tanaman di kelompok tani tersebut. Sistem ini terdiri dari *Microcontroller*, sensor kelembaban tanah, sensor *dht11*, dan pompa air. Sistem ini dapat mengontrol pemberian air pada tanaman sesuai dengan kondisi kelembaban tanah yang diperlukan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat berfungsi dengan baik dan memenuhi spesifikasi yang ditetapkan. Dengan demikian, sistem ini dapat digunakan untuk mempermudah pengawasan pemberian air pada tanaman di kelompok tani AEK LUMPATAN dan memastikan tanaman mendapatkan air yang cukup sesuai dengan kondisi yang diperlukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

1. Terima kasih Untuk orang tua dan keluarga saya yang selalu memberi dukungan kepada dan dorongan untuk mengerjakan Proposal ini.
2. Ade Parlaungan Nasution, SE., M.Si., Ph.D selaku Rektor Universitas Labuhanbatu.
3. Dr. Novilda E. Mustamu, S.Pt., M.Si selaku Dekan Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Labuhanbatu.
4. Dr. Iwan Purnama, S.Kom., M.Kom selaku Dosen Pembimbing I Sekaligus Ketua Program Studi S1 Teknologi Informasi Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Labuhanbatu.
5. Ali Akbar Ritonga, S.T., M.Kom Selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu untuk membimbing penulis menyelesaikan Artikel ini.

6. Terima kasih untuk pihak STMIK Triguna darma yang telah memberikan kesempatan penulis untuk membuat artikel ini.
7. Kepada teman-teman saya terutama buat Windo, Muhammad Iqbal, Deni Pratama, Runi Selviana, Tulus Edi Syah Putra, Juara Simangunsong, dan Teman Dari Prodi MI Dan SI yang selalu mendukung saya dan suportnya.
8. Kepada kelas Teknologi Informasi Angkatan 1 yang telah memberikan dukungan dan informasi seputar TA ini dan juga kesan yang tak terlupakan selama 4 tahun ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Fajriyah, "Peran Etnomatematika Terkait Konsep Matematika dalam Mendukung Literasi." [Online]. Available: <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/>
- [2] R. K. Ghito, N. Nurdiana, and M. Kom, "RANCANG BANGUN SMART GARDEN SYSTEM MENGGUNAKAN SENSOR SOIL MOISTURE DAN ARDUINO BERBASIS ANDROID (STUDI KASUS : DI GERAJ BIBIT NARNEA CIKIJING)." [Online]. Available: <https://www.arduino.cc/>
- [3] S. Putrawangsa and U. Hasanah, "INTEGRASI TEKNOLOGI DIGITAL DALAM PEMBELAJARAN DI ERA INDUSTRI 4.0 Kajian dari Perspektif Pembelajaran Matematika," vol. 16, no. 1, 2018.
- [4] B. R. EKONOMI DAN KEBIJAKAN PUBLIK Pusat Penelitian Badan Keahlian DPR Gd Nusantara I Lt, J. Jend Gatot Subroto, and V. Eka Satya Abstrak, "KAJIAN SINGKAT TERHADAP ISU AKTUAL DAN STRATEGIS STRATEGI INDONESIA MENGHADAPI INDUSTRI 4.0."
- [5] P. Prasetyawan, S. Samsugi, and R. Prabowo, "Internet of Thing Menggunakan Firebase dan Nodemcu untuk Helm Pintar," *Jurnal ELTIKOM*, vol. 5, no. 1, pp. 32–39, Mar. 2021, doi: 10.31961/eltikom.v5i1.239.
- [6] A. Heryanto, J. Budiarto, and S. Hadi, "Sistem Nutrisi Tanaman Hidroponik Berbasis Internet Of Things Menggunakan NodeMCU ESP8266," *Jurnal*, vol. 2, no. 1, 2020, doi: 10.30812/bite.v2i1.805.
- [7] R. K. Ghito, N. Nurdiana, and M. Kom, "RANCANG BANGUN SMART GARDEN SYSTEM MENGGUNAKAN SENSOR SOIL MOISTURE DAN ARDUINO BERBASIS ANDROID (STUDI KASUS : DI GERAJ BIBIT NARNEA CIKIJING)." [Online]. Available: <https://www.arduino.cc/>
- [8] P. Ariyanto, A. Iskandar, and U. Darussalam, "Rancang Bangun Internet of Things (IoT) Pengaturan Kelembaban Tanah untuk Tanaman Berbasis Mikrokontroler," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 5, no. 2, p. 2021, 2021, doi: 10.35870/jti.
- [9] M. S. Rumetna, T. N. Lina, and A. B. Santoso, "RANCANG BANGUN APLIKASI KOPERASI SIMPAN PINJAM MENGGUNAKAN METODE RESEARCH AND DEVELOPMENT," *Jurnal SIMETRIS*, vol. 11, no. 1, 2020.
- [10] A. Anantama, A. Apriyantina, S. Samsugi, and F. Rossi, "ALAT PANTAU JUMLAH PEMAKAIAN DAYA LISTRIK PADA ALAT ELEKTRONIK BERBASIS ARDUINO UNO," 2020.
- [11] E. E. Barus, A. C. Louk, and R. K. Pinggak, "OTOMATISASI SISTEM KONTROL pH DAN INFORMASI SUHU PADA AKUARIUM MENGGUNAKAN ARDUINO UNO DAN RASPBERRY PI 3."
- [12] F. Ramadhan, I. Ardiansah, and R. Kastaman, "Perancangan Purwarupa Alat Penyiraman Otomatis pada Tanaman Pisang dengan Internet of Things (IoT)," *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, vol. 8, no. 2, pp. 75–80, Oct. 2019, doi: 10.26593/jrsi.v8i2.3224.75-80.
- [13] A. Rahma Putri, J. Teknik Elektro Program Studi Teknik Telekomunikasi, P. Negeri Sriwijaya Jl Sriwijaya Negara, and B. Besar Palembang, "Perancangan Alat Penyiram Tanaman Otomatis pada Miniatur Greenhouse Berbasis IOT," 2019.
- [14] I. P. L. Dharma, S. Tansa, and I. Z. Nasibu, "Perancangan Alat Pengendali Pintu Air Sawah Otomatis dengan SIM8001 Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," *Jurnal Teknik*, vol. 17, no. 1, pp. 40–56, Jun. 2019, doi: 10.37031/jt.v17i1.25.

- [15] P. Eka Sumara Dita, A. al Fahrezi, P. Prasetyawan, L. Ratu, and B. Lampung, "Sistem Keamanan Pintu Menggunakan Sensor Sidik Jari Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO R3," *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer (JTIKOM)*, vol. 2, no. 1, 2021.
- [16] M. Tidar and N. Kn, "PROTOTYPE SISTEM PRESENSI KELAS DI UNIVERSITAS DIRGANTARA MARSEKAL SURYADARMA BERBASIS IoT," 2022.
- [17] A. Candra and F. Nurlaila, "BULLET : Jurnal Multidisiplin Ilmu Rancang Bangun Sistem Keamanan Loker Menggunakan RFID Berbasis Arduino Uno Pada Loker Karyawan SMK Yadika 2 Jakarta," 2022.