

MODEL IOT PERANCANGAN ALAT PENYIRAMAN TANAMAN OTOMATIS PADA INSTALASI GREENHOUSE

PENULIS

¹⁾Dina Nur Amelia, ²⁾Krisnayana Gumelar Rahman,
³⁾Afiqo Ilman Dinan Tandra, ⁴⁾Yusuf Amrozi

ABSTRAK

Internet of Things (IoT) adalah sebuah konsep dimana teknologi diintegrasikan ke dalam suatu objek, teknologi-teknologi tersebut berupa sensor maupun *software* sehingga memungkinkan objek bisa saling terhubung satu sama lain. Dalam industri pertanian, adanya teknologi sensor dan kecerdasan buatan mempermudah pekerjaan para petani yang awalnya konvensional menjadi terotomatisasi. Penelitian ini bertujuan agar dapat membuat rancangan alat penyiram tanaman otomatis pada *greenhouse* di kampus 2 UINSA. Dalam penelitian ini, digunakan metode kualitatif rancang bangun. Pendekatan yang digunakan adalah menggunakan model *Waterfall*. *Greenhouse* yang dioptimalkan dengan sistem penyiraman otomatis berbasis IoT dapat mengurangi penggunaan air secara signifikan. Hasil perancangan menunjukkan bahwa IoT menghubungkan perangkat sensor seperti sensor kelembaban tanah dan sensor suhu dengan pompa air untuk dikontrol lewat koneksi internet. IoT dibuat dengan menggunakan modul ESP8266 guna mendukung mikrokontroler arduino sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan menyimpan program di dalamnya. Secara otomatis, sistem akan melakukan penyiraman apabila kelembaban tanah kurang dari 20%, penyiraman akan berakhir ketika kelembaban sudah mencapai 80%. Dengan adanya rancangan alat penyiram tanaman otomatis ini, diharapkan dapat membantu pekerjaan para pemilik usaha tanaman dalam meminimalisasi penggunaan air terutama yang ada pada *greenhouse*.

Kata Kunci

Internet of Things, Greenhouse, Penyiram Otomatis

AFILIASI

Program Studi
Nama Institusi
Alamat Institusi

¹⁻⁴⁾Sistem Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi
¹⁻⁴⁾Universitas Islam Negeri Sunan Ampel
¹⁻⁴⁾Jl. Dr. Ir. H. Soekarno Nomor 682, Surabaya - 60294

KORESPONDENSI

Penulis
Email

Dina Nur Amelia
dinanuramelia6@gmail.com

LICENSE



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

I. PENDAHULUAN

Saat ini, teknologi sudah meluas untuk memberikan kemudahan dan kenyamanan dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu upaya guna mencapai kemudahan tersebut dengan menggunakan *Internet of Things* (IoT). Dalam *Internet of Things* (IoT), sebuah benda dilengkapi dengan sensor dan *software* untuk mengontrol, menghubungkan, dan berbagi data melalui perangkat lain yang tersambung ke internet. Operasi dari *Internet of Things* adalah menghimpun data mentah yang tepat. Lalu, menelaah dan mengolah data mentah tersebut menjadi informasi yang lebih signifikan [1].

Dalam industri pertanian, adanya teknologi sensor dan kecerdasan buatan mempermudah pekerjaan para petani yang awalnya konvensional menjadi terotomatisasi [2]. Berkaca dari hal tersebut, muncul sebuah inovasi yang memungkinkan kendali dari alat yang dapat dihubungkan ke internet serta menanamkan sistem ke dalam alat tersebut sehingga dapat dijalankan secara otomatis. Salah satu bentuk IoT pada industri pertanian adalah adanya alat penyiram tanaman otomatis. Penyiraman tanaman yang umumnya dikerjakan dengan cara manual, saat ini bisa dikerjakan dengan cara otomatis menggunakan peralatan yang dirangkai secara khusus [3].

Greenhouse adalah sebuah bangunan yang dirancang untuk budidaya tanaman dengan atap dan dinding yang tembus cahaya. Salah satu tujuan dari pembuatan *greenhouse* adalah untuk mengurangi perubahan suhu, mengontrol penyiraman, dan pemupukan tanaman. Guna memenuhi keperluan akan hasil pertanian yang berkesinambungan serta bebas musim, tujuan utama dari pengembangan *greenhouse* adalah untuk mencapai tujuan ini. Dengan adanya masalah ini, perlu adanya alat penyiram tanaman yang dapat mengontrol kondisi *greenhouse* secara otomatis. Alat penyiraman tanaman otomatis ini mendayagunakan teknologi IoT untuk memungkinkan pengawasan dari jarak jauh [4].

Greenhouse yang dioptimalkan dengan sistem penyiraman otomatis berbasis IoT dapat mengurangi penggunaan air secara signifikan. Sensor-sensor yang terhubung dapat mengukur kelembaban tanah, kondisi cuaca, dan kebutuhan tanaman secara *real-time*, sehingga alat penyiraman hanya digunakan saat diperlukan. Hal ini menghemat air dan energi, serta mengurangi biaya operasional. Sistem penyiraman otomatis yang terintegrasi dengan data sensor dapat memastikan bahwa tanaman menerima jumlah air yang sesuai pada waktu yang tepat. Hal ini dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dan hasil panen, sehingga meningkatkan produktivitas pertanian secara keseluruhan. IoT memungkinkan pemantauan dan pengendalian lingkungan dalam *greenhouse* dengan lebih baik [5].

Dengan adanya IoT ini, pertanian dapat menjadi lebih produktif dan efisien. Sistem penyiraman yang terhubung secara otomatis menghemat waktu dan tenaga petani. Dengan kontrol yang lebih baik atas kondisi lingkungan dan penyiraman, dapat meningkatkan hasil panen menjadi lebih optimal. Ini penting untuk memenuhi standar kualitas pasar dan memuaskan kebutuhan konsumen yang semakin tinggi. Dengan penggunaan yang lebih efisien dari sumber daya seperti air dan energi, serta pengurangan risiko lingkungan, penerapan IoT dalam pertanian dapat mendukung praktik pertanian yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan. Dengan demikian, perancangan alat penyiraman otomatis berbasis IoT pada *greenhouse* memiliki urgensi yang tinggi dalam meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan keberlanjutan dalam industri pertanian [6].

Salah satu hal baru yang ditawarkan oleh penelitian ini adalah pengembangan sebuah sistem yang terhubung secara nirkabel dengan berbagai sensor dan perangkat dalam *greenhouse*. Alat penyiraman otomatis ini dirancang untuk memantau kondisi lingkungan di dalam *greenhouse*, seperti suhu, kelembaban, dan tingkat kelembaban tanah. Menggunakan integrasi sensor yang lebih canggih dan AI yang lebih *advanced*, penelitian ini dapat menciptakan alat penyiraman otomatis yang lebih presisi, efisien, dan mampu meningkatkan produktivitas pertanian serta mengurangi konsumsi sumber daya seperti air. Hal ini menjadi salah satu aspek inovatif yang ditawarkan oleh penelitian ini dalam konteks pengembangan teknologi IoT dalam pertanian modern.

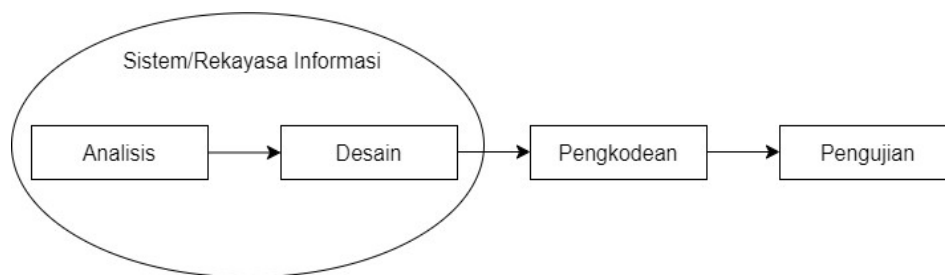
Dalam sistem IoT, ada sejumlah komponen yang dibutuhkan, diantaranya adalah mikrokontroler. Mikrokontroler ini berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik yang didalamnya memiliki kemampuan untuk menyimpan sebuah program. Terdapat berbagai macam jenis mikrokontroler, yang cukup populer dewasa ini adalah Atmega328 yang ditanamkan pada board Arduino [7]. Modul ESP8266 juga dibutuhkan

guna mendukung mikrokontroler yang terhubung dengan koneksi wifi. Ada banyak sensor yang dapat mendeteksi kelembaban tanah dan suhu, diantaranya adalah *Soil moisture* Sensor dan sensor DHT11 yang nantinya ditancapkan ke dalam tanah untuk memeriksa kelembaban tanah dan suhu pada *greenhouse*. Aplikasi dari sensor kelembaban tanah dapat mengirit atau menekan penggunaan air yang dipergunakan untuk menyirami tanaman [8], [9].

Berdasarkan penjelasan diatas, maksud dari penelitian ini adalah guna menciptakan alat penyiraman tanaman otomatis yang bermanfaat bagi para petani ataupun pemilik usaha tanaman lainnya. Ketersediaan air pada tanaman sangatlah penting dan perlu diperhatikan, karena jika kekurangan air maka tanaman akan kering dan akhirnya mati. Begitupun sebaliknya, apabila kelebihan air maka tanaman akan membusuk. Penelitian ini diharapkan dapat membantu pekerjaan mereka dalam meminimalisasi penggunaan air, efisiensi waktu, dan meningkatkan kualitas serta kuantitas hasil produksi tanaman yang ada pada *greenhouse* [10].

II. METODE PENELITIAN

Metode yang dipakai pada penelitian ini yaitu dengan memanfaatkan metode kualitatif rancang bangun dimana data yang didapat berdasarkan dari observasi dan studi literatur (Amrozi, 2022). Pendekatan yang digunakan adalah menggunakan model *waterfall* yang melalui tahap mulai dari analisis, desain, pengkodean, hingga tahap pengujian. Disebut *waterfall* dikarenakan langkah-langkah yang dilalui harus menunggu hingga langkah sebelumnya selesai dan dilakukan secara berurutan [11]–[13]. Di bawah ini merupakan gambar model *waterfall*:



Gambar 1. Ilustrasi Model Waterfall
(Sumber: Sukamto & Shalahudin)

1. **Analisis**
Tahap analisis yaitu tahap pengumpulan kebutuhan (*requirement*) yang dilaksanakan secara mendalam demi menspesifikasikan kebutuhan elemen atau sistem seperti apa yang diperlukan pengguna. Perincian kebutuhan pada tahap pertama ini harus didokumentasikan agar mudah dimengerti oleh peneliti atau pengembang sistem.
2. **Desain**
Tahap desain ini merupakan tahap yang fokus pada skema pembuatan program. Dalam desain perangkat lunak dapat menggunakan berbagai jenis diagram yang ada yang memuat arsitektur perangkat lunak, struktur data, dan lainnya. Tahap desain ini adalah perpindahan dari tahap analisis kebutuhan perangkat lunak yang direpresentasikan dalam gambaran skema desain, untuk nantinya dapat diimplementasikan dalam sebuah program pada tahap berikutnya.
3. **Pengkodean**
Pada tahap ini, aplikasi sesuai dengan analisis kebutuhan mulai dibangun. Desain pada tahap sebelumnya ditransfer ke perangkat lunak. Hasil yang diperoleh dari tahap pengkodean ini berupa program komputer setara dengan skema desain yang sudah dikerjakan.
4. **Pengujian**
Pada pengujian difokuskan pada perangkat lunak dari sudut pandang logis dan fungsional, serta memastikan bahwa seluruh bagian telah diuji coba guna meminimalisir adanya *error* atau kesalahan yang tidak diinginkan.

Pada penelitian ini, data penelitian ini dikumpulkan dengan 2 cara, yaitu:

1. Observasi
Abdurrahman Fatoni (2011) menyebutkan bahwa observasi merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan melalui suatu pengamatan dibarengi dengan pencatatan/pendataan akan kondisi/perilaku khalayak tujuan. Menurut Sugiyono (2012), observasi merupakan pengamatan pada suatu objek dengan menggunakan semua alat indra dan semua ilmu pengetahuan [14]. Observasi juga berarti mengamati, memperhatikan, dan menyaksikan sebagai metode untuk pengumpulan data. Observasi pada penelitian ini dilakukan secara langsung ke *greenhouse* kampus 2 UINSA yang dilakukan pada kurun waktu bulan September 2023.
2. Studi Literatur
Studi literatur merupakan serangkaian aktivitas yang berhubungan dengan kaidah penghimpunan data perpustakaan, membaca, mencatat, dan mengolah bahan pengkajian. Danial dan Warsiah (2009) menyebutkan bahwa studi literatur merupakan penelitian yang dilaksanakan oleh peneliti melalui pengumpulan beberapa buku dan majalah yang berkenaan dengan persoalan dan maksud dari penelitian yang dilaksanakan. Data-data yang diperlukan untuk penelitian bisa didapatkan dari perpustakaan atau sumber dokumenter [15]. Sehingga peneliti memperoleh gambaran secara teoritis yang bermanfaat dalam membuat perancangan dan penulisan penelitian ini. Adapun tahap pertama yang dilakukan yakni mengkaji artikel-artikel yang membahas tentang model IoT untuk penyiraman tanaman otomatis. Kajian ini dilakukan guna mengetahui perlengkapan yang diperlukan untuk merancang alat penyiraman tanaman otomatis berbasis IoT ini. Tahap kedua yakni membuat desain rancangan model sistem beserta dengan diagram-diagram yang dibutuhkan

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat penyiraman tanaman otomatis berbasis IoT ini dirancang dengan memanfaatkan board mikrokontroler arduino. *Software* berupa Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) dapat difungsikan untuk membuat program pada mikrokontroler arduino ini. Arduino IDE ini pada dasarnya menggunakan bahasa pemrograman C. Dikarenakan penelitian kali ini hanya pada rancangan, maka berdasarkan pada metode yang peneliti gunakan tahap yang dilakukan tidak sampai pada pengkodean dan pengujian hanya pada analisis dan desain.

3.1 Analisis

Alat penyiram tanaman otomatis terdiri atas 3 bagian, yaitu *input*, proses, dan *output*. Sensor kelembaban tanah dan sensor pendeteksi suhu sebagai *input*. Arduino Uno dan Modul ESP8266 sebagai proses yaitu mikrokontroler yang digunakan untuk mengirim data ke ponsel serta pompa yang juga dapat dijalankan dari jarak jauh. Lalu, relay digunakan sebagai *output* yang berguna sebagai saklar guna menghidupkan dan mematikan pompa air. Dikarenakan adanya keterbatasan pada alat yang digunakan, maka terdapat alternatif alat untuk uji karakteristik yang dilakukan pada penelitian ini. Pengujian pada sensor kelembaban tanah dilakukan dengan menggunakan *Soil pH & Moisture Meter*. Sedangkan untuk sensor suhu menggunakan *Temperature & Humidity Meter*. Setelah memastikan bahwa sensor yang digunakan berfungsi dalam mengukur kelembaban dan suhu tanah, maka selanjutnya membuat model untuk alat penyiraman tanaman otomatis. Berikut adalah penjelasan dari alat-alat yang dibutuhkan dalam membuat rancangan alat penyiraman tanaman otomatis berbasis IoT.

Papan sirkuit bernama Arduino Uno ini berbasis mikrokontroler Atmega328. Mikrokontroler sendiri yakni IC (*Integrated Circuit*) atau chip yang dapat diprogram dengan memakai komputer. Mikrokontroler yang terpasang pada arduino membuat perangkat mampu membaca dan memproses *input* menjadi *output*. Arduino juga termasuk sebuah platform yang bersifat *open source*. Terdapat modul-modul pendukung seperti sensor, penggerak, dan lainnya yang berguna untuk menunjang penggunaan arduino [16].

Adapun suatu modul yang termasuk peralatan penunjang untuk mikrokontroler Arduino yang memiliki

fungsi sebagai modul Wi-Fi tak lain yaitu disebut Modul ESP8266. Dalam modul ini, ada 3 mode Wi-Fi yaitu, *Access Point*, *Station*, dan *Both*. Modul ESP8266 memiliki memori, prosesor, dan GPIO yang masing-masing memiliki beberapa pin yang sesuai dengan jenis modul ESP8266 [17].

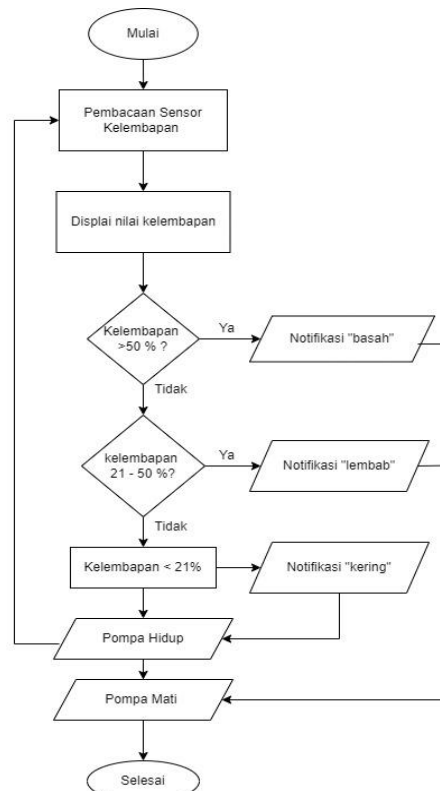
Sensor kelembaban tanah atau *soil moisture* sensor tersusun atas dua sensor yang difungsikan untuk mengukur kandungan volume banyaknya air. Keduanya memungkinkan arus melewati tanah lalu akan mendapatkan intensitas arus untuk mengukur tingkat kelembaban. Pada saat terdapat air yang membludak, maka tanah akan mengalirkan listrik yang lebih banyak dimana ada sedikit perlawanan. Oleh sebab itu, kelembaban menjadi lebih tinggi. Jika tanah kering merupakan penghantar listrik yang buruk, maka pada saat sebaliknya air menjadi berkurang, dan tanah akan menghantarkan listrik sebih sedikit yang mana hambatannya akan lebih besar. Oleh karenanya, menyebabkan kelembaban menjadi lebih rendah.

Sensor DHT digunakan dalam pengukuran suhu dan kelembaban udara secara bebarengan. Sensor DHT11 ini adalah termasuk sensor suhu dan kelembaban yang mana *output* dari sensor ini berupa sinyal digital. Sensor DHT11 tergolong dalam smart sensor dimana mempunyai ADC dan mikrokontroler yang melekat didalamnya. Telah disediakan memori kalibrasi didalamnya yang berguna dalam membantu menyimpan hasil dari pengukuran elemen sensor [18].

Relay adalah sebuah saklar yang dihidupkan dengan menggunakan aliran listrik yang tergolong dalam elemen elektro. Relay pada umumnya merupakan sebuah saklar pada solenoid disekitarnya yang terbalut oleh benang besi yaitu kawat. Komponen ini digunakan untuk menghidup-matikan pompa air dalam melakukan penyiraman.

Selanjutnya, ada pompa air yang dipergunakan untuk menyirkulasikan air melalui pipa dari tempat rendah ke tempat tinggi. Pompa air ini berfungsi untuk mengalirkan air ke tumbuhan sehingga kelembaban tanah di sekitar tumbuhan menjadi lembab.

Lalu, ada *Flowchart* atau diagram alir yang bertujuan untuk mempermudah dalam memahami alur proses serta kinerja alat yang akan dibuat rancangannya [20]. Diagram alir ini juga digunakan untuk menggambarkan proses bisnis agar lebih mudah dilihat serta dipahami berdasarkan urutan dari proses satu ke proses lainnya. Rangkaian *flowchart* penyiraman tanaman otomatis diperlihatkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 2. Flowchart Penyiraman

Berikut adalah kisaran nilai kelembaban yang diharapkan:

0-2 : 0% - 20%	(tanah kering)
3-5 : 21% - 50%	(tanah lembab)
6-8 : 51% - 80%	(tanah basah/dipenuhi air)

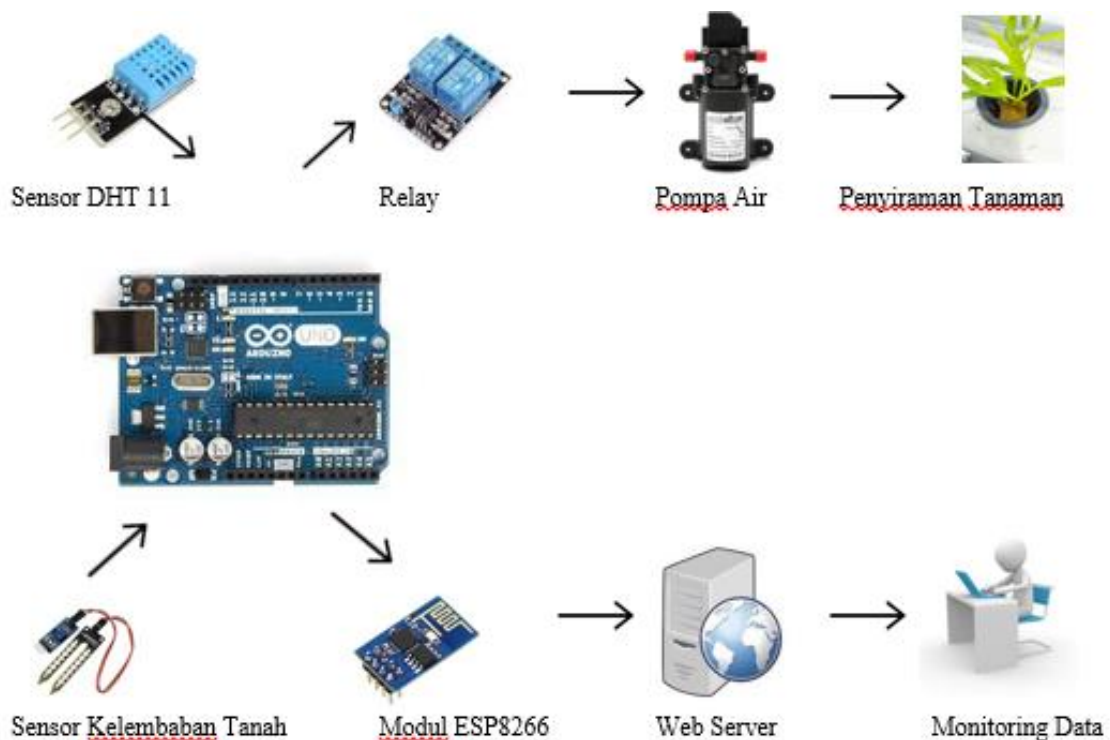
Pada Gambar 2 menunjukkan *flowchart* atau diagram alir pada sistem penyiraman tanaman otomatis. Jika kondisi kelembaban lebih dari 50%, maka mikrokontroler yang telah diprogram akan menampilkan notifikasi pada *smartphone* bahwa tanah dalam kondisi basah dan pompa akan mati. Ketika kelembaban tanah mencapai nilai 21% sampai 50%, muncul notifikasi yang menyebutkan tanah dalam keadaan lembab dan pompa akan mati. Sedangkan apabila nilai kelembaban tanah kurang dari 21%, muncul notifikasi yang menandakan kondisi tanah kering diikuti pompa yang akan menyala.

3.2 Desain

Berdasarkan data-data yang telah diperoleh pada tahap analisis, maka langkah selanjutnya yakni membuat desain rancangan dari hasil analisis tersebut.

1. Perancangan Model Sistem

Mikrokontroler Arduino digunakan di perancangan alat penyiraman tanaman otomatis berbasis IoT ini. Perangkat lunak arduino IDE (*Integrated Development Environment*) dibutuhkan dalam menciptakan program pada mikrokontroler arduino. Ada dua jenis sensor yang dibutuhkan dalam merancang sistem pemantauan kelembaban dan suhu tanah, yaitu sensor kelembaban tanah (*Soil Moisture Sensor*) dan sensor DHT11. Kedua sensor tersebut nantinya bakal ditancapkan ke tanah untuk mendeteksi kelembaban pada tanah dan suhu di dalam *greenhouse*. Setelah dilakukan pembacaan sensor, maka kemudian sensor akan mentransferkan data ke arduino agar diproses dan dioperasikan. Ketika kelembaban tanah telah berubah atau dengan kata lain yaitu tingkat kelembaban minimum tercapai, maka arduino secara otomatis akan mengaktifkan relay dan alat penyiraman tanaman akan hidup. Di dalam pembuatan suatu alat, diperlukan desain perangkat seperti yang tampak pada Gambar 3 di bawah ini.

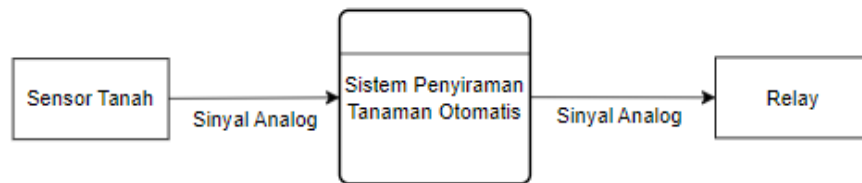


Gambar 3. Rancangan Sistem

2. Konteks Diagram

Konteks diagram yaitu pengertian dari sistem yang akan dibangun secara komprehensif. Konteks diagram ini mencakup sebuah proses dan mengilustrasikan ruang lingkup dari sebuah sistem. Berikut

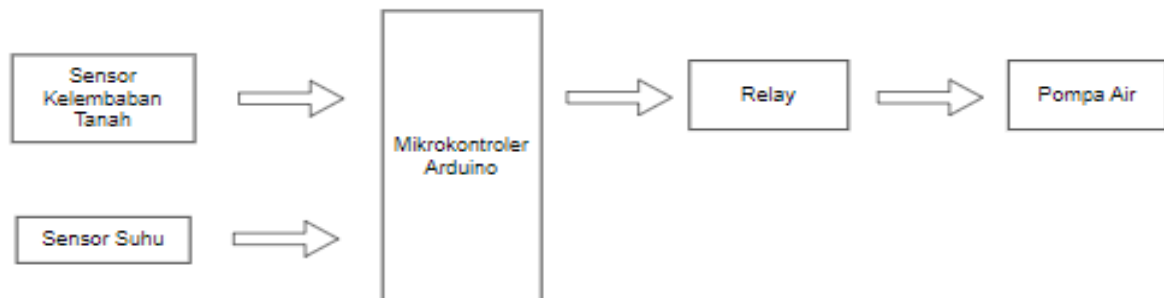
merupakan context diagram sistem pemantauan kelembaban tanah dan suhu berbasis IoT pada *greenhouse* yang diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Konteks Diagram

3. Blok Diagram

Perancangan blok diagram ini bertujuan guna memudahkan dalam merealisasikan sistem serta sebagai referensi guna memahami konsep dari sistem penyiraman tanaman otomatis yang akan dibuat [19]. Diagram blok pada sistem pemantauan kelembaban tanah dan suhu berbasis IoT pada *greenhouse* diperlihatkan sebagai berikut.



Gambar 5. Blok Diagram

Gambar 5 diatas menjelaskan secara garis besar didahului dengan adanya sensor-sensor yang berfungsi sebagai masukan, yakni sensor suhu dan sensor kelembaban tanah. Lalu, mikrokontroler arduino yang telah diprogram sesuai dengan kebutuhan monitoring akan mengirimkan sinyal ke relay. Pompa air sebagai *output* akan menyala dan menyiram tanaman sebagaimana program yang telah dibuat.

Secara keseluruhan berdasarkan pada gambar 2 sampai gambar 5 dapat diartikan bahwa mikrokontroler memperoleh *input* atau masukan dari sensor kelembaban tanah dan sensor suhu. Berdasarkan analisa yang telah dilakukan, sistem yang digunakan pada perancangan ini adalah sensor kelembaban tanah yakni menggunakan *Soil moisture* Sensor dan sensor suhu yakni sensor DHT11. Mikrokontroler akan membaca nilai sensor keduanya. Relay sebagai *output* atau keluaran akan merespon berdasarkan dengan nilai sensor. Setiap kali terjadi perubahan pada kelembaban tanah hingga mencapai tingkat kelembaban minimum sesuai dengan apa yang telah diprogram, maka secara otomatis Arduino menyalakan relay dan menyalakan alat penyiraman tanaman. Jika nilai kelembaban dan suhu berubah mencapai batas kelembaban maksimal yang telah ditentukan, maka relay akan mati dan pompa air dinonaktifkan.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk membuat rancangan alat penyiraman tanaman secara otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) guna mendeteksi kelembaban tanah dan suhu yang dapat dimonitoring dari jarak jauh. Sistem IoT yang dibuat ini membutuhkan perlengkapan seperti, mikrokontroler, modul ESP8266, sensor kelembaban tanah, sensor suhu, relay, dan pompa air. Kategori penyiraman dibedakan menjadi 3 *interval* yaitu, kurang dari 20% (kering), 21%-50% (lembab), dan lebih dari 50% (basah) yang menjadi dasar operasi pada pompa air. Penelitian ini diharapkan dapat membantu pekerjaan para petani atau pengusaha tanaman lainnya dalam meminimalisasi penggunaan air, efisiensi waktu, dan meningkatkan kualitas serta kuantitas hasil produksi tanaman yang ada pada *greenhouse*. Penulisan dalam penelitian ini masih didapati kekurangan serta kesalahan dalam merancang sistem berbasis IoT. Oleh sebab itu, penulis berharap penelitian ini mampu dikembangkan lebih lanjut lagi pada penelitian berikutnya.

REFERENSI

- [1] N. Azizah and T. Thamrin, "Penyiraman dan Pemupukan Tanaman Bawang Merah Secara Otomatis Pada *Greenhouse* Menggunakan *Internet of Things* (IoT)," *Voteteknika (Vocational Tek. Elektron. dan Inform.,* vol. 9, no. 4, p. 74, 2021, doi: 10.24036/voteteknika.v9i4.114655.
- [2] N. Anggraini, K. Del Vieri, L. K. Wardhani, A. C. Wardhana, and D. Saputra, "Sistem Pintar Penyiram Tanaman Menggunakan Teknologi IoT dan Fuzzy Inference System dalam Rangka Mewujudkan Green Campus di UIN Syarif Hidayatullah Jakarta," *Build. Informatics, Technol. Sci.,* vol. 4, no. 2, 2022, doi: 10.47065/bits.v4i2.2227.
- [3] N. Nasution, M. Rizal, D. Setiawan, and M. A. Hasan, "IoT Dalam Agrobisnis Studi Kasus : Tanaman Selada Dalam Green House," *It J. Res. Dev.,* vol. 4, no. 2, pp. 86–93, 2019, doi: 10.25299/itjrd.2020.vol4(2).3357.
- [4] A. R. Putri, Suroso, and Nasron, "Perancangan Alat Penyiram Tanaman Otomatis pada Miniatur *Greenhouse* Berbasis IOT," *Semin. Nas. Inov. dan Apl. Teknol. di Ind. 2019,* vol. 5, pp. 155–159, 2019, [Online]. Available: <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/seniati/article/view/768>
- [5] D. Yudo Setyawan and L. Rosmalia, "Perancangan Sistem Irigasi Tanaman dalam *Greenhouse* Berbasis *Internet of Things* (IoT)," *Jl. ZA. Pagar Alam,* vol. x, No.x, no. 93, p. 3, 1978.
- [6] Q. Al Qorni, D. Putra Pamungkas, S. Arif Wibowo, and D. Hermanto, "Pemantauan dan Peningkat Kondisi Kelembaban Lahan Menggunakan Esp8266 dan IoT," *MDP Student Conf.,* vol. 2, no. 1, pp. 226–233, 2023, doi: 10.35957/mdp-sc.v2i1.4056.
- [7] N. W. Al Hafiz and E. Erlinda, "Perancangan Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Arduino," *J. Teknol. Dan Open Source,* vol. 3, no. 2, pp. 245–260, 2020, doi: 10.36378/jtos.v3i2.831.
- [8] P. Prasetyawan, S. Samsugi, and R. Prabowo, "Internet of Thing Menggunakan Firebase dan Nodemcu untuk Helm Pintar," *J. ELTIKOM,* vol. 5, no. 1, pp. 32–39, 2021, doi: 10.31961/eltikom.v5i1.239.
- [9] Ilamsyah, Jawahir, and M. Akhyar, "Pemanfaatan Alat Pendeteksi Kelembaban Tanah dan Suhu Pohon Mangrove Berbasis IoT," *J. Tek. Inform.,* vol. 8, no. 2, pp. 59–66, 2022, doi: 10.51998/jti.v8i2.498.
- [10] R. Tullah, S. Sutarmanto, and A. H. Setyawan, "Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Pada Toko Tanaman Hias Yopi," *J. Sisfotek Glob.,* vol. 9, no. 1, 2019, doi: 10.38101/sisfotek.v9i1.219.
- [11] N. Hidayati, "Penggunaan Metode *Waterfall* Dalam Rancang Bangun Sistem Informasi Penjualan," *Gener. J.,* vol. 3, no. 1, pp. 1–10, 2019, [Online]. Available: <https://ojs.unpkediri.ac.id/index.php/gj/article/view/12642>
- [12] D. S. Purnia, A. Rifai, and S. Rahmatullah, "Penerapan Metode *Waterfall* dalam Perancangan Sistem Informasi Aplikasi Bantuan Sosial Berbasis Android," *Semin. Nas. Sains dan Teknol. 2019,* pp. 1–7, 2019.
- [13] A. Nurhadi, "Penerapan Metode *Waterfall* Dalam Sistem Informasi Penyedia Asisten Rumah Tangga Secara Online," *J. Khatulistiwa Inform.,* vol. 6, no. 2, pp. 97–106, 2018, doi: 10.31294/khatulistiwa.v6i2.150.
- [14] C. K. Putri Sekar Ayu Dutaning Pratiwi, "Rancang Bangun Penyiraman Stroberi Otomatis Menggunakan Arduino Uno," *Angew. Chemie Int. Ed. 6(11),* 951–952., 2018.
- [15] Melfianora, "Penulisan Karya Tulis Ilmiah dengan Studi Literatur," *Open Sci. Framew.,* pp. 1–3, 2019.
- [16] M. Andrianto, "Penerapan Iot Pada Perawatan Tanaman Di Dalam Rumah," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.,* vol. 3, no. 1, pp. 173–180, 2019.
- [17] B. Artono and R. G. Putra, "Penerapan *Internet of Things* (IoT) Untuk Kontrol Lampu Menggunakan Arduino Berbasis Web," *J. Teknol. Inf. dan Terap.,* vol. 5, no. 1, pp. 9–16, 2019, doi: 10.25047/jtit.v5i1.73.
- [18] A. Wardani and K. Muslim Lhaksana, "Purwarupa Perangkat IoT untuk Smart *Greenhouse* Berbasis Mikrokontroler," *eProceedings Eng.,* vol. 5, no. 2, pp. 3859–3875, 2018.
- [19] S. Nurrahmi, N. Miseldi, and S. H. Syamsu, "Rancang Bangun Sistem Penyiraman Otomatis pada Green House Tanaman Angrek Menggunakan Sensor DHT22," *JPF (Jurnal Pendidik. Fis. Univ. Islam Negeri Alauddin Makassar,* vol. 11, no. 1, pp. 33–43, 2023, doi: 10.24252/jpf.v11i1.33419.
- [20] A. Ulinuha and A. G. Riza, "Sistem Monitoring Dan Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Android Dengan Aplikasi Blynk," *Abdi Teknayasa,* vol. 2, no. 1, pp. 26–31, 2021, doi: 10.23917/abditekayasa.v2i1.318.
- [21] Amrozi Yusuf, 2022, *METODE PENELITIAN Dalam Bidang Sistem Informasi dan Komunikasi,* Rajawali Pers, Depok.