

Perancangan dan Pembuatan Purwarupa Sistem Penyiraman Otomatis Berbasis Arduino Nano

Abd Roman¹, Yanti² Anes Inda Rabbika³, Willy Muhammad Fauzi⁴

^{1,2}Teknik Mekatronika, Sekolah Tinggi Teknologi YBS Internasional

³Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi YBS Internasional

⁴Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Teknologi YBS Internasional

¹abdrohman1982@gmail.com, ²yanti.aiiasenja@gmail.com, ³anesinda348@gmail.com, ⁴willymuhammadfauzi30@gmail.com

Abstract

Determination of soil moisture conditioning and watering time intervals in a bulk watering system requires supporting technology to optimize the operating system. Arduino nano microcontroller is used as an automatic controller that can determine watering based on soil moisture conditions detected by the Soil Moisture sensor. Automated bulk irrigation uses sensor reading parameters to condition soil moisture. Sensor reading values between ≥ 750 & < 300 , are used as lower and upper setpoints in automatic bulk irrigation. The control system operates an electric motor pump to regulate the flow of irrigation water from the water reservoir. The experimental results show that the automatic bulk irrigation system can maintain soil moisture between the desired setpoint range and thus can be applied to a wider range of uses.

Keywords: Arduino Nano, Microcontroller, Setpoint, Soil Moisture, Soil Moisture Sensor

Abstrak

Penentuan pengkondisian kelembaban tanah serta Interval waktu penyiraman dalam sistem penyiraman curah membutuhkan teknologi pendukung untuk mengoptimalkan sistem pengoperasiannya. Mikrokontroler Arduino nano digunakan sebagai pengendali otomatis yang dapat menentukan penyiraman berdasarkan kondisi kelembaban tanah yang dideteksi oleh *Soil Moisture sensor*. Penyiraman curah otomatis menggunakan parameter nilai bacaan sensor untuk mengkondisikan kelembaban tanah. Nilai bacaan sensor antara ≥ 750 & < 300 , digunakan sebagai setpoint bawah dan atas dalam irigasi curah otomatis. Sistem kendali mengoperasikan pompa motor listrik untuk mengatur aliran air irigasi dari penampung air. Hasil percobaan menunjukkan bahwa sistem irigasi curah otomatis bisa menjaga kelembaban tanah antara rentang setpoint yang diinginkan dan dengan demikian dapat diterapkan untuk penggunaan yang lebih luas.

Kata kunci: Arduino Nano, Kelembaban tanah, Mikrokontroler, Setpoint, Soil Moisture sensor

1. Pendahuluan

Sistem irigasi atau pengairan merupakan suatu upaya untuk mensuplai air dengan cara membuat suatu bangunan atau saluran-saluran air untuk dialirkan ke area pertanian atau perkebunan secara teratur. Air adalah salah satu komponen fisik yang sangat penting dan diperlukan dalam jumlah banyak untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Sekitar 85-90 % dari bobot segar sel-sel dan jaringan tanaman tinggi adalah air. Air berfungsi sebagai pelarut hara, penyusun protoplasma, bahan baku fotosintesis dan lain sebagainya. Kekurangan air pada jaringan tanaman dapat menurunkan turgor sel, meningkatkan konsentrasi makro molekul serta mempengaruhi membran sel dan potensi aktivitas kimia air dalam tanaman[1].

Kondisi kelembaban tanah dapat diukur dengan alat ukur seperti tensiometer yang menunjukkan potensial tanah atau pF dari tanah. Selain itu dapat digunakan sensor kelembaban tanah (*Soil Moisture Sensor*) yang telah dikalibrasi untuk menunjukkan kelembaban tanah aktual berbasis volume. Sensor seperti ini dapat digunakan untuk mendeteksi perubahan kelembaban tanah secara *realtime*.

Tujuan penelitian ini adalah membuat sistem irigasi curah otomatis dan menguji kinerja sistem irigasi otomatis tersebut pada skala plot percobaan.

2. Kajian Pustaka

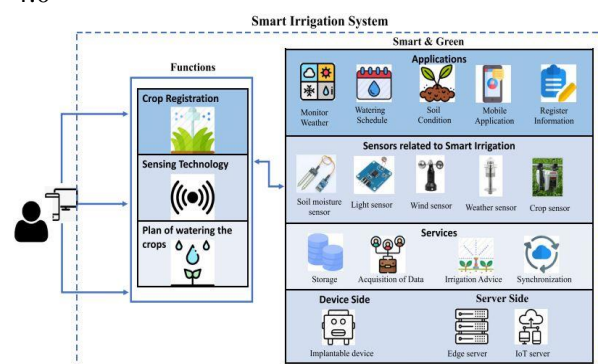
2.1 Preliminary Research

Irigasi untuk pertanian adalah konsumen air tawar terbesar di dunia, yang menuntut penggunaan teknologi secara intensif untuk mengoptimalkan penggunaan air, mengurangi konsumsi energi dan meningkatkan kualitas

tanaman. Sementara *Internet of Things* (IoT) dan teknologi terkait lainnya adalah pilihan alami untuk aplikasi pengelolaan air pintar, kesesuaiannya masih harus dibuktikan dalam pengaturan nyata dengan penerapan percontohan di lokasi. Selain itu, platform pengembangan aplikasi berbasis IoT harus cukup umum untuk disesuaikan dengan tanaman, iklim, dan negara yang berbeda. Proyek SWAMP mengembangkan metode dan pendekatan berbasis IoT untuk pengelolaan air cerdas dalam domain irigasi presisi dan mengujinya di Italia, Spanyol, dan Brasil. Dalam makalah ini, kami menyajikan tampilan SWAMP, arsitektur, percontohan dan proses pengembangan berbasis skenario yang diadopsi dalam proyek[2]. Pada artikel ini memperkenalkan cara baru dalam mengelola air dalam sistem irigasi, yang dapat diterapkan pada kebun atau ladang pertanian, menggantikan intervensi manusia dengan Jaringan Sensor Nirkabel. Sistem irigasi tipikal menghabiskan rata-rata 30% dari air yang digunakan, karena pengelolaan dan konfigurasi yang buruk. Sistem irigasi berkelanjutan ini memungkinkan efisiensi yang lebih baik dalam proses irigasi yang dapat mengarah pada penghematan bagi pengguna akhir, tidak hanya secara moneter tetapi juga dalam sumber daya alam, seperti air dan energi, yang mengarah pada lingkungan yang lebih berkelanjutan. Sistem dapat mengambil data waktu nyata dan menggunakannya untuk menentukan jumlah air yang tepat untuk digunakan di taman. Dengan solusi ini, dimungkinkan untuk menghemat hingga 34% air saat menggunakan data sensor dari suhu, kelembaban dan kelembaban tanah, atau hingga 26% saat hanya menggunakan input suhu. Selain arsitektur sistem yang terperinci,[3] Selanjutnya Samsugi *et.al* [4], mengembangkan system irigasi dengan menggunakan sensor ultrasonic untuk mengukur ketinggian air pada salurannya yang memberikan informasi kepada mikrokontroler untuk membuka atau menutup pintu air secara otomatis. Kemudian Yuri R, dkk.[5] membuat system monitoring ph tanah berbasis Arduino untuk memudahkan kontrol pH air sehingga proses perawatan tanaman menjadi lebih baik dan mudah.

Pada *literatur review* yang dilakukan oleh

Rabiya Abbasi *et.All* [6]. Mengemukakan bahwa tingkat adopsi teknologi digital di bidang pertanian diperiksa dalam konteks jenis layanan, tingkat kesiapan teknologi, dan jenis pertanian. Hasilnya menunjukkan bahwa teknologi digital seperti sistem robot otonom, *internet of things*, dan *Machine learning* dieksplorasi secara signifikan dan pertanian terbuka sering dipertimbangkan dalam studi penelitian (69%), sementara itu penelitian skala laboratorium (31%). Selain itu, diamati bahwa sebagian besar kasus penggunaan masih dalam fase prototipe. Akhirnya, hambatan potensial untuk digitalisasi sektor pertanian diidentifikasi dan diklasifikasikan pada tingkat teknis dan sosial-ekonomi. Komprehensif ini menghasilkan informasi yang berguna tentang status teknologi digital di bidang pertanian saat ini Bersama dengan peluang masa depan yang prospektif. Disisi lain, Pertanian global mengkonsumsi sumber daya yang besar dan menghasilkan polusi yang signifikan. Dengan mengalihkan produksinya ke lokasi baru, dan mendorong perubahan dalam teknologi dan penggunaan input, perdagangan memiliki dampak besar pada keberlanjutan lingkungan dari sistem pangan dunia, tetapi karena kebijakan lingkungan yang kurang optimal, sifat pasti dari dampak ini ada di perselisihan. Kami meninjau literatur tentang perdagangan pertanian dan kelestarian lingkungan, menyoroti pendekatan berbeda yang diambil dalam ekologi versus ekonomi.[7] dibawah ini merupakan perkembangan system irigasi pertanian yang menggunakan teknologi 4.0

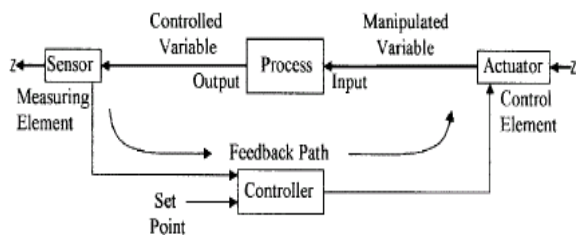


Gambar 1. Smart irrigation system[8]

Sistem Kontrol Otomatis

Sistem otomatis [9] pada dasarnya terdiri dari 3 elemen yaitu elemen pengukuran (*sensor*), elemen kendali (*actuator*) dan pengendali itu sendiri (*controller*). Elemen pengukuran terdiri dari sensor, transduser dan transmitter, dimana

elemen ini akan memberikan umpan balik (*feedback*) ke sistem kendali berupa kondisi aktual dari proses yang dikendalikan. Elemen kendali memiliki aktuator, sirkuit pengatur daya dan catu daya tersendiri dan berfungsi untuk aktualisasi perintah yang diberikan oleh pengendali. Pengendali memiliki unit pemroses yang dilengkapi dengan memori dan sirkuit pembanding setpoint dengan nilai yang terbaca oleh sensor. Unit pemroses ini selanjutnya akan menentukan sinyal koreksi berdasarkan selisih antara setpoint dan input dari sensor, untuk memberikan perintah pengaturan aktuator. Setpoint adalah nilai atau level dari suatu parameter yang diinginkan, misalnya tingkat kebasahan, ketinggian muka air dan sebagainya. Skema dari sistem otomatis dapat dilihat pada Gambar



Gambar 2 Skema sistem Kendali [9]

3. Metode Penelitian

3.1 Metode Eksperimental

Penelitian eksperimental merupakan penelitian yang bersifat prediktif, yaitu meramalkan akibat dari suatu manipulasi terhadap variabel terikatnya. Artinya penelitian ini biasa dilakukan dengan asumsi dasar atau hipotesis yang telah ditentukan sebelumnya, untuk kemudian dibuktikan kebenarannya melalui tindakan atau kondisi yang terkendali. Metode penelitian eksperimen merupakan metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh treatment (perlakuan) tertentu [10].

3.2 Perancangan Alat

Berdasarkan hasil observasi dan studi literatur dilakukan perancangan alat yang meliputi rancangan sistem penyiraman, rangkaian elektronik, dan rancangan algoritma program.

3.3 Tahap Pelaksanaan

a. Observasi lapang dan studi literatur

Observasi ini dimaksudkan untuk mengetahui kondisi obyek penelitian objek penelitiannya adalah jenis tanah dimana implementasi alat akan dilakukan

untuk mengetahui nilai kelembaban tanah yang akan dijadikan data untuk menentukan setpoint. Studi literature untuk mendapatkan referensi terkait dengan pengembangan sistem seperti konsep *irrigation system* dan sensor kelembaban tanah.

b. Pembuatan Alat

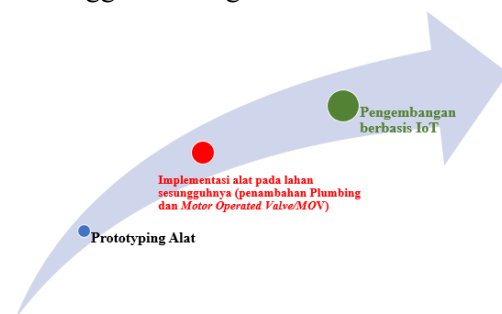
Pada tahap ini pembuatan alat dilakukan melalui tahapan pengadaan komponen, perakitan alat dan pembuat pemrograman alat sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Alat akan ditempatkan pada suatu chassing yang ditata sedemikian rupa agar portabel.

c. Pengujian dan Evaluasi

Pada tahap awal pengujian dilakukan untuk memastikan berfungsinya bagian-bagian alat. Evaluasi dilakukan untuk perbaikan dan penyempurnaan alat agar tujuan dari program yang diharapkan dapat tercapai dengan baik.

d. Rencana tindak lanjut

Pengembangan dari penelitian ini memiliki peta jalan Gambar 3.1 rencana tindak lanjut yang sesuai dengan Rencana Induk penelitian (RIP) Sekola Tinggi Teknologi YBS Internasional.



Gambar 3 Rencana Tindak lanjut

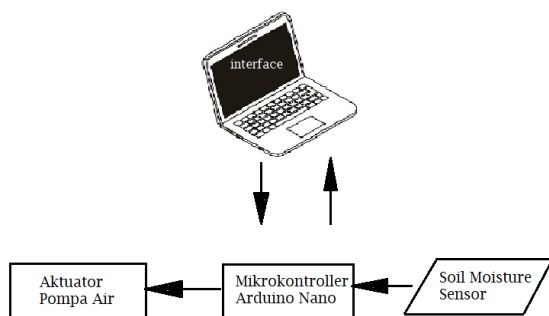
Proses prototyping alat telah selsesai dibuat dengan pengujian alat skala laboratorium, proses implementasi sedang berjalan pada lahan anggota Gapoktan Mekarjaya Desa Cikupa Kecamatan Karangnunggal Kab tasikmalaya, yang sebelumnya lahan tersebut ditanami sayuran kangkong darat, dan masih dalam proses penyempurnaan terutama pada bagian pengaturan penyiraman lahan yang tidak dapat dilakukan secara sekaligus satu waktu karena keterbatasan sumber air, solusinya adalah dengan membagi lahan menjadi 3 blok bagian penyiraman dimana prosesnya diatur oleh *Motor Operated valve (MOV)* yang dibuat secara *hand made* (karena keterbatasan biaya) dari *control check valve manual* yang dioperasikan menggunakan motor DC. Tahapan selanjutnya adalah pengembangan yaitu Implementasi Teknologi *Internet of Thing* dan *Sonic bloom* pada Tanaman Kangkung Darat Sistem Tanam

Biasa yang dibantu oleh mahasiswa S2 Universitas langlang Buana Bandung.

3.4 Rancangan Sistem Kendali

Pada penelitian ini Rancangan terdiri dari dua bagian besar yaitu *software* dan *hardware*. Perancangan *software* berupa pembuatan program untuk sistem kendali mikro.

Sistem kendali memiliki beberapa fungsi utama pemrosesan data oleh mikrokontroller Arduino nano yang akan menerima input setpoint dari sensor melalui Analog to Digital Converter (ADC). Input dari sensor di-bandingkan dengan setpoint dan menghasilkan sinyal kontrol untuk mengaktifkan atau menonaktifkan aktuator. Kelembaban tanah sebagai acuan kendali dideteksi dengan mempergunakan soil moisture sensor (sensor kelembaban tanah) yang memberikan keluaran berupa voltase yang menunjukkan level kelembaban tanah berbasis volume (*Volumetric Water Content /VWC*). Untuk mengaktifkan pompa yang bekerja dengan tegangan listrik yang akan dialirkan melalui relay dari sumber listrik. Air dialirkan dari reservoir ke sprinkler melalui jaringan perpipaan irigasi tersebut. Sensor sensor lengas tanah ditanam pada kedalaman antara 5-10 cm.



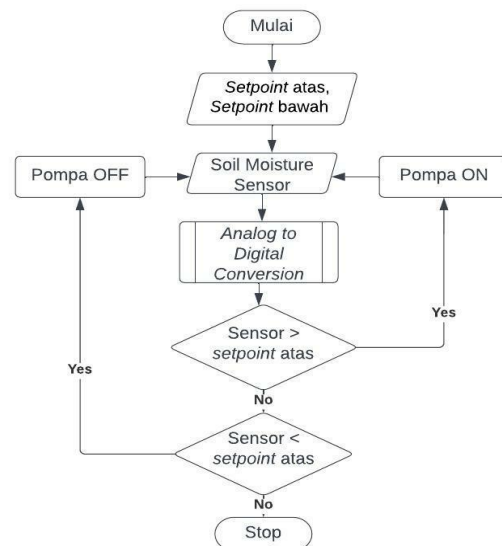
Gambar 4 Bagan sistem Kendali

Rangkaian pengendali ini dihubungkan dengan komputer menggunakan koneksi kabel *Universal Serial Bus (USB)*. Komputer berfungsi sebagai *interface* pengguna untuk memonitor dari hasil pembacaan sensor, waktu dan aktivitas sistem kendali irigasi, serta untuk mengubah pengaturan sistem kendali sesuai dengan yang diinginkan.

Sistem kendali otomatis yang dibuat ini (Gambar 4.2) seluruhnya dirakit dengan menggunakan Arduino Nano yang merupakan psistem kendali

mikro berbasis ATmega328 yang mudah digunakan untuk pengembangan prototipe sistem elektronik

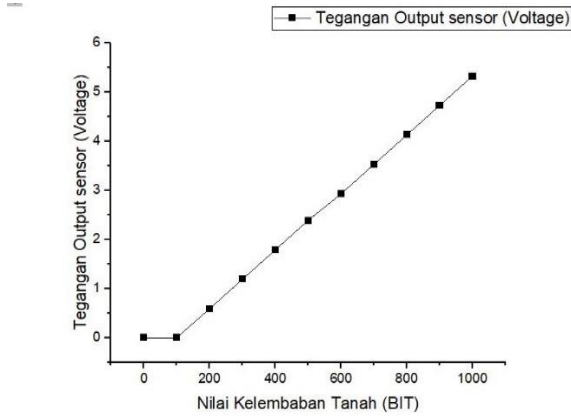
Pengendalian irigasi dilakukan dengan mengacu pada nilai kadar air volumetrik sebagai setpoint. Nilai kadar air dideteksi oleh sensor dan menjadi input bagi pengendali. Terdapat 2 nilai yang digunakan ada 2, yaitu setpoint atas dan bawah, yang bersesuaian dengan kelembaban tanah yang telah ditentukan yaitu ≥ 750 dan < 300 . Pengendali di-program sedemikian rupa sehingga air irigasi akan mengalir apabila nilai kelembaban tanah sudah mencapai setpoint atas. Setelah itu irigasi akan tetap diberikan sampai nilai kelembaban tanah mencapai setpoint bawah. Air irigasi dialirkan dengan mengaktifkan pompa listrik. Diagram alir sistem kendali tampak pada gambar



Gambar 5 Diagram alir Sistem Kendali

3.5. Penentuan Kelembaban Tanah

Input yang akan diumpangkan ke pengendali sebagai sinyal keluaran dari sensor harus dalam besaran tegangan listrik (*volt*). Kalibrasi dilakukan dengan melakukan pengukuran kelembaban tanah mempergunakan soil moisture sensor pada berbagai tingkat kelembaban tanah. Data yang diperoleh digunakan untuk membentuk persamaan linier, untuk memperoleh hubungan nilai kelembaban tanah dan tegangan keluaran dari sensor ini yang digunakan sebagai persamaan kalibrasi.



Gambar 6 Kurva kalibrasi Soil Moisture Sensor.

Kalibrasi Sensor

Sensor kelembaban tanah yang digunakan adalah sensor yang mengategorikan kandungan air dalam 3 kondisi (Tabel 1), yaitu:

Tabel 1. Konversi nilai analog (A) ke digital (D)

	Luaran Sensor	
	Bit (A)	Voltage (D)
Tanah Kering	950 - 700	3.65-5.00
Tanah Lembab	700 - 400	2.50-3.65
Tanah Basah	400 - 0	0 - 2.50

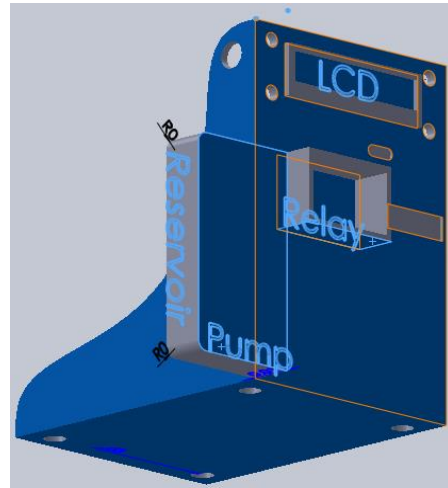
Konversi nilai digital ke analog ditunjukkan seperti pada hasil pengamatan pada serial monitor yang dapat membaca nilai serta tingkat kelembaban tanah berikut.



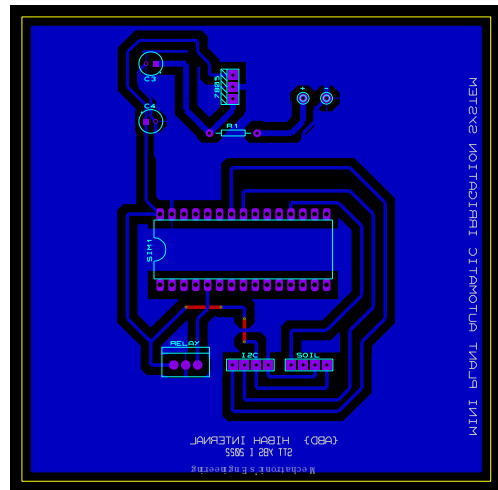
Gambar 7 serial monitor program untuk konversi data analog ke digital

Rancangan Hardware

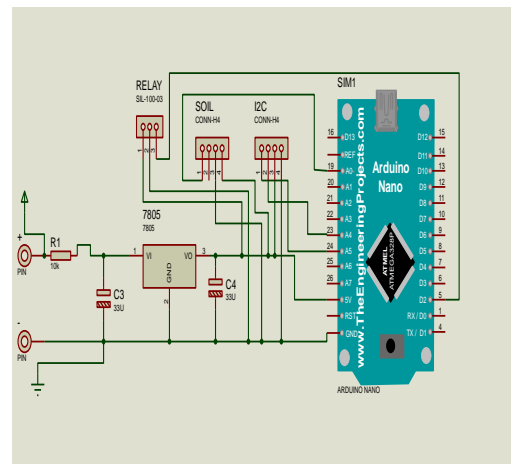
Untuk rancangan *hardware* meliputi : casing, sirkuit board, wiring Diagram, dan layout Komponen seperti tampak pada gambar di bawah.



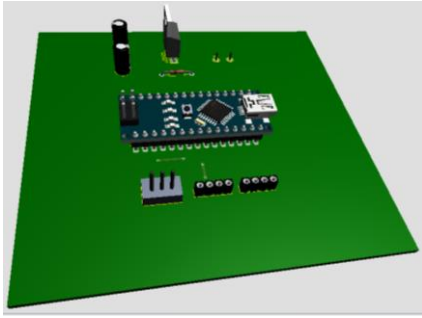
Gambar 8 Rancangan Casing



Gambar 9 Desain layout PCB



Gambar 10 Wiring diagram



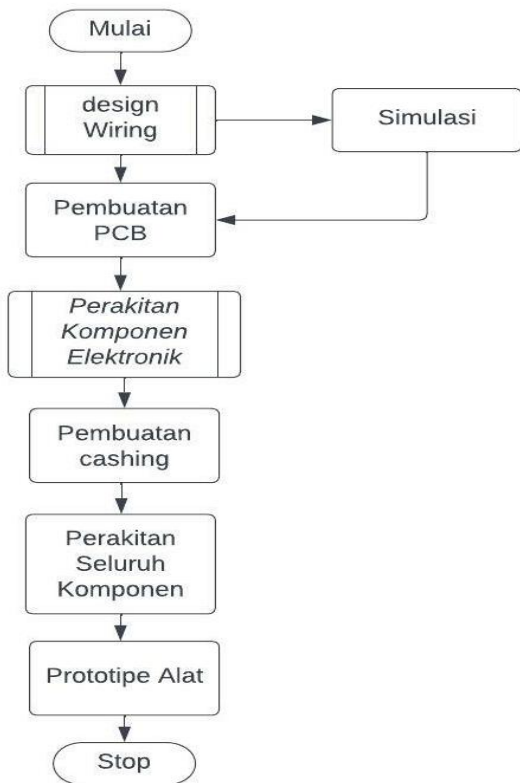
Gambar 11 sirkuit board

4. Hasil dan Pembahasan

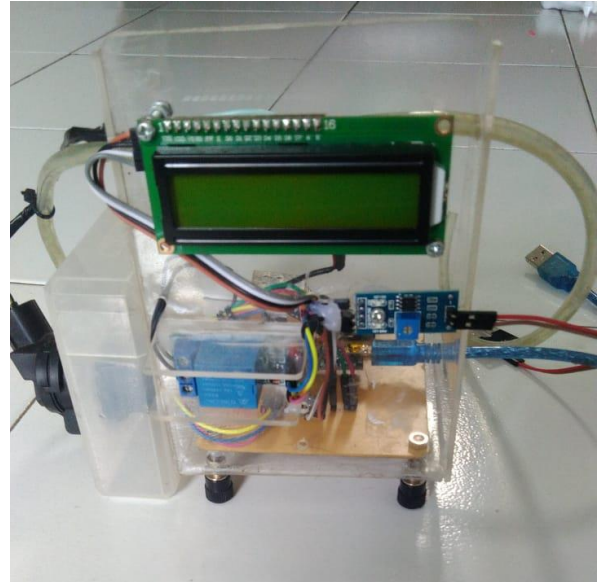
Pada tahap ini membahas tentang implementasi prototipe, pengujian sistem dan analisis data. Pengujian sistem akan disertai hasil dan gambar pendukung.

4.1 Implementasi alat

Pembuatan prototipe alat di jabarkan secara terperinci pada diagram alir gambar 4.1 dari awal perancangan sampai hasil akhir. Realisasi dari desain yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar 4.2



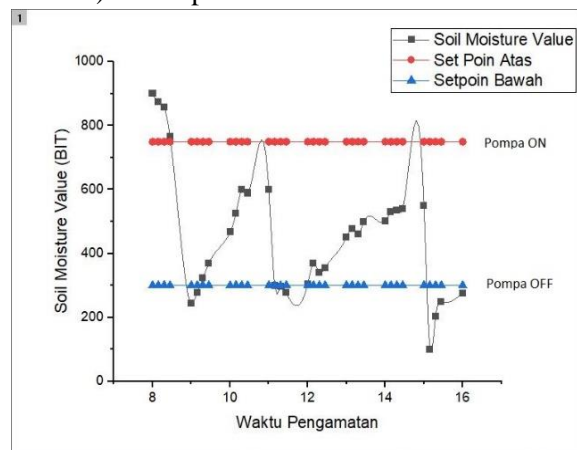
Gambar 4.1 flowchart pembuatan prototipe alat



Gambar 12 Prototipe Alat

4.2 Pengujian kinerja sistem irigasi otomatis

Data pemantauan kelembaban tanah diperoleh dari hasil uji alat prototipe Gambar 4.3. Sumbu absis pada kurva menunjukkan waktu pada pengambilan data selama kurang lebih 9 jam dimulai dari pukul 08.00 sampai dengan pukul 16.00 WIB. dan sumbu ordinat primer menunjukkan perubahan kadar Kelembaban tanah dari bacaan sensor berupa nilai digital. Sumbu ordinat sekunder di sebelah kanan gambar menunjukkan aktivitas irigasi (pompa kondisi on dan off) sesuai perintah dari sistem kendali.



Gambar 4.3 Kinerja Sistem Irigasi Otomatis

Pada gambar tersebut terlihat terjadi pemberian air irigasi ketika kondisi kelembaban tanah kurang dari atau sama dengan batas atas dan akan berhenti saat kadar air tanah mencapai

batas bawah. kelembaban tanah berfluktuasi pada rentang tersebut. Pada saat terjadi penurunan kelembaban tanah, irigasi masih belum diberikan selama kelembaban pada saat ini status pompa Off. Saat kelembaban sudah mencapai batas atas maka status pompa ON. Penyiraman menurunkan nilai kelembaban tanah secara cepat namun akan terus dilakukan sampai kelembaban tanah mencapai batas bawah,. Hal ini menunjukkan sistem irigasi otomatis ini dapat mencegah kelebihan pemberian air dan menghindari perkolasi yang tidak diperlukan .

5. Simpulan

Sistem irigasi otomatis berbasis arduino telah dibuat dan diuji pada skala plot percobaan. Sensor kelembaban tanah dapat menunjukkan hubungan yang cukup linier antara kelembaban terukur dengan sinyal output, dan dapat digunakan untuk mengukur kelembaban tanah sebagai acuan kendali irigasi. Durasi dan interval pemberian irigasi yang berbeda-beda menunjukkan bahwa irigasi diberikan dengan mengikuti kebutuhan penambahan kelembaban tanah yang dipengaruhi antara lain faktor cuaca. Sistem pengendali beroperasi sesuai algoritma kendali yang dibuat dan mengendalikan sistem irigasi untuk menjaga kelembaban tanah volumetrik diantara 350 sampai dengan 750 sehingga mencegah kekurangan air dan sekaligus menghindari perkolasi.

6. Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih yang sebanyak -banyaknya kepada LPPM Sekolah Tinggi Teknologi YBS Internasional selaku penyelenggara pemberian hibah penelitian internal dengan no surat kontrak perjanjian 02e/LPPM/STTYBSI-KPP/VII/2022. Serta ucapan terimakasih juga kepada ketua Sekolah Tinggi Teknologi YBS Internasional atas kesempatan yang telah diberikan sehingga penelitian ini dapat terlaksana. Ucapan terimakasih juga kepada rekan rekan dosen dan mahasiswa yang telah membantu terlaksananya kegiatan penelitian ini.

Daftar Pustaka

[1] B. A. Kurniawan, S. Fajriani, and Arifian, "Pengaruh jumlah pemberian air terhadap respon pertumbuhan dan hasil tanaman tembakau (*Nicotiana tabacum*

L.)," *J. Produksi Tanam.*, vol. 2, no. 1, pp. 59–64, 2019.

- [2] C. Kamienski *et al.*, "Smart water management platform: IoT-based precision irrigation for agriculture," *Sensors (Switzerland)*, vol. 19, no. 2, 2019, doi: 10.3390/s19020276.
- [3] A. Glória, P. Sebastião, C. Dionísio, G. Simões, and J. Cardoso, "Water management for sustainable irrigation systems using internet-of-things," *Sensors (Switzerland)*, vol. 20, no. 5, pp. 1–14, 2020, doi: 10.3390/s20051402.
- [4] S. Samsugi, Z. Mardiyansyah, and A. Nurkholis, "Sistem Pengontrol Irigasi Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno," *J. Teknol. dan Sist. Tertanam*, vol. 1, no. 1, p. 17, 2020, doi: 10.33365/jtst.v1i1.719.
- [5] Y. Rahmanto, A. Rifaini, S. Samsugi, and S. D. Riskiono, "SISTEM MONITORING pH AIR PADA AQUAPONIK MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ARDUINO UNO," *J. Teknol. dan Sist. Tertanam*, vol. 1, no. 1, p. 23, 2020, doi: 10.33365/jtst.v1i1.711.
- [6] R. Abbasi, P. Martinez, and R. Ahmad, "The digitization of agricultural industry – a systematic literature review on agriculture 4.0," *Smart Agric. Technol.*, vol. 2, no. January, p. 100042, 2022, doi: 10.1016/j.atech.2022.100042.
- [7] K. Baylis, T. Heckelei, and T. W. Hertel, "Agricultural trade and environmental sustainability," *Annu. Rev. Resour. Econ.*, vol. 13, pp. 379–401, 2021, doi: 10.1146/annurev-resource-101420-090453.
- [8] K. Obaideen *et al.*, "An overview of smart irrigation systems using IoT," *Energy Nexus*, vol. 7, no. July, p. 100124, 2022, doi: 10.1016/j.nexus.2022.100124.
- [9] S. Krido Saptomo, R. Isnain, and B. Indra Setiawan, "Irigasi Curah Otomatis Berbasis Sistem Pengendali MIKRO," *J. Irig.*, vol. 8, no. 2, pp. 115–125, 2013.
- [10] Soegiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 2018.