

---

**Perancangan dan Pengujian Alat Penyiram Bibit Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis*) Otomatis Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah**

***Design and Testing of Automatic Watering Devices Using Soil Moisture Sensors for Rubber Plant Seedlings (*Hevea brasiliensis*)***

**Ajis Kurniawan<sup>1</sup>, Andreas Wahyu Krisdiarto<sup>2\*</sup>, Suparman<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> *Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Stiper Yogyakarta,  
Jl. Nangka II, Maguwoharjo, Depok, Sleman, D.I. Yogyakarta, Indonesia-55281  
E-mail: andrewahyu04@gmail.com*

---

**Abstract**

Indonesia is the second largest rubber producer in the world, with a land area of 3.55 million hectares. One of the determinants of rubber plant productivity is the quality of seedling growth. In addition to varieties, soil types, and fertilizers, water availability is very important in seedling growth. Proper watering at the nursery stage is crucial to ensure optimal growth and successful cultivation. In addition to relying on rainwater, rubber seedlings are watered manually. Manual watering has weaknesses in the certainty of the amount and frequency of watering so in addition to inefficient water use, it can also be detrimental to seedling growth. This study aims to design, prototype, and test an automatic watering system based on a soil moisture sensor integrated with an IoT platform. This system is designed to maintain soil moisture according to the needs of rubber seedlings and allows remote monitoring and control via smartphone. The study was conducted in Cilacap Regency, Central Java, through the stages of hardware design, sensor calibration and formula determination, software development, and functional trials. In sensor calibration, the results of sensor measurements were compared with measurements of soil moisture content using the gravimetric method. The results showed that the system successfully functioned according to the target specifications, with an accuracy of 97.13%. This system can regulate the water pump operation based on the optimal soil moisture for rubber seedlings, namely maintaining a minimum limit of 30% and a maximum of 70%. The system can be run and monitored automatically or controlled from a mobile phone in real-time via the internet using the Blynk application.

**Keyword:** *automatic irrigation, Internet of Things, soil moisture, rubber seedlings, agricultural efficiency.*

**Abstrak**

Indonesia adalah produsen karet terbesar kedua di dunia dengan luas lahan mencapai 3,55 juta hektare. Salah satu faktor penentu produktivitas tanaman karet adalah kualitas pertumbuhan bibit. Selain varietas, jenis tanah, dan pupuk, ketersediaan air sangat penting dalam pertumbuhan bibit. Penyiraman yang tepat pada tahap pembibitan sangat penting untuk memastikan pertumbuhan optimal dan keberhasilan budidaya. Saat ini, selain mengandalkan air hujan, bibit karet disiram secara manual. Penyiraman manual memiliki kelemahan dalam hal kepastian jumlah dan frekuensi penyiraman, sehingga selain penggunaan air yang tidak efisien, hal ini juga dapat merugikan pertumbuhan bibit. Penelitian ini bertujuan untuk merancang, membuat prototipe, dan menguji sistem penyiraman otomatis berbasis sensor kelembaban tanah yang terintegrasi dengan platform IoT. Sistem ini dirancang untuk menjaga kelembaban tanah sesuai kebutuhan bibit karet serta memungkinkan pemantauan dan pengendalian jarak jauh melalui smartphone. Penelitian dilakukan di Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah, melalui tahapan desain perangkat keras, kalibrasi sensor dan rumus penentuan, pengembangan perangkat lunak, serta uji fungsional. Pada kalibrasi sensor, hasil pengukuran sensor dibandingkan dengan pengukuran kadar air tanah menggunakan metode gravimetri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem berhasil berfungsi sesuai spesifikasi target, dengan tingkat akurasi sebesar 97,13%. Sistem ini dapat mengatur pengoperasian pompa air berdasarkan kelembaban tanah optimal untuk bibit karet, yaitu menjaga batas minimum 30% dan maksimum 70%. Sistem dapat menjalankan dan memantau secara otomatis atau mengontrol melalui ponsel secara real-time melalui internet menggunakan aplikasi Blynk.

**Kata kunci:** *irigasi otomatis, Internet of Things, kelembaban tanah, bibit karet, efisiensi pertanian.*

---

**PENDAHULUAN**

Indonesia merupakan negara yang memiliki lahan karet terbesar di dunia, yakni seluas 3,55 juta hektar pada tahun 2023 serta produsen karet terbesar kedua di dunia dengan nilai produksi 2,65 juta ton pada tahun 2023. (Badan Pusat Statistik Indonesia, 2024; indonesia-investments, 2024)

Salah satu penentu produktivitas tanaman karet adalah kualitas pertumbuhan bibitnya. Selain oleh varietas, jenis tanah, iklim dan pupuk (Saputra et al., 2017; Susetyo & Hadi, 2012), ketersediaan air sangat penting dalam pertumbuhan bibit. Penyiraman yang tepat pada tahap pembibitan sangat krusial untuk memastikan pertumbuhan optimal dan keberhasilan budidaya. Saat ini umumnya selain mengandalkan air hujan, bibit karet disiram secara manual. Penyiraman manual memiliki kelemahan dalam kepastian jumlah dan frekuensi penyiraman, sehingga selain penggunaan air tidak efisien, juga dapat merugikan pertumbuhan bibit.

Perkembangan teknologi yang sangat pesat membuat sistem yang bekerja secara manual mulai ditinggalkan dan diganti dengan sistem yang otomatis. Sistem otomatisasi dapat mempermudah kerja manusia dan menghemat waktu dalam proses pengerjaannya. Otomatisasi di dunia pertanian telah digunakan dalam sistem perawatan tanaman, seperti sistem penyiraman secara otomatis, serta penggunaan sensor untuk memantau kondisi lingkungan pertanian. Dengan demikian, teknologi otomatisasi di dunia pertanian memungkinkan pengelolaan pertanian yang lebih efisien dan efektif, serta meningkatkan kualitas hasil pertanian (Utama & Isa, 2006).

Penyiraman merupakan salah satu faktor penting dalam budidaya karet, khususnya pada tahap awal pembibitan. Hal ini dikarenakan air berperan penting dalam berbagai proses fisiologis tanaman, seperti fotosintesis, respirasi, penyerapan unsur hara, dan pengangkutan zat (Mahdya et al., 2020). Kekurangan air dapat menyebabkan stres air pada bibit karet, yang dapat berakibat pada penurunan laju pertumbuhan, penurunan kualitas bibit bahkan sampai kematian bibit (Hardiyanti & Andriani, 2022). Kelebihan air juga dapat berakibat buruk, seperti busuk akar dan penyakit (Mahdya et al., 2020). Oleh karena itu, penyiraman yang tepat dan teratur sangat penting untuk memastikan pertumbuhan dan perkembangan bibit karet yang optimal. Salah satu bibit karet unggul di Indonesia saat ini adalah klon 112. Berdasarkan penelitian (Daslin & Pasaribu, 2015), klon IRR 112 menunjukkan pertumbuhan lebih cepat dibandingkan klon lainnya. Pohon dari klon ini dapat mencapai lilit batang 44,8 cm pada tahun keempat dan 52,0 cm pada tahun kelima, dengan penambahan rata-rata 13 cm per tahun. Klon ini memiliki karakteristik pertumbuhan cepat selama fase tanaman belum menghasilkan (TBM), sehingga menjadi pilihan

unggul untuk meningkatkan produktivitas karet (Aidi-Daslin et al., 2009).

Pada bibit karet umur 8-18 bulan, batang batang cokelat memiliki tingkat kelangsungan hidup yang lebih baik dan lebih tinggi secara signifikan dibandingkan dengan batang batang hijau. Stek batang cokelat memiliki tingkat keberhasilan yang mencapai 98,33%, sementara stek batang hijau hanya menunjukkan tingkat keberhasilan sebesar 55% (Antwi-Wiredu et al., 2018). Bibit dalam rentang usia 8-18 bulan ini telah melewati fase awal pertumbuhan yang kritis, sehingga lebih efektif dan efisien untuk diteliti dibandingkan dengan bibit yang lebih muda atau lebih tua. Pada usia ini bibit karet membutuhkan penyiraman yang optimal untuk pertumbuhan di fase berikutnya.

Penyiraman secara manual cenderung tidak efisien, baik dari sisi volume air maupun tenaga kerja.

Menurut Andriansyah dan Murasyd (2019), proses penyiraman tanaman umumnya dilakukan secara manual tanpa memperhatikan volume air yang dibutuhkan oleh tanaman, yang dapat menyebabkan pemborosan air dan pertumbuhan tanaman yang tidak optimal. Selain itu, penyiraman manual juga memerlukan waktu dan tenaga yang signifikan, terutama bagi petani dengan mobilitas tinggi dan jarak kebun yang jauh dari tempat tinggal. Hal ini menuntut adanya sistem penyiraman otomatis yang dapat memberikan air pada bibit karet dengan waktu dan jumlah yang tepat. Waktu yang tepat berarti penyiraman dilakukan saat bibit karet membutuhkan air, sedangkan volume yang tepat berarti jumlah air yang diberikan sesuai dengan kebutuhan tanaman, atau pada kisaran aman untuk mendukung pertumbuhannya secara optimal. Dalam hal ini diperlukan sistem penyiraman yang secara otomatis dapat memberi air bagi bibit karet dengan waktu dan jumlah yang tepat. Yang dimaksud dengan waktu yang tepat adalah ketika bibit karet memang membutuhkan air, sedangkan volume yang tepat maksudnya jumlah air yang diberikan sesuai yang dibutuhkan, atau pada kisaran aman sehingga dapat mendukung pertumbuhan bibit karet secara optimal. Mobilitas petani karet yang saat ini cukup meningkat dan jarak kebun bibit yang tidak selalu dekat dengan tempat tinggal petani juga membutuhkan intervensi teknologi untuk mengatasi, sehingga diperlukan pemantauan dan pengendalian sistem penyediaan air bibit karet yang bekerja jarak jauh dan real time.

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengembangkan sistem penyiraman otomatis. Misalnya, penelitian oleh Sinaga dan Aswardi (2021) merancang alat penyiram dan pemupukan tanaman otomatis menggunakan sensor kelembaban tanah dan arduino, yang dapat menghemat penggunaan air hingga 30% dibandingkan dengan metode manual. Selain itu, penelitian oleh Gunawan dan Marlina

Sari (2018) menunjukkan bahwa sistem penyiraman otomatis berbasis sensor kelembaban tanah dapat meningkatkan efisiensi penyiraman dan mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal. Implementasi teknologi Internet of Things (IoT) dalam sistem penyiraman otomatis juga semakin berkembang, seperti yang diterapkan di Desa Arjasari, yang dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas penyiraman tanaman. Namun penelitian-penelitian tersebut belum menggunakan bibit tanaman Karet sebagai obyek komoditas yang dipantau dan dikendalikan pengairannya.

## METODE

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Instiper Yogyakarta dan di Desa Salebu, Kec. Majenang, kab. Cilacap, Jawa Tengah, pada Januari hingga November 2024. Alat yang digunakan meliputi laptop dengan software Fritzing (Fritzing, 2022), gergaji, bor mini, solder, obeng, tang, dan oven. Sedangkan bahan yang digunakan : mikrokontroler arduino uno, sensor kelembaban tanah V2.0, LCD 16x2, box, kabel AWG 18, pin *header female* dan *male*, kabel jumper *female* dan *male*, relay, adaptor dan charger 5V 3A, *glue gun*, serta pompa air kandila ECO-106 40 watt 4000 L/H.

Perancangan sistem penyiraman otomatis mencakup beberapa tahapan utama yaitu: membuat skematik *hardware*, menyusun diagram alir perangkat lunak, dan mengintegrasikan aplikasi *Blynk*. Gambar 1 menunjukkan bagan alir algoritma perangkat lunak penyiraman otomatis.

Tahapan penelitian:

1. Desain skematik rangkaian, merupakan kegiatan perancangan susunan dan hubungan semua komponen sistem penyiraman otomatis pada *board* mikrokontroler.
2. Pembangunan perangkat keras, merupakan kegiatan penghubungan dan perangkaian alat dan instalasi komponen secara fisik, meliputi arduino uno, sensor kelembaban, display LCD, relay pompa air, dan catu daya.
3. Kalibrasi sensor untuk memastikan sensor kelembaban tanah berfungsi dengan baik dan mendapatkan persamaan hubungan antara bacaan sensor dengan kadar lengas tanah sesungguhnya. Kadar lengas tanah sesungguhnya ini didapat dari hasil pengukuran di laboratorium menggunakan metode gravimetri, dengan formula berikut:

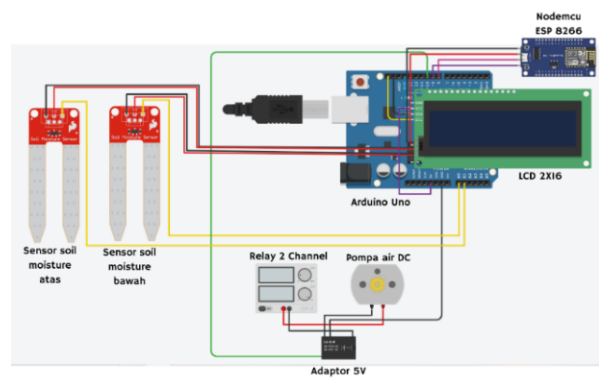
$$\text{Kadar air} = \frac{W - (W1 - W2)}{W} \times 100\% \quad [1]$$

dimana:

W = Bobot sampel sebelum dikeringkan (gr)

W1 = Bobot sampel dan cawan kering (gr)

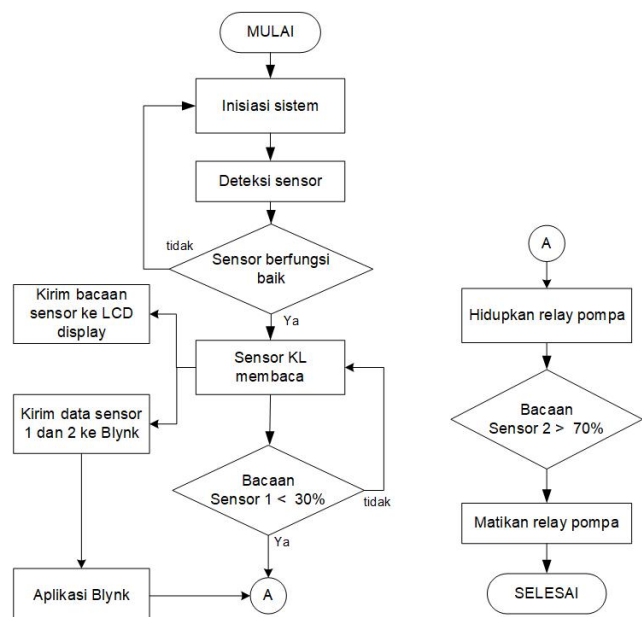
W2 = Bobot cawan kosong (gr)



**Gambar 1.** Skematik perangkat keras pengendali penyiram bibit karet otomatis

4. Pembangunan perangkat lunak yang merupakan program pengendali sistem, disusun menggunakan Fritzing dan Arduino IDE. Program pengendali di dalam mikrokontroler mengacu kepada bagan alir seperti tersaji pada Gambar 2.

Sesuai diagram alir pada Gambar 2, tahapan awal sistem penyiraman otomatis adalah pembacaan sensor *soil moisture* dan jadwal. Hasil pembacaan sensor akan dikirim ke mikrokontroler (Nodemcu ESP8266), kemudian mikrokontroler akan menampilkan pembacaan sensor ke LCD dan mengirimkan data ke aplikasi Blynk. Selanjutnya pembacaan sensor juga diolah sebagai perintah untuk mematikan atau menghidupkan saklar *relay*. *Relay* akan mencatu daya pompa air sehingga air akan dialirkan ke tanaman. Mati dan hidupnya pompa akan mengikuti persyaratan yang sudah diberikan sesuai kebutuhan bibit karet, yaitu kadar lengas antara 30-70%.



**Gambar 2.** Diagram alir perangkat lunak penyiraman bibit karet otomatis

5. Implementasi alat penyiraman otomatis bibit karet di lapangan beserta pengukuran efektivitas dan akurasi sistem. Akurasi sistem didapatkan dengan formula berikut:

$$\text{Akurasi} = 100\% - \text{Tingkat Kesalahan} \quad [2]$$

$$\text{Tingkat Kesalahan} = \frac{\text{KL hasil pengukuran sistem} - \text{KL sesungguhnya}}{\text{KL sesungguhnya}} \times 100 \quad [3]$$

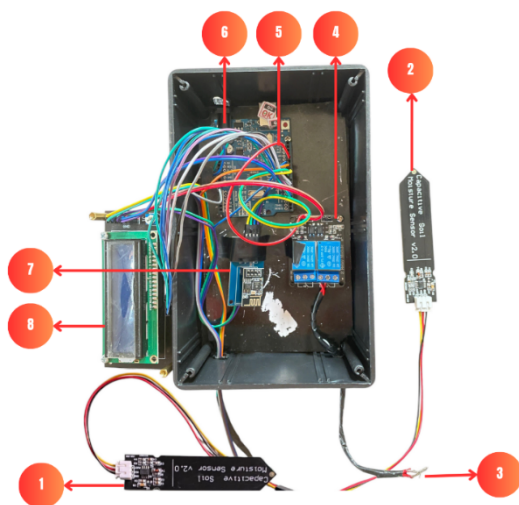
dimana:

KL= kadar lengas.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kalibrasi dan Penilaian Ketepatan Alat

Hasil rancang bangun sistem kendali penyiraman menggunakan arduino tersaji pada Gambar 3 berikut.



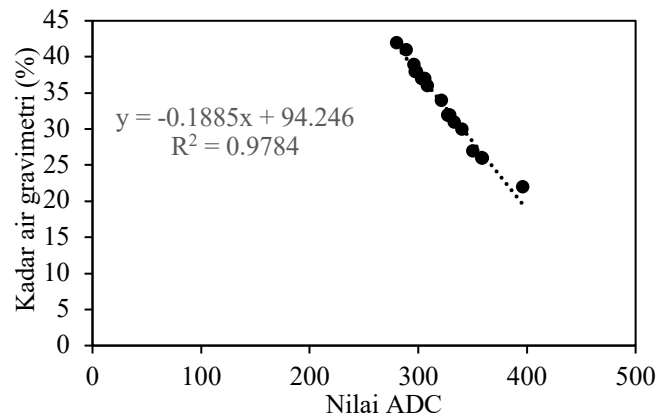
Keterangan :

1. Sensor *soil moisture* lapisan bawah
2. Sensor *soil moisture* lapisan atas
3. Kabel penghubung pompa air
4. Relay 2 channel
5. Arduino uno
6. Jack dc power supply
7. Nodemcu ESP8266-01
8. LCD 16x2

**Gambar 3.** Perangkat pengendali penyiram bibit karet berbasis IoT hasil rancangan

Kalibrasi sensor kelembaban tanah dilakukan untuk memastikan sensor mengukur kadar lengas (KL) tanah media tanam bibit karet dengan baik, yakni memberikan bacaan sesuai kadar lengas yang sesungguhnya yang didapatkan secara metode gravimetri. Dengan kalibrasi ini juga didapatkan persamaan hubungan antara bacaan sensor dengan hasil pengukuran KL sesungguhnya, serta nilai koefisien korelasinya, sehingga diketahui juga perkiraan *error*nya. Metode ini dapat membantu menjaga konsistensi data, serta mengurangi kesalahan sistematis.

Prinsip sensor kadar lengas mengikuti ADC (*Analog to Digital Converter*) , yang merupakan sebuah sirkuit elektronik yang berfungsi mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital. Prinsip kerja ADC adalah mengonversi sinyal yang diterima dari sensor menjadi data digital, sehingga sinyal tersebut dapat diproses atau dibaca oleh mikrokontroler (Sagita et al., 2015).



**Gambar 4.** Persamaan garis hubungan nilai ADC bacaan sensor dengan kadar air gravimetri

**Tabel 1.** Nilai pembacaan sensor dan kadar air tanah metode gravimetri

| No                              | Nilai ADC | KL di LCD (%) | Kadar lengas Gravimetri (%) |
|---------------------------------|-----------|---------------|-----------------------------|
| 1                               | 396       | 22            | 22,66                       |
| 2                               | 359       | 25            | 26,09                       |
| 3                               | 358       | 25            | 26,23                       |
| 4                               | 350       | 27            | 27,65                       |
| 5                               | 340       | 29            | 30,17                       |
| 6                               | 333       | 30            | 31,49                       |
| 7                               | 327       | 32            | 32,73                       |
| 8                               | 329       | 32            | 32,61                       |
| 9                               | 328       | 32            | 32,41                       |
| 10                              | 327       | 32            | 32,79                       |
| 11                              | 321       | 33            | 34,21                       |
| 12                              | 308       | 35            | 36,6                        |
| 13                              | 306       | 36            | 37,07                       |
| 14                              | 305       | 36            | 37,18                       |
| 15                              | 303       | 37            | 37,57                       |
| 16                              | 298       | 38            | 38,60                       |
| 17                              | 297       | 38            | 38,76                       |
| 18                              | 296       | 38            | 39,08                       |
| 19                              | 289       | 40            | 41,24                       |
| 20                              | 280       | 41            | 42,29                       |
| Rata- rata (%)                  |           | <b>32,9</b>   | <b>33,87</b>                |
| Akurasi alat (100%-error)       |           |               | <b>97,13</b>                |
| Rata- rata persentase error (%) |           |               | <b>2,87</b>                 |

Tegangan yang diterima akan diubah menjadi sinyal digital menggunakan ADC dengan resolusi 10 bit. Dengan rentang tegangan input 0-5 V, nilai digital yang dihasilkan berkisar antara 0 hingga 1023. Nilai output dari ADC ini akan ditampilkan di program mikrokontroler dan diubah menjadi keluaran digital pada LCD. Pada pengujian, hasil tampilan LCD

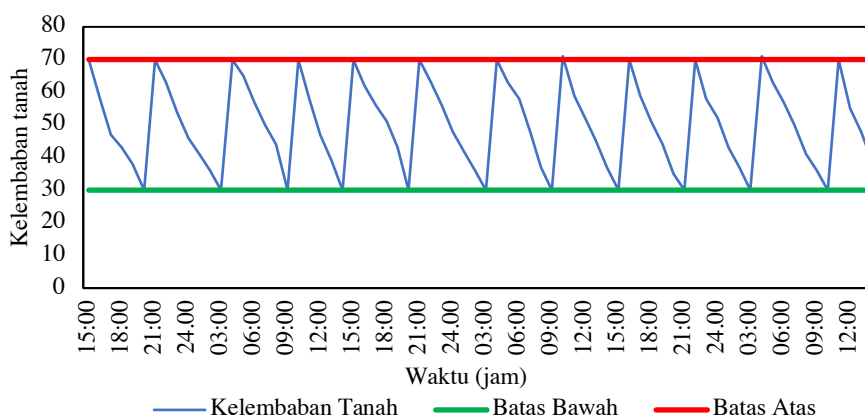
sensor kelembaban tanah dibandingkan dengan kadar air media tanam yang diukur menggunakan metode gravimetri. Hasil kalibrasi dapat dilihat pada Tabel 1, dengan persamaan korelasi pada Gambar 4. Hasil pembacaan sensor kelembaban tanah menunjukkan bahwa nilai kadar air yang lebih tinggi akan menghasilkan nilai ADC sensor kelembaban tanah yang lebih rendah. Pada tingkat kelembaban tanah sebesar 22,66% (kondisi kering), nilai ADC yang tercatat adalah 396. Ketika kelembaban tanah mencapai 36,60% (kapasitas lapang), nilai ADC menjadi 308. Sedangkan, pada kondisi tanah kelembaban jenuh (42,49%), nilai ADC nya sebesar 280. Nilai-nilai tersebut dan persamaan yang tersaji pada Gambar 1 memperlihatkan korelasi negatif antara nilai ADC dengan kadar air berdasar gravimetri. Nilai  $R^2$  sebesar 0,9784 menunjukkan persamaan tersebut 98% mewakili data sebenarnya, yang berarti persamaan tersebut dapat secara representatif digunakan dalam pemrograman untuk menyajikan data kadar lengas. Demikian juga nilai koefisien korelasi ( $R$ ) sebesar - 0,9891 memperlihatkan korelasi yang sangat kuat antara nilai ADC dari sensor dengan kadar lengas tanah yang diukur. Ini berarti sensor dapat membaca kadar lengas dengan simpangan tidak lebih dari 2%. Tabel 1 menyajikan hasil kalibrasi sensor *capacitive soil moisture* V1.2 dan membandingkan hasil bacaan sensor yang tertampil di layar LCD dengan kadar lengas sesungguhnya, yaitu yang didapat dari uji laboratorium menggunakan metode gravimetri. Akurasi sistem hasil rancangan dapat mencapai 97,13% (atau rata-rata *error* sebesar 2,87%). Kesalahan (*error*) ini disebabkan oleh konversi ADC dan sensitivitas sensor. Simpangan atau kesalahan yang sangat kecil ini kembali memperlihatkan ketepatan sistem dalam mendukung sistem penyiraman otomatis. Ketepatan yang tinggi akan berdampak positif pada sistem kendali pemberian air, yang berarti air yang diberikan lebih efisien. Hal ini sejalan dengan penelitian (Pratama et al., 2022)

### 1. Uji Fungsional Lapangan Efektivitas Alat

Sistem penyiraman otomatis dianggap efektif apabila proses penyiraman dimulai dan dihentikan sesuai dengan parameter yang telah ditetapkan. Dalam hal ini batas kadar air bawah adalah 30% dan kadar lengas maksimal 70% (Cahyo et al., 2020; Umar et al., 2010). Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa penyiraman terjadi berdasarkan tingkat kelembaban tanah dan waktu tertentu, yaitu ketika kelembaban tanah kurang dari 30% pada pukul 08.00 dan 16.00 WIB. Pompa air akan berhenti bekerja apabila sensor mendeteksi kelembaban tanah mencapai nilai yang telah ditentukan, yakni lebih dari 70%.

Grafik pada Gambar 5 memperlihatkan bahwa pompa air akan mulai beroperasi ketika sensor mendeteksi kelembaban tanah pada batas minimal *set point* sebesar 30%, dan pompa air mati otomatis ketika kelembaban tanah sudah mencapai 70%. Hal ini menunjukkan bahwa alat berfungsi sesuai dengan *set point* yang telah ditentukan dalam sistem. Grafik juga memperlihatkan durasi pengisian air dari posisi kadar lengas 30% sampai mencapai kadar lengas 70% hanya 1 jam, sedangkan lama pengatusan air di polibag berdasarkan pengukuran sensor antara 4-12 jam. Hal ini tergantung kepada kondisi keringnya media tanam dalam polibag. Variasi waktu ini juga memperlihatkan efektivitas pemberian air oleh pompa dibandingkan dengan metode manual yang dicek dan diairi hanya pada jam 7.00 dan jam 16.00. Sistem hasil rancangan benar-benar dapat memberi air bagi media tanam sesuai kebutuhan bibit, yakni dalam kisaran 30-70%.

Untuk lebih mengetahui kinerja sistem penyiram otomatis hasil rancangan, dilakukan pengujian di lahan terbuka dan di lahan ternaungi, yang dimaksudkan untuk melihat perbedaan dengan jika air diberikan oleh alam (hujan). Hasil pengujian tersaji pada Tabel 2 dan 3.



**Gambar 5** Grafik pengujian sistem kontrol penyiraman otomatis

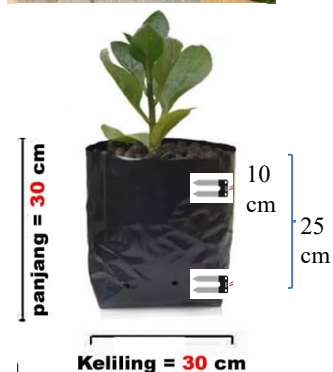
Pengujian selama 5 hari memperlihatkan bahwa alat berfungsi sesuai dengan *set point* yang telah ditentukan dalam sistem. Sistem bekerja berdasarkan bacaan sensor. Saat polibag bibit diletakkan dengan naungan (air hanya dari penyiraman, tidak terkena air hujan), pompa hidup terus, dan mengkondisikan kadar lengas tanah media tanam 26-29% (Tabel 2). Sedangkan ketika polibag diletakkan di kebun terbuka (dapat terkena air hujan), ada saat ketika pompa tidak menyala memberikan air, terutama saat kadar lengas terbaca lebih dari 70% (hari ke-5 pada Tabel 3). Kadar lengas di waktu tersebut mencapai 87%, jauh dari 70% karena pada waktu tersebut turun hujan yang cukup lama, sehingga air berlebih. Pada rancangan alat dalam penelitian ini juga dipasang dua sensor kelembaban tanah, yakni pada kedalaman 10 cm dan 25 cm dari permukaan tanah (Gambar 6), berbeda dengan penelitian (Utama & Isa, 2006) dan (Gustiarini, 2017) yang menggunakan hanya satu sensor.

**Tabel 2** Uji fungsional sistem penyiraman otomatis pada polibag dengan naungan

| No | Jam   | Pompa | Pembacaan Sensor Kelembaban Tanah (%) | Kondisi Tanah |
|----|-------|-------|---------------------------------------|---------------|
| 1  | 07.00 | On    | 29                                    | Kering        |
|    | 16.00 | On    | 27                                    | Kering        |
|    | 07.00 | On    | 29                                    | Kering        |
| 2  | 16.00 | On    | 26                                    | Kering        |
|    | 07.00 | On    | 28                                    | Kering        |
| 3  | 16.00 | On    | 27                                    | Kering        |
|    | 07.00 | On    | 29                                    | Kering        |
| 4  | 16.00 | On    | 28                                    | Kering        |
|    | 07.00 | On    | 28                                    | Kering        |
| 5  | 16.00 | On    | 27                                    | Kering        |

**Tabel 3.** Uji fungsional sistem penyiraman otomatis pada polibag tanpa naungan (di lahan terbuka)

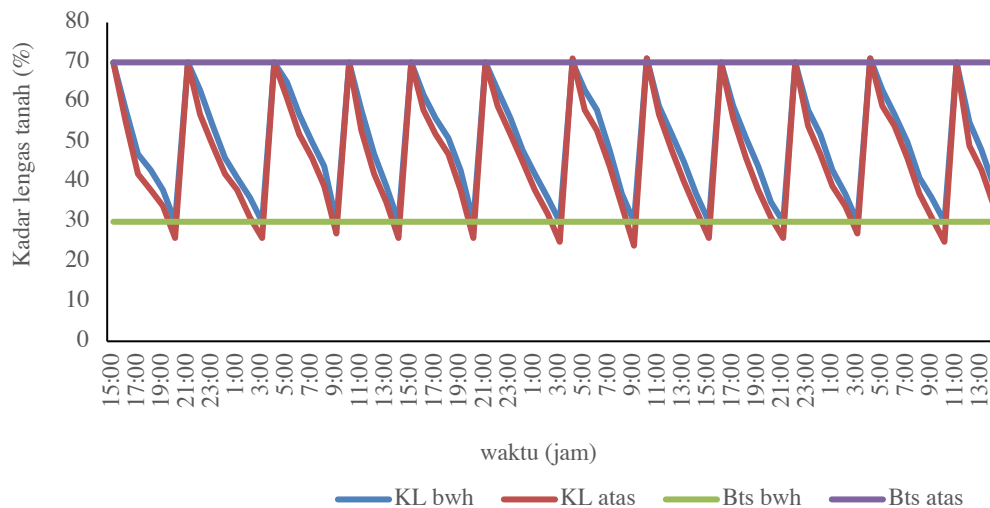
| No | Jam   | Pompa     | Pembacaan Sensor Kelembaban Tanah (%) | Kondisi Tanah |
|----|-------|-----------|---------------------------------------|---------------|
| 1  | 07.00 | <b>On</b> | 27                                    | Kering        |
|    | 16.00 | <b>On</b> | 28                                    | Kering        |
|    | 07.00 | <b>On</b> | 28                                    | Kering        |
| 2  | 16.00 | <b>On</b> | 27                                    | Kering        |
|    | 07.00 | Off       | 33                                    | Basah         |
| 3  | 16.00 | <b>On</b> | 28                                    | Kering        |
|    | 07.00 | <b>On</b> | 28                                    | Kering        |
| 4  | 16.00 | <b>On</b> | 28                                    | Kering        |
|    | 07.00 | Off       | 43                                    | Basah         |
| 5  | 16.00 | Off       | 83                                    | Jenuh         |



**Gambar 6.** Posisi pemasangan sensor menurut kedalaman media tanam

Sensor yang digunakan sebagai dasar otomatisasi pompa air adalah yang di lapisan bawah dengan pertimbangan bahwa batas bawah merupakan batas kritis ketersediaan air bagi bibit karet. Hasil pembacaan sensor disajikan pada Gambar 7. Dari gambar tersebut tampak bahwa pembacaan antara sensor di lapisan atas dan lapisan bawah seiring, hanya nilainya yang berbeda. Ini menunjukkan bahwa ketepatan sensor sama dan terdapat selisih waktu untuk mencapai kadar lengas tanah yang sama. Waktu tersebut merupakan durasi drainase air dari lapisan atas sampai lapisan bawah. Panjang waktu ini akan tergantung kepada jenis tanah. Media tanam bibit karet untuk pengujian alat hasil rancangan di penelitian ini adalah tanah latosol, yang umumnya bertekstur lempung hingga liat dan cenderung memiliki drainase yang kurang baik, namun dalam kondisi tertentu mampu menyimpan air dalam jumlah yang cukup besar (Saefudin, 2017).

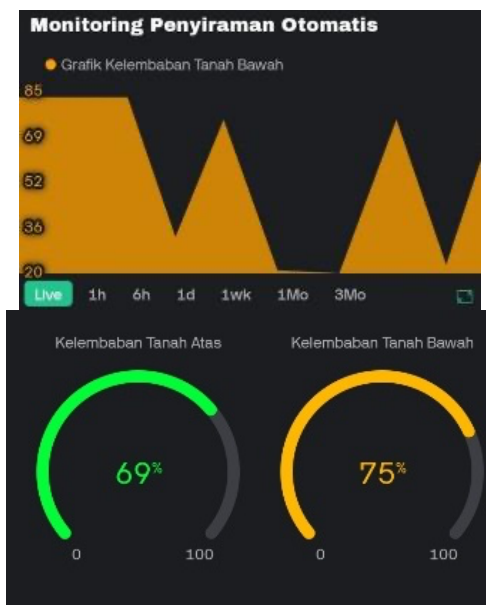
Pada titik waktu otomatis penyalan pompa, yakni ketika sensor lapisan bawah membaca 30%, pembacaan sensor atas sudah kurang dari batas bawah 30%, ini dipandang aman bagi tanaman, karena sebagian besar akar bibit karet terdistribusi pada kedalaman 15-25 cm.



**Gambar 7.** Grafik pengujian sistem kontrol penyiraman otomatis

### Fitur Pemantauan dan Pengendalian melalui Internet

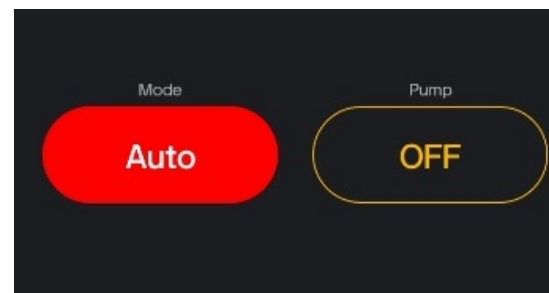
Pada alat rancangan ditambahkan fitur pemantauan dan pengendalian jarak jauh dan *real time* melalui jaringan internet. Gawai yang digunakan adalah *handphone*. Aplikasi yang digunakan yaitu Blynk. Fitur Blynk yang dirancang sebagai pemantau adalah grafik, *value gauge* (Gambar 8), dan file tabel CSV.



**Gambar 8. a.** Tampilan Grafis kadar lengas bacaan sistem dari waktu ke waktu (grafik); b. Tampilan *Value Gauge* untuk bacaan sensor di lapisan atas dan lapisan bawah tanah

Sedangkan untuk sistem kontrol digunakan fasilitas *Switch control* (Gambar 9). Pada fasilitas ini dapat diatur pengendalian secara otomatis atau manual. Mode *auto* secara otomatis mengatur jadwal penyiraman berdasarkan parameter yang telah ditentukan, yaitu kelembaban tanah, sementara mode manual memungkinkan pengguna untuk

mengendalikan penyiraman secara langsung sesuai kebutuhan saat itu juga. Dengan fitur ini, pengguna dapat menyesuaikan sistem penyiraman dengan lebih presisi, baik secara otomatis maupun manual, agar kebutuhan tanaman terpenuhi secara optimal.



**Gambar 9.** Tampilan fitur switch control

## KESIMPULAN

### Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan prototipe alat penyiraman otomatis bibit tanaman karet. Tingkat akurasi alat mencapai 97,13%. Alat hasil rancangan menunjukkan kinerja mengendalikan penyiraman air dengan baik, yaitu dengan menghidup-matikan pompa air sesuai kebutuhan bibit tanaman karet. Alat juga dapat dipantau dan dikendalikan dari jarak jauh secara *real time* melalui koneksi internet dari HP. Dengan demikian penggunaan air dan tenaga kerja akan lebih efisien.

### Saran

Dari sisi perangkat sistem kontrol, pengembangan berikutnya dapat menggunakan mikrokontroler ESP-32 yang terintegrasi dengan koneksi internet dan memiliki kinerja lebih baik dari arduino guna meningkatkan efisiensi dan kehandalan sistem. Kualitas sensor juga perlu ditingkatkan dengan yang lebih tahan air agar dapat digunakan lebih lama. Bila

perangkat dipasang di lapangan tidak ada sumber daya listrik, perangkat dapat dilengkapi dengan sumber listrik tenaga surya. Dari sisi obyek tanaman, perlu diteliti dampak dari sistem otomatisasi terhadap parameter tumbuh tanaman, misalnya tinggi batang, diameter batang, jumlah daun.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aidi-Daslin, S. W., Lasminingsih, M., & Hadi, H. (2009). Kemajuan pemuliaan dan seleksi tanaman karet di Indonesia. *Pros. Lok. Nas. Pemuliaan Tanaman Karet 2009*, 50–59.
- Andriansyah, M., Murasyd, A., & García, E. (2019). Smart Agriculture Monitoring Penyiraman Tanaman Berbasis Internet of Things. *Jurnal Prosiding Sistem dan Kontrol*, 1(1), 1–10
- Antwi-Wiredu<sup>1</sup>, A., Amiteye, S., Diawuoh, R. G., & Klu, G. Y. (2018). *Ex vitro propagation of rubber tree (Hevea Brasiliensis) using stem cuttings*.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (2024). *Statistik Karet Indonesia 2023*. <https://www.bps.go.id/id/publication/2024/11/29/dc3b172868ba150cbb77f7bc/statistik-karet-indonesia-2023.html>
- Cahyo, A. N., Stevanus, C. T., & Syafaah, A. (2020). Perhitungan Kebutuhan Irigasi Pembibitan Batang Bawah Karet Berdasarkan Neraca Air di Sembawa Sumatera Selatan. *Jurnal Penelitian Karet*, 37–48.
- Daslin, A., & Pasaribu, S. A. (2015). Uji adaptasi klon karet IRR seri 100 pada agroklimat kering di kebun Sungei Baleh Kabupaten Asahan Sumatera Utara. *Jurnal Penelitian Karet*, 25–34.
- Fritzing. (2022). *Fritzing*. <https://fritzing.org/>
- Gustiari, A. (2017). Respons Pertumbuhan Bibit Karet (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.) Asal Stum Mata Tidur Di Polybag Terhadap Persentase Naungan Dan Volume Air. *Agroekoteknologi*.
- Hardiyanti, R. A., & Andriani, A. (2022). Pengaruh pemberian pupuk NPK terhadap pertumbuhan bibit Merbau Darat (*Intsia palembanica*) di pembibitan. *Jurnal Sylva Tropika*, 6(1).
- Indonesia-investments. (2024). *Industri Karet Alam di Indonesia: Analisis Produksi, Perkebunan & Ekspor / Indonesia Investments*. <https://www.indonesia-investments.com/id/bisnis/komoditas/karet/item185>
- Mahdya, A. S., Nurmala, T., & Yuwariah, Y. (2020). Pengaruh frekuensi penyiraman terhadap pertumbuhan, hasil, dan fenologi tanaman hanjeli ratun di dataran medium. *Kultivasi*, 19(3). <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v19i3.26945>
- Pratama, H. P., Hadi Putri, D. I., & Sudjani. (2022). Prototype Penyiraman Otomatis Berbasis IOT untuk Multi Zona Tanaman Hias. *Jurnal Sistem Cerdas*, 5(1), 1–11. <https://doi.org/10.37396/jsc.v5i1.180>
- Saefudin, S. (2017). Respons Tanaman Karet Belum Menghasilkan terhadap Pemupukan Organik dan Anorganik di Tanah Latosol Sukabumi. *Journal of Industrial and Beverage Crops*, 4(1), 49–56.
- Sagita, S. M., Khotijah, S., & Amalia, R. (2015). Pengkonversian data analog menjadi data digital dan data digital menjadi data analog menggunakan interface PPI 8255 dengan bahasa pemrograman Borland Delphi 5.0. *Faktor Exacta*, 6(2), 168–179.
- Saputra, J., Ardika, R., & Wijaya, T. (2017). Pengaruh Pupuk Majemuk Tablet Terhadap Pertumbuhan Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis*) Belum Menghasilkan. *Jurnal Penelitian Karet*, 1(1). <https://doi.org/10.22302/ppk.jpk.v1i1.304>
- Sinaga, A., & Aswardi. (2020). Rancangan Alat Penyiram dan Pemupukan Tanaman Otomatis Menggunakan RTC dan Soil Moisture Sensor Berbasis Arduino. *Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 1(2), 14–19
- Susetyo, I., & Hadi, H. (2012). Pemodelan Produksi Tanaman Karet Berdasarkan Porensi Klon, Tanah, dan Iklim. *Jurnal Penelitian Karet*, 30(1), 23–35. <https://doi.org/10.22302/ppk.jpk.v30i1.119>
- Umar, H., Esekade, T., Idoko, S., & Ugwa, I. (2010). Production analysis of budded rubber stumps in Rubber Research Institute of Nigeria (RRIN). *Journal of Agricultural Sciences*, 1(2), 109–113.
- Utama, H. S., & Isa, S. M. (2006). Perancangan dan implemtasi sistem otomatisasi pemeliharaan tanaman hidroponik. *Jurnal Teknik Elektro*, 8(1).