

Desain Dan Fabrikasi Sistem Otomatisasi Irigasi Tetes Pada Tanaman Sayuran Sawi Berbasis Arduino

Ilham Wiliandri ^{a,1,*}, Kusmiyati.^{b,2}, Oscar Haris ^{c,3}

^{a,b} Politeknik Pembangunan Pertanian Bogor, Jl. Aria Surialaga No 1, Pasir Kuda, Kota Bogor 16119

^c Politeknik Digital Boash Indonesia, Jl. Raya Atang Senjaya KM 02, Bogor 16310

¹ ilham.wiliandri@gmail.com, ² kusmiyati@gmail.com, ³ oscar.haris@pdbi.ac.id

* Penulis Korespondensi

ABSTRAK

Sektor pertanian merupakan suatu kegiatan yang memanfaatkan sumber daya alam untuk menghasilkan bahan pangan, sumber energi, serta untuk mengelola lingkungan hidup. Dalam mendukung kemajuan teknologi dibidang pertanian. Penelitian ini dilakukan untuk mengefisiensikan proses penyiraman. Irigasi tetes adalah metode pemberian air memasok air ke dalam tanah melalui emmiter dengan debit yang kecil secara kontinu sesuai dengan kebutuhan tanaman khususnya sawi. Untuk mempermudah memantau kelembaban tanah, maka diperlukan alat yaitu sensor kelembaban tanah. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui kelembaban tanah menggunakan mikrokontroler Arduino. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan system otomatis memperoleh waktu penyiraman 6 menit, sedangkan dengan system manual memperoleh waktu 6 menit 7 detik dengan masing-masing lahan seluas 3 meter. Hal ini menunjukkan bahwa penyiraman system otomatis lebih cepat diandingkan dengan penyiraman system manual

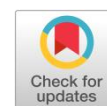


KATA KUNCI

Arduino,
Irigasi Tetes,
Pertanian,
Sensor

ABSTRACT

The agricultural sector is an activity that utilizes natural resources to produce food, energy sources, and to manage the environment. In supporting technological advances in the agricultural sector,. This research was conducted to streamline the watering process. Drip irrigation is a method of supplying water into the soil through an emitter with a small discharge continuously according to the needs of plants, especially mustard greens. To make it easier to monitor soil moisture, a tool is needed, namely a soil moisture sensor. This research is intended to determine soil moisture using an Arduino microcontroller. Based on tests that have been carried out, the automatic system obtains a watering time of 6 minutes, while the manual system obtains a watering time of 6 minutes 7 seconds for each area of 3 meters. This shows that automatic system watering is faster compared to manual system watering.



KEYWORD

Arduino
drip irrigation
Agriculture
Sensor



This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license

1. Pendahuluan

Sektor pertanian merupakan suatu kegiatan yang memanfaatkan sumber daya alam untuk menghasilkan bahan pangan, sumber energi, bahan baku industri, serta untuk mengelola lingkungan hidup. Ketergantungan kita pada sektor pertanian sangat tinggi, sebab hampir seluruh kegiatan berpusat pada sektor tersebut. Kegiatan pertanian bukan hanya sekedar menanam saja, namun kegiatan pertanian dimulai dari proses pengolahan lahan sampai pengolahan produk. Sektor pertanian juga memiliki tugas besar untuk memastikan kesediaan bahan pangan bagi masyarakat [1].

Tanah pada umumnya adalah media tumbuh tanaman. Sifat fisik tanah berupa tekstur dan warna tanah adalah faktor yang membedakan jenis tanah dan kandungan mineral di dalamnya. Kandungan mineral tanah akan mempengaruhi kondisi tanah tersebut. Kondisi tersebut diantaranya suhu dan kelembaban tanah. Tanah berpasir cenderung memiliki suhu yang tinggi karena tidak kuat menyerap air. Sedangkan tanah yang berwarna gelap cenderung memiliki kelembaban yang tinggi [2]. Dapat ditegaskan, bahwa tanpa adanya air di dalam tanah, suatu jenis tanaman apapun tidak mungkin dapat tumbuh dan berkembang, demikian pula semua makhluk hidup di dalam tanah. salah satu proses pengolahan tanah pada bidang pertanian adalah dengan proses irigasi, antara lain seperti irigasi permukaan, irigasi curah, irigasi bawah permukaan, dan irigasi tetes.

Irigasi tetes adalah suatu sistem untuk memasok air dan pupuk tersaring ke dalam tanah melalui suatu pemancar (emitter). Irigasi tetes menggunakan debit kecil dan konstan serta tekanan rendah. Air akan menyebar di tanah baik ke samping maupun ke bawah karena gaya kapiler dan gravitasi. Bentuk sebarannya tergantung jenis tanah, kelembaban, permeabilitas tanah, dan jenis tanaman., irigasi tetes adalah suatu metode irigasi yang menjadi semakin disukai dan populer di daerah-daerah yang memiliki masalah kekurangan air.

Irigasi tetes merupakan metode pemberian air tanaman secara kontinu dan penggunaan air yang sesuai dengan kebutuhan tanaman. Walaupun demikian, agar lebih efisiennya penggunaan air untuk irigasi dalam mengendalikan kondisi tanah, maka penting untuk memantau kelembaban ketika pemberian irigasi. Untuk mempermudah dalam memantau hal tersebut maka dibutuhkan alat yang dapat membaca perubahan kelembaban tanah serta lingkungan. Alat tersebut salah satunya yaitu mikrokontroler. Tujuan digunakan mikrokontroler yaitu memudahkan membaca data secara digital tanpa mengukur setiap saat. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui perancangan mikrokontroler untuk pemantauan kelembaban pada irigasi tetes bawah permukaan tanah menggunakan mikrokontroler Arduino.

Untuk mendukung kemajuan teknologi dalam bidang pertanian yang bergerak dalam bidang produksi sensor dan untuk mengimplementasikan otomatisasi dalam irigasi tetes, maka perlu untuk merancang system otomatisasi irigasi tetes menggunakan sensor kelembaban tanah. Sensor ini digunakan pada lahan terbuka maupun pada Smart Green House. Dalam pembuatannya, rangkaian sensor yang digunakan perlu diperhatikan setiap proses dan tahapannya agar dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Sensor merupakan suatu komponen atau alat yang dapat merubah data analog menjadi data digital agar dapat dibaca oleh komputer atau suatu rangkaian elektronik [3].

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1 Pertanian Konvensional

Sistem konvensional adalah sistem pertanian yang ditujukan untuk memperoleh produksi pertanian maksimal dengan memanfaatkan teknologi moderen seperti pupuk dan pestisida kimia sintetis dosis tinggi dengan tanpa atau sedikit input pupuk organik [4]. pembangunan pertanian tidak terlepas dari pengembangan kawasan pedesaan yang menempatkan pertanian sebagai penggerak utama perekonomian. Lahan, potensi tenaga kerja, dan basis ekonomi lokal pedesaan menjadi faktor utama pengembangan pertanian. Dari kondisi tersebut perlu disusun sebuah kerangka dasar pembangunan pertanian yang kokoh dan tangguh, artinya pembangunan yang dilakukan harus didukung oleh segenap komponen secara dinamis, ulet, dan mampu mengoptimalkan sumberdaya, modal, tenaga, serta teknologi sekaligus mampu menciptakan kesejahteraan masyarakat. Pembangunan pertanian harus berdasarkan asas 'keberlanjutan' yakni, mencakup aspek ekologis, sosial dan ekonomi [5].

Konsep pertanian yang berkelanjutan dapat diwujudkan dengan perencanaan wilayah berbasis sumberdaya alam yang ada di suatu wilayah tertentu. Konsep perencanaan mempunyai arti penting dalam pembangunan nasional karena perencanaan merupakan suatu proses persiapan secara sistematis dari rangkaian kegiatan yang akan dilakukan dalam usaha pencapaian suatu tujuan tertentu. Perencanaan pembangunan yang mencakup siapa dan bagaimana cara untuk mencapai tujuan dengan sebaik-baiknya sesuai dengan kondisi dan potensi sumberdaya yang dimiliki agar pelaksanaan pembangunan tersebut dapat berjalan lebih efektif dan efisien.

Penurunan intensitas hujan merupakan salah satu dampak dari perubahan iklim. berkurangnya intensitas hujan adalah alasan terbesar dari penurunan hasil panen petani di lahan kering di Dharmaputri, India [6]. Penurunan hasil panen tersebut menyebabkan penurunan pendapatan para petani. Penurunan pendapatan petani tersebut merupakan dampak jangka pendek, sedangkan dampak jangka panjangnya adalah berakhirnya profesi petani lahan kering (off farm employment) [7].

Berkurangnya intensitas hujan merupakan faktor penyebab utama penurunan hasil panen, variasi iklim seperti kejadian masa kemarau panjang memiliki dampak yang tinggi pada hasil tanaman lahan kering. Dampak dari pemanasan global (Global Warming) akan mempengaruhi pola presipitasi, evaporasi, water run-off, kelembaban tanah dan variasi iklim yang sangat fluktuatif secara keseluruhan dapat mengancam keberhasilan produksi.

2.3 Arduino Uno

Arduino Uno merupakan sebuah platform open-source papan mikrokontroler yang banyak digunakan dan digunakan secara luas dikenali oleh mahasiswa, khususnya bagi mahasiswa yang mempelajari sistem kendali materi teknik elektro, baik dalam perkuliahan maupun praktikum [8]. Perangkat keras Arduino terdiri dari desain perangkat keras terbuka dengan prosesor Atmel AVR. Papan Arduino bisa dibeli dalam keadaan dirakit sebelumnya, tetapi informasi desain perangkat keras juga tersedia bagi mereka yang ingin membuat atau memodifikasinya. [9]. Arduino UNO merupakan board mikrokontroler yang menggunakan mikrokontroler ATmega328, Arduino UNO memiliki konfigurasi 14 pin I/O (Input Output) digital, yang sebagian 6 juga berfungsi sebagai PWM (Pulse Widht Modulator) untuk output analog , 6 Pin sebagai input analog, 1 pin RX-TX dan 1 pin AREF (Analogue Reference). Dengan menghubungkannya ke sebuah komputer melalui USB akan memberikan tegangan Direct Current (DC) dari baterai atau adaptor Alternating Current (AC) to DC Sebagai sumber tegangan untuk arduino. Arduino menggunakan Firmware ATmega16U2 yang diprogram sebagai USB to serial converter untuk komunikasi serial ke komputer melalui port USB.

2.4 Soil Moisture Sensor

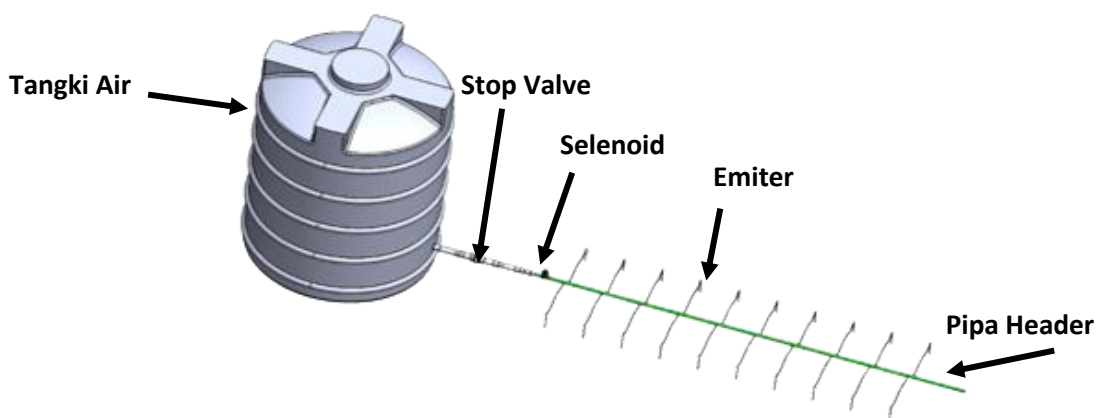
Sensor kelembaban yang dapat mendeteksi kelembaban dalam tanah. Sensor ini sangat sederhana, tetapi ideal untuk memantau taman kota, atau tingkat air pada tanaman pekarangan. Sensor ini terdiri dua probe untuk melewati arus melalui tanah, kemudian membaca resistansinya untuk mendapatkan nilai tingkat kelembaban. Semakin banyak air membuat tanah lebih mudah menghantarkan listrik (resistansi kecil), sedangkan tanah yang kering sangat sulit menghantarkan listrik (resistansi besar). Sensor ini sangat membantu untuk mengingatkan tingkat kelembaban pada tanaman atau memantau kelembaban tanah. Biasanya Soil moisture sensor memiliki spesifikasi tegangan input sebesar 3.3V atau 5V, tegangan output sebesar 0 – 4.2V, arus sebesar 35 mA, dan memiliki value range ADC sebesar 1024 bit mulai dari 0 – 1023 bit.

3. Metode Penelitian

3.1 Metode Desain

A. Desain Konstruksi

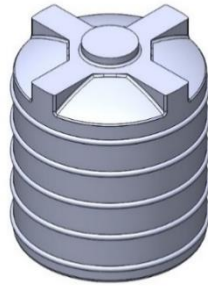
Desain konstruksi ini dibuat menggunakan aplikasi Solidwork, dimana desain ini dibuat dan disesuaikan berdasarkan hasil yang berada di lapangan, seperti ukuran toren, panjang pipa 3 meter disesuaikan dengan panjang lahan, banyaknya stik drip yaitu 10 buah yang disesuaikan dengan jumlah tanaman dan diberi jarak 25cm sesuai dengan jarak tanaman. Berikut adalah gambar mekanikal system otomatis irigasi tetes.



Gambar 1, Desain Konstruksi

Tangki Air

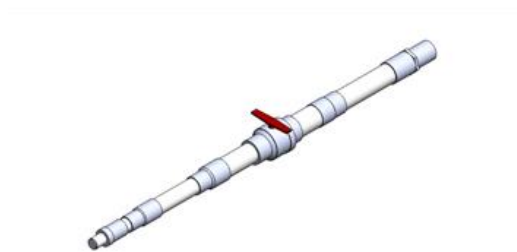
Toren air pada system otomatis ini berfungsi sebagai penampung air atau wadah air. Toren air ini mempunyai tinggi 164 cm dan lebar 144 cm serta mempunyai kapasitas 2000 liter. Berikut adalah gambar toren air



Gambar 2, Tangki Air

Tangki Air

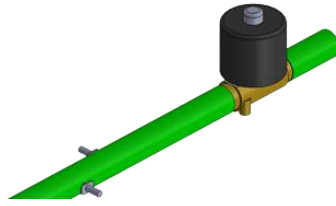
Stop valve difungsikan untuk mengatur aliran air dari tangki menuju selenoid secara manual, Stop valve ini berukuran $\frac{3}{4}$ inch. Berikut adalah gambar Stop valve



Gambar 3, Stop Valve

3. Selenoid Valve

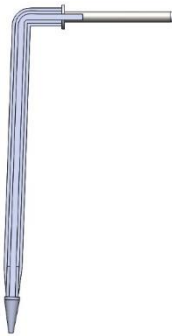
Solenoid disini berfungsi sebagai kran elektrik, dimana solenoid ini bekerja membuka katup yang ada pada bagian dalam solenoid untuk mengalirkan air, jika katup solenoid ini menutup maka aliran air akan terhenti. Solenoid ini juga yang menghubungkan langsung antara pipa pvc dengan pipa header. Pipa Header ini sebagai tempat untuk mengalirkan air ke tanaman yang dengan panjang pipa 3 meter dan berukuran $\frac{3}{4}$ inch, sekaligus sebagai tempat menyambungkan emitter. Berikut adalah gambar solenoid dan pipa header.



Gambar 4, Selenoid Valve & Pipa Header

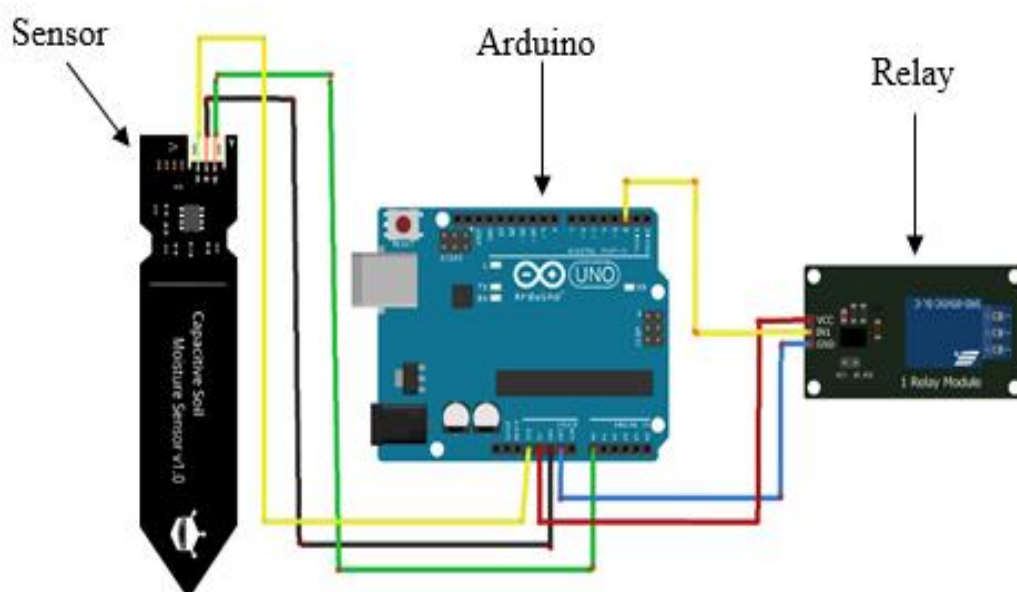
4. Emitter

Emitter pada system ini adalah komponen terakhir yang berfungsi untuk mengalirkan air langsung ke tanaman yang disambungkan dengan pipa berukuran 5 mm, dengan pipa header utama yang berukuran $\frac{3}{4}$ inch, nantinya air akan keluar pada bagian bawah emitter secara menetes. Berikut adalah gambar emitter



Gambar 5, Emitter

B. Desain Elektronika

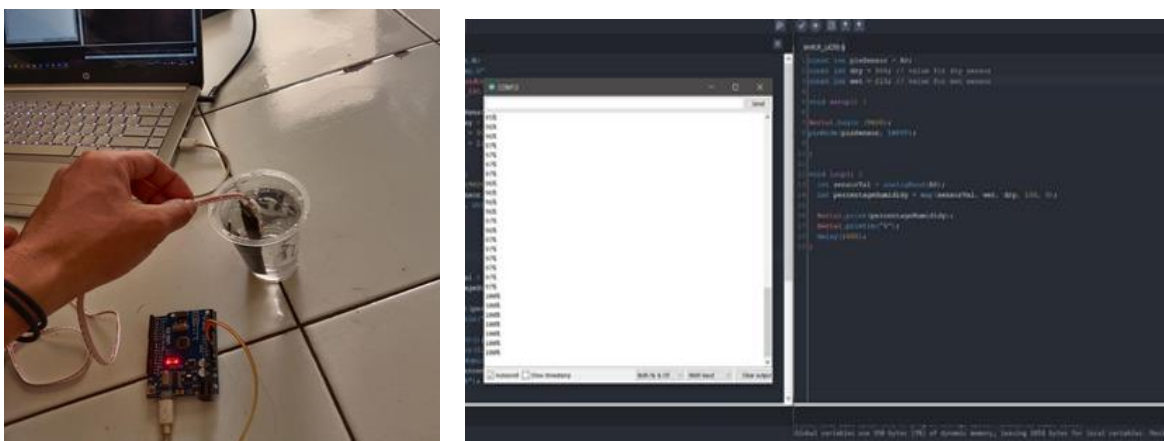


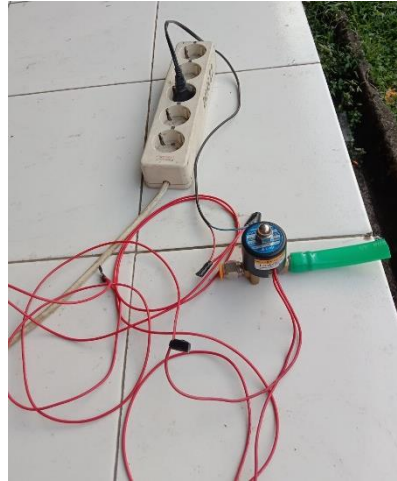
Gambar 6, Desain Elektronika

Setiap komponen dirangkai dengan cara disambungkan sesuai dengan skema wiring pada setiap spesifikasi komponen, seperti pada sensor kelembaban tanah memiliki 3 pin yaitu GND: Ground untuk tegangan netral, VCC: module power supply 3.3 V untuk input kelistrikan sensor, A0UT: sebagai data analog sensor. LCD display 16x2 I2C memiliki 4 pin, yaitu, GND: ground untuk tegangan netral, VCC: module power supply 5 V untuk input kelistrikan, SDA: serial data input/output for I2C protocol untuk data, SCL: serial clock input for I2C protocol. Relay memiliki 4 pin, yaitu GND: ground sebagai tegangan netral, IN1 dan IN2: sebagai data input. VCC: module power supply 5 V untuk input kelistrikan. Semua komponen tersebut dihubungkan dengan Arduino menggunakan kabel jumper sesuai dengan keterangan masing-masing.

C. Desain Sensor

Penelitian ini menggunakan *capacitive soil moisture sensor* dihubungkan dengan Arduino yang sudah diprogram sebelumnya agar bisa membaca nilai kelembaban tanah. Penulis mengambil sampel tanah untuk dilakukan pengujian yang bertujuan untuk mengetahui kinerja sensor apakah dapat membaca nilai kelembaban tanah. Penulis juga melakukan pengujian sensor dengan menyelupkan ke dalam segelas air, hal ini bertujuan untuk mencapai nilai kelembaban 100%. Jika sensor yang dicelupkan ke dalam segelas air sudah mendapat nilai kelembaban 100%, maka sudah bisa dipastikan sensor ini membaca nilai kelembaban dengan baik. berikut adalah gambar pengujian sensor kelembaban tanah dan data yang dikeluarkan diprogram

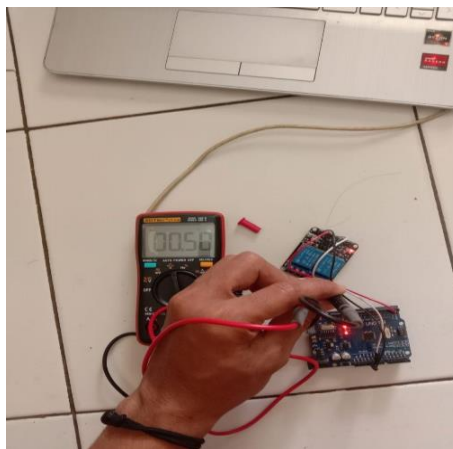




Gambar 8. Proses Pengujian Selenoid

E. Desain Sistem Kontrol

Sistem kontrol yang digunakan adalah Arduino UNO sebagai pengendali dari sistem otomatis ini untuk mengendalikan, memberikan perintah, atau mengatur keadaan suatu system yang digunakan untuk suatu perangkat menjadi terkendali sesuai dengan keinginan yang sudah diprogram sebelumnya. Pada penelitian ini penulis melakukan metode desain menggunakan Arduino UNO dengan usb port yang dihubungkan ke komputer atau laptop, baru setelah itu dihubungkan dengan sensor atau komponen lainnya untuk mengetahui Arduino berfungsi atau tidak dan tidak terjadi kesalahan pada saat penggunaan. Pada metode ini juga penulis juga melakukan menggunakan relay. Relay ini berfungsi hampir sama seperti stop kontak, yaitu sebagai on/off . pengujian relay ini dengan cara dihubungkan dengan arduino dan laptop untuk melakukan pemogramannya. Untuk mengecek apakah relay tersebut mengalirkan listrik atau tidak dengan cara menggunakan multimeter. Jika ada angka yang dikeluarkan pada multimeter berarti relay tersebut ada sumber listriknya, begitu sebaliknya jika pada multimeter tidak mengeluarkan angka maka relay tersebut tidak ada sumber listrik. Berikut adalah gambar pengujian Arduino terhadap relay menggunakan multimeter

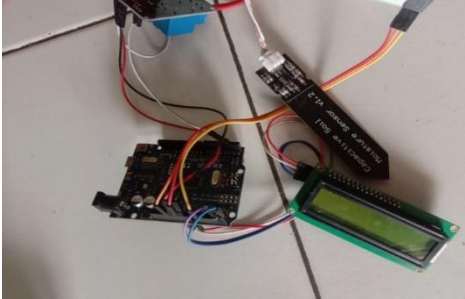




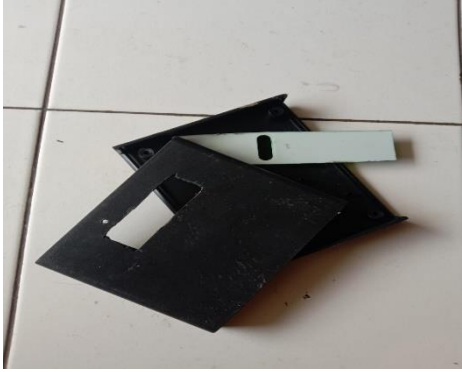
Gambar 9. Proses pengujian sistem kontrol

3.1 Metode Fabrikasi

Fabrikasi adalah proses pembuatan serta assembling semua komponen yang sudah didesain sebelumnya baik elektronik maupun mekanikal. Berikut adalah tahapan fabrikasi.

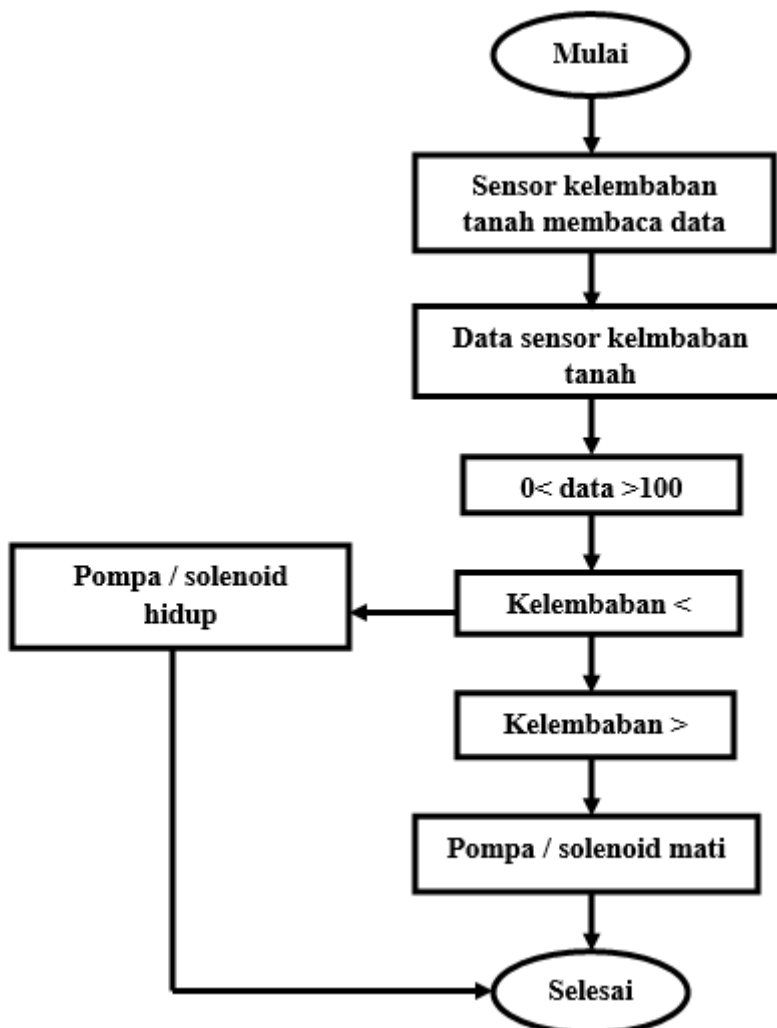
Tabel 1. Kegiatan Fabrikasi

| No | Foto | Keterangan |
|----|---|--|
| 1 |  | Wiring kabel dilakukan untuk menghubungkan antara komponen elektronik dengan komponen elektronik lainnya dengan menggunakan kabel jumper |
| 2 |  | Pemotongan pipa menggunakan gerinda dilakukan untuk menghubungkan dari sumber air ke lahan yang akan dibudidaya |
| 3 |  | Pemasangan emitter pada pipa yaitu untuk mengalirkan air langsung ke tanaman |

| No | Foto | Keterangan |
|----|---|---|
| 4 |  | <i>Casing</i> rangkaian sistem kontrol yang berfungsi melindungi rangkaian sistem kontrol dari air hujan maupun lepasnya wiring, <i>casing</i> ini terbuat dari bahan plastik |

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Algoritma Pemrograman



Gambar 10. Algoritma pemrograman

Perancangan sistem otomatis ini sensor mampu membaca kelembaban tanah. Pada diagram alir diatas sensor kelmbaban tanah diprogram, setelah itu data pembacaan akan keluar mulai dari 0%-100%, pada saat kelembaban kurang dari 25% maka akan memberikan perintah ke sistem control untuk menghidupkan pompa atau selenoid yang akan menyala secara otomatis untuk mengalirka air ke tanaman. Begitu juga jika kondisi tanah lebih dari 80% maka secara otomatis akan mematikan pompa atau solenoid.

Debit penetes merupakan debit atau volume air yang dikeluarkan pada tiap-tiap emiter. Parameter yang digunakan dalam menguji karakteristik penetes adalah debit penetes, keseragaman distribusi, dan keseragaman penyebaran air..

$$Q = \frac{V}{t}$$

Keterangan:

Q : Debit penetes (l/jam)

t: Waktu pengukuran (jam)

V: Volume air yang ditampung selama waktu berjalan (liter)

Penggunaan air irigasi yang efisien merupakan kewajiban setiap pemakai. Efisiensi penyebaran untuk mengetahui banyaknya air yang mampu membasahi tanah. Tingkat keseragaman penyebaran air yang menggambarkan sampai dimana air didistribusikan secara merata dapat ditentukan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Ed = 100 \left(1 - \frac{y}{d} \right)$$

Keterangan:

Ed: Efisiensi Penyebaran

y : Angka deviasi rata-rata untuk kedalaman yang ditampung (cm)

d : Kedalaman air rata-rata yang ditampung selama pemberian air irigasi

Pengujian system irigasi tetes secara otomatis dilakukan melalui tiga kali pengujian dengan data sebagai berikut dan diperoleh data efisiensi penyebaran air.

Tabel 2. Pengujian Volume Air

| Percobaan | Volume Air (ml/menit) | | | | | | | | | | $\sum xi$ | Rata-rata |
|-----------|-----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----------|-----------|
| | E1 | E2 | E3 | E4 | E5 | E6 | E7 | E8 | E9 | E10 | | |
| 1 | 87 | 87 | 85 | 86 | 84 | 87 | 85 | 85 | 86 | 87 | 859 | 85.9 |
| 2 | 86 | 87 | 85 | 85 | 88 | 86 | 87 | 85 | 87 | 86 | 862 | 86.2 |
| 3 | 88 | 87 | 84 | 85 | 87 | 86 | 86 | 86 | 87 | 87 | 863 | 86.3 |

Tabel 3. Pengujian deviasi absolut

| Percobaan | Deviasi absolut rata-rata (%) | | | | | | | | | | | |
|-----------|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------------|-----------|
| | E1 | E2 | E3 | E4 | E5 | E6 | E7 | E8 | E9 | E10 | $\sum xi - x$ | <i>Cu</i> |
| 1 | 1.1 | 1.1 | 0.9 | 0.1 | 1.9 | 1.1 | 0.9 | 0.9 | 0.1 | 1.1 | 9.2 | 98.93 |
| 2 | 0.2 | 0.8 | 1.2 | 1.2 | 1.8 | 0.2 | 0.8 | 1.2 | 0.8 | 0.2 | 8.4 | 99.03 |
| 3 | 1.7 | 0.7 | 2.3 | 1.3 | 0.7 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.7 | 0.7 | 9 | 98.96 |

Berdasarkan data yang diperoleh selama 3 kali pengujian dengan rata-rata emitter mengeluarkan air sebanyak 85-86 ml/menit. Maka waktu yang dibutuhkan system otomatis ini untuk melakukan penyiraman tanaman sawi dengan kebutuhan air 500-600 ml membutuhkan waktu sekitar 6 menit untuk mencapai kebutuhan air yang dibutuhkan. Besarnya nilai keseragaman system otomatis irigasi tetes ini lebih besar dari 90%, yaitu pada pengujian pertama diperoleh sebesar 98.93%, percobaan kedua 99.03%, dan percobaan ketiga 98.96%. Sesuai dengan pernyataan Sapei (2003) besarnya nilai keseragaman irigasi tetes haruslah lebih besar dari 90%. Hal ini menunjukkan bahwa jaringan irigasi tetes mampu mendistribusikan air yang cukup merata pada tiap-tiap emitter dalam setiap perlakuan. Namun apabila nilai keseragaman irigasi tetes tidak mencapai 90%, maka jaringan irigasi tetes dinilai kurang layak, karena pendistribusian air tidak merata yang pada akhirnya akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman, sementara jika kita menggunakan penyiraman secara manual menggunakan gembor dengan kapasitas dengan dua kali pengulangan (bolak-balik), dengan penyiraman pertama mencapai waktu 3 menit 7 detik, penyiraman kedua diperoleh waktu 3 menit. Penyiraman.

4.2 Analisa Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian yang sudah dilakukan, penulis mendapat data dari 3 kali pengujian secara otomatis dengan rata-rata keluaran air pada emitter 85-86ml/menit dan membutuhkan waktu selama 6 menit untuk mencapai kebutuhan air yang dibutuhkan. System irigasi tetes secara otomatis ini memiliki tingkat keseragaman yang tinggi yaitu lebih dari 90%. Sementara pada proses penyiraman manual dengan menggunakan gembor membutuhkan waktu selama 6 menit 7 detik. Berdasarkan hasil tersebut, system penyiraman secara otomatis lebih cepat dalam melakukan proses penyiraman dibandingkan dengan system penyiraman secara manual. Jika lahan seluas 3 meter dapat menghemat waktu 7 detik, maka disini penulis akan menghitung dengan luas lahan 1 Ha.

$$1 \text{ Hektar} = 10.000 \text{ M}^2$$

$$\frac{10.000}{3} \text{ M}^2 = 3.333 \text{ M} \times 7 \text{ detik}$$

$$\frac{23.331}{360} = \frac{64,8 \text{ Jam}}{7,5 \text{ Jam}} = 8,6 \text{ Hari} = 9 \text{ Hari}$$

5. Penutup

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang sudah dilakukan, maka didapat data hasil penyiraman dari system otomatis membutuhkan waktu selama 6 menit untuk mencapai kebutuhan tanaman sawi tersebut. Sedangkan sistem manual diperoleh waktu selama 6 menit 7 detik. Hal ini menunjukkan bahwa system otomatis lebih cepat 7 detik dibandingkan dengan system manual yang dapat menghemat tenaga kerja.

Daftar Pustaka

- [1] Sukirno MS, “Mekanisasi pertanian: pokok bahasan alat mesin pertanian dan pengelolaannya.”, Universitas Gaah Mada, 1999.
- [2] Sutedjo, M. M dan kartasapoetra, “Pengantar Ilmu Tanah “, 2010.
- [3] Danurwenda, A. D, “Rancang Bangun Alat Pengukuran Gas Metana Menggunakan Arduino Uno Pada Septic Tank, 2021.
- [4] Seufert, V, “Comparing the yields of organic and conventional agriculture, 2012
- [5] Wibowo, R., “Rekonstruksi Perencanaan Pembangunan (Pertanian) Mendatang, Beberapa Catatan Kritis. Dalam Rekosntruksi dan Restrukturisasi Ekonomi Pertanian. Wibowo, Rudi, 2012
- [6] Angles, Chinnadurai, And Sundar, “AwaReness On Impact Of Climate Change On Dryland Agriculture And Coping MechaNisms Of Dryland Farmers. Indian Journal Of Agricultural Economics”,2011.
- [7] Sumaryanto, “Strategi Peningkatan Kapasitas Adaptasi Petani Tanaman Pangan Menghadapi Perubahan Iklim.”, 2012
- [8] Perenc, I., Jaworski, T., Duch, “Teaching programming using dedicated Arduino Educational Board. Computer Applications in Engineering Education”, 2019
- [9] <http://arduino.cc>