

RANCANG ALAT PEMANTAUAN TINGKAT KEJENUHAN TANAH PADA TANAMAN STROBERI UNTUK OTOMATISASI PENYIRAMAN GRIKULAN BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

DESIGN OF SOIL SATURATION LEVEL MONITORING IN STRAWBERRY PLANTS FOR AUTOMATIZING GRIKULAN WATERING BASED ON INTERNET OF THINGS

Rijkia Siti Indah Sari¹, Anggunmeka Luhur Prasasti, S.T., M.T.², Casi Setianingsih, S.T., M.T.³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Komputer, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹rikiasindah@student.telkomuniversity.ac.id, ²anggunmeka@telkomuniversity.ac.id,

³setiacasie@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Tanah merupakan media tanam pendamping paling utama dalam penanaman atau budidaya pohon stroberi. Hal utama bagi para petani dalam penanaman pohon stroberi yaitu tentang pengontrolan tanah, karena tanah memiliki sifat jenuh dapat menggumpal jika dilakukan penyiraman secara terus menerus. Pemberian pupuk hayati grikulan merupakan langkah antisipasi yang dilakukan petani. Penelitian berfokus untuk otomatisasi penyiraman grikulan berbasis *Internet of Things* untuk tanaman stroberi dengan data sensor kelembapan dan curah hujan sebagai parameternya. Berdasarkan hasil pengukuran sensor kelembapan tanah YL-69 sangat sensitif namun sangat cocok untuk mengukur kelembapan tanah dan memiliki nilai error rata-rata 11,307%. Hasil pengukuran sensor curah hujan dengan tipping bucket diperlukan dalam memonitoring lamanya hujan terjadi dengan mengukur curah hujan, rata-rata memiliki nilai error 5,442%.

Kata kunci : Grikulan, Kejenuhan Tanah Tanaman Stroberi, *Internet Of Things*

Abstract

Soil is the most important companion planting medium in planting or cultivating strawberry trees. The main thing for farmers in planting strawberry trees is about soil control, because the soil is saturated and can clot if watered continuously. Giving grikulan biological fertilizer is an anticipatory step taken by farmers. The research focuses on Internet of Things-based automation of grikulant watering for strawberry plants with humidity and rainfall sensor data as parameters. Based on the measurement results, the YL-69 soil moisture sensor is very sensitive but is very suitable for measuring soil moisture and has an average error value of 11.307%. The measurement results of the rainfall sensor with a tipping bucket are needed in monitoring the length of rain occurring by measuring the rainfall, the average has an error value of 5.442%.

Keyword : Grikulan, Strawberry Soil Saturation, *Internet Of Things*

1. Pendahuluan

Tanah merupakan faktor penting bagi kehidupan manusia, diantaranya dalam bidang usaha pertanian. Salah satu komoditas buah bagi petani Indonesia yang memiliki nilai ekonomi sangat tinggi yaitu buah stroberi. Alternatif teknik budidaya dapat dilakukan untuk tanaman stroberi yaitu dengan penggunaan varietas unggul dan penggunaan media tanam yang tepat[1]. Permasalahan perawatan tanah menjadi perhatian khusus petani stroberi, salah satunya adalah pemadatan tanah. Pemadatan tanah artinya peningkatan kepadatan massa jenis tanah[2]. Struktur tanah yang berongga-rongga menjadi tempat yang baik bagi akar untuk bernafas dan tumbuh kembang. Hasil panen dapat dipengaruhi juga dengan adanya media tanam yang baik.

Pemupukan merupakan salah satu usaha pengelolaan dari kesuburannya suatu tanah. Tujuan utama pemupukan adalah menjamin ketersediaan unsur hara secara optimal untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Pemberian pupuk hayati merupakan salah satu cara pengelolaan hara ramah lingkungan untuk mengurangi pemberian pupuk anorganik, meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil, serta melestarikan kesuburan tanah[3].

Produsen buah stroberi yang ada di Indonesia yaitu Desa Ciwidey, Jawa Barat. Penelitian dan wawancara langsung terhadap petani, Reni Sekaryani telah dilakukan dilokasi perkebunan stroberi Renko Fruit Farm, Kampung Sindangsari pada 31 Agustus dan 12 Oktober 2019. Wawancara yang sudah

berlangsung, petani mengeluhkan perihal perawatan kegemburan tanah yang masih dilakukan secara manual oleh tenaga manusia. Sementara, penggunaan media air atau yang lebih dikenal dengan hidroponik tergolong mahal dan dinilai kurang melestarikan kekayaan tanah Indonesia yang notabeneanya tidak banyak dimiliki oleh negara lain.

Berdasarkan permasalahan yang ada, maka perlu adanya perancangan alat yang dapat memantau tingkat kejenuhan tanah pada tanaman stroberi guna dilakukan otomatisasi untuk pemberian pupuk hayati berupa penyiraman Grikulan berbasis *Internet of Things*.

2. Dasar Teori

2.1 Stroberi

Tanaman stroberi merupakan tanaman buah musiman yang telah berkembang dengan cepat dan dapat dipanen setiap musim serta memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi. Tanaman stroberi dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik pada daerah-daerah yang mempunyai kondisi iklim dengan suhu udara optimum antara 17-20 °C, kelembapan udara (RH) 80-90%, penyiraman matahari 8-10 jam per hari, curah hujan berkisar antara 600-700mm per tahun dan pH 6.5-7.0[4]. Tanaman stroberi dalam pertumbuhannya, disamping memerlukan keadaan lingkungan dan sumber cahaya yang cukup, tanaman stroberi memerlukan juga media tumbuh yang baik dan seimbang, terutama dalam ketersediaan air yang cukup dan tingkat kesuburan tanah[4]. Hal ini sangat penting bagi kelangsungan proses fotosintesis, respirasi dan metabolisme pertumbuhannya.

2.2 Tanah

Tanah merupakan komponen penting untuk setiap pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Kesuburan tanah adalah mutu untuk bercocok tanam atau kemampuan tanah dalam menghasilkan bahan tanaman yang dipanen, atau disebut juga daya yang menghasilkan bahan panen atau produktivitas. Bagarello (2004) menyatakan bahwa perbedaan struktur tanah akibat berbagai pengelolaan dapat mempengaruhi kemampuan tanah meretensi air maupun pergerakan air baik jenuh maupun tak jenuh didalam tanah[5]

2.3 Curah Hujan

Curah hujan salah satu faktor yang dapat mengganggu kondisi pertanian jika iklim tidak stabil. Pergerakan jenuh dapat terjadi pada saat hujan dengan jumlah dan intensitas tinggi yang menyebabkan seluruh pori terisi air (Sugita, 2004). Pengaruh hujan terhadap pergerakan dan distribusi air didalam tanah juga sangat tergantung pada karakteristik pori tanah dalam kaitannya dengan kadar air sebelum hujan dan laju infiltrasi tanah (Shipitalo, 1990). Mengukur curah hujan sensor yang akan digunakan yaitu sensor sensor *rain gauge* dengan sistem *tipping bucket*[6].

2.4 Grikulan

Grikulan merupakan pupuk hayati yang mengandung mikroorganisme hidup. Secara umum, pupuk hayati memberikan alternatif yang tepat untuk memperbaiki, meningkatkan dan mempertahankan kualitas tanah sehingga mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman dengan signifikan (Gunarto, 2005). Pupuk Hayati Grikulan mengandung mikroba, enzim dan hormon yaitu *Azospirillum sp*, *Azotobacter sp*, *Lactobacillus sp*, *Pseudomonas sp*, enzim *alkalinem*, enzim *fosfatase*, enzim *acid fotase* dan *hormone indole acetic acid* (IAA) yang membantu proses pemanjangan sel pada titik tumbuh (Gunarto, 2005).

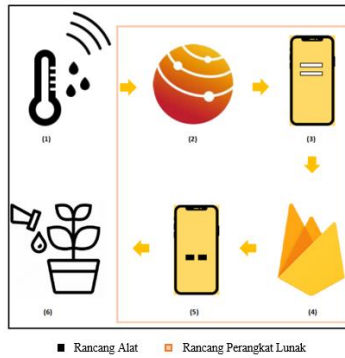
2.5 Internet of Things

Pemanfaatan *Internet of Things* atau IoT banyak diterapkan diberbagai bidang seperti kesehatan, perindustrian bahkan dunia pertanian. Pertanian didunia sebagian sudah memanfaatkan teknologi informasi dan jaringan sensor untuk membantu pengelolaan lahan pertanian[7]. Teknologi IoT membantu dalam mengumpulkan informasi tentang kondisi cuaca, kelembapan, suhu, dan kesuburan tanah secara berkala, serta memungkinkan petani dalam mendeteksi gulma, kadar air, hama dan pertumbuhan tanaman. Konsep dari *Internet of Things* yaitu mencakup benda fisik atau nyata yang telah terintegrasi pada modul sensor, koneksi internet dan pusat data pada server.

3. Perancangan

3.1 Gambaran Umum Sistem

Sistem dalam penelitian ini, peneliti membuat alat penyiraman grikulan berbasis IoT yang terhubung ke database Antares. Sistem ini membantu petani dalam penyiraman grikulan untuk pengemburan tanah pada tanaman stroberi.

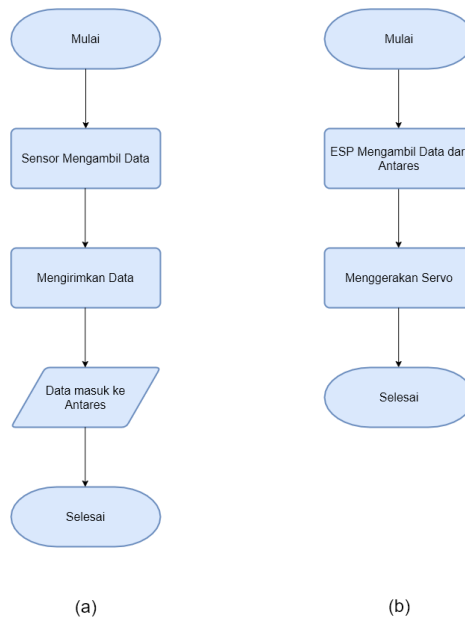


Gambar 1. Gambaran Umum Sistem Keseluruhan

Pada Gambar 3.1 sistem diawali dengan perancangan *hardware*. Berikut tahapannya pada saat alat memonitoring tingkat kejenuhan tanah sampai dilakukannya otomatisasi penyiraman grikulan:

1. Sensor membaca data tingkat kelembapan tanah dan curah hujan pada tanaman stroberi berukuran 30x30cm.
2. Mikrokontroler menerima data sensor kelembapan tanah dan curah hujan yang selanjutnya data akan dikirimkan ke database Antares.
3. Data yang diterima Antares yaitu kelembapan tanah dalam satuan persen dan curah hujan dalam satuan millimeter.
4. Kemudian data diolah dengan fuzzyfikasi pada sistem perangkat lunak untuk memberikan keputusan dalam penyiraman pada alat.
5. Alat mendapat perintah siram atau tidaknya dari sistem perangkat lunak untuk menggerakkan aktuator secara otomatis dalam penyiraman grikulan.

3.2 Perancangan Perangkat Keras



Gambar 2. Alur Kerja Sistem

Gambar 2 pada alur kerja sistem (a) merupakan device satu atau sebagai pengiriman data yang didapat dari baca sensor ke database Antares. Gambar 2 (b) merupakan device yang kedua atau sebagai pengambilan data dari Antares yang didapat dari sistem pengontrolan rancang perangkat lunak dengan algoritma fuzzy untuk menggerakkan aktuator.

1. Pemasangan Sensor Device

Pada bagian ini sensor yang digunakan adalah sensor *soil moisture* YL-69. Sensor ini memiliki empat pin yaitu pin gnd untuk ground, vcc, A0 untuk keluaran analog, dan D0 menghasilkan

logita digital *HIGH/LOW* pada level kelembapan tertentu. Pada proses alat ini hanya menggunakan tiga pin saja gnd, vcc dan A0 yang akan dihubungkan dengan ESP8266. Pin vcc sensor dengan pin vcc 3,3v, pin gnd sensor dengan pin ground ESP8266 dan pin A0 sensor dengan pin analog A0 ESP8266. Sensor kelembapan tanah berfungsi untuk mendeteksi kelembapan dalam tanah dalam satuan persen. Sensor kedua menggunakan sensor *rain gauge* dengan sistem *tipping bucket*, berfungsi untuk mengukur besarnya curah hujan. Pada sensor ini untuk satu tipnya menampung 0,053 inci dan terdiri dari tiga pin yaitu ground, data dan vcc. Pin vcc pada sensor dengan pin 5v pada ESP8266, pin ground sensor dengan pin ground pada ESP8266, pin data sensor dengan pin D1 pada ESP8266.

2. Pembacaan Data

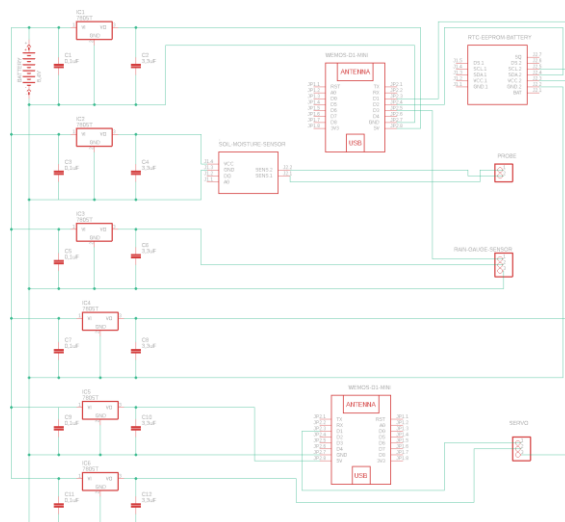
Setiap sensor akan membaca data sesuai dengan fungsinya masing-masing. Sensor kelembapan tanah membaca data kelembapan didalam tanah dan sensor hujan akan mengukur curah hujan yang akan dihitung per jam.

3. Kirim Data

Data yang telah didapatkan dari hasil pembacaan sensor akan dikirimkan ke database Antares melalui modul ESP. Data yang dikirimkan dalam bentuk string ke database Antares diantaranya adalah data kelembapan tanah dalam satuan persen dan curah hujan dalam satuan millimeter per jam.

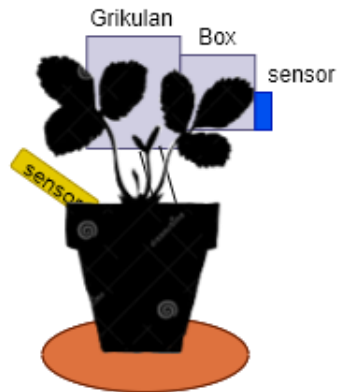
4. Mengambil Data

Data yang ditampilkan adalah data yang dikirimkan berupa kelembapan tanah dalam satuan persen dan curah hujan dalam satuan millimeter, disertai dengan data tanggal dan jam pada saat data telah sampai di database Antares.



Gambar 3. Skema rangkaian alat

Pada alat ini menggunakan 2 buah baterai sebagai sumber tegangan dengan total tegangan 8,4 volt. Pengatur tegangan agar tetap stabil dalam keluaran 5volt menggunakan IC LM7805 serta kapasitor 0,1uF dan 0,33uF. Menggunakan 2 ESP, yang pertama dalam pengiriman data dan yang kedua dalam pengambilan data untuk penggerak aktuator. Sumber tegangan positif dihubungkan dengan setiap input LM, ground sumber tegangan dengan ground LM, output LM akan dihubungkan dengan esp pengiriman data, output LM kedua dengan esp pengambilan data, LM ketiga dengan sensor kelembapan, LM keempat dengan sensor curah hujan. Device pengiriman pin A0 esp dengan pin A0 sensor kelembapan tanah, pin D3 esp dengan pin data sensor curah hujan, pin D2 dan D3 pada esp dengan SDA dan SCL pada rtc. Device pengambilan, pin D1 esp dengan pin pwm servo.

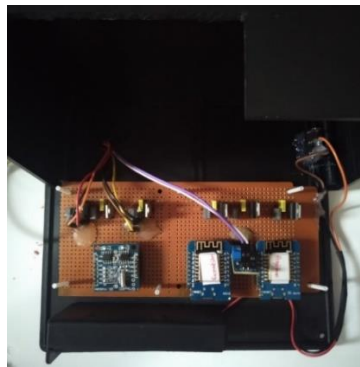


Gambar 4. Desain alat keseluruhan

Desain alat keseluruhan dibuat dengan menggunakan kayu sebagai penyangga aatau dudukan untuk box dan juga wadah penampungan pupuk. Ketinggian dudukan sekitar 30cm dengan wadah grikulan berada di atas tanaman.

4. Implementasi dan Pengujian

4.1 Implementasi Rangkaian



Gambar 5. Implementasi skematik pada alat penyiraman

Skematik rangkaian pada alat otomatisasi penyiraman grikulan berbasis IoT yaitu ESP8266, setiap sensor dihubungkan dengan ESP.

4.2 Implementasi Fisik Alat Penyiraman



Gambar 6. Hasil perancangan alat

Pada gambar 4.1 penyangga wadah pupuk serta box mikrokontroler dibuat mirip seperti kursi bahan kayu dengan 4 buah kaki, berfungsi agar menjaga wadah cairan pupuk tidak terjatuh serta kestabilan box mikrokontroler. Wadah pupuk menggunakan galon air berukuran kecil. Sensor hujan atau kotak biru pada

gambar diletakkan pada pinggiran dudukan kursi dan sensor kelembapan tanah ditancapkan pada tanah dengan pelindung selang kecil.

4.3 Hasil Pengujian dan Analisa Perangkat Keras

Sensor yang digunakan untuk mengambil data terdiri dari dua yaitu sensor soil moisture YL-69 dan *rain gauge* tipe *tipping bucket*.

4.3.1 Pengujian Sensor Rain Gauge

Pengujian sensor dilakukan untuk mengukur kelembapan tanah dengan cara membandingkan massa tanah kering dan massa tanah basah[8][9].

Tabel 1. Pengujian Kelembapan Tanah

Pengujian	Massa Tanah Kering (gram)	Panambahan Air (ml)	Massa Tanah Basah (gram)	Perhitungan Manual (%)	Hasil Sensor (%)	Nilai Error (%)
1	100	35	135	35	36,28	3,65
2	100	40	140	40	42,63	6,57
3	100	45	145	45	52,41	16,4
4	100	50	150	50	59,35	18,7
5	100	55	155	55	62,71	14,0
6	100	60	160	60	67,86	13,1
7	100	65	165	65	70,54	8,52
8	100	70	170	70	78,23	11,7
9	100	75	175	75	81,01	8,01
10	100	80	180	80	89,94	12,42
Rata-rata						11.307

Untuk mengukur kelembapan tanah secara manual, langkah pertama yaitu mencari Massa Air, selanjutnya mencari nilai kelembapan tanah dengan satuan akhir persen. Dengan rumus seperti berikut:

$$\text{Massa Air} = \text{Massa Tanah Basah} - \text{Massa Tanah Kering}$$

$$\text{Hasil Kelembapan} = \frac{\text{Massa Air}}{\text{Massa Tanah Kering}} \times 100\%$$

Dibawah ini untuk perhitungan pada tabel 4.1 Pengujian Kelembapan Tanah :

$$\text{Massa Air} = 180 \text{ gram} - 100 \text{ gram} \quad (4.1)$$

$$\text{Massa Air} = 80 \text{ gram}$$

$$\text{Hasil Kelembapan} = \frac{80}{100} \times 100\% \quad (4.2)$$

$$\text{Hasil Kelembapan} = 80\%$$

Untuk menghitung nilai error dengan rumus :

$$\text{Nilai Error} = \left| \frac{\text{Hasil Sensor} - \text{Perhitungan Manual}}{\text{Perhitungan Manual}} \right| \times 100\% \quad (4.3)$$

$$\text{Nilai Error} = \left| \frac{79,94 - 80}{80} \right| \times 100\%$$

$$\text{Nilai Error} = \left| \frac{89,94 - 80}{80} \right| \times 100\%$$

$$\text{Nilai Error} = 12,425\%$$

$$\text{Rata - rata error} = \frac{\text{nilai error}_1 + \text{nilai error}_2 + \dots + \text{nilai error}_n}{\text{Jumlah Pengujian}} \times 100\% \quad (4.4)$$

$$\text{Rata - rata error} = \frac{3,65+6,57+16,4+18,7+14,0+13,1+8,52+11,7+8,01+12,42}{10} \times 100\%$$

Rata – rata error = 11,307 %

4.3.2 Pengujian Sensor Kelembapan Tanah

Tabel 2. Pengujian Sensor Rain Gauge

Percobaan	Jumlah Jungkit	Error (ml)	Error (%)
1	9	1,45	5,57
2	9	1,49	5,73
3	9	1,29	4,96
4	9	1,36	5,23
5	9	1,57	6,03
6	9	1,51	5,80
7	9	1,35	5,19
8	9	1,47	5,65
9	9	1,57	6,03
10	9	1,1	4,23

Rata-rata nilai error pada sensor hujan tipe tipping bucket memiliki nilai error 5,442%

Kalibrasi dilakukan dengan membandingkan curah hujan 1 mm dengan volume air yang dapat tertampung pada corong. Curah hujan 1 mm menyatakan pada luasan 1m^2 permukaan tanah datar terdapat air setinggi 1 mm, pernyataan tersebut menyatakan juga bahwa curah hujan 1 mm mengartikan 1 liter air untuk tiap 1m^2 [10].

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{luas} \times \text{tinggi} \\ &= 1\text{m}^2 \times 10^{-3} \\ &= 10^{-3}\text{m}^3 = 1 \text{ liter} \end{aligned} \quad (4.1)$$

Sensor yang digunakan mengandung tiap tipnya 0,053 inci atau 1,27 mm.

Hasil percobaan yang sudah dilakukan dengan cara memasukkan air secara perlahan dengan total 26 ml. Pada datasheet tiap tip dapat menampung air sebanyak 2,6 ml sehingga mestinya tip akan bergerak 10 kali. Percobaan dilakukan 10 kali dan diperlukan air sebanyak 260 ml. Setelah pengujian tip hanya bergerak sebanyak 9 kali dalam satu kali percobaan, maka 260ml dikurangi total sisa air yang terdapat di dalam tip yaitu 14,16 ml. Sehingga air yang diperlukan dalam 9 kali tip bergerak adalah :

$$\text{Total air} = 260 - 14,16 = 245,8 \text{ ml} \quad (4.2)$$

Total air yang dibutuhkan dalam 10 kali percobaan tip dapat bergerak 90 kali maka rata-rata setiap tip dapat menampung :

$$\text{Satu tip} = \frac{245,8 \text{ ml}}{90} = 2,731 \text{ ml} \quad (4.3)$$

Setelah pengujian tip menampung 2,731 ml dan berbeda dengan yang terdapat didalam datasheet yaitu sebesar 2,6 ml maka, setelah itu didapatkan satu tip pada sensor ini dapat mewakili berapa besarnya curah hujan menggunakan rumus:

$$\text{Curah hujan} = \frac{\text{volume}}{\text{luas penampang}} = \frac{2,731}{49,374} = 0,05 \text{ inci atau } 1,27 \text{ mm} \quad (4.4)$$

Curah hujan yang didapat adalah untuk satu tip sensor bergerak mewakili 1,27 mm

4.3.3 Pengujian Fungsional pada Alat

Tabel 3. Pengujian Fungsional pada Alat

No	Skenario	Test Case	Target	Hasil
1	Memulai alat	Tekan tombol power	Sensor membaca data	Sesuai
		Sensor kelembapan ditancapkan pada tanah dan sensor hujan diberi air untuk menggerakkan tip	Alat mengirim data sensor kelembapan dan curah hujan pada device Arduino di Antares	Sesuai
2	Perintah aktuator	Tekan tombol ya pada sistem kontroling	Kran terbuka dan menutup kembali	Sesuai

		Tekan tombol tidak pada sistem kontroling	Kran tidak terbuka	Sesuai
--	--	---	--------------------	--------

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengukuran dan analisis dapat disimpulkan bahwa:

1. Alat sudah dapat berjalan sesuai yang rencanakan, alat dapat mengirimkan data kelembapan tanah dan curah hujan
2. Sensor kelembapan tanah rata-rata memiliki nilai error 11,307 %, namun untuk mendapatkan nilai error yang lebih kecil lagi diperlukan ketelitian karna sensor ini benar-benar memiliki sensitivitas yang sangat tinggi serta lakukan pembersihan dalam setiap uji pakai sensor.
3. Sensor hujan tipe *tipping bucket* rata-rata memiliki nilai error 5,442%, sensor ini mampu mengukur curah hujan dalam per jam yang artinya sesuai dengan keperluan petani dalam memonitoring berapa lamanya hujan terjadi.

5.2 Saran

Untuk meningkatkan sistem ini dalam penelitian selanjutnya, saran yang dapat diberikan diantaranya:

1. Penambahan sensor kelembapan tanah yl-69 dibeberapa titik polybag agar data kelembapan bisa lebih merata.
2. Penggunaan kran solenoid sebagai pengganti servo untuk meminimalisir dan efisiensi rancang alat.

Daftar Pustaka

- [1] D. puzi Astuti, A. Rahayu, and H. Ramdani, "Pertumbuhan dan Produksi Stroberi (*Fragaria vesca* L .) pada Volume Media Tanam dan Frekuensi Pemberian Pupuk NPK Berbeda Growth and Production of Strawberry (*Fragaria vesca* L .) on Different Growing Media Volume and Frequency of NPK Fertilizer Applicati," *J. Agronida*, vol. I, pp. 46–56, 2015.
- [2] F. Arriaga, B. Luck, and G. Siemering, "Managing soil compaction at planting and harvest," *J. Artic.*, no. March, p. 4, 2018.
- [3] N. Suwandi, G. A. Sopha, L. Lukman, and M. P. Yufdy, "Efektivitas Pupuk Hayati Unggulan Nasional Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bawang Merah," *J. Hortik.*, vol. 27, no. 1, p. 23, 2017.
- [4] A. Hardanto, A. Mustofa, and Sumarni, "Metode Irigasi Tetes dan Perlakuan Komposisi Bahan Organik dalam Budidaya Stroberi," *J. Keteknikan Pertan.*, pp. 60–76, 2009.
- [5] E. Wahjunie, O. Haridjaja, and S. H., "Pergerakan Air pada Tanah dengan Karakteristik Pori Berbeda dan Pengaruhnya pada Ketersediaan Air bagi Tanaman," *J. Tanah dan Iklim*, 2008.
- [6] E. M. Mangundu, J. N. Mateus, G. A. L. Zodi, and J. Johson, "A wireless sensor network for rainfall monitoring, using cellular network: A case for Namibia," *2017 Glob. Wirel. Summit, GWS 2017*, vol. 2018-Janua, pp. 240–244, 2018.
- [7] V. J. L. Engel and S. Suakanto, "Model Inferensi Konteks Internet of Things pada Sistem Pertanian Cerdas," *J. Telemat.*, vol. 11, no. 2, p. 6, 2017.
- [8] L. . F. A. Caesar Pats Yahwe, Isnawaty, "Rancang Bangun Prototype System Monitoring Kelembaban Tanah Melalui Sms Berdasarkan Hasil Penyiraman Tanaman System Monitoring Kelembaban Tanah Melalui Sms Berdasarkan Hasil Penyiraman Tanaman," *semantik*, vol. 2, no. 1, pp. 97–110, 2016.
- [9] H. Husdi, "Monitoring Kelembaban Tanah Pertanian Menggunakan Soil Moisture Sensor Fc-28 Dan Arduino Uno," *Ilk. J. Ilm.*, vol. 10, no. 2, pp. 237–243, 2018.
- [10] M. Evita, H. Mahfudz, S. Suprijadi, M. Djamal, and K. Khairurrijal, "Alat Ukur Curah Hujan Tipping-Bucket Sederhana dan Murah Berbasis Mikrokontroler," *J. Otomasi Kontrol dan Instrumentasi*, vol. 2, no. 2, p. 69, 2011.