

Pemanfaatan Internet of Things (IoT) pada Bidang Pertanian Menggunakan Arduino UnoR3

Indah Purnama Sari ¹, Aisar Novita ², Al-Khowarizmi ¹, Fanny Ramadhani ³, Andy Satria ⁴

¹ Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan, Indonesia

² Fakultas Pertanian, Agroteknologi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan, Indonesia

³ Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Ilmu Komputer, Universitas Negeri Medan, Medan, Indonesia

⁴ Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Teknologi Informasi, Universitas Dharmawangsa, Medan, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 17 Mei 2024
Revisi Akhir: 12 Juni 2024
Diterbitkan Online: 16 Juni 2024

KATA KUNCI

Internet of Things; Pertanian; Teknologi

KORESPONDENSI

Phone: +62 822-7683-7886
E-mail: indahpurnama@umsu.ac.id

A B S T R A K

Kemajuan teknologi di era modern menuntut efisiensi dan kenyamanan penggunaan menjadi prioritas utama dalam menjalankan tugas sehari-hari. Hal ini mendorong banyak individu untuk menciptakan berbagai macam teknologi otomatis yang dapat menyederhanakan tugas dan menghemat waktu. Internet of Things (IoT) adalah teknologi yang menghubungkan kita dengan perangkat melalui internet, sehingga menjadikan segalanya lebih nyaman. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyelidiki potensi penerapan IoT dalam industri pertanian Indonesia, salah satu sektor perekonomian negara. Perekonomian Indonesia sangat dipengaruhi oleh sektor pertanian yang menghasilkan berbagai macam barang seperti beras, jagung, kelapa sawit, lada, kopi, dan teh. Penulis menggunakan metode penulisan tinjauan pustaka/studi pustaka pada karya ilmiah yang ditulis. Luaran karya ilmiah ini merupakan gambaran penerapan teknologi IoT di bidang pertanian, yang nantinya dapat membantu masyarakat dalam meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil pertaniannya. Selain itu, akan disertakan kutipan dalam setiap uraian setiap penggunaan teknologi IoT, yang dapat dijadikan referensi untuk mendapatkan pemahaman lebih dalam setiap penggunaan.

PENDAHULUAN

Komponen penting dari kelangsungan hidup manusia adalah pertanian. Salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan pangan adalah melalui pertanian [1]. Di Indonesia, sebagian besar masyarakatnya bermatapencaharian dari pertanian. Namun masih banyak masyarakat yang mengolah lahan pertanian secara manual. Akibatnya, efisiensi pemrosesan dan hasil akhirnya berada di bawah standar.

Kemajuan teknologi di era modern memaksa banyak tugas yang harus diutamakan, seperti efisiensi dan kemudahan pelaksanaan, harus diselesaikan setiap hari. Hal ini mengarah pada produksi berbagai teknologi otomatis yang mengurangi tugas-tugas yang melelahkan dan memakan waktu [2]. Pertanian merupakan salah satu industri atau bidang yang dapat memperoleh manfaat dari kemajuan teknologi. Teknologi informasi dan komunikasi dapat mempermudah pengelolaan lahan pertanian dalam industri pertanian. Salah satu elemen kunci dalam proses pertumbuhan sektor pangan saat ini adalah penerapan teknologi di bidang pertanian [3].

Teknologi yang digunakan adalah IoT. Teknologi IoT pada awal mulanya digagas untuk memperbaiki proses bisnis dalam industri manufaktur, sekarang ini telah jadi bagian dari bermacam bidang perekonomian, termasuk dalam sektor utama seperti pertanian [4]. Dengan menggunakan teknologi ini dapat menghubungkan berbagai alat dengan koneksi internet untuk melakukan suatu kegiatan.

Pemilihan teknologi ini untuk pengembangan di sektor pertanian dapat dikaitkan dengan kesesuaiannya dengan lapangan, karena teknologi Internet of Things memungkinkan petani untuk menyelesaikan masalah apa pun yang mereka hadapi dengan menggunakan sarana teknologi. Sensor IoT mampu melacak kesuburan tanah, aktivitas hama, dan penyakit tanaman. Selain itu, dalam hal pemantauan lingkungan dan cuaca, teknologi nirkabel digunakan. Selanjutnya, perangkat berkemampuan IoT dapat mengotomatiskan penyiraman, penyemprotan pestisida, dan pemupukan [5].

Beberapa penelitian terdahulu yang terkait dengan penelitian ini adalah: Penelitian yang dilakukan oleh Wiwin Windihastuty dengan judul Pemanfaatan Internet of Things (IoT) Dalam Sektor Pertanian oleh Petugas Pertanian di Kecamatan Pamijahan, Bogor. Penelitian Abdur Rouf dan Wahyudi Agustiono dengan judul Literature Review: Pemanfaatan Sistem Informasi Cerdas Pertanian Berbasis Internet of Things (IoT). Penelitian Miftahul Walid, Hoiriyah, dan Ali Fikri dengan judul Pengembangan Sistem Irigasi Pertanian Berbasis Internet of Things (IoT). Dan penelitian Adrean Reza, dkk dengan judul Sistem Budidaya Jamur Berbasis Internet of Things Menggunakan Telegram Bot.

Berdasarkan dari penjelasan di atas maka didapatkan rumusan masalahnya adalah apa saja pemanfaatan teknologi IoT dalam sektor pertanian. Dan tujuan penulis membuat karya ilmiah ini adalah untuk memberikan pengetahuan mengenai apa saja yang dapat dimanfaatkan dari teknologi IoT dalam membantu pekerjaan manusia serta mendapatkan hasil yang maksimal dalam bidang pertanian. Dan juga diharapkan dari tulisan ini dapat memberikan ide bagi peneliti lain untuk membuat inovasi – inovasi dalam teknologi IoT di bidang pertanian. Untuk masyarakat khususnya para petani semoga dapat memberikan wawasan beserta pandangan mengenai pemanfaatan IoT ini, sehingga dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kualitas, mendapatkan hasil yang maksimal dan memajukan pertanian di Indonesia.

TINJAUAN PUSTAKA

Pertanian

Pertanian adalah salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan pangan [6]. Pertanian adalah sektor perekonomian yang utama. Peranan atau keterlibatan sektor pertanian di dalam proses pembangunan ekonomi telah menempati posisi yang penting [7]. Pertanian ini juga dapat diandalkan untuk memberikan lapangan pekerjaan jika dikelola dengan baik, ditambah di jaman sekarang mulai banyak pemanfaatan teknologi untuk meningkatkan kualitas pertanian, sehingga jika kualitas semakin baik maka akan banyak lapangan pekerjaan tercipta.

Internet of Things (IoT)

Menurut [8] Internet of Things ataupun kerap disebut dengan IoT merupakan suatu gagasan dimana seluruh barang yang ada di dunia bisa berkomunikasi antara satu dan yang lain selaku bagian dari perpaduan satu kesatuan sistem yang memakai jaringan internet selaku penghubung. Konsep IoT itu sendiri sebenarnya lumayan sederhana dengan metode kerja ber-acuan ke pada 3 elemen pokok dalam arsitektur IoT, ialah: Benda fisik yang diberikan modul IoT, alat penghubung ke Internet semacam Modem serta Router Wireless yang ada di rumah, serta Cloud pusat data sebagai tempat untuk menempatkan aplikasi dan data base.

IoT bekerja dengan cara memanfaatkan suatu argumentasi pemrograman, setiap perintah argument akan menghasilkan suatu interaksi yang terjadi antara mesin dengan mesin dan terhubung otomatis tidak ada campur tangan seseorang dan tidak dibatasi jarak. Yang menjadi penghubung antara interaksi kedua mesin adalah internet, sementara tugas manusia hanya sebagai pengatur dan mengawasi alat tersebut bekerja secara langsung.

Penelitian Terdahulu

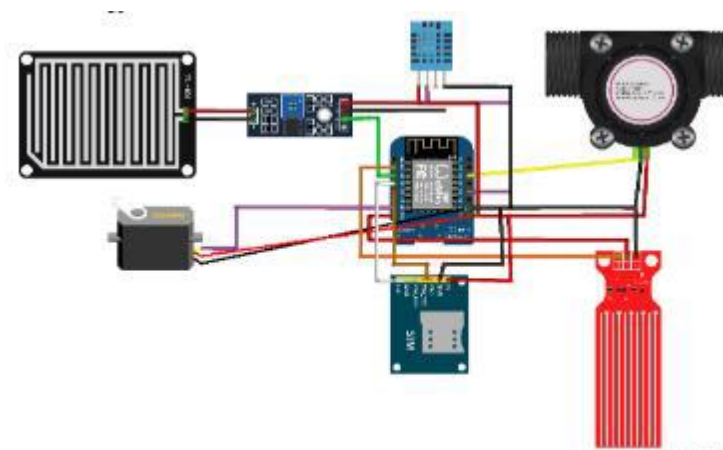
Beberapa penelitian terdahulu yang terkait dengan penelitian ini adalah: Penelitian yang dilakukan oleh Wiwin Windihastuty dengan judul Pemanfaatan Internet of Things (IoT) Dalam Sektor Pertanian oleh Petugas Pertanian di Kecamatan Pamijahan, Bogor. Penelitian Abdur Rouf dan Wahyudi Agustiono dengan judul Literature Review: Pemanfaatan Sistem Informasi Cerdas Pertanian Berbasis Internet of Things (IoT). Penelitian Miftahul Walid, Hoiriyah, dan Ali Fikri dengan judul Pengembangan Sistem Irigasi Pertanian Berbasis Internet of Things (IoT). Dan penelitian Adrean Reza, dkk dengan judul Sistem Budidaya Jamur Berbasis Internet of Things Menggunakan Telegram Bot. Yang membedakan antara penelitian ini dengan penelitian terdahulu adalah pada penelitian ini menggunakan alat berupa arduino uno r3. Sementara penelitian terdahulu menggunakan raspberry pi sebagai alat monitoring dan telegram bot sebagai alat komunikasi dalam pemberitahuan.

METODOLOGI

Dari berbagai kajian Pustaka yang sudah di kumpulkan maka didapatkan beberapa pemanfaatan teknologi IoT pada bidang pertanian, yaitu sebagai berikut :

Penerapan IoT Pada Irigasi

Menurut [9] IoT dapat diterapkan dengan membangun sebuah system yaitu Smart Irigasi. System ini dibangun untuk dapat memonitoring dan mengotrol aktivitas di saluran irigasi, seperti memonitoring debit air, tingkat suhu udara, tingkat ketinggian air, mendeteksi hujan dan system buka tutup otomatis pada pintu bendungan, diharapkan nantinya pasokan air yang berasal dari saluran irigasi menjadi lebih optimal dan memudahkan pekerjaan manusia, dikarenakan dengan system ini aktivitas dapat di monitoring dari jauh dengan menggunakan computer maupun smartphone.



Gambar 1. Rangkaian dari perangkat “smart irigasi”

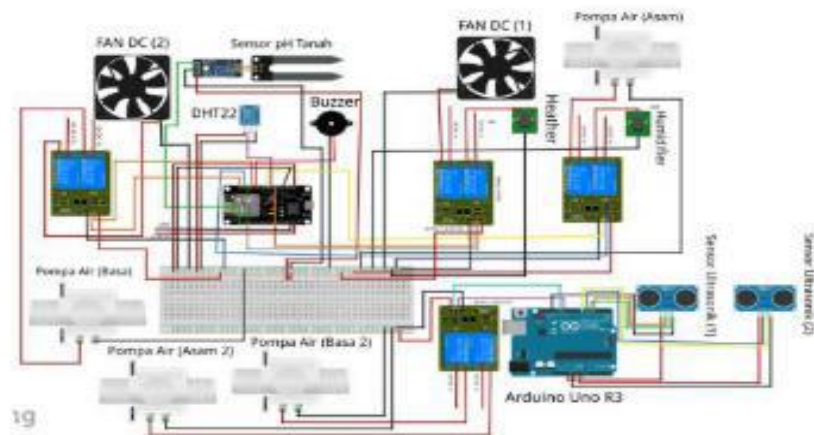
Rangkaian perangkat ini terdiri dari sensor yang jumlahnya ada 4 dan terhubung ke mikrokontroller wemosD1 diantaranya, waterf low berfungsi sebagai penghitung debit air mengalir, sensor suhu berfungsi sebagai pendeteksi suhu sekitar, sensor hujan berfungsi untuk mendeteksi cuaca, lalu ada water level untuk pendeteksi ketinggian air pada saluran irigasi. Di perangkat ini ditenamkan servo dan juga modul gsm untuk alat kontroling system irigasi, guna servo sebagai motor untuk menggerakkan tutup dan buka pintu otomatis pada bendungan yang disesuaikan dengan ketinggian air. Fungsi gsm untuk mengirimkan informasi melalui sms Ketika air sedang meluap pada saluran irigasi. Data yang dikirimkan bersifat real-time.

Hasil pengujian dari alat ini menurut [9] adalah sebagai berikut:

1. Mengirim data suhu
Data suhu berhasil ditransmisikan melalui internet lalu ditampilkan di website smart irigasi.
2. Mendeteksi cuaca
Data dari sensor hujan dapat dibaca oleh mikrokontroller dan ditampilkan di website smart irigasi
3. Membaca debit air
Air mengalir yang melintasi water flow dibaca menjadi pulsa digital, lalu nilai dari pulsa digital tersebut dikonversikan menjadi satuan liter dan ditampilkan di website smart irigasi.
4. Deteksi ketinggian air
Ketinggian air akan dibaca oleh sebuah sensor yaitu water level, data yang di dapatkan kemudian diproses oleh mikrokontroller untuk acuan buka dan tutup otomatis dan ditampilkan di website smart irigasi.

Pengatur Kelembapan dan Suhu

Menurut [10] penerapan teknologi IoT dapat di realisasikan pada pembudidayaan jamur tiram sebagai pengatur kelembapan dan suhu. Dalam pembuatan system monitoring rumah budidaya untuk jamur tiram berwarna putih diperlukan perangkat yang terdiri dari: Arduino Uno, NodeMCU, Sensor DHT22, Sensor Ultrasonik, Sensor untuk kadar pH pada tanah, 4 pompa air, Heather, Buzzer, Relay dan Humidifier.



Gambar 2. Desaian Rangkaian

Sistem monitoring rumah budidaya untuk jamur tiram berwarna putih ini menggunakan Mikrokontroler NodeMcu serta Arduino Uno untuk pusat pengelolaan data. Data suhu, kelembapan udara dan kadar pH pada tanah dideteksi dengan menggunakan sensor untuk mengukur kadar pH pada tanah dan sensor DHT22 yang dihubungkan ke NodeMCU. Selanjutnya data untuk kapasitas air dideteksi dengan menggunakan sensor ultrasonic terhubung ke pada Arduino. Setelah itu Arduino akan mengirimkan data mengenai kapasitas air basa dan asam ke NodeMcu lalu data tersebut diolah, kemudian diteruskan oleh modul ESP8266 dan disimpan ke database. Data yang telah terkirim akan dapat ditampilkan di website dan dapat ditampilkan kepada user.

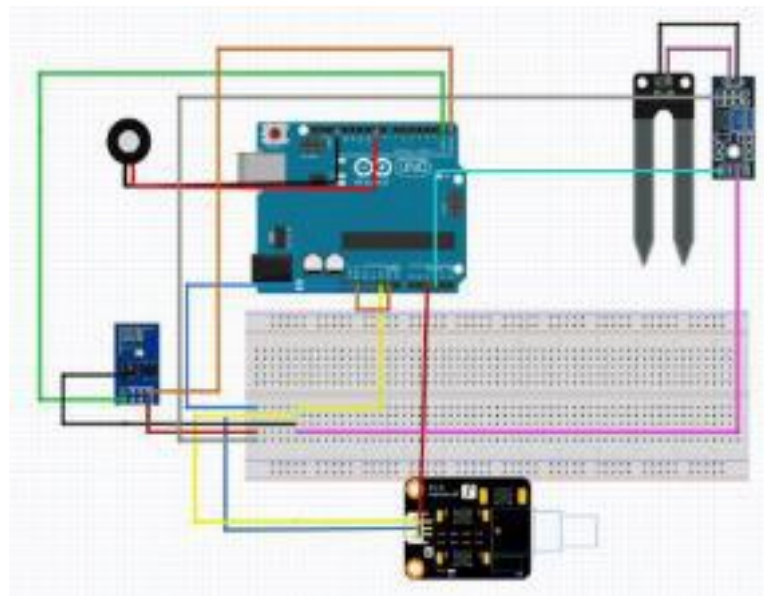
Hasil pengujian dari alat ini menurut [10] adalah sebagai berikut:

1. Hasil dari pengujian pada sensor DHT22 adalah diketahui mempunyai pembacaan suhu serta kelembapan udara dengan average error untuk suhu 1,28% dan untuk kelembapan udara 2,93%
2. Hasil pengujian dari sensor untuk kadar pH pada tanah adalah pada wadah tanam jamur tiram berwarna putih dengan average error 3,46%
3. Hasil pengujian dari sensor ultrasonic adalah dengan average error 1,59%
4. Hasil pengujian pada ESP8266 (NodeMcu) didapatkan pengujian komunikasi serta pengiriman dari 10 data berhasil terconnect ke acces point serta server database, dan juga berhasil melakukan pengiriman ke database. Dan untuk waktu dari pengiriman data serta waktu tampil di website delaynya adalah 10 detik

Mendeteksi Kesuburan Tanah di Lahan Perkebunan

Menurut [11] salah satu pemanfaatan dari IoT adalah untuk mendeteksi kesuburan tanah di lahan perkebunan. Di sector pertanian tanah adalah factor yang sangat memiliki peran penting untuk menentukan usaha di sector pertanian, karena kesuburan tanah akan menjadi factor keberhasilan dalam usaha pertanian, supaya tidak terjadi kesalahan seperti tanaman yang salah tanam karena tidak cocok dengan kesuburan tanah di daerah tersebut.

Pada system monitoring alat untuk mendeteksi kesuburan tanah menggunakan mikrokontroler yaitu Arduino UnoR3 yang dijadikan pusat control serta melakukan pengelolaan data. Data dari sensor pH yaitu data kandungan pH dan data kelembapan pada tanah yang berasal dari penyensoran oleh Soil Moisture akan dikirim dan diolah oleh alat yaitu Aduino Uno. Selanjutnya diteruskan dari modul ESP8266 informasi atau data disimpan pada database dan dapat dilihat melalui website oleh user. Nanti sensor buzzer berbunyi Ketika memberitahukan kalua kedua sensor telah berfungsi dengan baik. Data yang ditampilkan kepada petani akan muncul secara real-time.



Gambar 3. Rangkaian Alat

Hasil pengujian dari alat ini menurut [11] adalah pada sensor kelembapan dari perbandingan beberapa sampel tanah yang dibedakan dari waktu pengukurannya dan kedalamannya didapatkan bahwa setiap tanah mempunyai kelembapan berbeda beda.

Pada Jam (06.00 – 07.00) pada kedalaman 5 cm kelembapannya = 84.5, 10 cm = 86.0, 15 cm = 86.5, 20 cm = 87.8

Pada Jam (09.00 – 10.00) pada kedalaman 5 cm kelembapannya = 75.5, 10 cm = 76.0, 15 cm = 76.5, 20 cm = 79.1

hasil pengujian pada sensor ph didapatkan perbandingan bahwa setiap tanah mempunyai kadar pH berbeda beda.

lahan perkebunan 1 kadar pH = 5.12, alat = 5.15, dan presentase error = 0.03

lahan perkebunan 2 kadar pH = 5.37, alat = 5.43, dan presentase error = 0.06

Penyiraman Tanaman Secara Otomatis

Pada umumnya masyarakat banyak menggunakan tanaman menjadi sebuah hiasan di berbagai tempat seperti rumah[12]. pada perangkat penyiram tanaman otomatis berbasis IoT ada penggunaan sesnsor untuk kelembapan tanah serta sensor untuk kelembapan suhu, yang nantinya akan membaca nilai dari kelembapan serta suhu yang ada disekitar.

Awalnya nilai akan ditampilkan pada LCD selanjutnya akan diolah dengan menggunakan logika fuzzy, logika ini digunakan untuk menyatakan nilai dari suhu dan juga kelembapan, serta mengkategorikan penyiraman tersebut apakah tidak menyiram, sedikit, sedang, ataupun banyak, tergantung dikategori mana suhu serta kelembapan tanaman tersebut. Setelah di olah data dikirim ke pada mikrokontroller ESP32. Relay dihidupkan oleh mikrokontoller, untuk menghidupkan motor digunakan relay, pompa akan hidup setelah mengetahui nila dari sensor kelembapan dan juga sensor suhu.

Sehingga nantinya blynk dapat memonitoring nilai pada kelembapan tanah, pada suhu, dan memberikan notifikasi penyiraman. Alat ini akan memberikan nilai dari suhu serta kelemembapan tanah disekitar tanaman secara real-time.

Hasil pengujian dari alat ini menurut [12] adalah sebagai berikut :

1. Pagi hari
Pada Pukul 08.00, suhu = 27oC dengan kelembapan 42% alat menyiram pada penyiraman sedang.
Tetapi pada suhu yang sama dan kelembapan 79% alat tidak menyiram.
2. Siang hari
Pada pukul 13.30, suhu 32oC dengan kelembapan 23% dan suhu 31oC dengan kelembapan 41% alat menyiram sedang.
3. Sore hari
Pada pukul 16.30, suhu 28oC serta kelembapan 59%, 60% alat tidak menyiram.

Memonitoring Tingkat Kelengasan Tanah dan Curah Hujan

Kelengasan tanah biasa disebut juga dengan kelembapan tanah. Menurut [13] Kelengasan tanah dan curah hujan perlu dilakukan monitoring untuk mendapatkan data informasi agar dijadikan bahan oleh petani, supaya memudahkan Ketika melakukan pengambilan keputusan dalam pemberian pupuk dan air, sehingga dapat mengurangi kemungkinan gagal panen serta dapat meningkatkan produktivitas pertanian . IoT digunakan dalam system ini supaya data dari pengukuran sensor bisa diamati di platform.

Pada alat untuk monitoring ini terdapat 2 sensor, Sensor untuk lengas tanah berperan mengambil informasi data dari lengas tanah. Sensor untuk curah hujan berperan mengambil informasi data tentang sebesar apa curah hujan di lahan budidaya pertanian. Kondisi curah hujan begitu penting untuk didapatkan informasi datanya sebab perihal ini berkaitan mengenai ketersediaan serta kebutuhan air untuk tumbuhan budidaya pada lahan pertanian.

Informasi data dari pengukuran dua sensor ini bakal terekam di microSD serta otomatis terkirim kepada platform IoT. Perangkat monitoring bekerja guna menghitung serta menyimpan informasi dari hasil pengukuran. Konfigurasi serta pengaturan perangkat monitoring yang dipakai, pengiriman informasi dilakukan tiap 10 menit menggunakan basis IoT. Informasi terkirim lewat jaringan internet berasal daripada modem yang dipasang pada perangkat monitoring. Informasi data selanjutnya ditampilkan melalui platform thinkspeak.com. Informasi yang diperoleh ialah informasi dengan berbentuk grafik.

Informasi curah hujan didapat dari input intensitas cahaya, temperatur suhu, serta kelembapan lingkungan, dan untuk mendapatkan informasi kelengasan tanah didapatkan melalui input variabel curah hujan, temperatur suhu, intensitas cahaya, serta kelembapan lingkungan.

Hasil pengujian dari alat ini menurut [13,14,15] dari 10 hari pengujian alat yang dilakukan peneliti, didapatkan bahwa rata – rata dari curah hujan serta rata – rata dari kelengsaan tanah hasilnya berbeda beda di setiap harinya. Dan untuk hasil di platform thinkspeak.com menunjukan data yang direkam setiap 10 menit berbentuk grafik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Salah satu hal yang dapat merugikan para petani adalah aksi pencurian di lahan pertanian yang kerap terjadi, dan hal ini dapat mempengaruhi hasil panen para petani yaitu berkurangnya jumlah hasil dari yang seharusnya didapatkan, lebih lagi pada komoditas sayur serta buah yang rawan dari tindak pencurian. Berbagai - macam pemecahan masalah ini telah digunakan supaya bisa meminimalisir kejahatan pencurian. Ada yang melakukan pemasangan pagar, dipasang jebakan listrik serta menjaga lahan pertanian secara langsung. Tetapi pemecahan permasalahan tersebut masih dirasa kurang, dikarenakan dapat membahayakan dan membuang - buang tenaga serta waktu.

Sistem dibuat dengan keahlian memonitoring gerakan objek yang ada disekitar area secara langsung atau real-time. Dimana saat sensor menangkap sesuatu gerakan, maka sistem akan mengirim pemberitahuan berupa notifikasi serta gambar kepada aplikasi telegram. Tidak hanya bekerja dengan cara otomatis, pengguna juga bisa mengatur alat dengan cara manual menggunakan metode menginputkan perintah (/ photo) pada aplikasi telegram. saat dijalankan secara manual, maka pengguna cuma menerima gambar saja. Selain itu sistem ini juga dilengkapi dengan live streaming sebagai alat pendukung pada sistem keamanan lahan pertanian.

Hasil pengujian jangkauan terjauh untuk sensor PIR adalah tidak lebih dari 6 meter agar mendapatkan keberhasilan 100% untuk mendeteksi objek bergerak. Jika jarak antara 7 hingga 8 meter maka pendeteksiannya akan menurun, dan jika jarak 9 meter atau lebih maka akan gagal dalam mendeteksi objek yang bergerak.

Dari hasil 10x pengujian didapatkan rata – rata delay dari pengiriman notifikasi adalah 4.9/s dan delay mengirim foto setelah mendapatkan notifikasi adalah 3.9/s, sedangkan delay request foto adalah 10.7/s. alat tetap bekerja dengan keadaan baik pada saat hujan maupun cerah. Dan untuk live streaming delay rata – ratanya dari 10x pengujian adalah 2.3, serta juga tetap bekerja dengan keadaan baik pada saat hujan maupun cerah.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari bahan pustaka yang telah dikumpulkan dan dilakukan literatur review maka disimpulkan banyak pemanfaatan yang di dapat dari teknologi IoT, seperti penerapan IoT pada irigasi, pengatur kelembapan dan suhu, mendeteksi kesuburan tanah di lahan perkebunan, penyiraman tanaman secara otomatis, memonitoring tingkat kelengasan tanah dan curah hujan, dan sistem keamanan lahan pertanian. tujuan utamanya adalah untuk memberikan efesiensi serta kemudahan dalam melaksanakan pekerjaan yang sering dilakukan khususnya dalam bidang pertanian. Teknologi ini akan terus menerus berkembang sehingga nanti akan ada lebih banyak lagi inovasi - inovasi yang muncul menjadikan pertanian semakin berkembang dan hasil yang didapatkan sesuai harapan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Rouf and W. Agustiono, "Literature Review : Pemanfaatan Sistem Informasi Cerdas Pertanian Berbasis Internet of Things (IoT)," J. Teknol. dan Inform., vol. 9, no. 1, pp. 45–54, 2021.
- [2] M. Y. Ridwan, L. Narpulaela, and I. A. Bangsa, "Pengaplikasian Sistem IOT Pada Alat Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Arduino Nano," JE-Unisla, vol. 7, no. 1, p. 26, 2022, doi: 10.30736/je-unisla.v7i1.766.
- [3] Sari., I.P, Al-Khowarizmi., AK, & Batubara., I.H. (2021). "*Analisa Sistem Kendali Pemanfaatan Raspberry Pi sebagai Server Web untuk Pengontrol Arus Listrik Jarak Jauh*". InfoTekJar: Jurnal Nasional Informatika dan Teknologi Jaringan 6 (1), 99-103
- [4] A. Roihan, M. Hasanudin, E. Sunandar, and S. R. Pratama, "Perancangan Purwarupa Bird Repellent Device Sebagai Optimasi Panen Padi Di Bidang Pertanian Berbasis Internet of Things," Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput., vol. 11, no. 1, pp. 129–134, 2020, doi: 10.24176/simet.v11i1.3752.
- [5] Sari., I.P, & Batubara., I.H. (2020). "*Aplikasi Berbasis Teknologi Raspberry Pi Dalam Manajemen Kehadiran Siswa Berbasis Pengenalan Wajah*". JMP-DMT 1 (4), 6
- [6] B. Hartanto, "INOVASI INTERNET OF THINGS PADA SEKTOR PERTANIAN: PENDEKATAN ANALISIS SCIENTOMETRICS," vol. 29, no. 2, pp. 111–122, 2020.
- [7] Sari., I.P, Basri., M, Ramadhani., F, & Manurung., A.A. (2023). "*Penerapan Palang Pintu Otomatis Jarak Jauh Berbasis RFID di Perumahan*". Blend Sains Jurnal Teknik 2 (1), 16-25
- [8] B. Hartanto, "INOVASI INTERNET OF THINGS PADA SEKTOR PERTANIAN: PENDEKATAN ANALISIS SCIENTOMETRICS," vol. 29, no. 2, pp. 111–122, 2020.
- [9] Sari., I.P, Batubara., I.H, & Basri, M. (2022). "*Implementasi Internet of Things Berbasis Website dalam Pemesanan Jasa Rumah Service Teknisi Komputer dan Jaringan Komputer*". Blend Sains Jurnal Teknik 1 (2), 157-163
- [10] N. Nasution and M. A. Hasan, "IoT Dalam Agrobisnis Studi Kasus : Tanaman Selada Dalam Green House," vol. 4, no. 2, pp. 86–93, 2020.
- [11] Sari., I.P, Al-Khowarizmi., A.K, Apdilah., D, Manurung., A.A, & Basri., M. (2023). "Perancangan Sistem Pengaturan Suhu Ruangan Otomatis Berbasis Hardware Mikrokontroler Berbasis AVR". sudo Jurnal Teknik Informatika 2 (3), 131-142
- [12] V. Ayudyana and Asrizal, "Rancang Bangun Sistem Pengontrolan pH Larutan Untuk Mahasiswa Fisika , FMIPA Universitas Negeri Padang Staf Pengajar Jurusan Fisika , FMIPA Universitas Negeri Padang," Pillar of PhysicsPhysics, vol. 12, pp. 53–60, 2019.
- [13] Sari., I.P, Al-Khowarizmi., A.K, Hariani.,P.P, Perdana.,A, & Manurung., A.A. (2023). "*Implementation And Design of Security System On Motorcycle Vehicles Using Raspberry Pi3-Based GPS Tracker And Facedetection*". Sinkron: jurnal dan penelitian teknik informatika 8 (3), 2003-2007
- [14] S. Rahmat et al., "Pengolahan Hasil Pertanian dalam Upaya Peningkatan Perekonomian Petani di Kabupaten Bintan," JPPM Kepri J. Pengabd. dan Pemberdaya. Masy. Kepul. Riau, vol. 1, no. 2, pp. 156–167, 2021, doi: 10.35961/jppmkepri.v1i2.265.
- [15] Y. Efendi, "Internet Of Things (IoT) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile," J. Ilm. Ilmu Komput., vol. 4, no. 2, pp. 21–27, 2018, doi: 10.35329/jiik.v4i2.41.