

SISTEM MONITORING KEADAAN TANAH BERBASIS IOT

IOT BASED SOIL STATE MONITORING SYSTEM

Muhammad Faishal Rahman, Faisal Budiman, Azam Zamhuri Fuadi

Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

mfaishalrahman@student.telkomuniversity.ac.id, faisalbudiman@telkomuniversity.ac.id,

azamzamhurifuadi@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Tanah yang kering dan kekurangan unsur hara dapat mengakibatkan tanaman padi gagal panen dan merugi. Kekurangan unsur hara pada tanah dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman padi menjadi kerdil, daun-daun berwarna kuning hingga hijau kekuning-kuningan, menurunnya jumlah butir gabah dalam malai, dan menurunnya jumlah anakan. Maka dari itu dibutuhkan pemantauan tanah secara rutin agar tanah dapat dijaga kondisinya dengan baik. Peneliti merancang sistem monitoring otomatis menggunakan sensor suhu, sensor kelembapan, dan sensor NPK untuk memantau tanah pada tanaman padi dengan aplikasi Blynk. Pada tugas akhir ini didapatkan bahwa sensor suhu dapat mendeteksi suhu tanah dengan rata-rata error sebesar 0.3 %, sensor kelembapan dapat mendeteksi kadar kelembapan tanah dengan rata-rata error sebesar 3 %, dan sensor NPK dapat mendeteksi kadar NPK dalam tanah pada level *Low*, *Medium*, dan *High*. Rata-rata delay pengiriman data selama 2.05 detik, serta dapat memberikan notifikasi kondisi tanah pada pengguna.

Kata kunci : *Monitoring, Tanah, IoT, Suhu, Unsur Hara, Kelembapan.*

Abstract

Dry soil and lack of nutrients can result in rice crop failure and loss. Lack of nutrients in the soil can cause stunted growth of rice plants, yellow to yellowish green leaves, decreased number of grain grains in panicles, and decreased number of tillers. Therefore, regular soil monitoring is needed so that the soil can be maintained in good condition. Researchers designed an automatic monitoring system using a temperature sensor, humidity sensor, and NPK sensor to monitor the soil in rice plants with the Blynk application. In this final project, it was found that the temperature sensor can detect soil temperature with an average error of 0.3%, the humidity sensor can detect soil moisture content with an average error of 3%, and the NPK sensor can detect NPK levels in the soil at Low levels, Medium, and High. The average delay in sending data is 2.05 seconds, and can provide notification of soil conditions to the user.

Keywords: *Monitoring, Soil, IoT, Temperature, Nutrient, Humidity.*

1. Pendahuluan

Tanah yang kering dan kekurangan unsur hara dapat mengakibatkan tanaman padi menjadi tidak subur, kemudian menjadi kerdil, dan akhirnya gagal panen. Unsur hara juga penting untuk kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman padi. Tanah berperan sebagai penyedia unsur hara dan air yang diperlukan tanaman untuk menunjang proses-proses metabolisme tanaman [1]. Kekurangan unsur hara pada tanah dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman padi menjadi kerdil, daun-daun berwarna kuning hingga hijau kekuning-kuningan, menurunnya jumlah butir gabah dalam malai, dan menurunnya jumlah anakan [2]. Maka dari itu diperlukan pemantauan secara rutin agar kondisi tanah tanaman padi tidak memburuk.

Untuk mengurangi masalah tersebut, para peneliti membuat alat untuk mempermudah proses pengecekan tanah yang ada di perkebunan. Dengan menggunakan kamera, penerapan Teknik image processing bisa dilakukan untuk monitoring perkebunan [3]. Kamera bisa mengambil gambar perkebunan dan pengguna bisa melihat langsung keadaan tanah jika ada hewan atau serangga lainnya. Tetapi, metode tersebut kurang efektif karena komponen yang cukup mahal, dan kurang akurat untuk mengetahui keadaan tanah secara detail. Ada juga peneliti yang menggunakan sensor suhu dan sensor kelembapan tanah. Semua sensor tersebut di hubungkan dengan mikrokontroler dan modul GSM. Data sensor dikirimkan kepada pengguna secara berkala [4]. Dengan menggunakan

sensor tersebut, keadaan tanah dapat dimonitor secara detail. Tetapi, metode tersebut juga kurang efektif karena tidak bisa melakukan monitoring lahan perkebunan secara real time.

Pada tugas akhir ini, telah dirancang sistem monitoring otomatis menggunakan sensor suhu, sensor kelembapan, sensor NPK untuk mendeteksi unsur hara yang ada dalam tanah. Sensor-sensor tersebut mengambil data pada tanah, lalu data tersebut diproses oleh mikrokontroler. Mikrokontroler dihubungkan dengan internet melalui WiFi agar data-data sensor dapat dikirimkan kepada pengguna. Pengguna jadi lebih mudah dalam melakukan perawatan pada tanaman padi hanya dengan melihat dari aplikasi yang diberikan. Pengguna juga mendapat peringatan jika kondisi tanah memburuk seperti kekeringan, kekurangan pupuk dan kelebihan pupuk. Diharapkan dengan penelitian ini masalah pemantauan kondisi tanah pada tanaman padi dapat teratasi agar tidak terjadi gagal panen.

2. Dasar Teori

2.1 Tanah

Menurut E. Saifudin Sarief (1986) tanah adalah benda alami yang terdapat di permukaan bumi yang tersusun dari bahan-bahan mineral sebagai hasil pelapukan batuan dan bahan organik berupa pelapukan sisa tumbuhan dan hewan yang menjadi medium tanaman dengan sifat-sifat tertentu yang terjadi akibat gabungan dari faktor-faktor alami, iklim, bahan induk, jasad hidup, bentuk wilayah dan lamanya waktu pembentukan [5]. Tanah merupakan lapisan paling luar kulit bumi yang terdiri atas bahan remah dan lepas, yang merupakan campuran berbagai bahan, seperti unsur-unsur; Si, Al, Ca, Mg, Fe, dan lain-lain. Biasanya, bersifat tak padu dan mempunyai sifat tebal mulai dari selaput tipis sampai lebih dari 3 meter yang berbeda dari bahan dibawahnya dalam hal; warna, sifat fisik, sifat kimia, dan sifat biologinya.

2.1.1 Unsur Hara Tanah

Senyawa/zat anorganik yang ada di dalam tanah yang sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman merupakan unsur hara. Unsur hara pada tanah dibutuhkan agar tanaman tidak tumbuh abnormalitas atau pertumbuhan terhambat tidak dengan semestinya [2].

Berdasarkan kebutuhan unsur hara pada tanaman, unsur hara terbagi menjadi dua macam yaitu unsur hara makro dan unsur hara mikro. Unsur hara makro dibutuhkan tanaman dengan jumlah yang relatif besar, sedangkan unsur hara mikro dibutuhkan relatif kecil, bila berlebihan bisa menjadi racun. Berikut rentang pupuk NPK yang tepat agar pemberian pupuk dapat lebih optimal.

Tabel 1. Rentang Pupuk NPK di Tanah [6]

Level	Range		
	Nitrogen	Fosfor	Kalium
Low	0 – 155.5 ppm	0 – 6.1 ppm	0 – 65.5 ppm
Medium	155 – 250 ppm	6.1 – 12.2 ppm	65.5 – 155.5 ppm
High	> 250 ppm	> 12.2 ppm	> 155.5 ppm

2.1.2 Suhu Tanah

Suhu sangat berpengaruh besar dalam pertumbuhan tanaman. Suhu tanah juga merupakan faktor penting dalam menentukan proses-proses fisika yang terjadi di dalam tanah. Suhu tanah juga mempengaruhi proses biologi seperti perkecambahan biji, pertumbuhan benih dan perkembangannya, perkembangan akar, maupun aktivitas mikrobia di dalam tanah [7]. Suhu tanah minimum yang baik bagi tanaman adalah 10 °C. Sedangkan suhu tanah maksimum yang baik bagi tanaman adalah 40 °C.

2.1.3 Kelembapan Tanah

Kelembapan tanah berperan besar pada pertumbuhan tanaman. Air merupakan salah satu faktor lingkungan yang memberikan pengaruh besar terhadap penurunan produksi suatu tanaman. Air merupakan bahan dasar yang akan digunakan pada proses fotosintesis pada tanaman yang merupakan proses fisiologi pada tanaman untuk pembentukan karbohidrat. Kelembapan tanah yang paling baik untuk pertumbuhan tanaman ada pada 90 %. Dengan kadar kelembapan 90 % tanaman memperlihatkan hasil yang paling baik, dilihat dari laju pertumbuhan relatif tinggi tanaman, jumlah daun, dan indeks luas daun [8].

2.2 Tanaman Padi

Tanaman Padi merupakan salah satu tanaman yang menjadi pangan pokok Indonesia. Tanaman padi menjadi makanan pokok 95 % penduduk di Indonesia. Selain itu, padi juga menjadi sumber mata pencaharian sebagian besar petani di pedesaan. Oleh karena itu, budidaya tanaman padi memerlukan perhatian khusus agar hasil panen meningkat.

Tanaman padi dapat tumbuh di daerah subtropis dengan cuaca panas dan kelembapan tinggi dengan musim hujan 4 bulan. Tanaman padi cocok ditanam pada tanah humus karena sangat subur. Untuk di dataran rendah yaitu 0 – 650 mdpl suhu yang dibutuhkan 22 – 27 °C, sedangkan di dataran tinggi yaitu 650 – 1500 mdpl suhu yang dibutuhkan 19 – 23 °C. Tanaman padi dapat tumbuh dengan optimal dengan kelembapan 80 – 85 % [9]. Untuk keperluan pupuk anorganik, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kadar Pemberian Pupuk Tanaman Padi [10].

Pupuk	1 ha	Kedalaman Sampel	Ppm (kg/ha : kedalaman sampel x <i>bulk density</i>) [22]
N	300 kg	0.15 m	240
P205	100 kg		80
K20	100 kg		80

2.3 Sensor Suhu DS18B20

Sensor DS18B20 merupakan sensor yang memiliki 12-bit ADC internal. Karena tegangan pada mikrokontroler Arduino Mega yang menjadi tegangan referensi sensor sebesar 5 v, maka akibat perubahan suhu, sensor ini dapat merasakan perubahan terkecil sebesar $5 / (2^{12} - 1) = 0.0012$ v. Pada rentang suhu -10 sampai 85 °C, sensor ini memiliki akurasi ± 0.5 %.

2.4 Sensor Kelembapan YL-69

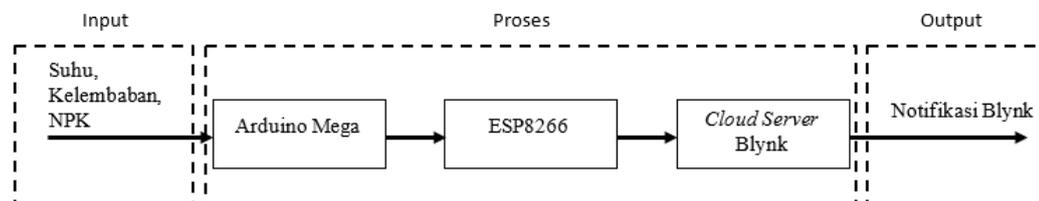
Sensor ini terdiri dari dua probe untuk melewati arus melalui tanah, kemudian membaca nilai resistansinya untuk mendapatkan nilai kelembapan tanah. Semakin banyak air pada tanah maka resistansinya semakin kecil. Sebaliknya, jika tanah kering maka resistansinya besar. Sensor ini memiliki value range ADC sebesar 1024 bit yang dimulai dari 0 – 1023 bit. Semakin tinggi nilai sensor yang dikeluarkan menunjukkan bahwa semakin kering kondisi kelembapan tanah dan sebaliknya. Nilai sensor diubah menjadi nilai persen mengacu pada perhitungan manual kelembapan tanah. Persamaan yang digunakan untuk mengubah nilai sensor menjadi nilai persen dijelaskan pada persamaan dibawah ini.

$$\text{Nilai Persen} = (1023 - \text{Nilai Sensor}) / 1023 \times 100\%$$

2.5 Sensor NPK

Sensor NPK berfungsi mengukur kadar Nitrogen (N), Phospor (P), dan Kalium (K) dalam kombinasi [11]. Sensor NPK yang digunakan terdiri dari rangkaian PCB dengan probe berukuran panjang 85 mm dan merupakan sensor analog.

2.6 Diagram Blok

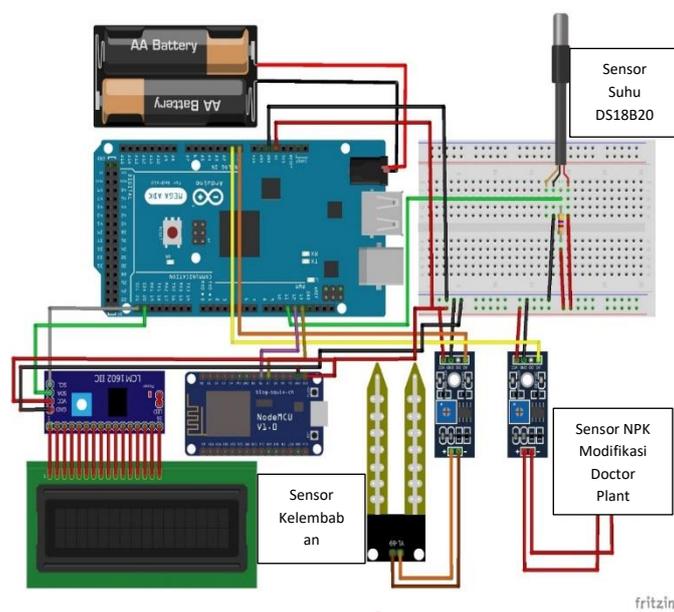


Gambar 1. Diagram Blok

Pada Gambar 1 menjelaskan bahwa input dari sensor suhu, sensor kelembapan, dan sensor NPK memberikan data pada mikrokontroler Arduino Mega untuk diproses. Lalu dikirimkan pada ESP8266 untuk di *upload* ke *cloud server* Blynk. Notifikasi akan muncul jika bertemu kondisi seperti tanah kering, tanah kekurangan pupuk, atau tanah kelebihan pupuk.

2.7 Desain Perangkat Keras

Pada penelitian ini, perancangan desain perangkat keras akan digambarkan seperti Gambar 2.

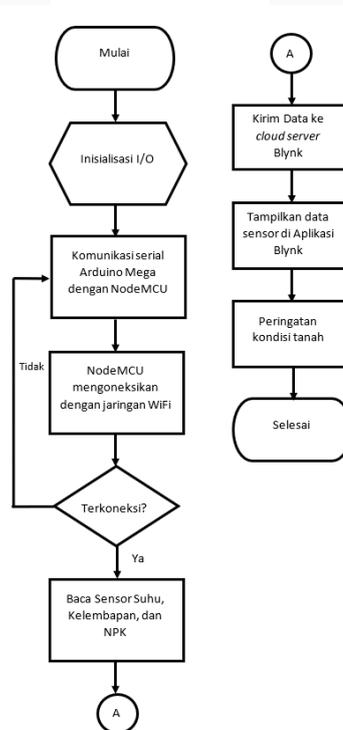


Gambar 2. Desain Perangkat Keras

Rangkaian ini bekerja dengan mendapatkan perintah dari Arduino Mega dan ESP8266 dengan catu daya sebesar 7.4 V dari 2 baterai Li-Ion 18650.

2.8 Desain Perangkat Lunak

Desain perangkat lunak merupakan diagram alir (*flowchart*) dari sistem yang dirancang. Pemrograman menggunakan Arduino IDE. Berikut adalah diagram alir dari sistem monitoring keadaan tanah berbasis IoT.



Gambar 3. Diagram Alir

Diagram alir pada gambar 3 menunjukkan alur koneksi ke internet, pembacaan oleh sensor, menampilkan data sensor di aplikasi Blynk, dan notifikasi kondisi tanah.

3. Pembahasan

Pada bab ini dipaparkan mengenai hasil pengujian perangkat dan sistem yang telah dirancang. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja perangkat dan sistem yang sudah dirancang.

3.1 Tampilan Perangkat



Gambar 4. (a) Tampilan aplikasi Blynk dan (b) Tampilan Perangkat Keras

Pada Gambar 4 (a), merupakan tampilan dari aplikasi Blynk. Pada bagian paling atas, digunakan widget LCD 16x2, “KLB” menunjukkan status kelembapan yang berisi “Kering” dan “Basah”, sedangkan “NPK” menunjukkan status pupuk NPK yang berisi “TOO LITTLE”, “IDEAL”, dan “TOO MUCH”. Lalu dibawah widget LCD 16x2 ada widget Superchart yang berisi data Suhu dan Kelembapan. Grafik berwarna jingga kecoklatan menunjukkan grafik suhu dengan satuan celcius, sedangkan grafik berwarna biru menunjukkan grafik kelembapan dengan satuan persen. Kemudian dibawahnya lagi ada widget Superchart yang berisi data NPK (Nitrogen, Fosfor, Kalium). Grafik berwarna biru menunjukkan grafik Nitrogen, grafik berwarna jingga kecoklatan menunjukkan grafik Fosfor, dan grafik berwarna merah menunjukkan grafik Kalium. Ketiga grafik tersebut satuannya adalah ppm (Part per Million). Widget yang berada dibagian paling bawah kiri berfungsi sebagai Push Notification untuk notifikasi tanah kondisi kering, kekurangan pupuk, dan kelebihan pupuk.

Pada Gambar 4 (b), perangkat terdiri dari 3 boks hitam yaitu, 2 boks berukuran besar dan 1 boks berukuran sedang. Pada 2 boks besar berisi Mikrokontroler Arduino Mega 2560, NodeMCU ESP8266, LCD 20x4 pada bagian atas boks, 2 Baterai 18650, modul sensor kelembapan YL-69, dan modul sensor NPK. Sedangkan pada boks berukuran sedang berisi sensor kelembapan YL-69, sensor suhu DS18B20, dan sensor NPK. LCD 20x4 menampilkan data sensor suhu, kelembapan (KLB), Nitrogen (N), Fosfor (P), Kalium (K), status kelembapan (Status KLB), dan status NPK (NPK). Status kelembapan ada dua yaitu “Kering” dan “Basah”, sedangkan status NPK ada tiga yaitu “TOO LITTLE”, “IDEAL”, dan “TOO MUCH”.

3.2 Kalibrasi Sensor

Kalibrasi sensor dilakukan untuk mengetahui nilai error sensor yang dipakai. Nilai akurasi didapatkan dengan perhitungan nilai relatif error. Error absolut dari pengukuran didefinisikan sebagai selisih antara nilai sebenarnya dengan nilai hasil pengukuran. Berikut adalah rumus dari relatif error dalam persen pada persamaan dibawah ini.

$$E_r = \frac{E_a}{x_p} \times 100 = \frac{|x_i - x_p|}{x_p} \times 100$$

dengan:

E_r = error relatif (%)

E_a = error absolut

x_i = nilai pengukuran

x_p = nilai sejati

3.2.1. Kalibrasi Sensor Suhu DS18B20

Berikut adalah hasil perbandingan Termometer Digital OMRON dan Sensor Suhu DS18B20. Perbandingan perangkat yang sudah ada dengan sensor yang dipakai bertujuan untuk mengetahui nilai error sensor.

Tabel 3. Kalibrasi Sensor Suhu DS18B20

NO.	Air Panas			Air Dingin		
	Termometer OMRON (°C)	Sensor DS18B20 (°C)	Error (%)	Termometer OMRON (°C)	Sensor DS18B20 (°C)	Error (%)
1	40.1	40.2	0.2	27.4	27.6	0.7
2	40.3	40.2	0.2	27.3	27.5	0.7
3	40.5	40.3	0.5	27.4	27.5	0.4
4	40.6	40.3	0.7	27.5	27.5	0.0
5	40.5	40.4	0.2	27.5	27.5	0.0
6	40.5	40.4	0.2	27.5	27.4	0.4
7	40.5	40.4	0.2	27.5	27.4	0.4
8	40.5	40.4	0.2	27.4	27.4	0.0
9	40.5	40.5	0.0	27.4	27.4	0.0
10	40.6	40.5	0.2	27.4	27.4	0.0
Rata-rata	40.5	40.4	0.3	27.4	27.5	0.3

Perbandingan antara Sensor suhu DS18B20 dan Termometer Digital OMRON dilakukan pada air yang sudah dipanaskan dan air yang dingin (tidak dipanaskan). Jika digunakan persamaan diatas dengan nilai pengukuran adalah nilai sensor suhu DS18B20 dan nilai sejati adalah nilai Termometer OMRON, maka hasil perbandingan diatas bisa dilihat bahwa error terbesar yaitu 0.7 % dengan rata-rata error sebesar 0.3 %.

3.2.2 Kalibrasi Sensor Kelembapan YL-69

Berikut adalah perbandingan dari Moist Meter Analog dengan Sensor kelembapan YL-69. Perbandingan perangkat yang sudah ada dengan sensor yang dipakai bertujuan untuk mengetahui nilai error sensor.

Tabel 4. Kalibrasi Sensor Kelembapan YL-69

Sampel Tanah	Sensor YL-69 (%)	Moist Meter Analog	Error (%)
Tanah Pasir Jalanan	1	1	0
Tanah dengan Pupuk 30gr	92	100	8
Tanah dengan Pupuk 60gr	99	100	1
Rata-rata error			3

Moist Meter Analog yang dipakai memiliki range pengukuran dari 1 sampai 10, lalu di konversikan nilainya menjadi 1 sampai 100. Indeks nilai 1 – 39 menunjukkan kondisi kering, indeks nilai 40 – 79 menunjukkan kondisi lembab, dan indeks nilai 80 – 100 menunjukkan kondisi basah. Jika menggunakan persamaan diatas dengan nilai pengukuran adalah nilai sensor kelembapan YL-69 dan nilai sejati adalah nilai Moist Meter Analog, maka dapat disimpulkan bahwa nilai error terbesar adalah 8 % dan rata-rata error adalah 3 %.

3.2.3 Perbandingan Sensor NPK Meter Modifikasi dan NPK Meter Analog

Sensor NPK yang digunakan berupa modifikasi dari sensor NPK yang sudah ada dalam bentuk analog. Tabel 4.3 merupakan perbandingan antara sensor NPK yang sudah dimodifikasi dengan NPK meter analog.

Tabel 5. Tabel perbandingan antara NPK meter modifikasi dan NPK meter analog

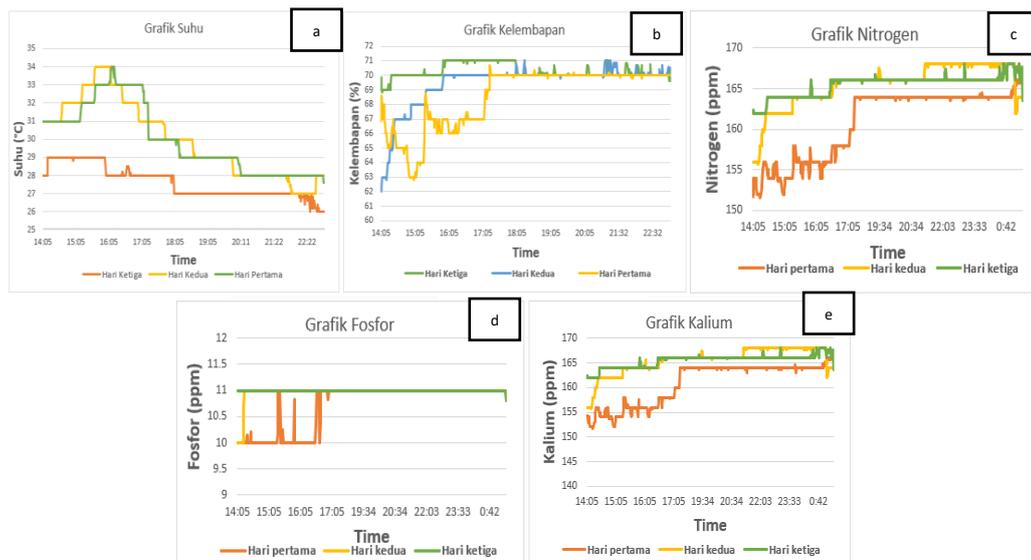
Sampel Tanah	NPK Meter Modifikasi				NPK Meter Analog	
	N	P	K	Status	Indeks	Status
Tanah dengan Pupuk 30gr	164 ppm	11 ppm	164 ppm	Medium	4.5	IDEAL
Tanah dengan Pupuk 60gr	180 ppm	12 ppm	180 ppm	Medium	2.5	TOO MUCH

Sensor NPK meter analog memiliki tiga kategori yaitu, “Too Little”, “Ideal”, dan “Too Much”. Pada kategori “Too Little” mempunyai nilai indeks 0 – 3. Pada kategori “Ideal” mempunyai nilai indeks 4 – 6. Dan pada kategori “Too Much” mempunyai nilai indeks 6 – 7. Dapat dilihat dari Tabel 4.3 bahwa sensor NPK yang sudah dimodifikasi memiliki keluaran yang lebih detail daripada sensor NPK meter analog.

3.3 Pengujian Sensor Suhu, Kelembapan, dan NPK

Pengujian Fungsionalitas bertujuan untuk mengetahui suhu, persentase kelembapan, kandungan NPK pada tanah. Pengujian ini menggunakan tiga pot tanah, massa tanah 700gr setiap pot. Pot pertama berisi tanah pasir jalanan, pot kedua berisi tanah yang diberi pupuk NPK 30gr, dan pot ketiga berisi tanah yang diberi pupuk 60gr. Pengujian dilakukan selama 3 hari setiap potnya, sekitar 8 jam sehari.

3.3.1 Pot Berisi Tanah dengan Pupuk NPK 30gr



Gambar 5. (a) Grafik Suhu, (b) Grafik Kelembapan, (c) Grafik Nitrogen, (d) Grafik Fosfor, dan (e) Grafik Kalium

Pada Gambar 5 (a) merupakan hasil data sensor suhu yang diambil sekitar 8 jam/hari selama 3 hari. Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa pada pengujian hari pertama dan hari kedua mengalami perubahan suhu yang cukup drastis hingga 34 °C dikarenakan cuaca yang cukup panas di siang harinya, lalu terjadi hujan pada sore harinya sehingga suhu terendah hingga 27.5 °C pada malam harinya. Pada hari kedua nilai suhu tertinggi berada di 34 °C dan nilai terendah berada di 27 °C. Sedangkan pada pengujian hari ketiga suhu yang terbaca sensor cukup stabil dikarenakan cuaca yang berawan dan tidak terlalu panas sepanjang harinya sehingga suhu tertinggi bernilai 29 °C dan suhu terendahnya bernilai 26 °C pada malam harinya. Suhu pada ketiga hari pengujian masih terlalu panas untuk tanaman padi.

Pada Gambar 5 (b) merupakan hasil pembacaan sensor kelembapan selama 8 jam/hari selama 3 hari. Pada grafik diatas dapat disimpulkan bahwa pengujian hari pertama mengalami nilai kelembapan yang fluktuatif mulai dari pukul 14:05 hingga pukul 17:05 dengan nilai kelembapan

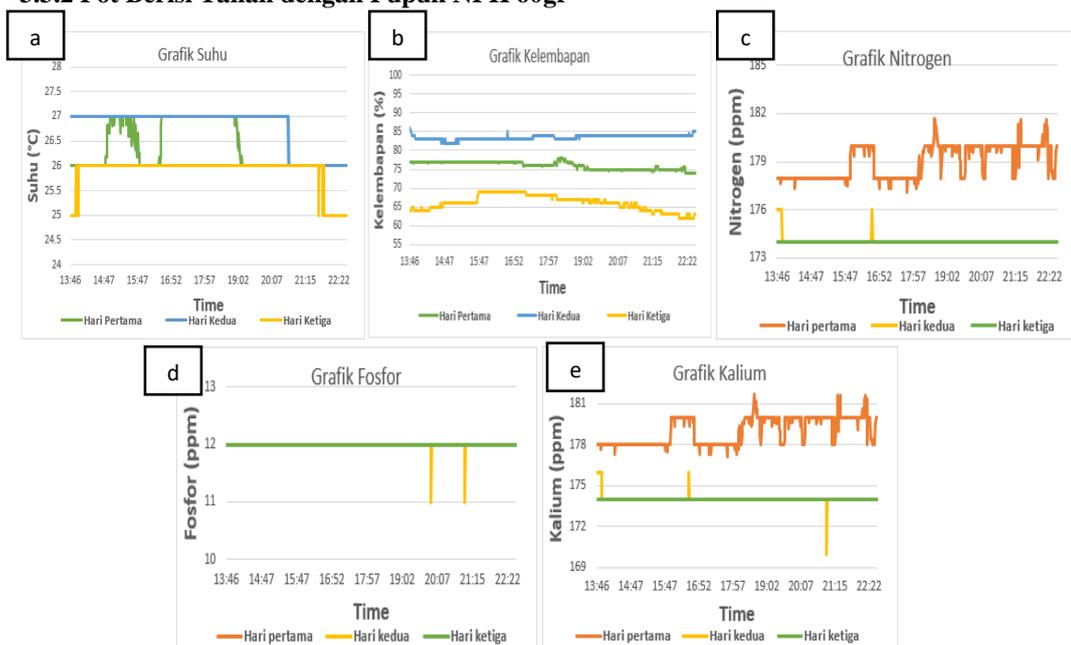
terendah 63% dan nilai kelembapan tertinggi 70% dikarenakan cuaca yang panas pada siang hari dan hujan pada sore harinya. Pada pengujian hari kedua grafik diatas menunjukkan naiknya nilai kelembapan dari 62% hingga 70% dikarenakan hujan pada sore harinya. Kemudian pada pengujian hari ketiga grafik kelembapan stabil di nilai 69 % hingga 71 % dikarenakan cuaca yang berawan sepanjang harinya. Kelembapan di ketiga hari pengujian masih belum ideal untuk tanaman padi.

Pada Gambar 5 (c) merupakan hasil dari pengukuran pupuk NPK (Nitrogen, Fosfor, Kalium) pada pot berisi tanah dengan pupuk NPK 30gr selama 8 jam/hari selama 3 hari. Dalam grafik (a) nitrogen dapat disimpulkan bahwa pada pengujian hari pertama dan hari kedua mengalami kenaikan nilai NPK dikarenakan hujan yang membuat tanah menjadi lebih lembab. Kenaikan nitrogen di hari pertama dari 151 ppm hingga 166 ppm. Kenaikan nitrogen di hari kedua dari 156 ppm hingga 168 ppm. Sedangkan di pengujian hari ketiga grafik nitrogen terlihat stabil di nilai 162 hingga 167 ppm dikarenakan cuaca yang berawan sehingga tidak terlalu mempengaruhi tanah. Nitrogen pada tanah sudah ideal untuk tanaman padi.

Dalam Gambar 5 (d) dapat disimpulkan bahwa dari ketiga hari pengujian data fosfor yang didapat stabil di angka 10 hingga 11 ppm. Pada pengujian hari pertama dan kedua ada kenaikan dari 10 hingga 11 ppm. Sedangkan pada pengujian hari ketiga nilai fosfor stabil di 11 ppm. Fosfor pada tanah sudah ideal untuk tanaman padi.

Dalam Gambar 5 (e) dapat disimpulkan bahwa pada pengujian data kalium hari pertama dan hari kedua mengalami kenaikan nilai NPK dikarenakan hujan yang membuat tanah menjadi lebih lembab. Kenaikan nitrogen di hari pertama dari 154 ppm hingga 166 ppm. Kenaikan nitrogen di hari kedua dari 156 ppm hingga 168 ppm. Sedangkan di pengujian hari ketiga grafik nitrogen terlihat stabil di 162 hingga 167 ppm dikarenakan cuaca yang berawan sehingga tidak terlalu mempengaruhi tanah. Kalium pada tanah sudah ideal untuk tanaman padi.

3.3.2 Pot Berisi Tanah dengan Pupuk NPK 60gr



Gambar 6. (a) Grafik Suhu, (b) Grafik Kelembaban, (c) Grafik Nitrogen, (d) Grafik Fosfor, dan (e) Grafik Kalium

Pada Gambar 6 (a) dapat dilihat bahwa suhu dari pengujian hari pertama, hari kedua, dan hari ketiga tidak jauh berbeda. Di ketiga hari pengujian, cuaca tidak begitu panas dan berawan. Sebelum pengujian hari pertama, terjadi hujan deras pada dini harinya, oleh karena itu suhu tanah hanya berkisar antara 25 °C sampai 27 °C. Pada pengujian hari pertama suhu berada di 26 °C hingga 27 °C. Pada pengujian hari kedua suhu berada di 26 °C hingga 27 °C. Pada pengujian hari ketiga suhu berada di 25 °C hingga 26 °C. Suhu pada ketiga hari pengujian sudah ideal untuk tanaman padi.

Pada Gambar 6 (b) dapat dilihat bahwa grafik kelembapan mengalami penurunan setiap harinya. Pada hari pertama, dikarenakan hujan lebat pada dini harinya, kelembapan tanah bernilai 77 %, dan menurun sampai 74 % pada malam harinya. Pada hari kedua, hujan deras terjadi pada dini harinya,

sehingga membuat kelembapan bernilai 86 %, dan hanya berkurang sedikit sampai 84 % dikarenakan cuaca yang berawan. Pada hari ketiga, tanah mulai berkurang kelembapannya. Kelembapan berada di nilai 64 %, kemudian terjadi hujan sedikit sehingga kelembapan menjadi 69 %. Setelah itu kelembapan menurun sampai 62% pada malam harinya. Kelembapan yang ideal ada pada pengujian hari kedua, sedangkan pada pengujian hari pertama dan ketiga kelembapan masih belum ideal untuk tanaman padi.

Pada Gambar 6 (c) merupakan hasil dari pengukuran pupuk NPK pada pot berisi tanah dengan pupuk NPK 60gr selama 8 jam/hari selama 3 hari. Pada grafik (a) nitrogen dapat disimpulkan bahwa di ketiga hari pengujian grafik terlihat stabil dikarenakan cuaca yang berawan sepanjang harinya sehingga tidak berpengaruh banyak terhadap tanah. Pada grafik pengujian hari pertama sedikit mengalami perubahan nilai, nilai terendah nitrogen 177 ppm dan nilai tertinggi 181 ppm. Pada pengujian hari kedua nilai terendah nitrogen 174 ppm dan nilai tertinggi 176 ppm. Pada pengujian hari ketiga nilai nitrogen stabil di 174 ppm. Nitrogen pada tanah sudah ideal untuk tanaman padi.

Dalam Gambar 6 (d) dapat disimpulkan bahwa di ketiga hari pengujian data fosfor grafik stabil dikarenakan cuaca yang berawan sepanjang harinya sehingga tidak berpengaruh banyak terhadap tanah. Pada pengujian hari pertama nilai fosfor stabil di 12 ppm. Pada pengujian hari kedua nilai fosfor terendah 11 ppm dan nilai tertinggi 12 ppm. Pada pengujian hari ketiga nilai fosfor stabil di 12 ppm. Fosfor pada tanah sudah ideal untuk tanaman padi.

Dalam Gambar 6 (e) dapat disimpulkan bahwa di ketiga hari pengujian data kalium grafik terlihat stabil dikarenakan cuaca yang berawan sepanjang harinya sehingga tidak berpengaruh banyak terhadap tanah. Pada grafik pengujian hari pertama sedikit mengalami perubahan nilai, nilai terendah kalium 177 ppm dan nilai tertinggi 181 ppm. Pada pengujian hari kedua nilai terendah kalium 170 ppm dan nilai tertinggi 176 ppm. Pada pengujian hari ketiga nilai nitrogen stabil di 174 ppm. Kalium pada tanah sudah ideal untuk tanaman padi.

3.4 Pengujian Delay Pengiriman Data

Pengujian delay pada aplikasi Blynk dilakukan untuk mengetahui delay data terkirim dari mikrokontroler esp8266 ke Blynk cloud pada aplikasi.

Tabel 6. Tabel Pengujian Delay

Pengujian ke-	Delay (detik)	Pengujian ke-	Delay (detik)
1	0.8	16	1.6
2	2.9	17	1.6
3	0.7	18	1.8
4	1.6	19	1.0
5	1.5	20	2.8
6	1.7	21	2.0
7	1.3	22	9.8
8	1.4	23	1.0
9	1.0	24	0.9
10	2.3	25	1.6
11	1.9	26	1.7
12	1.9	27	1.8
13	8.3	28	1.8
14	1.6	29	0.8
15	1.7	30	0.7

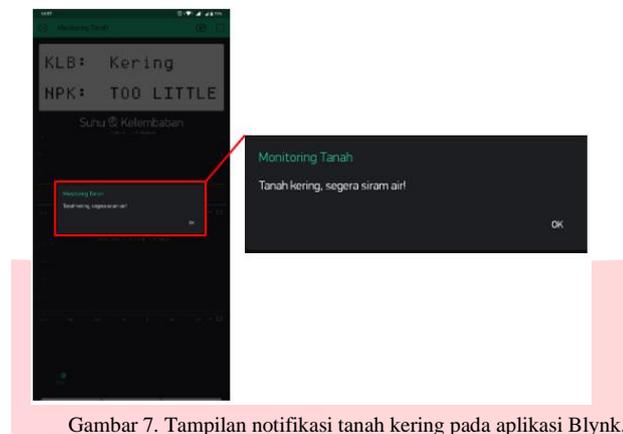
Pada Tabel 6. Dapat disimpulkan bahwa *delay* terkecil adalah 0.7 detik, sedangkan *delay* terbesar adalah 9.8 detik dikarenakan terjadinya putus koneksi pada Blynk *cloud server*, dan rata-rata *delay* adalah 2.05 detik. Terjadinya putus koneksi pada Blynk *cloud server* dikarenakan jarak alat dengan *router* WiFi yang terlalu jauh dan terhalang dinding sehingga sinyal yang didapatkan perangkat menjadi tidak stabil.

3.5 Pengujian Push Notification pada Aplikasi Blynk

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah fungsi notifikasi pada aplikasi Blynk dapat bekerja dengan baik atau tidak.

1. Kondisi Tanah Kering

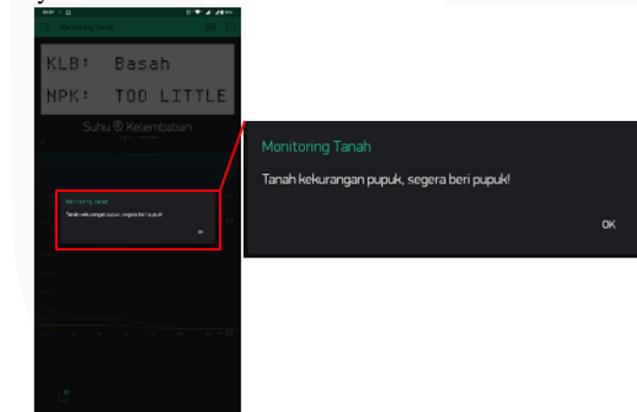
Pada kondisi ini perangkat dicoba ke tanah yang kering untuk melihat apakah notifikasi berupa “Tanah Kering, segera siram air!” akan muncul atau tidak pada aplikasi Blynk. Pada Gambar 7, dapat dilihat bahwa notifikasi berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Pada saat sensor mendeteksi tanah yang kering yaitu dibawah 50%, notifikasi “Tanah kering, segera siram air!” akan muncul pada aplikasi Blynk.



Gambar 7. Tampilan notifikasi tanah kering pada aplikasi Blynk.

2. Kondisi tanah kekurangan pupuk NPK

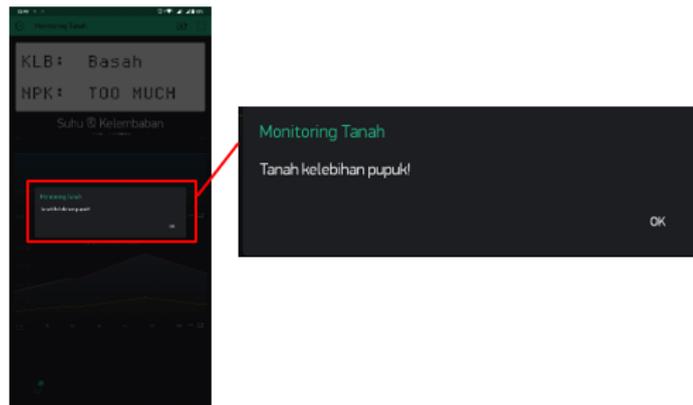
Pada kondisi ini perangkat dicoba ke tanah yang basah untuk melihat apakah notifikasi berupa “Tanah kekurangan pupuk, segera beri pupuk!” akan muncul atau tidak pada aplikasi Blynk. Pada Gambar 8 dapat dilihat bahwa notifikasi kekurangan pupuk berjalan dengan seharusnya. Pada saat sensor mendeteksi kurangnya pupuk, notifikasi “Tanah kekurangan pupuk, segera beri pupuk!” keluar pada aplikasi Blynk.



Gambar 8. Tampilan notifikasi kekurangan pupuk pada aplikasi Blynk.

3. Kondisi tanah kelebihan pupuk NPK

Pada kondisi ini perangkat dicoba ke tanah dengan pupuk NPK 60gr untuk melihat apakah notifikasi berupa “Tanah kelebihan pupuk” akan muncul atau tidak pada aplikasi Blynk. Pada Gambar 9 dapat dilihat bahwa notifikasi kelebihan pupuk berjalan dengan seharusnya. Pada saat sensor mendeteksi kelebihan pupuk, notifikasi “Tanah kelebihan pupuk” keluar pada aplikasi Blynk.



Gambar 9. Tampilan notifikasi kelebihan pupuk pada aplikasi Blynk

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari hasil pengujian dan analisis yang sudah dilaksanakan adalah:

1. Sistem monitoring keadaan tanah berbasis IoT telah dirancang dengan menggunakan sensor suhu, sensor kelembapan, dan sensor NPK. Alat ini sudah dapat mengukur suhu tanah dengan rata-rata error 0.3 %, kelembapan tanah dengan rata-rata error 3%, dan sudah dapat mengukur kadar NPK pada tanah.
2. Alat yang dirancang dapat mengirim data sensor suhu, sensor kelembapan, dan sensor NPK melalui koneksi WiFi kepada cloud server Blynk serta dapat mengirim notifikasi langsung kepada pengguna jika kondisi tanah kering, tanah kekurangan pupuk, atau tanah kelebihan pupuk. Dengan rata-rata delay pengiriman data sebesar 2.05 detik.

4.2 Saran

Karena masih adanya kekurangan dalam alat dan sistem yang sudah dirancang, maka diharapkan untuk meningkatkan perangkat dan sistem yang telah dibuat.

1. Penelitian selanjutnya diharapkan di terapkan ke tanah perkebunan yang ada tanaman dengan pupuk NPK.
2. Untuk meminimalisir delay diharapkan tidak terlalu jauh jarak alat dan sumber wifi agar tidak terjadi putus koneksi.
3. Untuk menambah durasi daya tahan perangkat dapat mengubah baterai yang dipakai dengan kapasitas yang lebih besar agar durasi bertambah lama.

Referensi:

- [1] www.kompasiana.com/deshintaarchery/5c8badf37a6d8833626df954/pengaruh-sifat-tanah-terhadap-ketersediaan-unsur-hara. Diakses pada tanggal 20 Maret 2020.
- [2] [http://cybex.pertanian.go.id/mobile/artikel/76089/GEJALA-KEKURANGAN-UNSUR-HARA-PADA-TANAMAN-PADI-BPP-Unaaha/#:~:text=GEJALA%20KEKURANGAN%20UNSUR%20HARA%20PADA%20TANAMAN%20PADI%20\(BPP%20Unaaha\),-PPL&text=Pada%20beberapa%20varietas%2C%20daun%2Ddaun,menjadi%20oranye%20atau%20keungu%2Ddungan.&text=Kekurangan%20selama%20fase%20pertumbuhan%20awal,dan%20kurus%2C%20dan%20anakan%20berkurang](http://cybex.pertanian.go.id/mobile/artikel/76089/GEJALA-KEKURANGAN-UNSUR-HARA-PADA-TANAMAN-PADI-BPP-Unaaha/#:~:text=GEJALA%20KEKURANGAN%20UNSUR%20HARA%20PADA%20TANAMAN%20PADI%20(BPP%20Unaaha),-PPL&text=Pada%20beberapa%20varietas%2C%20daun%2Ddaun,menjadi%20oranye%20atau%20keungu%2Ddungan.&text=Kekurangan%20selama%20fase%20pertumbuhan%20awal,dan%20kurus%2C%20dan%20anakan%20berkurang). Gejala Kekurangan Unsur Hara pada Tanaman Padi (BPP Unaaha). Diakses pada tanggal 11 Februari 2021.
- [3] Feri Sulianta, Ari Purno Wahyu. (2019). Pemanfaatan Teknologi Smart Farming & Intelegent Imaging untuk Meningkatkan Sikap Dan Kesadaran Konservasi Area Perkebunan Kopi. Bandung: Universitas Widyatama.
- [4] Wulantika Sintia, D. Hamdani, dan Eko Risdianto, (2018). Rancang Bangun Sistem Monitoring Kelembapan Tanah dan Suhu Udara Berbasis GSM SIM900A dan Arduino Uno. Bengkulu: Universitas Bengkulu.
- [5] Diva Rahmayasa. (2013). Studi Daya Dukung Stabilisasi Tanah Lempung Lunak Menggunakan Campuran Abu Ampas Tebu Dan Semen. Lampung: Universitas Lampung.

- [6] R. Madhumathi, T. Arumuganathan, R. Shruthi, (2020). Soil NPK and Moisture analysis using Wireless Sensor Networks. India.
- [7] T. Budhyastoro, S.H. Tala'ohu, dan R. L. Watung, "Buku Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya: 22. Pengukuran Suhu Tanah", Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian, 2006.
- [8] K. Amaru, E. Suryadi, N. Bafdal, F. P. Asih, (2013). Kajian Kelembapan Tanah dan Kebutuhan Air Beberapa Varietas Hibrida DR UNPAD. Jawa Barat: Universitas Padjajaran.
- [9] <http://cybex.pertanian.go.id/mobile/artikel/88796/BUDIDAYA-TANAMAN-PADI/>. Budidaya Tanaman Padi. Diakses Tanggal 11 Februari 2021.
- [10] <http://bbpadi.litbang.pertanian.go.id/index.php/info-berita/info-teknologi/pemupukan-pada-tanaman-padi>. Diakses pada tanggal 11 Februari 2021.
- [11] http://www.lusterleaf.com/img/instruction/1865_instruction.pdf. Diakses pada tanggal 5 April 2020.

