

Skema Pendanaan: MADYA

LAPORAN PENELITIAN



INTERGRASI SISTEM KOMUNIKASI LORA DAN SISTEM KENDALI JARAK JAUH DALAM OTOMATISASI PERTANIAN DENGAN INTERNET OF THINGS.

TIM PENELITIAN

Ketua : Yani Prabowo, S.Kom, M.Si (030560)

**FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS BUDI LUHUR
SEPTEMBER 2024**

HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN PENELITIAN

Judul Penelitian : Intergrasi sistem komunikasi lora dan sistem kendali jarak jauh dalam otomatisasi pertanian dengan internet of things

Bidang Penelitian : ICT

Ketua Peneliti

- a. Nama Lengkap : Yani Prabowo,S.Kom,M.Si
- b. NIP/NIDN/ID-SINTA : 030560/0331057703/5988936
- c. Jabatan Fungsional : (Lektor)
- d. Program Studi : Sistem Komputer
- e. Nomor HP : 081574172025
- f. Alamat e-mail : yani.prabowo@budiluhur.ac.id

Mahasiswa (1)

- a. Nama Lengkap : Abdullah kafabihi
- b. NIM : 2313500098

Lama Penelitian : 6 bulan

Biaya Penelitian

Sumber Universitas Budi Luhur : Rp.7.490.000

Jakarta, 10-9-2024

Mengetahui,
Dekan/Kepala Pusat Studi



(Achmad Solichin,S.Kom,M.T.I)
NIP 050023

Pelaksana

(Yani Prabowo,S.Kom,M.Si)
NIP 030560



Menyetujui,
Dekan/Kepala Pusat Studi dan Pengabdian Kepada Masyarakat
(Prudensius Maring, M.A.)
NIP 190043

No. Skripsi :	0	2	7	0	3	UP :	0	0	2	4
Tanggal :	1	7	0	9	2	4	Pengetik :			

RINGKASAN

Integrasi sistem komunikasi LoRa (Long Range) dan sistem kendali jarak jauh dalam otomatisasi pertanian dengan Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32, Arduino nano dan STM32 bertujuan untuk meningkatkan efisiensi manajemen pertanian secara cerdas. LoRa digunakan sebagai protokol komunikasi nirkabel jarak jauh untuk mengumpulkan data dari sensor-sensor yang tersebar luas di lahan pertanian, seperti sensor kelembaban tanah, suhu. Mikrokontroler ESP32 berfungsi sebagai pengendali utama yang memproses data dari sensor dan mengirimkannya secara real-time ke pusat kendali melalui jaringan LoRa. Modbus digunakan sebagai protokol komunikasi serial standar untuk menghubungkan sensor, aktuator, dan perangkat lainnya, sehingga memastikan kompatibilitas antar perangkat. Selain itu, Node-RED digunakan sebagai antarmuka grafis (GUI) untuk mengelola aliran data, mengontrol proses otomatisasi, dan memberikan visualisasi data secara real-time kepada pengguna. Integrasi antara LoRa, ESP32, Modbus, dan Node-RED menciptakan sistem otomatisasi pertanian yang andal dan efisien, memungkinkan pengelolaan jarak jauh untuk irigasi, pemupukan, dan pemantauan lingkungan, sehingga meningkatkan produktivitas pertanian dan optimasi penggunaan sumber daya.

PRAKATA

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penelitian ini dengan judul *"Integrasi Sistem Komunikasi LoRa dan Sistem Kendali Jarak Jauh dalam Otomatisasi Pertanian dengan Internet of Things (IoT) menggunakan Modbus, Node-RED, dan Mikrokontroler ESP32"* dapat diselesaikan dengan baik.

Penelitian ini merupakan hasil dari upaya untuk mengembangkan solusi inovatif dalam mendukung sektor pertanian, terutama dalam hal otomatisasi dan pengelolaan sumber daya melalui teknologi yang ada saat ini. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam pengembangan teknologi pertanian di masa depan, serta menjadi referensi bagi peneliti dan penggiat teknologi lainnya.

Akhir kata, kami berharap penelitian ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya dalam bidang otomatisasi pertanian berbasis IoT. Kami menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kami terbuka terhadap saran dan kritik yang membangun untuk penyempurnaan di masa yang akan datang.

Jakarta, September 2024

Peneliti

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
RINGKASAN	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	9
BAB II METODE	12
BAB III HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN	16
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN.....	23
DAFTAR PUSTAKA	24
LAMPIRAN.....	25
Daftar Lampiran 1. Realisasi Penggunaan Anggaran	25
Daftar Lampiran 2. Biodata	26
Daftar Lampiran 3. Surat Perjanjian kontrak.....	27
Daftar Lampiran 4. Catatan Harian.....	30
Daftar Lampiran 5. Draf artikel	31
Daftar Lampiran 6. HKI	39

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Hasil pengukuran dan kekuatan sinyal	17
Tabel 2. Pengujian sensor PIR dengan Objek.....	21
Tabel 3. Pengujian sensor dengan MBPoll	22

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta jalan penelitian.....	11
Gambar 2.Langkah metode research and development	12
Gambar 3. Rancangan integrasi sistem perangkat IoT	14
Gambar 4. Skema dasar pengembangan perangkat lunak	15
Gambar 5. Rangkaian integrasi	16
Gambar 6. Esp32 dengan Lora	16
Gambar 7. Setting Lora	17
Gambar 8. Pembacaan Suhu	18
Gambar 9. Pengujian perangkat aktuator	18
Gambar 10. ArduinoIDE.....	19
Gambar 11. Pengujian Modbus Poll	21
Gambar 12. Perintah untuk menjalankan Node-Red	22
Gambar 13. Tampilan dashboard.....	22

DAFTAR LAMPIRAN

Daftar Lampiran 1. Realisasi Penggunaan Anggaran	25
Daftar Lampiran 2. Biodata ketua dan anggota	26
Daftar Lampiran 3. Surat Perjanjian kontrak	27
Daftar Lampiran 4. Catatan Harian	30
Daftar Lampiran 5. Draf artikel.....	31
Daftar Lampiran 6. HKI	39

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Pendahuluan

Pertanian adalah landasan utama untuk seluruh kehidupan manusia. Tidak dapat dibayangkan kehidupan tanpa pertanian. Pertanian mempunyai peranan penting dalam meningkatkan perekonomian. Dengan meningkatnya populasi di seluruh dunia maka dibutuhkan hasil pertanian yang mencukupi untuk seluruh kebutuhan pangan tersebut, penggunaan teknologi IoT sangatlah diperlukan untuk membantu permasalahan pertanian [1],[2]. Petani khususnya di Indonesia masih menggunakan cara-cara tradisional untuk bercocok tanam seperti dalam pengelolaan irigasi dengan mengadakan aliran sungai yang ada atau dengan sistem tadah hujan, jika demikian dilakukan maka pada saat musim kemarau tidak terjamin ketersediaan airnya. Kemudian saat waktunya penyiraman karena luasnya lahan dan tidak tersedianya tenaga kerja yang mencukupi maka sering kali tidak semua area tanaman tersiram, sehingga akan menghambat pertumbuhan tanaman tersebut. Sampai saat ini cara tersebut masih dilakukan oleh hampir semua petani di Indonesia hal ini disebabkan kurangnya pengetahuan mengenai perkembangan teknologi yang mendukung pertanian, tetapi disisi lain saat ini petani sudah sangat akrab dengan internet yang diakses melalui smartphone, smartphone yang dapat mengakses internet ini dimanfaatkan untuk mengendalikan irigasi pengairan pada lahan tersebut, penelitian sistem irigasi cerdas menggunakan internet dilakukan oleh neha dan vishal tahun 2019, penelitian tersebut memanfaatkan protokol MQTT dan HTTP sebagai media untuk memberikan instruksi sistem irigasi [3]. Penelitian mengenai internet dan komputer untuk pertanian dilakukan oleh Dimitre D. Dimitrov penelitian tersebut membahas mengenai aspek penerapan teknologi informatika dalam pertanian presisi, seperti aplikasi web dan aplikasi seluler, platform Internet of Things (IoT) dan perangkat pintar, teknologi cloud, kecerdasan buatan. (AI), pembelajaran mesin (ML) [4], penelitian yang lain terkait dengan pertanian dilakukan oleh Turukmane Et All meneliti mengenai smart farming dengan menggunakan IoT Cloud sebagai sarana untuk menyimpan informasi, [5], Abhishek dan sanmeet 2019 menulis penelitian terkait dengan evolusi komputer dan internet untuk agriculture, dengan menggunakan berbagai peralatan komunikasi seperti Bluetooth, rfid [3]. Penelitian tersebut umumnya sulit ditiru oleh masyarakat dan masyarakat masih menganggap teknologi pertanian berbasis komputer merupakan investasi yang mahal. Dengan perkembangan elektronika saat ini ada sebuah device microcontroller dapat diaplikasikan untuk smart farming seperti dilakukan oleh Atefeh Zare dan Tariq 2020 melakukan penelitian dengan memanfaatkan ESP32 dan Raspberry untuk home automation menggunakan broker MQTT [6]. Penelitian yang telah dilakukan tersebut tetapi melalui penelitian ini dirancang dengan peralatan yang cukup mudah didapatkan, Penelitian terdahulu Yani Et All 2023 melakukan penelitian dengan judul **Intergrasi sistem minimum IoT yang handal untuk pertanian berbasis mikrokontroler dan protokol komunikasi**, Komputer adalah salah satu perangkat yang dapat digunakan untuk menjalankan otomatisasi pertanian

1.2 Pendekatan Pemecahan Masalah

Sistem pertanian di Indonesia masih dilakukan secara tradisional, tetapi petani kurang memahami teknologi modernisasi atau otomatisasi perangkat-perangkat yang dapat menunjang pertanian tersebut sehingga perlu dibantu untuk desain dan implementasi

sistem pertanian modern dengan menggunakan perangkat mikrokontroler dan perangkat komunikasi termasuk smartphone.

1.3 *State of the art* dan Kebaruan

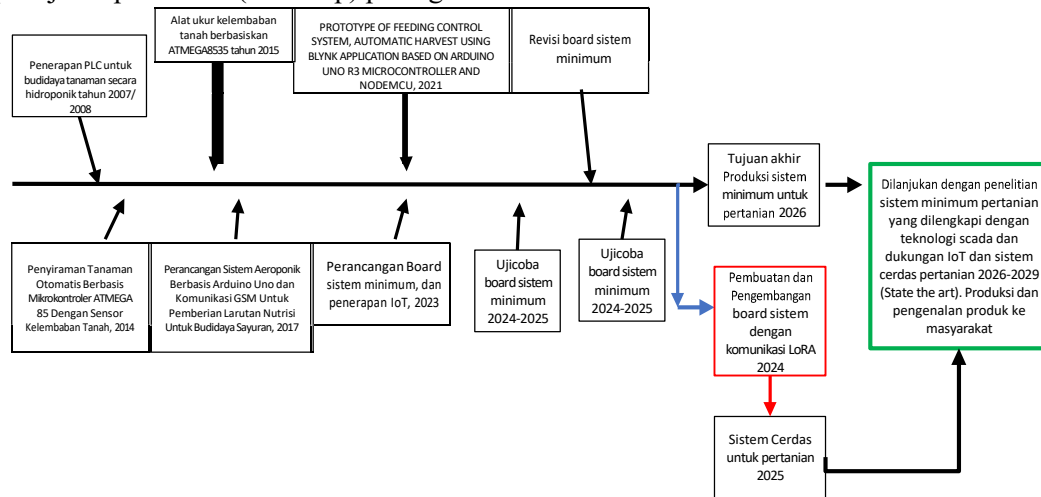
Penelitian ini mengintegrasikan teknologi SCADA (supervisory control and data acquisition) dengan perangkat sistem minimum mikrokontroler, sistem komunikasi LORA melalui internet dengan protokol MQTT dan Modbus untuk pengendalian pertanian secara online dan real time melalui webbase dan smartphone sebagai interface dengan pengguna.

1.4 Peta Jalan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah desain integrasi sistem minimum dan perangkat komunikasi yang handal berbasis mikrokontroler untuk penerapan dalam pertanian yang mudah dibangun, serta mudah dalam operasional oleh petani. Sistem integrasi ini dirancang secara lengkap untuk mengatasi permasalahan utama dalam pertanian seperti pemberian irigasi secara otomatis, informasi mengenai kondisi lingkungan pertanian dengan area lahan pertanian yang luas. Sistem ini merupakan pengembangan dari penelitian terdahulu dengan judul "Integrasi sistem minimum IoT yang handal untuk pertanian berbasis mikrokontroler dan protokol komunikasi". Pada penelitian terdahulu mengalami kelemahan dalam pendeteksian kondisi lingkungan karena memakai sistem komunikasi RS-485 jarak maksimal yang dapat diakses hanya dibawah 1 km dari pusat kontrol, pada penelitian terdahulu hanya bisa mengendalikan satu area tanam. Keterbaruan penelitian ini dari pada penelitian sebelumnya adalah sistem yang akan dikembangkan dari penelitian ini menggunakan komunikasi Lora yang dapat menjangkau sampai 5km dengan multiple sensor dan bisa beberapa area tanam. Penggunaan LoRA maka permasalahan mengenai kelemahan signal wifi, ataupun area yang tidak terjangkau signal komunikasi selular itu dapat diatasi. Penelitian mengenai aplikasi LORA pada pertanian telah dilakukan oleh Cilfone and Davoli menggunakan teknologi LORA untuk mengumpulkan, memantau dalam proses pertanian yang optimal. (Cilfone and Davoli, 2020), penelitian penggunaan teknologi Lora selanjutnya dilakukan oleh Sali, s.d tahun 2021 Penelitian yang dilakukan menggunakan IoT berbasis LoRaWAN ini sistem pertanian untuk memeriksa & mengontrol berbagai kegiatan bertani. Seperti pemantauan lingkungan, aset pertanian pemantauan, pengendalian irigasi, kesehatan tanah, dll. Karena itu petani dapat mengontrol berbagai aktivitas pertanian seperti memelihara jumlah air yang tepat di pertanian, kondisi suhu, Kondisi kelembaban tanah, Ketinggian air syarat untuk mendapatkan produk dengan kualitas terbaik [7]

Sistem integrasi yang akan diterapkan adalah perancangan sistem minimum berbasis mikrokontroler direncanakan menggunakan ESP32 yang dilengkapi dengan fasilitas komunikasi untuk terhubung dengan internet melalui MQTT. Komunikasi antar perangkat sensor dengan mikrokontroler menggunakan protokol modbus, MQTT dan protokol modbus masih tetap digunakan dalam penelitian ini karena bersifat open source sehingga pengguna tidak perlu membeli lisensi dan sudah terbukti kehandalan dalam aplikasi pada industri. Protokol modbus ini pada awalnya hanya untuk PLC dapat diterapkan dalam mikrokontroler. Pengendalian dapat dilakukan melalui webbase pada PC yang terhubung dengan internet, dashboard pengguna dibangun dengan menggunakan Node-Red sebagai platform dashboard, selain dengan akses dari web pada PC, Sistem juga dapat dijalankan dengan perangkat smartphone, platform yang akan dibangun dengan menggunakan Blynk-IoT.

Pengendalian sistem dapat melalui web base maupun dengan perangkat smartphone sehingga petani dapat mengakses dimana pun. Dengan penerapan sistem ini diharapkan seorang petani bisa menangani lahan yang luas. Penelitian ini digambarkan dengan peta jalan penelitian (roadmap) pada gambar 1.



Gambar 1. Peta jalan penelitian

Penelitian ini merupakan kelanjutan dari penelitian yang pernah dilakukan pada tahun 2023. Pada penelitian tahun 2024 ini dikembangkan dengan penambahan komunikasi LORA, sehingga tidak tergantung sepenuhnya pada jaringan selular dan wifi, tahun 2025 akan dilakukan pengujian sekaligus ditambahkan sistem cerdas pada sistem pertanian tersebut. Tahun 2026 – 2029 diharapkan sistem sudah stabil dan handal siap untuk diproduksi dan diimplementasikan di Masyarakat yang akan diperkenalkan melalui program hibah kemitraan atau petani menjadi warga binaan.

Manfaat penelitian

Penelitian ini harus segera dilakukan untuk meningkatkan pemahaman teknologi pertanian kepada petani di Indonesia, yang nantinya akan disosialisasikan melalui kegiatan pengabdian kepada Masyarakat yang berkelanjutan. Dengan memahami teknologi penunjang pertanian diharapkan petani dapat melakukan antisipasi terhadap bencana kekeringan dengan melakukan manajemen sistem irigasi yang tepat. Manfaat lain dari penelitian ini pihak-pihak yang terkait, yaitu:

- Bagi peneliti, penelitian terkait pengembangan matakuliah
- Bagi mahasiswa untuk media pembelajaran yang dimiliki menjadi hasil penelitian yang bermanfaat untuk masyarakat.
- Bagi Universitas Budi Luhur, penelitian ini bermanfaat sebagai salah satu wujud kontribusi pada pembangunan melalui pengembangan bidang keilmuan.

1.5 luaran penelitian.

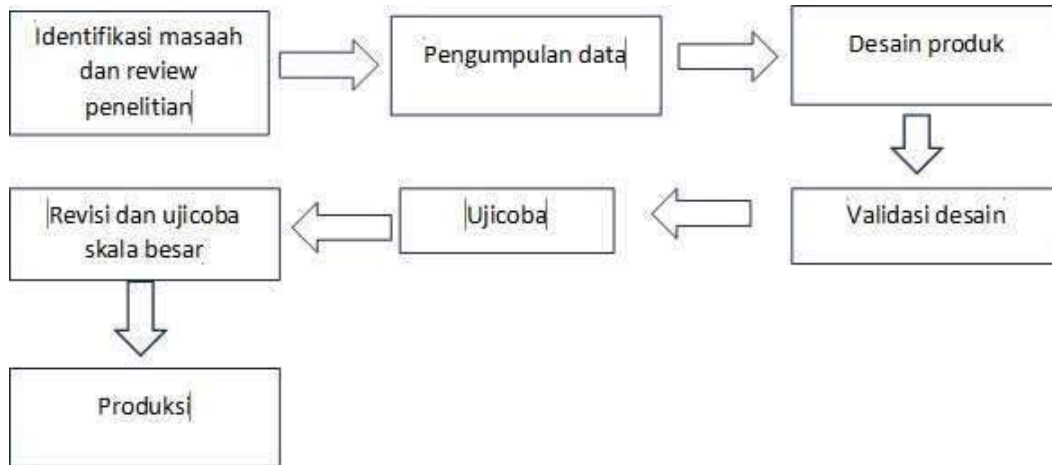
Luaran penelitian yang akan dihasilkan dari hasil penelitian ini terdiri dari 2 (dua) bagian, yaitu:

- Sebuah produk sistem minimum yang handal dan diproduksi, untuk diterapkan di masyarakat melalui kegiatan pengabdian masyarakat.
- Publikasi ilmiah pada jurnal atau prosiding berskala nasional
- Pendaftaran atas HAKI (Hak Atas Kekayaan Intelektual)

BAB II METODE

A. Penelitian yang akan dikerjakan

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu penelitian dan pengembangan atau research and development (R & D) disamping itu penelitian saat ini merupakan pengembangan dan pembaharuan dari riset yang telah dilakukan sebelum nya. Tujuan penelitian ini difokuskan pada perancangan produk berupa minimum sistem untuk pertanian berbasis IoT. Ada sepuluh langkah pelaksanaan strategi penelitian dan pengembangan, yaitu:



Gambar 2.Langkah metode research and development

B. Prosedur Rancang Bangun berikut ini penjelasan dari langkah-langkah prosedur pembuatan sistem minimum:

1. Identifikasi Potensi Masalah

Identifikasi masalah dilakukan untuk mengetahui kebutuhan para petani, dari pengamatan yang ada, petani tidak mengetahui teknologi modernisasi pertanian terutama dalam otomatisasi irigasi dan masalah lainnya. Proses identifikasi potensi masalah dilakukan melalui pengamatan dilapangan dan wawancara. Berikut ini proses identifikasi potensi masalah yang dilaksanakan di: a. Pengamatan dilapangan, berdasarkan data pengamatan dilapangan apakah ada petani yang sudah menerapkan sistem otomatisasi untuk lahan pertanian. b. Wawancara. Proses wawancara melibatkan narasumber yaitu petani. Wawancara pada petani membahas teknologi IoT untuk aplikasi pada pertanian. Penelitian ini akan melibatkan petani sebagai narasumber untuk mengetahui kebutuhan yang diperlukan.

2. Review penelitian

Penelitian ini terkait dengan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya oleh yani prabowo dkk. Dalam penelitian sebelum nya masih ada kekurangan, seperti permasalahan dalam sistem komunikasi data antar perangkat sensor, pada penelitian sebelumnya tidak dapat diakses oleh perangkat smartphone. Maka dalam penelitian

ini kekurangan tersebut akan diperbaiki. Penelitian yang selanjutnya ditambahkan kemampuan pengendalian melalui jalur komunikasi LORA.

3. Pengumpulan data referensi komponen

Setelah tahapan identifikasi dan review penelitian sebelumnya langkah selanjutnya mengumpulkan referensi terhadap komponen-komponen yang akan digunakan seperti sensor yang akan digunakan, peralatan komunikasi yang akan dipakai, bagaimana pemilihan penyedia layanan internet nya. Dan hal lain yang terkait untuk mendukung sistem otomatisasi pertanian tersebut

4. Desain Produk

Proses desain produk terdapat 2 desain, desain perangkat keras sistem minimum meliputi penyusunan layout komponen, yang nantinya akan menentukan tata letak komponen pada PCB. Desain berikutnya adalah perancangan perangkat lunak seperti pembuatan dashboard HMI pada web browser atau smartphone. Logika program pada sistem yang berjalan. Dari kedua desain produk ini diharapkan nantinya ada yang dapat didaftarkan HAKI.

5. Validasi Desain

Validasi desain, validasi desain dilakukan secara software maupun hardware. Secara software terkait dengan sisi Human Machine Interface (HMI) apakah tampilan tersebut mudah digunakan. Validasi secara hardware apakah desain tersebut mudah untuk mencari part pengganti apabila mengalami kerusakan.

6. Uji Coba

Uji coba dalam skala kecil dilakukan dalam lingkup kegiatan perkuliahan Uji coba ini dilakukan untuk mengetahui kehandalan dari desain perangkat tersebut didalam operasional laboratorium. pada masukkan expert judgment setelah dilakukan validasi pada tahap sebelumnya. Setelah dilakukan revisi produk maka produk siap untuk dilakukan uji coba produk secara terbatas.

7. Revisi produk dan ujicoba dalam skala besar

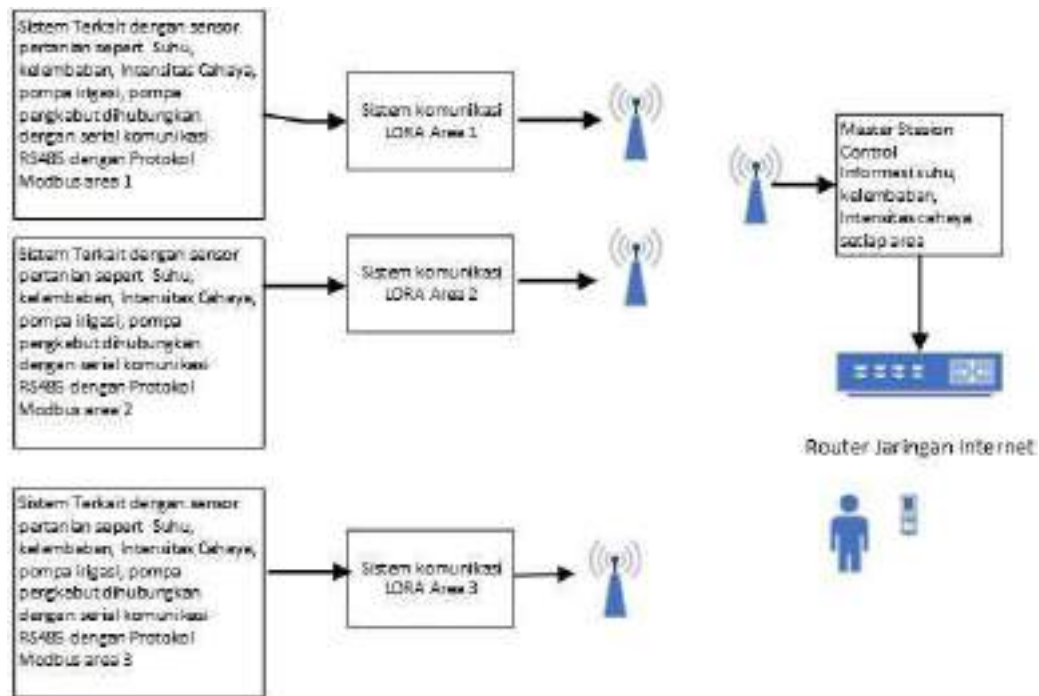
Revisi dilakukan jika rancangan tidak sesuai dengan rencana awal, Uji coba skala besar merupakan proses uji kelayakan prototype dalam lingkungan yang nyata. Uji coba besar ini dilakukan melalui kegiatan pengabdian kepada Masyarakat dengan bekerja sama melalui komunitas tani. Uji coba kelompok besar bertujuan untuk mengetahui kelayakan sistem minimum yang dikembangkan.

8. Produksi

Produksi akan dilakukan apabila sistem dapat berjalan dengan baik setelah melewati ujicoba. Seandainya diproduksi maka diperlukan pendampingan terhadap pengguna sebagai salah satu layanan purna jual.

Perancangan perangkat keras

Hasil akhir dari penelitian ini adalah sebuah perangkat minimum system untuk pertanian berbasis IoT. Rancangan perangkat keras ditampilkan dalam diagram blok gambar 3. ini.

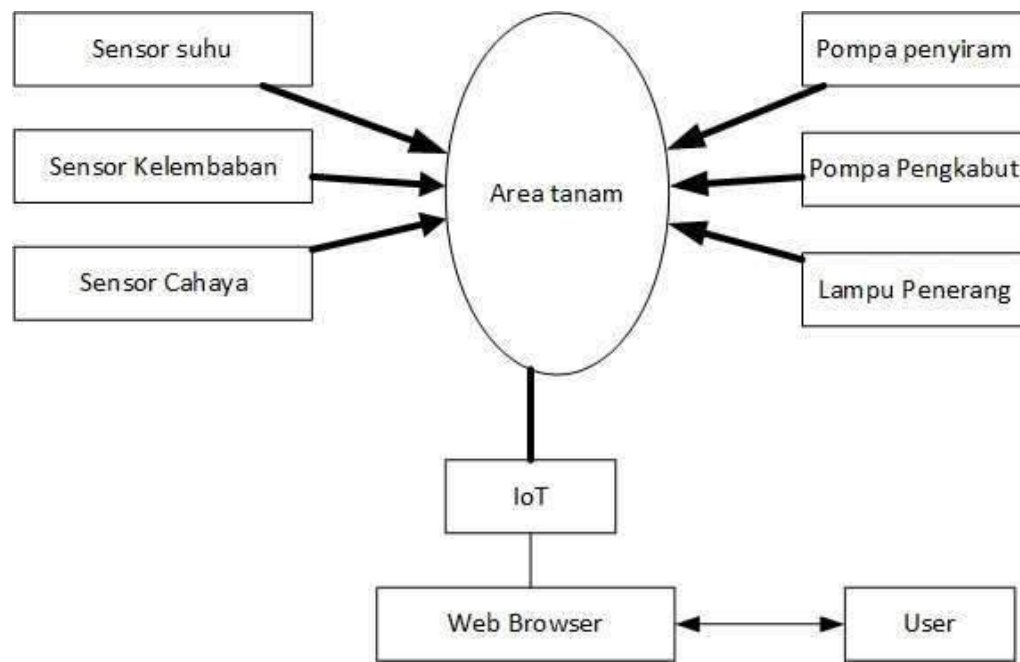


Gambar 3. Rancangan integrasi sistem perangkat IoT

Sistem kendali dirancang ditunjukkan pada gambar 3, dalam rancangan tersebut dirancang sensor yang umum dibutuhkan dalam pertanian seperti sensor suhu, kelembaban, intensitas cahaya dan aktuator berupa pompa irigasi untuk pengairan, pompa pengkabut untuk menurunkan suhu pada area tanam. Masing masing sensor dan aktuator tersebut berkomunikasi secara serial menggunakan RS-485 dengan protokol modbus. Modul tersebut akan dibuat sebanyak 3 buah dengan asumsi ada 3 area lahan pertanian. Data dari sensor dan perintah ini akan dihubungkan secara serial dalam sebuah modul menggunakan mikrokontroler ESP32. ESP32 akan menyampaikan data tersebut ke master stasion control melalui jalur komunikasi LORA. Pengguna dapat melakukan akses melalui komputer pada stasiun kontrol ataupun dengan menggunakan perangkat komunikasi telepon selular.

Perancangan perangkat lunak.

Perancangan perangkat lunak yang dirancang disesuaikan dengan kebutuhan sistem. Perangkat lunak ini sebagai *interface* antara mesin dengan mesin, mesin dengan user atau pengguna. Perangkat lunak yang digunakan dibedakan sesuai dengan perangkatnya, mikrokontroler akan menggunakan Bahasa C++, protokol modbus digunakan sebagai komunikasi antara mikrokontroler dengan sensor maupun perangkat komunikasi. User interface human machine interface menggunakan node red. Selain dapat diakses melalui PC, sistem juga dapat diakses dengan menggunakan perangkat selular menggunakan Broker Blynk IoT, gambar 4 dibawah ini adalah skema dasar dari pengembangan perangkat yang akan ditanamkan dalam sistem integrasi tersebut..



Gambar 4. Skema dasar pengembangan perangkat lunak

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Lab Sistem Komputer Universitas Budi Luhur. Pelaksanaan observasi dan perancangan minimum sistem dilakukan semester genap 2023/2024 dari bulan Mei 2024 sampai dengan bulan Juni 2024 kemudian tahapan ujicoba akan dilaksanakan semester ganjil 2024/2025

BAB III

HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN

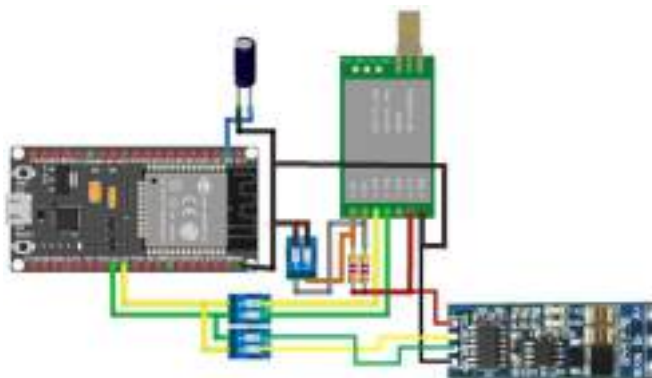
Penelitian saat ini sedang dilakukan perancangan dan perakitan rangkaian elektronik yang digunakan. Gambar 5 merupakan rangkaian keseluruhan dari penelitian ini yang akan dibagi menjadi beberapa segment yang terpisah tetapi masih dalam satu kesatuan. Diantaranya adalah

1. Rangkaian kontroler utama ESP32
2. Rangkaian sensor suhu dengan STM32
3. Rangkaian actuator dengan Arduino uno
4. Rangkaian Perangkat lunak



Gambar 5. Rangkaian integrasi

1. Rangkaian Perangkat keras ESP32
ESP32 dalam penelitian ini digunakan sebagai pusat kendali dari keseluruhan sistem, ESP32 memiliki kemampuan untuk dihubungkan dengan wifi melalui router, port untuk komunikasi serial RS-485 dan Modul Lora. Rangkaian ini ditampilkan pada gambar 6.



Gambar 6. Esp32 dengan Lora

LoRa (Long Range) Adalah suatu format modulasi yang unik dan menggunakan yang dibuat oleh Semtech. Modulasi yang dihasilkan menggunakan modulasi FM. Inti pada pemrosesan menghasilkan nilai frekuensi

yang stabil. Metode transmisi juga bisa menggunakan PSK (Phase Shift Keying), FSK(Frequency Shift Keying) dan lainnya. Nilai frekuensi pada LoRa bermacam-macam sesuai daerahnya, jika di Asia frekuensi yang digunakan yaitu 433 MHZ, di Eropa nilai frekuensi yang digunakan yaitu 868 MHZ, sedangkan di Amerika Utara frekuensi yang digunakan yaitu 915 MHZ. berikut adalah cara melakukan setting pada LORA sebelum digunakan



Gambar 7. Setting Lora

Sebelum digunakan Lora dilakukan setting untuk dikenalkan sebagai pusat pengendali, Lora dihubungkan dengan komputer melalui port USB FTDI

2. Rangkaian Sensor Suhu dengan LORA STM 32

Untuk menampilkan hasil pengukuran suhu yang ditransmisikan menggunakan LoRa, berikut adalah data yang menunjukkan suhu dikumpulkan dan dikirim setiap 15 menit, serta bagaimana data tersebut diterima pada endpoint atau gateway LoRa. Data ini disajikan dalam bentuk tabel yang mencakup waktu pengukuran, suhu yang diukur, dan status transmisi.

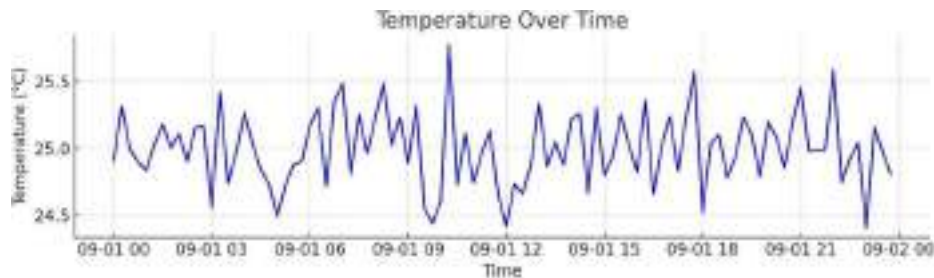
Tabel 1. Hasil pengukuran dan kekuatan sinyal

Waktu Pengukuran	Suhu (°C)	Status Transmisi	Kekuatan Sinyal (RSSI)
22/8/2024 12:00	25.1	Sukses	-90 dBm
22/08/2024 00:15	25	Sukses	-87 dBm
22/08/2024 00:30	24.9	Sukses	-89 dBm
22/08/2024 00:45	24.8	Sukses	-89 dBm
22/08/2024 01:00	24.7	Sukses	-91 dBm
22/08/2024 01:15	24.6	Sukses	-92 dBm
22/08/2024 01:30	24.5	Sukses	-90 dBm
22/08/2024 01:45	24.4	Sukses	-89 dBm
22/08/2024 02:00	24.4	Sukses	-90 dBm
22/08/2024 02:15	24.3	Sukses	-91 dBm
22/08/2024 02:30	24.3	Sukses	-90 dBm
22/08/2024 02:45	24.3	Sukses	-89 dBm

Waktu Pengukuran: Menunjukkan kapan data suhu diukur oleh sensor.

- Suhu (°C): Nilai suhu yang diukur oleh perangkat pada waktu tertentu.
- Status Transmisi: Mengindikasikan apakah data berhasil dikirim ke gateway LoRa. Status "Sukses" berarti data diterima dengan baik.
- Kekuatan Sinyal (RSSI): Indikator kualitas sinyal LoRa saat transmisi, dinyatakan dalam dBm (decibels relative to a milliwatt). Nilai RSSI yang lebih negatif menunjukkan sinyal yang lebih lemah.

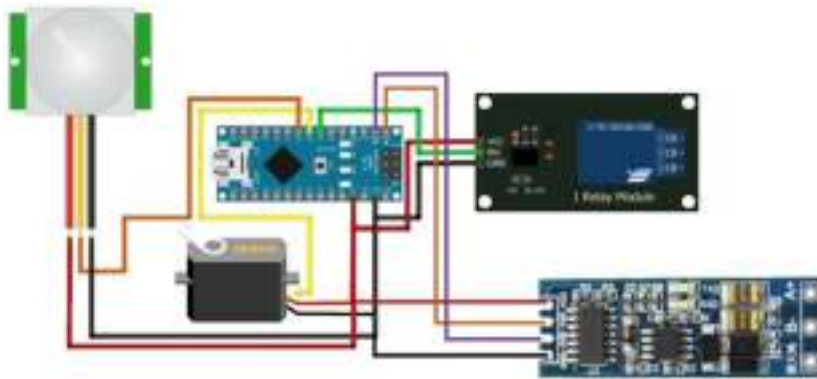
Berikut adalah hasil pengujian:



Gambar 8. Pembacaan Suhu

3. Rangkaian actuator dengan arduino uno

Pengujian actuator Pada sub bab ini dilakukan pengujian dan analisa yang dilakukan secara parsial maupun secara keseluruhan maupun secara langsung dilapangan, setelah. Penelitian ini menggunakan mikrokontroler arduino nano sebagai inti utama dalam proses pengoperasian alat, dimana mikrokontroler yang sudah diprogram secara detail yang terhubung dengan beberapa komponen lainnya. Setelah rangkaian dirakit seperti gambar diatas kemudian dilakukan pemrograman untuk mikrokontroler Arduino nano dengan Arduino IDE



Gambar 9. Pengujian perangkat aktuator

Arduino IDE (Integrated Development Environment) adalah platform perangkat lunak yang digunakan untuk memprogram dan mengembangkan proyek berbasis Arduino. IDE ini menyediakan antarmuka yang sederhana dan mudah digunakan, memungkinkan pengguna dari berbagai latar belakang (baik pemula maupun ahli) untuk membuat, mengunggah, dan menjalankan kode pada board Arduino. Platform ini banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, mulai dari proyek DIY (Do It Yourself) hingga proyek penelitian dan pengembangan dalam bidang elektronika.

Fitur Utama Arduino IDE

- Editor Sederhana
- Kompiler Built-in
- Upload Kode
- Library Manager
- Serial Monitor

Dukungan Berbagai Jenis Board Arduino IDE mendukung berbagai jenis board, mulai dari Arduino Uno, Mega, Nano, hingga board berbasis ESP8266 dan ESP32. Pengguna hanya perlu memilih jenis board yang digunakan dalam menu pengaturan, dan IDE akan menyesuaikan proses kompilasi dan pengunggahan sesuai dengan board yang dipilih. Gambar berikut adalah tampilan IDE Arduino



Gambar 10. ArduinoIDE

```

#include <ModbusRtu.h>
#define ID 1 //slave ID
#define SERIALNUMBER 25120 //slave ID
#define TXEN 2 //pin tx enable RS485
#define PS 0 //port serial 0,1,2,3 (1-3 for mega 2560, uno 0 only)
Modbus slave(ID, PS, TXEN);
uint16_t au16data[10]; // jumlah address yang dibuat
#include <Servo.h>
Servo myservo;
int val;
/**
 * saat uji protocol via modscan setting
 */
// Holding register
*/
void setup() {
  io_setup(); // I/O settings
  slave.begin(38400); // baudrate
  myservo.attach(5);
}
void loop() {
  slave.poll(au16data, 10);
  io_poll();
}
void io_setup() {
  // define i/o
  //DIGITAL INPUT
  pinMode(6, INPUT);
  //DIGITAL OUTPUT
  pinMode(4, OUTPUT);
  digitalWrite(4, LOW);
}

/**
 * Link between the Arduino pins and the Modbus array
 */
void io_poll() {
}

```

Perangkat actuator dalam penelitian ini dihubungkan dengan Arduino nano, komponen yang digunakan antara lain motor servo, relay, sensor pir. Motor servo dihubungkan

```

#define ID 1 //slave ID
#define SERIALNUMBER 25120 //slave ID
#define TXEN 2 //pin tx enable RS485
#define PS 0 //port serial 0,1,2,3 (1-3 for mega 2560, uno 0 only)
Modbus slave(ID, PS, TXEN);
uint16_t au16data[10]; // jumlah address yang dibuat
#include <Servo.h>
Servo myservo;
int val;

```

pada pin 15, relay dihubungkan dengan pin 14, sensor pir pada pin 16. Komunikasi arduino nano menggunakan serial komunikasi RS 485 dihubungkan dengan pin serial TX dan RX. Komunikasi dengan menggunakan RS-485 ini dapat mencapai 700 meter. Prosedur pengujian setelah semua perangkat dirakit sesuai dengan skema diatas. Kemudian dilanjutkan dengan pengecekan melalui **MODBUS POLL dengan konfigurasi baudrate 38400 ID 1, 8 N 1**

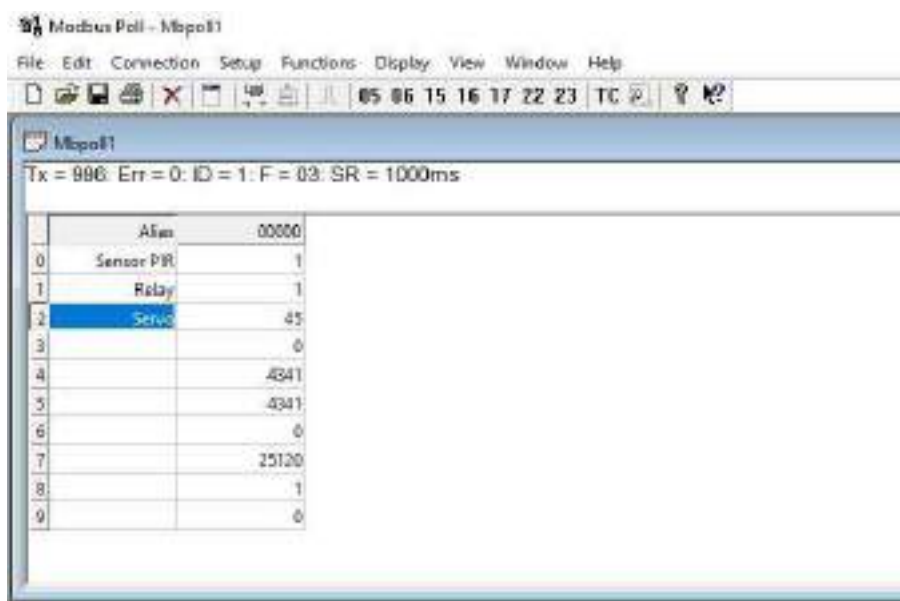
saat uji protocol via modscan setting

Pengujian sensor PIR (Passive Infrared Receiver) untuk mendeteksi manusia yang masuk ke dalam suatu area. Pengujian dilakukan sebanyak 2 kali dengan pengujian jarak antara dan sensor PIR yang dibuat bervariasi. Berikut ini adalah data hasil pengujian sensor PIR yang digunakan sebagai mendeteksi manusia

Tabel 2. Pengujian sensor PIR dengan Objek

Jarak (m)	Objek manusia 1	Objek manusia 2
< 1 m	Terdeteksi	terdeteksi
1,5 m	Terdeteksi	terdeteksi
2 m	Terdeteksi	terdeteksi

Pengujian sensor dan aktuator ditampilkan menggunakan software modbuspoll ditampilkan pada gambar dibawah ini sesuai dengan data yang diterima oleh sensor.



Gambar 11. Pengujian Modbus Poll

Langkah berikutnya dilanjutkan dengan pembuatan dashboard sebagai user interface dengan pengguna.

4. Perangkat lunak iot

Node-red digunakan Node-RED adalah sebuah platform pengembangan visual yang sangat populer untuk menghubungkan perangkat keras, API, dan layanan online dengan cara yang mudah. Salah satu penggunaan utama Node-RED adalah sebagai dashboard interaktif yang memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengontrol berbagai perangkat dan sistem secara real-time. Dengan Node-RED, dapat dengan mudah membuat tampilan berbagai jenis grafik, tabel, dan kontrol lainnya tanpa perlu menulis kode dari awal. Dashboard Node-RED karena memberikan fleksibilitas tinggi dalam

```

12 root@kali:~# nano /etc/hosts
13 root@kali:~# cat /etc/hosts
14 # Generated by systemd-resolved -- http://www.freedesktop.org/wiki/Software/systemd-resolved
15 # See http://man7.org/linux/man-pages/man5/hosts.5.html for more information
16 # Note: This file is not edited by hand.
17 # Note: Entries not following a standard form may lead to problems with resolving
18 # Note: To maintain consistency, only one IPv4 address of a host should be present, if the host is not a local loopback interface
19 # Note: Hosts are not listed in the other files of this directory
20 #
21 #::1:1::1:localhost
22
23 #::::::
24
25 #::::::
26
27 #::::::
28
29 #::::::
30
31 #::::::
32
33 #::::::
34
35 #::::::
36
37 #::::::
38
39 #::::::
40
41 #::::::
42
43 #::::::
44
45 #::::::
46
47 #::::::
48
49 #::::::
50
51 #::::::
52
53 #::::::
54
55 #::::::
56
57 #::::::
58
59 #::::::
60
61 #::::::
62
63 #::::::
64
65 #::::::
66
67 #::::::
68
69 #::::::
70
71 #::::::
72
73 #::::::
74
75 #::::::
76
77 #::::::
78
79 #::::::
80
81 #::::::
82
83 #::::::
84
85 #::::::
86
87 #::::::
88
89 #::::::
90
91 #::::::
92
93 #::::::
94
95 #::::::
96
97 #::::::
98
99 #::::::
100
101 #::::::
102
103 #::::::
104
105 #::::::
106
107 #::::::
108
109 #::::::
110
111 #::::::
112
113 #::::::
114
115 #::::::
116
117 #::::::
118
119 #::::::
120
121 #::::::
122
123 #::::::
124
125 #::::::
126
127 #::::::
128
129 #::::::
130
131 #::::::
132
133 #::::::
134
135 #::::::
136
137 #::::::
138
139 #::::::
140
141 #::::::
142
143 #::::::
144
145 #::::::
146
147 #::::::
148
149 #::::::
150
151 #::::::
152
153 #::::::
154
155 #::::::
156
157 #::::::
158
159 #::::::
160
161 #::::::
162
163 #::::::
164
165 #::::::
166
167 #::::::
168
169 #::::::
170
171 #::::::
172
173 #::::::
174
175 #::::::
176
177 #::::::
178
179 #::::::
180
181 #::::::
182
183 #::::::
184
185 #::::::
186
187 #::::::
188
189 #::::::
190
191 #::::::
192
193 #::::::
194
195 #::::::
196
197 #::::::
198
199 #::::::
200
201 #::::::
202
203 #::::::
204
205 #::::::
206
207 #::::::
208
209 #::::::
210
211 #::::::
212
213 #::::::
214
215 #::::::
216
217 #::::::
218
219 #::::::
220
221 #::::::
222
223 #::::::
224
225 #::::::
226
227 #::::::
228
229 #::::::
230
231 #::::::
232
233 #::::::
234
235 #::::::
236
237 #::::::
238
239 #::::::
240
241 #::::::
242
243 #::::::
244
245 #::::::
246
247 #::::::
248
249 #::::::
250
251 #::::::
252
253 #::::::
254
255 #::::::
256
257 #::::::
258
259 #::::::
260
261 #::::::
262
263 #::::::
264
265 #::::::
266
267 #::::::
268
269 #::::::
270
271 #::::::
272
273 #::::::
274
275 #::::::
276
277 #::::::
278
279 #::::::
280
281 #::::::
282
283 #::::::
284
285 #::::::
286
287 #::::::
288
289 #::::::
290
291 #::::::
292
293 #::::::
294
295 #::::::
296
297 #::::::
298
299 #::::::
300
301 #::::::
302
303 #::::::
304
305 #::::::
306
307 #::::::
308
309 #::::::
310
311 #::::::
312
313 #::::::
314
315 #::::::
316
317 #::::::
318
319 #::::::
320
321 #::::::
322
323 #::::::
324
325 #::::::
326
327 #::::::
328
329 #::::::
330
331 #::::::
332
333 #::::::
334
335 #::::::
336
337 #::::::
338
339 #::::::
340
341 #::::::
342
343 #::::::
344
345 #::::::
346
347 #::::::
348
349 #::::::
350
351 #::::::
352
353 #::::::
354
355 #::::::
356
357 #::::::
358
359 #::::::
360
361 #::::::
362
363 #::::::
364
365 #::::::
366
367 #::::::
368
369 #::::::
370
371 #::::::
372
373 #::::::
374
375 #::::::
376
377 #::::::
378
379 #::::::
380
381 #::::::
382
383 #::::::
384
385 #::::::
386
387 #::::::
388
389 #::::::
390
391 #::::::
392
393 #::::::
394
395 #::::::
396
397 #::::::
398
399 #::::::
400
401 #::::::
402
403 #::::::
404
405 #::::::
406
407 #::::::
408
409 #::::::
410
411 #::::::
412
413 #::::::
414
415 #::::::
416
417 #::::::
418
419 #::::::
420
421 #::::::
422
423 #::::::
424
425 #::::::
426
427 #::::::
428
429 #::::::
430
431 #::::::
432
433 #::::::
434
435 #::::::
436
437 #::::::
438
439 #::::::
440
441 #::::::
442
443 #::::::
444
445 #::::::
446
447 #::::::
448
449 #::::::
450
451 #::::::
452
453 #::::::
454
455 #::::::
456
457 #::::::
458
459 #::::::
460
461 #::::::
462
463 #::::::
464
465 #::::::
466
467 #::::::
468
469 #::::::
470
471 #::::::
472
473 #::::::
474
475 #::::::
476
477 #::::::
478
479 #::::::
480
481 #::::::
482
483 #::::::
484
485 #::::::
486
487 #::::::
488
489 #::::::
490
491 #::::::
492
493 #::::::
494
495 #::::::
496
497 #::::::
498
499 #::::::
500
501 #::::::
502
503 #::::::
504
505 #::::::
506
507 #::::::
508
509 #::::::
510
511 #::::::
512
513 #::::::
514
515 #::::::
516
517 #::::::
518
519 #::::::
520
521 #::::::
522
523 #::::::
524
525 #::::::
526
527 #::::::
528
529 #::::::
530
531 #::::::
532
533 #::::::
534
535 #::::::
536
537 #::::::
538
539 #::::::
540
541 #::::::
542
543 #::::::
544
545 #::::::
546
547 #::::::
548
549 #::::::
550
551 #::::::
552
553 #::::::
554
555 #::::::
556
557 #::::::
558
559 #::::::
560
561 #::::::
562
563 #::::::
564
565 #::::::
566
567 #::::::
568
569 #::::::
570
571 #::::::
572
573 #::::::
574
575 #::::::
576
577 #::::::
578
579 #::::::
580
581 #::::::
582
583 #::::::
584
585 #::::::
586
587 #::::::
588
589 #::::::
590
591 #::::::
592
593 #::::::
594
595 #::::::
596
597 #::::::
598
599 #::::::
600
601 #::::::
602
603 #::::::
604
605 #::::::
606
607 #::::::
608
609 #::::::
610
611 #::::::
612
613 #::::::
614
615 #::::::
616
617 #::::::
618
619 #::::::
620
621 #::::::
622
623 #::::::
624
625 #::::::
626
627 #::::::
628
629 #::::::
6
```

Kemudian <http://127.0.0.1:1880/> copy Alamat url tersebut pada web browser, gambar dibawah ini merupakan tampilan dasboard



Dengan status komunikasi telah berjalan melalui monitoring Modbus scan, data juga dapat ditampilkan melalui Node-Red, Langkah berikutnya adalah dihubungkan dengan ESP32 melalui jalur komunikasi serial RS-485.

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan:

Penelitian mengenai integrasi sistem komunikasi LoRa dan sistem kendali jarak jauh dalam otomatisasi pertanian berbasis Internet of Things (IoT) menunjukkan bahwa teknologi ini efektif dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas manajemen pertanian. LoRa memungkinkan pengumpulan data dari sensor yang tersebar di lahan yang luas secara real-time, sedangkan Modbus memastikan konektivitas yang stabil dan interoperabilitas antar perangkat. Dengan antarmuka visual yang dikendalikan melalui Node-RED, sistem ini menjadi lebih mudah dipantau dan dikendalikan, memberikan solusi otomatisasi yang handal untuk irigasi, pemupukan, dan pemantauan lingkungan. Kombinasi dari teknologi ini tidak hanya mempermudah pengelolaan pertanian dari jarak jauh, tetapi juga mengoptimalkan penggunaan sumber daya serta meningkatkan produktivitas hasil pertanian.

Saran:

1. Pengembangan Skala Lebih Luas: Penelitian selanjutnya perlu menguji integrasi sistem ini dalam skala lahan yang lebih luas serta berbagai kondisi lingkungan untuk melihat kinerjanya dalam berbagai jenis lahan pertanian.
2. Peningkatan Keamanan Data: Karena sistem ini berbasis IoT, penting untuk memperkuat keamanan data yang dikirimkan antara sensor dan pusat kendali agar terhindar dari potensi ancaman keamanan siber.
3. Pemanfaatan Energi Terbarukan: Mengingat penggunaan perangkat nirkabel dalam skala luas, disarankan untuk menggunakan sumber energi terbarukan seperti panel surya untuk menyuplai daya, guna mendukung keberlanjutan dan operasional sistem di lokasi terpencil.
4. Pengembangan Fitur Cerdas: Penambahan fitur kecerdasan buatan (AI) atau machine learning dalam sistem ini akan memungkinkan prediksi dan penyesuaian otomatis yang lebih baik, misalnya untuk irigasi berbasis prediksi cuaca atau pola pertumbuhan tanaman.
5. Pelatihan dan Pengembangan Kapasitas Petani: Untuk meningkatkan adopsi teknologi ini, penting memberikan pelatihan kepada petani mengenai cara penggunaan dan pemanfaatan sistem otomatisasi ini agar mereka dapat sepenuhnya memanfaatkan teknologi yang tersedia.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. A. B. Anas, R. S. S. Singh, and N. A. B. Kamarudin, "Designing an IoT Agriculture Monitoring System for Improving Farmer's Acceptance of Using IoT Technology," *Eng. Technol. Appl. Sci. Res.*, vol. 12, no. 1, pp. 8157–8163, 2022, doi: 10.48084/etasr.4667.
- [2] D. S. Prasad, N. Mounika, N. R. Sekhar, and G. Thakur, "Design of Farmer Assistance System Through IoT / ML," vol. 65, pp. 1–12, 2023.
- [3] N. K. Nawandar and V. R. Satpute, "IoT based low cost and intelligent module for smart irrigation system," *Comput. Electron. Agric.*, vol. 162, no. April, pp. 979–990, 2019, doi: 10.1016/j.compag.2019.05.027.
- [4] D. D. Dimitrov, "Internet and Computers for Agriculture," *agriculture*, vol. 13, pp. 1–8, 2023, doi: <https://doi.org/10.3390/agriculture13010155>.
- [5] A. V. Turukmane, M. Pradeepa, K. S. Sunder, R. Suganthi, Y. Riyazuddin, and V. V. S. Tallapragada, "Measurement : Sensors Smart farming using cloud-based Iot data analytics," *Meas. Sensors*, vol. 27, no. May, p. 100806, 2023, doi: 10.1016/j.measen.2023.100806.
- [6] A. Zare and M. T. Iqbal, "Low-Cost ESP32, Raspberry Pi, Node-Red, and MQTT protocol based SCADA system," *IEMTRONICS 2020 - Int. IOT, Electron. Mechatronics Conf. Proc.*, pp. 0–4, 2020, doi: 10.1109/IEMTRONICS51293.2020.9216412.
- [7] G. Sali, V. Sutar, and S. Walunj, "LORAWAN Based Smart Farming Modular IOT Architecture," *IRJET*, vol. 8, no. 5, pp. 4558–4560, 2021.

LAMPIRAN

Daftar Lampiran 1. Realisasi Penggunaan Anggaran

		Waktu		
Pelaksana	honor / jam	(jam / minggu)	Minggu	Honor
Ketua	27,000	5	16	2,160,000
1. Peralatan Penunjang				
Material	Justifikasi Pemakaian	Kuantitas	Harga Satuan (Rp.)	
Pembuatan PCB	Objek penelitian	1	500,000	500,000
Box panel	Objek penelitian	1	200,000	200,000
kit sensor suhu	Objek penelitian	1	300,000	300,000
kit komunikasi RS	Objek penelitian	2	200,000	400,000
kit LORA WAN	Objek penelitian	1	700,000	700,000
box kecil	Objek penelitian	1	200,000	200,000
kit power supply	Objek penelitian	1	100,000	100,000
perakitan	objek penelitian	1	1,500,000	1,500,000
Subtotal (Rp.)				3,900,000
2. Bahan Habis Pakai				
Material	Justifikasi Pemakaian	Kuantitas	Harga Satuan (Rp.)	
biaya publikasi	seminar/publikasi	1	500,000	500,000
Subtotal (Rp.)				
3. Perjalanan				
Perjalanan	Justifikasi Perjalanan	Kuantitas	Harga Satuan (Rp.)	
Ke Toko Alat Elektronik	Pembelian komponen	2	150,000	300,000
			Total	7,490,000

Daftar Lampiran 2. Biodata ketua dan anggota

FORMAT BIODATA PENELITIAN

I. Identitas Diri Ketua Peneliti

1. Nama Lengkap : Yani Prabowo,S.Kom.M.Si
2. Jenis Kelamin : Laki-laki
3. Jabatan Fungsional : Lektor
4. NIP : 030560/0331057702
5. Tempat, Tanggal Lahir: Jakarta, 31 Mei 1977
6. E-mail : Yani.prabowo@budiluhur.ac.id
7. No Handphone 085658586789
8. Alamat : jln Salak no 11 Rt 04/07 Pesanggrahan jaksel

A. Riwayat Pendidikan

	SI	S2
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Budi Luhur	Institut Pertanian Bogor
Bidang keilmuan	Sistem Komputer	Ilmu Komputer
Tahun Masuk-Lulus	1999-2003	2004-2007

B. Pengalaman Penelitian (5 Tahun Terakhir)


No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (Rp.)
1	2023	Smart gardening berbasis iot menggunakan pengendali mikro esp32 serta protokol komunikasi modbus	Univ Budi Luhur	10.000.000
2	2018	Pengendalian Kelistrikan Berbasis Web Untuk Ruang Kelas Di Universitas Budi Luhur	Univ Budi Luhur	7.051.000
3	2017	Sistem Aeroponik Berbasis Arduino Uno dan Komunikasi GSM Untuk Pemberian Larutan Nutrisi Untuk Budidaya Sayuran	Mandiri	7.000.000
4	2016	Sistem Peringatan Dan Informasi Kecelakaan Lalu Lintas Untuk Paramedis Berbasis Arduino Dan Gsm	Univ Budi Luhur	10.525.000
5	2016	Universal commander berbasiskan arduino	Univ Budi Luhur	9.275.000

Jakarta, 2024



(Yani Prabowo,S.Kom,M.Si)

Daftar Lampiran 3. Surat Perjanjian kontrak



UNIVERSITAS BUDI LUHUR

Kampus Baru : J. Raya Cikarang - Pekanbaru Utara - Jalan Sebelah 10340
Telp : 021-3334533 Fax : 021-3334545, <http://www.budiluhur.ac.id>

PERALAN TELEKOMUNIKASI INFORMASI

PERALAN ELEKTRONIK DAN BAHAN

PERALAN LUKAS BERNAMA BAHU BUDILUHUR

PERALAN TEKNIK

PERALAN KEMERKASAN DAN BAHAN KEMERKAS

SURAT PERJANJIAN KONTRAK PENELITIAN

Nomor A/USI/DIRPAG/0005/2024

Pada hari ini, Kamis 27 Juni 2024 Semester Genap Tahun Ajaran 2023/2024, kami yang bertanda tangan di bawah ini:

1. **Dr. Ir. Prudentius Maribang, M.A.**, selaku Direktur Riset dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Budi Luhur, selanjutnya disebut **PIHAK PERTAMA**,
2. **Yani Prabawa, S.Kom, M.H.**, selaku Peneliti selanjutnya disebut **PIHAK KEDUA**.

Kedua telah pikir menyatakan kesepakat untuk membuat perjanjian kontrak penelitian sebagai berikut:

Pasal 1

Judul Penelitian

PIHAK PERTAMA dalam jabatannya tersebut di atas, memberikan tugas kepada PIHAK KEDUA untuk melaksanakan penelitian yang berjudul: *Integrasi sistem keamanan Lera dan sistem kendali jarak jauh dalam otomatisasi pertanian dengan Internet of Things*

Pasal 2

Personalia Penelitian

Peneliti Utama : Yani Prabawa, S.Kom, M.H.
 Asisten Peneliti : -

Pasal 3

Waktu dan Biaya Penelitian

1. Waktu penelitian adalah 4 bulan, terhitung sejak tanggal 30 April 2024 sampai dengan 30 Agustus 2024.
2. Biaya pelaksanaan penelitian ini dibebankan pada Yayasan Pendidikan Budi Luhur Cakri Tahun 2024 dengan nilai kontrak sebesar Rp 7.000.000,00 (tujuh juta empat ratus sembilan puluh ribu rupiah)

Pasal 4

Cara Pembayaran

Pembayaran biaya penelitian diberikan secara bertahap, sebagai berikut:

1. Tahap pertama sebesar 50% dari nilai kontrak, setelah surat perjanjian kontrak penelitian ini ditandatangani oleh kedua belah pihak.
2. Tahap kedua sebesar 50% dari nilai kontrak, setelah PIHAK KEDUA menyerahkan Laporan Hasil Penelitian kepada PIHAK PERTAMA.

Pasal 5

Kondisi Penelitian dan Keterkaitan dengan Pihak Lain

1. PIHAK KEDUA bertanggungjawab atas kondisi judul penelitian sebagaimana disebutkan dalam Pasal 1 Surat Perjanjian Kontrak Penelitian ini dalam pelaksanaan/kegiatan dari penelitian orang lain.
2. PIHAK KEDUA menjamin bahwa judul penelitian tersebut bebas dari ikatan dengan pihak lain atau tidak sedang didanai oleh pihak lain.



3. PIHAK KEDUA mengakui bahwa judul penelitian tersebut bukan merupakan penelitian yang SUDAH KENDI SUDAH selesai dikerjakan, baik di dalam atau di luar negeri oleh peneliti.
4. PIHAK PERTAMA tidak bertanggungjawab terhadap tindakan plagiat yang dilakukan oleh PIHAK KEDUA.
5. Apabila dikemudian hari diketahui ketidakjujuran penelitian ini, maka kontrak penelitian DINYATAKAN BATAL, dan PIHAK KEDUA wajib mengembalikan dana yang telah diterima kepada Yayasan Pendidikan Budi Luhur Ceko sebagai peneliti dana.

Pass 9 Monitoring Penelitian

1. PIHAK PERTAMA berhak untuk:
 - a. Melakukan pengawasan administrasi, monitoring, dan evaluasi terhadap pelaksanaan penelitian.
 - b. Memberikan sanksi jika dalam pelaksanaan penelitian terjadi pelanggaran terhadap isi perjanjian oleh peneliti.
 - c. Sanksi sesuai denda sesuai dengan tingkat pelanggaran yang dilakukan.
2. Penutupan kegiatan penelitian diberitahukan oleh PIHAK PERTAMA.
3. Pelaksanaan kegiatan penelitian dilaksanakan pada tanggal 12 Juli 2024.
4. Penyerahan Laporan dan hasil penelitian diserahkan oleh PIHAK PERTAMA.

Pass 7 Laporan Akhir Penelitian

PIHAK KEDUA wajib menyerahkan laporan akhir dalam bentuk softcopy, paling lambat tanggal 30 Agustus 2024.

Pass 8 Sanksi

Segala tindakan baik di dalam maupun di luar negeri yang melanggar ketentuan-ketentuan yang tertera dalam perjanjian penelitian dengan batas waktu yang telah ditentukan akan mengakibatkan sanksi sebagai berikut:

1. Tidak diperbolehkan menggunakan karya penelitian pada seminar berikutnya bagi semua dan anggota peneliti.
2. PIHAK KEDUA diberikan kesempatan perpanjangan waktu penelitian selama 2 (dua) minggu setelah dengan tanggal 30 Agustus 2024.
3. Jika setelah masa perpanjangan tersebut PIHAK KEDUA tidak dapat menyelesaikan penelitiannya, PIHAK KEDUA diwajibkan mengembalikan dana yang sudah diterima kepada Yayasan Pendidikan Budi Luhur Ceko dengan cara menyetor kembali ke PIHAK PERTAMA.



**UNIVERSITAS
BUDI LUHUR**
Jalan Raya ...
Telp : 021-4451122 Fax : 021-4451123
Email : info@budi-luhur.ac.id

FAKULTAS TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN INFORMATIKA
KAMPUS ...
JURUSAN ...
JURUSAN ...
JURUSAN ...

**Penulis
Pembaca**

Penyaji ini terdiri atas identitas sebagai berikut: **PELUK PESTAMA dan PRANU KREJA**.

PELUK PESTAMA



Dr. Ir. Pradono, S.T., M.A.
NIP. 196402

Jakarta, 17 Juli 2018

PRANU KREJA

Yani Pradono, S.T., M.A.
NIP. 630501

KAMPUS ...
KAMPUS ...
KAMPUS ...
KAMPUS ...
KAMPUS ...

Dipindai dengan CamScanner

Daftar Lampiran 4. Catatan Harian

No	Tanggal	Nama Kegiatan
1	15-17 Mei 24	Identifikasi masalah
2	17-19 Mei 24	Review penelitian terdahulu
3	27-29 Mei 24	Pengumpulan data terkait dengan komponen
4	4-6 Juni 24	Identifikasi komponen yang akan digunakan
2	20-25 Juni 24	Desain
3	26-30 juni 24	Desain
4	1-7 Juli 24	Validasi rancangan
5	7-12 juli 24	Revisi pembuatan program
6	15-25 juli 24	Ujicoba dan revisi
7	20-30 Juli 24	Ujicoba pemakaian dan revisi
8	1-10 Agustusn	Produksi
9	11- 20 Agustus	Publikasi

Daftar Lampiran 5. Draf artikel

Draf Artikel	
"Pengembangan Sistem Monitoring Pertanian Berbasis ESP32 dengan Integrasi Modbus dan LoRa untuk Komunikasi Jarak Jauh"	
Abstrak: "Optimasi Energi dan Komunikasi Jarak Jauh dalam Sistem Pertanian Pintar Berbasis ESP32, Modbus, dan LoRa"	
Abstrak: penelitian ini fokus pada integrasi pengembangan dan optimasi sistem IoT untuk aplikasi pertanian pintar, yang menggabungkan protokol Modbus, ESP32, dan LoRa untuk mencapai kinerja optimal dalam hal efisiensi energi dan jangkauan komunikasi.	
—	
1. Pendahuluan 1.1. Latar Belakang Perkembangan pesat teknologi Internet of Things (IoT) telah menciptakan perubahan yang signifikan di hampir setiap industri di seluruh dunia, salah satunya dalam bidang pertanian. Transformasi ini mengubah metode pertanian tradisional yang mengandalkan kondisi alam dengan bantuan internet dan menciptakan peluang baru. Permintaan hasil pertanian akan meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk. Dengan bertambahnya sumber daya manusia dibidang pertanian, berkembanglah lahan pertanian akibat konversi lahan pertanian untuk pembangunan, tidak panen bisa saja cuaca menjadi alasan untuk melakukan standisasi dalam pertanian. Masalah ini memperlakukasi bagaimana membangun integrasi sistem operasi semua teknologi komputer dan IoT sebuah sistem pertanian. Pertanian pintar akan meningkatkan efisiensi dalam pertanian melalui penggunaan teknologi IoT yang memungkinkan monitoring dan control setiap tanaman untuk berbagai kondisi lingkungan yang ada. ESP32 adalah salah satu berbasis teknologi mikrokontroler berbasis sensor yang dapat digunakan untuk sistem IoT, tetapi ESP32 tidak dapat dihubungkan secara langsung untuk komunikasi dengan jaringan internet tanpa melalui protokol komunikasi LoRa dan penumpulan data dari setiap sensor kemudian	menyimpan pada cloud sebagai penyimpanan data. 1.2. Identifikasi Masalah Dalam implementasi teknologi IoT untuk pertanian sering kali menghadapi masalah komunikasi antara perangkat sensor dengan pengontrol, hal ini tentunya menjadi tantangan tersendiri bagaimana menyederhanakan jaringan komunikasi yang handal dan berbiaya murah. LoRa adalah salah satu teknologi komunikasi yang memungkinkan untuk di terapkan dan bagaimana mengintegrasikan antara mikrokontroler ESP32 dan jaringan LoRa dengan protokol Modbus. 2. Rumusan Masalah Dalam upaya mengembangkan sistem pertanian pintar yang efisien dan efektif, salah satu tantangan adalah mengintegrasikan protokol Modbus dengan LoRa yang diendotikan oleh ESP32 sebagai platform utama. Modbus merupakan salah satu protokol komunikasi yang banyak digunakan dalam aplikasi industri untuk menghubungkan sensor dan aktuator, sementara LoRa dikenal karena kemampuan komunikasinya dalam jarak jauh dengan konsumsi daya yang rendah. Namun, menggabungkan kedua teknologi ini di bawah kontrol ESP32 dalam konteks pertanian menghadirkan beberapa permasalahan teknis. Bagaimana memastikan komunikasi yang lancar dan stabil antara Modbus, yang umumnya digunakan pada komunikasi serial jarak dekat,

dengan LoRa yang dirancang untuk komunikasi nirkabel jarak jauh. Rangkaian mengintegrasikan protokol Modbus dengan LoRa yang dikendalikan oleh ESP32 untuk menciptakan sistem monitoring pertanian yang efisien dan hemat energi.

3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah merancang sistem IoT yang memanfaatkan ESP32 sebagai platform utama untuk menghubungkan antara sensor dengan pengendali dengan menggunakan protokol Modbus dan LoRa untuk komunikasi antara perangkat dengan jangkauan yang luas dan konsumsi daya yang rendah. Sistem ini dirancang untuk memantau berbagai parameter pertanian, seperti kelembaban tanah, suhu udara, dan kondisi tanaman, sekaligus memungkinkan kontrol otomatis atas sistem irigasi dan pemupukan, yang dapat diakses dari jarak jauh melalui jaringan IoT.

4. Tinjauan Pustaka

Pada tahun 2024, Ducev et al. memperkenalkan sistem pertanian berbasis IoT yang menggunakan protokol LoRaWAN (Low-Power Wide-Area Network) untuk transmisi data jarak jauh dengan konsumsi daya rendah. Sistem ini dirancang untuk mendukung operasi pertanian skala besar dengan memungkinkan pengumpulan data dari sensor yang dipasang di area yang luas dan mengirimkannya ke layanan cloud untuk penyimpanan dan analisis. LoRaWAN dipilih karena cocok untuk lingkungan di mana sumber daya listrik eksternal terbatas, karena dapat beroperasi dengan daya baterai dalam jangka waktu yang lama. Penelitian ini menyoroti kemampuan sistem untuk memantau parameter seperti kelembaban tanah, suhu udara, dan kelembaban, menyediakan data waktu nyata untuk proses manajemen pertanian otomatis seperti kontrol irigasi. Studi ini menekankan fleksibilitas dan skalabilitas sistem, yang dirancang untuk menangani perangkat dan titik data yang terus berkembang, menjadikannya adaptif untuk berbagai kebutuhan pertanian (Baweco et al., 2024).

Penelitian oleh Sangsawan (2020) mengembangkan sistem pemantauan pertanian berbasis komunikasi nirkabel Zigbee dan Programmable Logic Controllers (PLC) dengan menggunakan protokol Modbus RTU. Sistem ini terdiri dari stasiun cuaca yang memantau parameter lingkungan seperti suhu, kelembaban udara, kelembaban tanah, dan kecepatan angin. Stasiun cuaca tersebut menggunakan energi surya dan berkomunikasi dengan server dalam ruangan melalui jaringan Zigbee. Implementasi sistem ini menunjukkan keunggulan dalam hal biaya yang rendah, stabilitas yang baik, serta komunikasi nirkabel yang andal hingga jarak 200 meter. Sistem ini sangat ideal untuk pemantauan pertanian skala besar.

Selain itu, penelitian juga memperkenalkan SDR-LoRa, yaitu implementasi Software Defined Radio (SDR) dari protokol LoRa yang populer dalam aplikasi IoT berdaya rendah seperti pertanian pintar. SDR-LoRa menawarkan fleksibilitas untuk komunikasi jarak jauh dengan konsumsi daya yang rendah, dan penerapannya sangat cocok untuk pertanian presisi. Protokol LoRa ini terbukti sebagai solusi efisien dalam pemantauan pertanian berbasis IoT, terutama untuk skala besar (Sangsawan, 2020).

Penelitian lain oleh Zari dan Iqbal (2020) mengembangkan Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) dengan biaya rendah untuk otomatisasi rumah yang menggunakan ESP32, Raspberry Pi, dan protokol MQTT. Meskipun sistem ini dirancang untuk otomatisasi rumah, arsitektur dan prinsip-prinsip IoT hemat biaya yang diterapkan juga relevan untuk pemantauan pertanian. Sistem ini memanfaatkan sensor analog untuk memantau variabel lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya, serta menonjolkan keunggulan penggunaan perangkat IoT berdaya rendah dan hemat biaya untuk pemantauan waktu nyata (Zari and Iqbal, 2020).

Abbasi dan Benlahmer (2021) mengemukakan bahwa teknologi IoT mampu memulus metode pertanian tradisional menuju pertanian pintar. Dengan memanfaatkan big data, komputasi awan, dan IoT, proses seperti irigasi dan pemantauan dapat dioptimalkan, yang pada akhirnya meningkatkan efisiensi dan produktivitas pertanian. Studi ini menekankan peran penting IoT dalam mengurangi konsumsi sumber daya dan meningkatkan hasil pertanian (Abbasi and Benlahmer, 2021).

platform ini menggunakan perangkat keras open-source berbasis ESP32 dan Node-RED untuk mendukung pembelajaran praktis jarak jauh. Ini memungkinkan mahasiswa untuk mengontrol peralatan laboratorium nyata secara jarak jauh, menekankan pada pengembangan motivasi belajar mandiri melalui pendekatan koaktif. Platform ini dirancang untuk mengatasi tantangan dalam pendidikan tinggi, seperti keterbatasan sumber daya dan peningkatan jumlah mahasiswa, serta menawarkan alternatif yang terjangkau untuk laboratorium tradisional. Teknologi ini juga mendukung integrasi IoT melalui komunikasi yang aman dan andal, memungkinkan mahasiswa untuk melakukan eksperimen praktis dari jarak jauh dengan lebih efektif (Abekini et al., 2023).

Hozay, El-Hady, dan Samy (2024) dalam publikasi mereka membahas berbagai teknologi IoT dan protokol komunikasi, khususnya dalam aplikasi pertanian. Mereka menekankan penggunaan jaringan Sensor Nirkabel (WSN) untuk memungkinkan pemantauan dan pengendalian jarak jauh terhadap parameter lingkungan di rumah kaca cerdas. Studi ini juga meninjau protokol seperti Zigbee dan Wi-Fi yang penting untuk memastikan transmisi data yang andal dan hemat energi. Pendekatan ini dinilai penting dalam mempertahankan kondisi optimal dalam pertanian, termasuk untuk pengelolaan irigasi dan pengendalian iklim. Dalam penelitian tersebut salah satu tantangan utama yang dihadapi adalah

pemborosan energi dalam komunikasi nirkabel. Metode seperti agregasi data dan kompresi diusulkan untuk mengurangi energi yang dibutuhkan dalam transmisi data, sehingga meningkatkan keberlanjutan sistem IoT pertanian, memperpanjang umur baterai, dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya (Hozay, El-hady and Samy, 2024).

Penelitian ini meneliti pengoptimalan jaringan sensor nirkabel berbasis IoT dengan teknologi LoRa untuk pertanian pintar. Menjad. Selain meningkatkan produktivitas pertanian dengan menggunakan sensor untuk memantau kondisi lingkungan. Penelitian ini menguji efektivitas teknologi LoRa dalam berbagai kondisi cuaca, jarak, dan frekuensi, menunjukkan bahwa LoRa sangat efisien untuk komunikasi jarak jauh dengan konsumsi daya yang rendah. Teknologi ini juga menawarkan biaya yang lebih rendah bagi petani skala kecil. Penelitian ini menyarankan bahwa pengaturan parameter LoRa dapat dioptimalkan untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan sistem IoT di sektor pertanian. (Ting and Chan, 2023)

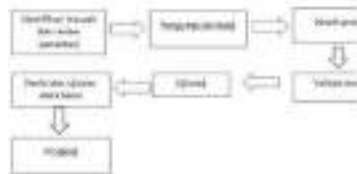
5. Metodologi Penelitian

5.1. Desain Sistem

Aritektur Sistem IoT: Merancang arsitektur yang menggabungkan Modbus, LoRa, dan ESP32 untuk pengumpulan, pengolahan, dan transmisi data di lingkungan pertanian.

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu penelitian dan pengembangan atau research and development (R & D) disamping itu penelitian saat ini merupakan pengembangan dan pembaharuan dari riset yang telah dilakukan sebelumnya. Tujuan penelitian ini difokuskan pada perancangan produk berupa minimum sistem untuk pertanian berbasis IoT. Ada sepuluh

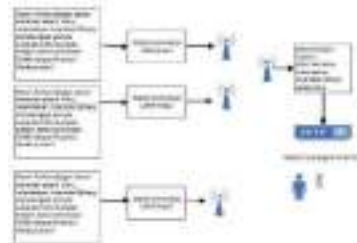
langkah pelaksanaan strategi penelitian dan pengembangan, yaitu:



Gambar 1. Langkah-langkah penggunaan Metode Research and Development (R & D)

Perancangan perangkat keras

Hasil akhir dari penelitian ini adalah sebuah perangkat minimum system untuk pertanian berbasis IoT. Rancangan perangkat keras dirumuskan dalam diagram blok gambar 2, ini.



Gambar 2. rancangan integrasi sistem perangkat IoT untuk pertanian

5.2. Pengembangan Algoritma

Optimasi : Mengembangkan algoritma yang meminimalkan pada modul ESP32 dan LoRa selama operasi.

5.3. Pengujian dan Validasi

Simulasi dan Eksperimen Lapangan: Melakukan simulasi serta eksperimen lapangan untuk menguji kinerja sistem dalam berbagai skenario lingkungan pertanian, termasuk kondisi sinyal dan keadaan data. Evaluasi Performa Sistem: Mengukur metrik seperti latency, throughput, konsumsi energi, dan stabilitas sinyal dalam kondisi operasional yang sebenarnya.

Penelitian saat ini sedang dilakukan perancangan dan penelitian rangkaian elektronik yang digunakan. Gambar 3 mengulas rangkaian keseluruhan dari penelitian ini yang akan dibagi menjadi beberapa segment yang terpisah tetapi masih dalam satu kesatuan. Diantaranya adalah

1. Rangkaian kontrol utama ESP32
2. Rangkaian sensor suhu dengan STM32
3. Rangkaian aktuator dengan Arduino nano
4. Rangkaian Perangkat lunak



Gambar 3. Rangkaian keseluruhan

1. Rangkaian Perangkat keras ESP32
ESP32 dalam penelitian ini digunakan sebagai pusat kendali dari keseluruhan

sistem, ESP32 memiliki kemampuan untuk dihubungkan dengan wifi melalui router, port untuk komunikasi serial RS-485 dan Modul Lora. Rangkaian ini ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. Rangkaian ESP32 dengan LORA

LoRa (Long Range) Adalah suatu bentuk modulasi yang unik dan menggunakan yang dibuat oleh Semtech. Modulasi yang dihasilkan menggunakan modulasi FM. Ini pada prosesnya menggunakan nilai frekuensi yang stabil. Metode transmisi juga bisa menggunakan PSK (Phase Shift Keying), FSK(Frequency Shift Keying) dan lainnya. Nilai frekuensi pada LoRa bermacam-macam sesuai daerahnya, jika di Asia frekuensi yang digunakan yaitu 433 MHz, di Eropa nilai frekuensi yang digunakan yaitu 868 MHz, sedangkan di Amerika Utara frekuensi yang digunakan yaitu 915 MHz.

1. Rangkaian Sensor Suhu dengan STM 32
2. Rangkaian sensor dengan antena 880
3. Perangkat Ixak iot

6. Hasil yang Diharapkan

Komunikasi Ixak iot yang Andal: Peningkatan jangkauan komunikasi LoRa dengan reliabilitas yang tinggi, bahkan dalam kondisi lingkungan yang sulit.

Integrasi Protokol yang Mulus: Sistem yang mampu mengintegrasikan Modbus dengan LoRa secara efisien, menyediakan solusi yang siap digunakan dalam skala besar.

Pengujian Suhu dan transmisi data melalui LORA STM32

Untuk menampilkan hasil pengukuran suhu yang ditransmisikan menggunakan LoRa, berikut adalah data yang menunjukkan suhu dikumpulkan dan dikirim setiap 35 menit, serta bagaimana data tersebut diterima pada endpoint atau gateway LoRa. Data ini disajikan dalam bentuk tabel yang mencatat waktu pengukuran, suhu yang dikirim, dan status transmisi.

Tabel Hasil Pengukuran dan Transmisi Suhu

Waktu Pengukuran	Suhu (°C)	Status Transmisi	Konsumsi Energi (mW)
11/08/2024 13:00	25.2	Sukses	100 mW
11/08/2024 00:35	25	Sukses	95 mW
11/08/2024 00:30	25.8	Sukses	98 mW
11/08/2024 00:45	25.8	Sukses	98 mW
11/08/2024 01:00	26.7	Sukses	91 mW
11/08/2024 01:25	26.6	Sukses	92 mW
11/08/2024 01:40	26.2	Sukses	95 mW
11/08/2024 01:45	26.4	Sukses	99 mW
11/08/2024 02:00	26.4	Sukses	95 mW
11/08/2024 02:15	26.3	Sukses	91 mW
11/08/2024 02:30	26.1	Sukses	90 mW
11/08/2024 02:45	26.1	Sukses	90 mW

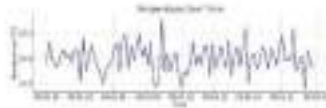
Waktu Pengukuran: Menunjukkan kapan data suhu dikirim oleh sensor.

Suhu (°C): Nilai suhu yang dikirim oleh perangkat pada waktu tertentu.

Status Transmisi: Menunjukkan apakah data berhasil dikirim ke gateway LoRa. Status "Sukses" berarti data diterima dengan baik.

- Kekuatan Sinyal (RSSI): indikator kualitas sinyal LoRa saat transmisi, dinyatakan dalam dBm (decibels relative to a milliwatt). Nilai RSSI yang lebih negatif menunjukkan sinyal yang lebih lemah.

Berikut adalah hasil pengujian:



Pengujian Lingkungan Iota

Sistem komunikasi LoRa (Long Range) adalah teknologi yang digunakan untuk komunikasi jarak jauh dengan konsumsi daya rendah. Pada sistem ini, tiga parameter utama yang dilakukan pengujian, yaitu jarak, RSSI (Received Signal Strength Indicator), dan SNR (Signal-to-Noise Ratio). Ketiga parameter ini saling terkait dan sangat memengaruhi performa serta jangkauan komunikasi.

1. Jarak (Distance)

Jarak adalah salah satu parameter terpenting dalam komunikasi nirkabel. Semakin jauh jarak antara pengirim (transmitter) dan penerima (receiver), semakin besar penurunan kekuatan sinyal dan kualitas sinyal yang diterima. Pada sistem LoRa, yang dirancang untuk jarak jauh, sinyal masih bisa diterima pada jarak jauh, tetapi kualitas komunikasi tergantung pada kekuatan sinyal yang diterima dan tingkat gangguan atau kebisingan.

2. RSSI (Received Signal Strength Indicator)

RSSI adalah indikator kekuatan sinyal yang diterima oleh penerima. RSSI diukur dalam satuan dBm (decibel-milliwatt) dan biasanya berupa angka negatif.

- Semakin dekat ke nol nilai RSSI, semakin kuat sinyal yang diterima.
- Semakin negatif (misalnya, -60 dBm atau lebih rendah), semakin lemah sinyal yang diterima.

- Hubungan RSSI dengan jarak:

- Pada jarak dekat: Nilai RSSI lebih tinggi (misalnya, -30 dBm hingga -40 dBm), menunjukkan sinyal kuat. Pada jarak ini, komunikasi sangat andal dengan kecepatan transfer data yang lebih tinggi.
- Pada jarak menengah: Nilai RSSI mulai turun (misalnya, -40 dBm hingga -60 dBm). Meskipun sinyal masih diterima, kualitasnya mulai menurun.
- Pada jarak jauh: Nilai RSSI bisa turun di bawah -90 dBm. Pada titik ini, sinyal sangat lemah, dan sistem komunikasi mulai kehilangan keandalannya. Pada jarak ini, penerima mungkin kesulitan untuk menerima sinyal dengan benar, dan transmisi data bisa terganggu atau hilang.

- Dampak RSSI dalam komunikasi LoRa:

- Nilai RSSI yang baik (lebih tinggi dari -70 dBm) memungkinkan komunikasi berjalan lancar tanpa banyak gangguan. Ketika RSSI turun, sinyal yang diterima semakin lemah, dan penerima mungkin kesulitan memproses sinyal. Pada nilai RSSI yang sangat rendah, komunikasi bisa gagal.

3. SNR (Signal-to-Noise Ratio)

SNR adalah rasio antara kekuatan sinyal yang diterima dengan tingkat kebisingan (noise) di lingkungan. SNR diukur dalam dB (decibel). Semakin tinggi nilai SNR, semakin baik kualitas sinyal yang diterima dibandingkan dengan kebisingan.

- SNR positif*** (misalnya, 5 dB atau lebih) berarti sinyal lebih kuat daripada kebisingan, yang membuat komunikasi lebih jelas.
- SNR negatif*** (misalnya, -3 dB atau lebih rendah) berarti kebisingan lebih dominan daripada sinyal, sehingga kualitas komunikasi menurun dan data mungkin hilang atau terganggu.

- Hubungan SNR dengan jarak:

- Pada jarak dekat: SNR biasanya tinggi (misalnya, 10 dB hingga 20 dB), yang berarti sinyal yang diterima sangat baik dengan sedikit gangguan dari

kebisingan. Pada kondisi ini, komunikasi sangat stabil.

- Pada jarak menengah: SNR mulai menurun (misalnya, 4 dB hingga 0 dB). Pada titik ini, kebisingan mulai mempengaruhi sinyal, dan kualitas komunikasi mulai menurun. Sistem masih bisa berfungsi, tetapi kemungkinan kesalahan data mulai meningkat.

- Pada jarak jauh: SNR bisa menjadi negatif (misalnya, -2 dB hingga -8 dB). Pada SNR negatif, kebisingan mendominasi sinyal, dan komunikasi menjadi sangat sulit. Dalam kondisi ini, kualitas sinyal buruk, dan transmisi data rentan terhadap kesalahan atau kegagalan.

- Dampak SNR dalam komunikasi LoRa:

- Pada SNR yang baik (di atas 0 dB), komunikasi berjalan dengan baik, dan data diterima dengan benar.

- Pada SNR negatif, terutama di bawah -5 dB, penerima akan kesulitan membedakan sinyal dari kebisingan. Meskipun teknologi LoRa memiliki kemampuan untuk bekerja dengan SNR rendah, kualitas komunikasi tetap terganggu.

Hubungan Keseluruhan antara Jarak, RSSI, dan SNR

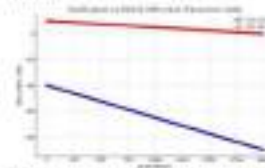
- Semakin jauh jarak, semakin menurun nilai RSSI dan SNR. Hal ini wajar karena sinyal akan melemah seiring dengan bertambahnya jarak, sementara kebisingan cenderung tetap atau bahkan meningkat di lingkungan tertentu.

- Pada jarak pendek (misalnya, di bawah 100 meter), RSSI dan SNR cenderung tinggi. Pada kondisi ini, komunikasi LoRa sangat akurat, dengan sinyal kuat dan gangguan minimal.

- Pada jarak menengah (misalnya, antara 200 hingga 1000 meter), baik RSSI maupun SNR mulai menurun. Meskipun demikian, teknologi LoRa dirancang untuk bekerja dengan sinyal yang lemah, sehingga komunikasi masih dapat dilakukan, meskipun dengan kemungkinan gangguan atau kesalahan yang lebih tinggi.

- Pada jarak jauh (lebih dari 1000 meter), RSSI menjadi sangat lemah (di bawah -90 dBm) dan SNR bisa menjadi negatif. Pada kondisi ini, sinyal sulit dibedakan dari kebisingan, dan kualitas komunikasi menurun drastis. Pada jarak ini, komunikasi hanya dapat dilakukan jika antena yang digunakan sangat baik atau kondisi lingkungan sangat mendukung.

Berikut adalah grafik pengujian jarak, rsi dan snr pada sistem komunikasi lora dengan jarak 0-2000 meter:



Dengan demikian pengujian jarak, RSSI dan SNR ini dapat ditarik Kesimpulan

1. Jarak mempengaruhi kedua parameter, RSSI dan SNR. Semakin jauh jarak, semakin menurun nilai RSSI dan SNR.

2. RSSI menunjukkan kekuatan sinyal yang diterima. Ketika jarak bertambah, nilai RSSI menurun, dan sinyal menjadi lemah. Komunikasi masih bisa dilakukan pada RSSI rendah, tetapi kualitas menurun.

3. SNR menggambarkan rasio sinyal terhadap kebisingan. Pada jarak yang jauh, SNR bisa menjadi negatif, yang berarti kebisingan mendominasi, dan komunikasi menjadi sulit.

4. Pada sistem LoRa, meskipun sinyal masih bisa diterima pada jarak yang jauh, komunikasi menjadi lebih rentan terhadap kesalahan ketika RSSI rendah dan SNR negatif.

Teknologi LoRa tetap mampu bekerja dalam kondisi sinyal yang lemah, tetapi untuk menjaga kualitas komunikasi yang optimal, perlu dilakukan pengukuran perangkat keras seperti pemilihan antena yang tepat dan optimasi lingkungan komunikasi.

7. Kesimpulan dan Implikasi
 Kontribusi pada Pertanian Pintar: Sistem yang diusulkan akan memberikan solusi baru untuk pertanian pintar dengan efisiensi tinggi, konsumsi energi rendah, dan penghematan komsumsi yang lain.
 Pengembangan Teknologi IoT: Penelitian ini akan memberikan kontribusi penting dalam pengembangan dan penerapan IoT dalam sektor pertanian, dengan fokus pada energi dan komunikasi.

Referensi Jurnal

Referensi referensi ini dapat menjadi dasar untuk penelitian lebih lanjut tentang integrasi Arduino, ESP32, dan LoRa dalam sistem penanaman pertanian pintar, serta mengeksplorasi pada pengembangan solusi yang lebih efisien dan hemat energi.
 Albasri, R. and Benabdoun, H. (2021) 'SmartDaref: SmartGreen: The Internet of Things at the service of tomorrow's agriculture: The Internet of Things at the service of tomorrow's agriculture', *Procedia Computer Science*, 191,

pp. 475–488. doi: 10.1016/j.procs.2021.07.090.
 Alkhatib, M. et al. (2017) 'Platform for hands-on remote labs based on the ESP32 and', *Scientific African*, 25, p. e01502. doi: 10.1016/j.sciaf.2017.e01502.
 Basura, P. et al. (2014) 'SDR LoRa, an open-source, full-fledged implementation of LoRa on Software Defined Radio: Design and potential exploitation', *Computer Networks*, 36(August 2013), p. 110104. doi: 10.1016/j.comnet.2014.11.014.
 Asany, K. M., Doherty, W. M. and Laro, J. M. (2024) 'Technologies, protocols, and applications of Internet of Things in greenhouse farming: A survey of recent advances', *Information Processing in Agriculture*, (August 2023). doi: 10.1016/j.inpa.2024.04.002.
 Sangsawan, W. R. and T. (2020) 'Agricultural Monitoring System with Zigbee Network and PLC based on Modbus RTU Protocol', *International Conference on Power, Energy and Innovations, Superi*, pp. 202–204.
 Tang, Y. and Chen, K. (2021) 'Optimizing performance of LoRa based IoT enabled wireless sensor network for smart agriculture', *Journal of Agriculture and Food Research*, 16(September 2021), p. 101093. doi: 10.3016/j.jaf.2024.101093.
 Durr, A. and Hlatky, M. T. (2020) 'Low-Cost ESP32, Raspberry Pi, Node-Red, and MQTT protocol based SCADA system', *SMARTNICS 2020 – International IoT, Electronics and Mechanical Conference, Proceedings*, pp. 3–5. doi: 10.1109/SMARTNICS51263.2020.9236412.

Daftar Lampiran 6. HKI

Draft

1

Lampiran I Peraturan Menteri Kehakiman R.I. Nomor : M.01-HC.03.01 Tahun 1987

Kepada Yth. :
Direktur Jenderal HKI
melalui Direktur Hak Cipta,
Desain Industri, Desain Tata Letak,
Sirkuit Terpadu dan Rahasia Dagang
di
Jakarta

PERMOHONAN PENDAFTARAN CIPTAAN

I. Pencipta :	
1. Nama	: Yani Prabowo, S.Kom, M.Si
2. Kewarganegaraan	: Indonesia
3. Alamat	: Jln Salak No 11 Rt 04 Rw 07 Pesanggrahan Jakarta Selatan 12320
4. Telepon	: 085658586789
5. No. HP & E-mail	: 081574172025 (yani.prabowo@budihur.ac.id)
II. Pemegang Hak Cipta :	
1. Nama	: DRPM Universitas Budi Luhur
2. Kewarganegaraan	: -
3. Alamat	: Jl. Raya Ciledug, Petakongan Utara, Pesanggrahan Jakarta, 12260
4. Telepon	: 021 - 5853753
5. No. HP & E-mail	: hika@budihur.ac.id
III. Kuasa :	
1. Nama	: -
2. Kewarganegaraan	: -
3. Alamat	: -
4. Telepon	: -
5. No. HP & E-mail	: -
IV. Jenis dari judul ciptaan yang dimohonkan	: INTEGRASI SISTEM KOMUNIKASI LORA DAN SISTEM KENDALI JARAK JAUH DALAM OTOMATISASI PERTANIAN DENGAN INTERNET OF THINGS.
V. Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia	:
VI. Urutan ciptaan	:

Jakarta

2-9-

2014



Tanda Tangan :

Nama Lengkap : YANI PRABOWO

SURAT PENGALIHAN HAK CIPTA

Yang bertanda tangan dibawah ini :

N a m a : Yani Prabowo, S.Kom, M.Si
Alamat : Jln Salak No 11 Rt 04 Rw 07 Pesanggrahan Jaksel

Adalah **Pihak I** selaku pencipta, dengan ini menyerahkan karya ciptaan saya kepada :

N a m a : DRPM Universitas Budi Luhur
Alamat : Jl. Raya Ciledug, Petukangan Utara, Pesanggrahan,
Jakarta 1220

Adalah **Pihak II** selaku Pemegang Hak Cipta berupa -----
----- untuk didaftarkan di Direktorat Hak Cipta, Desain
Industri, Desain Tata Letak dan Sirkuit Terpadu dan Rahasia Dagang,
Direktorat Jenderal Hak Kekayaan Intelektual, Kementerian Hukum dan Hak
Azasi Manusia R.I.

Demikianlah surat pengalihan hak ini kami buat, agar dapat dipergunakan
sebagaimana mestinya.

201010, 1-9 - 2014

Pemegang Hak Cipta

Pencipta



(-----)

(YANI PRABOWO S.Kom.M.Si)

10

SURAT PERNYATAAN

*Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Yani Prabowo,S.Kom,M.Si
 Kewarganegaraan : Indonesia
 Alamat : Jln Salak No 11 Rt 04 rw 07 Pesanggrahan Jaksel

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Karya Cipta yang saya mohonkan :

Berupa : karya tulis

Berjudul : INTERGRASI SISTEM KOMUNIKASI LORA DAN
SISTEM KENDALI JARAK JAUH DALAM OTOMATISASI
PERTANIAN DENGAN INTERNET OF THINGS

- Tidak meniru dan tidak sama secara esensial dengan Karya Cipta milik pihak lain atau obyek kekayaan intelektual lainnya sebagaimana dimaksud dalam Pasal 68 ayat (2);
- Bukan merupakan Ekspresi Budaya Tradisional sebagaimana dimaksud dalam Pasal 38;
- Bukan merupakan Ciptaan yang tidak diketahui penciptanya sebagaimana dimaksud dalam Pasal 39;
- Bukan merupakan hasil karya yang tidak dilindungi Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 41 dan 42;
- Bukan merupakan Ciptaan seni lukis yang berupa logo atau tanda pembeda yang digunakan sebagai merek dalam perdagangan barang/jasa atau digunakan sebagai lambang organisasi, badan usaha, atau badan hukum sebagaimana dimaksud dalam Pasal 65 dan;
- Bukan merupakan Ciptaan yang melanggar norma agama, norma susila, ketertiban umum, pertahanan dan keamanan negara atau melanggar peraturan perundang-undangan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 74 ayat (1) huruf d Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

2. Sebagai pemohon mempunyai kewajiban untuk menyimpan asli contoh ciptaan yang dimohonkan dan harus memberikan apabila dibutuhkan untuk kepentingan penyelesaian sengketa perdata maupun pidana sesuai dengan ketentuan perundang-undangan.

3. Karya Cipta yang saya mohonkan pada Angka 1 tersebut di atas tidak pernah dan tidak sedang dalam sengketa pidana dan/atau perdata di Pengadilan.
4. Dalam hal ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Angka 1 dan Angka 3 tersebut di atas saya / kami langgar, maka saya / kami bersedia secara sukarela bahwa :
 - a. Permohonan karya cipta yang saya ajukan dianggap ditarik kembali;
Karya Cipta yang telah terdaftar dalam Daftar Umum Ciptaan Direktorat Hak Cipta, Direktorat Jenderal Hak Kekayaan Intelektual, Kementerian Hukum Dan Hak Asasi Manusia RI dihapuskan sesuai dengan ketentuan perundang-undangan yang berlaku.
 - b. Dalam hal kepemilikan Hak Cipta yang dimohonkan secara elektronik sedang dalam berperkara dan/atau sedang dalam gugatan di Pengadilan maka status kepemilikan surat pencatatan elektronik tersebut ditangguhkan menunggu putusan Pengadilan yang berkekuatan hukum tetap.

Demikian Surat pernyataan ini saya / kami buat dengan sebenarnya dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 2-9..... 2024

Yang menyatakan,



(Yani Prabowo,S.Kom,M.Si)