

Sistem Monitoring Unsur Hara Tanah Berbasis IoT

Rika Novita Wardhani¹, Pinki Berliana Arianty²
^{1,2} Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta
Jl prof.Dr.GA Siwabessy, Kampus Baru UI Depok 16425
e-mail: pinki.berliana.arianty.te21@mhs.wpnj.ac.id¹

Abstrak

Salah satu pemanfaatan teknologi *internet of things* yang dapat diterapkan pada pertanian yaitu pemantauan unsur hara pada tanah. Perancangan sistem ini dibuat untuk mendapatkan informasi kadar unsur hara pada tanah yang dikirim dari data sensor. Pemantauan dapat dilakukan secara rutin agar kondisi tanah terjaga dengan baik dan dapat menghasilkan kualitas yang sehat serta meminimalisir terjadinya kegagalan panen. Pengujian sistem dilakukan pada beberapa parameter ukur seperti sensor suhu, sensor kelembaban, DHT22, sensor pH, sensor NPK dan ESP8266 yang terhubung dengan internet dapat mengirim data dari hasil sensor kepada blynk menuju *smartphone* sebagai tampilan data monitoring unsur hara pada tanah secara *realtime*. Tugas akhir ini didapatkan bahwa sensor suhu mendeteksi suhu tanah sebesar 22-28 derajat celsius, sensor kelembaban mendeteksi kelembaban pada tanah sebesar 40%-60%, sensor NPK dapat mendeteksi Nitrogen sebesar 150-200, Posfor sebesar 100-250, Kalium sebesar 100-200 pada tanah dan sensor pH mendeteksi sebesar 6-7 pH pada air, sensor DHT22 mendeteksi suhu udara sebesar 20-28 derajat celsius dan kelembaban udara sebesar 60%-80%. Rata-rata *delay* pengiriman pada data selama 5 menit.

Kata Kunci: Monitoring, Suhu, Kelembaban, NPK, DHT22, pH,

Abstract

One use of internet of things technology that can be applied to agriculture is monitoring nutrients in the soil. This system was designed to obtain information on nutrient levels in the soil sent from sensor data. Monitoring can be carried out regularly so that soil conditions are well maintained and can produce healthy quality and minimize the occurrence of crop failures. System testing was carried out on several measuring parameters such as temperature sensors, humidity sensors, DHT22, pH sensors, NPK sensors and ESP8266 which are connected to the internet and can send data from the sensor results to blynk to the smartphone as a real-time display of nutrient monitoring data in the soil. In this final project, it was found that the temperature sensor detects soil temperature of 22-28 degrees Celsius, the humidity sensor detects humidity in the soil of 40%-60%, the NPK sensor can detect Nitrogen of 150-200, Phosphorus of 100-250, Potassium of 100- 200 in soil and the pH sensor detects 6-7 pH in water, the DHT22 sensor detects air temperature of 20-28 degrees Celsius and air humidity of 60%-80%. The average data delivery delay is 5 minutes.

Keywords: Monitoring, Temperature, Humidity, NPK, DHT22, pH,

1. Pendahuluan

Sistem pemantauan unsur hara tanah yang didukung oleh Internet of Things (IoT) dapat memantau atau memonitoring karakteristik tanah dan mengirimkan informasi yang diperlukan untuk meningkatkan hasil produksi pertanian atau tanaman. Karena iklim tropis di Indonesia, para petani tidak dapat sepenuhnya mengeksploitasi sumber daya pertanian mereka. Karena hasil panen yang buruk, kekurangan tenaga kerja, biaya tenaga kerja yang semakin tinggi, kurangnya pengetahuan tentang praktik pertanian

modern, penggunaan pupuk dan pestisida sintetis yang berlebihan, bahan kimia pertanian dan faktor fisik lainnya, para petani mengalami berbagai kesulitan dengan adanya masalah tersebut. Para petani harus menyadari jumlah pupuk yang ada di tanah mereka untuk membatasi penggunaan pupuk kimia secara berlebihan.

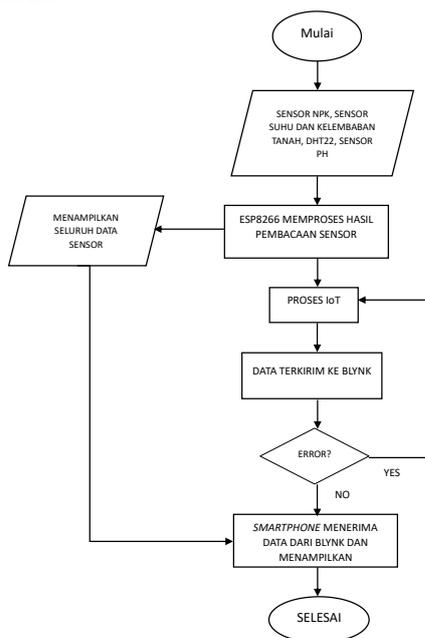
Pada tanah terdapat banyak unsur hara didalamnya contohnya Nitrogen, Posfor dan kalium sebagai unsur hara makro. Tanah yang kekurangan unsur hara dapat mengakibatkan tanaman menjadi tidak subur, daunnya menjadi kuning, kualitas buahnya menurun bahkan bisa menyebabkan gagal panen. Unsur hara pada tanah

menjadi hal yang sangat penting dalam kesuburan tanaman. Pada setiap tanaman memerlukan paling sedikit 16 unsur agar pertumbuhan tanaman normal. Terpenuhi unsur hara merupakan hal yang wajib untuk dilakukan melalui penambahan pupuk secara berkala karena ketersediaan unsur hara di alam sangat terbatas. Maka dari itu diperlukan pemantauan secara rutin agar kondisi tanah tanaman tidak memburuk. Pada tugas akhir ini, telah dirancang sistem monitoring menggunakan sensor suhu dan kelembaban tanah, sensor NPK, DHT22, sensor pH untuk mendeteksi unsur hara yang ada dalam tanah. Sensor-sensor tersebut mengambil data pada tanah, lalu data tersebut diproses oleh mikrokontroler ESP8266. Mikrokontroler ESP8266 dihubungkan dengan internet melalui WiFi agar data-data sensor dapat dikirimkan kepada blynk, jadi lebih mudah dalam melakukan perawatan pada tanaman hanya dengan melihat dari aplikasi blynk yang diberikan. Diharapkan dengan penelitian ini masalah pemantauan unsur hara tanah pada tanaman dapat teratasi agar tidak terjadi gagal panen.

2. Metode Penelitian

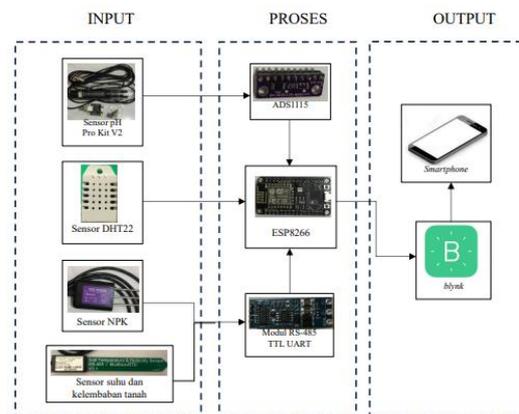
2.1 Perancangan dan Spesifikasi Alat Monitoring Unsur Hara Tanah

Pada proses perancangan ini dibuat terlebih dahulu proses alur kerja atau *flowchart* dari alat monitoring berbasis IoT. Perancangan Sistem monitoring unsur hara tanah berbasis IoT ini digunakan untuk mendeteksi kandungan unsur hara pada tanah agar menghindari penurunan kualitas dan kesuburan dilahan pertanian. Dengan adanya pemantauan ini didapatkan data hasil sensor yang sesuai dengan unsur hara yang terdapat didalam tanah. Proses perancangan dan metode penelitian dari sistem monitoring unsur hara tanah berbasis IoT dapat dilihat dengan alur kerja seperti dibawah ini :



Gambar 1. Diagram alur penelitian

Diagram alur penelitian merupakan proses awal perancangan dan juga implementasinya dalam pembuatan alat ini. Dimulai dengan tahap desain hingga implementasi. Proses selanjutnya adalah dengan merancang atau mendesain penggunaan komponen-komponen elektronika dan desain mekanik serta wiring instalasi yang akan dibuat atau dirakit menjadi sebuah pemodelan sistem monitoring unsur hara tanah berbasis IoT. Gambar diagram blok dapat dilihat seperti gambar di bawah ini:



Gambar 2. Blok Diagram Sistem Monitoring Unsur Hara Tanah Berbasis IoT

Berdasarkan gambar alur kerja dan gambar blok diagram di atas, maka proses perancangan adalah dengan menentukan komponen-komponen yang dibutuhkan. Spesifikasi alat ini terdiri dari 3 blok utama yaitu blok input, blok proses dan blok output. Blok input terdiri dari sensor suhu kelembaban tanah, sensor NPK, sensor pH, sensor DHT22. Blok proses terdiri dari komponen utama yaitu mikrokontroler, sedangkan untuk blok output blynk yang akan ditampilkan oleh *smartphone*.

Berikutnya merancang alur kerja sistem secara keseluruhan, pemilihan komponen diantaranya memilih jenis sensor yang sesuai untuk mendeteksi unsur hara didalam tanah yaitu suhu kelembaban tanah, nitrogen, posfor, kalium, seperti sensor suhu kelembaban tanah dan sensor NPK. Untuk data aquisisi maka dengan cara memilih mikrokontroler yang memadai untuk mengolah data dari sensor dan mengirimkan data sensor menuju blynk. Dalam sistem monitoring unsur hara tanah berbasis IoT untuk mengetahui dan mendapatkan data dari sensor suhu kelembaban tanah dan sensor NPK secara *real time*.

2.2. Realisasi Pemodelan dan Cara Pengolahan Data

Implementasi dalam penelitian ini adalah dengan membuat sebuah model alat sistem monitoring unsur hara tanah berbasis IoT, gambar perancangan dan realisasinya dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 3. Pemodelan Sistem Monitoring Unsur Hara Tanah Berbasis IoT

Berdasarkan gambar pemodelan, maka pemodelan terdiri dari 3 unit blok, yaitu blok input, blok Proses dan dan blok Output. Input merupakan sensor NPK, sensor suhu dan kelembaban tanah, DHT22, sensor pH. Semua sensor tersebut akan memberikan data ke mikrokontroler ESP8266 akan diproses menjadi satuannya masing-masing. Sensor NPK mendeteksi unsur hara tanah dengan satuan part per million (ppm), Sensor suhu dan kelembaban tanah dengan satuan %Rh untuk kelembaban, DHT22 dengan satuan derajat celsius ($^{\circ}\text{C}$), kemudian sensor pH mendeteksi kadar keasaman pada tanah dan sensor suhu dan kelembaban akan mendeteksi kelembaban tanah dengan satuan persen (%). Mikrokontroler ESP8266 akan mengontrol, membaca dan mengirimkan data sensor menuju blynk sehingga pengguna dapat memonitor data sensor dimana saja secara *real time* menggunakan *smartphone*.

Proses berikutnya adalah mengolah data dari penelitian sistem monitoring unsur hara tanah berbasis IoT. Proses ini ada beberapa langkah yang dilakukan yaitu mengumpulkan semua data yang relevan dengan penelitian, seperti data sensor NPK, DHT22, sensor pH, sensor suhu kelembaban tanah. Data ini diperoleh dari percobaan dan pengukuran langsung dan analisis data dilakukan untuk memastikan tanaman mendapatkan nutrisi yang cukup sehingga dapat tumbuh optimal dan menghasilkan panen yang berkualitas, serta membuat visualisasi data seperti grafik untuk membantu interpretasi. Proses berikutnya adalah klasifikasi dan pemodelan, hal ini untuk membuat sistem monitoring unsur hara tanah berbasis IoT yang dapat memperoleh data yang akurat dan *real time* mengenai unsur hara pada tanah, dapat menentukan jumlah nutrisi yang tepat. Unsur hara yang cukup dan seimbang akan mendukung pertumbuhan tanaman yang optimal, sehingga meningkatkan hasil panen dan kualitas buah yang baik pada tanaman tomat.

3. Pembahasan

Dalam melakukan pengujian Sistem Monitoring Unsur Hara Tanah Berbasis IoT, dapat dilakukan dengan cara:

3.1. Pengujian Sensor

Pengujian ini digunakan untuk memperoleh data yang akurat dan *real time* mengenai unsur hara pada tanah, dapat menentukan jumlah nutrisi yang tepat. Unsur hara yang cukup dan seimbang akan mendukung pertumbuhan tanaman yang optimal, sehingga meningkatkan hasil panen dan kualitas buah yang baik pada tanaman tomat.

3.2. Pengujian sensor pH dengan sensor pH digital

Hasil dari uji coba pengukuran sensor pH analog akan dibandingkan dengan pengukuran alat ukur pH yaitu sensor pH digital untuk pembacaan pH sebenarnya, karena alat ini mampu mengukur akurasi lebih tinggi dibandingkan sensor pH analog, hasil pengukuran langsung ditampilkan pada layar sehingga mudah dibaca, dilengkapi dengan fitur tambahan seperti kalibrasi otomatis. Dengan alat ini dapat dengan cepat mendeteksi perubahan kecil pada pH air, sensor ini lebih mudah untuk digunakan.

3.3. Hasil Pengujian Sensor

Pengujian sensor pada monitoring unsur hara tanah dilakukan untuk memastikan bahwa sensor yang digunakan dapat memberikan data yang akurat dan terpercaya mengenai unsur hara dalam tanah pada tanaman tomat.

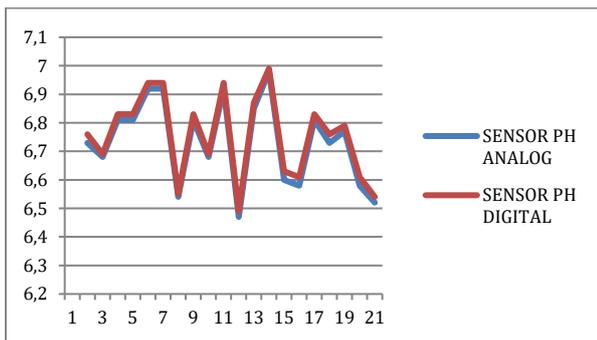
Tabel 3.1. Hasil Pengujian Sensor

Waktu	Sensor NPK			Sensor Ph	Soil		DHT22	
	N	P	K		Temp (C)	Humd %RH	Temp (C)	Humd %RH
16.30	215	245	228	6.73	28	60	24.8	61.6
16.35	217	243	228	6.68	28	58	24.7	62.3
16.40	220	238	228	6.81	24	55	24.4	63
16.45	218	237	224	6.81	24	50	24.3	63.2
16.50	215	237	221	6.92	24	50	24.3	63.2
16.55	215	228	214	6.92	24	51	24.5	63.9
17.00	212	194	174	6.54	26	48	24.2	63.2
17.05	198	199	179	6.81	24	45	23.8	64.5
17.15	201	197	184	6.68	22	50	23.1	67.7
17.20	197	202	189	6.92	22	49	22.9	68.5
17.35	197	198	184	6.47	22.5	47	22.6	70.5
17.40	197	197	186	6.85	22	47	22.6	71.6
17.45	193	199	181	6.98	22	46	22.6	71.5
17.50	193	196	186	6.6	22	46	22.4	72.9
17.55	193	196	185	6.58	22	46	22.2	73.4
18.00	189	195	183	6.81	22	45	22	74.4
18.05	189	193	183	6.73	22	45	21.8	75.4
18.10	190	195	181	6.77	22	47	21.9	74.7
18.15	189	194	180	6.58	22	46	21.6	75.4
18.20	190	191	181	6.62	22	46	21.3	76.3
18.25	195	192	178	7.08	20	45	21.2	77.6
18.30	195	191	178	6.75	22.5	47	21.1	77.3

18.35	198	189	179	7.04	20	47	20.9	78
18.40	197	192	174	6.79	20	47	20.8	78.8
18.45	197	191	178	7	20	47	20.8	78

Tabel 3.2 Pengujian sensor pH dengan sensor pH digital

WAKTU	SENSOR PH ANALOG	SENSOR PH DIGITAL	KET	SELISIH	ERROR
16.30	6,73	6,76	Good	0.3	0.04
16.35	6,68	6,69	Good	0.1	0.01
16.40	6,81	6,83	Good	0.2	0.02
16.45	6,81	6,83	Good	0.2	0.02
16.50	6,92	6,94	Good	0.2	0.02
16.55	6,92	6,94	Good	0.2	0.02
17.00	6,54	6,55	Good	0.1	0.01
17.05	6,81	6,83	Good	0.2	0.02
17.15	6,68	6,69	Good	0.1	0.01
17.20	6,92	6,94	Good	0.2	0.02
17.35	6,47	6,49	Good	0.2	0.03
17.40	6,85	6,87	Good	0.2	0.02
17.45	6,98	6,99	Good	0.1	0.01
17.50	6,6	6,63	Good	0.3	0.04
17.55	6,58	6,61	Good	0.3	0.04
18.00	6,81	6,83	Good	0.2	0.02
18.05	6,73	6,76	Good	0.2	0.02
18.10	6,77	6,79	Good	0.2	0.02
18.15	6,58	6,61	Good	0.3	0.04
18.20	6,52	6,54	Good	0.2	0.03
RATA-RATA ERROR (%) :					0.023
AKURASI (%) :					99.97



Gambar 4. Grafik perbandingan sensor pH analog dan sensor pH digital

Berdasarkan data hasil pengujian sensor pH analog dengan sensor pH digital, telah dilakukan percobaan sebanyak 20 kali. Sampel diambil setiap 5 menit dan menggunakan rumus presentase keberhasilan sebagai berikut :

a) Menghitung selisih

$$\text{Selisih} = \text{pH sebenarnya (x)} - \text{pH sensor (y)}$$

Dimana:

x = pengukuran oleh sensor pH digital

y = pengukuran oleh sensor pH analog

b) Menghitung Persentase *Error*

$$\text{Error} = \frac{\text{selisih}}{\text{suhu sebenarnya}} \times 100\%$$

c) Mengitung Akurasi

$$\text{Akurasi } 100\% - \text{Rata-rata Error (100\%)}$$

Perbandingan antara alat ukur sensor pH digital dengan sensor pH analog, didapatkan data hasil pengujian pada tabel 4.2 dan gambar 4. Terdapat perbedaan hasil antara alat ukur pH digital dan pH analog. Setelah dilakukan analisa, dapat diketahui bahwa rata-rata *error* 0.023% yang mana angka tersebut dapat dikatakan relatif kecil. Sehingga sensor pH analog dapat disimpulkan bekerja dengan baik.

3.4. Analisa dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan selama dua jam lebih pengoprasian sensor, telah didapatkan 25 sampel. Tingkat nitrogen posfor dan kalium pada tanaman tomat memberikan hasil yang baik dan dikatakan pada kondisi normal, dikarenakan sensor NPK mendeteksi Nitrogen sebesar 150-200, Posfor sebesar 100-200 dan kalium sebesar 100-200 dengan satuan ppm. Tanaman tomat tumbuh hijau segar dan lebar, sehingga proses fotosintesis berjalan dengan efisien serta batang tumbuh kuat dan kokoh, mampu menopang pertumbuhan buah. Pada sensor pH dapat dilihat bahwa pembacaan sensor pH analog terlihat lebih stabil dan konsisten pada rentang pH 6,7 hingga 7. Pada pH 6-7 adalah kondisi yang ideal untuk tanaman tomat dengan menjaga pH tanah tetap optimal, pH yang optimal membantu menjaga struktur tanah yang baik, sehingga akar tanaman dapat tumbuh dengan baik dan menyerap air serta nutrisi secara efisien. Pada suhu tanah berada pada angka 22-28 derajat celcius kondisi suhu ini sangat ideal untuk pertumbuhan tanaman tomat, dianggap ideal karena pada suhu ini mendukung pertumbuhan tanaman yang sehat. Jika suhu terlalu dingin dapat menghambat aktivitas mikroorganisme dan menghambat pertumbuhan akar, apabila suhu yang terlalu panas dapat menyebabkan penguapan air yang berlebihan, sehingga tanah menjadi kering dan tanaman tidak tumbuh. Kelembaban tanah 40-60%Rh berada dalam kondisi normal, karena memberikan keseimbangan yang baik antara ketersediaan air dan oksigen bagi akar. Suhu dan kelembaban tanah merupakan faktor penting yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Dengan menjaga suhu dan kelembaban tanah dalam kondisi yang optimal dapat menghasilkan buah yang berkualitas dan berjumlah banyak. Pada suhu udara sebesar 20-28 derajat celcius dianggap ideal untuk pertumbuhan tanaman tomat. Pada kisaran suhu ini tanaman tomat berlangsung optimal karena proses pembentukan

makanan oleh tanaman berjalan efisien, tumbuh subur dengan daun yang hijau segar dan batang yang kuat. Kelembaban udara sebesar 60-80% dianggap ideal untuk pertumbuhan tanaman tomat. Kelembaban yang terlalu rendah dapat menyebabkan tanaman mengalami stres karena kehilangan terlalu banyak air melalui penguapan. Sebaliknya, kelembaban yang terlalu tinggi dapat menimbulkan penyakit jamur. Kisaran 60-80% memberikan keseimbangan yang baik.

4. Kesimpulan

Sensor NPK dan sensor suhu kelembaban tanah adalah sensor yang paling efektif dan efisien untuk mengukur unsur hara pada tanah, agar meningkatkan hasil panen dan kualitas buah yang baik pada tanaman tomat. Sensor NPK mendeteksi Nitrogen sebesar 150-200, Posfor sebesar 100-250, Kalium sebesar 100-200 dengan satuan ppm (part per million), sensor suhu pada tanah mendeteksi sebesar 22-28 derajat celsius dan kelembaban tanah mendeteksi sebesar 40%-60%, sensor pH mendeteksi sebesar 6-7 pH, sensor DHT22 mendeteksi suhu sebesar 22-25 derajat celsius dan kelembaban udara mendeteksi sebesar 60-80%.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada P3M, JTE dan PNJ yang telah memberi dukungan dalam penelitian ini serta pihak-pihak industri yang telah membantu pelaksanaan penelitian atau penulisan artikel ini.

Daftar Acuan

- [1] Arafat, M. K. (2016). Sistem Pengamanan Pintu Rumah Berbasis *Internet Of Things* (IoT) dengan ESP8266. *Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik "Technologia,"* 7(4), 262-268.
- [2] Anggaranie, G., & Indonesia, S. C. (2017). Manfaat *Internet of Things* dan Potensinya dalam Sektor Logistik dan Transportasi. *Supply Chain Indonesia*, 3.
- [3] Darmawan, I., Kumara, I., & Khrisne, D. C. (2021). *SmartGarden* Sebagai Implementasi Sistem Kontrol Dan Monitoring Tanaman Berbasis Teknologi Cerdas. *Jurnal SPEKTRUM Vol*, 8(4), 161-170.
- [4] Hari, Y., Kurnia, Y. A., & Budijanto, A. (2017, October). Pengembangan Sistem Kendali Cerdas Dan Monitoring pada Budidaya Buah Tomat. In *dipresentasikan pada Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan V, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya*.
- [5] Kusuma, V. A., Putra, M. I. A., & Suprpto, S. S. (2022). Sistem Monitoring Stok dan Penjualan Minuman pada *Vending Machine berbasis Internet of Things* (IoT) Menggunakan Google Sheets dan Kodular. *Jurnal Sistim Informasi Dan Teknologi*, 94-98.
- [6] Marcos, H., & Muzaki, H. (2022). Monitoring Suhu Udara Dan Kelembaban Tanah Pada Budidaya Tanaman Pepaya. *Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam*, 3(2).
- [7] Mailoa, J., Wibowo, E. P., & Iskandar, R. (2020). Sistem kontrol dan monitoring kadar ph air pada sistem akuaponik berbasis NodeMCU ESP8266 menggunakan telegram. *Jurnal Ilmiah KOMPUTASI*, 19(4), 597-602.
- [8] Pratama, H., A. Yunan dan R. A. Candra. 2021. *Design and Build a Soil Nutrient Measurement Tool for Citrus Plants Using NPK Soil Sensors Based on the Internet of Things. Brilliance Research of Artificial Intelligence. 1.*
- [9] Perteka, P. D. B., Piarsa, I. N., & Wibawa, K. S. (2020). Sistem kontrol dan monitoring tanaman hidroponik aeroponik berbasis Internet of Things. *J. Ilm. Merpati (Menara Penelit. Akad. Teknol. Informasi)*, 8(3), 197.
- [10] Rianti, K. P. K., & Prastyo, Y. (2022). Analisis Penggunaan Sensor Suhu Dan Kelembaban Untuk Monitoring Lingkungan *Greenhouse* Berbasis Arduino. *Antivirus: Jurnal Ilmiah Teknik Informatika*, 16(2), 200-210.
- [11] Santoso, G., Hani, S., & Prasetyo, R. (2020, November). Sistem Monitoring Kualitas Tanah Tanaman Padi dengan Parameter Suhu dan Kelembaban Tanah Berbasis *Internet of Things* (IoT). In *Seminar Nasional Teknoka* (Vol. 28).
- [12] Veda, J., Rivai, M., & Suwito, S. (2022). Sistem Kontrol dan Monitoring Pemupukan NPK Tanaman dengan Mikrokontroler ESP32. *Jurnal Teknik ITS*, 11(3), A184-A189.
- [13] Widya, M. A. A., & Wijaya, Y. A. (2023). Aplikasi Monitoring Unsur Hara Berbasis Android. *Exact Papers in Compilation (EPiC)*, 5(4), 26-33.
- [14] Yoyon Efendi (2018). *Internet of Things* (IoT) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry PI Berbasis Mobile Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer, Vol. 4, No. 1, April 2018 (Arafat, S.Kom, M.Kom, 2018).