

Rancang Bangun Sistem Otomasi Mesin Pompa Air Tambak Menggunakan Protocol MQTT untuk Pengisian Air Tambak Saat Musim Kemarau

Mohammad Robihul Mufid
Jurusan Teknik Informatika
Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
Surabaya, Indonesia
mufid@pens.ac.id

Arif Basofi
Jurusan Teknik Informatika
Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
Surabaya, Indonesia
ariv@pens.ac.id

Saniyatul Mawaddah
Jurusan Teknik Informatika
Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
Surabaya, Indonesia
saniyatul@pens.ac.id

Mochammad Jauhar Ulul Albab
Jurusan Teknik Informatika
Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
Surabaya, Indonesia
majauhar@it.student.pens.ac.id

Darmawan Aditama
Jurusan Multimedia Broadcasting
Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
Surabaya, Indonesia
aditama@pens.ac.id

Nurul Islamiyah
Jurusan Multimedia Broadcasting
Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
Surabaya, Indonesia
miyah@mb.student.pens.ac.id

Abstract— Approximately 30% of Indonesia's land is used for agriculture, where the total agricultural land for the Lamongan area itself is 91%. Economic growth from the agricultural sector in Lamongan was 35.18%, the highest compared to other sectors. However, it does not mean that the agricultural system in Lamongan is completely without problems. One of the problems that occur every year is the occurrence of drought which causes many areas to lack clean water and many farmers also fail to harvest. In this study, an automation system will be made which will be implemented on a water pump machine to fill ponds or rice fields. The proposed automation system uses a water level sensor which is used as an indicator of whether or not there will be water in a river or ditch. This research also applies the MQTT protocol to send data from the pump automation system to the end user device for monitoring. To determine the validation of the system, it will be tested with 2 methods, namely the automatic method and the manual method. The automatic method test is intended to validate the automation system, while the manual method is to ensure that the pump system can be set remotely. The results of the tests carried out showed that the pump system could run well on both automatic and manual testing methods.

Keywords— *Water pump, automation system, MQTT, water level sensor, agriculture.*

Abstrak— Kurang lebih 30% lahan Indonesia digunakan untuk pertanian, dimana total lahan pertanian untuk di daerah Lamongan sendiri adalah sebesar 91%. Pertumbuhan ekonomi dari sektor pertanian di Lamongan sebesar 35.18%, tertinggi dibanding dengan sektor lain. Meskipun demikian, bukan berarti sistem pertanian di Lamongan sama sekali tidak ada masalah. Salah satu masalah yang terjadi setiap tahun adalah terjadinya kekeringan yang mengakibatkan banyak daerah kekurangan air bersih dan banyak petani juga jadi gagal panen. Pada penelitian ini akan dibuat sebuah sistem otomasi yang akan diimplementasikan pada mesin pompa air untuk mengisi tambak atau sawah. Sistem otomasi yang diusulkan dengan menggunakan sensor level air yang digunakan sebagai indikator akan ada atau tidaknya air di

sungai atau parit. Penelitian ini juga menerapkan protokol MQTT untuk mengirimkan data dari sistem otomasi pompa ke perangkat end user untuk bisa dilakukan monitoring. Untuk mengetahui validasi dari sistem, maka akan dilakukan pengujian dengan 2 metode yaitu metode otomatis dan metode manual. Pengujian metode otomatis dimaksudkan untuk validasi terhadap sistem otomasi, sedangkan metode manual untuk memastikan bahwa sistem pompa bisa diatur dari jarak jauh. Hasil dari pengujian yang dilakukan didapatkan bahwa sistem pompa dapat berjalan dengan baik pada pengujian metode otomatis dan manual.

Keywords— *Pompa air, sistem otomasi, MQTT, sensor level air, pertanian.*

PENDAHULUAN

Luas lahan di Indonesia yang saat ini bukan lagi berupa kawasan hutan, tetapi telah menjadi lahan pertanian atau lahan yang pernah digunakan adalah 70,2 juta ha, yang terdiri atas sawah, tegalan, pekarangan, perkebunan, padang penggembalaan, kayu-kayuan, dan tambak/kolam. Saat ini sekitar 30 persen lahan Indonesia digunakan untuk pertanian. Sektor pertanian Indonesia ditinjau dan diatur oleh Kementerian Pertanian Republik Indonesia [1]. Berdasarkan data dari BPS, total lahan pertanian Lamongan sebesar 91%. Angka yang cukup besar [2]. Angka tersebut mencakup semua potensi lahan yang dapat dijadikan lahan pertanian. Pertumbuhan ekonomi dari sektor pertanian sebesar 35.18%, tertinggi dibanding dengan sektor lain. Keberadaan bendungan Solo dan beberapa waduk buatan, seperti waduk Gondang, Kerekah, Kalen, Mbowo dan waduk waduk buatan lain sangat menunjang sektor pertanian di Lamongan [3].

Meskipun demikian, bukan berarti sistem pertanian di Lamongan sama sekali tidak ada masalah. Sebagai contoh kita ambil kasus ketika musim kemarau. Ketika musim kemarau, ketinggian air bendungan solo akan berkurang. Aliran air ke parit akan bergantian tiap wilayah, dalam artian tidak setiap saat ada. Begitu pula dengan kebutuhan tambak, tinggi air di tambak akan berkurang sewaktu waktu. Jika tambak sedang membutuhkan penambahan air dan air di parit belum datang, petani harus menunggu sampai air

datang. Air datang tidak tentu, bahkan tengah malam terkadang air baru mengalir di parit. Sering kali terjadi, air sudah tidak lagi mengalir di parit, petani baru datang, atau sudah dipompa oleh petani lain sehingga air sudah habis [4].

Adanya kesulitan petani dalam mendapatkan air dan tidak tahunya kapan air akan datang di parit pada musim panas mempengaruhi hasil panen petani nantinya bahkan bisa berujung buruk tambak tidak mendapatkan air sama sekali dan mengalami kekeringan, sehingga banyak petani yang rela begadang untuk menunggu air datang dengan waktu yang tidak belum pasti kapan akan datang dan petani perlu menyiapkan menyalakan pompa terlebih dahulu dan bila air sudah dirasa cukup petani perlu mematikan pompa secara manual dan hal ini membuat petani harus bekerja ekstra untuk mendapatkan air [5]. Salah satu cara untuk mengatasi ini adalah dengan cara dibuatnya pompa otomatis dengan menggunakan sensor level yang dapat mendeteksi volume air, dan ketinggian air pada parit. Sensor level memiliki sebuah magnet didalamnya dan apabila pengapung disampingnya menyentuh magnet maka sensor level akan aktif dan menyalakan pompa air. Dengan menggunakan sensor level ini petani tidak perlu menyalakan dan mematikan pompa secara manual. Selain itu untuk komunikasi datanya dilakukan dengan menggunakan protocol MQTT yang terbukti bisa tetap berjalan pada bandwidth yang rendah dan mempunyai delay yang rendah [6, 7, 8].

Beberapa penelitian yang telah dilakukan terkait sistem otomasi, protocol MQTT, dan pertanian diantaranya adalah dari S. R. Prathibha et al. [9] yang mengusulkan sebuah pemanfaatan dari teknologi yang sedang berkembang yaitu Internet of Things (IoT) untuk diterapkan pada bidang pertanian dengan menggunakan sistem otomatisasi. Salah satu hal yang dapat meningkatkan hasil tanaman secara efisien adalah dengan memantau kondisi lingkungan dari tanaman tersebut. Hal yang dipantau pada penelitian ini adalah diantaranya faktor suhu dan kelembapan dari lahan pertanian dengan menggunakan beberapa sensor dan chip CC3200. Hasil dari penerapan sistem ini dapat membantu memajukan panen dan produksi tanaman dari para petani.

Terdapat penelitian lain yang menerapkan IoT untuk bidang agriculture yang diusulkan oleh Miguel et al. [10] tentang platform untuk mengatasi kebutuhan budidaya tanaman di rumah kaca. Platform yang diusulkan menggunakan perangkat keras berbiaya rendah dan perangkat lunak open source yang diterapkan pada lokal, edge, dan cloud. Penelitian ini juga menggunakan protokol MQTT dan Constrained Application Protocol (CoAP) untuk dapat berkomunikasi dengan Cyber-Physical Systems (CPS). Hasil dari penelitian ini menghasilkan sebuah prototipe yang dapat diterapkan untuk mengelola tanaman hidroponik agar dapat menghasilkan produksi yang lebih baik.

Sedangkan untuk pembuatan system irigasi dengan memanfaatkan IoT juga pernah di usulkan oleh Erastus Ogunti [11] yang membangun system untuk memantau lahan pertanian dengan sensor dan mengotomatisasi system irigasi. Penelitian ini menggunakan database Thingspeak API menggunakan WIFI untuk transmisinya. Data sensor ditampilkan dalam sebuah halaman web untuk visualisasinya. Sistem ini menggunakan pompa DC untuk irigasinya dengan menggunakan power supply (5V – 12V).

Selain itu juga terdapat survey mengenai IoT untuk diterapkan pada bidang pertanian oleh D. Glaroudis et al. [12] yang menjelaskan bagaimana konsep IoT dalam menerapkan teknologinya di bidang pertanian. Indikator yang akan disurvei adalah mulai dari protokol yang digunakan, karakteristik dasar, kinerja, dan penggunaannya dalam aplikasi di bidang pertanian. Hasil dari survey menyimpulkan bahwa protocol yang sering digunakan pada bidang pertanian adalah MQTT, CoAP, XMPP, AMQP, DDS, REST-HTTP dan WebSocket. Selain itu dengan IoT akan dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan di masa depan dan dengan penggunaan yang efisien maka dapat memenuhi kebutuhan masyarakat dengan optimal. Tabel 1 merupakan perbandingan dari penelitian-penelitian sebelumnya dengan penelitian yang diusulkan.

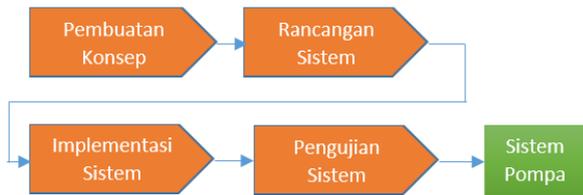
TABEL I. PERBANDINGAN PENELITIAN TERKAIT

Peneliti	S. R. Prathibha et al. [9]	Miguel et al. [10]	Erastus Ogunti [11]	M.R. Mufid et al. (Penelitian ini)
Penelitian yang diusulkan	Pembuatan system otomatisasi pada bidang pertanian menggunakan IoT	Pemanfaatan IoT untuk diterapkan pada budidaya tanaman rumah kaca	Pembuatan system untuk memantau lahan pertanian dengan sensor dan mengotomatisasi system irigasi	Pembuatan system otomasi untuk mesin pompa air tambak menggunakan IoT
Sensor yang digunakan	Sensor Temperature(TMP007), Sensor Humidity (HDC1010), Kamera (CC3200)	Temperature, humidity, CO2, pH meter, electrical conductivity, liquid consumption, pressure sensors	Temperature, Humidity and Soil moisture	Sensor Level, Sensor Humidity
Protocol Komunikasi	WIFI, GPRS, dan MMS	WIFI, MQTT, CoAP	WIFI, HTTP	WIFI, MQTT
Platform	Mobile	Web, Mobile	Web, Mobile	Web, Mobile
Year	2017	2019	2019	2021

Dalam penelitian ini, diajukan sebuah sistem pompa otomatis dengan menggunakan sensor level yang dapat mendeteksi volume air, dan ketinggian air pada parit atau sungai. Sensor level memiliki sebuah magnet didalamnya dan apabila pengapung disampingnya menyentuh magnet maka sensor level akan aktif dan menyalakan pompa air. Dengan menggunakan sensor level ini petani tidak perlu menyalakan dan mematikan pompa secara manual. Selain itu dalam proses pengiriman datanya kami juga menggunakan protocol MQTT sebagai komunikasinya agar lebih hemat energi dan lebih sedikit membutuhkan media penyimpanan.

METODE PENELITIAN

Penelitian mengenai pembuatan sistem otomasi pada pompa air tambak dan implementasi protokol MQTT untuk memudahkan pengiriman data untuk mengatasi kelangkaan air ini akan dibagi menjadi beberapa tahapan yaitu pembuatan konsep, perancangan sistem, implementasi sistem, dan pengujian atau analisa sistem. Gambar 1 merupakan mekanisme pekerjaan yang akan dikerjakan pada penelitian yang diusulkan.



Gambar. 1. Tahapan Penelitian yang dilakukan

1. Pembuatan Konsep

Pada tahap ini, rancangan dan tujuan dari pembuatan sistem mulai di buat. Dimana tujuan awal dari penelitian ini adalah untuk mengatasi kelangkaan air yang sering terjadi saat musim kemarau terutama didaerah Lamongan. Daerah Lamongan merupakan salah satu daerah di Jawa Timur yang selalu mengalami permasalahan kelangkaan air ketika musim kemarau dan kabnjiran saat musim hujan. Untuk mengatasi permasalahan kelangkaan air ini maka peneliti mengajukan sebuah sistem otomasi yang diterapkan pada pompa air tambak agar petani tidak perlu mengecek ke sungai untuk mencari air secara manual, dikarenakan para petani tidak tahu kapan air akan datang. Selain itu pada penelitian ini juga menerapkan protokol MQTT untuk diterapkan pada sistem agar lebih memudahkan sistem dalam mengirimkan data ke end user. Karena protokol MQTT hanya membutuhkan energi yang sedikit dan format data yang sederhana. Pada penelitian ini juga menyediakan fitur end user berupa aplikasi android yang digunakan untuk mengatur dan memantau kondisi sistem otomasi pompa dari jarak jauh. Sehingga para petani tetap bisa mengairi sawah atau tambaknya tanpa perlu datang ke tambak secara langsung.

2. Rancangan Sistem

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai bagaimana sistem dari penelitian ini dirancang untuk dijadikan sebuah sistem otomasi pompa air tambak yang siap dijalankan. Rancangan dari penelitian ini akan dibagi menjadi beberapa tahapan, diantaranya adalah tahapan pembuatan sistem otomasi, pembuatan sistem pompa, penerapan protokol MQTT dan pembuatan aplikasi end user seperti yang terlihat pada gambar 2.



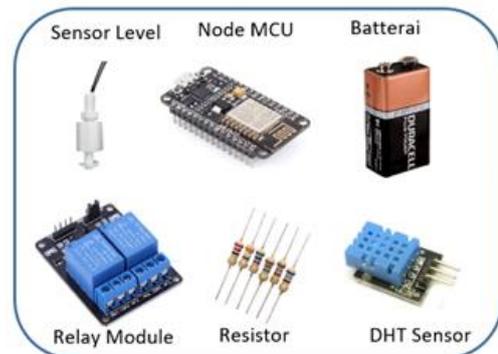
Gambar. 2. Rancangan Sistem Penelitian

A. Pembuatan sistem otomasi

Tahapan ini bertujuan untuk menjelaskan bagaimana sistem otomasi akan dirancang. Gambar 3 merupakan sebagian besar bahan-bahan yang digunakan untuk membuat sistem otomasi untuk diterapkan pada pompa air tambak. Sistem otomasi pada penelitian ini terdiri dari Node MCU yang digunakan sebagai mikrokontroler. Mikrokontroler merupakan komponen utama pada sistem kontrol. Mikrokontroler membaca dan mengolah kondisi yang diberikan sensor. Apabila kondisi terpenuhi sesuai logika yang dibenamkan melalui program, mikrokontroler akan memberikan respon melalui aktuator.

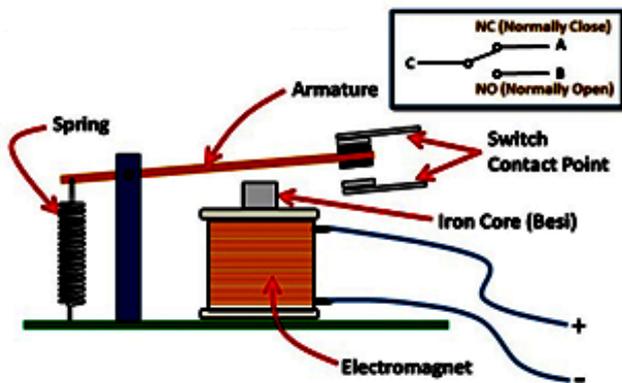
Node MCU 32S dipilih sebab memiliki fitur yang sesuai dengan kriteria yang dibutuhkan. Node MCU 32S didesain untuk memenuhi kebutuhan IoT dengan adanya fitur WiFi bawaan. Node MCU 32S memiliki dual core prosesor, mendukung kebutuhan komputasi yang berat dan kompleks untuk memenuhi kebutuhan IoT. Memiliki GPIO yang banyak, sangat cukup untuk dijadikan IoT Node [13, 14].

Selain Node MCU juga terdapat sensor level air yang akan diterapkan pada sistem otomasi ini. Sensor level air ini digunakan untuk menganalisa kondisi air disungai, dengan cara mengukur ketinggian air yang ada di sungai atau di parit. Jika terdapat air yang melewati sensot level air ini, maka pompa air akan dinyalakan secara otomatis [15]. Peletakan sensor level air ini akan ditempatkan di dua tempat, yaitu di tambak dan di sungai untuk menganalisa kondisi ketinggian air.



Gambar. 3. Bahan utama sistem otomasi pompa air

Didalam penelitian ini juga terdapat sebuah aktuator yang akan diterapkan pada sistem ini. Aktuator atau sebuah alat mekanis yang digunakan untuk mengontrol sebuah sistem, seperti halnya sistem Pada penelitian ini menggunakan aktuator relay two channel. Relay secara prinsip adalah suatu piranti yang menggunakan elektromagnet untuk mengoperasikan seperangkat kontak sakelar. Susunan paling sederhana terdiri dari kumparan kawat penghantar yang dililit pada inti besi. Jika kumparan ini dialiri listrik, maka otomatis inti besi akan menjadi magnet dan menarik penyangga, sehingga kondisi yang awalnya tertutup menjadi terbuka. Namun, jika kumparan tidak lagi dialiri listrik, maka pegas akan menarik ujung penyangga dan menyebabkan kondisi yang awalnya terbuka menjadi tertutup. Berikut rangkaiam sederhana relay pada gambar 4. Dimana struktur relay terdiri dari 4 komponen dasar diantaranya adalah Spring, Elektromagnet, Armature, dan Sakalr. Kemudian juga terdapat DHT sensor untuk mengukur suhu dan kelembapan lingkungan. Serta baterai sebagai sumber daya untuk diterapkan pada sistem ini.



Gambar. 4. Struktur relay

B. Pembuatan sistem pompa

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai bagaimana sistem pompa akan dirancang agar bisa dikombinasikan dengan sistem otomasi yang sudah dibuat. Gambar 5 menunjukkan sebuah rancangan dari sistem pompa dan sistem power yang digunakan didalam penelitian ini. Pompa air yang digunakan bisa berasal dari pompa air yang biasa dimiliki oleh petani yaitu jenis pompa air irigasi. Sedangkan untuk sumber energinya, disini disediakan sebuah solar cell yang dilengkapi dengan sistem power. Sistem power disini terdiri dari berbagai macam peralatan. Diantaranya adalah Charger controller berfungsi untuk mengatur proses charging battery sehingga meminimalisir adanya kerusakan akibat arus balik dari battery ke solar panel. Selain itu charger controller memiliki peran mengatur energy yang diserap beban. Apabila battery dalam kondisi kosong maka supply ke beban akan otomatis diputus. Selain charger controller juga disini menggunakan battery berjenisVRLA (Valve Regulated Lead Acid) yang cocok digunakan untuk proses charge discharge yang tinggi. Spesifikasi voltase 12V 100 AH. Jika battery diisi penuh maka akan habis dalam waktu 1 Jam dengan beban 100 Ampere. Dengan kata lain akan habis dalam waktu 100 Jam jika dengan beban 1 Amper.

Sedangkan untuk solar cell yang digunakan dalam peneiltian ini menggunakan 2 Modul Surya Len 260 WP Monocrystalline yang mempunyai daya 260 Watt Peak

(WP). Dimana dengan menggunakan 2 solar cell 260 WP dapat menghasilkan daya maksimum sebesar 520 watt. Sedangkan untuk pompa air yang digunakan menggunakan pompa air jet pump SHIMIZU yang mempunyai daya 500 watt.

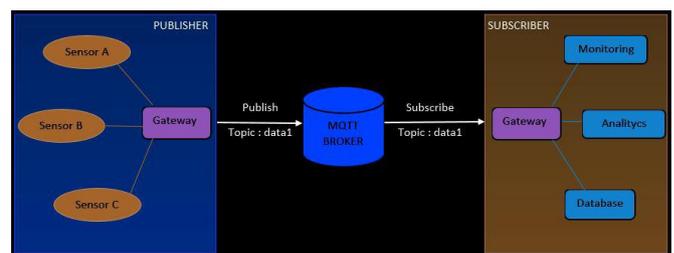


Gambar. 5.Sistem pompa dan sistem power

C. Penerapan protokol MQTT dan pembuatan aplikasi end user

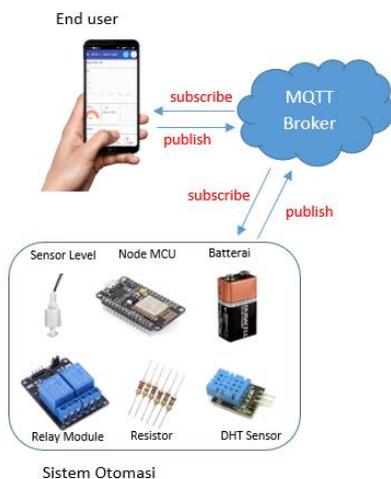
Pada penelitian ini juga menerapkan sebuah protokol yang digunakan untuk membantu dalam memudahkan proses pengiriman data. Protokol yang digunakan adalah protokol MQTT. MQTT (Message Queuing Telemetry Transpor) merupakan sebuah protokol yang berjalan di atas stack TCP/IP dan dirancang khusus untuk machine to machine yang tidak memiliki alamat khusus. Seperti halnya sebuah arduino, raspi, atau device lain yang tidak memiliki alamat khusus. Sistem kerja MQTT menerapkan publish dan subscribe data. Untuk penerapannya, device akan terhubung pada sebuah broker dan topic tertentu.

Gambar 6 menunjukkan konsep cara kerja dari protokol MQTT yang terdapat terdapat 3 bagian penting yaitu Publisher, Broker dan Subscriber. Broker pada MQTT berfungsi untuk handle data publish dan subscribe dari berbagai device, bisa diibaratkan sebagai server yang memiliki alamat IP khusus. Contoh dari broker adalah Mosquitto, HibeMQ dan Mosca. Publish merupakan cara suatu device untuk mengirim datanya ke subscribes. Biasanya terhubung dengan sensor tertentu. Sedangkan Subscribe merupakan cara device untuk menerima berbagai macam data dari publisher. Subscribe dapat berupa aplikasi monitoring sensor, yang nantinya akan meminta data dari publisher. Dan yang terakhir topic, seperti halnya pengelompokan data disuatu kategori tertentu. Pada sistem kerja MQTT, topic bersifat wajib. Pada setiap transaksi data antara publisher dan subscriber harus memiliki suatu topic tertentu.



Gambar. 6.Konsep dari MQTT

Gambar 7 menunjukkan tentang bagaimana protocol MQTT diterapkan pada sistem. Dimana yang bertindak sebagai Publisher pada sistem ini adalah pada sistem otomasi yang dibuat. Dimana sistem otomasi ini terdiri dari micro controller Node MCU yang bertugas untuk membaca kondisi ketiga sensor, mengolah dan mengeksekusi program secara langsung sesuai dengan perancangan sistem. Selain itu Node MCU juga berkomunikasi dengan broker MQTT melalui koneksi internet yang disediakan. Yang bertindak sebagai broker pada penelitian ini adalah cloudMQTT. Dimana ketika data diterima pada cloudMQTT, maka selanjutnya data akan dicocokkan dengan topik-topik yang di subscribe oleh subscriber. Subscriber pada penelitian ini adalah aplikasi yang ada di end user. Dimana di end user akan bisa mendapatkan data yang subscribe dari broker dan bisa ditampilkan dalam bentuk dashboard mobile.



Gambar. 7. Penerapan protocol MQTT pada Sistem

Gambar 8 merupakan tampilan dari dashboard yang dibuat pada aplikasi mobile. Untuk dapat memonitor dan mengontrol dari jarak jauh, maka Sistem pompa memiliki sebuah dashboard. Dashboard tersebut merupakan aplikasi android yang menampilkan informasi kondisi sensor dan kondisi pompa. Untuk dapat mengontrol maka terdapat tambahan komponen switch untuk menyalakan dan mematikan pompa dari jarak jauh.



Gambar. 8. Rancangan dashboard aplikasi end user

3. Implementasi Sistem

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai bagaimana sistem dari penelitian ini akan diimplementasikan. Setelah tahap perancangan sistem dari penelitian ini selesai dibuat. Maka proses implementasi siap dilakukan. Dimana proses implementasi akan dibagi menjadi beberapa tahapan. Diantaranya adalah tahapan untuk implementasi sistem dalam membuat sebuah sistem otomasi. Tahapan yang kedua adalah tahapan untuk menerapkan hasil sistem otomasi yang dibuat kedalam sistem pompa. Pembuatan sistem pompa dalam penelitian ini akan ditunjang dengan solar cell sebagai sumber energinya. Kemudian tahap berikutnya adalah proses implementasi protokol MQTT untuk memudahkan dalam mengirimkan data ke end user. End user dari penelitian ini dibuat dengan menggunakan aplikasi berbasis android.

4. Pengujian Sistem

Setelah proses implementasi selesai, maka tahapan selanjutnya adalah proses pengujian sistem. Pengujian ini dilakukan agar bisa dilihat apakah sistem sudah berjalan dengan benar atau belum. Proses pengujian ini akan di bagi menjadi dua skenario. Skenario yang pertama adalah skenario pengujian secara manual. Pengujian secara manual ini diharapkan agar sistem pompa bisa dilihat apakah pompa bisa dikontrol dari jarak jauh atau tidak. Sedangkan skenario pengujian yang kedua adalah skenario pengujian secara otomatis. Dimana skenario pengujian ini dimaksudkan agar bisa melihat apakah sistem bisa nyala atau mati secara otomatis ketika sensor level terdapat air baik disungai maupun di tambak. Skenario selanjutnya adalah pengujian pada protocol MQTT yang digunakan pada penelitian ini, yang akan dibandingkan dengan protocol lain seperti HTTP dan XMPP.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian hasil dan pembahasan ini akan dilakukan implementasi sistem dan proses pengujian terhadap sistem yang sudah diimplementasikan. Pada tahapan ini akan dilakukan pengujian mengenai bagaimana sistem akan diimplementasikan. Sistem akan dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu implementasi sistem pada perangkat hardware dan implementasi disisi software.

A. Pembuatan Perangkat keras (system otomasi pompa air)

Suatu sistem terdiri dari sejumlah komponen yang saling berinteraksi, yang artinya saling bekerja sama membentuk satu kesatuan. Dalam sistem pengisian tambak otomatis yang diperkaya dengan IoT terdapat komponen-komponen yang digunakan, yaitu detector air, mikro controller, actuator, catudaya, solar panel, charger controller, dan baterai.

1) Detektor Air

Gambar 9 merupakan tampilan dari detector air yang terdiri dari 3 Sensor Level, yang kita beri nama dengan sensor LL, sensor PL, dan sensor LH. Sensor Level memiliki fitur kedap air, maka dalam penerapannya sensor diletakkan langsung bersinggungan dengan air atau terendam oleh air. Sensor PL diletakkan di parit dengan posisi terendah yang kita inginkan. Posisi ini sesuai dengan yang kita harapkan kapan pompa akan mulai memompa. Sensor LL dipasang pada tambak dengan posisi terendah, pada posisi ini pengguna berharap menjadi level kritis terendah. Sensor LH diletakkan pada tambak dengan posisi tertinggi, dalam artian

jika air telah menyentuh sensor LH menandakan tambak sudah terisi penuh. Sensor LH menjaga agar tambak tidak terisi sampai meluap.



Gambar. 9. Detektor Air

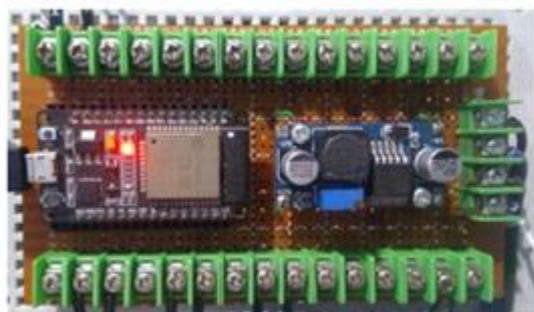


Gambar. 11. Aktuator Relay

2) Mikro Kontroller

Gambar 10 merupakan tampilan dari Mikro Kontroller yang dibuat pada sistem penelitian ini yang terdiri Node MCU, relay, sensor DHT, dan beberapa komponen lain. Node MCU diletakkan pada box yang aman ketika terjadi hujan, sebab diletakkan outdoor. Node MCU berkomunikasi dengan broker MQTT melalui koneksi internet yang disediakan oleh modem. Node MCU bekerja dengan dua mode, mode auto lokal dan manual remote. Secara default Node MCU bekerja secara auto lokal, mode manual remote hanya terjadi jika bypass kontrol diaktifkan dari Sistem pompa Dashboard.

Pada mode auto lokal Node MCU membaca kondisi ketiga sensor, mengolah dan mengeksekusi program secara langsung sesuai dengan perancangan sistem. Pada dasarnya jika tersedia air di parit dan tambak belum penuh maka Node MCU akan memerintahkan relay untuk menyalakan pompa sampai air di parit habis atau tambak dalam kondisi penuh.



Gambar. 10. Mikro Kontroller

3) Aktuator

Gambar 11 merupakan tampilan actuator yang dibuat pada sistem ini. Aktuator menggunakan modul dual channel relay SPDT. Kanal satu untuk pompa utama dan kanal dua untuk pompa booster. Pada sisi input disambungkan dengan kaki mikro kontrololler, sedangkan pada sisi output disambungkan ke pompa air seperti pada gambar berikut.

4) Catudaya

Catudaya pada Sistem pompa dirancang untuk mandiri. Catudaya Sistem pompa dan beban dibuat berbeda, tergantung beban yang digunakan. Sistem pompa menggunakan PLTS sebagai sumber energy. Komponen pendukungnya antara lain Solar Panel, Charger Kontroller dan battery sebagai penyimpan energy.

5) Solar Panel

Gambar 12 merupakan tampilan dari solar panel yang diuji coba pada penelitian ini. Solar panel yang digunakan berkapasitas 20WP. Jika efektifnya sehari 4 jam maka sehari dapat menampung energy sebesar $20 \times 4 = 80$ watt jam per hari, angka tersebut sudah sangat cukup untuk mensupply sistem pompa dengan daya rendah kurang lebih 80 watt. Jika untuk mengaktifkan pompa air yang lebih besar untuk mengairi tambak dengan daya 500 watt, maka dibutuhkan 2 Modul Surya Len 260 WP Monocrystalline yang mempunyai daya 260 Watt Peak (WP). Dimana dengan menggunakan 2 solar cell 260 WP dapat menghasilkan daya maksimum sebesar 520 watt. Perhitungan ini didasarkan pada kondisi berikut.

Daya Pompa air : 500 watt

Rata-rata pompa menyala : 3 jam

Total Daya yang dibutuhkan : $500 \times 3 = 1500$ watt

Panel Surya 260 WP menghasilkan daya maksimal : 260 watt

Rata-rata Efektifitas matahari : 4 jam

Total Daya yang dihasilkan panel surya : $2 \text{ panel} \times 260W \times 4 \text{ jam} = 2080$ watt

Dari perhitungan tersebut, maka dengan 2 Modul Surya Len 260 WP dapat memungkinkan untuk menghidupkan pompa air dengan daya 500 watt kurang lebih 3 sampai 4 jam.



Gambar. 12. Tampilan Solar Panel Sistem

6) Charger Controller

Gambar 13 merupakan tampilan dari charger controller. Charger controller berfungsi untuk mengatur proses charging battery sehingga meminimalisir adanya kerusakan akibat arus balik dari battery ke solar panel. Selain itu charger controller memiliki peran mengatur energy yang diserap beban. Apabila battery dalam kondisi kosong maka supply ke beban akan otomatis diputus. Pengisian battery disetting mengisi minimal 13 V dan berhenti jika sudah 14.3 V. sedangkan penggunaan battery akan diputus jika battery tinggal 9.9 V.



Gambar. 13. charger controller

7) Battery

Gambar 14 merupakan tampilan dari baterai yang digunakan pada penelitian ini. Dimana menggunakan battery berjenis VRLA (Valve Regulated Lead Acid) yang cocok digunakan untuk proses charge discharge yang tinggi. Spesifikasi voltase 12V 100 AH. Jika battery diisi penuh maka akan habis dalam waktu 1 Jam dengan beban 100 Amper. Dengan kata lain akan habis dalam waktu 100 Jam jika dengan beban 1 Amper.



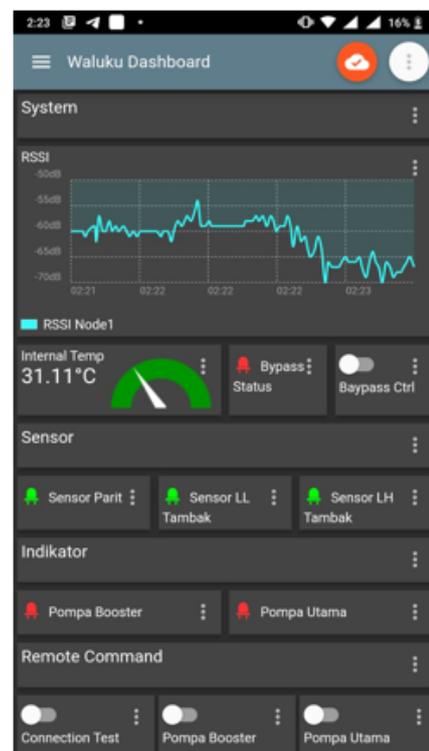
Gambar. 14. VRLA Battery

B. Pembuatan perangkat lunak (system otomasi pompa air)

Pada sisi software terdapat dua bagian utama, dashboard dan MQTT broker. Pada sisi dashboard merupakan front end atau interface untuk pengguna. Sedangkan MQTT broker merupakan back end atau server dan protocol yang digunakan pada system pompa.

1) Dashboard system pompa

Untuk dapat memonitor dan mengontrol dari jarak jauh, maka Sistem pompa memiliki sebuah dashboard. Dashboard tersebut merupakan aplikasi android yang menampilkan informasi kondisi sensor dan kondisi pompa. Untuk dapat mengontrol maka terdapat tambahan komponen switch untuk menyalakan dan mematikan pompa dari jarak jauh. Penampilan dashboard secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar 15, pada dashboard memiliki tiga bagian utama, sistem, monitoring dan kontrol. Pada bagian sistem terdapat monitoring kuatnya sinyal wifi (RSSI), temperature internal mikrokontroler, status bypass dan switch untuk bypass. Pada bagian monitoring menampilkan status pompa dan kondisi ketiga sensor. Pada bagian control terdapat switch untuk menyalakan dan mematikan kedua pompa. Untuk lebih jelasnya dijabarkan sebagai berikut.



Gambar. 15. Dashboard system pompa

2) Panel System

Panel System berisi informasi kondisi sistem. Menampilkan kuat sinyal wifi (RSSI), internal temperature dan bypass kontrol status. Pada panel system juga terdapat satu kontrol yakni bypass kontrol untuk memilih mode otomatis di lokal atau manual melalui remote. Semua komponen tersebut dapat ditampilkan sebab telah ditautkan ke masing masing topik. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 16. Bypass kontrol digunakan ditambahkan agar pengguna dapat melakukan kontrol ke system tanpa memperdulikan logika pembacaan sensor di lokal. Ketika

pengguna mengaktifkan mode bypass, Dashboard mengirimkan sinyal bypass ke mikrokontroler melalui MQTT dengan topik “sistem pompa/bypassCtrl”. Ketika payload diterima oleh mikrokontroler maka mikrokontroler akan melepas mode auto menjadi mode manual remote. Pada mode ini mikrokontroler menunggu perintah selanjutnya dari pengguna. Mode bypass akan lepas jika pengguna mematikan dari dashboard. Ketika bypass non aktif maka mikrokontroler kembali ke mode auto dengan menjalankan sequence seperti biasa.



Gambar. 16. Tampilan panel system

3) Panel Monitoring

Pada panel monitoring hanya menampilkan indikasi dan status dari system. Indikator yang ditampilkan meliputi indikator sensor parit, memiliki warna dasar merah, jika sensor mendeteksi adanya air di parit maka akan berubah menjadi warna hijau. Ke dua indikator sensor LL, merupakan sensor level terendah yang ada di tambak. Memiliki warna dasar merah, jika tersentuh air maka akan berubah menjadi hijau. Ke tiga indikator sensor LH, merupakan sensor level tertinggi air tambak. Memiliki warna dasar merah, jika sensor terendam air maka akan berubah menjadi hijau.

Selain menampilkan indikasi sensor, panel monitoring juga menampilkan status pompa. Ada dua komponen, status main pump dan boost pump. Status main pump menampilkan kondisi pompa utama, jika pompa utama jalan maka akan berwarna hijau, jika pompa utama berhenti maka akan berwarna merah. Begitu pula dengan status untuk pompa booster. Semua komponen terkait pada masing topik. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 17.

Panel monitoring bekerja pasif. Jika ada perubahan status dari mikrokontroler maka akan dikirim dan ditampilkan pada panel monitoring. Sebagai contoh indikasi sensor parit. Jika sensor parit mendeteksi adanya air di parit maka mikrokontroler akan mengirim payload ke MQTT menggunakan topik “sistem pompa/pl”, maka payload akan diterima oleh dashboard dan ditampilkan pada panel yang memiliki topik yang sama.



Gambar. 17. Tampilan panel kontrol

4) MQTT Broker

Pada proyek ini mempergunakan broker yang disediakan oleh Eclipse Organization. Untuk konfigurasi broker adalah sebagai berikut.

MQTT Broker Address: mqtt.eclipse.org

Client ID: Sistem pompaN01

Network Protocol: TCP

Port Number: 1883

Sedangkan untuk topik yang digunakan sebagai berikut:

TABEL II. TABEL TOPIK

Nomor	Topik	Keterangan
1	sistem pompa/mainPump	Topik untuk control pompa utama
2	sistem pompa/mainPumpState	Topik feedback pompa utama
3	sistem pompa/boostPump	Topik untuk control pompa booster
4	sistem pompa/boostPumpState	Topik feedback pompa booster
5	sistem pompa/rssiNode1	Topik untuk RSSI
6	sistem pompa/bypassCtrl	Topik untuk control bypass
7	sistem pompa/bypassState	Topik feedback bypass
8	sistem pompa/ll	Topik sensor LL
9	sistem pompa/lh	Topik sensor LH
10	sistem pompa/pl	Topik sensor PL
11	sistem pompa/intTemp	Topik internal temperature

C. Pengujian pada alat secara otomatis

Pengujian pertama dilakukan secara otomatis untuk menguji apakah sensor bekerja dengan baik atau tidak. Jika sedang dalam mode otomatis alat akan mengambil data dari sensor contohnya ketika air di tambak berada di level sensor bawah dan air pada parit melebihi sensor maka alat akan bekerja dengan menyalakan pompa. dan hasilnya, sensor dapat mendeteksi ketinggian air dengan benar dan air secara otomatis akan keluar. Gambar 18 merupakan gambar pada saat pengujian secara otomatis.



Gambar. 18. Tampilan mesin pompa pada saat pengujian

D. Pengujian pada alat secara manual

Pengujian kedua dilakukan secara manual sesuai perintah pada aplikasi android. Pada mode manual alat akan bekerja ketika tombol pada bagian sensor digunakan, contohnya jika tombol sensor parit dinyalakan dan sensor LH dinyalakan maka alat akan menerima data dan menyalakan pompa hal ini sama seperti jika air pada parit melebihi sensor parit dan air pada tambak kurang dari sensor LH maka pompa akan menyala. Gambar 19 merupakan gambar pada saat pengujian secara manual. Tabel 3 merupakan perbandingan pengujian berdasarkan tugas yang diberikan baik melalui scenario manual maupun otomatis. Dari table dapat dilihat bahwa system sudah berjalan dengan baik dimasing-masing scenario.

TABEL III. PENGUJIAN BERDASARKAN TUGAS

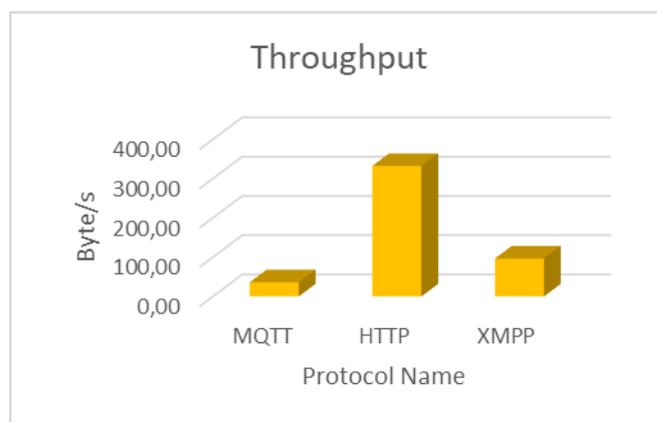
No.	Tugas	Manual	Otomatis
1	Menghidupkan pompa air tambak	Berjalan dengan baik	Berjalan dengan baik
2	Mematikan pompa air tambak	Berjalan dengan baik	Berjalan dengan baik



Gambar. 19. Tampilan saat menguji mesin pompa secara manual melalui mobile

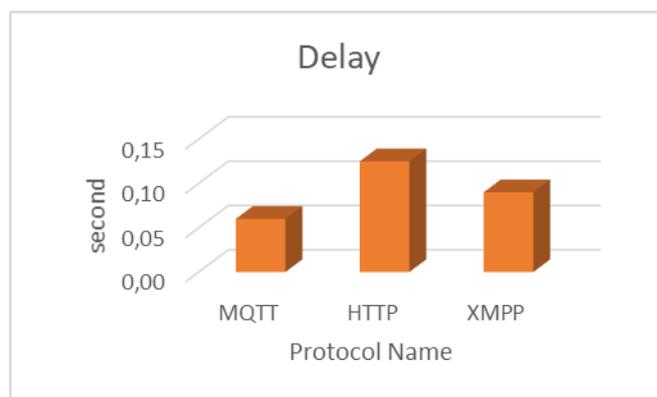
E. Analisa Protocol MQTT

Untuk mengetahui apakah protocol MQTT berjalan dengan baik atau tidak pada system otomasi mesin pompa air, maka pada penelitian dilakukan pengujian protocol MQTT dengan protocol lain seperti protocol HTTP, dan XMPP. Parameter yang akan diuji adalah mengenai throughput, dan delay [16]. Gambar 20 merupakan grafik perbandingan throughput antara protocol MQTT, HTTP, dan XMPP. Dari gambar tersebut didapatkan data bahwa throughput dari MQTT mempunyai nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan protocol HTTP, dan XMPP. Hal ini dikarenakan pada header protocol MQTT dibangun dengan ukuran kecil agar dapat bisa mengoptimalkan bandwidth jaringan. Melihat dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan protocol MQTT maka sistem otomasi mesin pompa air akan mampu berjalan dengan kondisi bandwidth yang kecil.



Gambar. 20. Grafik throughput MQTT, HTTP, dan XMPP

Sedangkan untuk menganalisa delay dari protocol MQTT, HTTP, dan XMPP bisa dilihat pada gambar 21. Gambar 21 merupakan grafik perbandingan delay antara protocol MQTT, HTTP, dan XMPP. Dari gambar tersebut didapatkan data bahwa delay dari MQTT mempunyai nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan protocol HTTP, dan XMPP. Hal ini dikarenakan header protocol MQTT yang berukuran kecil, sehingga memungkinkan data bisa terkirim dengan lebih cepat dibandingkan protocol yang lain. Melihat dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan protocol MQTT maka sistem otomasi mesin pompa air akan bisa lebih cepat dalam melakukan pengiriman data dibandingkan protocol XMPP dan HTTP.



Gambar. 21. Grafik delay MQTT, HTTP, dan XMPP

KESIMPULAN

Salah satu masalah yang terjadi setiap tahun adalah terjadinya kekeringan yang mengakibatkan banyak daerah kekurangan air bersih dan banyak petani juga jadi gagal panen. Pada penelitian ini akan dibuat sebuah sistem otomasi yang akan diimplementasikan pada mesin pompa air untuk mengisi tambak atau sawah. Sistem otomasi yang diusulkan dengan menggunakan sensor level air yang digunakan sebagai indikator akan ada atau tidaknya air di sungai atau parit. Penelitian ini juga menerapkan protokol MQTT untuk mengirimkan data dari sistem otomasi pompa ke perangkat end user untuk bisa dilakukan monitoring. Dari pengujian yang dilakukan didapatkan hasil bahwa sistem otomatis pada pompa dengan menerapkan protokol MQTT bisa berjalan dengan baik. Dari pengujian juga didapatkan bahwa system otomasi yang diusulkan untuk diimplementasikan pada mesin pompa dapat berjalan secara otomatis untuk melakukan pengisian air tambak dengan memanfaatkan sensor level dan dapat dipantau melalui smartphone. Untuk penelitian selanjutnya perlu diterapkan system keamanan yang lebih baik, dikarenakan system ini dibuat di luar ruangan yang memungkinkan terjadinya pencurian.

PENGHARGAAN

Ucapan terima kasih peneliti sampaikan kepada institusi Politeknik Elektronika Negeri Surabaya telah menjadi sponsor dari penelitian lokal ini melalui pusat penelitian dan pengabdian masyarakat Politeknik Elektronika Negeri Surabaya.

REFERENSI

- [1] Isdiyana Kusuma Ayu, Benny Krestian Heriawanto, "Perlindungan Hukum Terhadap Lahan Pertanian Akibat Terjadinya Alih Fungsi Lahan di Indonesia," *JU-ke (Jurnal Ketahanan Pangan)* vol. 2, no. 2 pp. 122-130, 2018.
- [2] Elza Surmaini, Fahmuddin Agus, "Climate Risk Management For Sustainable Agriculture In Indonesia: A Review/Pengelolaan Resiko Iklim untuk Pertanian Berkelanjutan di Indonesia: Sebuah Tinjauan." *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, vol.39, no. 1, pp. 48-60, 2020.
- [3] W. Abbas, A. Muhtarom, N. Badriyah, and A. R. Kadir, "Economic determination in increasing agricultural production in Lamongan district," In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 575, no. 1, pp. 012045. IOP Publishing, 2020.
- [4] Ifandi, Slamet, and Yustika Aulia Rahma. "Potential of Ecology based Agrotourism for Agricultural Education in Besur Village, Lamongan Regency." *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, vol. 12, no. 3, pp. 335-342, 2020.
- [5] E. Hamidah, E. S. Rahayu, J. Sutrisno, and S. Marwanti. "Economic analysis of sweet potato (*Ipomoea batata* L.) farming in Lamongan regency." In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 637, no. 1, p. 012016. IOP Publishing, 2021.
- [6] Light, Roger A. "Mosquito: server and client implementation of the MQTT protocol." *Journal of Open Source Software*, vol. 2, no. 13, pp. 265, 2017.
- [7] Konglong Tang, Yong Wang, Hao Liu, Yanxiu Sheng, Xi Wang, and Zhiqiang Wei, "Design and implementation of push notification system based on the MQTT protocol," In *International Conference on Information Science and Computer Applications (ISCA 2013)*, pp. 116-119. Atlantis Press, 2013.
- [8] Hyun Cheon Hwang, JiSu Park, and Jin Gon Shon. "Design and implementation of a reliable message transmission system based on MQTT protocol in IoT." *Wireless Personal Communications*, vol. 91, no. 4, pp. 1765-1777, 2016.
- [9] S. R. Prathibha, A. Hongal, M. P. Jyothi, "IoT based monitoring system in smart agriculture," In 2017 international conference on recent advances in electronics and communication technology (ICRAECT), pp. 81-84, 2017.
- [10] M. A. Zamora-Izquierdo, J. Santa, J. A. Martínez, V. Martínez, A. F. Skarmeta, "Smart farming IoT platform based on edge and cloud computing," *Biosystems engineering*, Vol. 177, pp. 4-17, 2019.
- [11] Erastus Ogunti. "IoT Based Crop Field Monitoring and Irrigation Automation System." *IJISSET-International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology*, vol. 6, no. 3, 2019.
- [12] D. Glaroudis, A. Iossifides, P. Chatzimisios, "Survey, comparison and research challenges of IoT application protocols for smart farming," *Computer Networks*, Vol. 168, pp. 107037, 2020.
- [13] Khusnul Khotimah, Mohammad Robihul Mufid, Arif Basofi, Saniyatul Mawaddah, Nurul Fuad, "Sistem Diagnosis dan Mitigasi Risiko COVID-19 Menggunakan Sistem Pakar dan Web Scraping", *International Electronics Symposium (IES)*, pp. 577 - 583, 2020.
- [14] Mohammad Robihul Mufid, M. Udin Harun Al Rasyid, and Iwan Syarif. "Performance Evaluation of PEGASIS Protocol for Energy Efficiency." In 2018 International Electronics Symposium on Engineering Technology and Applications (IES-ETA), pp. 241-246. IEEE, 2018.
- [15] Miseon Shim, Han-Jeong Hwang, Do-Won Kim, Seung-Hwan Lee, and Chang-Hwan Im, "Machine-learning-based diagnosis of schizophrenia using combined sensor-level and source-level EEG features," *Schizophrenia research*, vol. 176, no. 2-3, pp. 314-319, 2016.
- [16] Mohammad Robihul Mufid, M. Udin Harun Al Rasyid, and Iwan Syarif. "Enhanced PEGASIS using Dynamic Programming for Data Gathering in Wireless Sensor Network." *EMITTER International Journal of Engineering Technology*, vol. 7, no. 1, pp. 176-199, 2019.